



# MODUL LATIHAN OPERATOR (KREN MENARA)

Disediakan untuk:



**Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan  
Kementerian Sumber Manusia**

Disediakan oleh:



## MODUL LATIHAN OPERATOR (KREN MENARA)

**Disediakan Oleh:**



**UKM Pakarunding Sdn Bhd**  
Universiti Kebangsaan Malaysia  
43600 Bangi  
Selangor  
Tel: 03-89213142  
Faks: 03-89252469

Website: <http://www.pakarunding.ukm.my/>

**Disediakan Untuk:**



**Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan**  
(Kementerian Sumber Manusia)

Aras 2, 3 & 4, Block D3, Kompleks D  
Pusat Pentadbiran Kerajaan Persekutuan  
62530 W. P. Putrajaya  
Tel: 03-8000 8000  
Faks: 03-8889 2443

Website : <http://www.dosh.gov.my>

---

---



**KANDUNGAN**

	<b>HALAMAN</b>
<b>BAB 1 PERUNDANGAN</b>	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Akta Petroleum (Langkah-langkah Keselamatan) 1984 (Akta 302) Akta Petroleum (Langkah-langkah Keselamatan) 1984 (Akta 302)	2
1.3 Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994 (OSHA)	3
1.4 Peraturan dan Perintah Khas di bawah Akta Kilang dan Jentera, 1967	9
1.5 Lembaga Pembangunan Industri Pembinaan Malaysia (Construction Industry Development Board-CIDB) (AKTA 520)	12
 <b>BAB 2 PENGENALAN KEPADA KREN MENARA</b>	
2.1 Fungsi Utaman Kren	15
2.2 Jenis-jenis Kren Menara	18
2.3 Terminologi dan Struktur Kren Menara	24
2.4 Syarat Pemilihan Kren Menara	27
2.5 Pemilihan Bekalan Kuasa	28
 <b>BAB 3 KIRAAN BERAT JISIM</b>	
3.1 Formula Am Pengiraan	30
3.2 Pengiraan Luas dan Isipadu Pelbagai Bentuk Objek	32
3.3 Asas Pengiraan Untuk Mencari Berat Pelbagai Bentuk Bahan	35
3.3.1 Perkiraan berat beberapa bahan	36
3.3.2 Kiraan berat beban/jisim	37
3.3.3 Unit tan kepada unit pounds	38
3.3.4 Kiraan berta beban/jisim untuk objek berbentuk bulat	40
 <b>BAB 4 KAEDAH MENGIKAT BEBAN (ANDUH)</b>	
4.1 Pengenalan	48
4.2 Ikatan Anduh Pada Beban	49
4.2.1 Anduh tunggal ( <i>Direct hitch</i> )	49
4.2.2 Anduh jerut/lilit ( <i>Choke hitch/reeved hitch</i> )	49
4.2.3 Anduh raga ( <i>Basket hitch</i> )	50

4.3	Terminologi Anduh	50
	4.3.1 Had beban kerja	50
	4.3.2 Beban kerja selamat	50
	4.3.3 Kekuatan patah	51
	4.3.4 Beban pruf	51
	4.3.4 Faktor keselamatan	51
4.4	Faktor Sudut dan Faktor Beban	51
	4.4.1 Faktor sudut	53
	4.4.2 Faktor beban	56
	4.4.3 Pengiraan SWL berpandukan kepada faktor sudut dan faktor beban	59
4.5	Pusat Graviti dan Keseimbangan Objek	61
4.6	Penggunaan Anduh Mengikut Kesesuaian Beban	62
<b>BAB 5 PERALATAN MENGANGKAT</b>		
5.1	Pengenalan	67
5.2	Prinsip Pengeoperasian Peralatan	67
5.3	Penggunaan Peralatan Mengangkat	68
	5.3.1 Tali dawai	68
	5.3.2 Anduh kain sintetik	78
	5.3.3 Anduh rantai	80
	5.3.4 Tali gentian	86
5.4	Prosedur Pemilihan Anduh Yang Betul	88
5.5	Penyimpanan Anduh	88
5.6	Amalan Keselamatan Menggunakan Anduh	88
<b>BAB 6 ALAT BANTU ANGKAT</b>		
6.1	Pengenalan	91
6.2	Pemilihan Alat Bantu Angkat	91
6.3	Pemeriksaan	92
6.4	Penjagaan dan Penyenggaraan	93
6.5	Pembaikan dan Pelupusan	93
6.6	Alat Bantu Angkat	94
	6.6.1 Belunggu ( <i>Shackle</i> )	94

6.6.2	Bol-tindik ( <i>Eyebolt</i> )	100
6.6.3	Bongkah cangkuk ( <i>Hook Block</i> )	103
6.6.4	Takal ( <i>Pulley</i> )	109
6.6.5	Kancing-putar ( <i>Turnbuckle</i> )	111
6.6.6	Rasuk penyebar ( <i>Spreader Beam</i> )	113
6.6.7	Kapit plat ( <i>Plate clamp</i> )	115
<b>BAB 7</b>	<b>CARTA BEBAN</b>	
7.1	Pengenalan	119
7.2	Memahami Carta Beban Bagi Pelbagai Model Kren	119
7.3	Penggunaan Carta Beban Bagi Jenis Kren Berbeza	123
7.4	Anggaran Beban Mengangkat Yang Dibenarkan	132
<b>BAB 8</b>	<b>ALAT KOMUNIKASI</b>	
8.1	Isyarat Komunikasi	136
8.2	Isyarat Tangan	137
8.3	Isyarat Bendera	139
8.4	Radio Dua-Hala dan Lain-Lain Isyarat Yang Boleh Digunakan	140
	8.4.1 Penyampaian maklumat melalui radio (walkie-talkie)	140
	8.4.2 Wisel	142
<b>BAB 9</b>	<b>ALAT PELINDUNG DIRI</b>	
9.1	Pengenalan	145
9.2	Jenis-Jenis alat pelindung diri	145
<b>BAB 10</b>	<b>KESELAMATAN AM DAN KEMALANGAN KREN MENARA</b>	
10.1	Pengenalan	153
10.2	Risiko Pengoperasian Kren Menara	153
	10.2.1 Bahaya semasa pengendalian kren	155
	10.2.2 Bahaya semasa kerja memasang, meninggi dan merombak kren	156
	10.2.3 Risiko yang menyebabkan kemalangan kren	156
10.3	Langkah Keselamatan Pengoperasian Kren Menara	158

10.3.1	Sudut luf (kren menara luffing sahaja)	160
10.3.2	Jarak jangkauan beban	161
10.3.3	Pengendalian beban berhampiran tempat orang bekerja dan laluan awam	162
10.3.4	Kawalan operasi kren menara	163
10.3.5	Keadaan cuaca	164
10.3.6	Akses masuk dan keluar dari kren atau tapak bina	164
10.3.7	Alat pemadam api	165
10.3.8	Contoh risiko semasa pengoperasian kren menara	165
10.4	Bekerja di Altitud Tinggi	169
10.4.1	Akses dan platform kekal	170
10.4.2	Akses dan platform sementara ( <i>non-fixed</i> )	172
10.4.3	Tali keselamatan, tali pinggang dan abah-abah	173
10.5	Kemalangan Kren Menara di Malaysia dan Langkah Pencegahan	176
10.5.1	Faktor penyebab kemalangan di dunia	176
10.5.2	Statistik kemalangan kren menara	178
10.5.3	Kes-kes kemalangan terdahulu	181
10.5.4	Langkah pencegahan akibat kemalangan	184
<b>BAB 11</b>	<b>PEMERIKSAAN SEBELUM DAN SELEPAS PENGENDALIAN KREN</b>	
11.1	Pemeriksaan Sebelum dan Selepas Operasi	188
11.2	Buku Log	188
11.3	Buku Manual Pengeluar Kren Menara	194
<b>BAB 12</b>	<b>LATIHAN PRAKTIKAL (AMALI)</b>	
12.1	Komponen Kren Menara	196
12.2	Kaedah Memanjat dan Turun Dari Kren Menara	196
12.3	Pemeriksaan Sebelum Operasi	196
12.4	Demonstrasi Pengendalian Kren Menara	197
12.5	Pengenalan Tuil Kawalan Pengendalian dan Suis	197
12.6	Pergerakan Kren Menara	199
12.7	Teknik Mengawal Beban	199
12.8	Teknik Menaikkan dan Menurunkan Beban di Tempat Terlindung	201

12.9	Teknik Menaikkan dan Menurunkan Beban di Tempat Rendah dan Tinggi	202
12.10	Langkah-langkah Pengendalian Kren	202
12.11	Latihan Amali Jurutali (untuk operator kren menara)	206
	12.11.1 Latihan mengikat beban	206
	12.11.2 Latihan menjalankan pemeriksaan peralatan mengangkat	207
12.12	Latihan Amali Juru Isyarat (untuk operator kren menara)	208
<b>BAB 13</b>	<b>LATIHAN PRAKTIKAL (SIMULASI)</b>	
13.1	Pengoperasian Simulator Kren Menara	210
13.2	Pengoperasian Kren Dengan Pelbagai Situasi	213

**SENARAI RAJAH**

		<b>Halaman</b>
Rajah 1.1	Akta–akta yang diguna pakai di Malaysia	2
Rajah 2.1	Contoh kren bergerak (Occupational Health and Safety Code 2009, Alberta Canada; <a href="http://www.cccme.org.cn">www.cccme.org.cn</a> )	15
Rajah 2.2	Contoh kren berantai (OSHAcademy Occupational Safety and Health Training, US; <a href="http://www.directindustry.com">www.directindustry.com</a> )	16
Rajah 2.3	Contoh kren Derrick (OSHAcademy Occupational Safety and Health Training, US; <a href="http://jaipur.all.biz">http://jaipur.all.biz</a> )	17
Rajah 2.4	Contoh kren menara (Occupational Health and Safety Code 2009, Alberta Canada; <a href="http://www.ictinpractice.com">www.ictinpractice.com</a> )	18
Rajah 2.5	Kren menara jenis <i>hammerhead</i> jenis <i>saddle top</i> (Occupational Safety and Health Program, A Guide to Cranes and Derricks, US)	19
Rajah 2.6	Kren menara jenis <i>luffing</i> (Occupational Safety and Health Program, A Guide to Cranes and Derricks, US)	19
Rajah 2.7	Kren menara <i>hammerhead</i> jenis <i>topless</i> ( <a href="http://www.nftcrane.com">www.nftcrane.com</a> )	20
Rajah 2.8	Contoh kren menara degnan pemasangan tapak statik (Environmental, Health and Safety (EHS) Departments, US)	20
Rajah 2.9	Tapak tuang di-situ	21
Rajah 2.10	Tapak statik (jenis tapak sendiri)	21
Rajah 2.11	Pemasangan kren dengan tapak meninggi luar ( <i>External climbing crane</i> ) ( <a href="http://www.dcm.milgromandassociates.com">www.dcm.milgromandassociates.com</a> )	22
Rajah 2.12	Pemasangan kren dengan tapak meninggi dalam ( <a href="http://www.dcm.milgromandassociates.com">www.dcm.milgromandassociates.com</a> )	23
Rajah 2.13	Tapak bergerak (jenis landasan)	23
Rajah 2.14	Kren dengan tapak rel bergerak (Environmental, Health and Safety (EHS) Departments, US)	24
Rajah 2.15	Reka bentuk kren menara <i>hammerhead</i> ( <i>saddle top</i> ) ( <a href="http://www.morrow.com/crane101">www.morrow.com/crane101</a> )	25
Rajah 2.16	Reka bentuk untuk kren menara <i>hammerhead</i> ( <i>topless</i> ) ( <a href="http://www.nftcrane.com">www.nftcrane.com</a> )	26



Rajah 2.17	Reka bentuk kren menara <i>luffing</i> ( <a href="http://www.morrow.com/crane101">www.morrow.com/crane101</a> )	27
Rajah 4.1	Antara jenis-jenis anduh yang biasa digunakan di tapak bina ( <a href="http://www.uscargocontrol.com/Lifting-Slings">www.uscargocontrol.com/Lifting-Slings</a> )	48
Rajah 4.2	Ikatan anduh tunggal dari kiri, satu kaki, dua kaki, tiga kaki dan empat kaki ( <a href="http://www.lifttechnique.com">www.lifttechnique.com</a> )	49
Rajah 4.3	Ikatan anduh jerut/lilit ( <a href="http://www.practicalmaintenance.net">www.practicalmaintenance.net</a> , <a href="http://www.globalsecurity.org">www.globalsecurity.org</a> )	50
Rajah 4.4	Ikatan anduh raga ( <a href="http://www.practicalmaintenance.net">www.practicalmaintenance.net</a> )	50
Rajah 4.5	Faktor sudut kepada ketegangan anduh (Laing O'Rourke 2008)	54
Rajah 4.6	Cara anggaran sudut anduh	55
Rajah 4.7	Peningkatan ketegangan anduh dengan peningkatan sudut anduh ( <a href="http://www.williamhacket.co.uk">www.williamhacket.co.uk</a> )	56
Rajah 4.8	Faktor beban dengan pelbagai kaedah ikatan anduh serta beban yang berbeza bentuk. ( <a href="http://www.cranecrew.com">www.cranecrew.com</a> )	57
Rajah 4.9	Beban segiempat	59
Rajah 4.10	Beban silinder dengan sudut ikatan 60°	59
Rajah 4.11	Beban silinder dengan sudut ikatan 30°	61
Rajah 4.12	Pusat graviti dan keseimbangan objek ( <a href="http://www.lift-it.com/info_hitches_all.asp">www.lift-it.com/info_hitches_all.asp</a> )	62
Rajah 4.13	Contoh beban yang diangkat dan penggunaan anduh (Laing O'Rourke 2008)	64
Rajah 4.14	Cara penggunaan anduh yang betul dan salah (Laing O'Rourke 2008)	65
Rajah 5.1	Pembentukan dan pengkelasan tali dawai ( <a href="http://www.liftingoeregulations.blogspot.com.es">www.liftingoeregulations.blogspot.com.es</a> )	68
Rajah 5.2	Struktur tali dawai ( <a href="http://www.edwardswireope.com">www.edwardswireope.com</a> )	68
Rajah 5.3	Gambar sebenar tali dawai ( <a href="http://www.liftsafegroupofcompanies-wordpress.com">www.liftsafegroupofcompanies-wordpress.com</a> )	69
Rajah 5.4	Tali dawai dengan teras yang berbeza: (a) gentian sebagai teras, (b) lembar sebagai teras, (c) keluli sebagai teras (Lee Stinnett 1986)	70

Rajah 5.5	Cara mengukur diameter tali dawai dengan betul ( <a href="http://www.portcityindustrial.com">www.portcityindustrial.com</a> )	71
Rajah 5.6	Cara menggulung tali dengan betul dan salah ( <a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> )	74
Rajah 5.7	Alur drum serta jarak tali ke hujung bingkai (Lee Stinnett 1986)	75
Rajah 5.8	Cara yang salah dan betul semasa pengendalian tali dawai ( <a href="http://www.practicalmaintenance.net">www.practicalmaintenance.net</a> )	75
Rajah 5.9	Antara contoh kerosakan pada tali dawai	76
Rajah 5.10	Cara penggunaan klip <i>bulldog</i> dengan betul pada tali ( <a href="http://www.4x4community.co.za">www.4x4community.co.za</a> )	77
Rajah 5.11	Gambar anduh kain sintetik ( <a href="http://www.craneinstitute.com">www.craneinstitute.com</a> )	78
Rajah 5.12	Antara jenis-jenis anduh kain sintetik ( <a href="http://www.totaltool.com">www.totaltool.com</a> )	78
Rajah 5.13	Tanda WLL pada anduh kain sintetik ( <a href="http://www.redspearsafety.com.au">www.redspearsafety.com.au</a> )	79
Rajah 5.14	Kerosakan pada anduh kain sintetik ( <a href="http://www.strenflex.com">www.strenflex.com</a> )	80
Rajah 5.15	Label rantai ( <a href="http://www.tresterhoist.com">www.tresterhoist.com</a> ; <a href="http://www.blog.cmworks.com">www.blog.cmworks.com</a> ; <a href="http://www.auslift.com.au">www.auslift.com.au</a> ; <a href="http://www.brindleychainsproket.co.uk">www.brindleychainsproket.co.uk</a> )	82
Rajah 5.16	Rantai link pendek satu kaki dengan <i>master link</i> dan cangkuk ( <a href="http://www.liftsolution.co.uk">www.liftsolution.co.uk</a> )	83
Rajah 5.17	Rantai link pendek empat kaki dengan sambungan induk ( <i>master link</i> ) dan cangkuk ( <a href="http://www.liftsolution.co.uk">www.liftsolution.co.uk</a> )	83
Rajah 5.18	Cara pemeriksaan rantai	84
Rajah 5.19	Pengunaan clutch hook ( <a href="http://www.ecvv.com">www.ecvv.com</a> )	85
Rajah 5.20	Pengunaan cangkuk cekam yang betul dan salah ( <a href="http://www.nobles.com.au">www.nobles.com.au</a> )	85
Rajah 5.21	Kerosakan pada rantai ( <a href="http://www.Suggest-keywords.com">www.Suggest-keywords.com</a> )	86
Rajah 5.22	Cara Penggunaan rantai yang salah ( <a href="http://www.practicalmaintenance.net">www.practicalmaintenance.net</a> )	86
Rajah 5.23	Penggunaan tali gentian untuk mengawal beban ( <a href="http://www.lift-it.com">www.lift-it.com</a> )	87

Rajah 6.1	Jenis-jenis belunggu: (a) belunggu <i>bow</i> , (b) belunggu D (Safe Lifting 2002), (c) jenis pin pada belunggu ( <a href="http://www.cmindustrial.com">www.cmindustrial.com</a> )	95
Rajah 6.2	Keadah anduh pada belunggu: (a) cara yang salah, (b) cara yang betul (beban berserenjang dengan pin) (Safe Lifting 2002), (c) sambungan pada <i>pad eye</i> ( <a href="http://www.technikdesign.co.uk">www.technikdesign.co.uk</a> )	97
Rajah 6.3	Belunggu atau pautan tiang perlu digunakan apabila sudut melebihi 90° tetapi kurang daripada 120° (Technical Advisory for Safe Operation of Lifting Equipment 2009)	97
Rajah 6.4	Bahagian pada belunggu yang perlu diperiksa sebelum digunakan (Safe Lifting 2002)	98
Rajah 6.5	Spesifikasi (a) belunggu <i>bow</i> dan (b) belunggu D dengan pelbagai saiz dan WLL (CM Complete Lifting Systems 2009)	99
Rajah 6.6	Jenis-jenis bol-tindik: (a) tidak berkolar, (b) berkolar (Bechtel Equipment Operations Rigging 2002)	100
Rajah 6.7	Kaedah yang betul dan salah untuk ikatan: (a) bol-tindik tidak berkolar, (b) bol tindik berkolar (Safe Lifting 2002)	101
Rajah 6.8	Kaedah yang betul dan salah untuk ikatan dan anduh menggunakan bol-tindik (Safe Lifting 2002)	102
Rajah 6.9	Jenis-jenis bongkah: (a) bentuk rombus, (b) bentuk bujur, (c) bongkah sentap (Lawrence K. Shapiro and Jay P. Shapiro 2011; Cranes and Derrick 2011)	104
Rajah 6.10	Reka bentuk lengkap bongkah cangkuk ( <a href="http://www.morrow.com/crane101">www.morrow.com/crane101</a> )	105
Rajah 6.11	Jenis cangkuk dan cara pengendalian (a) pemeriksaan cangkuk, (b) cangkuk tetap, (c) cangkuk <i>swivel</i> , dan (d) kaedah sangkutan salah dan betul, (e) soket baji (Occupational Safety & Health Council, Hong Kong, 2002)	107
Rajah 6.12	Cara angkatan menggunakan bongkah cangkuk (a) angkatan menegak/lurus dan (b) angkatan bersudut dengan anduh (Code of Practice, Occupational Safety and Health Branch 2011)	107
Rajah 6.13	Spesifikasi cangkuk dengan pelbagai WLL dan saiz (CM Complete Lifting Systems 2009)	109

Rajah 6.14	Penggunaan takal untuk proses angkatan (Anne Welsbacher 2001)	110
Rajah 6.15	Jenis-jenis kancing-putar (a) mata ( <i>eye</i> ), (b) rahang ( <i>jaw</i> ), (c) puntung ( <i>stub</i> ), (d) cangkuk (kurangkan kapasiti), dan (e) kombinasi kancing-putar (Hoisting and Rigging Fundamentals for Riggers and Operators 2002)	111
Rajah 6.16	(a) Keadah mengunci kancing-putar, (b) bahagian kancing-putar yang memerlukan pemeriksaan (Hoisting and Rigging Fundamentals for Riggers and Operators 2002)	113
Rajah 6.17	Reka bentuk rasuk penyebar (CM Complete Lifting Systems 2009; Lifting Accessories 2007)	114
Rajah 6.18	(a) Reka bentuk kapit plat mengangkat dan (b) angkatan secara melintang (Lifting Equipment Operation 1997)	115
Rajah 6.19	Kaedah mengapit (a) angkatan menegak, (b) angkatan bersudut, (c) angkatan melintang (Technical Advisory for Safe Operation of Lifting Equipment 2009)	116
Rajah 6.20	Contoh spesifikasi kapit plat dengan pelbagai WLL dan kapasiti (CM Complete Lifting Systems 2009)	117
Rajah 7.1	Carta beban untuk kren <i>luffing</i> (lilitan satu tali dawai) (Lift Director-Tower Cranes Load Chart Manual 2013)	121
Rajah 7.2	Carta beban untuk kren <i>hammerhead</i> (lilitan dua tali dawai) (Lift Director-Tower Cranes Load Chart Manual 2013)	122
Rajah 7.3	Perkiraan beban dan bilangan lilitan tali dawai mengangkat (a) beban maksimum yang boleh diangkat oleh kren, (b) bilangan lilitan pada takal bongkah cangkuk (How To Use Load Charts, 2011)	123
Rajah 7.4	Contoh konfigurasi berat timbal pada kren menara (Lift Director-Tower Cranes Load Chart Manual, National Commission for the Certification of Crane Operators, 2013)	123
Rajah 7.5	Carta beban dan spesifikasi peranti untuk model kren ZBK 80	124
Rajah 7.6	Konfigurasi bum dan beban maksimum untuk kren menara <i>hammerhead</i> ( <a href="http://www.krollcranes.dk">www.krollcranes.dk</a> )	125

Rajah 7.7	Spesifikasi pengoperasian kren menara <i>hammerhead</i> ( <a href="http://www.krollcranes.dk">www.krollcranes.dk</a> )	126
Rajah 7.8	Konfigurasi ketinggian mast dan berat timbal bagi kren menara <i>hammerhead</i> ( <a href="http://www.krollcranes.dk">www.krollcranes.dk</a> )	127
Rajah 7.9	Konfigurasi jarak bum dan berat beban selamat untuk kren menara <i>luffing</i> ( <a href="http://www.bigge.com">www.bigge.com</a> )	128
Rajah 7.10	Konfigurasi bum <i>luffing</i> untuk kren <i>luffing</i> ( <a href="http://www.bigge.com">www.bigge.com</a> )	129
Rajah 7.11	Contoh spesifikasi kren menara <i>luffing</i> ( <a href="http://www.bigge.com">www.bigge.com</a> )	126
Rajah 7.12	Carta beban bagi kren menara <i>luffing</i> ( <a href="http://www.favellefavco.com">www.favellefavco.com</a> )	130
Rajah 7.13	Contoh carta beban untuk kren menara <i>hammerhead</i> jenis <i>topless</i> ( <a href="http://www.bigge.com">www.bigge.com</a> )	131
Rajah 7.14	Spesifikasi kelajuan operasi mengangkat ( <a href="http://www.bigge.com">www.bigge.com</a> )	132
Rajah 7.17	Contoh borang perkiraan anggaran beban untuk operasi mengangkat (Guidelines for Creating Lifting Plan for Lifting Operations in Workplaces, 2014)	133
Rajah 7.18	Contoh paparan bagi penunjuk beban kerja selamat: (a) kren menara <i>hammerhead</i> , (b) kren menara <i>luffing</i> ( <a href="http://www.ccnmag.com">www.ccnmag.com</a> )	134
Rajah 7.19	Contoh paparan bagi sistem zon perlindungan dan anti perlanggaran ( <a href="http://www.ccnmag.com">www.ccnmag.com</a> )	134
Rajah 8.1	Isyarat Tangan	138
Rajah 8.2	Isyarat Bendera	140
Rajah 9.1	Topi keselamatan untuk industri pembinaan; 1 – <i>shell</i> , 2 – <i>harness</i> , 3 – pelaras abah-abah ( <i>harness fixing</i> ), 4 – <i>headband</i> , 5 – penyerap peluh ( <i>sweatband</i> ), 6 – muncung ( <i>peak</i> ), 7 – pengikat dagu ( <i>chinstrap</i> )	146
Rajah 9.2	Kasut keselamatan: 1- <i>facing</i> , 2- <i>tongue</i> , 3- <i>collar</i> , 4- <i>upper</i> , 5- <i>vamp lining</i> , 6- <i>insock</i> , 7- <i>toecap</i> , 8- <i>edge covering</i> , e.g. <i>foam strip</i> , 9- <i>outsole</i> , 10- <i>cleat</i> , 11- <i>penetration-resistant insert</i> , 12- <i>insole</i> , 13- <i>heel</i> , 14- <i>Strobelstitching</i> , 15- <i>quarter</i> , 16- <i>vamp</i> )	147
Rajah 9.3	Contoh sarung tangan keselamatan	148

Rajah 9.4	Contoh ves pantulan cahaya	149
Rajah 9.5	Contoh cermin mata keselamatan	149
Rajah 9.6	Cermin mata dengan sistem pengudaraan langsung dan tidak langsung	150
Rajah 9.7	Alat-alat pelindung telinga	150
Rajah 9.8	Abah-abah keselamatan	151
Rajah 9.9	Tali keselamatan	151
Rajah 9.10	Cara penggunaan abah-abah semasa memanjat	152
Rajah 10.1	Panduan kerja mengangkat dengan selamat ( <a href="http://www.dosh.gov.my">www.dosh.gov.my</a> )	159
Rajah 10.2	Contoh situasi operasi kren: (a) angkatan beban tidak boleh di atas atau melalui orang, (b) kelajuan kren perlu perlahan, (c) kedudukan bongkah cangkuk dan brek dilepas ketika cuaca teruk (Safe Lifting, 2002)	160
Rajah 10.3	Kesan sudut luf ke atas kestabilan kren menara	161
Rajah 10.4	Peningkatan jangkauan bum semasa angkatan beban	162
Rajah 10.5	Contoh tanda amaran semasa operasi kren (MS 1803:2008)	163
Rajah 10.6	Perlanggaran dan jangkauan operasi kren menara ( <a href="http://www.opticrane.com">www.opticrane.com</a> )	166
Rajah 10.7	Pengoperasian kren berhampiran kabel elektrik (Tower Crane Reference Manual 2014)	167
Rajah 10.8	Zon pemerhati keselamatan untuk talian elektrik atas pada tiang dan menara (Work near Overhead Power Lines 2006)	169
Rajah 10.9	Peralatan keselamatan untuk perlindungan jatuh ( <a href="http://www.simplifiedsafety.com">www.simplifiedsafety.com</a> ; <a href="http://www.ihsa.ca">www.ihsa.ca</a> )	170
Rajah 10.10	Beberapa jenis akses dan platform tetap di tempat kerja	171
Rajah 10.11	Akses, tangga dan platform sementara yang kerap digunakan ditempat kerja	172



Rajah 10.12	Cara penggunaan peralatan tali keselamatan, tali pinggang dan abah-abah serta risiko yang wujud (Guidelines for the Prevention of Falls at Workplaces, 2007; <a href="https://www.ihsa.ca">https://www.ihsa.ca</a> )	174
Rajah 10.13	Turutan perlindungan jatuh semasa bekerja ditapak pembinaan ( <a href="http://www.dosh.gov.my">www.dosh.gov.my</a> )	175
Rajah 10.14	Statistik jumlah kemalangan kren menara dunia ( <a href="http://www.towercranesupport.com">www.towercranesupport.com</a> )	177
Rajah 10.15	Statistik peratusan faktor penyebab kemalangan kren menara ( <a href="http://www.towercranesupport.com">www.towercranesupport.com</a> )	177
Rajah 10.16	Statistik kemalangan yang melibatkan kren menara (Abdullah & Wern 2010; Laporan JKPP 2016)	178
Rajah 10.17	Peratusan punca kemalangan kren menara (secara kaji selidik)	179
Rajah 10.18	Peratusan faktor-faktor yang menyebabkan kemalangan kren menara (Abdullah & Wern 2010; Fail siasatan JKPP; <a href="http://www.dosh.gov.my">www.dosh.gov.my</a> )	180
Rajah 10.19	Kemalangan kren menara jenis luffing di Bangsar	181
Rajah 10.20	Keadaan kren menara selepas kejadian	183
Rajah 10.21	(a) Kren menara <i>luffing</i> dan (b) Besi penyangkut kren yang jatuh ke atas kereta mangsa	184
Rajah 11.1	Contoh muka depan buku log operator kren	189
Rajah 11.2	Isyarat Tangan	192
Rajah 11.3	Isyarat tangan dengan bendera	194
Rajah 11.4	Contoh buku manual pengeluar kren menara	195
Rajah 12.1	Tuil kawalan pengendalian jenis <i>hammerhead</i>	198
Rajah 13.1	Contoh latihan simulasi kren menara ( <a href="http://www.cm-labs.com">www.cm-labs.com</a> )	210
Rajah 13.2	Contoh spesifikasi kren menara dalam latihan simulator	212
Rajah 13.3	Jenis halangan dan operasi simulasi kren menara ( <a href="http://www.cm-labs.com">www.cm-labs.com</a> )	212

**SENARAI JADUAL**

		<b>Halaman</b>
Jadual 2.1	Perbezaan keperluan kren menara <i>Hammerhead</i> dan <i>Luffing</i>	28
Jadual 4.1	Faktor Keselamatan mengikut jenis anduh	52
Jadual 4.2	Peningkatan ketegangan anduh dengan peningkatan sudut serta faktor sudut anduh	54
Jadual 4.3	Peratus penurunan kekuatan anduh yang diikat secara jerut serta faktor beban mengikut jenis anduh dan bentuk beban anduh	58
Jadual 5.1	Pengkelasan kekuatan besi (Dawai besi daripada Australia)	71
Jadual 5.2	Jenis-jenis lilitan untuk membentuk tali dawai ( <a href="http://www.cableworksusa.com">www.cableworksusa.com</a> )	73
Jadual 5.3	Bilangan klip <i>bulldog</i> dengan penggunaan saiz tali anduh	77
Jadual 5.4	Jenis-jenis rantai dan kegunaannya	81
Jadual 5.5	Gred rantai pendek beserta label	82
Jadual 6.1	Spesifikasi sudut beban untuk belunggu jenis skru dan bol	98
Jadual 8.1	Contoh kod istilah melalui radio dua hala	141
Jadual 8.2	Petunjuk simbol tiupan wisel	142
Jadual 8.3	Piawaian tiupan wisel	143
Jadual 10.1	Jumlah voltan dan jarak selamat dari aliran elektrik ( <i>overhead power lines</i> )	168
Jadual 11.1	Borang senarai semak pemeriksaan kren menara yang terdapat di dalam buku log	190
Jadual 11.2	Rekod harian dan kumulatif setiap bulan bagi operasi kren	191

**ISTILAH**

A-frame	-	Kerangka-A
Anchor	-	Pasak
Assemble	-	Memasang
Ballast	-	Balast
Base mast	-	Mast asas
Beam	-	Rasuk
Bearing	-	Galas
Bogies	-	Bogi
Bolt and nut	-	Bol dan nat
Boom	-	Bum
Bush	-	Sesendal
Cathead	-	Kerangka-A
Chinstrap	-	Pengikat dagu
Climbing	-	Meninggi
Climbing frame	-	Kerangka meninggi
Collar	-	Kolar
Connection rod	-	Rod penyambung
Counter jib	-	Jib timbal
Counterweight	-	Berat timbal
Derrick crane	-	Kren <i>Derrick</i>
Design	-	Reka bentuk
Dismantling	-	Merombak
Door trap	-	Pintu keselamatan
Ear muff	-	Palam telinga
Ear plug	-	Penyumbat telinga
End fitting	-	Pelengkapan akhir
Erection	-	Memasang
Eye bolt	-	Bol-tindik
Fibre	-	Gentian
Flange	-	Bebibir
Gouge	-	Torehan
Guard	-	Penghadang
Hardness fixing	-	Pelaras abah-abah
Hazard	-	Bahaya
Headband	-	Pelilit kepala
Hoist	-	Angkat
Hoist rope	-	Tali dawai angkat
Hoisting drum	-	Dram mengangkat
Hook block	-	Bongkah cangkuk
Import	-	Import
Interlock switch	-	Suis saling kunci
Jacking	-	Bicu
Jib	-	Jib
Luff	-	Dijongketkan
Maintenance	-	Penyenggaraan/senggara
Mast	-	Mast
Nicks	-	Takik
Non reusable angle plate	-	Plat bersudut tak guna semula

Nut	-	Nat
Operator	-	Operator
Peak	-	Muncung
Pendant bar	-	Bar pندان
Pulley	-	Takal
Rail	-	Rel
Rail mounted	-	Tapak rel
Rigger	-	Jurutali
Safety latch	-	Selak keselamatan
Sheaves	-	Gelendung takal
Shell	-	Kelompang
Signalman	-	Juru isyarat
Site safety supervisor	-	Penyelia keselamatan tapak
Slew assembly	-	Pemasangan slu
Slewing pivot	-	Pangsi slu
Slewing platform	-	Pelantar slu
Slewing ring	-	Lingkar slu
Slewing table	-	Pelantar slu
Slewing	-	Slu
Snatch block	-	Blok sentap
Spreader	-	Penyebar
Standard	-	Piawaian
Stud	-	Stad
Sweatband	-	Penyerap peluh
Swivels	-	Sendi-putar
Telescopic cage	-	Sangkar teleskopik
Tie beam	-	Rasuk pengikat
Toecap	-	Pelindung hadapan
Turnbuckle	-	Kancing-putar
Undercarriage chasis	-	Casis dasar menara
Wall tie	-	Pengikat dinding
Wedge socket	-	Soket baji
Corner angles	-	Sudut penjuru
Expendable cat-in sections-	-	Bahagian peletak yang dibuang
Sleepers	-	Pemegang landasan

## SINGKATAN

FSWR	-	Flexible steel wire rope (tali dawai boleh laras)
FYK	-	Firma Yang Kompeten
JKKP	-	Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan
OYB	-	Orang Yang Bertanggungjawab
PTW	-	Permit to work (permit-menjalankan-kerja)
SWL	-	Sfe working load (beban kerja selamat)
TNB	-	Tenaga Nasional Berhad
WWL	-	Working load limit (had beban kerja)

- (1) **MODUL:** Modul Latihan Operator Kren Menara
- (2) **OBJEKTIF:** Menghasilkan operator kren menara bertauliah
- (3) **JUMLAH HARI PEMBELAJARAN :** 3 bulan termasuk Latihan Praktikal
- (4) **PRA-KEPERLUAN:** Tiada

(5) **SINOPSIS:**

Seseorang yang ingin menjadi operator kren diwajibkan menghadiri dan lulus kursus operator kren dari pusat latihan yang mendapat tauliah dari Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (JKKP). Ia bertujuan memastikan operator kren mencapai kemahiran pengendalian kren yang betul dan selamat. Latihan ini penting untuk mendapatkan permit sah kerja yang dikeluarkan oleh JKKP. Berdasarkan kepada Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994, pengendali atau operator kren mesti dilantik daripada rakyat Malaysia sahaja. Dengan sistem kren menara yang mempunyai tahap integriti struktur yang baik semasa operasi, penggunaan dan pengendalian kren yang betul, serta sikap operator yang cekap dan beretika, maka bilangan kemalangan kren di Malaysia boleh dikurangkan. Topik-topik yang disediakan dalam kursus ini menyediakan calon kursus dengan pengetahuan yang diperlukan sebagai seorang operator kren. Ia meliputi pengetahuan umum tentang fungsi dan jenis kren menara, kaedah penentuan beban selamat untuk angkatan kren, peralatan mengangkat yang terlibat, kaedah anduh yang sesuai dengan beban, kaedah mengendali kren dengan betul dan selamat, kepelbagaian kaedah komunikasi yang boleh digunakan, dan sebagainya. Isi kandungan kursus ini disenaraikan di bawah.

(6) **SENARAI TAJUK**

- Bab 1 Perundangan (6 jam)
- Bab 2 Pengenalan Kepada Kren Menara (6 jam)
- Bab 3 Asas Kiraan Berat Jisim (12 jam)
- Bab 4 Kaedah Mengikat Beban (Anduh) (12 jam)
- Bab 5 Peralatan Mengangkat (12 jam)
- Bab 6 Alat Bantu Angkat (12 jam)

- Bab 7 Carta Beban (24 jam)
- Bab 8 Komunikasi (6 jam)
- Bab 9 Alat Pelindung Diri (6 jam)
- Bab 10 Keselamatan Am dan Kemalangan Kren Menara (12 jam)
- Bab 11 Pemeriksaan Sebelum dan Selepas Pengendalian Kren (12 jam)
- Bab 12 Latihan Praktikal (16 jam setiap pelajar)
- Bab 13 Latihan Praktikal (Simulasi) (Tidak Wajib)

**JUMLAH KULIAH : 120 JAM**

**JUMLAH PRAKTIKAL : 16 JAM**

**Nota: Setiap pelajar perlu melalui 120 jam kuliah dan sekurang-kurangnya 16 jam latihan praktikal pengendalian kren.**

**(7) ANTARA BAHAN RUJUKAN UTAMA:**

- Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994 dan Peraturan-Peraturan (Akta. 514).
- Basic Rigging Workbook, Training and Qualifications Program Office, Brookhaven National Laboratory, 2008.
- Bobby R. Davis, & Sydney Cheryl Sutton, A Guide to Crane Safety, N.C. Department of Labor Division of Occupational Safety and Health, 2004.
- Lawrence K. Shapiro, and Jay P. Shapiro, 2011, Cranes and Derricks, Fourth Edition, McGraw-Hill, ISBN: 978-0-07-162558-6).
- Nota Operator Kren Menara, Institut Kemahiran Tinggi Belia Negara (IKTBN), Kementerian Belia dan Sukan, Bachok, Kelantan, 2004.
- Nota Operator Kren Menara, Institut Kemahiran Tinggi Belia Negara (IKTBN), Kementerian Belia dan Sukan, Chembong, Negeri Sembilan, 2003.
- Nota *Tower Crane Operator*, Gamuda Plant Operator School (GPOS), Shah Alam, Selangor, 2002.
- Nota Operator Kren Menara, Beruntung Skill Training Centre (BSTC), Rawang, Selangor.



(1) **MODUL:** Modul Latihan Operator Kren Menara (Bagi Personel Pembinaan)

(2) **OBJEKTIF:** Menghasilkan operator kren menara bertauliah

(3) **JUMLAH HARI PEMBELAJARAN :** 5 hari termasuk Latihan Praktikal

(4) **PRA-KEPERLUAN:** Mempunyai lesen pengendalian kren lain yang sah

(5) **SINOPSIS:**

Seseorang yang ingin menjadi operator kren diwajibkan menghadiri dan lulus kursus operator kren dari pusat latihan yang mendapat tauliah dari Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (JKKP). Ia bertujuan memastikan operator kren mencapai kemahiran pengendalian kren yang betul dan selamat. Latihan ini penting untuk mendapatkan permit sah kerja yang dikeluarkan oleh JKKP. Berdasarkan kepada Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994, pengendali atau operator kren mesti dilantik daripada rakyat Malaysia sahaja. Dengan sistem kren menara yang mempunyai tahap integriti struktur yang baik semasa operasi, penggunaan dan pengendalian kren yang betul, serta sikap operator yang cekap dan beretika, maka bilangan kemalangan kren di Malaysia boleh dikurangkan. Topik-topik yang disediakan dalam kursus ini menyediakan calon kursus dengan pengetahuan yang diperlukan sebagai seorang operator kren. Ia meliputi pengetahuan umum tentang fungsi dan jenis kren menara, kaedah penentuan beban selamat untuk angkatan kren, peralatan mengangkat yang terlibat, kaedah anduh yang sesuai dengan beban, kaedah mengendali kren dengan betul dan selamat, kepelbagaian kaedah komunikasi yang boleh digunakan, dan sebagainya. Isi kandungan kursus ini disenaraikan di bawah.

(6) **SENARAI TAJUK**

Bab 1 Perundangan (1 jam)

Bab 2 Pengenalan Kepada Kren Menara (1 jam)

Bab 3 Asas Kiraan Berat Jisim (2 jam)

Bab 4 Kaedah Mengikat Beban (Anduh) (2 jam)

Bab 5 Peralatan Mengangkat (2 jam)

Bab 6 Alat Bantu Angkat (2 jam)

Bab 7 Carta Beban (3 jam)

Bab 8 Komunikasi (2 jam)

Bab 9 Alat Pelindung Diri (1 jam)

Bab 10 Keselamatan Am dan Kemalangan Kren Menara (3 jam)

Bab 11 Pemeriksaan Sebelum dan Selepas Pengendalian Kren (2 jam)

Bab 12 Latihan Praktikal (8 jam setiap pelajar)

Bab 13 Latihan Praktikal (Simulasi) (Tidak Wajib)

**JUMLAH KULIAH : 21 JAM**

**JUMLAH PRAKTIKAL : 8 JAM**

**Nota: Setiap pelajar perlu melalui 21 jam kuliah dan sekurang-kurangnya 8 jam latihan praktikal pengendalian kren.**

**(7) ANTARA BAHAN RUJUKAN UTAMA:**

Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994 dan Peraturan-Peraturan (Akta. 514).

Basic Rigging Workbook, Training and Qualifications Program Office, Brookhaven National Laboratory, 2008.

Bobby R. Davis, & Sydney Cheryl Sutton, A Guide to Crane Safety, N.C. Department of Labor Division of Occupational Safety and Health, 2004.

Lawrence K. Shapiro, and Jay P. Shapiro, 2011, Cranes and Derricks, Fourth Edition, McGraw-Hill, ISBN: 978-0-07-162558-6).

Nota Operator Kren Menara, Institut Kemahiran Tinggi Belia Negara (IKTBN), Kementerian Belia dan Sukan, Bachok, Kelantan, 2004.

Nota Operator Kren Menara, Institut Kemahiran Tinggi Belia Negara (IKTBN), Kementerian Belia dan Sukan, Chembong, Negeri Sembilan, 2003.

Nota *Tower Crane Operator*, Gamuda Plant Operator School (GPOS), Shah Alam, Selangor, 2002.

Nota Operator Kren Menara, Beruntung Skill Training Centre (BSTC), Rawang, Selangor.

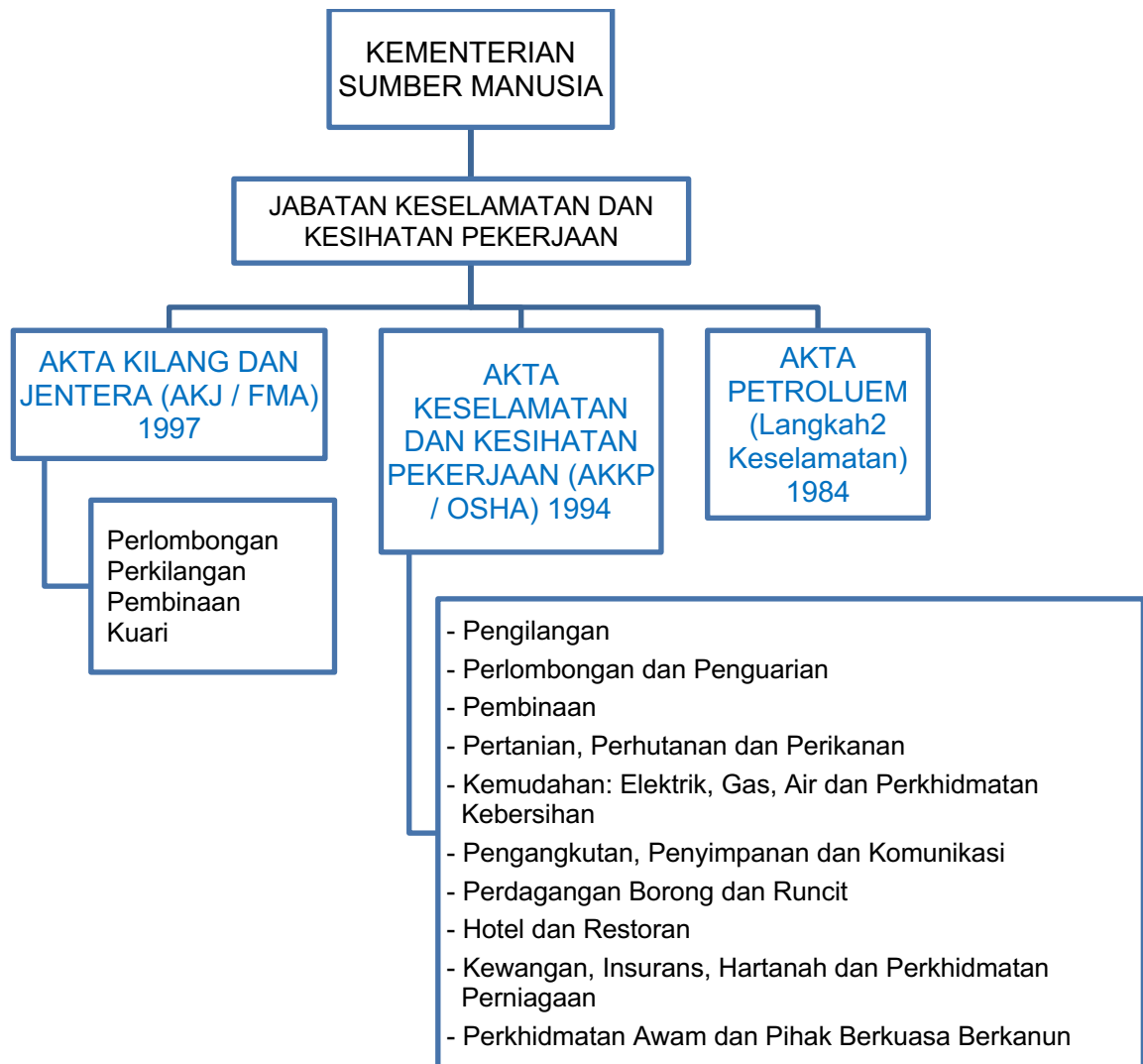
## BAB 1

### PERUNDANGAN

#### 1.1 Pengenalan

Sebarang tindakan oleh pihak penguat kuasa sama ada di bawah Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (AKKP) atau Akta Kilang dan Jentera (AKJ) perlulah mengikut peruntukan perundangan sedia ada. Begitu juga sebarang arahan, tindakan dan keputusan yang hendak diambil oleh pihak JKPP mesti berdasarkan sumber kuasa yang jelas dan diperuntukkan dalam perundangan sama ada AKKP atau AKJ serta peraturan-peraturan di bawahnya. Tindakan yang dilakukan tanpa punca kuasa boleh menjejaskan tindakan yang telah dilakukan oleh pihak JKPP atau penguat kuasanya terutama jika kes dicabar di mahkamah.

Bagi Malaysia, perundangan utama yang telah digubal untuk mengawal isu-isu keselamatan dan kesihatan pekerjaan di tempat kerja adalah Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (AKKP/OSHA) 1994, dan Akta Kilang dan Jentera (AKJ/FMA) 1967 seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.1. Terdapat Peraturan-Peraturan dan Aturan yang dibuat oleh Menteri di bawah Akta-Akta dan dikuatkuasakan oleh Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (JKPP), Kementerian Sumber Manusia.



Rajah 1.1 Akta-akta yang diguna pakai di Malaysia

JKKP menguatkuasakan ketiga-tiga Akta tersebut. Sebelum penerangan yang lebih lanjut dibuat kepada AKKP 1994 dan AKJ 1967 (kedua-dua Akta ini banyak digunakan untuk isu kren menara), sedikit penjelasan dibuat kepada Akta Petroleum (Langkah-langkah Keselamatan) 1984.

## 1.2 Akta Petroleum (Langkah-langkah Keselamatan) 1984 (Akta 302)

Selain AAKP 1994 dan AKJ 1967, JKKP juga menguatkuasakan Akta (Langkah-langkah Keselamatan) Petroleum 302, iaitu untuk memastikan keselamatan dalam pengangkutan, penyimpanan dan penggunaan bagi petroleum. Akta tersebut mengandungi peruntukan yang berkaitan dengan pengangkutan petroleum melalui jalan raya dan kereta api; pengangkutan

petroleum melalui air; pengangkutan petroleum melalui udara; pengangkutan petroleum melalui system perpaipan; penyimpanan dan pengendalian petroleum; penggunaan peralatan, gajet, bahan, tumbuh-tumbuhan, peralatan, struktur bangunan dan pemasangan; peralatan sedia ada, gajet, bahan, tumbuhan, peralatan bangunan, struktur dan pemasangan.

Bagi pengangkutan petroleum melalui jalan raya atau jalan kereta api, pemilik atau pengendali kenderaan yang ditugaskan untuk membawa petroleum wajib mengambil langkah yang sepatutnya untuk memastikan pekerja yang berurusan membawa petroleum melaksanakan peruntukan di bawah Akta dan Peraturan. Bagi pengangkutan air, ia tidak sepatutnya dimuatkan atau dipunggah atau dikeluarkan kecuali di pelabuhan, atau tempat yang dipersetujui oleh Menteri. Pengangkutan melalui udara atau saluran paip memerlukan kebenaran terlebih dahulu oleh Menteri. Selebihnya di bawah Akta, sebuah lesen penggunaan petroleum yang sah diperlukan untuk menyimpan atau mengendalikan sebarang petroleum. Terdapat juga keperluan untuk pelabelan bekas atau bekas yang mengandungi petroleum. Akta tersebut juga mewajibkan penghuni dalam kawasan berdekatan untuk memberi (notis 24 jam) kepada Menteri jika terdapat sebarang kemalangan dan kehilangan nyawa atau kecederaan peribadi yang berpunca daripada letupan atau api berkaitan petroleum.

### **1.3 Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994 (AKKP)**

Tujuan utamanya ialah untuk memupuk sikap prihatin terhadap keselamatan dan kesihatan ditempat kerja dan mewujudkan langkah-langkah keselamatan yang berkesan melalui skim-skim pengaturan sendiri, perundingan, kerjasama dan penglibatan pekerja yang disesuaikan dengan industri atau organisasi yang berkaitan. Matlamat utama jangka panjang Akta ialah untuk menghasilkan suatu budaya kerja yang sihat dan selamat di kalangan semua pekerja dan majikan di Malaysia.

### **Tujuan Akta AKKP (Akta 514)**

(Bahagian I ; Seksyen 4 Perenggan (a),(b),(c) dan (d) ) Akta 514 )

- 1) Keselamatan, kesihatan dan kebajikan pekerja;
- 2) Melindungi orang bekerja dan selainnya daripada aktiviti yang melibatkan risiko;
- 3) Mengadakan suasana tempat kerja selamat dan sihat; dan
- 4) Perundangan keselamatan dan kesihatan pekerjaan dengan peraturan dan tata amalan industri yang diluluskan di bawah peruntukan Akta (tidak terhad kepada akta & peraturan).

### **Skop Akta 514**

ORANG YANG BEKERJA:

dalam semua sektor di Malaysia seperti berikut:

- (a) Pengilangan
- (b) Perlombongan dan Penguarian
- (c) Pembinaan
- (d) Pertanian, Perhutanan dan Perikanan
- (e) Kemudahan: Elektrik, Gas, Air dan Perkhidmatan Kebersihan
- (f) Pengangkutan, Penyimpanan dan Komunikasi
- (g) Perdagangan Borong dan Runcit
- (h) Hotel dan Restoran
- (i) Kewangan, Insurans, Hartanah dan Perkhidmatan Perniagaan
- (j) Perkhidmatan Awam dan Pihak Berkuasa Berkanun

Kecuali:

Pekerjaan di atas kapal (termaktub di bawah Ordinan Perkapalan Saudagar 1952) dan Angkatan Tentera.



## **Kewajipan Am Majikan dan Orang Yang Bekerja Sendiri (Bahagian IV)**

### **Ringkasan Peruntukan Berkaitan:**

#### **Seksyen 15. Kewajipan am majikan dan orang yang bekerja sendiri kepada pekerja mereka**

Adalah menjadi kewajipan majikan dan orang yang bekerja sendiri untuk memastikan, keselamatan, kesihatan dan kebajikan pekerja semasa bekerja. Kewajipan am majikan tersebut diringkaskan seperti berikut :

Perenggan (1) dan Perenggan (2);

- (a) Menyediakan loji dan sistem kerja selamat.
- (b) Membuat aturan bagi memastikan keselamatan dan risiko penggunaan, pengendalian, penyimpanan dan pengangkutan bagi loji dan bahan-bahan;
- (c) Mengada dan memberi maklumat, arahan, latihan dan penyeliaan berkaitan keselamatan dan kesihatan.
- (d) Menyediakan jalan keluar masuk dengan selamat.
- (e) Membuat penyenggaraan persekitaran pekerjaan bagi pekerja-pekerjanya dengan selamat.

Pekerja bagi maksud seksyen ini termasuklah kontraktor bebas dan pekerja kepada kontraktor bebas tersebut.

#### **Seksyen 16. Kewajipan untuk membentuk dasar keselamatan dan kesihatan**

Adalah menjadi kewajipan majikan untuk menyediakan dan mengkaji semula pernyataan bertulis dasar amnya berkenaan dengan keselamatan dan kesihatan pekerja, dan mwar-warkan kepada kesemua pekerja.

#### **Seksyen 17. Kewajipan am majikan dan orang yang bekerja sendiri kepada orang yang selain pekerja mereka**

Adalah menjadi kewajipan majikan dan orang yang bekerja sendiri untuk menjalankan pengusahaannya supaya orang yang bukan pekerja sendiri tidak terdedah kepada risiko keselamatan atau kesihatan akibat pengusahaannya.

**Seksyen 18. Kewajipan penghuni tempat kerja kepada orang lain selain pekerjanya**

Adalah menjadi kewajipan penghuni premis bukan domestik memastikan premis, loji atau bahan yang digunakan oleh orang bukan pekerjanya adalah selamat. Kewajipan tersebut termasuk penyenggaraan atau pembaikan tempat tersebut dan laluan keluar-masuknya.

**Seksyen 19. Penalti bagi suatu kesalahan**

Seseorang yang melanggar peruntukan seksyen 15, 16, 17 atau 18 adalah melakukan suatu kesalahan dan, apabila disabitkan, boleh dihukum:

- (a) Tidak melebihi RM 50,000.00 penjara; atau
- (b) Tidak melebihi 2 tahun penjara; atau
- (c) Kedua-duanya sekali.

**Seksyen 20. Kewajipan am pereka-bentuk, pengilang, pengimport dan pembekal berkenaan dengan loji bagi kegunaan semasa bekerja**

Adalah menjadi kewajipan seseorang yang mereka bentuk, mengilang, mengimport atau membekalkan apa-apa loji untuk pastikan yang ia direka bentuk dan dibina supaya selamat dan tanpa risiko kepada keselamatan dan kesihatan. Dalam hal ini, loji termasuklah apa-apa alat atau peranti atau jentera (kren menara). Pereka bentuk atau pengilang atau pengimport kren menara boleh didakwa di bawah seksyen ini jika melakukan kesalahan yang berkaitan.

**“Setakat yang sesuai digunakan” (*so far as is practicable*)**

Kewajipan yang dinyatakan dalam seksyen 15, 17 dan 18 AKKP adalah setakat yang sesuai digunakan sahaja. Maksud ayat “setakat yang sesuai digunakan” ialah dengan membuat pertimbangan di antara dan mengambil kira empat faktor yang diperuntukkan dalam seksyen 3(1):

- (a) teruknya bahaya atau risiko yang terlibat;
- (b) keadaan pengetahuan mengenai bahaya atau risiko itu atau apa-apa cara untuk menghapuskan atau mengurangkan bahaya atau risiko itu;
- (c) ada tidaknya kesesuaian cara untuk menghapuskan atau mengurangkan bahaya dan risiko itu; dan
- (d) kos untuk menghapuskan atau mengurangkan bahaya dan risiko itu.

## **Kewajipan Am Pekerja (Bahagian VI)**

### **Seksyen 24. Kewajipan am pekerja yang sedang bekerja**

Perenggan (1) sub-perenggan (a),(b),(c) dan (d), dan Perenggan (2)

- (a) Jaga keselamatan dan kesihatan diri sendiri dan orang lain.
- (b) Bekerjasama dengan majikan dan orang lain dalam melaksanakan kehendak akta.
- (c) Memakai peralatan dan pelindung diri yang dibekalkan.
- (d) Mematuhi arahan dan langkah keselamatan dan kesihatan pekerjaan.

Seseorang yang melanggar peruntukan seksyen ini adalah melakukan suatu kesalahan dan, apabila disabitkan, boleh dihukum:

- (a) Tidak melebihi RM 1,000.00 denda; atau
- (b) Tidak melebihi 3 bulan penjara; atau
- (c) Kedua-duanya sekali.

### **Seksyen 25. Kewajipan untuk tidak mengganggu atau menyalahgunakan benda yang diadakan menurut peruntukan tertentu**

Seseorang yang dengan sengaja, melulu atau cuai mengganggu atau menyalahgunakan apa jua yang diadakan atau dilakukan untuk kepentingan keselamatan, kesihatan dan kebajikan menurut Akta ini adalah melakukan suatu kesalahan dan, apabila disabitkan, boleh dihukum:

- (a) Denda yang tidak melebihi RM 20,000; atau.
- (b) Tidak melebihi 2 tahun penjara; atau
- (c) Kedua-duanya sekali.

### **Seksyen 27. Diskriminasi terhadap pekerja, dan sebagainya**

(1) Tiada majikan boleh memecat seseorang pekerja, mencederakannya dalam pekerjaannya atau mengubah kedudukannya sehingga memudaratkannya semata-mata oleh sebab pekerja itu:

- (a) membuat suatu aduan mengenai perkara yang dianggapnya tidak selamat atau suatu risiko kepada kesihatan;
- (b) adalah anggota jawatankuasa keselamatan dan kesihatan yang ditubuhkan menurut Akta ini; atau

- (c) menjalankan mana-mana fungsinya sebagai anggota jawatankuasa keselamatan dan kesihatan itu.

Dalam Akta AKKP 1994, peraturan - peraturan yang ada di bawahnya adalah:

1. Peraturan-peraturan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (Pengelasan, Pelabelan dan Helaian Data Keselamatan Bahan Kimia Berbahaya) 2013;
2. Peraturan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (Pemberitahuan Mengenai Kemalangan, Kejadian Berbahaya, Keracunan Pekerjaan dan Penyakit Pekerjaan) 2004;
3. Peraturan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (Penggunaan dan Standard Pendedahan Bahan Kimia Berbahaya Kepada Kesihatan) 2000;
4. Peraturan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (Pegawai Keselamatan dan Kesihatan) 1997;
5. Peraturan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (Pengelasan, Pembungkusan dan Perlabelan Bahan Kimia Berbahaya) 1997 (Dibatalkan);
6. Peraturan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (Jawatankuasa Keselamatan dan Kesihatan) 1996;
7. Peraturan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (Kawalan Terhadap Bahaya Kemalangan Besar Dalam Perindustrian) 1996;
8. Peraturan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (Pernyataan Dasar Am Keselamatan dan Kesihatan Majikan (Pengecualian) 1995.

PERINTAH:

- Perintah Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (Pegawai Keselamatan dan Kesihatan) 1997.
- Perintah Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (Larangan Penggunaan Bahan) 1999.

#### 1.4 Peraturan dan Perintah Khas di bawah Akta Kilang dan Jentera, 1967

Peraturan-peraturan dan Perintah yang berkaitan di bawah Akta Kilang dan Jentera, 1967 berhubung dengan jentera dan bangunan keselamatan pembinaan adalah:

1. Peraturan Kilang dan Jentera (Pemberitahuan tentang Kesesuaian (*Fitness*) dan Pemeriksaan) 1970;
2. Peraturan Kilang dan Jentera (Keselamatan, Kesihatan dan Kebajikan) 1970 (Pindaan - 1983);
3. Peraturan Kilang dan Jentera (Pengendalian Bangunan dan Kerja Kejuruteraan Pembinaan) (Keselamatan) 1986;
4. Perintah Kilang dan Jentera (Pengecualian Perakuan Kelayakan bagi Mesin Angkat) 2015; dan
5. Perintah Khas Ketua Pemeriksa (Kepada Pengurus Projek Berkenaan Pengurusan dan Pengendalian Selamat Kren Menara) 2017.

Pada menjalankan kuasa yang diberikan oleh subseksyen 27(1) Akta Kilang dan Jentera 1967 [Akta 1391, Ketua Pemeriksa Kilang dan Jentera mengeluarkan perintah khas yang berikut:

Pengurus projek hendaklah memastikan kren menara mempunyai:

- (a) Kelulusan reka bentuk dan mematuhi syarat-syarat kelulusan reka bentuk oleh Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan;
- (b) Surat kebenaran memasang dan mematuhi syarat-syarat kebenaran memasang Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan; dan
- (c) Sijil perakuan kelayakan yang sah.

Peraturan dari No. 1 ke No. 4 mempunyai kaitan secara tidak langsung dengan penggunaan kren menara, justeru ia tidak dijelaskan di sini. Manakala Perintah Khas Ketua Pemeriksa (Kepada Pengurus Projek Berkenaan Pengurusan dan Pengendalian Selamat Kren Menara) 2017 sangat relevan dengan penggunaan kren menara di tapak projek pembinaan dan perintah khas tersebut memberi kewajipan utama kepada pengurus projek. Perintah

tersebut dibuat di bawah punca kuasa sub seksyen 27(1) Akta Kilang dan Jentera 1967.

Berikut adalah tanggungjawab pengurus projek:

1. Pengurus projek hendaklah memastikan kren menara mempunyai:
  - (a) kelulusan reka bentuk dan mematuhi syarat-syarat kelulusan reka bentuk oleh JKPP;
  - (b) surat kebenaran memasang dan mematuhi syarat-syarat kebenaran memasang daripada JKPP; dan
  - (c) sijil perakuan kelayakan yang sah.
  
2. Pengurus projek hendaklah memastikan semasa pengoperasian, pengendalian dan penyenggaraan kren menara:
  - (a) Pelantikan operator yang berdaftar dengan Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan untuk mengendalikan kren;
  - (b) Pelantikan penyelia mengangkat (*lifting supervisor*), juru isyarat (*signalman*) dan jurutali (*rigger*) yang mempunyai pengetahuan, pengalaman dan kemahiran yang berkaitan dan mencukupi;
  - (c) Perlaksanaan sistem permit-menjalankan-kerja (*permit-to-work*);
  - (d) Segala kelengkapan peralatan mengangkat (*lifting gear*) diperiksa dan disenggara mengikut spesifikasi pembuat dan mengikut amalan kejuruteraan yang baik;
  - (e) Semua peranti keselamatan disenggara supaya berfungsi dengan baik pada setiap masa dan tidak mudah dikacau ganggu; dan
  - (f) Rekod-rekod berkaitan penggunaan, pemeriksaan, penyenggaraan dan permit-menjalankan-kerja disimpan di tapak pembinaan untuk tujuan pemeriksaan pada bila-bila masa.

Pengurus projek hendaklah memastikan mana-mana orang yang dilantik oleh penghuni mempunyai kontrak yang sah di sisi undang-undang untuk:

- (a) Menjalankan kerja-kerja memeriksa, memasang, meninggi, menguji, menyenggara dan merombak kren menara;
- (b) Menjalankan pemeriksaan berkala ke atas setiap kren menara sekurang-kurangnya sekali dalam tempoh sebulan;

- (c) Menjalankan kerja-kerja memeriksa, memasang, meninggi, menguji, menyenggara dan merombak kren menara mengikut spesifikasi pembuat dan mengikut amalan kejuruteraan yang baik; dan
- (d) Melakukan kerja-kerja pembaikan kerosakan atau pengubahsuaian struktur atau komponen kren menara setelah mendapat kelulusan bertulis dari Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan dan mengikut spesifikasi pembuat serta mengikut amalan kejuruteraan yang baik.

Penalti: hukuman yang boleh dikenakan bagi pesalah yang melanggar Perintah Khas ini ialah:

“Mana-mana orang yang melanggar perintah khas ini adalah melakukan suatu kesalahan dan boleh didakwa di bawah seksyen 8(g) Akta Kilang dan Jentera 1967 (Akta 139) dan jika disabitkan kesalahan boleh didenda tidak melebihi dua ratus ribu ringgit atau dipenjarakan selama tempoh tidak melebihi lima tahun atau kedua-duanya”.

Walau bagaimanapun, tiada Peraturan khusus yang dibuat di bawah mana-mana kedua-dua Akta (OSHA 1994 dan FMA 1967) mengenai penggunaan atau pengendalian kren menara yang betul di tapak kerja, yang ada adalah garis panduan dan Standard seperti berikut:

1. Garis Panduan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (KKP) di Industri Pembinaan (Pengurusan) 2017;
2. Garis Panduan untuk Keselamatan dan Kesihatan Awam di Tapak Pembinaan, 2007 (*Guidelines for Public Safety and Health at Construction Sites, 2007*);
3. Garis Panduan untuk Penghalangan Bahan Jatuh di Tempat Kerja, 2007 (*Guidelines for the Prevention of Falls at Workplace, 2007*);
4. Garis Panduan untuk Penghalangan Bahan Jatuh di Tempat Kerja, Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan, Kementerian Sumber Manusia, Malaysia, 2007.
5. MS 1803:2008: *Cranes-Safety-Tower Cranes*;
6. MS ISO 4310:2014 *Cranes-Test code and procedures (First revision)* (ISO 4310:2009, IDT);

7. MS ISO 4306-1:2014 *Cranes-Vocabulary-Part 1: General (First Revision)* (ISO 4306-1:2007, IDT).
8. MS ISO 9926-1: 2001 *Cranes-Training of Operators-General* (ISO 9926-1:1990, IDT); dan
9. MS 2203:2008: *Cranes-Training of Operators-Part 3: Tower Cranes* (ISO 9926-3:2005, MOD)

### **1.5 Lembaga Pembangunan Industri Pembinaan Malaysia (*Construction Industry Development Board-CIDB*) (AKTA 520)**

Lembaga Pembangunan Industri Binaan Malaysia adalah sebuah jabatan di bawah Kementerian Kerja Raya. Sejarah penubuhannya adalah:

- Pembentangan Akta "*Construction Industry Development Board*" di Parlimen pada bulan Mei tahun 1994.
- Diwartakan sebagai Akta 520 pada bulan Julai tahun 1994.
- Berkuatkuasa dengan rasminya pada 1 Disember 1994.

#### **Tujuan Akta 520 dikeluarkan:**

- 1) Mendaftar kontaktor/pekerja-pekerja sektor pembinaan mengikut kategori kelas/kemahiran bagi kontraktor/pekerja;
- 2) Mengakreditasi dan memperakui pekerja-pekerja binaan mahir dan penyelia-penyelia tapak binaan mengikut cara dan bentuk yang ditetapkan; dan
- 3) Menjalankan penyiasatan bagi apa-apa kesalahan dan pemeriksaan.

#### **Pekerjaan yang memerlukan kemahiran dan perakuan:**

- 1) *Blaster dan painter*
- 2) *Air conditioning dan mechanical ventilation specialist*
- 3) *Drywall installer*
- 4) *Ceiling installer*
- 5) *Petrochemical fitter*
- 6) *Roof truss installer*
- 7) *Precast concrete installer*



- 8) *Formwork system installer*
- 9) *Block system installer*
- 10) *Bar bender*
- 11) *Wireman*
- 12) *Bricklayer*
- 13) *Plant operator*
- 14) *Crane operator*
- 15) *Chargeman*
- 16) *Cable jointer*
- 17) *Slinger and rigger*
- 18) *Painter*
- 19) *Tiler*
- 20) *Carpenter*
- 21) *Welder*
- 22) *Plasterer*
- 23) *Plumber*
- 24) *Scaffolder*

Mengapa pekerja dan penyelia tapak bina perlu berdaftar dengan Lembaga Pembangunan Industri Pembinaan Malaysia (*Construction Industry Development Board, CIDB*)?

- 1) Memperolehi pengiktirafan kemahiran anda.
- 2) Mempertingkatkan peluang kerjaya anda.
- 3) Memperolehi peluang mempertingkatkan kemahiran anda.
- 4) Menikmati manfaat perlindungan melalui skim Takaful.

**Bibliografi**

Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994 dan Peraturan-Peraturan (Akta. 514).

Akta Kilang dan Jentera 1967, dan Peraturan-Peraturan (Akta 139).

Nota Operator Kren Menara, Institut Kemahiran Tinggi Belia Negara (IKTBN), Kementerian Belia dan Sukan, Bachok, Kelantan, 2004.

Nota Operator Kren Menara, Institut Kemahiran Tinggi Belia Negara (IKTBN), Kementerian Belia dan Sukan, Chembong, Negeri Sembilan, 2003.

Nota *Tower Crane Operator*, Gamuda Plant Operator School (GPOS), Shah Alam, Selangor, 2002.

Nota Operator Kren Menara, Beruntung Skill Training Centre (BSTC), Rawang, Selangor.

Peruntukan Utama Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994. Di Terbitkan oleh Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (JKKP).

## BAB 2

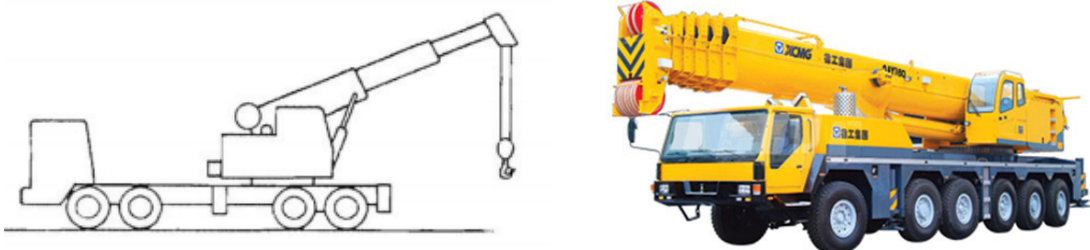
### PENGENALAN KEPADA KREN

#### 2.1 Fungsi Utama Kren

Kren termasuk di dalam kategori alat pengangkut beban. Kren adalah satu alat mekanikal yang digunakan untuk mengangkat atau menurunkan beban dan menggerakkan beban secara mendatar ke lokasi yang diperlukan. Penggunaannya juga bertujuan bagi memudahkan dan mempercepatkan proses binaan sesebuah struktur yang bersifat tinggi, besar dan luas seperti bangunan dan jambatan. Kren juga terbahagi kepada beberapa jenis kren iaitu kren bergerak, kren berantai, kren Derrick dan kren menara. Pemilihan dan penggunaan kren adalah mengikut kesesuaian keperluan kerja di sesebuah tapak binaan.

##### (a) Kren bergerak

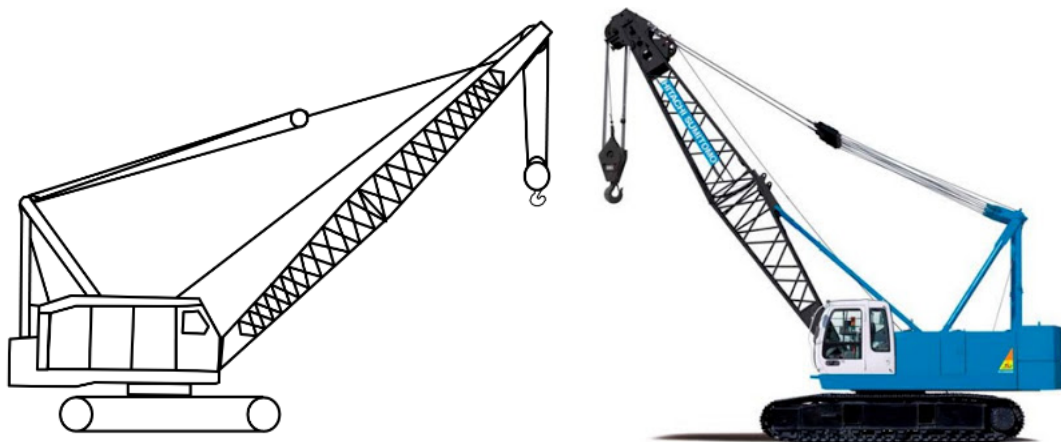
Kren bergerak (*mobile crane*) adalah sejenis kren yang beroda dan boleh dipandu di atas jalanraya dengan menggunakan kuasa enjinnya tersendiri. Ia digunakan untuk mengangkat dan menurunkan beban dari tempat yang sederhana tinggi serta senang digunakan untuk kerja-kerja di lokasi yang ruangnya terhad (Rajah 2.1).



Rajah 2.1 Contoh kren bergerak (Occupational Health and Safety Code 2009, Alberta Canada; [www.cccme.org.cn](http://www.cccme.org.cn))

### (b) Kren berantai

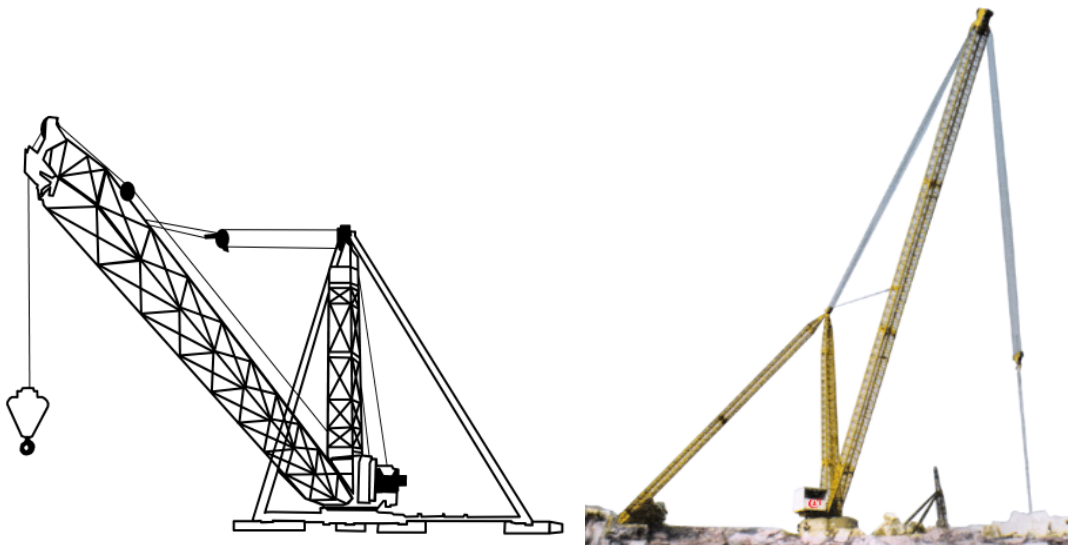
Kren berantai (*crawler crane*) adalah sejenis kren untuk mendaki kerana pergerakannya menggunakan tayar atau trek berantai dan ia boleh dipandu secara manual. Walaubagaimanapun, pergerakannya adalah terhad kepada jalan-jalan yang sesuai sahaja. Kren berantai sesuai digunakan pada semua peringkat tanah dan bentuk muka bumi. Kren jenis ini juga mempunyai kuasa mengangkat dan menurunkan beban yang tinggi (Rajah 2.2).



Rajah 2.2 Contoh kren berantai (OSHAcademy Occupational Safety and Health Training, US; [www.directindustry.com](http://www.directindustry.com))

### (c) Kren Derrick

Kren Derrick (*Derrick crane*) adalah sejenis kren yang digunakan di atas bangunan yang tinggi dan ia diletakkan di atas struktur bangunan secara statik dan tidak boleh bergerak (Rajah 2.3). Kren jenis ini biasanya digunakan untuk menurunkan struktur kren menara yang hendak dibuka semula selepas kerja-kerja mengangkat atau menurunkan beban telah siap sepenuhnya.

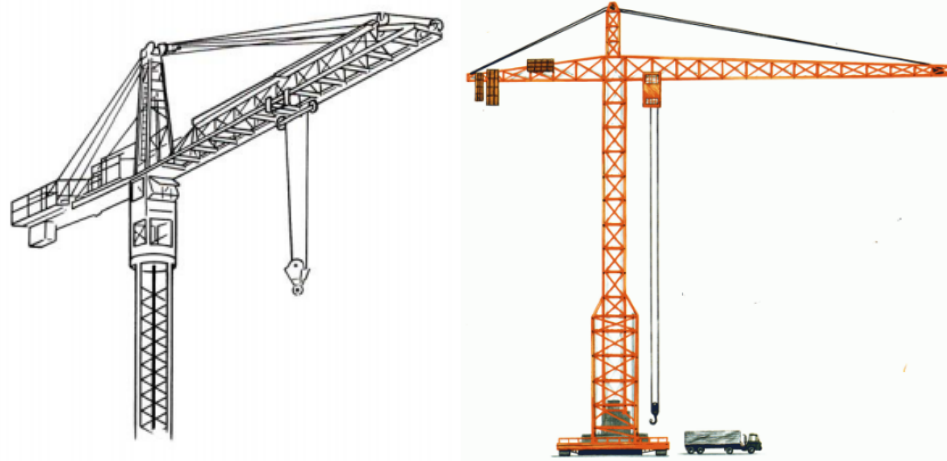


Rajah 2.3 Contoh kren Derrick (OSHAcademy Occupational Safety and Health Training, US; <http://jaipur.all.biz>)

#### (d) Kren Menara

Kren menara (*tower crane*) telah direka bentuk dengan menggunakan besi yang berkekuatan tinggi dan dibentuk secara menara. Kren menara digunakan untuk kerja-kerja perindustrian dan pembinaan bangunan yang strukturnya tinggi. Kren menara boleh mengangkat beban dan menurunkan beban yang berat dan melebihi daripada kren-kren yang lain. Ia dipasang secara statik atau menggunakan rel untuk bergerak (Rajah 2.4).

Hampir keseluruhan daripada struktur kren menara diperbuat daripada besi padu dan ia dibahagikan kepada beberapa bahagian. Bahagian-bahagian ini boleh dipisah & dicantumkan semula. Teknik cantum & lerai bahagian demi bahagian (*section by section*) inilah yang digunakan bagi memudahkan proses pasang & buka sesebuah kren menara. Ia juga bertujuan untuk memudahkan proses pemindahan kren dari satu tapak kepada tapak binaan yang lain.

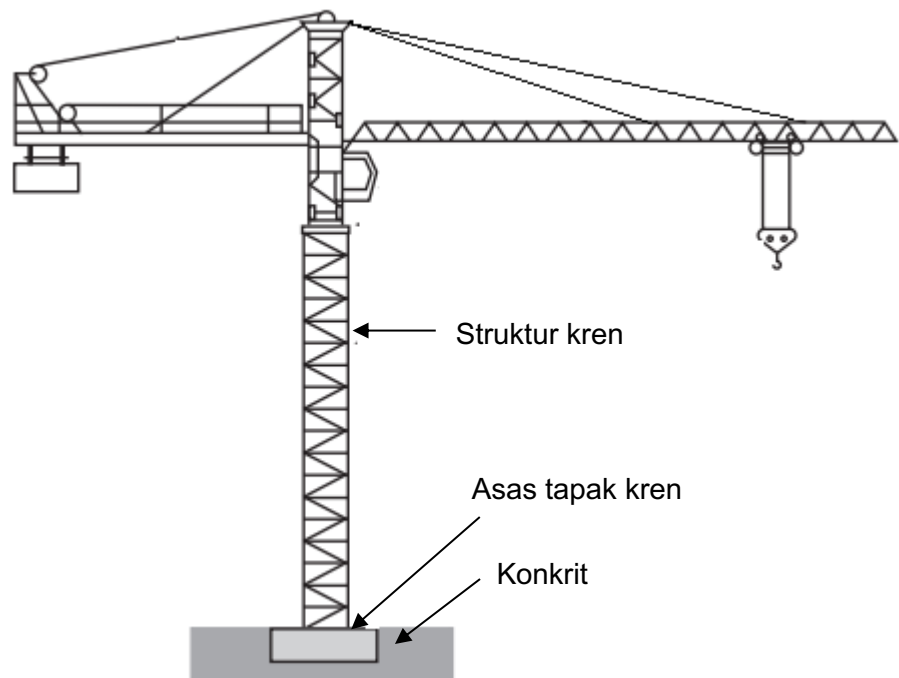


Rajah 2.4 Contoh kren menara (Occupational Health and Safety Code 2009, Alberta Canada; [www.ictinpractice.com](http://www.ictinpractice.com))

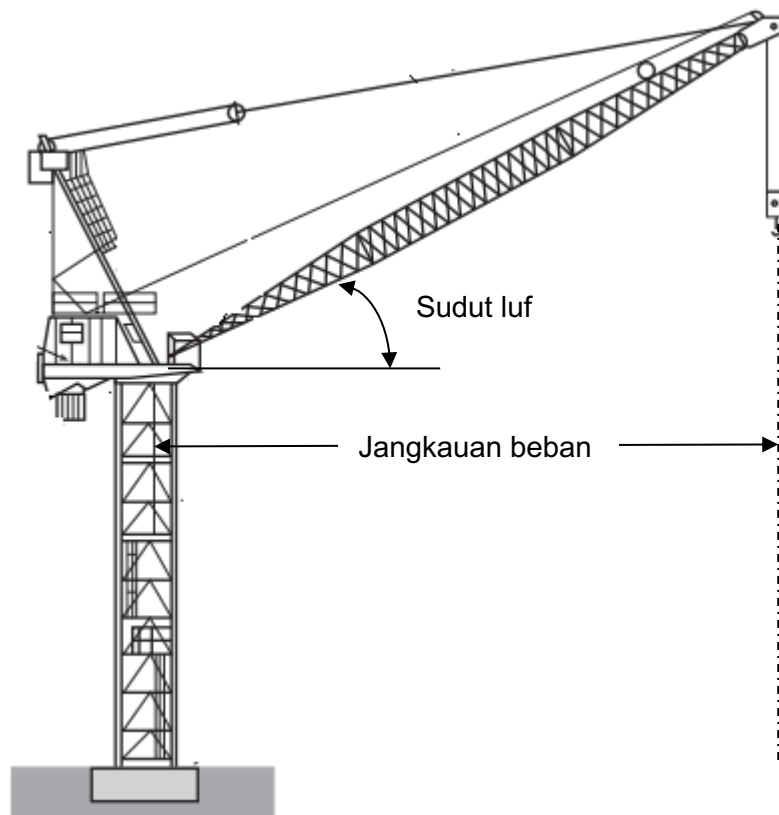
## 2.2 Jenis-jenis Kren Menara

Kren menara ini adalah salah satu dari puluhan jenis kren kategori jentera berat yang biasa digunakan untuk mengangkat & memindahkan segala jenis beban yang berat & besar dari satu tempat ke tempat yang lain. Kren Menara adalah menara segiempat tepat yang dipasang dengan beberapa komponen yang penting seperti bol, nat, pin dan asasnya (tapak) adalah tuangan konkrit yang disokong dengan rasuk atau dipasang di atas rel. Pelantar slu (*slewing platform*), angkat (*hoist*), mast dan bum dipasang di atas tapak menara tersebut.

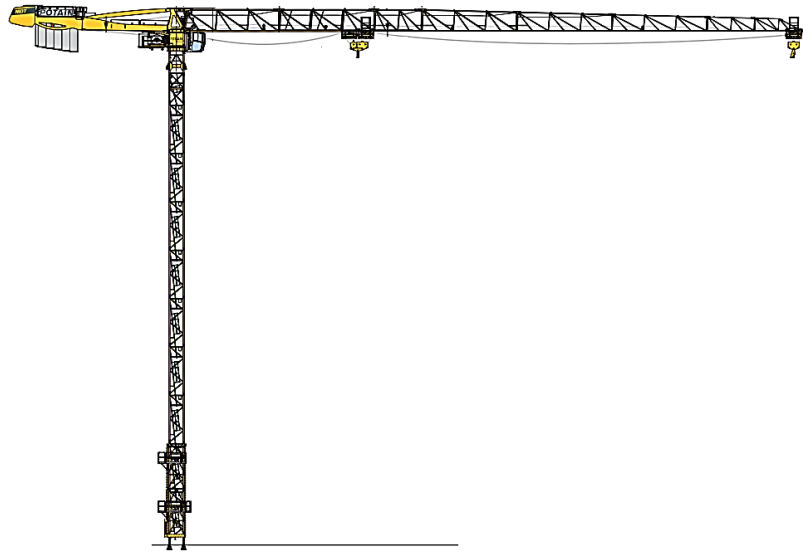
Sebelum kerja-kerja pemasangan kren menara dilaksanakan, pemeriksaan keselamatan mesti dilakukan dahulu dan dirancang dengan rapi mengikut prosedur yang telah dikeluarkan. Pemasangan bum dan berat timbal (*counterweight*) adalah kerja-kerja yang bahaya dan sekiranya tidak dirancang atau dikaji dengan teliti, bahaya tapak boleh mengakibatkan kegagalan pada pemasangan kren menara. Umumnya, kren menara mempunyai banyak jenis, namun antara yang popular digunakan di Malaysia adalah jenis *hammerhead (saddle top)*, *hammerhead (topless)* dan *luffing*. Kren-kren ini dapat dibahagikan kepada beberapa pecahan mengikut saiz dan jenis pengeluarannya.



Rajah 2.5 Kren menara jenis *hammerhead* jenis *saddle top* (Occupational Safety and Health Program, A Guide to Cranes and Derricks, US)



Rajah 2.6 Kren menara jenis *luffing* (Occupational Safety and Health Program, A Guide to Cranes and Derricks, US)

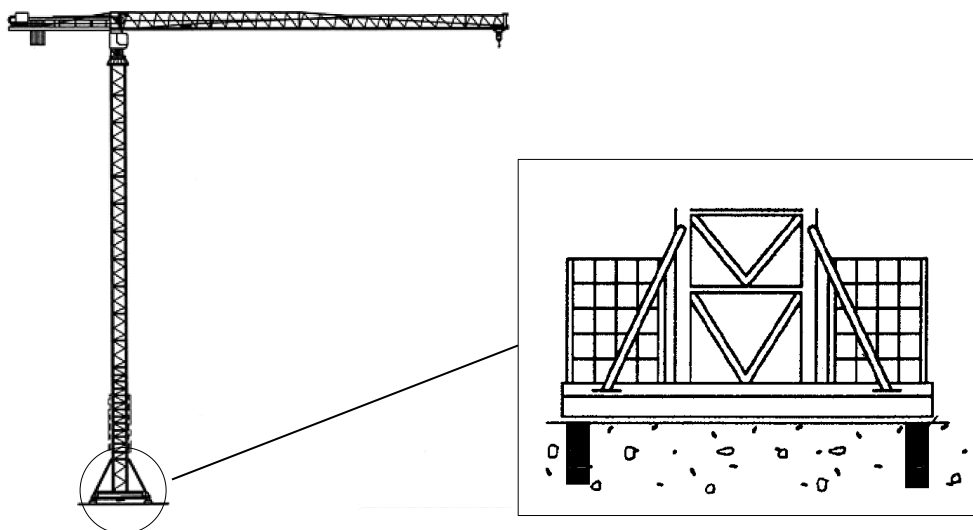


Rajah 2.7 Kren menara *hammerhead* jenis *topless* ([www.nftcrane.com](http://www.nftcrane.com))

Secara umumnya kren menara ini juga boleh dikategorikan mengikut pemasangan asas tapak. Terdapat tiga jenis pemasangan utama tapak bagi kren menara iaitu:-

(a) Tapak statik (*Static base*)

Kren jenis ini pada amnya adalah popular digunakan dan paling tinggi daripada jenis-jenis kren yang lain. Pemasangan kren jenis ini adalah sesuai untuk kawasan tapak yang terbuka dan kebiasannya diletakkan dibahagian hadapan atau mana-mana tempat yang boleh memberi ruang kepada bum untuk bergerak/berpusing (Rajah 2.8).



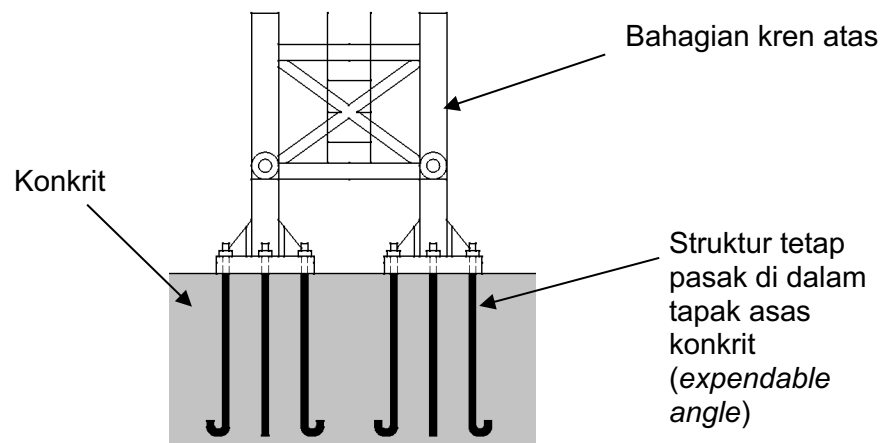
Rajah 2.8 Contoh kren menara dengan pemasangan tapak statik (Environmental, Health and Safety (EHS) Departments, US)



Bagi kategori tapak statik, terdapat dua kaedah pemasangan tapak bagi kren menara iaitu:

(i) Tapak tuang di-situ (*In-situ*)

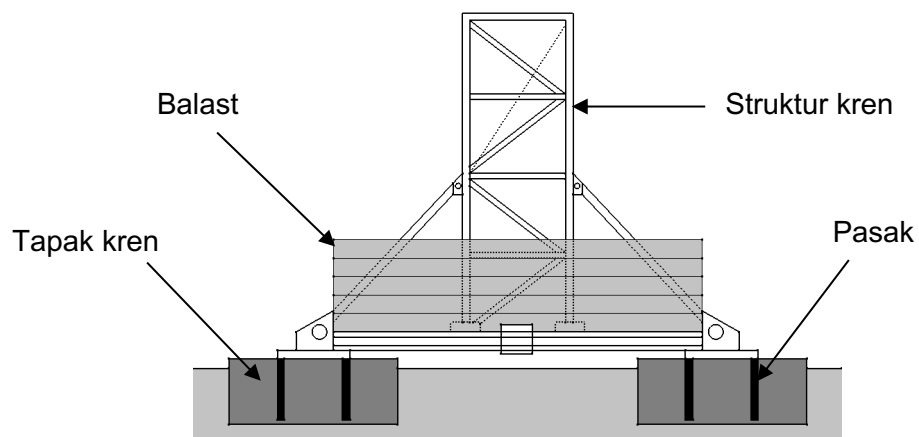
Tapak jenis ini memerlukan pasak khas (dinamakan sebagai “*expendable angle*”) ditanam ke dalam blok konkrit (Rajah 2.9).



Rajah 2.9 Tapak tuang di-situ

(ii) Tapak sendiri (*Own base*)

Asas tapak kren dibina dengan meletakkan balast pada asas kren dan casis sebagai pemberat (Rajah 2.10).



Rajah 2.10 Tapak statik (jenis tapak sendiri)

(b) Tapak meninggi (*Climbing base*)

Kren menara bagi pemasangan jenis ini biasanya digunakan untuk pembinaan bangunan-bangunan yang tinggi. Proses pemasangan melibatkan pemasangan tapak bermula daripada satu aras kepada satu aras yang lebih tinggi. Bagi kategori tapak meninggi, terdapat dua kaedah pemasangan tapak bagi jenis ini iaitu:-

(i) Kren sokongan statik luaran (*External supported static crane*)

Tapak disokong oleh struktur binaan/bangunan yang dilekatkan oleh kerangka meninggi. Ketinggian kren boleh dilanjutkan bergantung kepada ketinggian struktur bangunan dan perlu selaras dengan kerangka sokongan meninggi (Rajah 2.11).

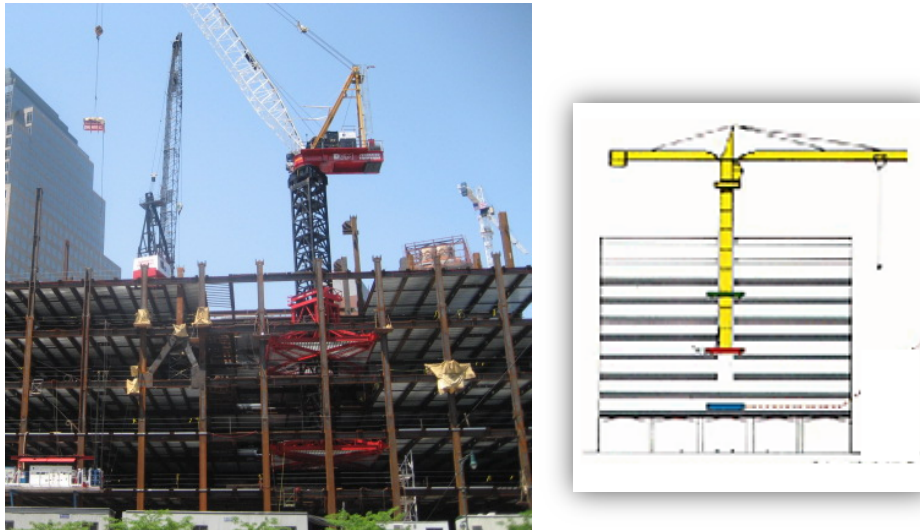


Rajah 2.11 Pemasangan kren dengan tapak meninggi luar (*External climbing crane*) ([www.dcm.milgromandassociates.com](http://www.dcm.milgromandassociates.com))

(ii) Kren meninggi dalaman (*Internal climbing crane*)

Kren menara bagi jenis pemasangan ini biasanya direka bentuk untuk bangunan-bangunan tinggi dan diletakkan di lokasi yang boleh disokong oleh struktur-struktur bangunan di dalam bangunan yang

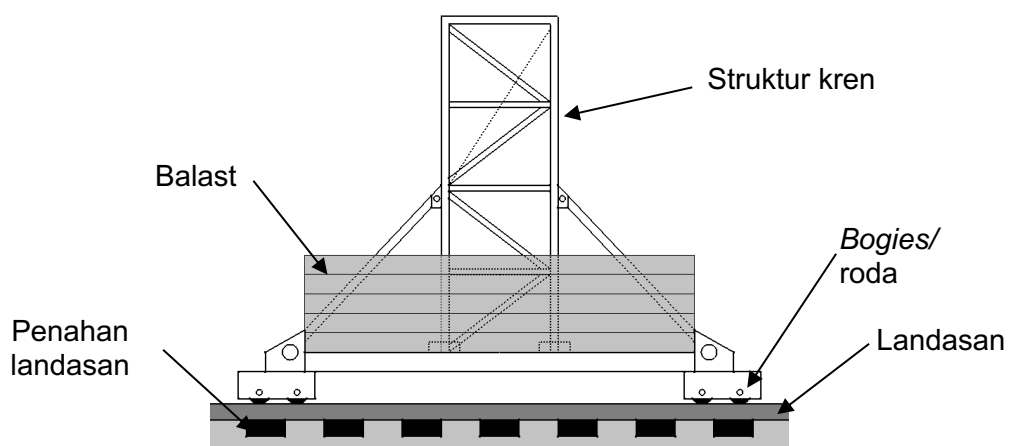
dibina (Rajah 2.12). Kren boleh dilaras dari satu aras kepada aras yang lebih tinggi di dalam pembinaan.



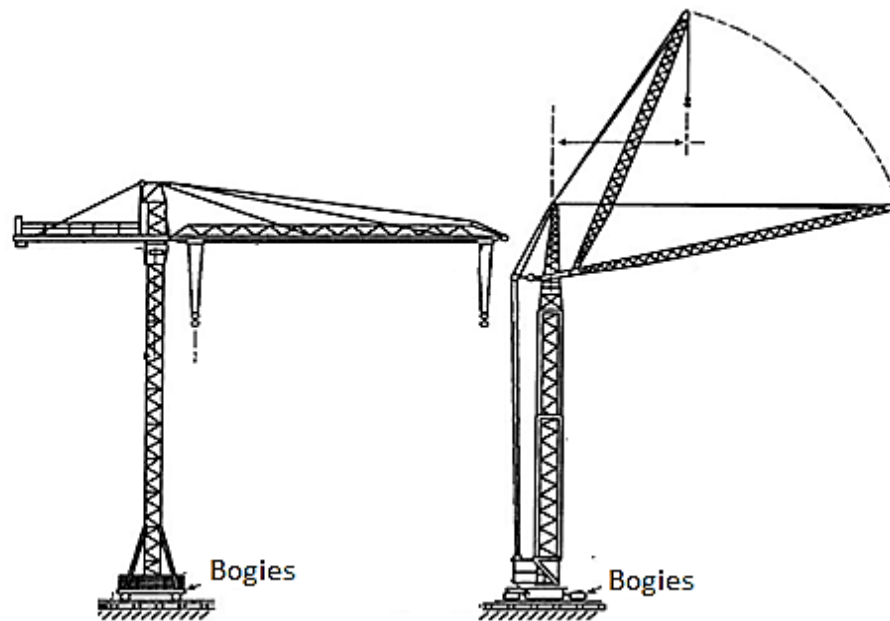
Rajah 2.12 Pemasangan kren dengan tapak meninggi dalam  
([www.dcm.milgromandassociates.com](http://www.dcm.milgromandassociates.com))

(a) Rel bergerak (*Travelling rel*)

Kren menara jenis ini bergerak dengan *heavy-wheeled bogies* yang diletak di atas rel. *Bogie* tidak mempunyai gred yang tetap tetapi berubah mengikut ketinggian mast yang dipasang pada kren menara (Rajah 2.13-14).



Rajah 2.13 Tapak bergerak (jenis landasan)



Rajah 2.14 Kren dengan tapak rel bergerak (Environmental, Health and Safety (EHS) Departments, US)

### 2.3 Terminologi dan Struktur Kren Menara

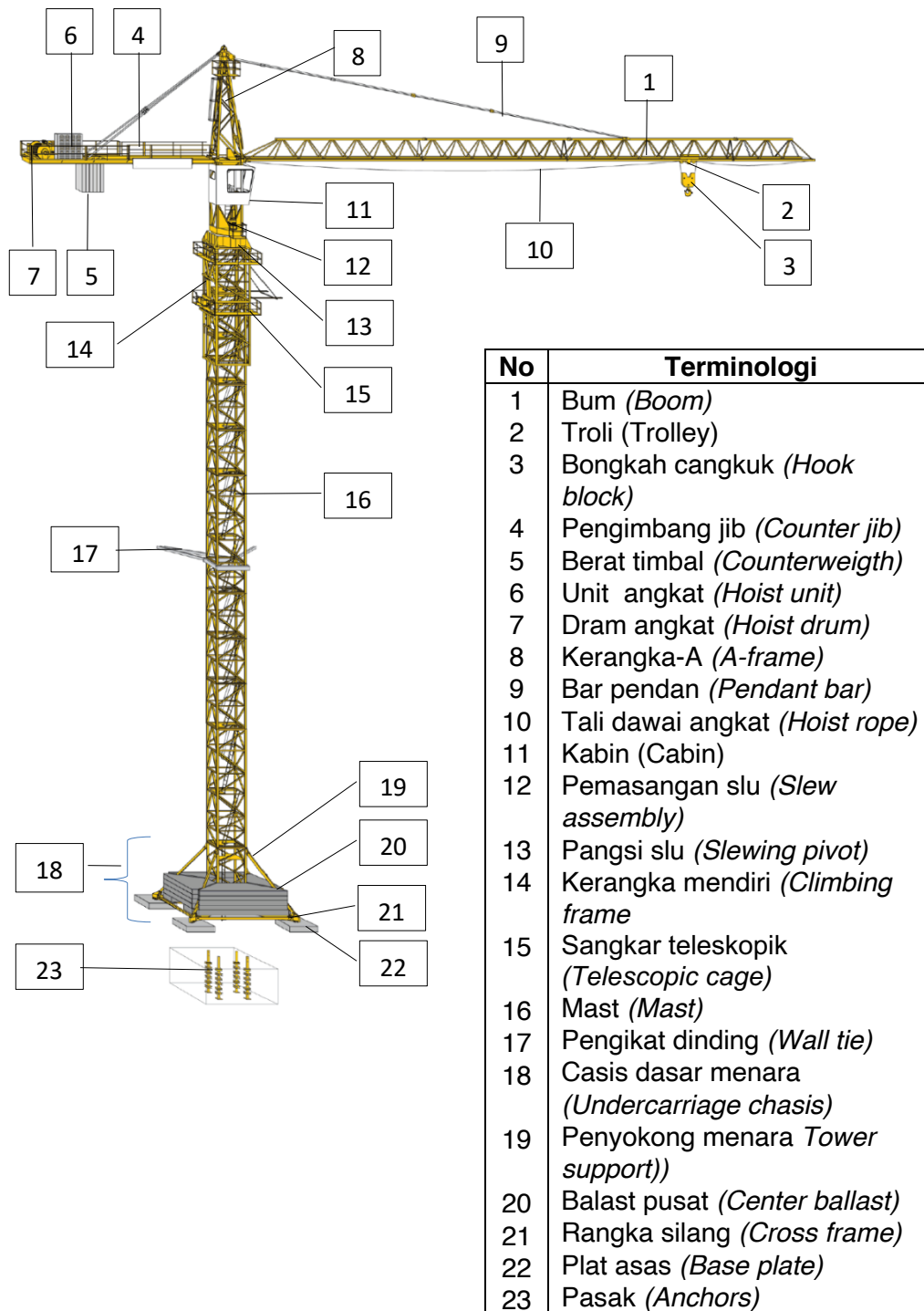
#### (a) Kren menara *hammerhead* jenis *saddle top*

Kren menara jenis ini disesuaikan kepada projek-projek industri yang mempunyai kriteria seperti kawasan jangkauan beban yang luas dan digerakkan oleh kuasa elektrik. Sekiranya kawasan atau tapak memenuhi kriteria yang ditetapkan maka kesesuaian kren menara yang hendak digunakan adalah dari jenis kren menara *hammerhead* (Rajah 2.15).

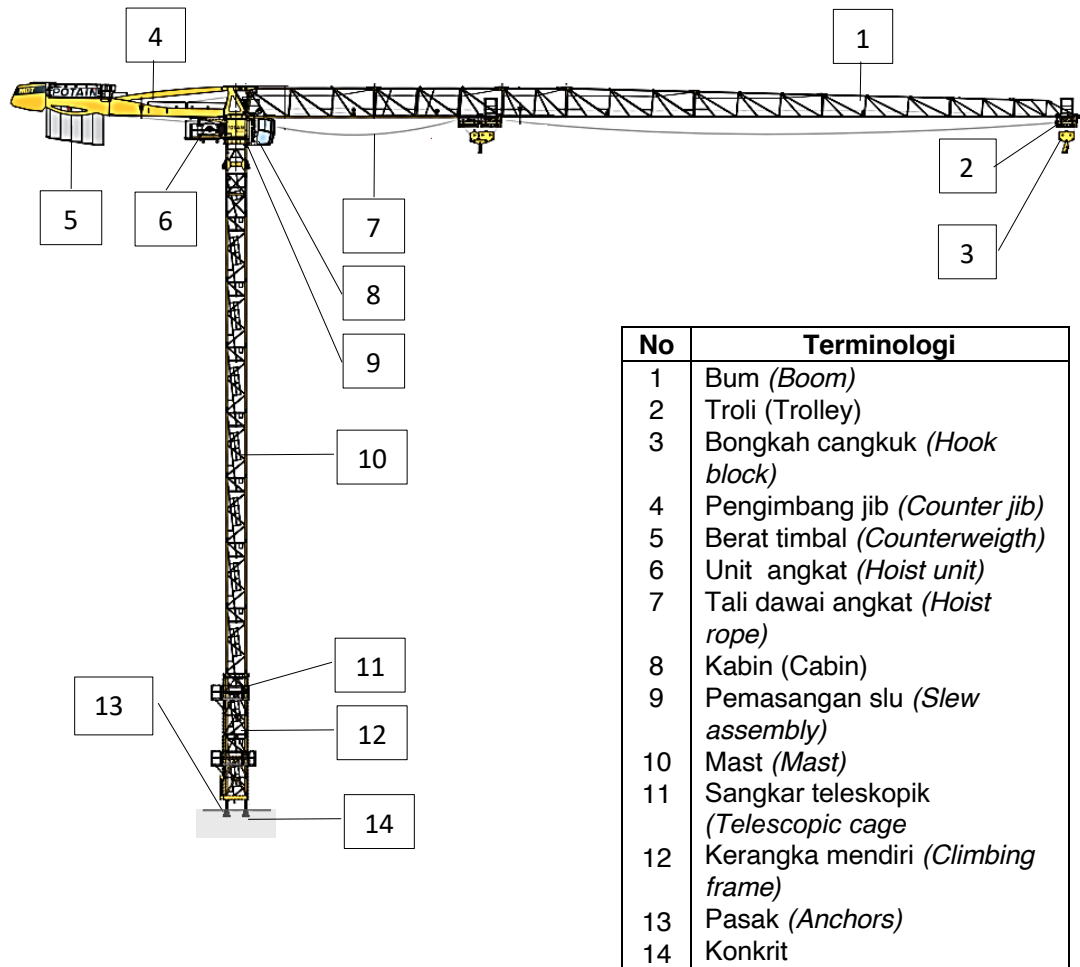
#### (b) Kren menara *hammerhead* jenis *topless*

Kren jenis ini sesuai digunakan dalam projek-projek pembinaan yang mempunyai kriteria seperti kawasan jangkauan pusingan yang luas, kapasiti beban yang diangkat terhad, kawasan ruang pembinaan yang sempit/terhad, dan kren menara jenis ini digerakkan dengan kuasa elektrik. Kren menara *hammerhead* jenis *topless* menyerupai kren *hammerhead* jenis *saddle top* tetapi ia berbeza kerana tidak mempunyai kerangka-A seperti kren menara lain, dan ia lebih sesuai digunakan di tapak pembinaan yang mempunyai

kawasan ruang sempit atau berhampiran lapangan terbang. Reka bentuk dan terminologi bagi kren menara jenis ini ditunjukkan dalam Rajah 2.16.



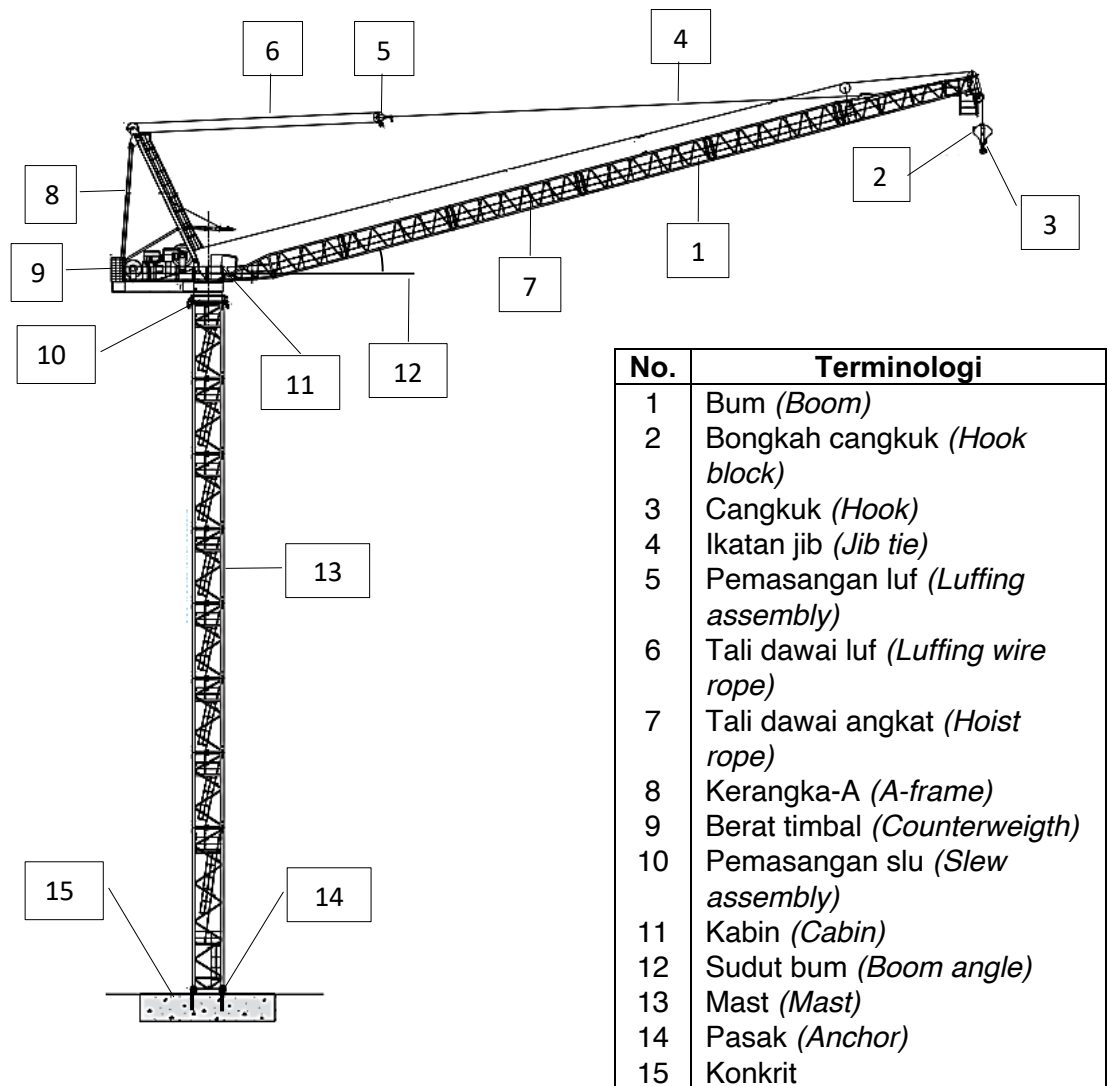
Rajah 2.15 Reka bentuk kren menara *hammerhead* (*saddle top*) (<http://www.morrow.com/crane101>)



Rajah 2.16 Reka bentuk untuk kren menara *hammerhead* (*topless*)  
([www.nftcrane.com](http://www.nftcrane.com))

(c) Kren menara *luffing*

Kren menara jenis ini disesuaikan kepada projek-projek industri yang mempunyai kriteria seperti kawasan jangkauan beban atau pusingannya terhad, kekuatan bebannya yang boleh diangkat adalah tinggi, dan digerakkan oleh kuasa elektrik. Sekiranya kawasan atau tapak memenuhi kriteria yang ditetapkan maka kesesuaian kren menara yang hendak digunakan adalah dari jenis kren menara *luffing* (Rajah 2.17).



Rajah 2.17 Reka bentuk kren menara *luffing* (<http://www.morrow.com/crane101>)

## 2.4 Syarat Pemilihan Kren Menara

Setiap reka bentuk kren mesti ada sebab yang munasabah berdasarkan keperluan penggunaannya. Penerangan mengenai kesesuaian penggunaan dua jenis utama kren menara ini adalah seperti berikut:

### (a) Kren menara *hammerhead*

Kren menara jenis ini disesuaikan kepada projek-projek industri yang mempunyai kriteria berikut:

- kawasan atau jangkauan beban luas
- kekuatan beban yang perlu diangkat adalah terhad
- kren menara jenis ini digerakkan oleh kuasa elektrik

Sekiranya kawasan atau tapak memenuhi kriteria di atas maka kesesuaian kren menara yang hendak digunakan adalah dari jenis *hammerhead*.

(b) Kren menara *luffing*

Kren menara jenis ini disesuaikan kepada projek-projek industri yang mempunyai kriteria berikut:

- kawasan atau jangkauan beban adalah terhad
- kekuatan beban yang boleh diangkat adalah tinggi
- kebanyakan kren jenis ini menggunakan tenaga enjin

Sekiranya kawasan atau tapak memenuhi kriteria di atas maka kesesuaian kren menara yang hendak digunakan adalah dari jenis *luffing*. Untuk mendapat gambaran yang lebih jelas, Jadual 2.1 menunjukkan perbezaan kesesuaian penggunaan kren menara.

Jadual 2.1 Perbezaan keperluan kren menara *Hammerhead* dan *Luffing*

<i>HAMMERHEAD</i>	<i>LUFFING</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kawasan radius atau pusingannya luas.</li> <li>• Kekuatan beban yang boleh diangkat adalah terhad.</li> <li>• Penggunaan tenaga elektrik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kawasan radius atau pusingannya terhad.</li> <li>• Kekuatan bebannya yang boleh di angkat adalah lebih tinggi.</li> <li>• Kebanyakan kren menara menggunakan tenaga elektrik</li> </ul>

## 2.5 Pemilihan Bekalan Kuasa

Pengurus projek perlu memastikan bekalan kuasa bagi setiap penggunaan kren yang digunakan di tapak bina adalah boleh dibekalkan. Ini bagi mengelakkan ketiadaan punca bekalan kuasa elektrik untuk operasi kren menara selepas kren siap dipasang. Apabila kren hendak digunakan di persekitaran talian kabel elektrik, nasihat dari pihak syarikat utiliti elektrik seperti Tenaga Nasional Berhad



(TNB) perlu diperolehi sebelum kerja dimulakan bagi menentukan jarak operasi yang selamat dari konduktor elektrik untuk talian kuasa hidup. Pihak pengurus melakukan perbincangan dengan pihak yang mengawal talian seawal mungkin bagi mengenalpasti punca bekalan kuasa elektrik samada:

- Pihak syarikat utiliti elektrik seperti Tenaga Nasional Berhad (TNB)
- Genset

Jarak antara pekerja/tempat kerja dengan kabel elektrik yang berhampiran perlu dipastikan selamat oleh kontraktor utama, pengurus projek atau orang yang dilantik bagi menjamin keselamatan pekerja dan orang di sekitarnya. Berikut adalah julat voltan dan jarak selamat yang disyorkan semasa melakukan kerja berhampiran arus elektrik adalah seperti berikut:

- (a) 0-11,000 voltan (jarak 5.79 m)
- (b) 11,000-66,000 voltan (jarak 6.10 m)
- (c) 66,000-132,000 voltan (jarak 6.70 m)
- (d) 132,000-275,000 voltan (jarak 7.00 m)
- (e) Melebihi 275,000 voltan (jarak 7.30 m)

---

## Bibliografi

Environmental, Health and Safety (EHS) Departments, US

<http://www.cccme.org.cn> [28 Februari 2017]

<http://www.cranecrews.com> [5 Januari 2017]

<http://www.ictinpractice.com> [12 Januari 2017]

<http://www.jaipur.all.biz> [23 Mac 2017]

<https://sddahan.en.alibaba.com> [2 Februari 2017]

Nota Operator Kren Menara, Institut Kemahiran Tinggi Belia Negara (IKTBN), Kementerian Belia dan Sukan, Bachok, Kelantan, 2004.

Nota Operator Kren Menara, Institut Kemahiran Tinggi Belia Negara (IKTBN), Kementerian Belia dan Sukan, Chembong, Negeri Sembilan, 2003.

Nota Tower Crane Operator, Gamuda Plant Operator School (GPOS), Shah Alam, Selangor, 2002.

Occupational Health and Safety Code 2009, Alberta Canada

Occupational Safety and Health Program, A Guide to Cranes and Derricks, US

OSH Academy Occupational Safety and Health Training, US

Shandong Minglong Construction Machinery Co., Ltd.

## BAB 3

### ASAS KIRAAN BERAT JISIM

#### 3.1 Formula Am Pengiraan

Kiraan berat jisim untuk satu bahan yang akan diangkat adalah penting bagi memastikan berat beban yang diangkat oleh kren tidak melebihi yang dibenarkan. Setiap bahan mempunyai kiraan berat jisim masing-masing bergantung kepada saiz, bentuk (contoh: silinder, segi empat, kon dan sebagainya) dan ketumpatan bahan berkenaan. Berat jisim bahan dapat ditentukan melalui pengiraan berdasarkan unit ukuran asas seperti kilogram (kg), meter (m), meter padu (m<sup>3</sup>) dan sebagainya.

##### (I) Unit asas ukuran pengiraan

Kuantiti	Unit	Simbol
Jisim	kilogram	kg
	tan	tan
Panjang	millimeter	mm
	centimeter	cm
	meter	m

##### (II) Unit ukuran

(a) 1 tan = 1000 kilogram

(b) 1 meter = 100 centimeter = 1000 milimeter

##### (III) Untuk menukar unit ukuran

(a) tan kepada kilogram

Contoh: 2 tan x 1000 = 2000 kg

(b) kilogram kepada tan

Contoh: 2000 kg / 1000 kg (dibahagi) = 2 tan

(c) meter kepada milimeter

Contoh:  $2 \text{ m} \times 1000 = 2000 \text{ mm}$

(d) milimeter kepada meter

Contoh:  $2000 \text{ mm} / 1000 \text{ (dibahagi)} = 2 \text{ m}$

(e) meter kepada centimeter

Contoh:  $5 \text{ m} \times 100 = 500 \text{ cm}$

(f) centimeter kepada meter

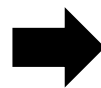
Contoh:  $300 / 100 = 3 \text{ m}$

Contoh penukaran unit bagi panjang:

1 cm	Bersamaan	10 mm
10 mm	Bersamaan	1 cm
1 m	Bersamaan	100 cm
100 cm	Bersamaan	1 m
1 km	Bersamaan	1000 m
1000 m	Bersamaan	1 km

#### (IV) Pengiraan Menggunakan Mesin Kira

Sekiranya terdapat perpuluhan pada angka dalam pengiraan hendaklah diambil tiga digit angka selepas perpuluhan.



123.456789012

Contoh:

123.456778 tan di guna kepada angka 123.457 tan (Contoh dalam gambar)

100.87651 tan dibundarkan kepada angka 100.877 tan

100.1111 tan dibundarkan kepada angka 100.111 tan

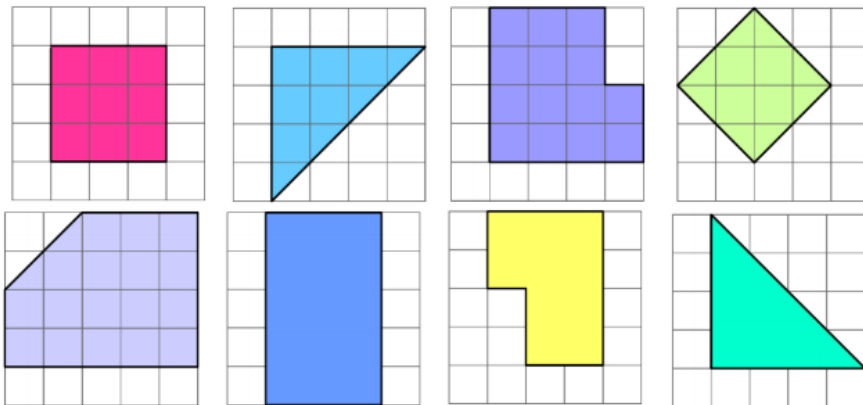
Contoh: 200.9999 kg dibundarkan kepada angka 201.000 kg

Contoh: 200.1111 kg di guna kepada angka 200.111kg

### 3.2 Pengiraan Luas dan Isipadu Pelbagai Bentuk Objek

#### (a) Luas permukaan

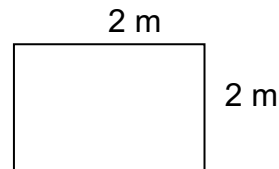
Pengiraan luas permukaan adalah berbeza mengikut bentuk. Beberapa pengiraan asas perlu diketahui seperti segi empat dan luas bulatan.



#### i) Luas permukaan segi empat ( $m^2$ ) = Panjang x Lebar

Contoh:

$$\begin{aligned} m^2 &= 2 \text{ m} \times 2 \text{ m} \\ &= 4 \text{ m}^2 \text{ (meter persegi)} \end{aligned}$$

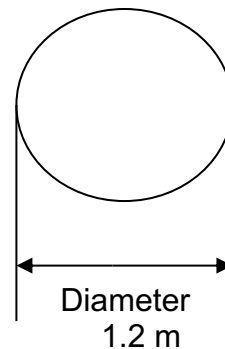


#### ii) Luas permukaan bulatan ( $m^2$ ) = Diameter x Diameter x 0.79

Contoh:

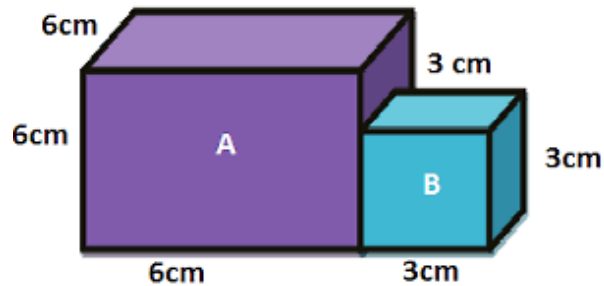
$$\begin{aligned} m^2 &= 1.2 \times 1.2 \times 0.79 \\ &= 1.138 \text{ m}^2 \text{ (meter persegi)} \end{aligned}$$

Nota:  $\text{Pi } (\pi) = 3.142$ ;  $3.142/4 = 0.79$

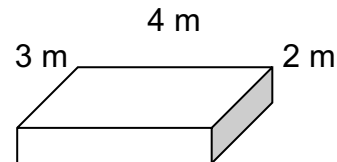


## (b) Isipadu

Isi padu ialah kuantiti untuk ruang yang diisi oleh sesuatu komponen. Dalam silibus ini, lima jenis isipadu perlu diketahui iaitu:



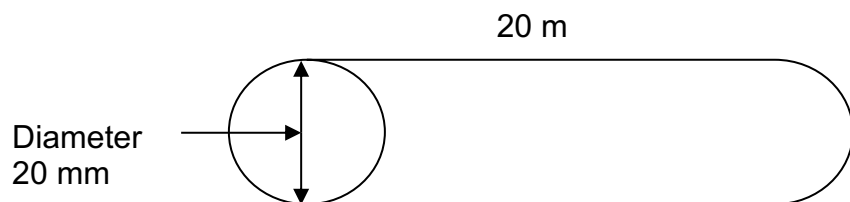
i) Isipadu segi empat ( $m^3$ ) = Panjang x Lebar x Tinggi



Contoh :

$$\begin{aligned} m &= 4 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 2 \text{ m} \\ &= 24 \text{ m}^3 \text{ (meter padu)} \end{aligned}$$

ii) Isipadu silinder ( $m^3$ ) = Diameter x Diameter x Panjang x 0.79



Contoh:

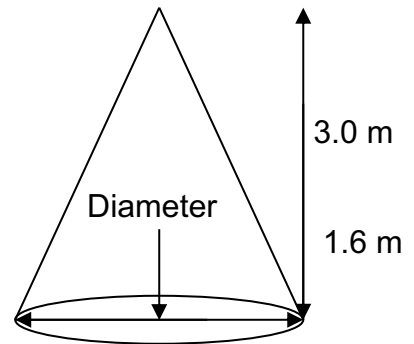
$$\begin{aligned} m^3 &= 0.02 \text{ m} \times 0.02 \text{ m} \times 20 \text{ m} \times 0.79 \\ &= 0.00632 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Nota:  $\text{Pi} (\pi) = 3.142$ ;  $3.142/4 = 0.79$

$$\text{iii) Isipadu kon (m}^3\text{) = } \frac{\text{Diameter} \times \text{Diameter} \times \text{Tinggi} \times 0.79}{3}$$

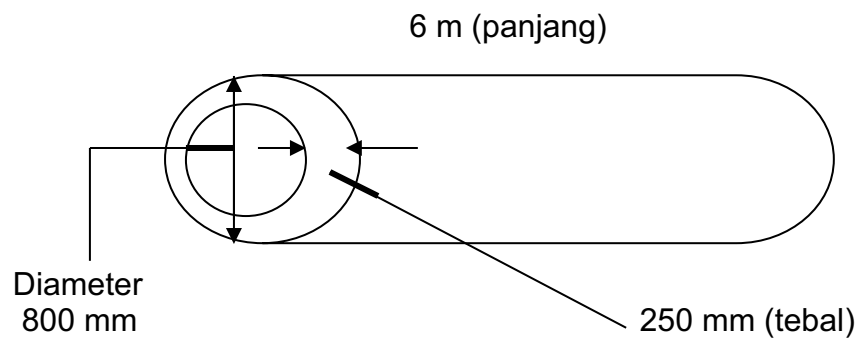
Contoh:

$$\begin{aligned} \text{m}^3 &= \frac{1.6 \text{ m} \times 1.6 \text{ m} \times 3 \times 0.79}{3} \\ &= 2.022 \text{ m}^3 \text{ (meter padu)} \end{aligned}$$



$$\text{iv) Isipadu paip logam (m}^3\text{) = Pi}(\pi)\text{ x Panjang x Tebal (Jejari Luar x Jejari Luar – Jejari Dalam x Jejari Dalam)}$$

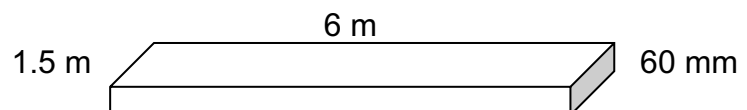
$$\text{Pi} = 22 / 7 = 3.142$$



Contoh:

$$\begin{aligned} \text{m}^3 &= 3.142 \times 6 \text{ m} \times (0.4 \text{ m} \times 0.4 \text{ m} - 0.15 \text{ m} \times 0.15 \text{ m}) \\ &= 2.59 \text{ m}^3 \text{ (meter padu)} \end{aligned}$$

$$\text{v) Isipadu papan besi (m}^3\text{) = Panjang x Lebar x Tebal}$$

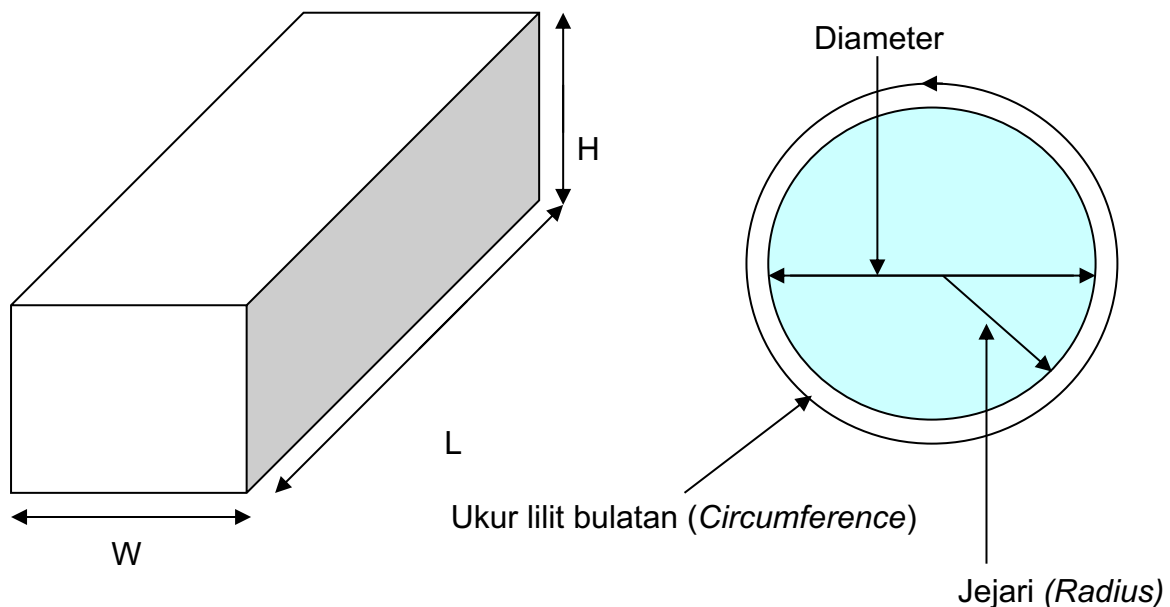


$$\begin{aligned} \text{Contoh:} \\ \text{m}^3 &= 6 \text{ m} \times 1.5 \text{ m} \times 0.06 \text{ m} \\ &= 0.54 \text{ m}^3 \text{ (meter padu)} \end{aligned}$$

- Ringkasan Formula

#### KOD-KOD UNIT UKURAN

<b>L</b>	Panjang	<b>mm</b>	milimeter
<b>W</b>	Lebar	<b>m</b>	meter
<b>H</b>	Tinggi	<b>m<sup>2</sup></b>	meter persegi
<b>D</b>	Diameter	<b>m<sup>3</sup></b>	meter padu
<b>R</b>	Jejari	<b>kg</b>	kilogram
<b>Circ</b>	Ukur lilit bulatan	<b>tan</b>	tan
<b>Th</b>	Ketebalan	<b>Pi</b>	3.142



Formula:

Diameter	$R \times 2$
Ukur lilit bulatan	$3.142 \times D^2$
Luas segi empat	$L \times W = m$
Luas bulatan	$D \times D \times 0.79 = m^2$
Luas Silinder	$3.142 \times D \times L = m^2$
Isipadu Tangki bulat	$D \times D \times 0.79 \times L = m^3$
Isipadu	$Luas \times H = m^3$

### 3.3 Asas Pengiraan Untuk Mencari Berat Pelbagai Bentuk Bahan

Terdapat beberapa cara untuk mengetahui berat bahan binaan antaranya ialah:

- Berat bahan tersebut mungkin di tanda pada bahan tersebut,
- Tanya kepada penyelia atau mana-mana orang yang mengetahui,

- c) Jika bahan tersebut mempunyai katalog mungkin boleh dapatkan berat bahan tersebut melalui katalog yang dihantar bersama-sama dengan bahan tersebut,
- d) Melalui rekod perniagaan atau manual arahan yang mungkin memberi maklumat dengan lebih jelas,
- e) Melalui manual jurutera,
- f) Pengiraan.

### 3.3.1 Perkiraan berat beberapa bahan

Contoh perkiraan bagi beberapa bahan ditunjukkan dalam Jadual 3.1.

Jadual 3.1 Berat tipikal bagi bahan binaan

BAHAN	BERAT
Aluminum ( <i>Aluminium</i> )	2.7 tan/m <sup>3</sup>
Batu-bata dan tanah liat ( <i>Bricks, clay</i> )	1.6 tan/m <sup>3</sup>
Besi tuangan ( <i>Cast iron</i> )	7.2 tan/m <sup>3</sup>
Simen ( <i>Cement</i> )	50 kg/beg
Konkrit basah atau telah keras ( <i>Concrete, wet or set</i> )	2.4 tan/m <sup>3</sup>
Panel konkrit (Bertetulang keluli) ( <i>Concrete panel (Steel reinforced)</i> )	3.0 tan/m <sup>3</sup>
Minyak petrol ( <i>Petrol</i> )	0.7 tan/m <sup>3</sup>
Minyak diesel ( <i>Diesel</i> )	0.8 tan/m <sup>3</sup>
Tanah ( <i>Earth</i> )	1.8 tan/m <sup>3</sup>
Kaca ( <i>Glass</i> )	2.6 tan/m <sup>3</sup>
Kayu keras ( <i>Hardwood</i> )	1.1 hingga 1.4 tan/m <sup>3</sup>
Plumbum ( <i>Lead</i> )	11.3 tan/m <sup>3</sup>
Batu lada, batuan hancur ( <i>Road metal, Crushed rock</i> )	1.9 tan/m <sup>3</sup>
Pasir kering ( <i>Dry sand</i> )	1.7 tan/m <sup>3</sup>
Pasir basah ( <i>Wet sand</i> )	1.9 tan/m <sup>3</sup>
Kayu lembut ( <i>Softwood</i> )	0.6 tan/m <sup>3</sup>
Keluli ( <i>Steel</i> )	8.0 tan/m <sup>3</sup>
Keluli lembut ( <i>Mild steel</i> )	7.84 tan/m <sup>3</sup>
Air ( <i>Water</i> )	1.0 tan/m <sup>3</sup> (1000 liter/m <sup>3</sup> )
Pelengkapan perancah ( <i>Scaffold fittings (4.9 mm thick) (Frame)</i> )	0.5 kg/m; <i>AST Rigging Handbook</i> , 1.5 kg/m (for <i>Australia Scaffold</i> )
Tiub Perancah ( <i>Scaffold tubes (tubes tubular type) (Steel)</i> )	4.41 kg/m
Papan Perancah ( <i>Scaffold planks</i> )	7 kg/m
Rasuk keluli bentuk "H" ( <i>Steel H-beam</i> )	45 kg/m
Paip keluli (20mm tebal) ( <i>Steel pipe (20 mm thick)</i> )	2.4 tan/m <sup>3</sup> (daripada katalog bahan)

Sumber: PN12040 *Tower Crane-Code of Practice*, Australia (2017)



### 3.3.2 Kiraan berat beban/jisim

Bahagian ini menerangkan pengiraan/penganggaran berat. Untuk mengira luas permukaan, formula berikut telah digunakan:

$$\text{Luas Permukaan} = \text{Panjang} \times \text{Lebar} = \text{m}^2 \text{ (meter persegi)}$$

Daripada luas permukaan di atas kita boleh membuat pengiraan isipadu:

$$\text{Isipadu} = \text{Luas permukaan} \times \text{Tinggi} = \text{m}^3 \text{ (meter padu)}$$

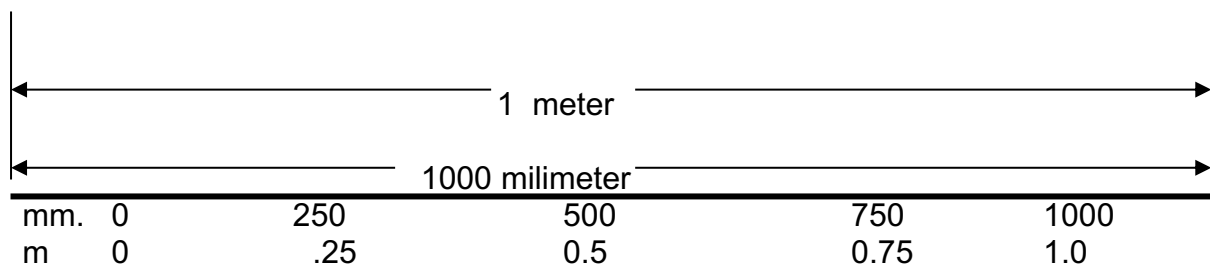
Daripada formula isipadu diatas, pengiraan berat boleh dilakukan sekiranya berat bahan tersebut diberi.

$$\text{Berat} = \text{Isipadu (m}^3\text{)} \times \text{Berat bahan}$$

Untuk lebih jelas adalah seperti berikut:

$$\text{Berat} = \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi (Tebal)} \times \text{Berat Bahan} = \text{tan}$$

Anda mesti boleh membuat pengiraan iaitu pengukuran-pengukuran termasuk bahagian- bahagian dalam unit meter (1.30 x 2.5 x 1.75 dan lain-lain) atau dengan unit milimeter sahaja.



Satu meter adalah 1000 mm

1 mm bersamaan dengan ke 1 /1000 atau 0.001 m

10 mm bersamaan dengan ke 1/100 atau 0.01 m

100 mm bersamaan dengan ke 1/10 atau 0.1 m

Ribu (*Thousand*), Ratus (*Hundred*), Puluh (*Tens*), Sa (*Units*)

T . H T U

Satu meter	1.000
Satu ratus milimeter	0.100
Sepuluh milimeter	0.010
Satu milimeter	0.001

Ukuran-ukuran yang berbeza unit tidak boleh di darab bersama. Jika dua unit yang berbeza hendak di darab bersama, unit-unit tersebut hendaklah ditukarkan menjadi sama.

Contoh:

1500 mm	= 1.5 m
1 m dan 30 mm	= 1.03 m
5 m dan 6 mm	= 5.006 m
2072	= 2.072 m

### 3.3.3 Unit tan kepada unit pounds

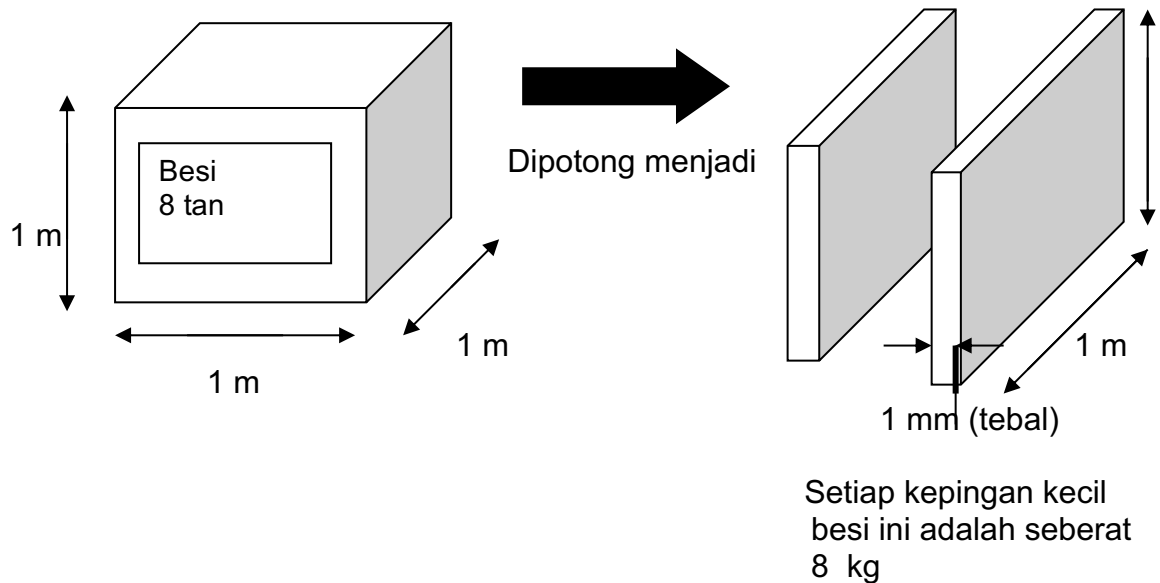
1 US tan	= 2000 lbs
1 (M) tan	= 2204 lbs
1 kg	= 2.2 lbs
1 meter	= 3.28 kaki

#### (a) Formula plat

Terdapat pelbagai jenis pengiraan berat untuk kepingan plat. Ia adalah mengikut kesesuaian ketebalan objek tersebut sebagai contoh kepingan-kepingan besi.

Diketahui bahawa berat 1 m<sup>3</sup> besi adalah 8 tan atau 8000 kg. Jadi besi tersebut boleh dipotong kepada setiap 1 m<sup>3</sup> menjadi 1000 kepingan kecil dan tiap-tiap kepingan tersebut berukuran 1 m x 1 m x 1mm serta berat setiap kepingan tersebut akan menjadi 8 kg.

$$8000 \text{ kg} / 1000 \text{ kepingan kecil} = 8 \text{ kg} / \text{keping}$$

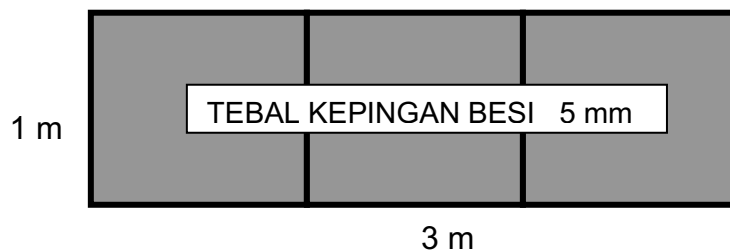


Di bawah ditunjukkan bagaimana fakta ini digunakan:

Sekeping - 1 m x 1 m x 1 mm beratnya 8 kg

Sekeping - 1 m x 1 m x 10 mm beratnya 80 kg

Sekeping - 2 m x 1 m x 10 mm beratnya 160 kg



Tiap-tiap 1 meter persegi kepingan ini adalah seberat 40 kg.

Cara mendapat berat tersebut:

5 mm (tebal) x 8 kg (berat kepingan besi setebal 1 mm) = 40 kg

Oleh itu untuk 3 meter persegi bagi kepingan ini ( $3 \times 1 = 3 \text{ m}^2$ )

Dengan ini beratnya ialah:  $3 \times 40 = 120 \text{ kg}$

**Formula untuk mengira berat kepingan besi adalah seperti berikut:**

$$\text{Berat} = \text{Luas (m}^2\text{)} \times \text{Tebal (mm)} \times \text{Berat bahan} = \text{kg}$$

Contoh: Berat =  $3 \times 1 \times 5 \times 8 = 120 \text{ kg}$

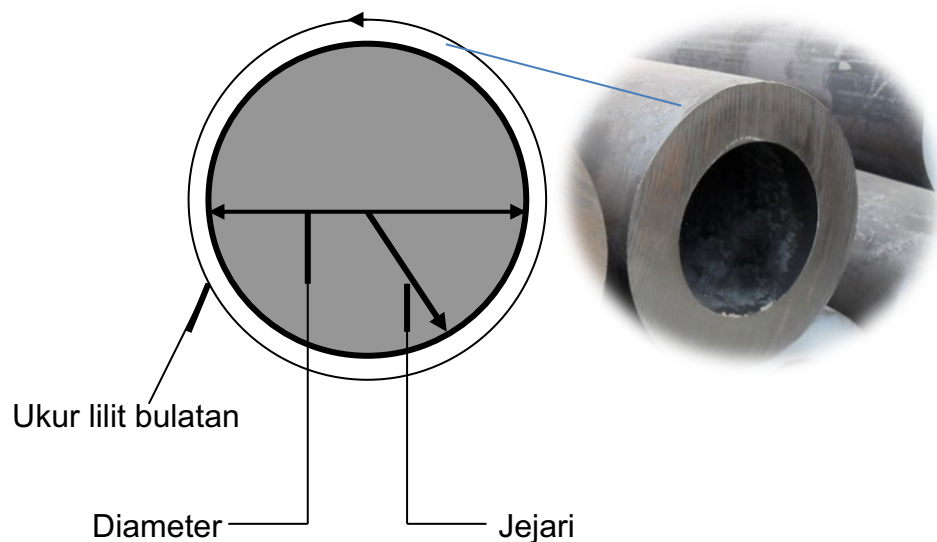
**Nota:** Kelebihan menggunakan formula plat adalah disebabkan ketebalannya dalam unit mm dan tidak perlu ditukar kepada unit meter atau tidak perlu menyamakan unit dalam pengiraan.

Formula ini boleh digunakan untuk konkrit atau mana-mana bahan yang dikeluarkan dalam bentuk meter padu.

### 3.3.4 Kiraan berta beban/jisim untuk objek berbentuk bulat

(a) Luas objek berbentuk bulat

Sebelum membuat kerja-kerja dengan objek yang berbentuk bulatan, adalah penting untuk memahami tiga jenis ukuran yang saling berkait antara satu sama lain.



Jejari adalah jarak daripada titik tengah bulatan kepada tepi bulatan. Jejari adalah setengah daripada diameter. Diameter adalah jarak yang merentangi bulatan dan melalui titik tengah bulatan dari tepi bulatan ke tepi bulatan. Diameter adalah dua kali jejari.

Ukur lilit bulatan adalah jarak mengelilingi bulatan tersebut dari tepi bahagian luar bulatan tersebut.

**Formula untuk membuat pengiraan luas bulatan adalah:**

$$\text{LUAS} = \text{DIAMETER} \times \text{DIAMETER} \times 0.79 = \text{m}^2$$

atau

$$\text{LUAS} = D \times D \times 0.79 = \text{m}^2$$

**Formula untuk membuat pengiraan Ukur lilit bulatan:**

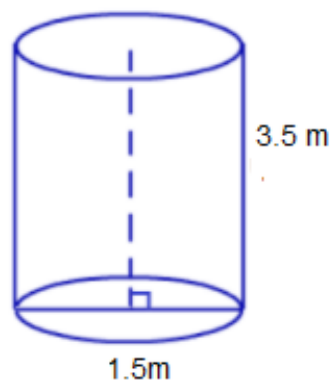
$$\text{UKUR LILIT BULATAN} = 3.142 \times \text{DIAMETER}$$

(b) Anggaran berat bulatan



Rajah 3.1: Tangki minyak (<http://www.finepunchfab.in>)

Tangki minyak ini di perbuat daripada besi keluli setebal 3 mm kepingan besi. Langkah pengiraan untuk mendapatkan berat tangki minyak ini adalah seperti berikut:



Langkah 1: Kira luas tangki besi ini

Tangki ini mempunyai dua permukaan bulatan di kedua-dua hujungnya:

Dapatkan kedua-dua luas permukaannya.

Jumlah Luas permukaan bulatan =  $D \times D \times 0.79 = m^2 \times 2$  (kedua-dua hujungnya) =  $m^2$

$$= 1.5 \times 1.5 \times 0.79 = 1.77 \times 2 = 3.5 \text{ m}^2$$

Badan tangki tersebut telah diperbuat daripada kepingan besi keluli yang digulung menjadi tiub atau bulat. Luas badan besi ini boleh dikira dengan menggunakan formula:

$$\text{Luas} = \text{Panjang} \times \text{Lebar} = m^2$$

Jika kita fikir badan tangki ini berbentuk segiempat tepat sudah tentu kepingan ini:

Panjang akan menjadi 3.5 m iaitu panjang tangki tersebut.

Kita akan mendapatkan ukur lilit tangki ini pada keseluruhan bulatan ini dengan menggunakan formula berikut:

$$\text{Ukur lilit bulatan} = 3.142 \times \text{Diameter} = m$$

$$\text{Luas badan tangki} = 3.142 \times \text{Diameter (D)} \times \text{Panjang (L)} = m^2 \text{ (Luas silinder)}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah luas besi} &= \text{Luas kedua-dua permukaan hujung} + \text{luas badan tangki} \\ &= 3.5 + 16.5 = 20 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Langkah 2: Pengiraan berat besi

$$\text{BERAT} = \text{Luas} \times \text{Tebal} \times \text{Berat Bahan} = \text{Tan}$$

Pengiraan:

$$\text{Luas} = 20 \text{ m}^2$$

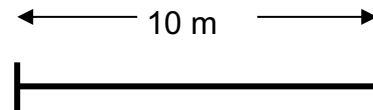
Tebal kepingan besi badan tangki 3 mm perlu ditukar kepada 0.003 m

Berat bahan = 8 kg (Berat kepingan besi 1 meter persegi setebal 1 mm)

$$\text{Oleh itu berat tangki} = 20 \times 0.003 \times 8 = 0.48 \text{ tan}$$

**CONTOH – CONTOH PENGIRAAN BERAT BEBAN/JISIM**

1. 2 batang I beam: Cari beratnya?

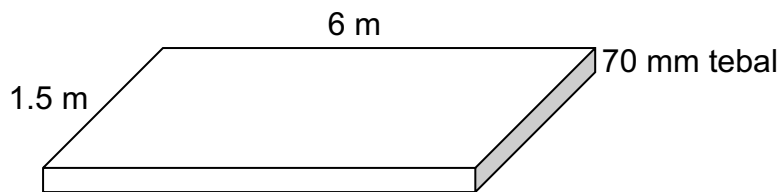


diberi: 1 meter panjang = 100 kg

1 batang panjang = 10 m

Jawapan:  $10\text{ m} \times 100\text{ kg} \times 2\text{ batang} = 2.0\text{ tan}$

2. 2 Keping papan besi (besi lembut): Cari beratnya?



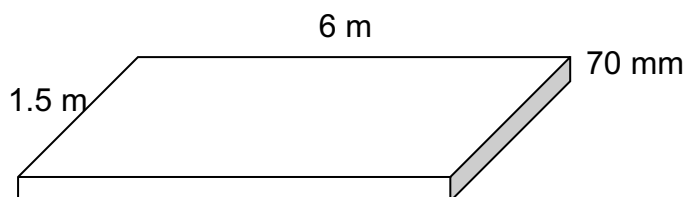
Penyelesaian:

Tebal 70 mm = 0.07 m

Jawapan :  $6\text{ m} \times 1.5\text{ m} \times 0.07\text{ m} \times 7.84\text{ tan} = 4.939\text{ tan} \times 2 = 9.878\text{ tan}$

3. 2 keping papan besi: Cari beratnya?

Diberi: Berat 1 meter persegi = 100 kg

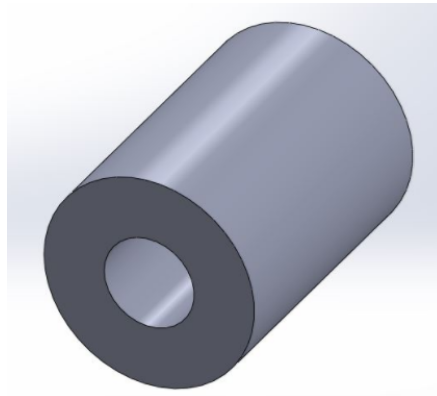


Penyelesaian:

Tukarkan tebal 70 mm kepada meter = 0.07 m

Jawapan:  $6\text{ m} \times 1.5\text{ m} \times 100\text{ kg} = 900\text{ kg} \times 2 = 1800\text{ kg}$

4. Cari isipadu dan berat paip berikut:



Diberi:

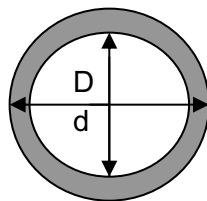
Panjang = 6 m

Diameter = 1.5 m (Diamteter)

Tebal = 20 mm

Penyelesaian:

Tukarkan tebal 20 mm kepada 0.020 m



Pi ( $\pi$ ) = 3.142

D = 1.5 m

d = 1.5 - (0.020 + 0.020) = 1.460 m

**Isipadu paip = 3.142 x Panjang x Diamteter luar x Tebal = m<sup>3</sup>**

Isipadu paip = 3.142 x 6 m x 1.5 m x 0.02 m = 0.565 m<sup>3</sup>

atau

$$\frac{\pi (D - d)^2}{4} \times \text{Panjang}$$

$$\frac{3.142 (1.5 - 1.46)^2}{4} \times 6 = 0.558 \text{ m}^3$$

Jumlah berat batang paip = 0.565 x 2.4 tan = 1.356 tan

Nota:

Berat besi batang paip 1 meter meter padu (tebal 20 mm) boleh didapati dari berat bahan binaan = 2.4 tan



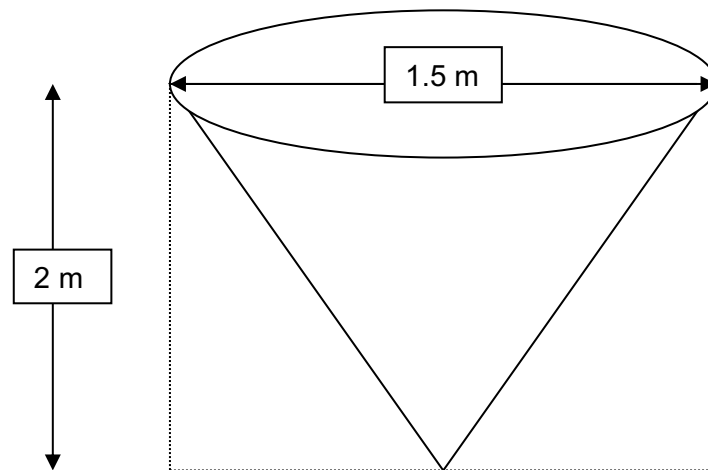
5. Tong konkrit (*bucket concrete*) berisi konkrit. Cari berat tong konkrit berisi konkrit tersebut?

Diberi:

Berat tong konkrit kosong = 300 kg

Diamteter permukaan atas tong konkrit = 1.5 meter

Tinggi tong konkrit = 2 meter



Penyelesaian:

Tukarkan berat tong kosong 300 kg kepada 0.3 tan.

Gunakan formula Isipadu Kon =  $\frac{0.79 \times \text{Diamteter} \times \text{Diamteter} \times \text{Tinggi}}{3}$

atau  $\frac{\pi J^2 \times \text{Tinggi}}{3}$

atau  $\frac{\pi D^2 \times \text{Tinggi}}{12}$

Nota: J=Jeja), D = Diameter,  $\pi = \text{Pi} = 3.142$

### Langkah 1

Cari Isipadu tong konkrit:

Isipadu tong konkrit =  $0.79 \times 1.5\text{m} \times 1.5\text{m} \times 2\text{m} / 3 = 1.185 \text{ m}^3$

### Langkah 2

Cari berat konkrit:

Gunakan berat konkrit basah =  $2.4 \text{ tan/m}^3$  (dapatkan dalam Jadual 3.1)

$$\begin{aligned}
 \text{Berat konkrit basah dalam tong} &= \text{Isipadu Tong konkrit (m}^3\text{)} \times 2.4 \text{ tan/m}^3 = \text{Tan} \\
 &= 1.185 \text{ m}^3 \times 2.4 \text{ tan/m}^3 \\
 &= 2.844 \text{ tan}
 \end{aligned}$$

### Langkah 3

Cari Berat tong konkrit berisi konkrit:

Berat tong kosong diberi 300 kg dan tukarkan kepada 0.3 tan

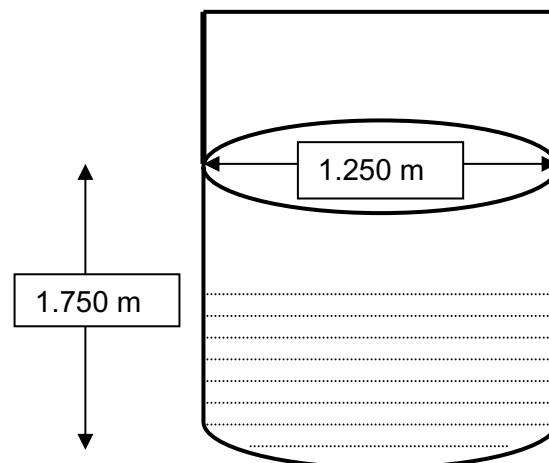
Berat tong konkrit berisi konkrit = berat konkrit basah dalam tong + Berat tong konkrit kosong:

$$\begin{aligned}
 &= 2.844 \text{ tan} + 0.3 \text{ tan} \\
 &= 3.144 \text{ tan}
 \end{aligned}$$

6. Cari berat tong berisi dengan  $\frac{3}{4}$  air.

Diberi:

Berat tong kosong = 300 kg



Penyelesaian:

### Langkah 1

Dapatkan ketinggian air dalam tong  $\frac{3}{4}$  daripada ketinggian tong

$$= 1.750 \text{ m} \times \frac{3}{4} = 1.313 \text{ m}$$

### Langkah 2

Dapatkan isipadu kandungan air dalam tong = Diameter x Diameter x Tinggi

$$\times 0.79 = \text{m}^3$$

$$= 1.250 \text{ m} \times 1.250 \text{ m} \times 1.313 \text{ m} \times 0.79 = 1.621 \text{ m}^3$$

### Langkah 3

Cari berat kandungan air dalam tong:

$$\begin{aligned}\text{Berat kandungan air dalam tong} &= \text{Isipadu air (m}^3\text{)} \times 1.0 \text{ tan/m}^3 \\ &= 1.621\text{m}^3 \times 1.0 \text{ tan/m}^3 \\ &= 1.621 \text{ tan}\end{aligned}$$

### Langkah 4

Dapatkan berat tong berisi  $\frac{3}{4}$  air.

Diberi berat tong kosong 300 kg ditukarkan kepada 0.3 tan

$$\begin{aligned}\text{Jumlah berat} &= \text{berat tong} + \text{berat kandungan air} \\ &= 1.621 \text{ tan} + 0.3 \text{ tan} \\ &= 1.921 \text{ tan}\end{aligned}$$

---

### Bibliografi

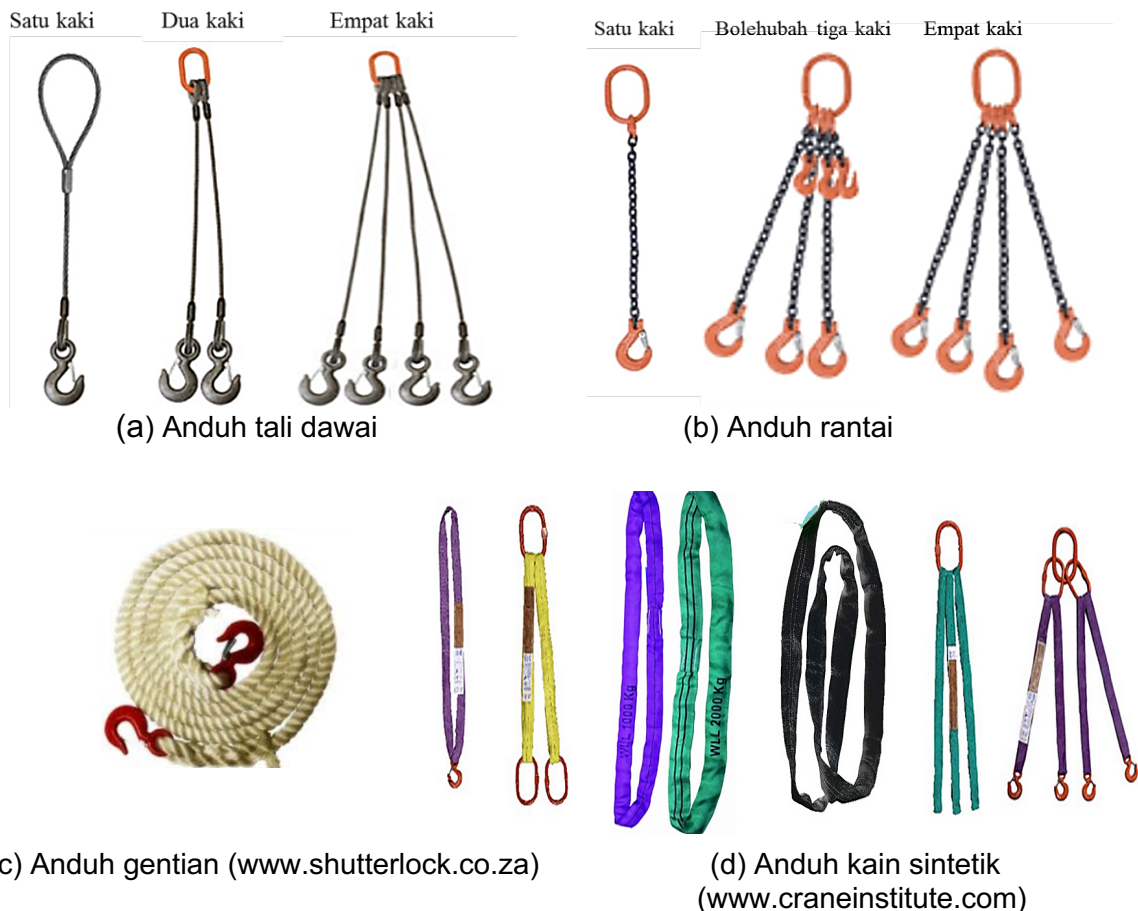
- Book: Cranes and Derricks,  
[http://www.petronet.ir/documents/10180/2324297/Cranes\\_and\\_Derricks](http://www.petronet.ir/documents/10180/2324297/Cranes_and_Derricks)
- Canada: Occupational Health and Safety Code 2009,  
[https://work.alberta.ca/documents/WHS-LEG\\_ohsc\\_p06.pdf](https://work.alberta.ca/documents/WHS-LEG_ohsc_p06.pdf)
- New Zealand: Approved Code of Practice for Cranes,  
<https://www.worksafe.govt.nz/worksafe/information-guidance/all-guidance-items/acop-cranes/cranes-acop-2009.pdf>
- Nota Operator Kren Menara, Institut Kemahiran Tinggi Belia Negara (IKTBN), Kementerian Belia dan Sukan, Bachok, Kelantan, 2004.
- Nota Operator Kren Menara, Institut Kemahiran Tinggi Belia Negara (IKTBN), Kementerian Belia dan Sukan, Chembong, Negeri Sembilan, 2003.
- Nota Tower Crane Operator, Gamuda Plant Operator School (GPOS), Shah Alam, Selangor, 2002.
- US: Environmental, health and safety (EHS) departments,  
<http://www.ehsdb.com/tower-crane-safety.php>
- US: Occupational Safety and Health Program, A Guide to Cranes and Derricks,  
<http://www.nclabor.com/osha/etta/indguide/ig20.pdf>
- US: OSHAcademy Occupational Safety and Health Training,  
<http://www.oshatrain.org/courses/mods/820m1.html>

## BAB 4

### KAEDAH MENGIKAT BEBAN (ANDUH)

#### 4.1 Pengenalan

Anduh didefinisikan sebagai alat yang digunakan untuk mengikat sesuatu supaya yang diikat itu tergantung. Di dalam sektor binaan, anduh digunakan untuk mengikat beban semasa kerja-kerja mengangkat, menurun atau menggantung yang dijalankan oleh kren menara serta kren bergerak. Terdapat beberapa jenis anduh yang digunakan dan penggunaan anduh bergantung kepada jenis beban yang akan diangkat. Di antara anduh yang biasa digunakan di tapak bina adalah anduh tali dawai, anduh rantai, anduh kain sintetik dan anduh fiber. Rajah 4.1 di bawah menunjukkan antara jenis-jenis anduh yang biasa digunakan di tapak bina.

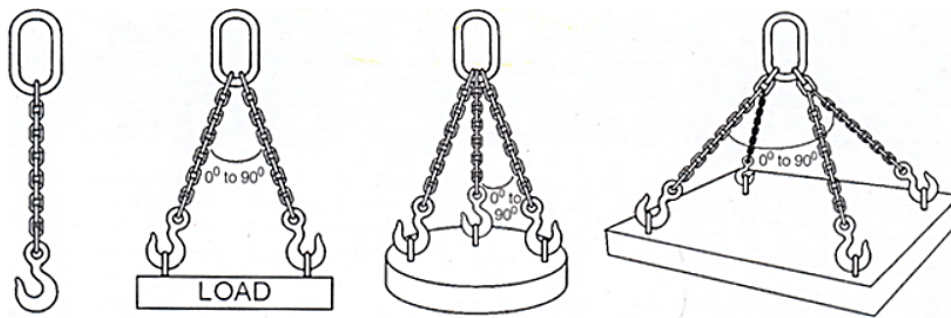


Rajah 4.1 Antara jenis-jenis anduh yang biasa digunakan di tapak bina  
([www.uscargogocontrol.com/Lifting-Slings](http://www.uscargogocontrol.com/Lifting-Slings))

## 4.2 Ikatan Anduh Pada Beban

### 4.2.1 Anduh tunggal (*Direct hitch*)

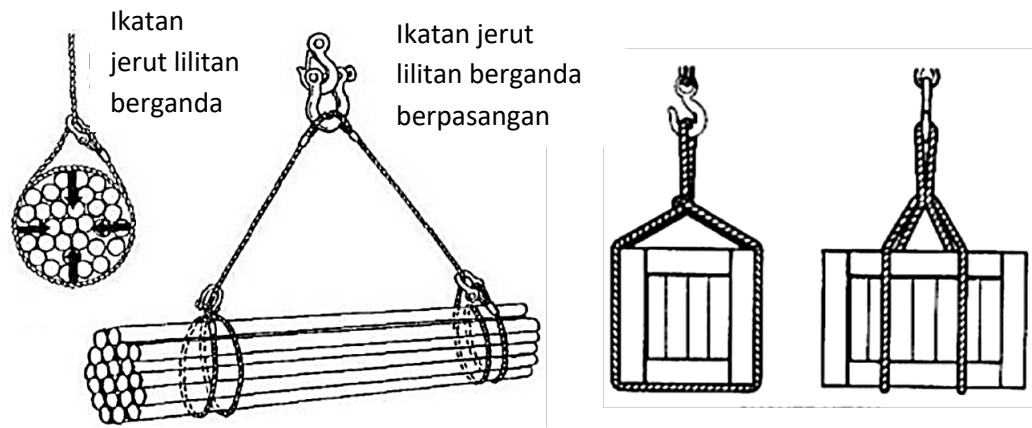
Anduh jenis ini dipasang secara lurus dan tunggal tanpa dibengkokkan atau dijerut kepada beban. Ikatannya kepada beban adalah dengan menggunakan cangkuk pada setiap tempat yang telah dipasangkan *bow* atau *eye bow* kepada beban tersebut. Apabila menggunakan anduh lebih dari satu iaitu anduh 2 kaki, 3 kaki atau 4 kaki, ianya juga tidak dilipat menjadi dua atau lebih ikatan dan tidak dijerut, ianya masih lagi dikategorikan sebagai anduh tunggal seperti dalam Rajah 4.2.



Rajah 4.2 Ikatan anduh tunggal dari kiri, satu kaki, dua kaki, tiga kaki dan empat kaki ([www.lifttechnique.com](http://www.lifttechnique.com))

### 4.2.2 Anduh jerut/lilit (*Choke hitch/reeved hitch*)

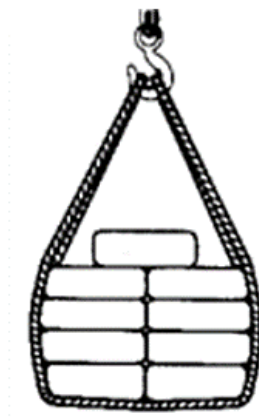
Melalui kaedah ini, beban diikat dengan cara melilit atau menjerut dengan menggunakan anduh yang sama. Anduh jenis ini dijadikan *eye* pada hujungnya samada satu anduh atau lebih daripada satu anduh (Rajah 4.3). Apabila beban diangkat, anduh yang telah dililit pada beban akan mengetatkan ikatan tersebut semasa proses regangan anduh berlaku. Anduh juga boleh dijerut dua kali (*double wrap*) mengelilingi beban untuk megalakkan beban dari terkeluar dari jerutan anduh atau tertarik keluar dari ikatannya. Contohnya ketika mengangkat paip silinder dengan jumlah yang banyak. Ikatan jenis ini juga boleh digunakan untuk memendekkan anduh.



Rajah 4.3 Ikatan anduh jerut/lilit (www.practicalmaintenance.net, www.globalsecurity.org)

### 4.2.3 Anduh raga (*Basket hitch*)

Anduh jenis ini dilepaskan mengelilingi beban dan kedua-dua hujung anduh tersebut disambungkan kepada cangkuk pada bongkah cangkuk kren menara atau ditambah dengan rasuk pengangkat (Rajah 4.4).



Rajah 4.4 Ikatan anduh raga (www.practicalmaintenance.net)

## 4.3 Terminologi Anduh

### 4.3.1 Had beban kerja

Had beban kerja (*Working load limit, WLL*) ialah beban maksimum yang boleh dikenakan ke atas peralatan mengangkat atau alat bantu angkat bagi mengelakkan kemusnahan. Setiap peralatan mengangkat mempunyai nilai

WLL masing-masing. Oleh itu, nilai WLL yang paling rendah perlu dijadikan sebagai nilai rujukan untuk kerja mengangkat sekiranya peralatan atau alat bantu angkat yang digunakan mempunyai nilai WLL yang berbeza.

#### 4.3.2 Beban kerja selamat

Beban kerja selamat (*safe working load*, SWL) adalah terma lama yang digunakan untuk menentukan beban maksimum bagi mengelakkan kemusnahan peralatan tersebut sebelum diperkenalkan WLL. Kebanyakan peralatan mengangkat atau alat bantu angkat sekarang menggunakan label WLL.

#### 4.3.3 Kekuatan patah

Kekuatan patah (*breaking strength*, BS) adalah daya sebenar yang diperlukan untuk menyebabkan kemusnahan pada peralatan mengangkat.

#### 4.3.4 Beban prof

Beban prof (*proof loading*) ialah had beban kegagalan yang ditentukan melalui ujian bahan berkenaan. Nilai beban kerja selamat mesti di bawah nilai beban prof. Anduh yang digunakan untuk mengangkat beban perlu mempunyai sijil ujian ini daripada pengeluar.

#### 4.3.5 Faktor keselamatan

Faktor keselamatan (*safety factor*, FS) digunakan untuk mengelakkan sebarang kegagalan dalam semua bidang terutamanya reka bentuk kejuruteraan. Nilai SF berbeza mengikut peralatan mengangkat dan ianya digunakan dalam pengiraan WLL/SWL. Jadual 4.1 menunjukkan nilai SF bagi beberapa jenis peralatan mengangkat.

Jadual 4.1 Faktor Keselamatan mengikut jenis anduh

Jenis anduh	Faktor keselamatan
Semua jenis anduh apabila digunakan untuk mengangkat manusia	10
Kain sintetik	8
Tali gentian	6
Tali dawai	5
Rantai (keluli)	4

Hubungkait antara BS, SF dan WLL adalah seperti persamaan (4.1) di bawah;

$$BS \div SF = WLL \quad (4.1)$$

Contoh:

Tali dawai yang digunakan untuk anduh mempunyai nilai minimum kekuatan atah (BS) = 10 ton. Berapakah nilai Working Load Limit, WLL untuk anduh yang digunakan?

Jawapan

Berpandukan kepada Jadual 4.1, SF untuk anduh tali dawai adalah 5. Dengan menggunakan persamaan (4.1) di atas, nilai WLL dapat diperolehi.

BS= 10, SF=5

Jadi,  $WLL = 10 \div 5 = 2$  ton (Beban maksimum yang dibenarkan)

Penggunaan SF sangat penting bagi memastikan terdapatnya jurang beban yang besar sebelum ianya mencapai beban yang boleh menyebabkan kemusnahan anduh. Oleh itu, berpandukan kepada pengiraan di atas, pengguna hanya dibenarkan mengangkat beban maksima sebanyak 2 ton (=WLL). Sebelum menggunakan peralatan mengangkat, pastikan semua peralatan tersebut mempunyai tanda SWL atau WWL dan perlu mematuhiinya. Nota di bawah adalah sangat penting sebagai pengetahuan setiap pengguna.



The safety margin is built into the  
SWL/WLL to protect the user,

**IT MUST BE STRICTLY ADHERED!**

#### 4.4 Faktor Sudut dan Faktor Beban

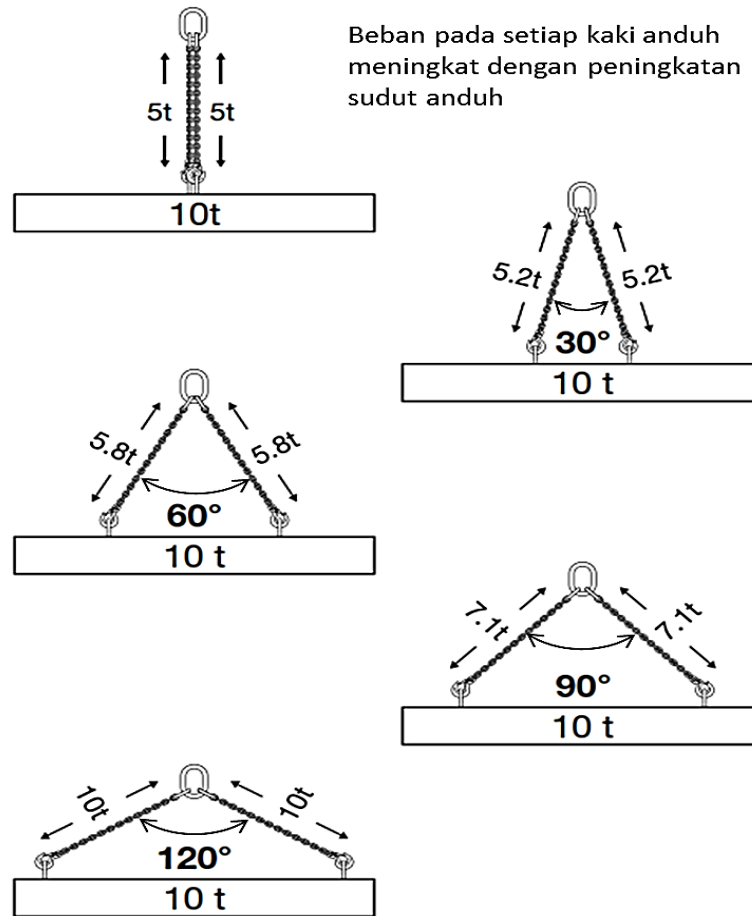
Terdapat dua faktor utama yang boleh memberi kesan kepada kekuatan anduh semasa pengoperasian iaitu Faktor Sudut dan juga Faktor Beban.

##### 4.4.1 Faktor sudut

Sudut anduh pada beban boleh memberi kesan kepada kekuatan anduh tersebut.

- Apabila sudut anduh (*sling*) bertambah, ketegangan anduh juga bertambah.
- Apabila ketegangan anduh bertambah, kapasiti kekuatan anduh berkurang

Rajah 4.5 menunjukkan beban yang sama diangkat menggunakan anduh tunggal 2-kaki jenis rantai dengan 5 sudut yang berbeza. Sudut anduh ditukar daripada  $0^\circ$  kepada  $120^\circ$  dan beban pada kaki anduh berubah daripada 5 ton kepada 10 ton. Ini dengan jelas membuktikan sudut mempengaruhi ketegangan serta kekuatan anduh.



Rajah 4.5 Faktor sudut kepada ketegangan anduh (Laing O'Rourke 2008)

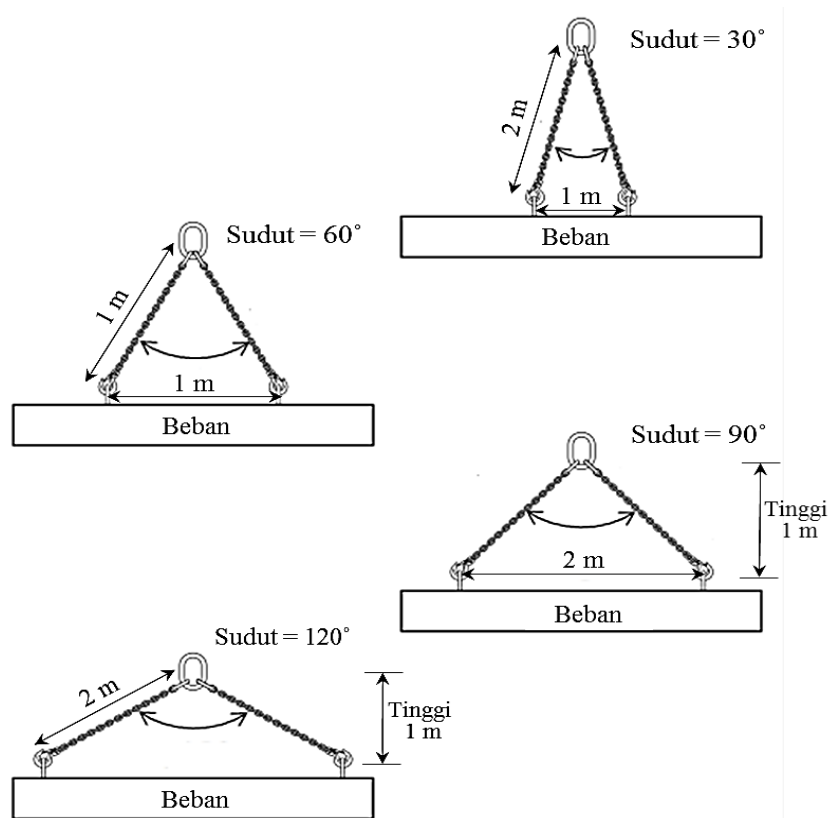
Jadual 4.2 merumuskan kadar peningkatan ketegangan anduh dengan peningkatan sudut anduh tersebut.

Jadual 4.2 Peningkatan ketegangan anduh dengan peningkatan sudut serta faktor sudut anduh

Sudut anduh	Peratus peningkatan ketegangan anduh	Faktor sudut
30°	3%	1.93
45°	7%	1.85
60°	15%	1.73
90°	41%	1.41
120°	100%	1.00

### Cara-cara menganggar sudut pada anduh

Semasa pengoperasian, sudut anduh yang diikat pada beban dapat dianggarkan sekiranya panjang kaki anduh serta jarak antara dua ikatan atau ketinggiannya diketahui. Sudut-sudut yang mudah untuk dianggarkan ialah  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$  dan  $120^\circ$  (Rajah 4.6).

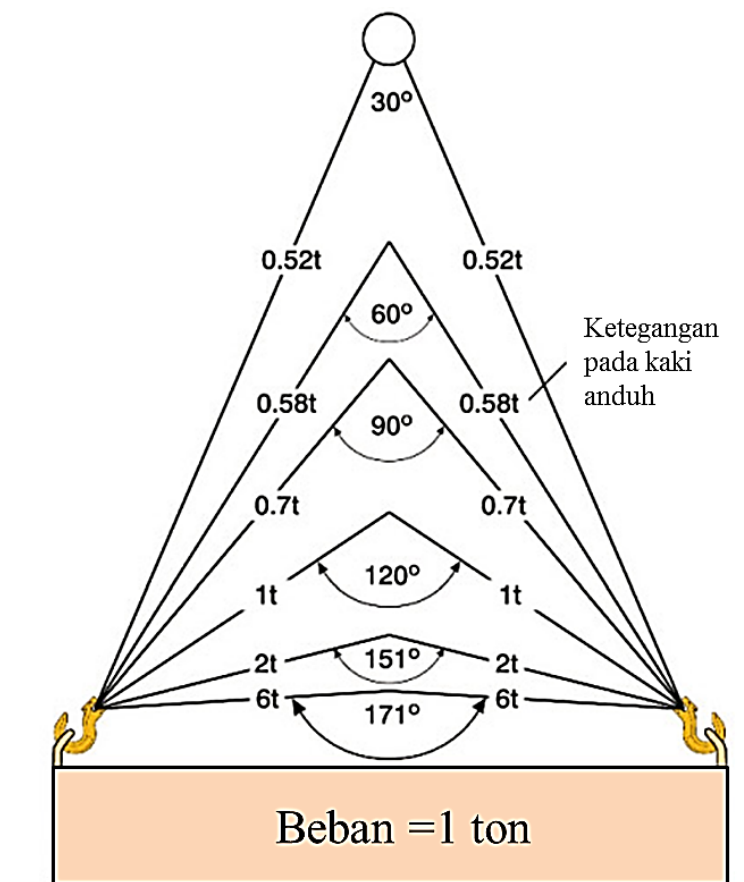


Rajah 4.6 Cara anggaran sudut anduh

Walaupun begitu, pengguna perlu mengetahui perkara berikut;

- Sudut anduh yang terbaik =  $60^\circ$
- Sudut maksima bagi semua jenis anduh =  $120^\circ$
- Sudut maksima anduh yang disyorkan =  $90^\circ$

Rajah 4.7 di bawah menunjukkan peningkatan ketegangan anduh dengan peningkatan sudut anduh daripada  $30^\circ$  sehingga  $171^\circ$  untuk mengangkut beban sebanyak 1 ton.

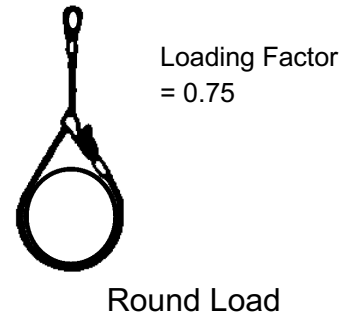
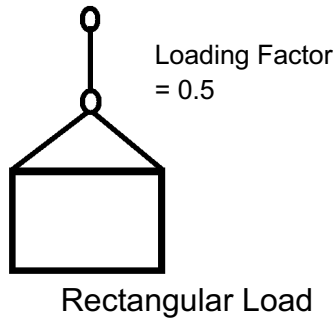
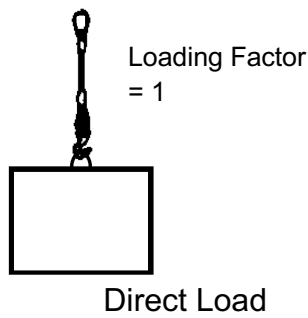


Rajah 4.7 Peningkatan ketegangan anduh dengan peningkatan sudut anduh  
([www.williamhacket.co.uk](http://www.williamhacket.co.uk))

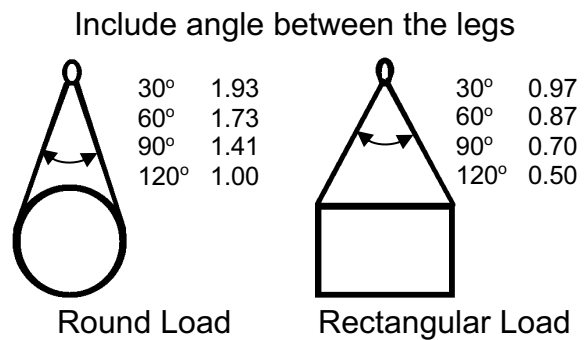
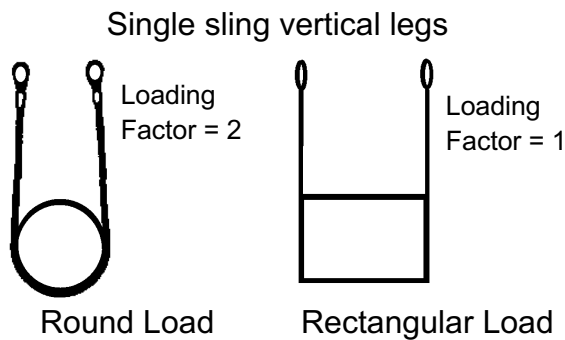
#### 4.4.2 Faktor beban

Faktor beban (FB) juga mempengaruhi kekuatan anduh yang mana ianya digunakan dalam pengiraan WLL/SWL. Faktor beban bergantung kepada jenis ikatan anduh serta bentuk beban yang diangkat. Rajah 4.8 menunjukkan nilai faktor beban bagi pelbagai jenis kaedah ikatan anduh serta beban yang berbeza.

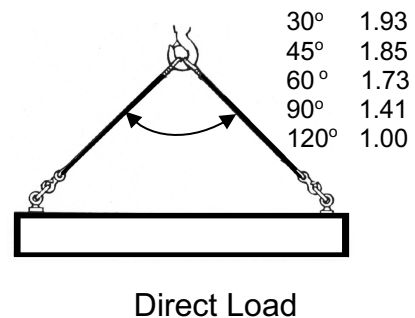
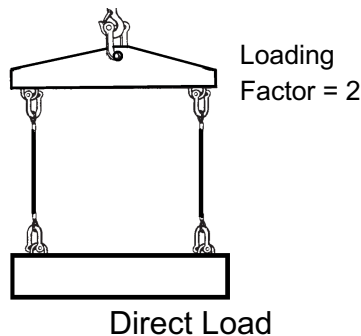
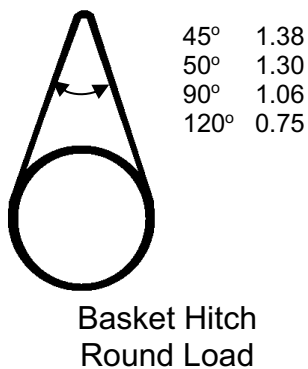
**SINGLE SLING**



**BASKET HITCH**



**ENDLESS SLING OR GROMMET**



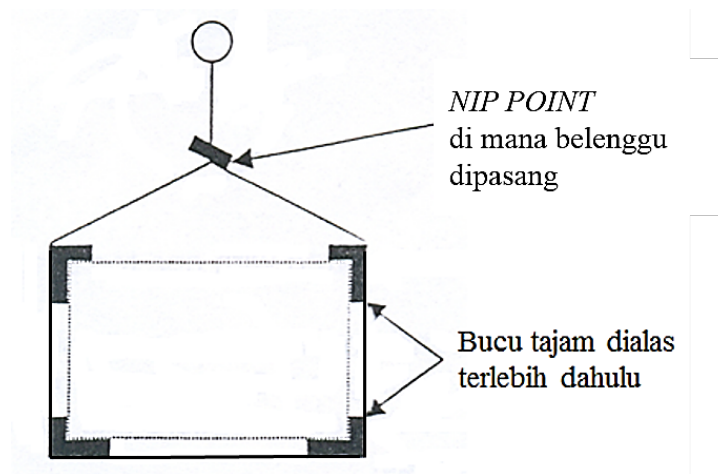
Rajah 4.8 Faktor beban dengan pelbagai kaedah ikatan anduh serta beban yang berbeza bentuk. (www.cranecrew.com)

**Kehilangan Kekuatan Anduh Dengan Ikatan Jerut (*Choke Hitch*)**

Dalam satu ikatan jerut, kekuatan tali yang digunakan untuk mengangkat beban boleh berkurang sebanyak 50% (lihat Jadual 4.3). Ikatan tali yang dibelit atau disimpul akan menyebabkan kekuatan tali berkurangan dan boleh mendatangkan kegagalan atau kemusnahan semasa tali tersebut dalam keadaan regangan. Oleh itu, ikatan jerut adalah sama dengan jenis ikatan

anduh yang diikat secara mudah membentuk *sharp bend* yang mana pusat sambungan tali (*nip point*) perlu dikenal pasti (Rajah 4.8).

Apabila beban berbentuk segi empat diangkat secara jerut, penambahan ketegangan kepada setiap bucu beban akan berlaku. Jadual 4.3 di bawah menunjukkan peratus kehilangan kekuatan anduh yang disebabkan oleh bucu segi empat beban tersebut. Ia juga menunjukkan faktor beban berdasarkan bentuk beban dan jenis anduh.



Rajah 4.8 Pusat beban anduh

Jadual 4.3 Peratus penurunan kekuatan anduh yang diikat secara jerut serta faktor beban mengikut jenis anduh dan bentuk beban anduh

Jenis anduh	Beban silinder	Beban segi empat
Tali gentian	25% (F.B: 0.75)	50% (F.B: 0.5)
Tali dawai	25% (F.B: 0.75)	50% (F.B: 0.5)
Rantai <i>Drane T</i>	25% (F.B: 0.75)	25% (F.B: 0.75)
Kain sintetik	20% (F.B: 0.8)	20% (F.B: 0.8)

### Kesan bucu kepada anduh bagi beban berbentuk segi empat

Apabila ikatan raga digunakan, bucu-bucu tajam pada beban berbentuk segi empat akan melemahkan anduh (Rajah 4.8). Apabila pelapik diletakkan pada bucu-bucu tersebut, anduh akan dilindungi dan boleh mengurangkan kadar kehilangan kekuatan anduh tersebut. Pelapik-pelapik bucu mesti digunakan

dengan bulatan atau anduh ikatan raga dan ianya akan mengurangkan 20% kehilangan kekuatan beban.

#### 4.4.3 Pengiraan SWL berpandukan kepada faktor sudut dan faktor beban

Hubungkait di antara faktor sudut, faktor beban serta SWL/WLL ditunjukkan dalam persamaan (4.2):

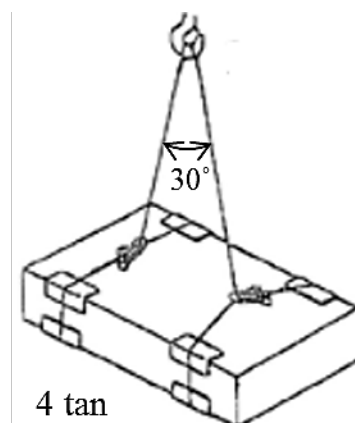
$$WLL = \text{Berat beban} \div \text{Faktor sudut} \div \text{Faktor beban} \quad (4.2)$$

Daripada persamaan (4.2), beban maksima boleh dikira dengan persamaan (4.3) di bawah sekiranya nilai WLL diketahui:

$$\text{Beban maksimum} = WLL \times \text{Faktor sudut} \times \text{Faktor beban} \quad (4.3)$$

Contoh 1: Beban segiempat

Beban 4 tan berbentuk 4 segi diikat pada anduh tali dawai dengan ikatan tunggal 2-kaki dengan sudut  $30^\circ$  seperti Rajah 4.9. Berapakah nilai WLL yang perlu bertanda pada peralatan tersebut bagi membolehkan ia digunakan untuk mengangkat beban ini?



Rajah 4.9 Beban segiempat

Jawapan

Beban = 4 tan

Sudut anduh =  $30^\circ$

Faktor sudut (Rujuk Jadual 4.2: ikatan jerut pada sudut  $30^\circ$ ) = 1.93

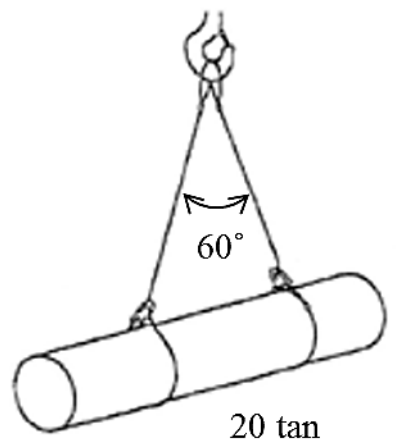
Faktor beban (Rujuk Jadual 4.3: tali dawai, beban segiempat) = 0.5

$$\begin{aligned} \text{Jadi, W.L.L} &= \text{Berat beban} \div \text{Faktor sudut} \div \text{Faktor beban} \\ &= 4 \div 1.93 \div 0.5 \\ &= \underline{4.15 \text{ tan}} \end{aligned}$$

**Oleh itu, anduh dengan WLL yang sama atau lebih daripada 4.15 tan boleh digunakan untuk mengangkat beban ini.**

Contoh 2: Beban silinder

Beban 20 tan berbentuk silinder diikat pada anduh kain sintetik dengan ikatan tunggal 2-kaki dengan sudut  $60^\circ$  seperti Rajah 4.10. Berapakah nilai WLL yang perlu bertanda pada peralatan tersebut bagi membolehkan ia digunakan untuk mengangkat beban ini?



Rajah 4.10 Beban silinder dengan sudut ikatan  $60^\circ$

Jawapan

Beban = 20 tan

Sudut anduh =  $60^\circ$

Faktor sudut (Rujuk Jadual 4.2: ikatan jerut pada sudut  $60^\circ$ ) = 1.73

Faktor beban (Rujuk Jadual 4.3: kain sintetik, beban silinder) = 0.8

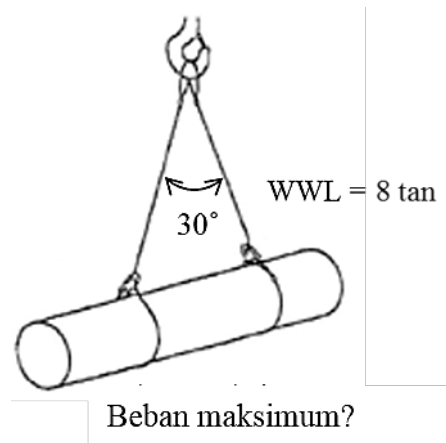
$$\begin{aligned} \text{Jadi, W.L.L} &= \text{Berat beban} \div \text{Faktor sudut} \div \text{Faktor beban} \\ &= 20 \div 1.73 \div 0.8 \\ &= \underline{14.45 \text{ tan}} \end{aligned}$$

**Oleh itu, anduh dengan WLL yang sama atau lebih daripada 14.45 tan boleh digunakan untuk mengangkat beban ini.**



### Contoh 3: Berat maksima bagi beban silinder

Beban berbentuk silinder diikat pada anduh kain sintetik dengan ikatan tunggal 2-kaki dengan sudut  $30^\circ$  seperti Rajah 4.11. Berapakah berat maksima beban yang boleh diangkat oleh anduh ini?



Rajah 4.11 Beban silinder dengan sudut ikatan  $30^\circ$

#### Jawapan

WLL = 8 tan

Sudut anduh =  $30^\circ$

Faktor sudut (Rujuk Jadual 4.2: ikatan jerut pada sudut  $30^\circ$ ) = 1.93

Faktor beban (Rujuk Jadual 4.3: kain sintetik, beban silinder) = 0.8

Jadi, merujuk kepada persamaan (3)

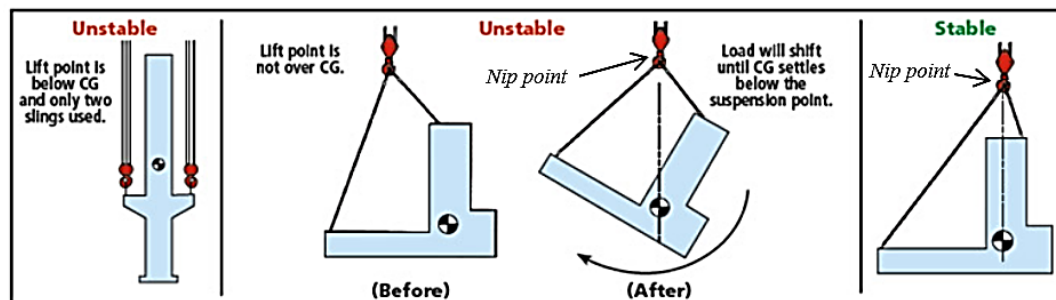
$$\begin{aligned} \text{Beban maksima} &= \text{WLL} \times \text{Faktor sudut} \times \text{Faktor beban} \\ &= 8 \times 1.93 \times 0.8 \\ &= \underline{12.35 \text{ tan}} \end{aligned}$$

**Oleh itu, berat maksima beban yang boleh diangkat dengan anduh WLL=8 tan ini ialah 12.35 tan.**

#### 4.5 Pusat Graviti dan Keseimbangan Objek

Sesuai beban (beban yang diangkat) dapat diimbangkan pada satu titik yang dinamakan pusat graviti. Ia juga disebut sebagai titik keseimbangan objek. Bentuk serta orientasi objek akan mempengaruhi kedudukan pusat graviti. Oleh

itu, amat penting bagi seorang jurutali untuk mengetahui pusat graviti sesuatu objek supaya ianya dalam keadaan stabil dan seimbang semasa diangkat menggunakan kren. Rajah 4.12 menunjukkan ikatan tidak seimbang yang menyebabkan objek yang diangkat berpusing sebaik sahaja diangkat. Objek tersebut walaubagaimanapun menjadi stabil setelah titik keseimbangan atau pusat gravitinya berada dalam kedudukan sebaris secara menegak dengan punca ikatan (ikatan anduh pada belunggu)



Rajah 4.12 Pusat graviti dan keseimbangan objek  
([https://www.lift-it.com/info\\_hitches\\_all.asp](https://www.lift-it.com/info_hitches_all.asp))

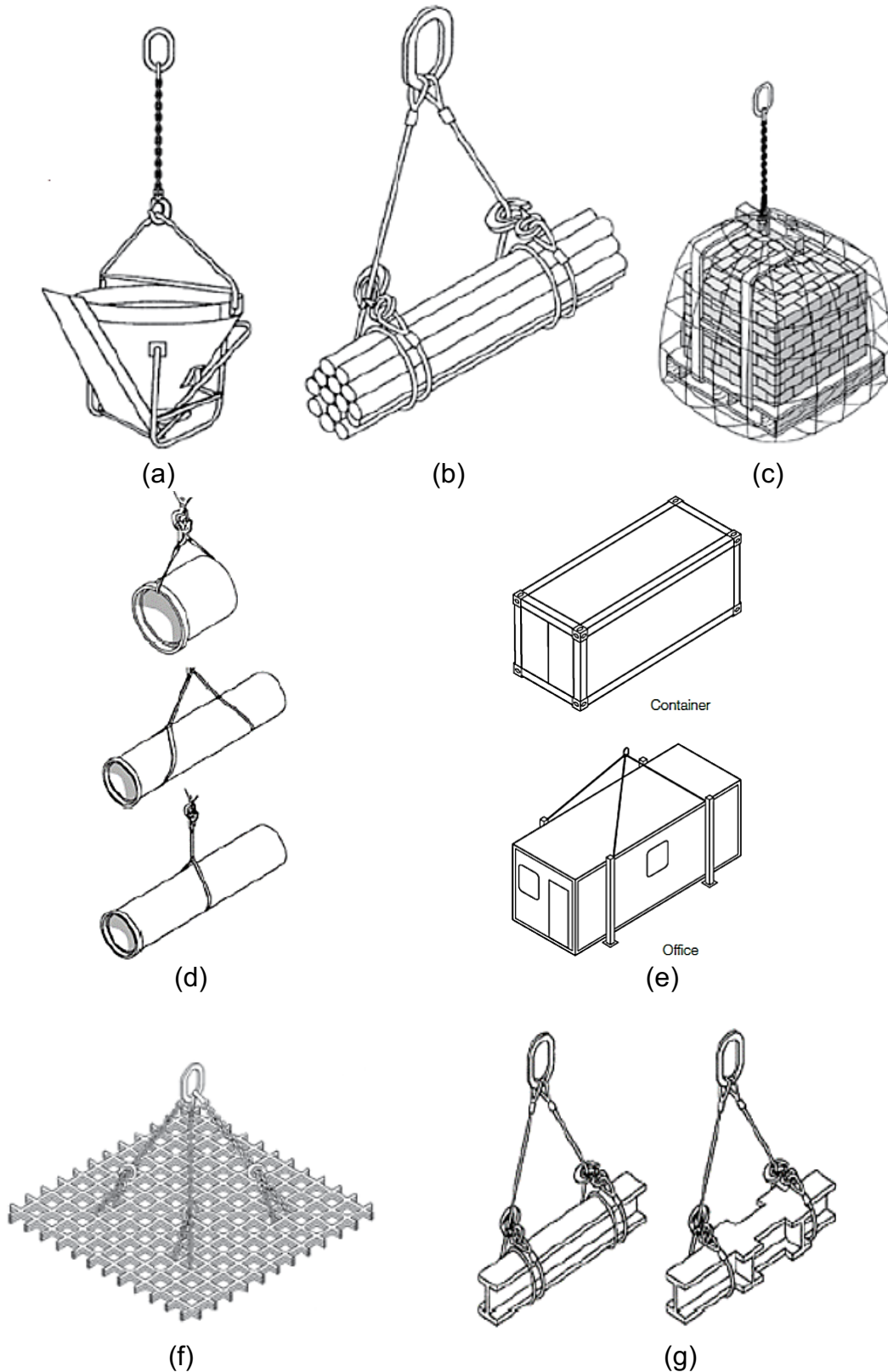
#### 4.6 Penggunaan Anduh Mengikut Kesesuaian Beban

Bagi menjamin keselamatan semasa kerja kerja mengangkat, pemilihan anduh yang bersesuaian perlu dilakukan berpandukan perkara seperti di bawah;

- Jenis beban yang akan diangkat
- Berat beban tersebut
- Saiz beban-beban bersaiz besar memerlukan anduh yang lebih panjang
- Bentuk dan orientasi beban
- Samada beban tersedia dengan tempat penyambung anduh atau tidak
- Samada beban mudah rosak atau tidak
- Samaada beban individu atau beban yang terikat dengan beberapa bilangan
- Ikatan berganda perlu menggunakan anduh panjang
- Samaada beban jenis jongkong atau batu-bata

Contoh-contoh beban yang biasa diangkat serta penggunaan anduh yang betul ditunjukkan dalam Rajah 4.13.

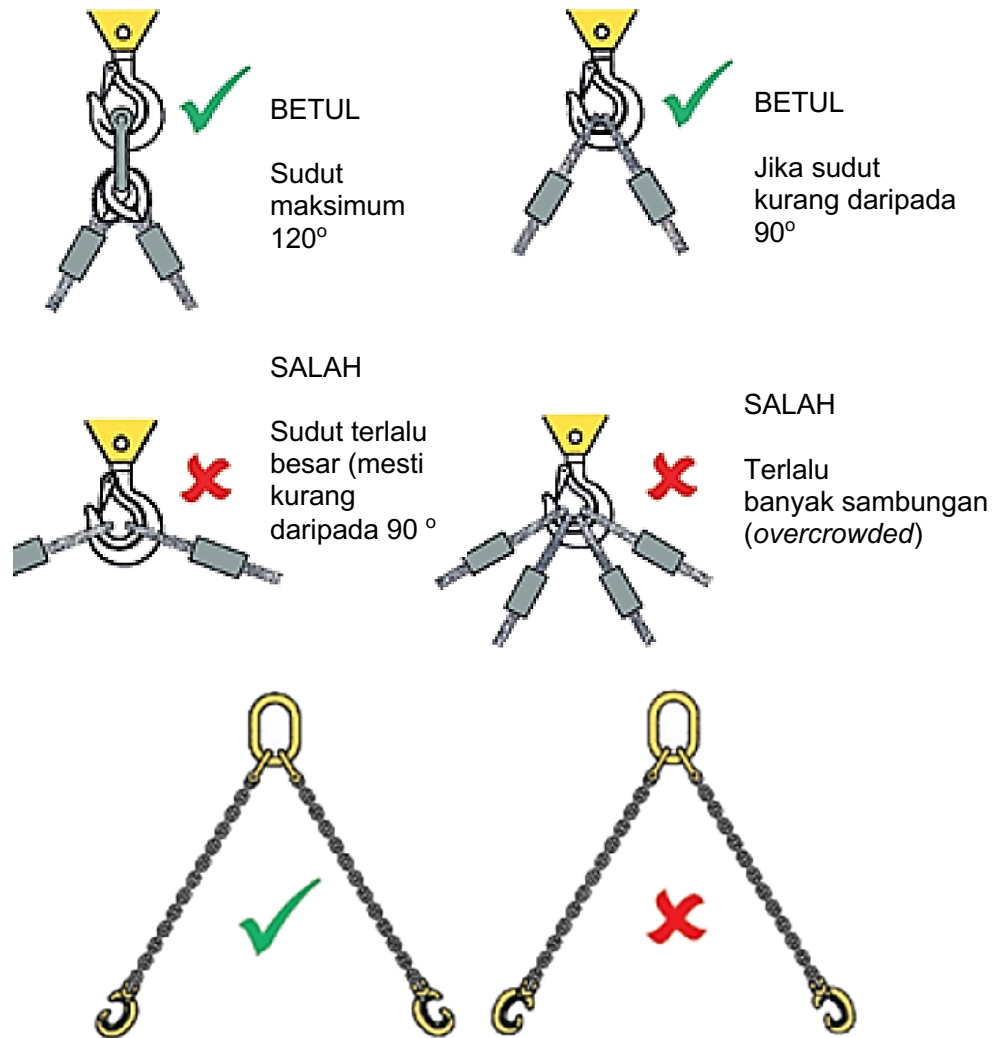
- a) Bekas konkrit perlu diangkat dengan menggunakan ikatan anduh tunggal satu-kaki.
- b) Apabila mengangkat sebungkas paip atau tiub, perlu menggunakan ikatan berganda.
- c) Penggunaan jaring diperlukan semasa mengangkat beban berbentuk jongkong atau bongkah.
- d) Bagi batang paip yang pendek, boleh gunakan anduh kain sintetik. Jika panjang, gunakan dua anduh dengan ikatan *choke hitch* dengan ikatan berganda. Belunggu diperlukan untuk menghubungkan 2 anduh tersebut.
- e) Peralatan khas diperlukan untuk mengangkat kontena kecuali peralatan yang telah dinilai dan dipersetujui. Peralatan ini dilengkapi ISO *twistlock* yang direka bentuk untuk soket pada setiap bucu kontena. Tidak sesekali menggunakan sebarang jenis cangkuk, belunggu atau peralatan lain yang dihubungkan/diikat secara terus kepada kontena.
- f) Mengangkat jaring dengan menggunakan kaedah ikatan anduh tunggal 4-kaki.
- g) Menggunakan kaedah ikatan berganda untuk mengangkat bim.



Rajah 4.13 Contoh beban yang diangkat dan penggunaan anduh (Laing O'Rourke 2008)

## Penggunaan anduh dengan betul dan salah

Rajah 4.14 di bawah menunjukkan cara penggunaan anduh dengan betul dan salah bagi memastikan beban yang diangkat adalah selamat.



Rajah 4.14 Cara penggunaan anduh yang betul dan salah (Laing O'Rourke 2008)

## Bibliografi

<http://www.craneninstitute.com> [23 Mac 2017]

<http://www.differencebetween.net/science/physics-science/differences-between-wll-and-sw/#ixzz4cytTtUY5> [23 Mac 2017]

<http://www.globalsecurity.org> [2 April 2017]

<http://www.lifttechnique.com> [2 April 2017]

<http://www.practicalmaintenance.net> [3 April 2017]

<http://www.shutterlock.co.za> [3 April 2017]

<http://www.uscargocontrol.com/Lifting-Slings> [4 April 2017]

<http://www.williamhacket.co.uk> [4 April 2017]

J. Clausaen, S. O. Hansson, F. Nilsson, "Generalizing the safety factor approach, Reliability Engineering & System Safety, 2006, Vol. 9(8), pp. 964-973.

Laing O'Rourke, 2008. Guide to safe slinging and signalling.

Nota Operator Kren Menara, Institut Kemahiran Tinggi Belia Negara (IKTBN), Kementerian Belia dan Sukan, Bachok, Kelantan, 2004.

Nota Operator Kren Menara, Institut Kemahiran Tinggi Belia Negara (IKTBN), Kementerian Belia dan Sukan, Chembong, Negeri Sembilan, 2003.

Nota Tower Crane Operator, Gamuda Plant Operator School (GPOS), Shah Alam, Selangor, 2002.

## BAB 5

### PERALATAN MENGANGKAT

#### 5.1 Pengenalan

Peralatan mengangkat boleh dibahagikan kepada tiga kategori iaitu:

1. Peralatan mekanikal yang boleh menaik serta menurunkan beban. Contohnya, kren, bongkah cangkuk, tali pengangkat dan lain lain lagi.
2. Peralatan yang menghubungkan beban dengan peralatan mekanikal bagi tujuan menaik serta menurun. Contohnya, tali, anduh, cangkuk, belunggu dan lain-lain.
3. Peralatan yang menggabungkan dua kategori peralatan di atas.

Maklumat terperinci mengenai peralatan mengangkat akan dijelaskan di dalam bab seterusnya. Bab ini menerangkan berkenaan peralatan yang menghubungkan beban dengan peralatan mekanikal.

#### 5.2 Prinsip Pengoperasian Peralatan

- Semua peralatan mengangkat mesti diperbuat daripada bahan yang sesuai dengan penggunaannya. Ia perlu diuji berpandukan kepada standard atau syarat-syarat yang telah ditetapkan dan sijil ujikaji perlu dikenalpasti sebelum digunakan.
- Semua peralatan mengangkat perlu mempunyai faktor keselamatan yang berpadanan dengan rekabentuknya.
- Adalah sangat penting bagi pembuat/pembekal untuk memberi maklumat berkenaan kesesuaian penggunaan setiap peralatan sebelum pengoperasian.
- Semua peralatan perlu mempunyai tanda atau label SWL atau WLL.
- Perlu memilih peralatan yang sesuai mengikut keserasian setiap beban yang diangkat. Terdapat beberapa gred kualiti bahan yang berbeza bagi peralatan khususnya cangkuk, *link*, lingkaran (*ring*) dan belunggu.

Saiznya juga berubah mengikut kapasiti bergantung kepada gred bahan yang digunakan.

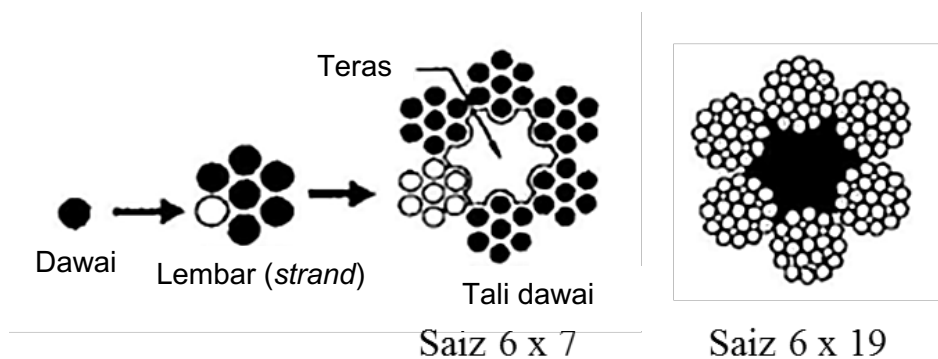
### 5.3 Penggunaan Peralatan Mengangkat

#### 5.3.1 Tali Dawai

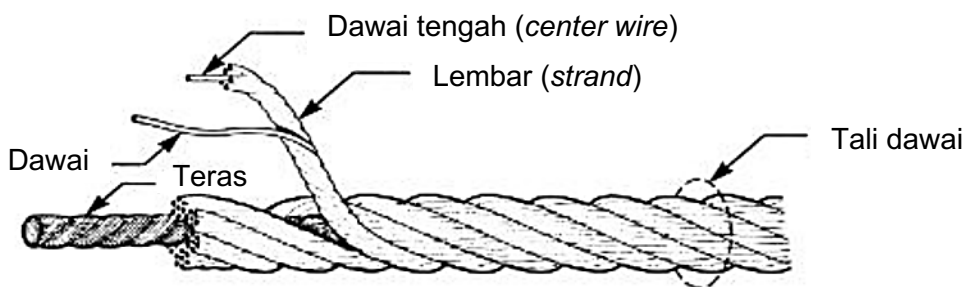
Pengelasan tali dawai (*wire rope*) adalah mengikut saiz, binaan, kualiti, susunan dan jenis teras (*core*).

##### (a) Struktur tali dawai

Komponen-komponen utama tali dawai adalah seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 5.1 dan Rajah 5.2 menerangkan struktur tali dawai.



Rajah 5.1 Pembentukan dan pengelasan tali dawai  
([www.liftingoeregulations.blogspot.com.es](http://www.liftingoeregulations.blogspot.com.es))



Rajah 5.2 Struktur tali dawai ([www.edwardswirerope.com](http://www.edwardswirerope.com))





Rajah 5.3 Gambar sebenar tali dawai ([www.liftsafegroupofcompanies-wordpress.com](http://www.liftsafegroupofcompanies-wordpress.com))

Berpandukan kepada Rajah 5.3, satu dawai akan berada di tengah dan disusun oleh enam dawai lain serta jumlah keseluruhannya adalah 7. Kumpulan dawai ini dinamakan lembar (*strand*). Enam lembar mengelilingi satu teras dan disusun dengan susunan yang dikehendaki bagi membentuk tali dawai keluli fleksibel (*flexible steel wire rope*, FSWR). Saiz FSWR dinyatakan seperti berikut 6 x 7; enam lembar dan tujuh dawai halus. Sebelah kanan Rajah 5.1 menunjukkan saiz tali dawai yang berbeza iaitu 6 x 19 yang mana mengandungi 6 bilangan lembar dengan 19 dawai halus untuk membentuk setiap lembar.

#### **(b) Jenis-jenis teras**

Terdapat dua jenis teras iaitu:

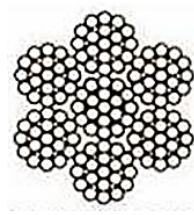
- i. Teras keluli (*steel core*)
  - Kekatannya melebihi 7.5% daripada teras gentian (*fibre core*)
  - Beratnya melebihi 11% daripada teras gentian.

## ii. Teras gentian



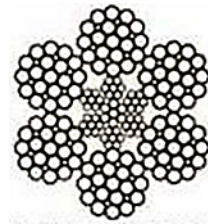
Jenis teras : Gentian  
Pengelasan : 6 x 19

(a)



Jenis teras : Lembar  
Pengelasan : 6 x 19

(b)



Jenis teras : Keluli  
Pengelasan : 6 x 19

(c)

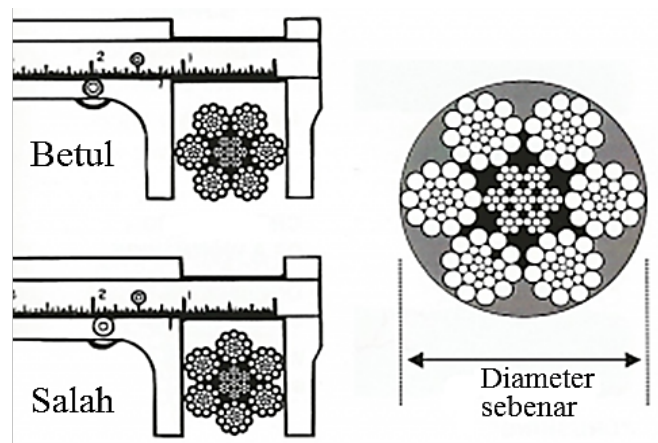
Rajah 5.4 Tali dawai dengan teras yang berbeza: (a) gentian sebagai teras, (b) lembar sebagai teras, (c) keluli sebagai teras (Lee Stinnett 1986)

- Teras gentian (Rajah 5.4 (a)) biasanya digunakan untuk mengangkat beban yang tidak berat.
- Dawai lembar sebagai teras (Rajah 5.4 (b)) iaitu satu kumpulan dawai halus dikumpulkan dinamakan lembar digunakan sebagai teras untuk membentuk satu FSWR. Tali dawai dengan teras jenis ini mempunyai kekuatan tegangan yang tinggi dan membentuk satu FSWR yang lebih besar.
- Manakala bagi Rajah 5.4 (c), satu tali dawai keluli dijadikan sebagai *core* dan enam FSWR dijadikan sebagai lembar seterusnya membentuk satu FSWR yang bersaiz besar. FSWR jenis ini akan memberi kekuatan ketegangan yang amat tinggi serta lenturan beban yang tinggi sekiranya berada di atas dram atau takal yang kecil. Ia biasanya digunakan pada keperluan-keperluan di atas tanah dan dalam keadaan suhu yang tinggi. Kren yang mengangkat atau menurunkan beban yang terlalu berat akan menggunakan FSWR jenis ini.

### (c) Saiz tali dawai

Saiz tali dawai diukur pada garis pusatnya (diameter) dengan menggunakan angkup *Vernier*. Rajah 5.5 menunjukkan cara yang betul untuk mengukur diameter tali dawai. Penggunaan tali dawai berbeza mengikut saiznya.

- Garis pusat minima yang digunakan sebagai anduh ialah 8 mm.
- Garis pusat minima yang digunakan sebagai kabel pengangkat ialah 11 mm.



Rajah 5.5 Cara mengukur diameter tali dawai dengan betul  
([www.portcityindustrial.com](http://www.portcityindustrial.com))

### (d) Kualiti besi dan kekuatan tegangan

Berpandukan pengeluaran dawai besi dari negara Australia, spesifikasi antarabangsa untuk pengelasan kekuatan besi adalah seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.1.

Jadual 5.1 Pengelasan kekuatan besi (Dawai besi daripada Australia)

Jenis	Tegangan minimum	Deskripsi singkatan gred
Hitam cerah (dawai tanpa-bergalvani) <i>Black Bright, non-galvanized wire</i>	1770 MPa	1770 gred
Dawai bergalvani <i>(Galvanized wire)</i>	1570 MPa	G1570 gred

G 1770 (*Galvanised* 1770 MPa) adalah besi standard yang disyorkan untuk membuat FSWR. FSWR tersebut dibuat pada saiz 6 x 7, 6 x 19, 6 x 24 dan 6 x 37 berpandukan binaan FSWR.

**(e) Susunan tali dawai**

Susunan FSWR bergantung kepada dawai-dawai yang membentuk lembar dan lembar dalam tali dawai. Dawai lembar akan dipintal dan setiap pusingannya dikawal mengikut kehendak jenis susunan yang diperlukan oleh pengeluar (Jadual 5.2). Antara susunan-susunan tersebut ialah:

(i) *Right-hand ordinary lay (RHOL)*

- Susunan wayar dari kanan mengikut pusingan jam.
- Wayar halus dalam kedudukan melintang
- Sesuai digunakan untuk mengangkut beban.
- Mudah haus

(ii) *Left-hand ordinary lay (LHOL)*

- Susunan kiri

(iii) *Right hand lang lay*

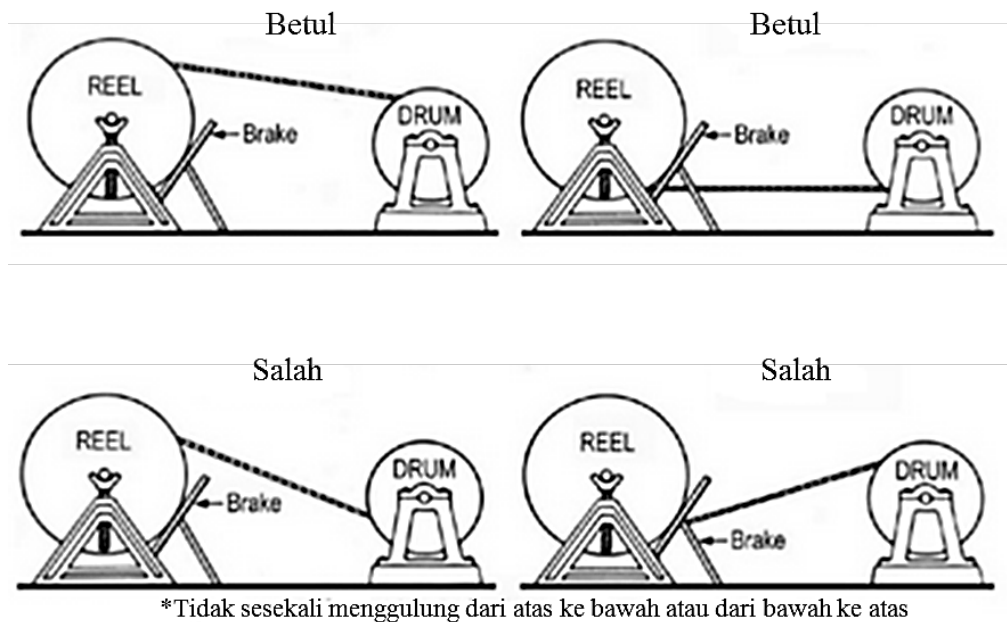
- Dawai kasar berbanding RHOL/LHOL
- Tidak sesuai untuk mengangkat beban kerana keras

Jadual 5.2 Jenis-jenis lilitan untuk membentuk tali dawai  
(www.cableworksusa.com)

Jenis Lay	Definisi	Ciri-Ciri
<b>Regular Lay</b> 	Lilitan yang biasa digunakan iaitu dawai dililit dengan satu arah dan strand dengan arah berlawanan. Gambarajah menunjukkan lilitan ke kanan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak mudah tersimpul serta terurai.</li> <li>• Mudah untuk digunakan</li> <li>• Tidak mudah hancur berbanding <i>lang lay</i></li> </ul>
<b>Right Lay</b> 	Susunan wayar dari kanan mengikut pusingan jam. Gambarajah adalah jenis <i>regular lay</i> .	Yang biasa digunakan ditapak bina
<b>Left Lay</b> 	Susunan wayar dari kiri melawan arah pusingan jam. Gambarajah adalah jenis <i>regular lay</i> .	Secara amnya tidak digunakan dengan peralatan dalam sektor pembinaan
<b>Lang Lay</b> 	Dawai yang membentuk lembar dan lembar dililit dengan arah yang sama. Gambarajah menunjukkan lilitan ke kanan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ketahanan lelasan yang lebih tinggi</li> <li>• Lebih fleksibel dan berketahanan lesu yang baik berbanding <i>regular lay</i></li> <li>• boleh tersimpul dan terurai</li> </ul>
<b>Alternate Lay</b> 	Gabungan strand dengan lilitan ke kanan jenis biasa serta lilitan ke kanan jenis <i>lang lay</i> .	Menggabungkan ciri-ciri terbaik regular lay dan lang lay untuk bum mengangkat ( <i>boom hoist</i> ) dan <i>winch lines</i> .

#### (f) Penyenggaraan serta pemeriksaan tali dawai

- Rajah 5.6 menunjukkan cara yang betul menggulung tali dari *reel* ke dram/ dari *reel* ke *reel*. Ia mesti digulung mengikut arah jam. Dram mesti digantung ditempat khas dan tidak terkena tanah untuk mengelakkan geseran dan leraian wayar.

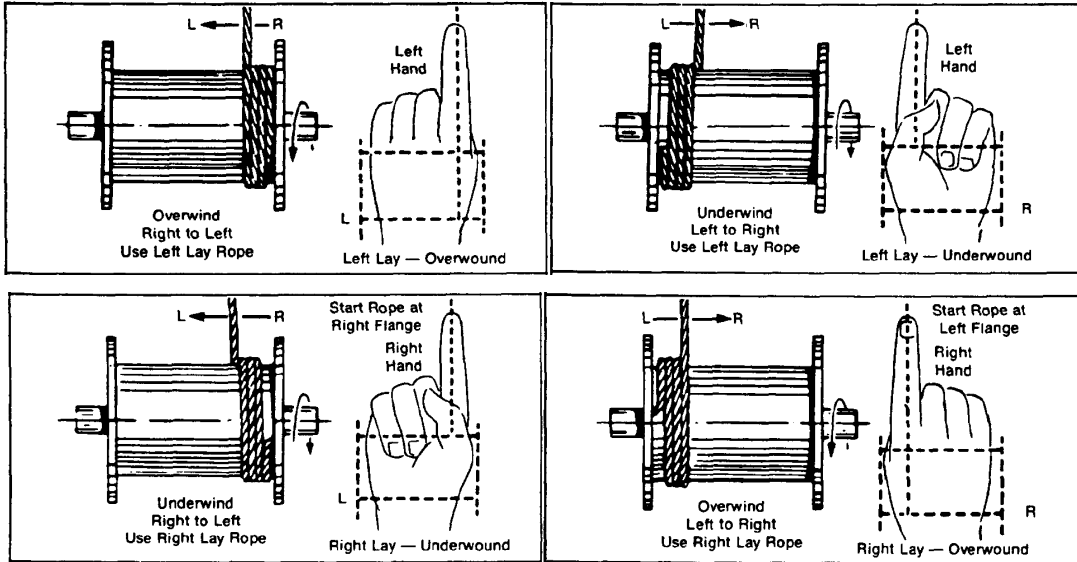


Rajah 5.6 Cara menggulung tali dengan betul dan salah (www.slideshare.net)

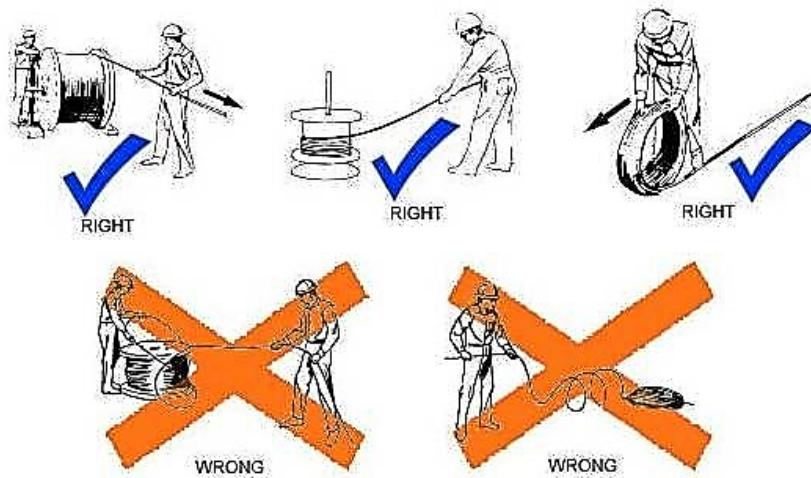
- Rajah 5.7 dan 5.8 pula menunjukkan cara gulungan tali dawai pada drum mengikut jenis lilitan tali. Drum mempunyai alur, dan jarak antara permukaan tali yang paling atas dengan hujung bingkai drum perlu melebihi 50 mm.
- Elakkan menggulung tali secara terbalik
- Elakkan daripada mengangkat beban secara mengejut yang mana ia boleh merosakkan tali
- Elakkan tali terdedah kepada suhu melebihi 95°C
- Gunakan pengalas yang sesuai untuk melindungi tali daripada bucu tajam
- Mengangkat dengan menggunakan tali yang berdiameter lebih daripada 11 atau 12 mm.
- Tidak menggunakan tali *Lang's Lay* (tali yg dipintal dalam arah yang sama) kecuali jika hujung tali tersebut diketatkan bagi mengelakkan tali terurai
- Jangan biarkan tali tersimpul atau terurai
- Simpan di tempat yang bersih dan kering
- Pastikan tali tidak terdedah kepada bahan penghakis apabila disimpan.



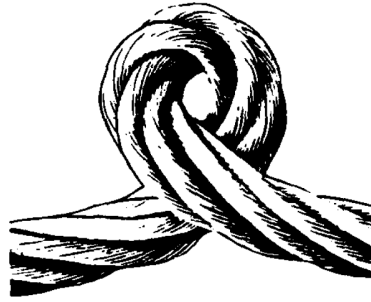
- Rajah 5.9 menunjukkan beberapa contoh kerosakan atau kemusnahan yang berlaku pada tali dawai yang menyebabkan ianya tidak selamat untuk digunakan.



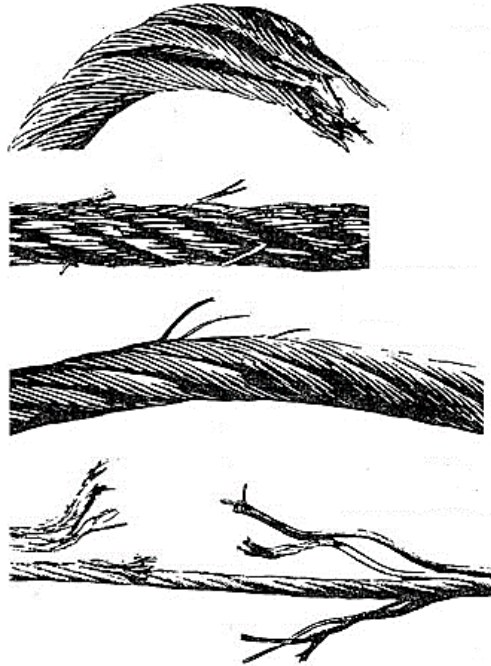
Rajah 5.7 Alur drum serta jarak tali ke hujung bingkai (Lee Stinnett 1986)



Rajah 5.8 Cara yang salah dan betul semasa pengendalian tali dawai (www.practicalmaintenance.net)



(a) Tersimpul ([www.work.alberta.ca](http://www.work.alberta.ca))



(b) Regangan ([www.nasdonline.org](http://www.nasdonline.org))



(c) Terhakis dan berkarat ([www.maintworld.com](http://www.maintworld.com), [www.wisc-online.com](http://www.wisc-online.com))



(d) Sarang burung (terurai) ([www.work.alberta.ca](http://www.work.alberta.ca))

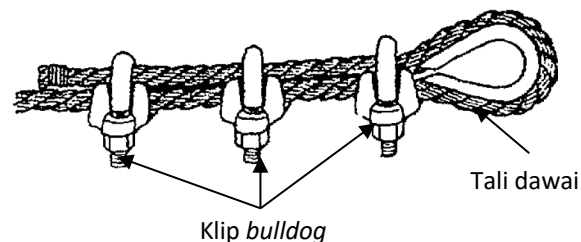
Rajah 5.9 Antara contoh kerosakan pada tali dawai



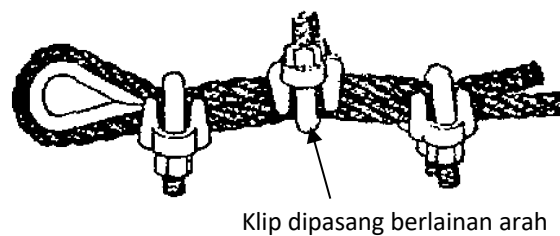
- Penggunaan klip *bulldog*
  - Perlu memastikan bahawa bilangan klip mencukupi dengan saiz anduh wayar yang digunakan seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 5.3 dan Rajah 5.10.

Jadual 5.3 Bilangan klip *bulldog* dengan penggunaan saiz tali anduh

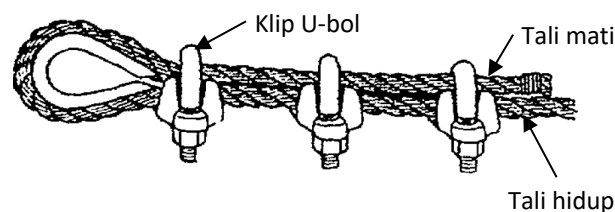
Saiz tali (Diameter, mm)	Bilangan klip minimum
8 - 20 mm	3
21 - 32 mm	4
Melebihi 32 mm	5



(a) Cara yang betul



(b) Cara yang salah di mana klip dipasang berlainan arah



(c) Cara salah- klip U-Bol berada pada sebelah tali hidup

Rajah 5.10 Cara penggunaan klip *bulldog* dengan betul pada tali (Hoisting and Rigging Fundamentals for Riggers and Operators 2002)

### 5.3.2 Anduh kain sintetik

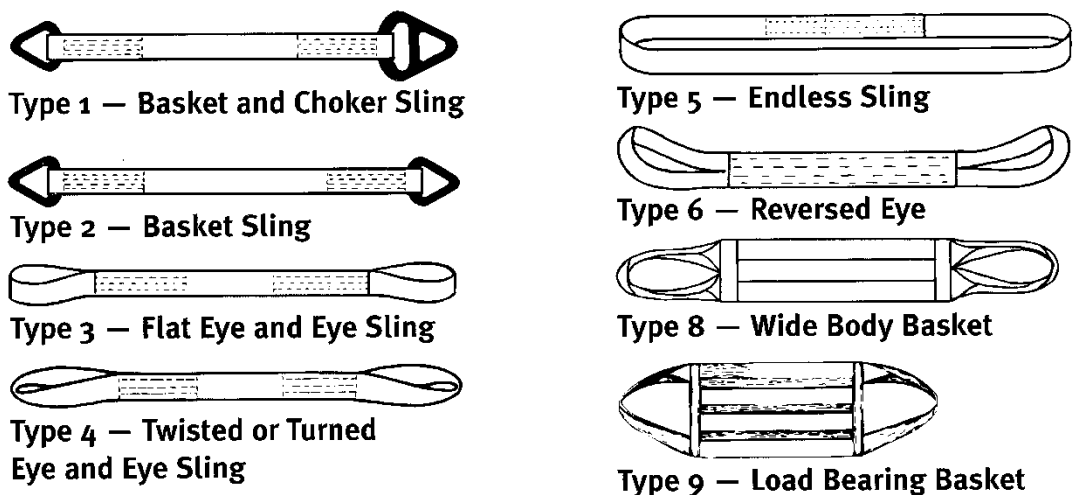
Rajah 5.11 menunjukkan gambar beberapa anduh kain sintetik (*synthetic sling*) yang digunakan untuk kerja mengangkat. Anduh terdapat beberapa jenis seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5.12. Bahan dan kod warna yang biasa digunakan bagi anduh ini ialah:

- Nilon (*nylon*) ditandakan dengan kod warna hijau
- Poliester (*polyester*) ditandakan dengan kod warna biru
- Polipropilena (*polypropylene*) ditandakan dengan kod warna merah/perang

Garis pusat minima bagi anduh jenis ini ialah 12 mm



Rajah 5.11 Gambar anduh kain sintetik ([www.craneninstitute.com](http://www.craneninstitute.com))



Rajah 5.12 Antara jenis-jenis anduh kain sintetik ([www.totaltool.com](http://www.totaltool.com))

### (a) Penyenggaraan dan pemeriksaan

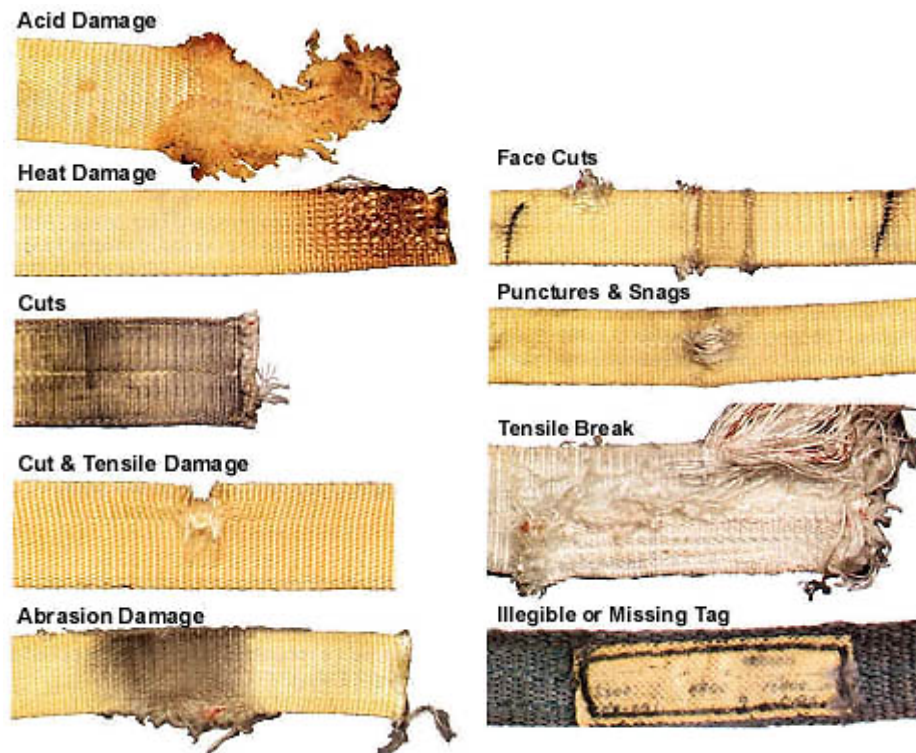
- Beban yang sesuai dengan penggunaan anduh kain sintetik
  - Paip besi/plastik/*polyvinyl chloride* (PVC)
  - Motor elektrik
  - Enjin
  - Dan bahan-bahan yang tidak boleh tergeser kasar.
  - Dan bahan-bahan berbentuk bulat serta tidak boleh tergeser kasar.
- Anduh perlu diperiksa sebelum digunakan bagi memastikan
  - Terdapat tanda SWL/WLL (lihat Rajah 5.14)
  - Disimpan ditempat suhu yang tidak melebihi 9°, tidak terdedah kepada bahan kimia.
  - Tidak terdapat kesan terbakar pada anduh
  - Kerosakan yang biasa berlaku kepada anduh ini ialah;
    - Terpotong
    - Reput
    - Tersimpul
    - Terpaut
    - haus

### (b) Kerosakan anduh kain sintetik

Rajah 5.13 menunjukkan beberapa contoh kerosakan atau kemusnahan yang biasa. Ia tidak boleh digunakan sekiranya kerosakan berikut dikenal pasti.



Rajah 5.13 Tanda WLL pada anduh kain sintetik ([www.redspearsafety.com.au](http://www.redspearsafety.com.au))



Rajah 5.14 Kerosakan pada anduh kain sintetik (www.stren-flex.com )

### 5.3.3 Anduh rantai

Rantai 800 *Herc-Alloy* gred T adalah jenis yang biasa digunakan, dengan spesifikasi mengikut standard negara Australia 2321-1979. Rantai *link* pendek dengan tujuan sebagai anduh mempunyai ciri-ciri berikut;




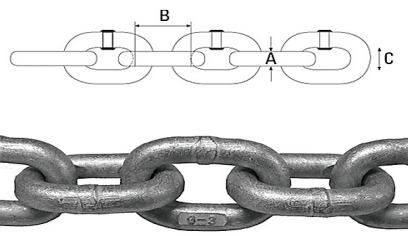

- Ketegangan minimum kepada kemusnahan kekuatan mengangkat beban pemecah (*breaking load*) 800 MPa
- Ketegangan minimum untuk kelulusan uji beban 400 Mpa
- Jumlah minimum had memanjang 17%

Manakala had beban kerja WLL mengikut piawaian yang sama adalah seperti berikut;

- Ketegangan pada Had Beban Bekerja: 200 MPa
- Faktor Keselamatan: 4.0

## (a) Jenis-jenis rantai (Jadual 5.4)

Jadual 5.4 Jenis-jenis rantai dan kegunaannya

Jenis rantai	Kegunaan
Sambungan Pendek  (Sumber: <a href="http://www.qdacsco-rigging.com">www.qdacsco-rigging.com</a> )	Mengangkat Beban
Sambungan Panjang  (Sumber: <a href="http://www.suncorstainless.com">www.suncorstainless.com</a> )	Mengikat Beban
Sambungan Stad  (Sumber: <a href="http://www.zszhongnan.com">www.zszhongnan.com</a> )	Untuk kegunaan marin
Tertentukur ( <i>Calibrated</i> )  (Sumber: <a href="http://www.seagoyachting.com">www.seagoyachting.com</a> )	Untuk bongkah rantai
Pengelek Sesendal ( <i>Bush Roller</i> )  (Sumber: <a href="http://www.tsubaki.eu">www.tsubaki.eu</a> )	Untuk motorsikal yang melibatkan gear atau sproket

Rantai sambungan pendek digunakan untuk mengangkat beban dan ia boleh dikategorikan mengikut gred. Jadual 5.5 menunjukkan gred rantai pendek dan labelnya.

Jadual 5.5 Gred rantai pendek beserta label

Gred rantai pendek	Label
30	L
40	M
50	P
60	S
80	T

Contoh label pada rantai adalah ditunjukkan dalam Rajah 5.15.



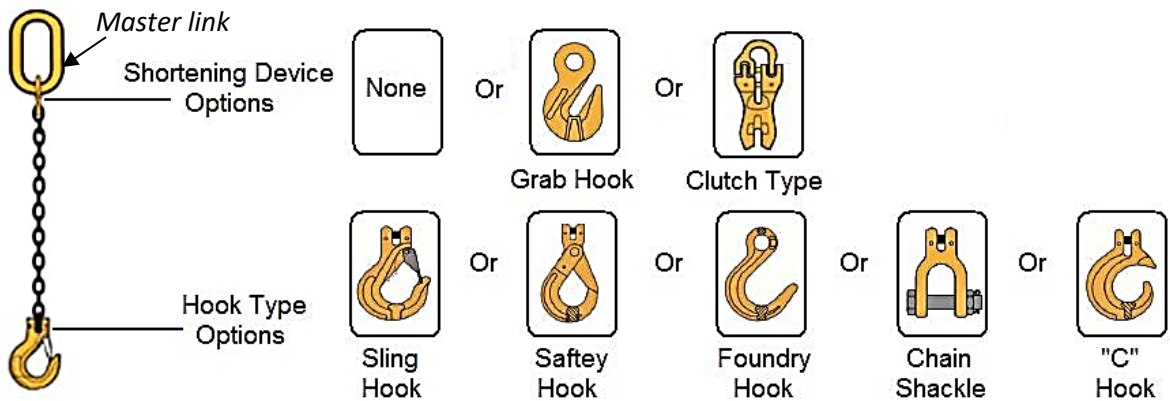
Rajah 5.15 Label rantai ([www.tresterhoist.com](http://www.tresterhoist.com), [www.blog.cmworks.com](http://www.blog.cmworks.com), [www.auslift.com.au](http://www.auslift.com.au), [www.brindleychainsproket.co.uk](http://www.brindleychainsproket.co.uk))

Rajah 5.14 menunjukkan tag/label yang biasa dipasang atau dilekatkan pada salah satu utas rantai. Pada tag/label terdapat maklumat gred rantai dan SWL/WLL bagi menunjukkan kekuatan rantai sebagai anduh.



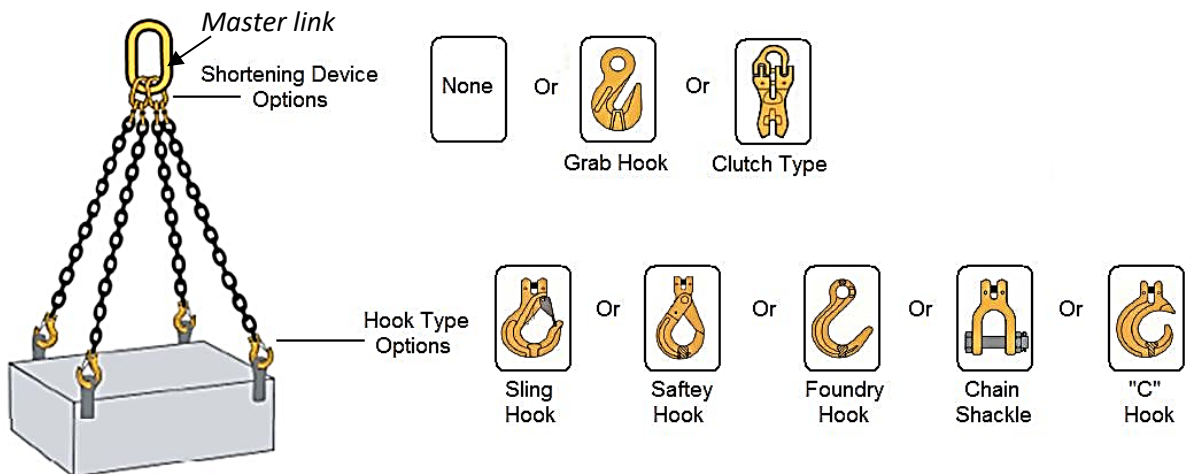
(b) Penggunaan rantai

- Penggunaan *link* pendek dengan satu kaki ditunjukkan dalam Rajah 5.16.



Rajah 5.16 Rantai link pendek satu kaki dengan *master link* dan cangkuk ([www.liftsolution.co.uk](http://www.liftsolution.co.uk))

- Penggunaan *link* pendek dengan empat kaki ditunjukkan dalam Rajah 5.17.

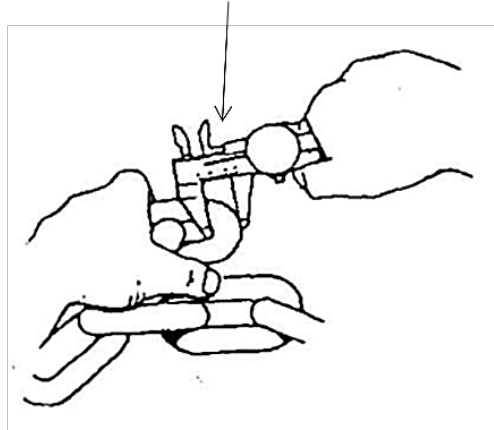


Rajah 5.17 Rantai link pendek empat kaki dengan sambungan induk (*master link*) dan cangkuk ([www.liftsolution.co.uk](http://www.liftsolution.co.uk))

(c) Penyenggaraan dan pemeriksaan rantai

- Diameter link rantai boleh diukur dengan menggunakan angkup Vernier (*Vernier caliper*) seperti ditunjukkan dalam Rajah 5.18.
  - Diameter minimum ialah 6 mm yang boleh digunakan sebagai anduh.

Menggunakan Vernier Caliper untuk mengukur diameter link rantai



Rajah 5.18 Cara pemeriksaan rantai

- **Perkara-perkara berikut perlu dipatuhi bagi menjamin keselamatan penggunaan rantai;**

- Tidak mengangkat beban melebihi berat.
- Tidak mengangkat beban dengan cara mengejut
- Tidak membiarkan rantai tersimpul.
- Rantai tidak terdedah kepada bahan-bahan kimia
- Menyimpan rantai ditempat tidak melebihi suhu 2°F
- Setiap rantai yang digunakan mempunyai label SWL/WLL

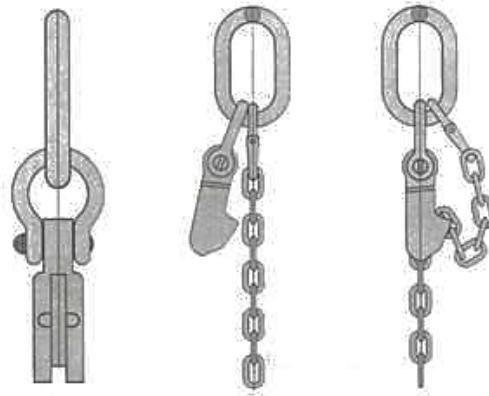
- **Penggunaan cangkuk cekam (*clutch hook*)**

Cangkuk cekam digunakan bagi tujuan memendekkan rantai. Cara memasang cangkuk cekam dengan betul ialah berpandukan Rajah 5.19. Dengan menggunakan kaedah ini, kapasiti/ kekuatan anduh tidak akan berkurang walaupun ia dipendekan.

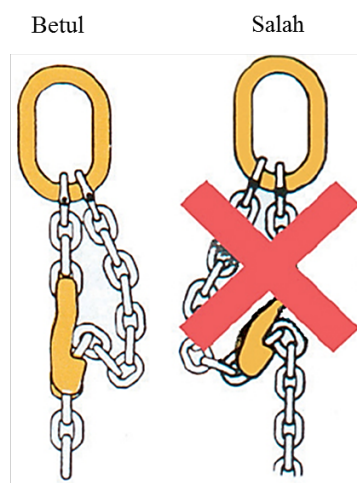
**Perhatian:**

Berhati-hati semasa memasukkan rantai ke dalam cangkuk cekam supaya ianya ditarik lurus seperti ditunjukkan dalam Rajah 5.20.





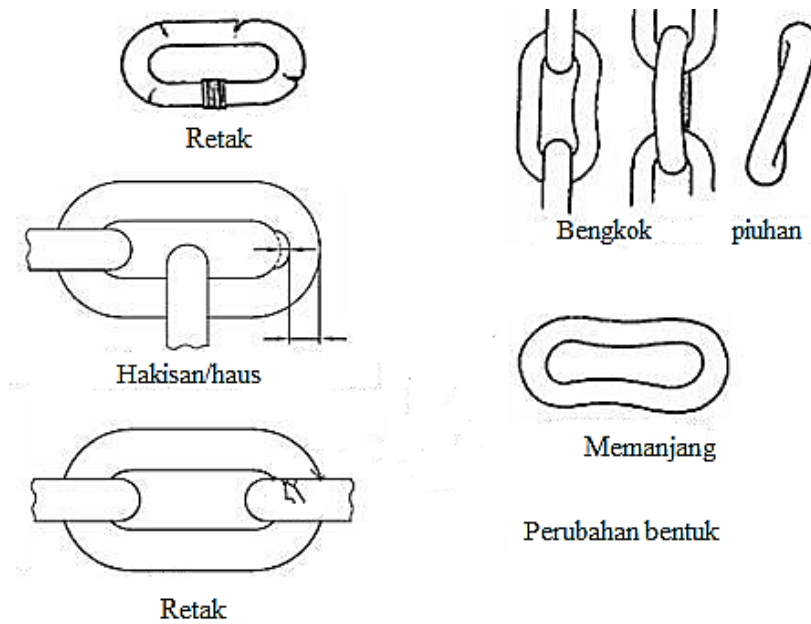
Rajah 5.19 Penggunaan clutch hook ([www.ecvv.com](http://www.ecvv.com))



Rajah 5.20 Penggunaan cangkuk cekam yang betul dan salah ([www.nobles.com.au](http://www.nobles.com.au))

- Kerosakan rantai

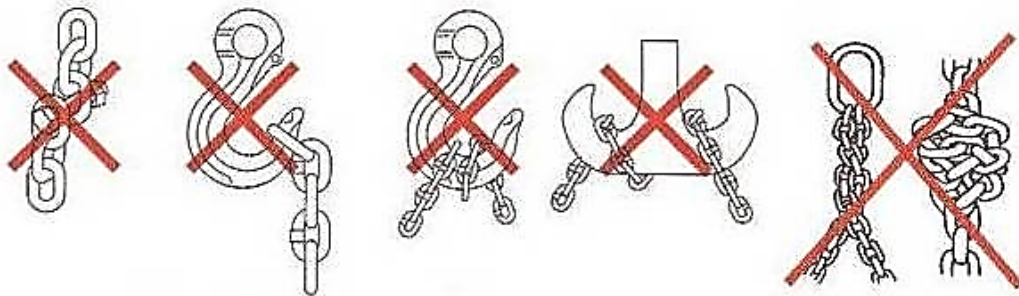
Rantai perlu diperiksa sebelum ianya digunakan. Rantai yang rosak atau musnah tidak boleh digunakan kerana ia boleh menyebabkan kemalangan. Rajah 5.21 menunjukkan beberapa contoh kemusnahan rantai.



Rajah 5.21 Kerosakan pada rantai (www.Suggest-keywords.com)

- Cara penggunaan rantai yang perlu dielakkan

Rajah 5.22 menunjukkan beberapa contoh penggunaan rantai yang salah dan perlu dielakkan bagi mengelakkan kemalangan serta kerosakan rantai.

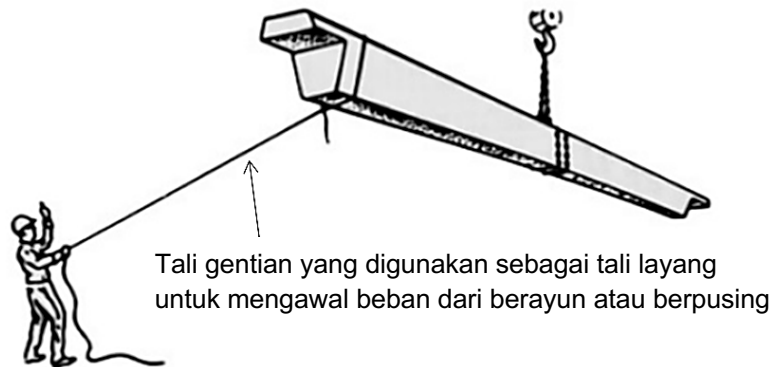


Rajah 5.22 Cara Penggunaan rantai yang salah (www.practicalmaintenance.net)

### 5.3.4 Tali gentian

Tali gentian (*fibre rope*) diperbuat daripada bahan-bahan buangan dan mekanikal yang telah rosak dan boleh musnah jika terdedah kepada suhu yang panas, api dan bahan-bahan kimia. Oleh itu peralatan ini memerlukan pemeriksaan yang kerap. Tali gentian digunakan sabagai tali layang (*tagline*) untuk mengawal atau menstabilkan beban yang diangkat supaya tidak

berhayun (Rajah 6.23). Ia sesuai dijadikan tali layang kerana fleksibel dan bukan bahan pengalir.



Rajah 5.23 Penggunaan tali gentian untuk mengawal beban ([www.lift-it.com](http://www.lift-it.com))

### Penyenggaraan dan pemeriksaan tali gentian

- Tali gentian mesti disimpan ditempat yang bersih dan kering serta lindungi daripada;
  - Objek jatuh
  - Api, percikan api serta haba panas
  - Asid serta bahan kimia yang menghakis
  - Debu
  - Binatang perosak seperti tikus
- Tali gentian perlu diperiksa sebelum digunakan, samada;
  - Sebarang perubahan warna dariapda kesan terbakar, terdedah kepada sinaran matahari
  - Perubahan warna disebabkan hakisan
  - Saiz tali yang mengecil atau memanjang disebabkan beban berlebihan
  - Tali yang mereput
- Langkah keselamatan semasa mengendalikan tali gentian
  - Pastikan tali tidak berbelit pada kaki semasa pengoperasian
  - Dilarang mengikat tali pada tangan semasa pengoperasian
  - Lebih baik menggunakan tali yang panjang berbanding tali pendek

#### 5.4 Prosedur Pemilihan Anduh Yang Betul

- Pastikan berat beban yang hendak diangkat terlebih dahulu.
- Pastikan cara mengangkat yang hendak dibuat samaada secara anduh tunggal, anduh berganda atau penggunaan anduh bersama alat-alat lain (rasuk penyebar dan lain-lain)
- Berpandukan beban kerja selamat (SWL) samada dari jadual atau pengiraan dapatkan saiz anduh yang diperlukan.
- Pastikan panjang anduh dan mengambil kira sudut sekiranya ikatan akan menjadi sudut kepada cara mengangkat.
- Pastikan jarak antara anduh diukur secara tepat mengikut keperluan sudut.
- Pilih jenis anduh mestilah bersesuaian dengan bahan yang diangkat.
- Patuhi segala arahan anduh samaada SWL/WLL dan kesesuaian penggunaannya.

#### 5.5 Penyimpanan Anduh

- Sebelum atau selepas anduh digunakan hendaklah dibersihkan dengan tekanan udara yang tinggi.
- Jangan simpan anduh di dalam setor yang mengandungi bahan-bahan asid, alkali, kimia dan cecair-cecair lain yang boleh merosakkan anduh.
- Jangan campurkan anduh yang boleh digunakan dengan anduh yang sudah rosak dan tidak boleh digunakan (asingkan penyimpanannya).
- Sebelum disimpan selepas pembersihan hendaklah disapu gris atau minyak kepada anduh jenis FSWR.

#### 5.6 Amalan Keselamatan Menggunakan Anduh

Kekuatan anduh semasa kerja mengangkat adalah bergantung kepada:

- Berat dan bentuk objek yang diangkat
- Jenis peralatan yang digunakan
- Cara mengikat sesuatu beban

Oleh itu, bagi menjamin keselamatan semasa menggunakan anduh bagi mengangkat sesuatu beban, kriteria-kriteria berikut perlu dipatuhi:

- Pemeriksaan anduh perlu dilakukan sebelum digunakan
- Anduh tidak boleh tersimpul atau rosak
- Anduh tidak boleh dipendekkan dengan cara menyimpul atau diikat di antara alat-alat bantu angkat yg lain
- Jauhkan semua halangan semasa mengangkat beban
- Anduh perlu diikat dengan selamat dan betul pada beban
- Kaki anduh tidak boleh dipintal
- Anduh yang digunakan untuk mengangkat beban tidak boleh melebihi SWL/WLL
- Anduh mesti dilindungi dari objek tajam
- Beban yang diikat dengan cara ikatan raga perlu mempunyaiimbangan
- Tidak dibenarkan mengheret beban
- Jangan menarik anduh yang tersepit di bawah beban
- Dilarang mengangkat orang dengan menggunakan anduh
- Semua peralatan mengangkat perlu diperiksa sebelum dan selepas mengangkat beban dan membuat laporan jika berlaku kerosakan
- Semua peralatan mengangkat beban perlu ada tanda SWL/WLL
- Tidak memukul anduh dengan benda keras untuk mengetatkan ikatan
- Beban perlu dialas bagi mengelak kerosakan anduh terutamanya beban yang mempunyai bucu tajam
- Pastikan semua kaki anduh di tempatnya dan sambungan induk (*master link*) berada di dalam cangkuk yang mempunyai selak (*latch*)
- Setiap ikatan anduh perlu diperiksa samada betul atau salah

## Bibliografi

- Basic Rigging Workbook, 2008. Training and Qualifications Program Office, Brookhaven National Laboratory.
- Hoisting and Rigging Fundamentals for Riggers and Operators, 2002.
- Hoisting and Rigging Safety Manual, 2012. Infrastructure Health & Safety Association, Canada.
- <https://www.auslift.com.au> [15 Februari 2017]
- <https://www.blog.cmworks.com> [15 Februari 2017]
- <https://www.brindleychains.co.uk> [10 Februari 2017]
- <https://www.cableworksusa.com> [10 Februari 2017]
- <https://www.craneinstitute.com> [12 Februari 2017]
- <https://www.cranetech.com> [12 Februari 2017]
- <https://www.ecvv.com> [12 Februari 2017]
- <https://www.edwardswirerope.com> [12 Februari 2017]
- <https://www.liftingoeregulations.blogspot.com.es> [2 Mac 2017]
- <https://www.lift-it.com> [2 Mac 2017]
- <https://www.liftsafegroupofcompanies-wordpress.com> [2 Mac 2017]
- <https://www.liftsolution.co.uk> [22 Mac 2017]
- <https://www.maintworld.com> [22 Mac 2017]
- <https://www.nasdonline.org> [22 Mac 2017]
- <https://www.nilza.net> [22 Mac 2017]
- <https://www.nobles.com.au> [22 Mac 2017]
- <https://www.portcityindustrial.com> [22 Mac 2017]
- <https://www.practicalmaintenance.net> [5 April 2017]
- <https://www.qdacscorrigging.com> [5 April 2017]
- <https://www.redspearsafety.com.au> [5 April 2017]
- <https://www.seagoyachting.com> [5 April 2017]
- <https://www.stren-flex.com> [2 April 2017]
- <https://www.suggest-keywords.com> [2 April 2017]
- <https://www.suncorstainless.com> [2 April 2017]
- <https://www.totaltool.com> [2 Mac 2017]
- <https://www.tresterhoist.com> [2 Mac 2017]
- <https://www.tsubaki.eu> [12 Februari 2017]
- <https://www.wisc-online.com> [12 Februari 2017]
- <https://www.work.alberta.ca> [12 Februari 2017]
- <https://www.zszhongnan.com> [12 Februari 2017]
- Lee Stinnett, 1986. Cranes, Hoists, and Rigging: A Safety Training Manual, Sandia National Laboratories, Albuquerque.
- Nota Operator Kren Menara, Institut Kemahiran Tinggi Belia Negara (IKTBN), Kementerian Belia dan Sukan, Bachok, Kelantan, 2004.
- Nota Operator Kren Menara, Institut Kemahiran Tinggi Belia Negara (IKTBN), Kementerian Belia dan Sukan, Chembong, Negeri Sembilan, 2003.
- Nota Tower Crane Operator, Gamuda Plant Operator School (GPOS), Shah Alam, Selangor, 2002.

## BAB 6

### ALAT BANTU ANGKAT

#### 6.1 Pengenalan

Alat bantu angkat (*lifting gear*) adalah antara komponen penting yang digunakan dalam kerja-kerja mengangkat berkaitan kren menara. Setiap alat bantu angkat mempunyai ciri-ciri dan spesifikasi masing-masing agar ianya tidak disalahgunakan atau penggunaan lebih beban. Alat berkenaan juga perlu diperiksa setiap kali ia hendak digunakan, dijaga dan disenggara dengan baik agar ianya selamat digunakan dan dapat meningkatkan hayat komponen berkenaan.

Antara alat bantu angkat berkenaan adalah:

- Belunggu (*belunggu*)
- Bol-tindik (*eyebolt*)
- Bongkah cangkuk (*hook block*)
- Takal (*pulley*)
- Kancing-putar (*turnbuckles*)
- Rasuk penyebar (*spreader beam*)
- Kapit plat (*plate clamp*)

#### 6.2 Pemilihan Alat Bantu Angkat

- Alat berkenaan sesuai, kuat dan cukup stabil untuk kegunaan tertentu dan ditandakan dengan beban kerja selamat.
- Setiap alat bantu angkat dan bahagian-bahagian komponen hendaklah dikenal pasti ada tanda had beban kerja (*work load limit, WLL*) dan beban kerja selamat (*safe work load, SWL*).
- Kedudukan alat dan jenis alat yang perlu dipasang dapat mengurangkan sebarang risiko kecederaan/kemalangan.

- Digunakan dengan selamat merujuk kepada kerja-kerja yang dirancang, dianjurkan dan dilaksanakan oleh orang yang kompeten.
- Alat bantu angkat yang tidak memaparkan/mempunyai tanda WLL/SWL tidak boleh digunakan.

### 6.3 Pemeriksaan

- Majikan boleh melantik seseorang dalam perkhidmatan mereka atau orang luar yang mempunyai kepakaran dalam struktur, penggunaan dan pemeriksaan alatan mengangkat untuk menjalankan pemeriksaan.
- Pemeriksa mestilah mampu mengesan kesalahan dan kerosakan, dan mengangalkan kesannya terhadap keselamatan pekerjaan.
- Arahan dari pihak pengeluar perlu diambil kira dalam pemeriksaan.
- Pemeriksaan biasanya melibatkan penilaian visual untuk menentukan kesan ke atas keselamatan operasi haus, perubahan bentuk atau kerosakan. Jika perlu, pemeriksaan boleh ditambah dengan kaedah pemeriksaan tidak musnah.
- Penanda pemeriksaan mesti dibuat pada setiap alat untuk menghindarkan penggunaan peralatan yang tidak diperiksa dan untuk memudahkan kewajipan menjalankan pemeriksaan.
- Satu cara yang berkesan untuk mencegah kemalangan penggunaan semula alat bantu angkat yang telah gagal pemeriksaan dan tidak boleh diperbaiki adalah dilupuskan sepenuhnya. Selepas muatan lebihan atau kerosakan, pemeriksaan menyeluruh pada alat bantu angkat mesti dibuat sebelum ia boleh digunakan semula.
- Sebelum alat bantu angkat baru untuk penggunaan, alat ini mestilah diperiksa untuk mengesahkan bahawa ia mematuhi semua aspek keperluan operasi dan sesuai untuk tujuan penggunaan.
- Pengguna perlu menyemak setiap hari semua alat bantu angkat yang digunakan secara berterusan. Bagi alat yang kurang kerap digunakan ia mesti diperiksa setiap kali peralatan itu diambil untuk digunakan.



## 6.4 Penjagaan dan Penyenggaraan

- Penjagaan dan penyimpanan alat bantu angkat yang selamat dan betul dapat melindunginya daripada kerosakan dan meningkatkan hayat perkhidmatan alat berkenaan.
- Muatan yang berlebihan adalah dilarang sama sekali. Semak WLL untuk pengesahan beban kerja.
- Alat bantu angkat perlu diselenggara dengan baik merujuk kepada manual pihak pembuat.
- Berat beban untuk diangkat mestilah tepat. Berat beban mesti termasuk setiap bahagian yang terlibat termasuk dari bongkah cangkuk, tali, rasuk, belunggu, anduh dan lain-lain.
- Memastikan setiap operasi mengangkat terkawal dan bebas daripada gerakan yang tidak dirancang, dan pusat graviti mesti diketahui.

## 6.5 Pembaikan dan Pelupusan

Jika terdapat alat bantu angkat menunjukkan tanda-tanda kerosakan, kecacatan atau apa-apa ketidakpastian tentang integriti alat berkenaan, ia perlu dielak daripada penggunaan, dan ditandakan dengan tag "**Tidak Boleh Digunakan**".

Alat berkenaan mestilah dirujuk kepada penyelia mengangkat yang akan menjalankan penilaian mengangkat, dan berkuasa untuk menentukan pembaikan atau pelupusan alat yang rosak. Alat bantu angkat yang retak, pecah atau bengkok tidak boleh dibaiki dan hendaklah diganti.

### **Pembaikan**

- a) Semua pembaikan hendaklah dijalankan oleh pihak pembekal atau pihak yang berpengalaman dengan merujuk kepada spesifikasi pengilang asal dan mana-mana piawaian yang terpakai.

- b) Semua anduh dan alat bantu angkat yang menjalani pembaikan mesti ditandakan mengikut piawaian yang berkaitan dan kemudian diuji bagi memenuhi kriteria berikut:
- alat yang dibaiki mematuhi keperluan kekuatan asal;
  - alat telah ditanda untuk mengenal pasti siapa yang membuat pembaikan; dan
  - semua alat yang retak, pecah atau bahagian bengkok digantikan dan tidak boleh dibaiki.
- c) Jika tanda pengenalan dan penandaan terpisah atau tidak boleh dibaca, alatan mengangkat itu boleh dikembalikan selepas penilaian oleh pemeriksa berkelayakan. Sekiranya didapati dalam keadaan baik, alat itu perlu menjalani ujian bagi mengesahkan keupayaan WLL atau SWL, dan ia ditandakan semula setelah proses ini selesai.

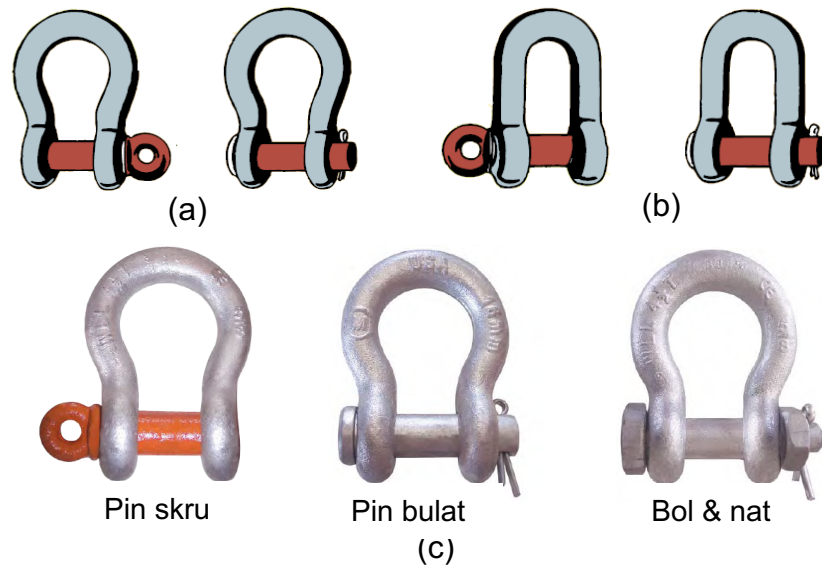
### **Pelupusan**

Semua alat bantu angkat yang rosak atau cacat mesti diberikan status “**Tidak Boleh Digunakan**” sebelum dilupuskan. Jika anduh menunjukkan tanda-tanda kecacatan, ia tidak boleh digunakan dan mesti dilupuskan serta-merta. Pendaftaran alat bantu angkat perlu diselaraskan.

## **6.6 Alat Bantu Angkat**

### **6.6.1 Belunggu (*Shackle*)**

Belunggu adalah komponen mengikat yang terdiri daripada keluli berbentuk-U dengan pin melalui hujung terbuka. Belunggu digunakan bersama komponen mengikat lain seperti tali wayar atau anduh rantai untuk *lugs* tetap (*fixed lugs*) atau penetap (*fittings*). Terdapat dua jenis belunggu iaitu belunggu D dan belunggu *bow* seperti Rajah 6.1. Kedua-dua belunggu berkenaan tersedia dengan pin skru atau pin bulat.



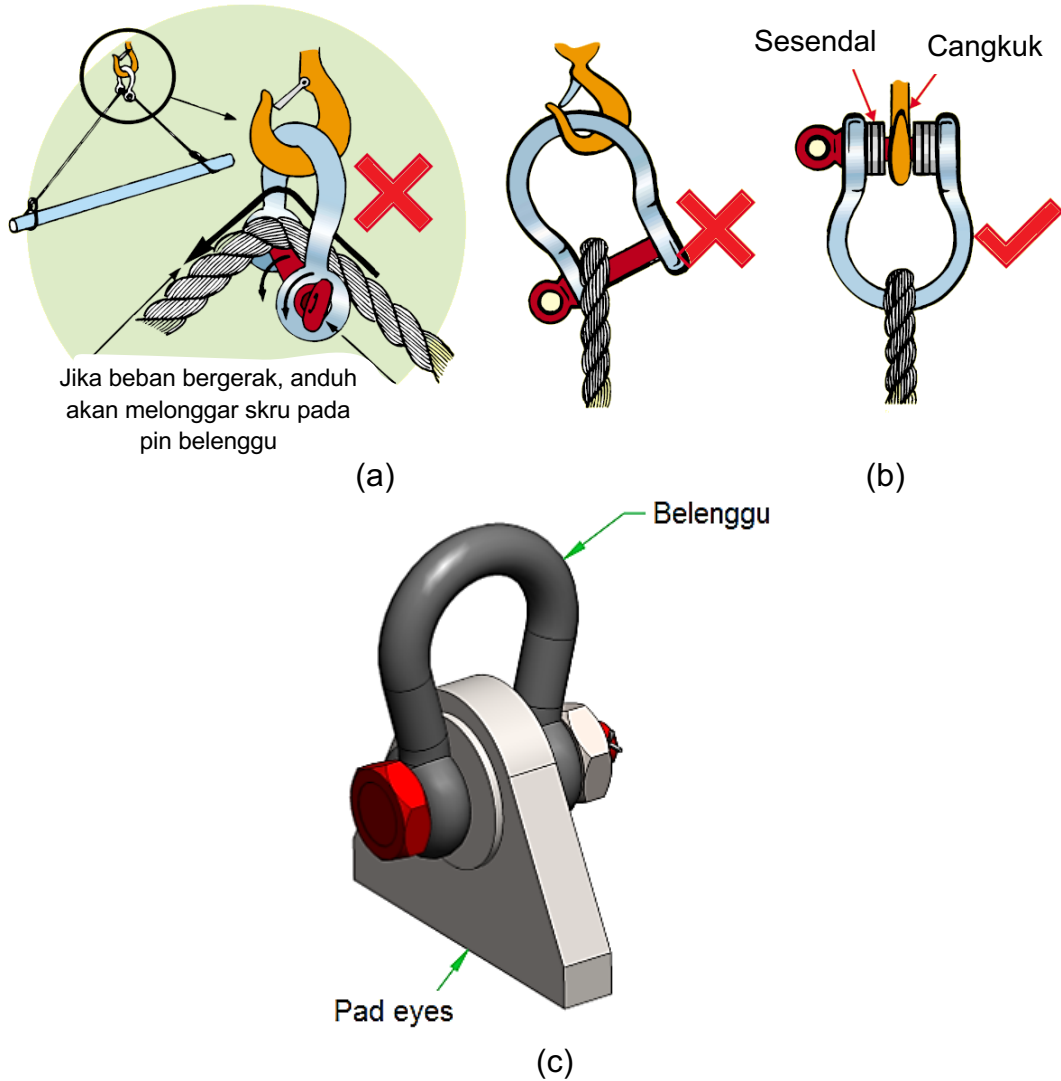
Rajah 6.1 Jenis-jenis belunggu: (a) belunggu *bow*, (b) belunggu D (Safe Lifting 2002), (c) jenis pin pada belunggu ([www.cmindustrial.com](http://www.cmindustrial.com))

- Belunggu adalah jenis alat bantu angkat longgar. Ia perlu ditandakan dengan WLL atau SWL dan sekatan penggunaan lain yang dinyatakan dalam arahan pengendalian yang diberikan semasa penghantaran.
  - Belunggu perlu diketatkan dengan kuat sebelum operasi mengangkat dilakukan.
  - Setiap permukaan belunggu perlu ditandakan oleh pembuat yang menunjukkan maklumat berikut:
    - a) nama atau tanda dagangan pembuat
    - b) kadar beban/muatan (WLL atau SWL)
    - c) saiz
- Nota: Maklumat ini tidak boleh hilang dan mestilah boleh dibaca.
- Sentiasa letakkan beban di pusat pin belunggu (Rajah 6.2) untuk mengelakkan tarikan sudut pada hujung belunggu.
  - Belunggu yang dipilih sepadan dengan beban yang hendak diangkat. Apabila belunggu digunakan pada *pad eyes* (Rajah 6.2 (c)), hanya belunggu yang sepadan dengan WLL *pad eyes* sahaja digunakan.
  - Hanya belunggu yang mempunyai kunci berganda (iaitu nut dan baji pin atau skru dengan baji pin) digunakan untuk mengangkat beban. Jenis dan reka bentuk belunggu yang lain boleh digunakan untuk beban statik.
  - Sambungan tetap yang tidak boleh dipantau secara berterusan mestilah dipasang dengan baji untuk mengelakkan pin daripada dibuka.

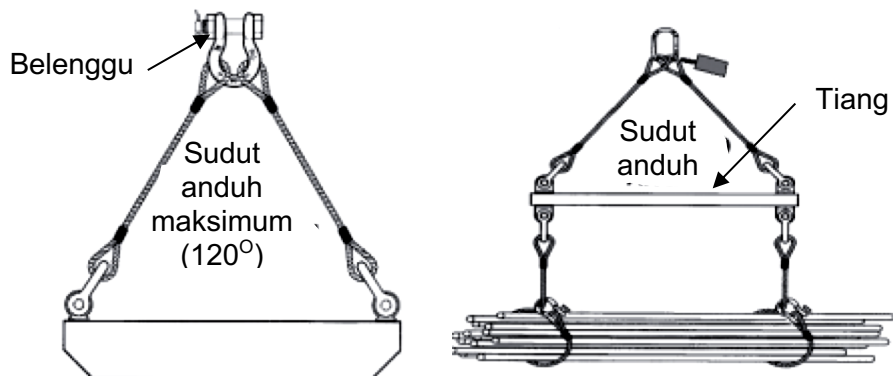
- Bebanan pada belenggu hendaklah berserenjang dengan pin (lihat Rajah 6.2(b)).

**Perkara yang perlu diberikan perhatian:**

- Jangan sekali-kali menggantikan belenggu dengan bol.
- Pastikan pin dikunci sepenuhnya.
- Jangan gunakan pin skru belenggu jika pin itu longgar dan tidak boleh skru.
- Semasa mengangkat, belenggu tidak boleh bersandar kepada satu bahagian.
- Pin belenggu mesti sentiasa melekat pada cangkut semasa beban diangkat.
- Sesendal boleh digunakan pada pusat belenggu.
- Had sudut untuk belenggu *bow* adalah dari  $0^\circ$  sehingga  $90^\circ$  (Jadual 6.1)
- Belenggu *bow* sesuai untuk kegunaan lebih daripada satu anduh.
- Belenggu D digunakan untuk mengangkat beban menegak dan hanya sesuai untuk satu anduh sahaja.
- Sudut maksimum anduh pada belenggu adalah  $120^\circ$  (Rajah 6.3).
- Belenggu akan mempamerkan ubah bentuk yang melampau sebelum kegagalan.

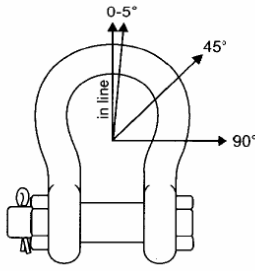


Rajah 6.2 Keadah anduh pada belunggu: (a) cara yang salah, (b) cara yang betul (beban berserenjang dengan pin) (Safe Lifting 2002), (c) sambungan pada *pad eye* ([www.technikdesign.co.uk](http://www.technikdesign.co.uk))



Rajah 6.3 Belunggu atau pautan tiang perlu digunakan apabila sudut melebihi 90° tetapi kurang daripada 120° (Technical Advisory for Safe Operation of Lifting Equipment 2009)

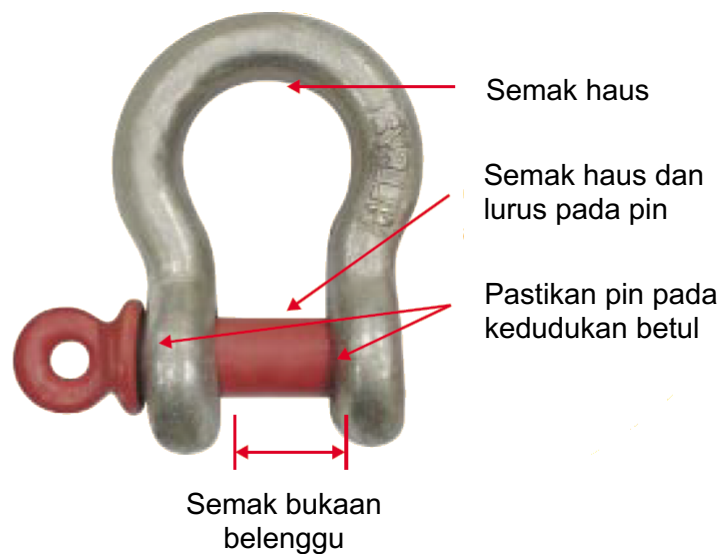
Jadual 6.1 Spesifikasi sudut beban untuk belunggu jenis skru dan bol

<b>Side Loading Reduction Factors</b> Screw Pin and Bolt Type Shackles		
	Angle of Side Load from Vertical In-Line of Shackle	Percent Rated Load Reduction
	0° - 5°	0%
	5° - 45°	30%
	46° - 90°	50%
	Over 90°	Avoid

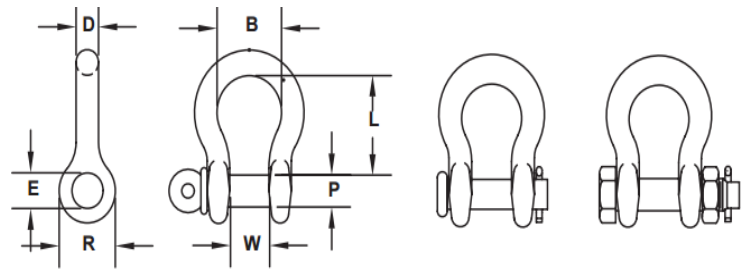
Sumber: Basic Rigging Workbook 2008

### Pemeriksaan

- Periksa secara visual untuk pastikan alur pin adalah utuh dan belunggu adalah bebas daripada patah atau ubah bentuk.
- Periksa belunggu sebelum dan semasa digunakan.
- Periksa haus dan kelurusan pin, bukaan belunggu dan haus pada bahagian belunggu (Rajah 6.4).
- Pastikan tanda WLL boleh dilihat dengan jelas dan ditandakan kekal pada badan dan pin, dan merujuk kepada spesifikasi alat berkenaan dari pihak pengeluar/pembuat (Rajah 6.5).

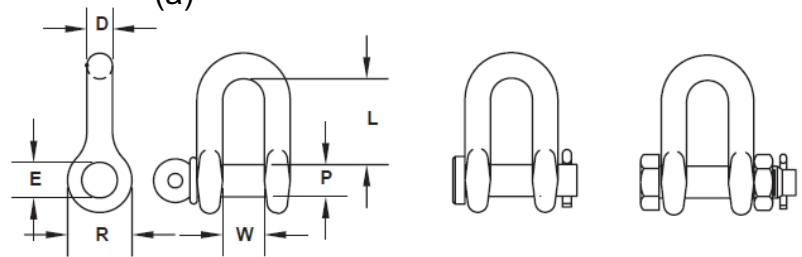


Rajah 6.4 Bahagian pada belunggu yang perlu diperiksa sebelum digunakan (Safe Lifting 2002)



Size D	Working Load Limit	Product Code (Screw Pin)	Product Code (Round Pin)	Product Code (Bolt & Nut)	P	E	W	R	L	B min	Weight
in.	Ton				in.	in.	in.	in.	in.	in.	lb.
3/16	1/2	M645	M345	-	0.250	0.307	0.375	0.625	0.875	0.562	0.06
1/4	3/4	M646	M346	M846	0.312	0.401	0.469	0.875	1.125	0.750	0.12
5/16	1	M647	M347	M847	0.375	0.463	0.531	1.000	1.250	0.812	0.20
3/8	1-1/2	M648	M348	M848	0.438	0.531	0.656	1.125	1.437	0.937	0.30
7/16	2	M649	M349	M849	0.500	0.593	0.750	1.250	1.689	1.062	0.50
1/2	3	M650	M350	M850	0.625	0.718	0.813	1.375	1.875	1.187	0.75
5/8	4-1/2	M651	M351	M851	0.750	0.843	1.063	1.875	2.375	1.500	1.30
3/4	6-1/2	M652	M352	M852	0.875	0.968	1.250	2.125	2.813	1.750	2.30
7/8	8-1/2	M653	M353	M853	1.000	1.109	1.438	2.375	3.312	2.000	3.50
1	10	M654	M354	M854	1.125	1.234	1.688	2.625	3.750	2.312	5.00
1-1/8	12	M655	M355	M855	1.250	1.375	1.812	2.875	4.250	2.625	7.00
1-1/4	14	M656	M356	M856	1.375	1.531	2.031	3.250	4.688	2.875	9.50
1-3/8	17	M666	M366	M866	1.500	1.656	2.250	3.500	5.250	3.250	12.50
1-1/2	20	M657	M357	M857	1.625	1.781	2.375	3.750	5.750	3.375	15.28
1-5/8	24	M685	M385	M885	1.750	1.906	2.625	4.125	6.250	4.000	23.50
1-3/4	30	M677	M377	M877	2.000	2.156	2.875	4.500	7.000	4.500	27.70
2	35	M658	M358	M858	2.250	2.406	3.250	5.250	7.750	5.250	39.00

(a)



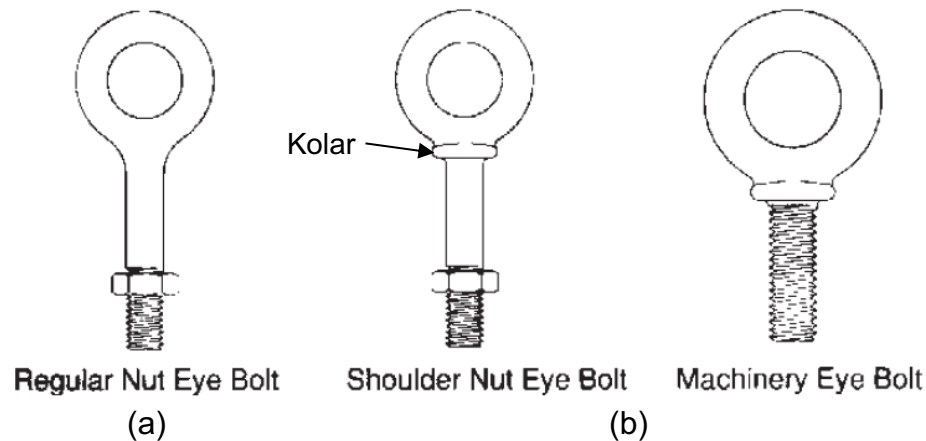
Size D	Working Load Limit	Product Code (Screw Pin)	Product Code (Round Pin)	Product Code (Bolt & Nut)	P	E	W	R	L	Weight
in.	Ton				in.	in.	in.	in.	in.	lb.
1/4	3/4	M746	M546	M946	0.312	0.401	0.469	0.875	0.875	0.12
5/16	1	M747	M547	M947	0.375	0.463	0.531	1.000	1.031	0.20
3/8	1-1/2	M748	M548	M948	0.438	0.531	0.656	1.125	1.250	0.30
7/16	2	M749	M549	M949	0.500	0.593	0.750	1.250	1.437	0.50
1/2	3	M750	M550	M950	0.625	0.718	0.813	1.375	1.625	0.75
5/8	4-1/2	M751	M551	M951	0.750	0.843	1.063	1.875	2.000	1.30
3/4	6-1/2	M752	M552	M952	0.875	0.968	1.250	2.125	2.375	2.30
7/8	8-1/2	M753	M553	M953	1.000	1.109	1.438	2.375	2.812	3.50
1	10	M754	M554	M954	1.125	1.234	1.688	2.625	3.188	5.00
1-1/8	12	M755	M555	M955	1.250	1.375	1.812	2.875	3.562	7.00
1-1/4	14	M756	M556	M956	1.375	1.531	2.031	3.250	3.938	9.50
1-3/8	17	M766	M566	M966	1.500	1.656	2.250	3.500	4.438	12.50
1-1/2	20	M757	M557	M957	1.625	1.781	2.375	3.750	4.875	17.20
1-5/8	24	M785	M585	M985	1.750	1.906	2.625	4.125	5.250	23.50
1-3/4	30	M777	M577	M977	2.000	2.156	2.875	4.500	5.750	27.70
2	35	M758	M558	M958	2.250	2.406	3.250	5.250	6.750	39.00

(b)

Rajah 6.5 Spesifikasi (a) belunggu bow dan (b) belunggu D dengan pelbagai saiz dan WLL (CM Complete Lifting Systems 2009)

### 6.6.2 Bol-tindik (*Eyebolt*)

Bol-tindik dapat diklasifikasi kepada dua jenis iaitu berkolar dan tidak berkolar (jenis biasa) seperti ditunjukkan dalam Rajah 6.6. Adalah disyorkan agar hanya bol-tindik berkolar digunakan untuk kerja-kerja mengangkat.



Rajah 6.6 Jenis-jenis bol-tindik: (a) tidak berkolar, (b) berkolar (Bechtel Equipment Operations Rigging 2002)

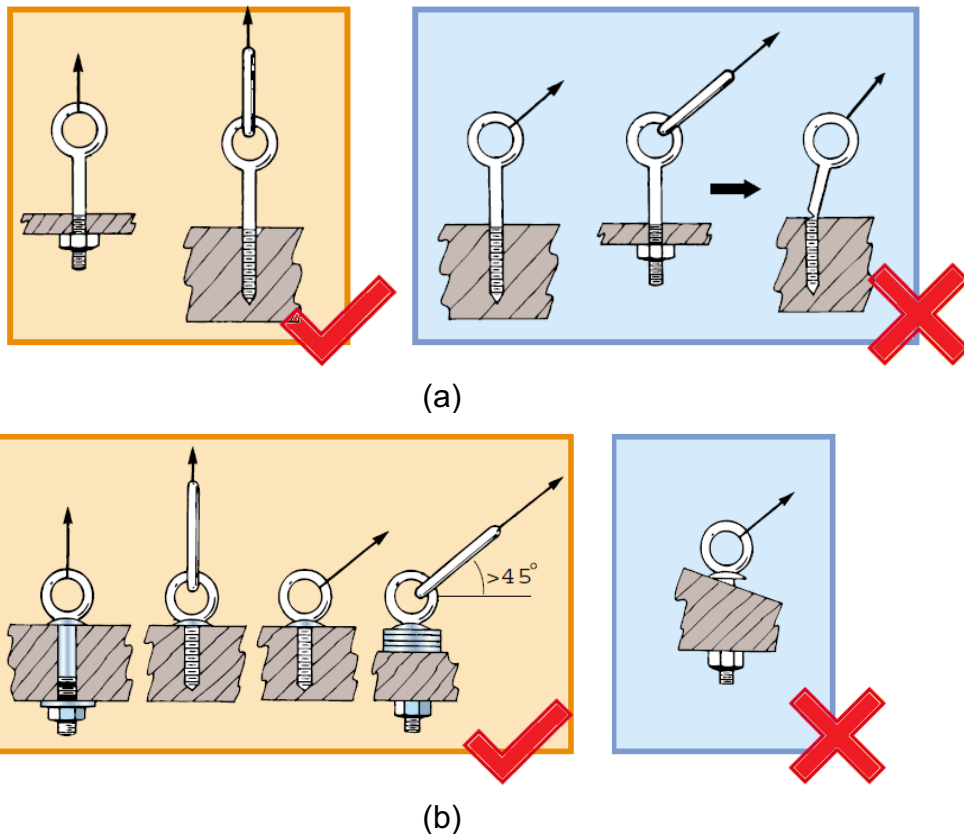
Bol-tindik berkolar digunakan untuk angkatan menegak dan bersudut; untuk angkatan bersudut perlu melihat SWL alat berkenaan. Sudut kurang dari  $45^\circ$  adalah dilarang (lihat Rajah 6.7). Kolar (*collar*) bol-tindik perlu rata dengan permukaan dan skru. Bol-tindik tidak berlokar digunakan untuk angkatan menegak sahaja, dan angkatan bersudut akan membengkokkan aci bol-tindik berkenaan.

#### Perkara yang perlu diberikan perhatian

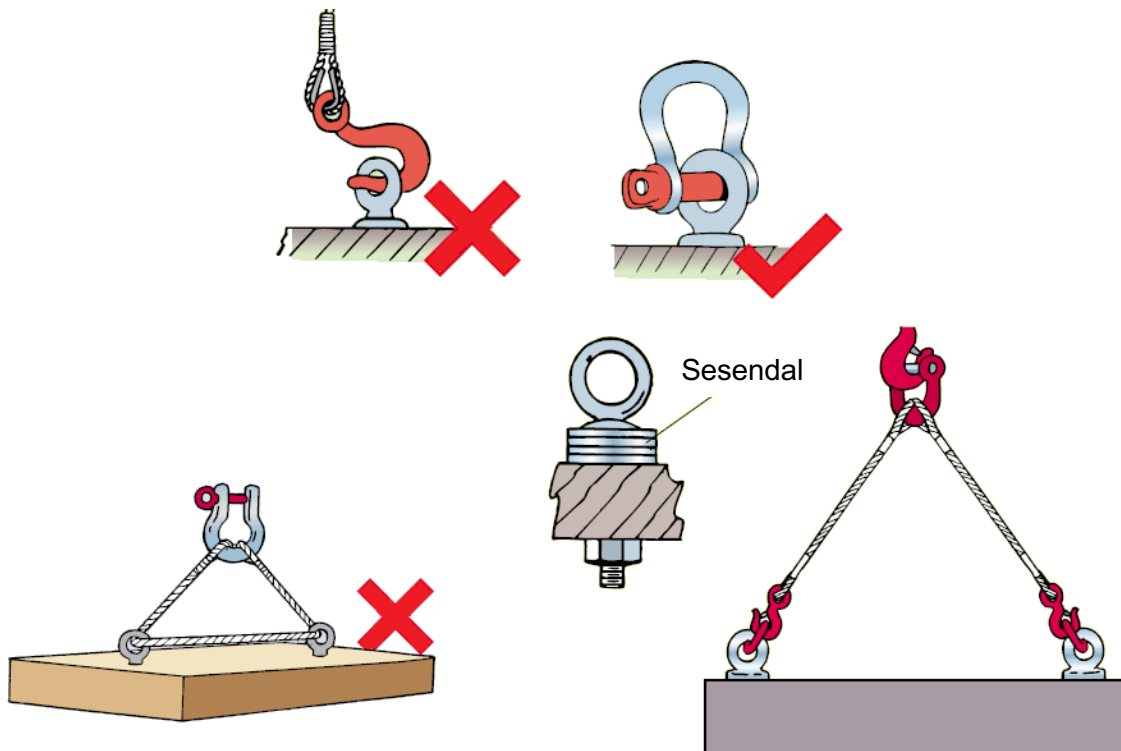
- Panjang bol hendaklah 1-1.5 kali diameter bol dan perlu digerudi pada beban. Lubang bol hendaklah dimuatkan ke dalam bol.
- Langkah keselamatan untuk mengelakkan bol-tindik longgar perlu diambil apabila menggunakan bol-tindik tunggal. Jika boleh, gunakan sekurang-kurangnya dua atau lebih bol-tindik.
- Bol-tindik mesti ditandakan dengan kod WLL atau kapasitinya, dan sekatan kemungkinan ke atas penggunaannya mesti dinyatakan dalam arahan pengendalian semasa penghantaran.



- Bol-tindik boleh dibebankan pada arah menegak ( $90^\circ$ ) atau pada sudut maksimum  $45^\circ$  (Rajah 6.7 (b)).
- Apabila menggunakan bol-tindik dan *eyenut* pertimbangan sewajarnya hendaklah dibuat pada berat beban yang diangkat dan bilangan bol-tindik/*eyenut*.
- Bol-tindik perlu diskrukan ke bawah supaya ketat agar kolar bersentuh penuh dengan permukaan.
- Sesendal boleh digunakan untuk mengelakkan beban condong pada bol-tindik (Rajah 6.8)
- Tidak boleh menggunakan anduh melalui satu bol-tindik sahaja.



Rajah 6.7 Kaedah yang betul dan salah untuk ikatan: (a) bol-tindik tidak berkolar, (b) bol tindik berkolar (Safe Lifting, 2002)



Rajah 6.8 Kaedah yang betul dan salah untuk ikatan dan anduh menggunakan bol-tindik (Safe Lifting 2002)

#### Senarai semak pemeriksaan pra-penggunaan bol tindik:

- Semua bol-tindik mesti ditempa, diacuan, atau dicap secara tetap dengan nama atau tanda dagangan pengeluar, saiz atau kapasiti, dan gred (bol-tindik aloi sahaja). Maklumat ini tidak boleh hilang dan mestilah boleh dibaca.
- Memeriksa bol-tindik sebelum digunakan, dan secara kerap semasa digunakan.
- Pemerhatian secara visual ke atas alur bol-tindik, diketatkan dengan utuh dan bol-tindik bebas dari ubah bentuk.

#### Hindari penggunaan jika berlaku keadaan berikut:

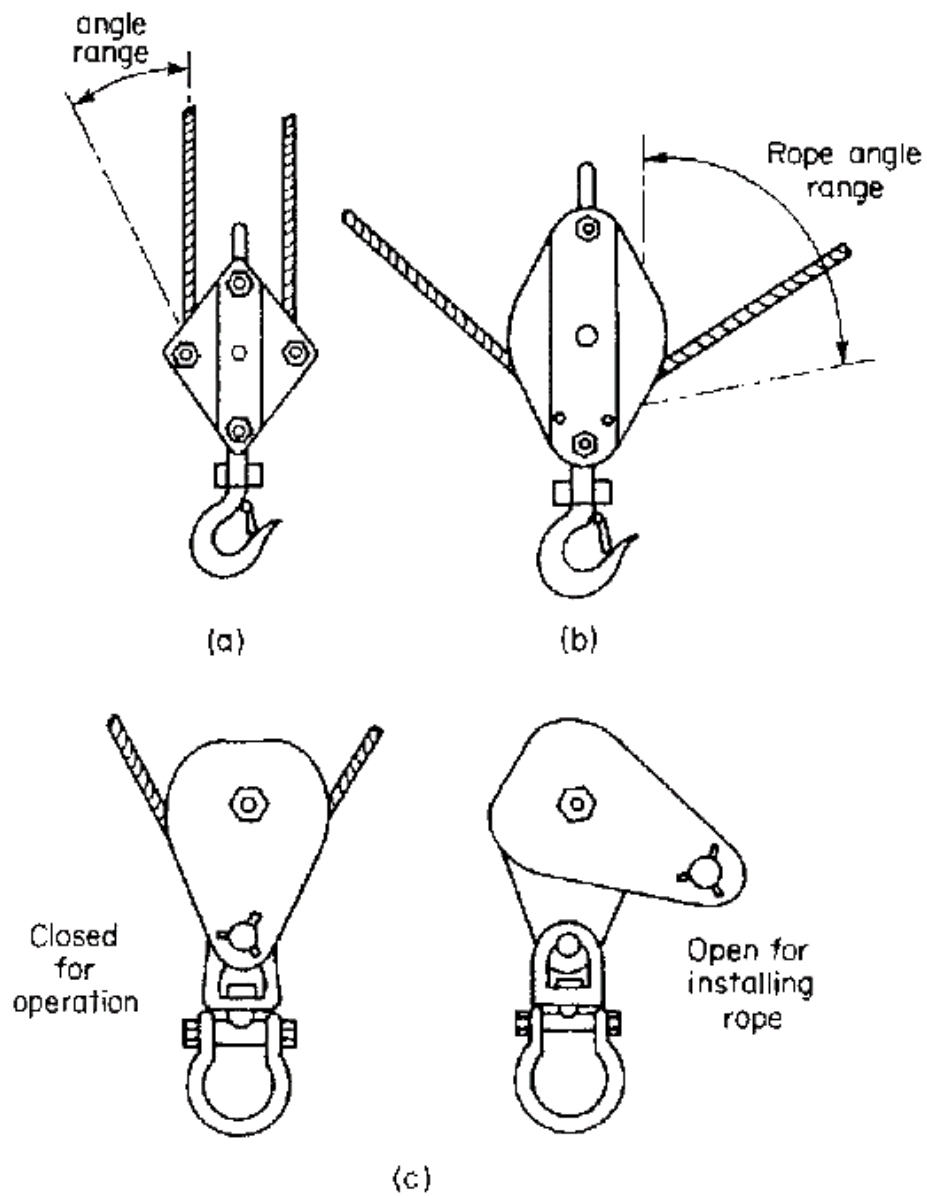
- Calar (*nick/cut*), torehan (*gouges*) atau pin bol-tindik bengkok.
- Haus yang sangat teruk (pengurangan 10% daripada dimensi asal).
- Ada haus, karat dan/atau herotan pada alur bol.
- Terdapat tanda-tanda kerosakan kesan haba termasuk percikan atau ketukan kimpalan.

- Sebarang perubahan atau pembaikan pada bol-tindik, seperti pengisaran, pemesinan, kimpalan, sebarang ubah bentuk seperti kesan ketukan, penekanan dan lain-lain tidak dibenarkan.
- Torehan lubang mesti dibersihkan, haus dan kemerosotan alur diperiksa.

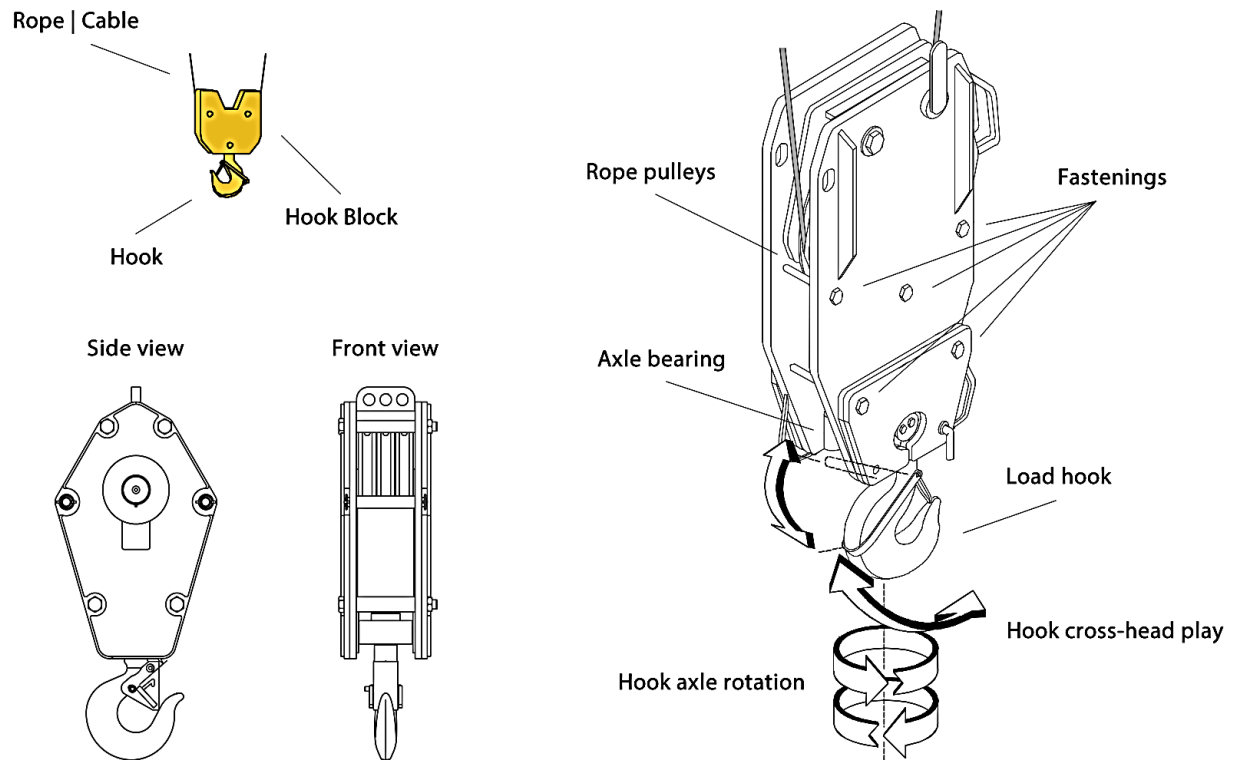
### 6.6.3 Bongkah cangkuk (*Hook block*)

Cangkuk disambungkan ke dalam pemasangan bongkah cangkuk, dan ia juga dipasangkan bersama gelendong takal (*sheaves*) dan takal akan membawa tali. Bongkah cangkuk direka bentuk dalam beberapa bentuk dan saiz untuk memenuhi keperluan angkatan yang berbeza-beza. Ia boleh diklasifikasikan sebagai corak bujur atau rombus (*diamond*), atau jenis bongkah sentap (*snatch-block*) yang juga dikenali sebagai bongkah get (*gate block*) (Rajah 6.9).

Bongkah ini lebih fleksibel dan mudah untuk mengangkat beban. Fungsi utama adalah untuk putaran bebas dan kedudukan beban. Bongkah ini disediakan dengan cangkuk tunggal tetap atau berpasangan atau berputar dan juga dengan belunggu (*shackle*) tetap atau berputar. Bongkah sentap mempunyai kelebihan membenarkan tali dililit (*reeve*) pada takal apabila hujung tali tidak bebas. Blok atau apa-apa pemasangan takal lain harus disediakan dengan penghadang untuk mengelakkan tali daripada terkeluar dari alur takal. Bentuk paling mudah untuk penghadang adalah pin atau bol diletakkan pada pinggir bebibir takal.



Rajah 6.9 Jenis-jenis bongkah: (a) bentuk rombus, (b) bentuk bujur, (c) bongkah sentap (Lawrence K. Shapiro and Jay P. Shapiro 2011; Cranes and Derrick 2011)



Rajah 6.10 Reka bentuk lengkap bongkah cangkuk  
([www.morrow.com/crane101](http://www.morrow.com/crane101))

### Pemeriksaan

- Penggunaan, penyenggaraan, penyimpanan, pendaftaran, pemeriksaan dan penelitian bongkah cangkuk hendaklah mengikut cadangan pengeluar.
- Apabila memasang bongkah cangkuk kepada struktur sokongan, operator hendaklah memastikan bahawa penguncian dan pin penyelamat berada di tempat yang sepatutnya.
- Operator mesti memastikan bahawa struktur sokongan adalah cukup kuat untuk menyokong beban dan bongkah diselaraskan dengan tali terutama untuk mengelakkan tali bergeser pada dinding bongkah/takal.
- Sebelum menggunakan bongkah cangkuk tunggal, pertimbangan perlu dibuat mengenai jumlah daya paduan yang bertindak ke atas struktur sokongan, di mana beban kuasa tarikan geseran antara 4% dan 8% daripada berat yang diangkat bergantung kepada penggunaan gelas atau sesendal dalam takal.
- Hujung tali dawai berkenaan ditamatkan dengan menggunakan soket baji (*wedge socket*) (Rajah 6.11(e)).
- Cangkuk yang digunakan hendaklah dipasang dengan selak keselamatan.

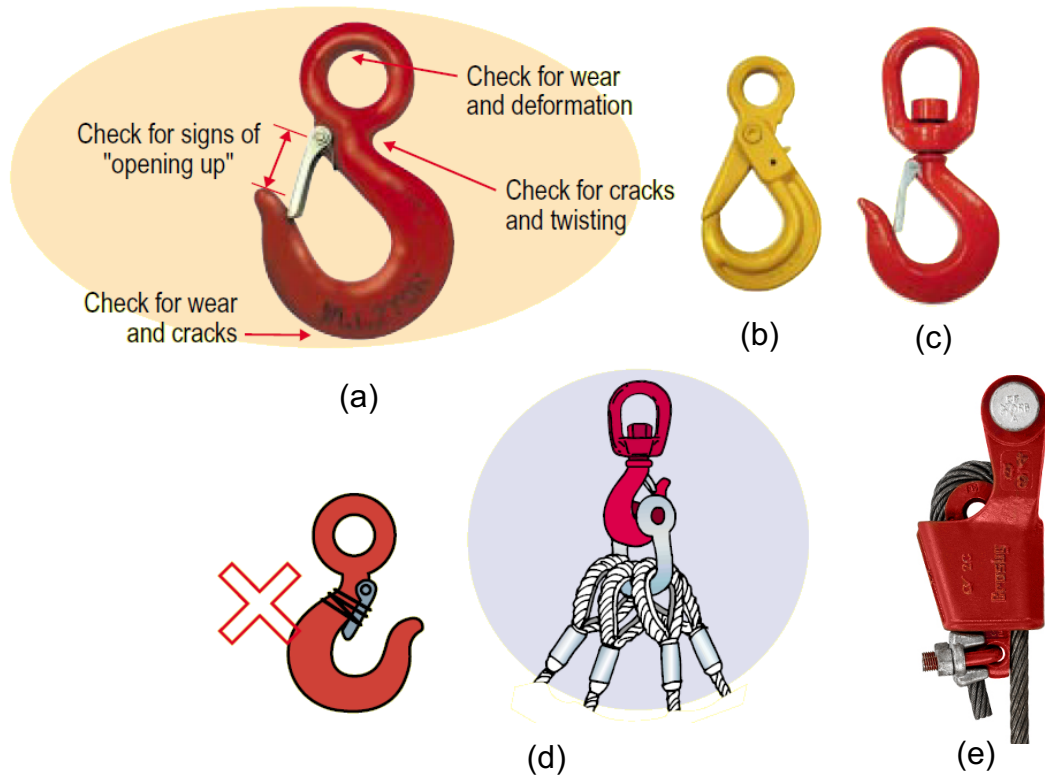
- Cangkuk boleh dipasang dengan swivel untuk membolehkan beban berputar (Rajah 6.11(c)).
- Periksa haus dan ubah bentuk pada cangkuk, keretakan dan tanda-tanda bukaan pada cangkuk (Rajah 6.11(a)).

**Setiap alat bantu angkat atau plat mesin yang bersambung mestilah ditandakan dengan maklumat berikut:**

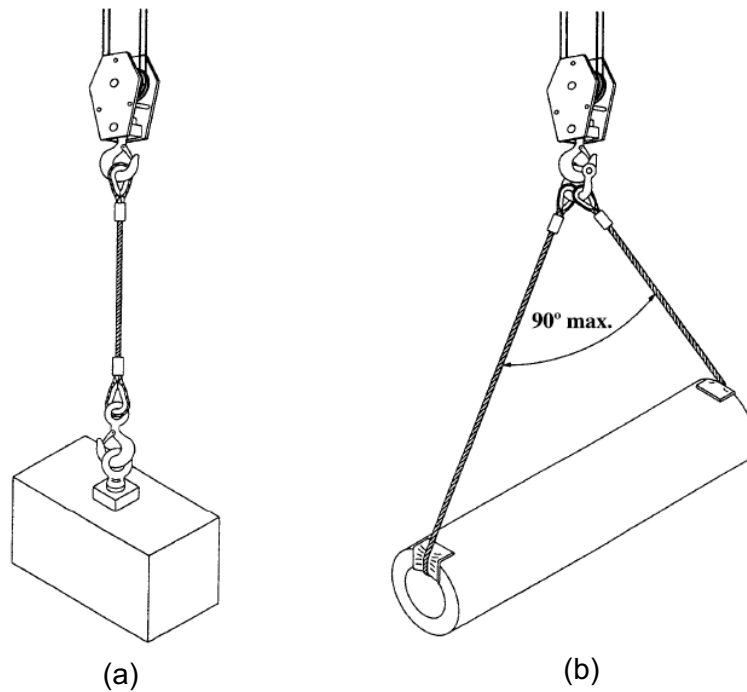
- Butiran pengeluaran.
- Maklumat bahan mentah, jika diperlukan untuk tujuan keserasian.
- Mempunyai tanda WLL atau SWL.
- Keadaan operasi piawaian.
- Arahan penggunaan, pemasangan dan penyenggaraan.
- Sekatan ke atas penggunaan.

**Perkara yang perlu diberikan perhatian dalam pemilihan cangkuk:**

- Pilih saiz cangkuk yang betul.
- Jangan ikat atau mengeluarkan selak keselamatan (Rajah 6.11(d)).
- Kekalkan cangkuk dalam kedudukan menegak. Jika beban dimuatkan di hujung cangkuk, SWL akan berkurang (lihat Rajah 6.8).
- Sangkutan beban pada cangkuk hendaklah secara menegak atau bersudut maksimum 90° (Rajah 6.12).



Rajah 6.11 Jenis cangkuk dan cara pengendalian (a) pemeriksaan cangkuk, (b) cangkuk tetap, (c) cangkuk swivel, dan (d) kaedah sangkutan salah dan betul, (e) soket baji (Occupational Safety & Health Council, Hong Kong, 2002)



Rajah 6.12 Cara angkatan menggunakan bongkah cangkuk (a) angkatan menegak/lurus dan (b) angkatan bersudut dengan anduh (Code of Practice, Occupational Safety and Health Branch 2011)

### **Senarai semak pemeriksaan pra-penggunaan**

Periksa cangkuk setiap kali sebelum digunakan dan secara kerap semasa digunakan. Elakkan penggunaan cangkuk semasa keadaan berikut (*Safety Standard for Lifting Devices and Equipment, National Aeronautics And Space Administration, 1991*):

- Pengenalan pengeluar hilang atau tidak boleh dibaca.
- Retak, lekuk, takik (*nicks*) atau torehan (*gouges*).
- Kerosakan daripada kesan haba.
- Galas atau sesendal rosak.
- Pembaikan yang tidak dibenarkan.
- Operasi yang tidak betul dan penguncian cangkuk kunci-sendiri.
- Sebarang putaran dari cangkuk yang tidak lentur.
- Pembukaan leher (*throat*) cangkuk melebihi 15% (atau seperti yang disyorkan oleh pengilang).
- Haus yang melebihi 10% daripada bukaan asal (atau seperti yang disyorkan oleh pengilang).

Untuk keselamatan tambahan, cangkuk perlu dilengkapi dengan selak. Selak tidak bertujuan untuk menyokong beban.

### **Penyenggaraan**

- Cangkuk kekurangan sifat perlu dihindari daripada perkhidmatan, diganti atau dibaiki. Penggantian cangkuk perlu mematuhi spesifikasi asal (Rajah 6.13).
- Pembaikan memerlukan kelulusan oleh pihak yang bertauliah atau layak.
- Pengisaran retak minor tidak dianggap sebagai pembaikan yang memerlukan prosedur yang diluluskan.
- Cangkuk mesti dikeluarkan daripada pemasangan kren sebelum kimpalan. Cangkuk yang dibaiki oleh kimpalan perlu diperiksa semula untuk menunjukkan perbezaan yang wujud bagi logam yang digunakan oleh proses ini.

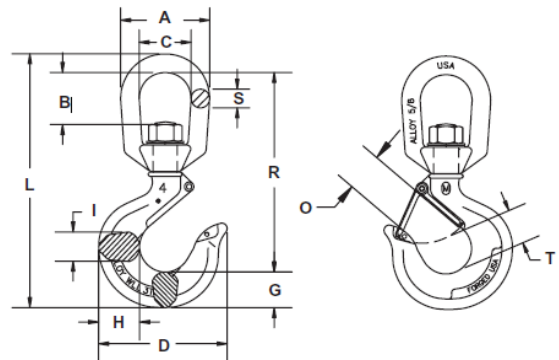


- Retak, calar, dan torehan hendaklah diperbaiki dengan kisanan membujur, mengikut kontur cangkuk, dan dengan syarat bahawa tiada kekurangan dimensi lebih daripada 10% (atau seperti yang disyorkan oleh pengilang) daripada ukuran asal.
- Jika dibaiki, cangkuk mesti diuji pembuktian beban menggunakan peranti mengangkat/peralatan yang memberikan nilai bukti beban.
- Penyenggaraan dan pembaikan cangkuk perlu direkodkan.

### Swivel Rigging Hook



- Design factor 5:1
- Pre-drilled for latches
- Hook and latch assemblies furnished separately
- Powder coated orange
- Carbon swivel hooks are technically advanced Micro-alloy which requires no secondary heat treat
- Alloy swivel hooks are heat treated quenched and tempered



WLL	Alloy		Carbon			Dimensions											Weight	
	Product Code w/o latch	Product Code w/ latch	WLL	Product Code w/o latch	Product Code w/ latch	A	B	C	D	G	H	I	L	R	S	T		O
ton			ton			in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.
1	M3402A	M3502A	3/4	M3402C	M3502C	2.00	1.11	1.25	3.06	0.87	1.05	0.63	5.83	4.63	0.38	0.87	0.93	1.05
1-1/2	M3403A	M3503A	1	M3403C	M3503C	2.50	1.38	1.50	3.33	0.94	1.11	0.71	6.83	5.44	0.50	0.97	0.97	1.56
2	M3404A	M3504A	1-1/2	M3404C	M3504C	3.00	1.65	1.75	3.67	1.06	1.21	0.88	7.76	6.25	0.63	1.03	1.06	2.50
3	M3405A	M3505A	2	M3405C	M3505C	3.00	1.65	1.75	4.20	1.27	1.43	0.94	8.40	6.49	0.063	1.16	1.16	3.20
5	M3407A	M3507A	3	M3407C	M3507C	3.50	1.77	2.00	5.11	1.44	1.63	1.31	9.76	7.53	0.75	1.53	1.41	5.36
7	M3409A	M3509A	5	M3409C	M3509C	4.75	2.39	2.75	6.24	1.82	2.01	1.68	12.42	9.67	1.00	1.94	1.69	10.56
11	M3411A	M3511A	7-1/2	M3411C	M3511C	5.50	2.55	3.25	7.69	2.25	2.63	1.88	14.89	12.06	1.13	2.46	2.22	19.00
15	M3415A	M3515A	10	M3415C	M3515C	6.00	2.47	3.50	8.37	2.59	2.94	2.19	15.79	11.95	1.25	2.62	2.23	26.75
22	M3422A	M3522A	15	M3422C	M3522C	7.75	3.82	4.75	10.19	3.00	3.50	2.69	21.18	16.68	1.50	2.74	3.05	51.80

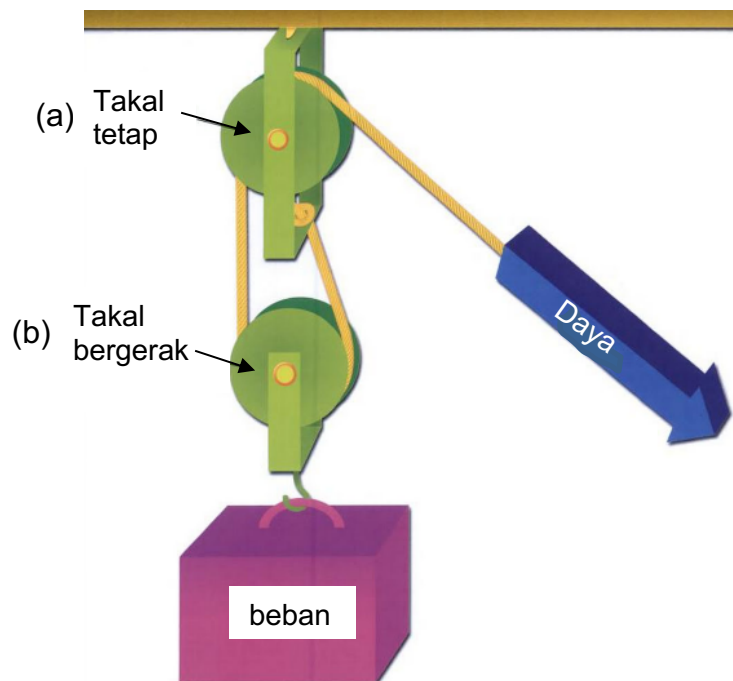
Rajah 6.13 Spesifikasi cangkuk dengan pelbagai WLL dan saiz (CM Complete Lifting Systems 2009)

#### 6.6.4 Takal (Pulley)

Terdapat dua konfigurasi takal (Rajah 6.14) iaitu:

- a) takal tetap dikenali *change of direction* (COD) yang membolehkan pertukaran arah tarikan.
- b) takal bergerak yang dipasang (*rigged*) kepada beban dan bergerak apabila beban ditarik, diheret, atau dinaikkan.

Kren menara menggunakan takal tetap dan bergerak untuk mengangkat beban.



Rajah 6.14 Penggunaan takal untuk proses angkatan (*Anne Welsbacher 2001*)

#### **Aplikasi takal yang berkaitan dengan beban:**

- mengangkat
- menarik
- menggerak
- menukar arah
- mengurangkan geseran

#### **Pemeriksaan takal**

Kebanyakan pemasangan tali mempunyai satu atau lebih takal yang mana hanya pergerakan tali minimum diberi perhatian. Setiap takal harus diperiksa secara berkala meliputi perkara-perkara berikut:

- kedalaman alur, lebar dan kontur
- kelancaran alur
- bibir (*flange*) takal yang pecah atau serpih
- keretakan hab, jejari dan lain-lain

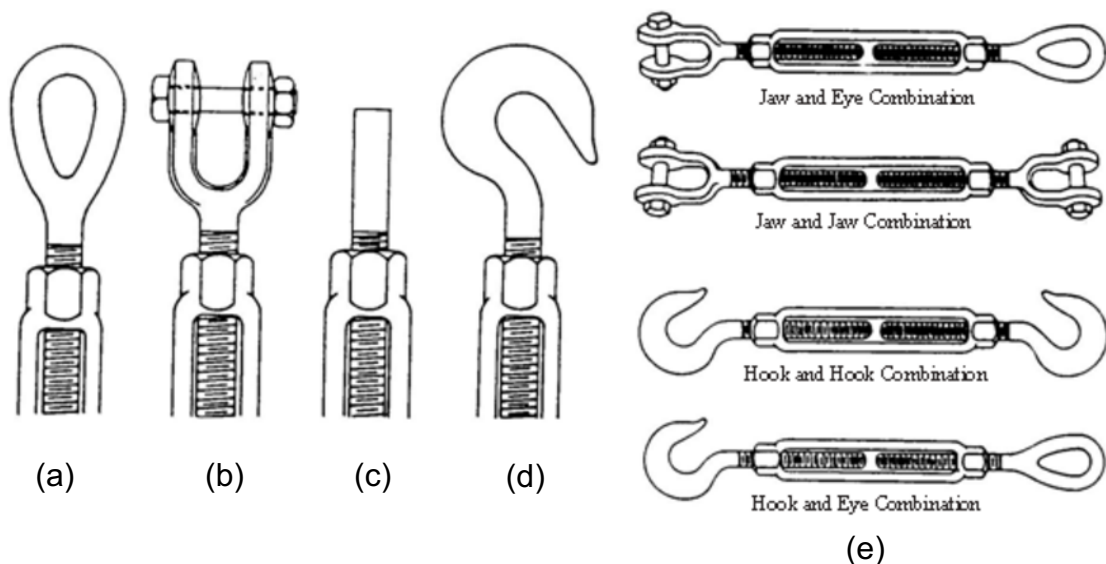
- tanda-tanda sentuhan tali pada penghadang takal
- gelas takal dan aci (*shaft*)
- keadaan pusingan yang tidak lancar
- penjaran dengan takal yang lain
- menilai keadaan fizikal takal dan kelancaran pusingan

#### Perkara yang perlu diberi perhatian:

- Pastikan tali baru adalah saiz yang betul untuk takal dan sistem angkatan.
- Semua takal perlu diperiksa untuk memastikan bahawa ianya tidak dipakai dengan tali lama dan menjadi terlalu kecil untuk tali baru.
- Hindari menggunakan takal retak dan lekuk/kemek, kewujudan haus pada penghadang dan bahagian lain.

#### 6.6.5 Kancing-putar (*Turnbuckle*)

Kancing-putar digunakan untuk menghilangkan kendur dari tali yang berdiri seperti pendan. Ianya boleh didapati dengan cangkuk, gelung, atau belunggu (Rajah 6.15).



Rajah 6.15 Jenis-jenis *kancing-putar* (a) mata (*eye*), (b) rahang (*jaw*), (c) puntung (*stub*), (d) *cangkuk* (kurangkan kapasiti), dan (e) kombinasi kancing-putar (Hoisting and Rigging Fundamentals for Riggers and Operators 2002)

- Tag pengenalan pada kancing-putar mesti dikenal pasti terlebih dahulu sebelum digunakan untuk operasi mengangkat.
- Kancing-putar mempunyai alur di dalam badan bagi memastikan beban diagihkan dengan betul disepanjang alur berkenaan.
- Apabila kancing-putar dibiarkan dalam keadaan berbeban untuk masa yang lama, ianya harus diperiksa secara visual bagi memastikan ianya masih selamat digunakan.
- Jangan gunakan kancing-putar yang haus.
- Kancing-putar yang digunakan untuk operasi angkatan dan ikatan hendaklah diperbuat daripada keluli aloi tempa.
- Jika kancing-putar yang digunakan melibatkan getaran, pelengkapan akhir (*end fittings*) patut dirapatkan kepada bingkai dengan wayar untuk menghalangnya daripada terpusing dan terlonggar (Rajah 6.16 (a)).
- Nat pengunci tidak boleh digunakan kerana ia boleh meningkatkan tekanan ke atas alur.
- Kancing-putar mesti digunakan untuk tarikan secara lurus sahaja.

**(NOTA: Kancing-putar yang tidak terlibat dengan operasi mengangkat tidak perlu memenuhi kriteria ujian beban yang berkaitan)**

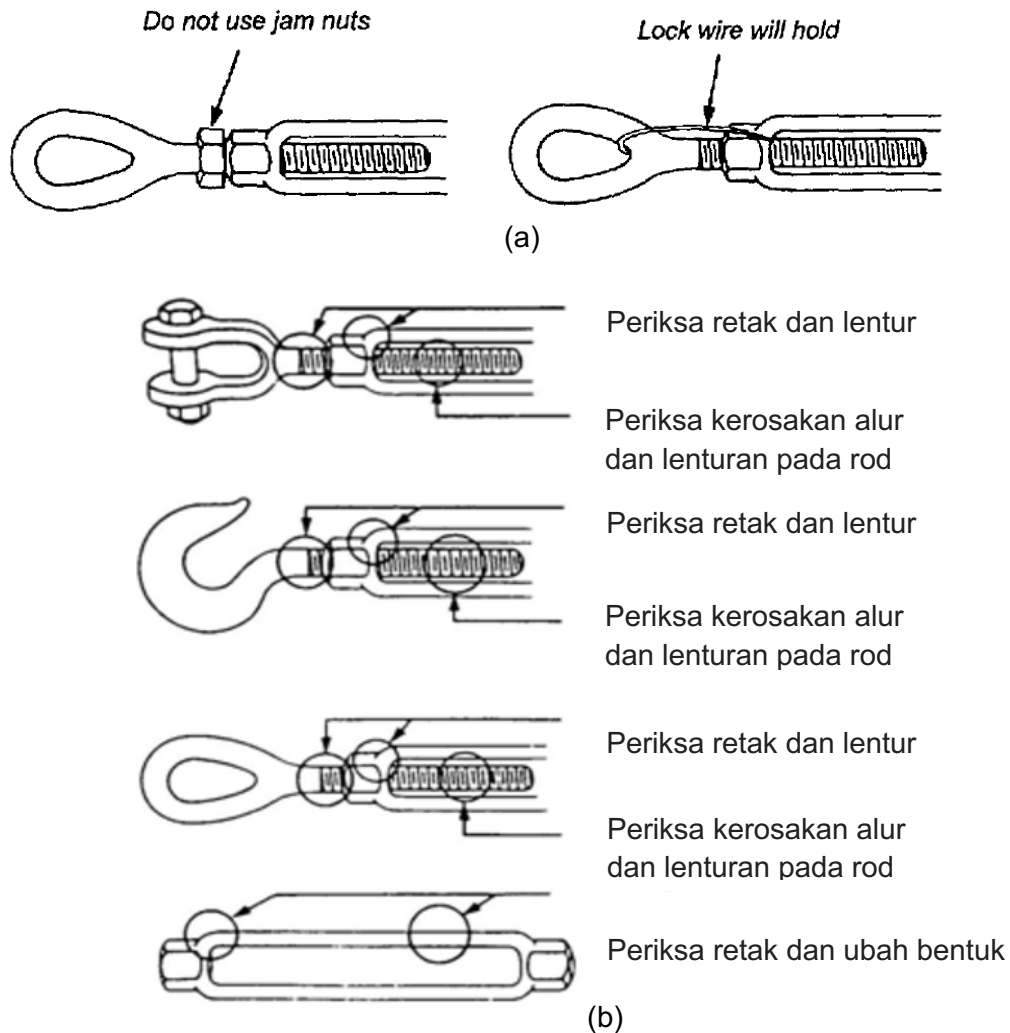
**Pensijilan/dokumentasi berikut hendaklah disediakan:**

- Sijil pengeluaran dan sijil permohonan kancing-putar.
- Penggunaan, penyenggaraan, penyimpanan, daftar, pemeriksaan, penilaian kancing-putar hendaklah mengikut arahan pengeluaran.

### **Pemeriksaan**

Kancing-putar hendaklah diperiksa kerosakan sebelum hendak digunakan. Pemeriksaan pada kancing-putar adalah seperti berikut (Rajah 6.16 (b)):

- Keretakan, lenturan dan ubah bentuk pada badan kancing-putar.
- Kerosakan pada alur dan bengkokan pada rod.
- Alur yang rosak atau badan yang bengkok tidak boleh digunakan.



Rajah 6.16 (a) Keadah mengunci kancing-putar, (b) bahagian kancing-putar yang memerlukan pemeriksaan (Hoisting and Rigging Fundamentals for Riggers and Operators 2002)

#### 6.6.6 Rasuk penyebar (*Spreader beam*)

Rasuk penyebar boleh didapati dalam pelbagai kapasiti dan jenis, iaitu jenis tetap atau boleh ubah, dan boleh juga direka bentuk dengan konfigurasi cangkuk atau belunggu khas (Rajah 6.17).

Rasuk penyebar biasanya digunakan untuk mengangkat beban yang panjang. Berat rasuk *spreader* adalah termasuk sebagai sebahagian daripada beban mengangkat.

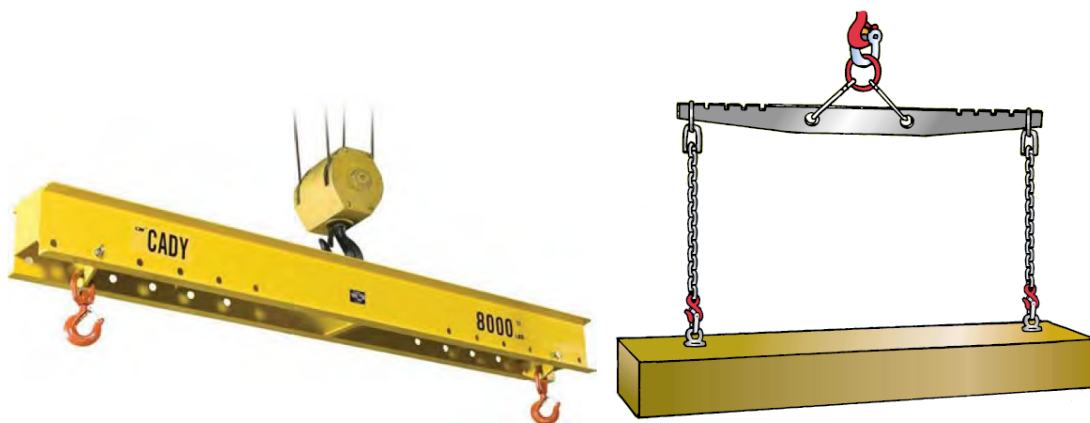
Pereka dan pengeluar rasuk penyebar mesti mempunyai kepakaran dalam reka bentuk rasuk mengangkat dan pengeluaran, termasuk pengetahuan tentang kekuatan bahan dan keperluan struktur.

Setiap rasuk penyebar mesti mempunyai tanda-tanda berikut:

- WLL untuk situasi bebanan yang berbeza-beza.
- Berat rasuk untuk membolehkan penentuan berat keseluruhan
- Tahun pengeluaran/nombor siri dan nama pengilang.

Arahan berikut mesti dipatuhi semasa penghantaran rasuk penyebar ini:

- Arahan-arahan operasi, termasuk kemungkinan sekatan ke atas penggunaannya.
- Arahan penyenggaraan dan pemeriksaan, dan lukisan pemasangan.



Rajah 6.17 Reka bentuk rasuk penyebar (CM Complete Lifting Systems 2009; Lifting Accessories 2007)

### **Kekerapan pemeriksaan pra-penggunaan**

Rasuk penyebar hendaklah diperiksa pada setiap permulaan syif bagi keperluan berikut:

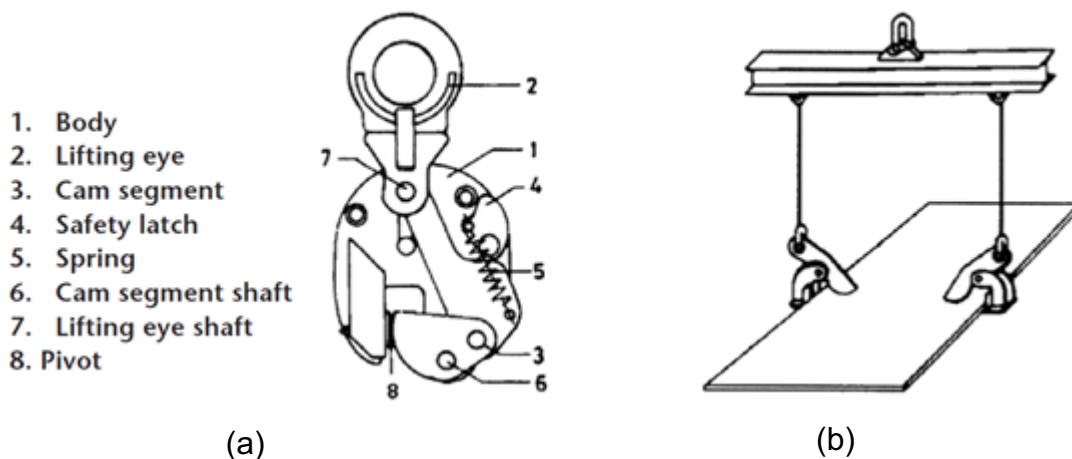
- Ubah bentuk struktur, retak, haus berlebihan pada mana-mana bahagian pengangkat.
- Plat nama pengeluar, berat rasuk dan WLL.
- Semua mekanisme operasi berfungsi dan, mekanisme memegang dan melepas automatik tidak tersalah ubah yang boleh mengganggu operasi.

### 6.6.7 Kapit plat (*Plate clamp*)

- Operasi mengangkat yang menggunakan kapit plat tidak boleh dijalankan ke atas peralatan yang kritikal dan bertekanan tinggi.
- Kapit plat yang digunakan untuk mengapit beban mesti mengikut manual arahan dan tidak boleh digunakan untuk mengendalikan beban yang tidak sesuai (Rajah 6.18).
- Kapit plat tidak boleh digunakan untuk mengangkat lebih daripada satu plat pada satu masa untuk angkatan menegak (Rajah 6.19).
- Penggunaan, penyenggaraan, penyimpanan, daftar dan pemeriksa pengapit plat hendaklah mengikut arahan pengeluar.

#### Sebelum penggunaan pengapit plat pastikan bahawa:

- Permukaan plat adalah bebas daripada gris, minyak, kotoran atau bahan cemar lain yang boleh menghalang sentuhan gigi dengan plat.
- Beban berada di bahagian dalam pengapit sebelum mengunci atau menggunakan kapit.

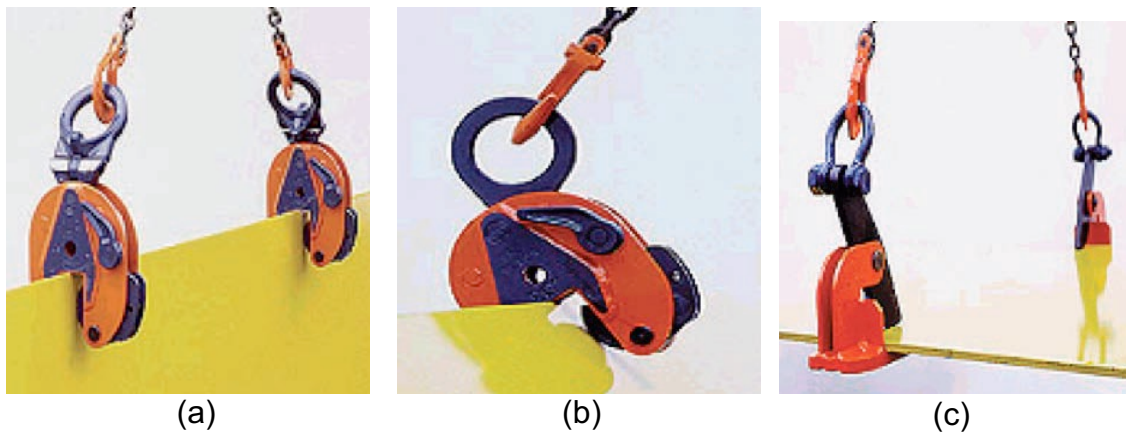


Rajah 6.18 (a) Reka bentuk kapit plat mengangkat dan (b) angkatan secara melintang (Lifting Equipment Operation 1997)

Kapit plat mesti menunjukkan tanda-tanda berikut:

- Tanda WLL
- Ketebalan atau lebar minimum dan maksimum
- Tahun pengeluaran/nombor siri
- Nama pengeluar/pembekal





Rajah 6.19 Kaedah mengapit (a) angkatan menegak, (b) angkatan bersudut, (c) angkatan melintang (Technical Advisory for Safe Operation of Lifting Equipment 2009)

**NOTA: Sebagai alternatif kepada kapit plat, lubang perlu digerudi pada plat ditempat yang sesuai, ini membolehkan penggunaan belunggu yang sesuai.**

Apabila menggunakan kapit plat:

- Pastikan kapit yang sesuai digunakan, dan kekerasan permukaan barangan tidak melebihi kekerasan permukaan maksimum pengapit.
- Pengapit mesti sesuai dengan cangkuk perkakas mengangkat dan, jika perlu, anduh rantai dengan lingkaran besar mesti digunakan.
- Jangan melebihi had beban kerja.
- Pastikan permukaan sentuhan adalah bebas dari calar, cat, kotoran, ais, gris atau bahan-bahan lain yang melemahkan keupayaan pegangan.
- Sentiasa mematuhi arahan bebanan yang ditetapkan padak. Kapit mesti diletak mengikut arah angkatan anduh.
- Gerakan secara pendulum bagi barang yang diikat mesti dielakkan, kerana ini boleh merosakkan gigi kapit.
- Apabila mengangkat plat atau kepingan panjang, dua atau lebih kapit plat harus digunakan.
- Hanya satu plat atau kepingan sahaja dibenarkan untuk angkatan menegak.
- Sekurang-kurangnya dua pasang pengapit mendatar digunakan dan tidak melebihi sudut anduh maksimum yang dinyatakan oleh pengeluar kapit.



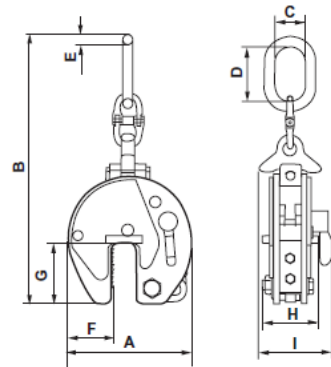
- Apabila memusing atau bergerak, pastikan hujung plat/kepingan atau beban yang diangkat berada setentang dengan arah operator kren. Mengangkat atas kemahuan sendiri adalah dilarang sama sekali.
- Haus pada permukaan sentuhan kaput dan rahang perlu dipantau dan diperiksa jika perlu.
- Jika kaput telah menjalani pembaikan, operasi angkatan mesti diuji dengan menggunakan ujian angkatan sebelum digunakan.

Contoh reka bentuk dan spesifikasi kaput plat ditunjukkan dalam Rajah 6.20.



### Heavy-Duty Hinged Universal Plate Clamp

- Can be used to lift plate from horizontal to vertical position and vice versa
- Vertically racked plates can be turned over due to the in-built lifting eye and link
- Fitted with a cam operated closing mechanism that can be replaced with a chain pull open/close mechanism



Model	Working Load Limit		Jaw Capacity	Dimensions									Weight
	Min	Max		A	B	C	D	E	F	G	H	I	
	lb.	lb.		in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	
CX3	1,000	6,600	0 to 1-1/4	7.756	20.276	2.638	5.433	0.748	2.677	3.661	3.189	4.331	26.5
CX6	2,650	13,200	0 to 2	11.496	29.016	3.740	6.929	1.102	3.740	5.630	5.394	7.402	83.8
CX6/L*	2,650	13,200	2 to 4	14.449	30.906	3.858	7.087	1.102	4.528	5.630	5.315	7.402	105.8
CX8*	3,550	17,600	0 to 2	11.496	29.016	3.858	6.929	1.102	3.740	5.630	5.354	8.268	86.0
CX8/L*	3,550	17,600	2 to 4	14.449	30.906	3.858	7.087	1.102	4.528	5.630	5.354	8.268	112.4
CX10*	4,400	22,000	0 to 2	14.173	35.551	4.331	7.677	1.299	4.921	6.378	6.693	8.780	134.5
CX10/L*	4,400	22,000	2 to 4	17.559	36.260	4.409	7.677	1.299	6.614	6.378	6.693	8.780	167.5

Rajah 6.20 Contoh spesifikasi kaput plat dengan pelbagai WLL dan kapasiti (CM Complete Lifting Systems 2009)

## Bibliografi

- Anne Welsbacher, Pulleys, Bridgestone Books, Amerika Syarikat, 2001.
- Basic Rigging Workbook, Training and Qualifications Program Office, Brookhaven National Laboratory, 2008.
- Bechtel Equipment Operations Rigging Department Bechtel Rigging Handbook, Second Edition, Bechtel Equipment Operations, Inc., 2002.
- CM Complete Lifting Systems, Columbus Mckinnon Corporation, 2009.
- Code of Practice on Safe Lifting Operations in the Workplaces, WSH Council, 2014.
- Code of Practice, Occupational Safety and Health Branch, Labour Department, Hong Kong, 2011.
- Guidelines for Creating Lifting Plan for Lifting Operations In Workplaces, 31 August 2014, WSH Council.
- Hoisting and Rigging Fundamentals for Riggers and Operators, TR244C, Rev. 5, 2002.
- Hoisting and Rigging, Safety Manual, Infrastructure Health & Safety Association, Canada, 2012.
- <http://www.cmindustrial.com> [23 Mac 2017]
- <http://www.morrow.com/crane101> [23 Mac 2017]
- <http://www.technikdesign.co.uk> [18 Jun 2017].
- Kempsey Shire Council, Selection, Use, Inspection and Maintenance of Lifting Equipment, Work Health and Safety Policy, 2015.
- Lawrence K. Shapiro, and Jay P. Shapiro, 2011, Cranes and Derricks, Fourth Edition, McGraw-Hill, ISBN: 978-0-07-162558-6).
- Lifting Accessories, Safety, Occupational Safety and Health Administration, 2007.
- Lifting and Rigging, FEMA National User Response System Structural Collapse Technician, Module 4 - Lifting and Rigging.
- Lifting Equipment Operation, Norsok Standard, 1997.
- Nota Operator Kren Menara, Institut Kemahiran Tinggi Belia Negara (IKTBN), Kementerian Belia dan Sukan, Bachok, Kelantan, 2004.
- Nota Operator Kren Menara, Institut Kemahiran Tinggi Belia Negara (IKTBN), Kementerian Belia dan Sukan, Chembong, Negeri Sembilan, 2003.
- Nota Tower Crane Operator, Gamuda Plant Operator School (GPOS), Shah Alam, Selangor, 2002.
- Occupational Safety & Health Council, Hong Kong, 2002.
- Safe Work Australia, General Guide for Cranes, 2015.
- Technical Advisory for Safe Operation of Lifting Equipment, Workplace Safety and Health Council, Ministry of Manpower, 2009.
- Safety Standard for Lifting Devices and Equipment, National Aeronautics And Space Administration, 1991.

## BAB 7

### CARTA BEBAN

#### 7.1 Pengenalan

Carta beban adalah jadual yang memberi maklumat kapasiti angkatan kren yang diberikan oleh pengeluar kren. Penggunaan carta beban yang betul merupakan satu daripada kompetensi asas operator kren. Individu yang terlibat dalam operasi mengangkat perlu memahami cara untuk membaca dan menggunakan carta beban dengan betul. Namun begitu, kren menara telah dipasang dengan peranti dan suis keselamatan yang bertindak secara automatik jika berlaku lebih berat beban atau lebih momen pada kren untuk tujuan keselamatan. Jika carta beban tidak dibaca dengan betul atau terlebih jangka keupayaan kren, kemalangan boleh berlaku dan menyebabkan kerosakan pada struktur kren dan peralatan mengangkat serta menyebabkan kecederaan/kematian kepada pekerja lain dan orang awam.

#### 7.2 Memahami Carta Beban Bagi Pelbagai Model Kren

Carta beban menyenaraikan nilai kapasiti angkatan untuk kren bagi pelbagai panjang bum dan jangkauan beban seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 7.1 dan 7.2. Bagi memastikan kren beroperasi dalam julat beban selamat maka perkara berikut perlu diberi perhatian:

- (a) Nilai-nilai yang terdapat pada carta beban kren adalah merujuk kepada beban angkatan maksimum kren berkenaan (termasuk peralatan mengangkat). Nilai-nilai ini terpakai bagi kren yang berkeadaan "seperti baru" dan dipasang mengikut spesifikasi pengeluar.
- (b) Untuk menentukan beban maksimum yang boleh diangkat oleh kren dengan selamat, iaitu berat peralatan mengangkat (tali dawai, anduh dan lain-lain) alatan bantu angkat (cangkuk, belunggu, rasuk penyebar,

bongkah cangkuk dan lain-lain) mesti ditolak daripada beban angkatan maksimum kren (rujuk Rajah 7.3(a)).

- (c) Penilaian carta beban hanya terpakai bagi kren yang disenggara dalam keadaan baik seperti yang ditetapkan oleh pengeluar kren. Bum merupakan salah satu elemen kritikal bagi kren, dan mesti berada dalam keadaan paling sempurna pada setiap masa.
- (d) Operator kren mesti memahami carta beban dan operasi pengendalian beban yang selamat. Satu salinan carta beban mesti dipaparkan dalam kabin operator kren.

Perkara-perkara perlu dikenal pasti terlebih dahulu sebelum pengoperasian kren bermula, antaranya adalah:

- (a) zon kerja yang selamat,
- (b) penambahan berat timbal (lihat Rajah 7.4),
- (c) kekuatan asas tapak kren,
- (d) ketinggian kren menara,
- (e) kelajuan maksimum bagi menggerakkan beban,
- (f) maklumat tali dawai mengangkat dan lilitan (*reeving*) (lihat Rajah 7.3(b)),
- (g) peralatan mengangkat atau alat bantu angkat yang digunakan,
- (h) panjang dan sudut bum,
- (i) jangkauan beban.

### Radius and Capacities

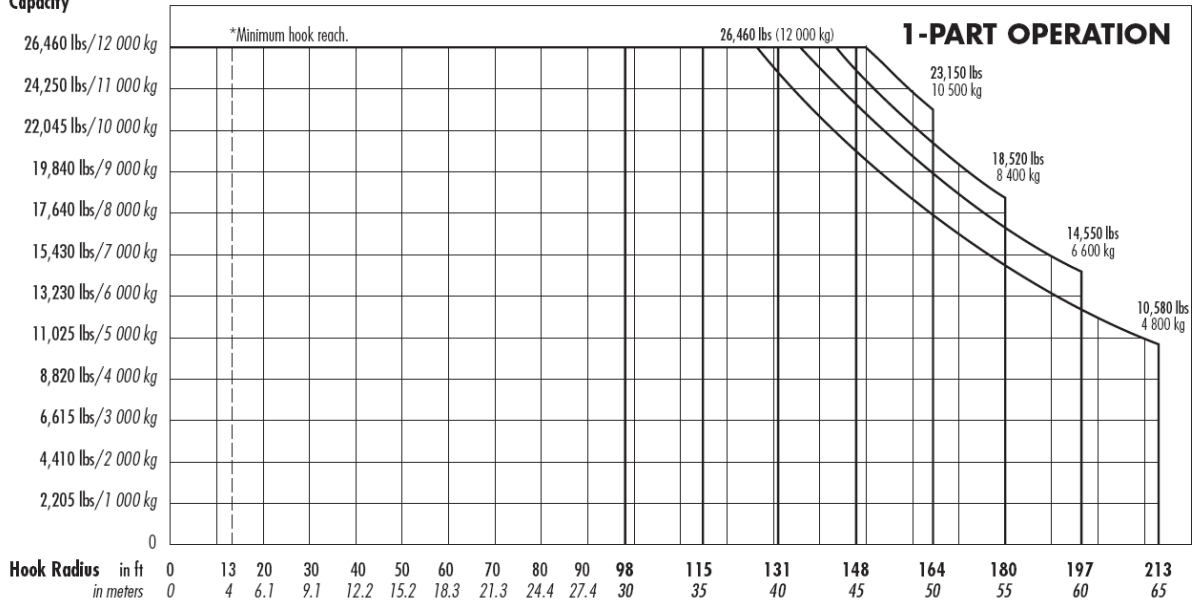
Hook Reach	Maximum Capacity – Radius	ft m	13* 4*	66 20	98 30	107 32.5	115 35	123 37.5	131 40	139 42.5	148 45	156 47.5	164 50	172 52.5	180 55	189 57.5	197 60	205 62.5	213 65	
213 ft 65m	26,460 lbs – 127 ft 12 000 kg – 38.8m	lbs kg	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	25,245 11 450	22,155 10 410	20,945 9 500	19,160 8 690	17,550 7 960	16,115 7 310	14,795 6 710	13,625 6 180	12,520 5 680	11,530 5 230	10,580 4 800	
197 ft 60m	26,460 lbs – 136 ft 12 000 kg – 41.4m	lbs kg	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	24,440 11 540	23,345 10 590	21,495 9 750	19,820 8 990	18,320 8 310	16,955 7 690	15,720 7 130	14,550 6 600			
180 ft 55m	26,460 lbs – 144 ft 12 000 kg – 43.8m	lbs kg	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	25,395 11 520	23,415 10 620	21,625 9 810	20,020 9 080	18,520 8 400					
164 ft 50m	26,460 lbs – 150 ft 12 000 kg – 45.8m	lbs kg	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	25,065 11 370	23,150 10 500							
148 ft 45m	26,460 lbs – 148 ft 12 000 kg – 45m	lbs kg	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000								
131 ft 40m	26,460 lbs – 131 ft 12 000 kg – 40m	lbs kg	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000										
115 ft 35m	26,460 lbs – 115 ft 12 000 kg – 35m	lbs kg	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000													
98 ft 30m	26,460 lbs – 98 ft 12 000 kg – 30m	lbs kg	26,460 12 000	26,460 12 000	26,460 12 000															

\*Minimum hook reach.

Berat maksimum yang diangkat oleh kren pada jarak cangkuk/bum 55 m

**1-PART OPERATION**

**Capacity**

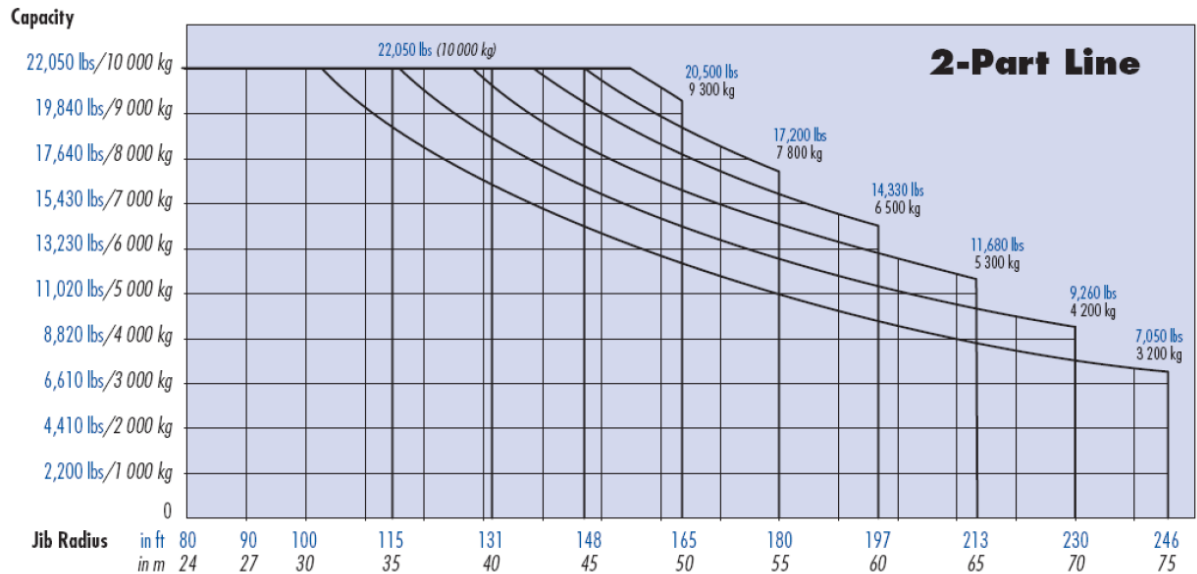


Rajah 7.1 Carta beban untuk kren *luffing* (lilitan satu tali dawai) (Lift Director-Tower Cranes Load Chart Manual 2013)

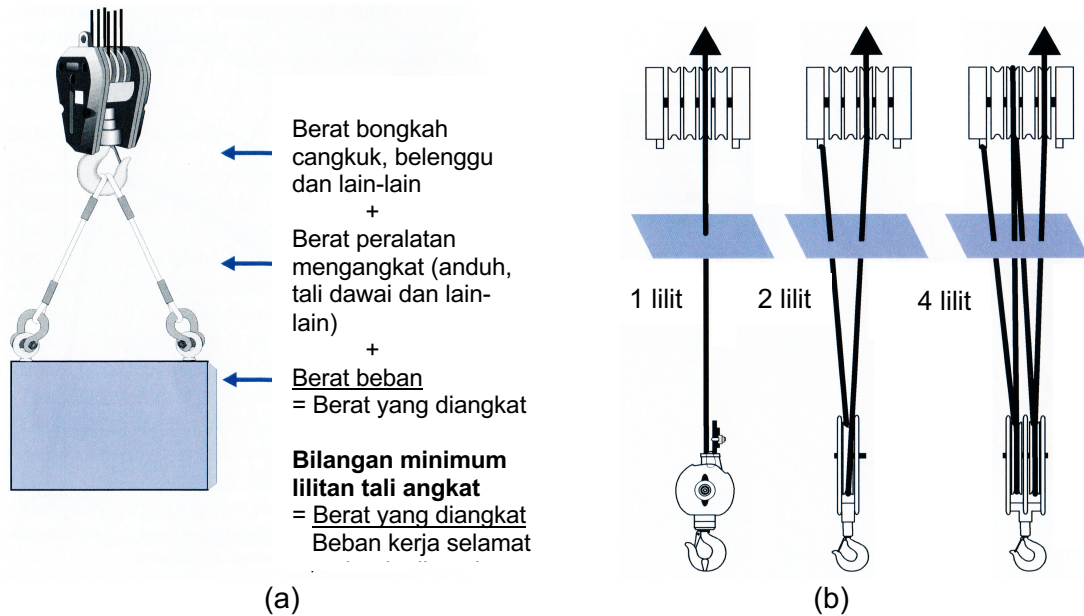
### Radius and Capacities

	Hook Radius	Jib Tip Radius	Maximum Capacity – Radius	ft m	33	49	66	82	98	115	131	148	164	180	197	213	230	246
					10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
<b>2-Part Operation</b>	246 ft 75m	252'-0" 76.8m	22,050 lbs – 104 ft 10 000 kg – 31.6m	lbs kg	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	19,670 8 920	16,670 7 560	14,370 6 520	12,540 5 690	11,050 5 010	9,790 4 440	8,730 3 960	7,830 3 550	7,050 3 200
	230 ft 70m	235'-7" 71.8m	22,050 lbs – 117 ft 10 000 kg – 35.6m	lbs kg	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	19,180 8 700	16,600 7 530	14,530 6 590	12,850 5 830	11,460 5 200	10,270 4 660	9,260 4 200	
	213 ft 65m	219'-2" 66.8m	22,050 lbs – 129 ft 10 000 kg – 39.2m	lbs kg	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	21,500 9 750	18,650 8 460	16,380 7 430	14,530 6 590	12,990 5 890	11,680 5 300		
	197 ft 60m	202'-9" 61.7m	22,050 lbs – 139 ft 10 000 kg – 42.4m	lbs kg	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	20,460 9 280	17,990 8 160	16,000 7 260	14,330 6 500			
	180 ft 55m	186'-0" 56.7m	22,050 lbs – 148 ft 10 000 kg – 45m	lbs kg	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	21,910 9 940	19,310 8 760	17,200 7 800			
	164 ft 50m	169'-7" 51.7m	22,050 lbs – 155 ft 10 000 kg – 47.3m	lbs kg	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	20,500 9 300				
	148 ft 45m	153'-3" 46.7m	22,050 lbs – 148 ft 10 000 kg – 45m	lbs kg	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000					
	131 ft 40m	136'-10" 41.7m	22,050 lbs – 131 ft 10 000 kg – 40m	lbs kg	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000							
	115 ft 35m	120'-5" 36.7m	22,050 lbs – 115 ft 10 000 kg – 35m	lbs kg	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000	22,050 10 000									

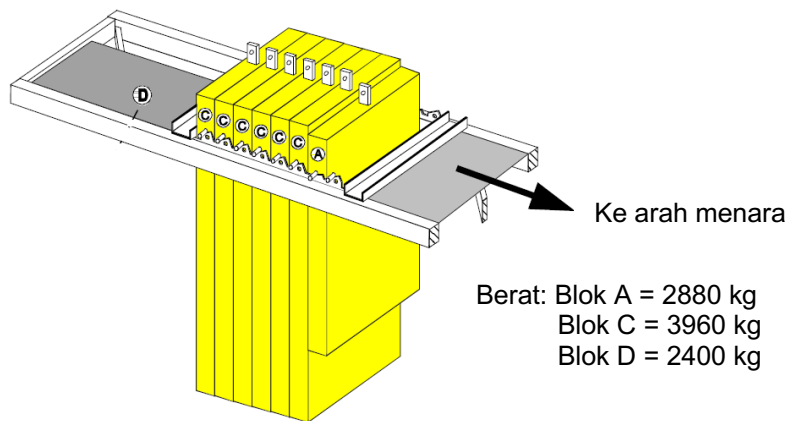
Berat maksimum pada jarak cangkuk /bum 55 m



Rajah 7.2 Carta beban untuk kren *hammerhead* (lilitan dua tali dawai) (Lift Director-Tower Cranes Load Chart Manual 2013)



Rajah 7.3 Perkiraan beban dan bilangan lilitan tali dawai mengangkat (a) beban maksimum yang boleh diangkat oleh kren dan (b) bilangan lilitan pada takal bongkah cangkuk (How To Use Load Charts, 2011)



Rajah 7.4 Contoh konfigurasi berat timbal pada kren menara (Lift Director-Tower Cranes Load Chart Manual, National Commission for the Certification of Crane Operators, 2013)

### 7.3 Penggunaan Carta Beban Bagi Jenis Kren Berbeza

Setiap jenis kren mempunyai carta beban yang tersendiri. Operator kren perlu mengetahui menggunakan carta beban yang berbeza ini bagi mengelakkan kegagalan pada peralatan mengangkat dan struktur kren. Operator mesti berdisiplin semasa operasi mengangkat beban iaitu tidak boleh melebihi had beban yang telah ditetapkan dalam carta beban atau pengeluar kren tanpa pengawasan pihak yang bertanggungjawab.



Carta beban dan spesifikasi peranti bagi kren menara model BKT ZBK 80 (DIN 15018 H 1/B3) seperti ditunjukkan dalam Rajah 7.5.

Nota: Carta beban ini akan digunakan dalam penilaian dengan pengajar dan dengan Institut Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan Kebangsaan (NIOSH).

**Radius and capacity**

JIB	MAX CAPACITY		Radius (m) and Capacity (t)																	
			18.0	20.0	22.0	24.0	25.0	26.0	28.0	30.0	32.0	34.0	35.0	36.0	38.0	40.0	42.0	44.0	45.0	
L4	45.0 m	5.0 t	2.3 - 15.9	4.34	3.86	3.46	3.14	2.99	2.86	2.63	2.43	2.25	2.10	2.03	1.96	1.84	1.73	1.63	1.54	1.50
L3	40.0 m	5.0 t	2.3 - 17.9	4.96	4.41	3.96	3.59	3.43	3.28	3.02	2.79	2.59	2.42	2.34	2.26	2.12	2.00			
L2	35.0 m	5.0 t	2.3 - 18.9		4.70	4.23	3.83	3.66	3.50	3.22	2.98	2.77	2.59	2.50						
L1	30.0 m	5.0 t	2.3 - 20.1			4.53	4.11	3.93	3.76	3.46	3.20									

**Speeds**

		$v = 22/45 \text{ m/min}$	KL - PU	2,6 kW		
		$v = 0 - 25 \text{ m/min}$	KL - FK	2 x 5,5 kW		
		$n = 0 - 0,86 \text{ min}^{-1}$	KL - WB	5,0 kW		
<b>Type</b> KL/PU 24/5	HK -  = max. 130 m 3-Layers			24,0 kW		
			63 m/min, 1,65 t			31 m/min, 3,30 t
			31 m/min, 2,50 t			16 m/min, 5,00 t
			7,0 m/min			
380 V/50 Hz/3 Ph	Connection power - upper part of crane			42 kVA		

**Counter jib ballast**

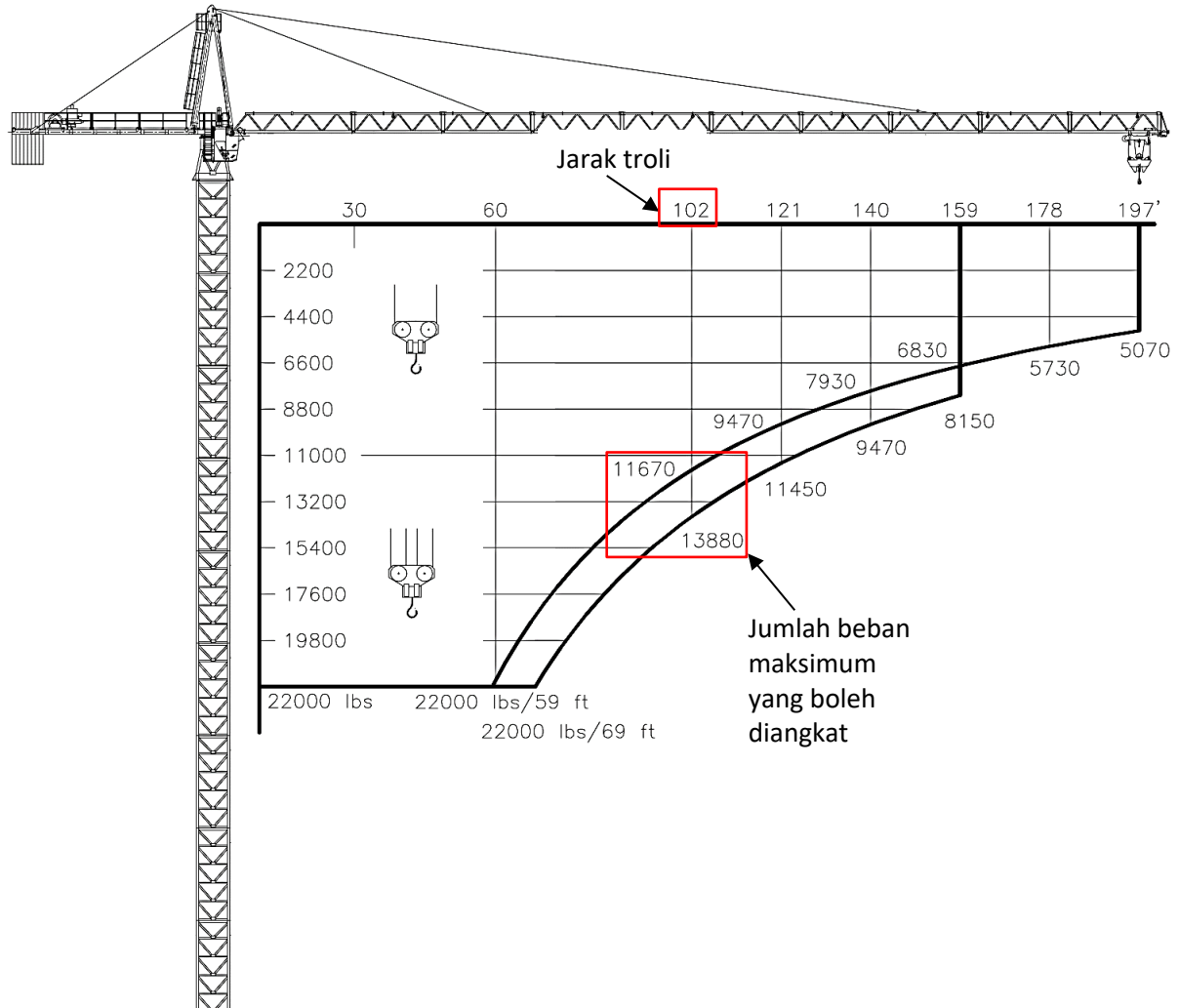
Jib	L 1	L 2	L 3	L 4
Ballast BG	7,65	9,00	9,45	9,45
Number	2x3,15 1x1,35	2x3,15 2x1,35	3x3,15	3x3,15

Rajah 7.5 Carta beban dan spesifikasi peranti untuk model kren ZBK 80







Contoh konfigurasi bum dan spesifikasi untuk pengoperasian kren menara seperti ditunjukkan dalam Rajah 7.6-7.8.

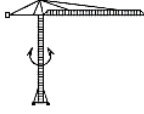
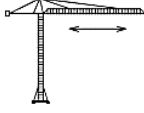
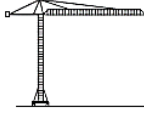
- Kren menara *hammerhead* model Kroll K180




Rajah 7.6 Konfigurasi bum dan beban maksimum untuk kren menara *hammerhead* ([www.krollcranes.dk](http://www.krollcranes.dk))

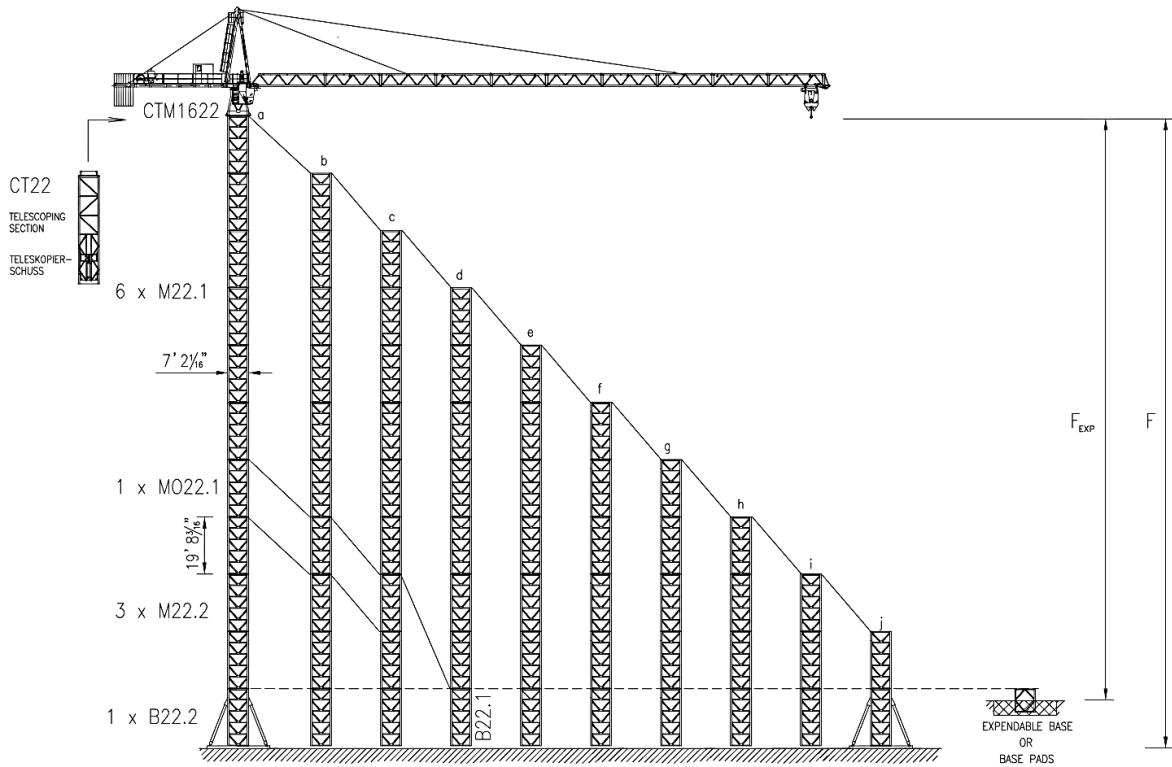
	3 x 480 V	CONTROL VOLTAGE / STEUER SPANNUNG
	60 Hz	

	HOIST WINCH/HUBWERK	44 kW	66 kW
	POWER CONSUMPTION/STROMVERBRAUCH	80 kVA	110 kVA
	FUSE / SICHERUNG	80 Amps	125 Amps
POWER CABLE HAUPTKABEL	0-350 ft	4 x 2 AWG	4 x 1/0 AWG
	350-600 ft	4 x 1/0 AWG	4 x 2/0 AWG
	600-800 ft	4 x 2/0 AWG	4 x 3/0 AWG
	0 - 3300 lbs	0 - 400 ft/min	0 - 580 ft/min
	3300 - 5750 lbs	0 - 260 ft/min	0 - 400 ft/min
	5750 - 11000 lbs	0 - 150 ft/min	0 - 230 ft/min
	0 - 6600 lbs	0 - 200 ft/min	0 - 290 ft/min
	6600 - 11500 lbs	0 - 130 ft/min	0 - 200 ft/min
	11500 - 22000 lbs	0 - 75 ft/min	0 - 115 ft/min

	2 x 5 kW	MAX JIB MAX AUSLEGER	0 - 0.7 RPM
	7.1 kW	22000 lbs	0 - 230 ft/min
	4 kW units amounts depends on erection height	F <sub>max</sub>	80 ft/min

HOIST ROPE	ø15 mm - FILL FACTOR 0.65 - 1770 MPa	BREAKING STRESS
HUB-SEIL	44/66 kW HOIST WINCH	BRUCHSPANNUNG
	1650 ft	
	>1650 ft *	
TROLLEY ROPE	ø8 mm	
LAUFKATZE-SEIL		

Rajah 7.7 Spesifikasi pengoperasian kren menara *hammerhead* ([www.krollcranes.dk](http://www.krollcranes.dk))



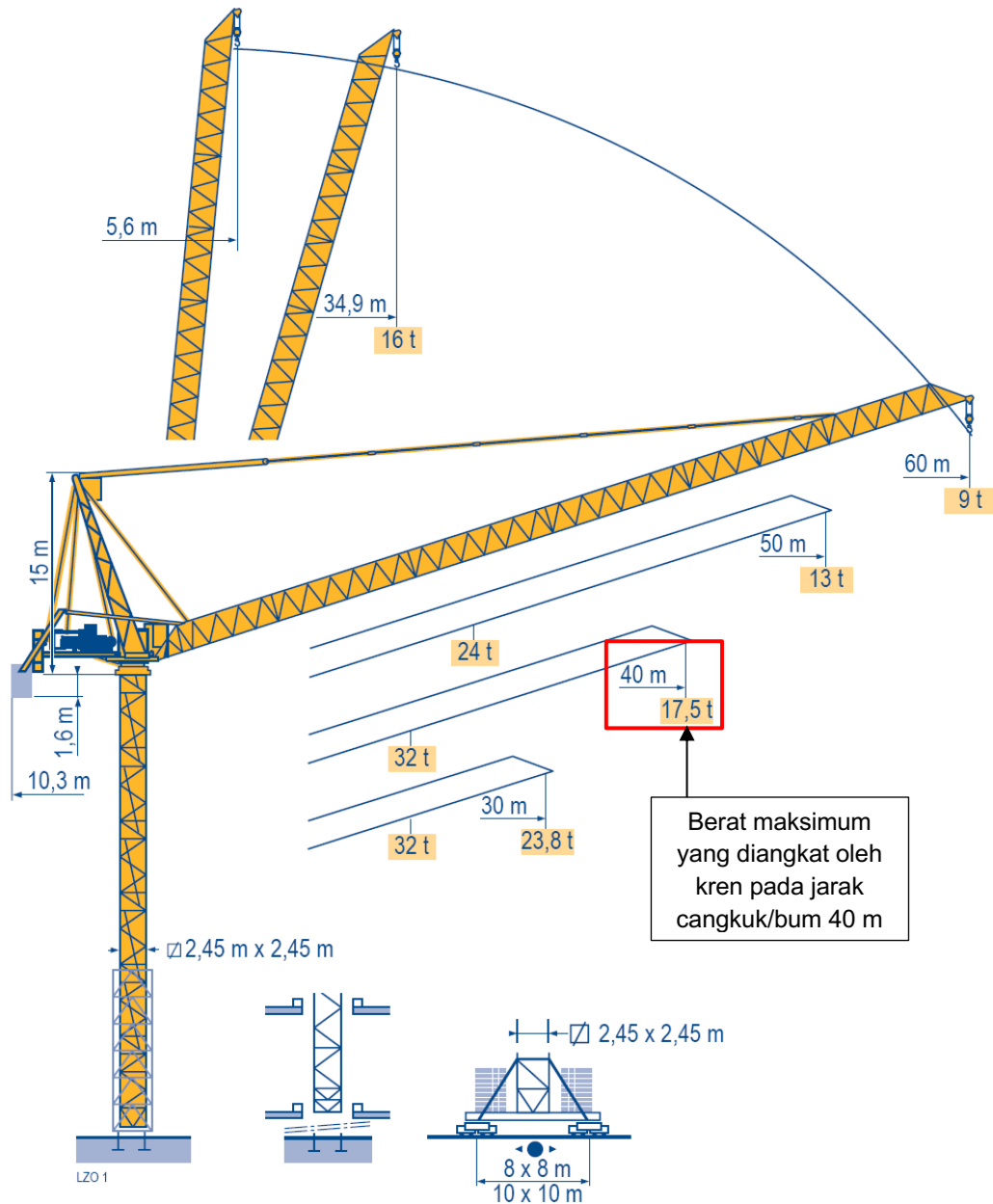
HOOK HEIGHT / HAKENHÖHE		F	ft	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
 CORNER PRESSURE ECKDRUCK 19' 8 1/16"	BALLAST	kips		220	200	180	161	141	121	102	82	62	43
				29' 6 1/8" BX		249	178	128	112	99	88	79	66
	IN SERVICE IM BETRIEB	kips		181	156	198	167	150	137	126	115	106	99
	OUT OF SERVICE AUSSER BETRIEB	kips		271	227	284	229	183	139	104	77	75	70
 FOUNDATION WEIGHT FUNDAMENTSGEWICHT min 29 PSI ground strength	B x B x H	F	ft	220	200	180	161	141	121	102	82	62	43
	H=3' 4"	B	ft	31	29	27	25	23	23	23	23	23	23
		kips		447	390	346	297	258	258	258	258	258	258
 FOUNDATION WEIGHT FUNDAMENTSGEWICHT min 29 PSI ground strength	B x B x H	F <sub>EXP</sub>	ft	200	180	161	141	121	102	82	62	43	
	H=4' 7"	B	ft	28	26	24	22	20	19	19	18	18	
		kips		509	449	394	333	275	249	240	225	216	

JIB CONFIGURATION										AUSLEGER KONFIGURATION												
JIB LENGTH AUSLEGER-LÄNGE	INNER SECTION	HEAVY SECTION	HEAVY EYE SECTION	HEAVY SECTION	LIGHT SECTION	LIGHT EYE SECTION	LIGHT SECTION	INNER STAY INNERE ZUGSTANG						OUTER STAY ÄUSSERE ZUGSTANG				COUNTERWEIGHT GEGENGEWICHT				
								1900 mm	700 mm	3110 mm	6100 mm	5440 mm	1150 mm	1110 mm	2450 mm	6100 mm	5670 mm	5710 mm	1150 mm	6608 lbs	1100 lbs	TOTAL lbs
								1	1	1	1	3	1	2	1	1	1	1	1			
197 ft	1	1	1	1	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	2	1	8	0	52864
177 ft	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	2	1	7	0	46256
159 ft	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	2	1	7	0	46256
140 ft	1	1	1	1	2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	6	0	39648
121 ft	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	0	1	5	1	34140
102 ft	1	0	1	2	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	4	0	0	1	4	3	29732

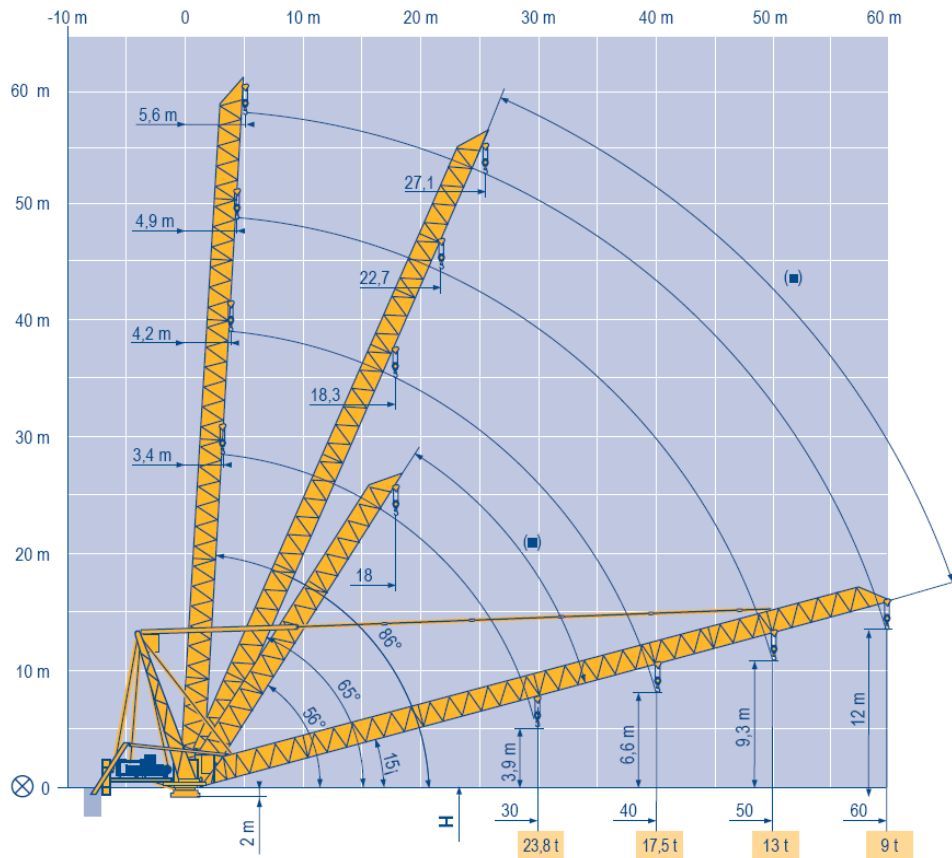
Rajah 7.8 Konfigurasi ketinggian mast dan berat timbal bagi kren menara hammerhead ([www.krollcranes.dk](http://www.krollcranes.dk))

Contoh konfigurasi bum, spesifikasi reka bentuk dan carta beban bagi kren menara *luffing* seperti ditunjukkan dalam Rajah 7.9-7.12.

- Kren menara jenis *luffing* model Potain MR605



Rajah 7.9 Konfigurasi jarak bum dan berat beban selamat untuk kren menara *luffing* (www.bigge.com)



Rajah 7.10 Konfigurasi bum *luffing* untuk kren *luffing* (www.bigge.com)

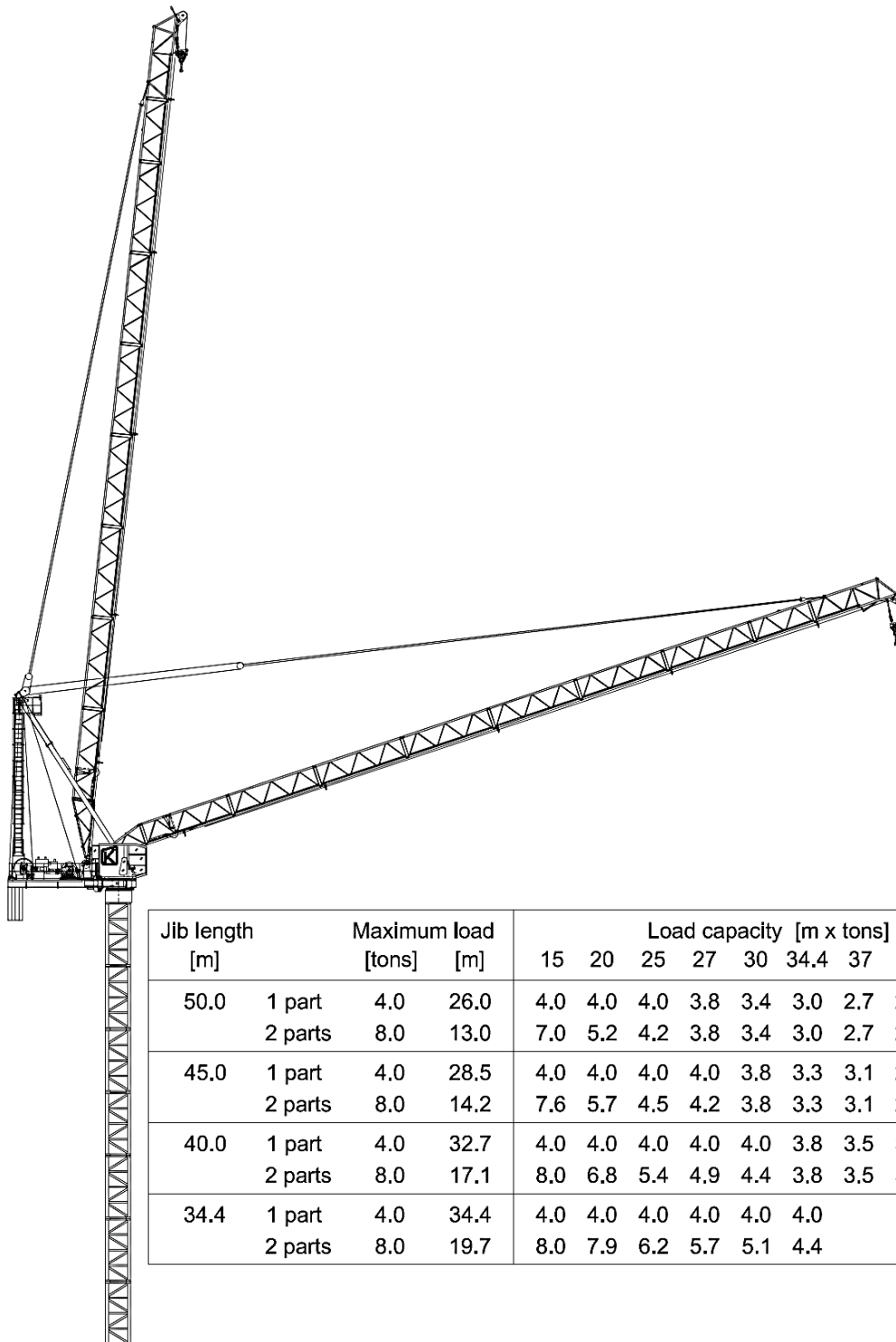
MR 605 B H32 50 Hz										ch - PS	kW		
▲ ▼	180 LBR 80	m/min	3,8/38	6/60	9,5/95	15,2/152	1,9/19	3/30	4,75/47,5	7,6/76	180	132	1090 m
	L 1090	t	16	10,1	5,9	3,25	32	20,2	11,8	6,5			
▶	90 VBR		3 min 17 s						90	66			
⊙	R - 13,2	tr/min U/min rpm	0 → 0,67						3 x 6	3 x 4,4			
◀ ▶	Y 800 A J 850 A	m/min	i										
CEI 38		IEC 38	kVA										
400 V (+6% -10%) 50 Hz								270 kVA					

MR 605 B H32 60 Hz										ch - PS	kW		
▲ ▼	215 LBR 80	m/min	4,6/46	7,2/72	11,4/114	18,2/182	2,3/23	3,6/36	5,7/57	9,1/91	215	158	1090 m
	L 1090	t	16	10,1	5,9	3,25	32	20,2	11,8	6,5			
▶	108 VBR		2 min 44 s						108	79			
⊙	R - 15,8	tr/min U/min rpm	0 → 0,8						3 x 7,2	3 x 5,3			
◀ ▶	Y 800 A J 850 A	m/min	i										
CEI 38		IEC 38	kVA										
480 V (+6% -10%) 60 Hz								325 kVA					

Rajah 7.11 Contoh spesifikasi kren menara *luffing* (www.bigge.com)

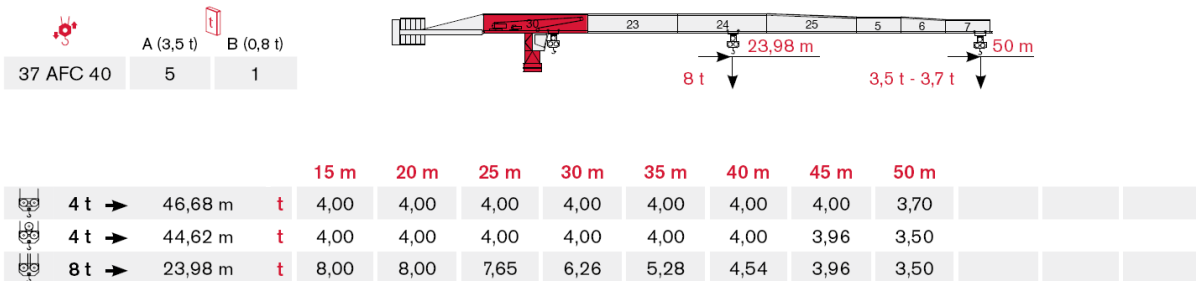
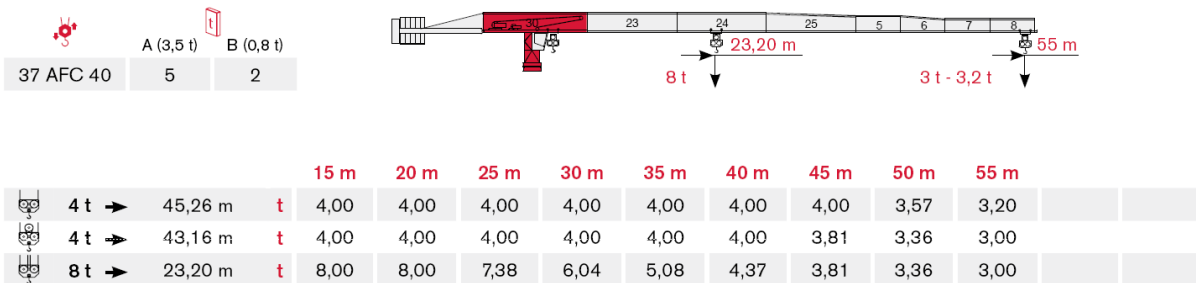
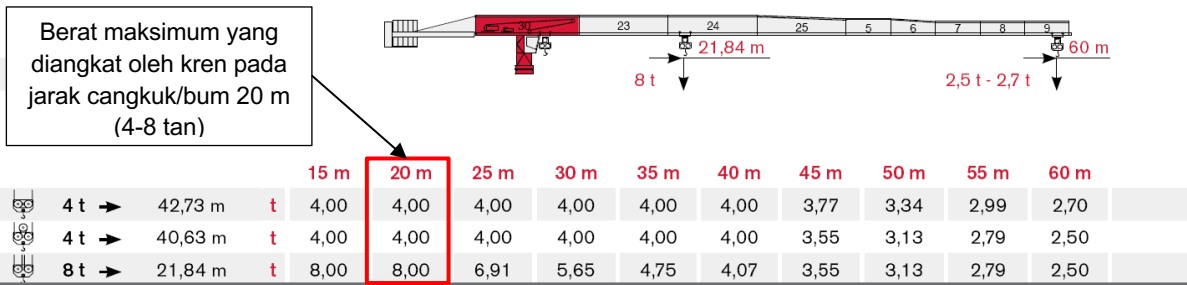
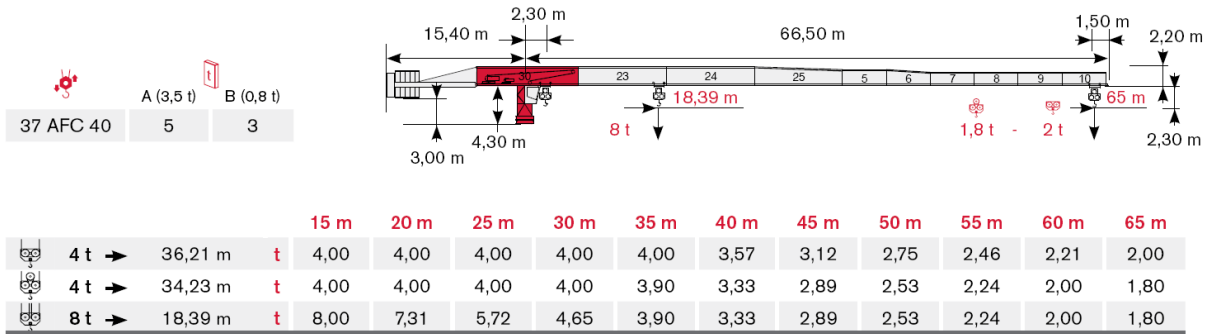
- Kren menara *luffing* model Favelle Favco K125L





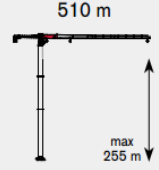

Rajah 7.12 Carta beban bagi kren menara *luffing* ([www.favellefavco.com](http://www.favellefavco.com))

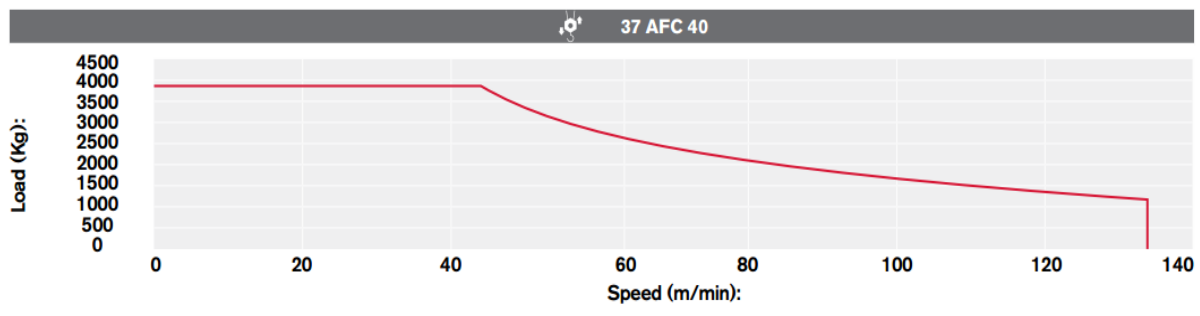
Contoh carta beban dan spesifikasi angkatan bagi kren menara *hammerhead* jenis *topless* seperti ditunjukkan dalam Rajah 7.13 dan 7.14.

- Kren menara jenis *hammerhead* model CTT182-8



Rajah 7.13 Contoh carta beban untuk kren menara *hammerhead* jenis *topless* (www.bigge.com)

			t	m/min	kW	
37 AFC 40 (Variant)			4	0 → 44	37	
			3	0 → 57		
			2	0 → 82		
			1,5	0 → 105		
			1	0 → 132		
		8	0 → 22			
		6	0 → 28			
		4	0 → 41			
		3	0 → 52			
		2	0 → 66			



Rajah 7.14 Spesifikasi kelajuan operasi mengangkat  
([www.bigge.com](http://www.bigge.com))

#### 7.4 Anggaran Beban Mengangkat yang Dibenarkan

- Maklumat yang mencukupi perlu jelas, bagi mengenal pasti proses angkatan yang akan dijalankan.
- Klien yang memerlukan angkatan mesti melantik individu yang bertanggungjawab seperti penyelia mengangkat dengan butiran penuh semua muatan yang hendak diangkat. Maklumat setiap beban diangkat mesti dimasukkan dalam borang penilaian risiko.
- Individu yang bertanggungjawab/penyelia mengangkat perlu berhati-hati mempertimbangkan semua muatan yang hendak diangkat dan memastikan maklumat yang mencukupi disediakan dan direkodkan bagi membolehkan orang lain melihat bagaimana angkatan dilaksanakan dengan cara yang selamat. Contoh borang perkiraan anggaran beban untuk operasi mengangkat ditunjukkan dalam Rajah 7.15.



**Maklumat penting untuk anggaran beban:**

Beban tidak boleh diangkat tanpa maklumat berikut:

- (a) berat beban,
- (b) dimensi keseluruhan beban (panjang, lebar dan tinggi),
- (c) petunjuk mengenai kedudukan pusat graviti,
- (d) titik angkatan/anduh,
- (e) jangkauan tempat mengangkat beban,
- (f) lokasi beban dinaik dan diturunkan,
- (g) ketinggian beban yang hendak diangkat,
- (h) berat keseluruhan (beban + semua peralatan mengangkat).

<b>A</b>	Lifting machine:	AC-100 (100 ton)	
	Counterweight:	25 ton	
	Lifting gear:	4 x 8.5 ton shackle	
		4 x 5 ton x 8 m webbing sling	
<b>B</b>	<b>Crane details:</b>		Unit
	Crane	AC-100 (100 ton)	
	Configuration	Main boom	
	Boom length	33.7	m
	Working radius	14	m
	Corresponding SWL:	18000	kg
<b>C</b>	<b>Load details:</b>		
	Description	Electrical equipment, transformer with estimated load of 8500 kg	
	Lifting point	Transformer have 4 lifting points, using 4 wire sling and webbing sling connected to hook block	
	Dimension	L 5.25 m x W 3.5 m x H 2.38 m	
	Center of gravity	<input checked="" type="checkbox"/> Given <input checked="" type="checkbox"/> Calculated <input type="checkbox"/> Unknown	
<b>D</b>	<b>Load calculation:</b>		Unit
	OLD transformer weight:	8500	
	25% add on:	3400	
	Lifting gear weight:	100	
	Hook blocks weight:	700	
	Total weight:	12700	
	Safety factor:		<b>1.42</b>
	Crane capacity usage (Load/SWL):		<b>70.56%</b>

Rajah 7.17 Contoh borang perkiraan anggaran beban untuk operasi mengangkat (Guidelines for Creating Lifting Plan for Lifting Operations in Workplaces, 2014)

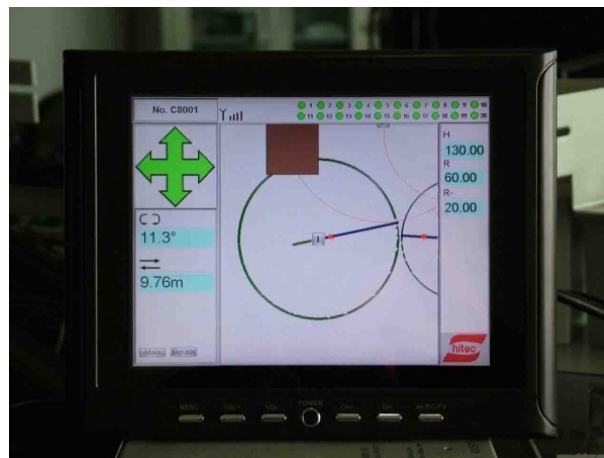
Rajah 7.18 menunjukkan contoh penunjuk beban momen di kabin kren menara bagi menghadakan angkatan beban, manakala Rajah 4.19 menunjukkan sistem atau kawalan zon perlindungan dan anti perlanggaran kren.



(a)

(b)

Rajah 7.18 Contoh paparan bagi penunjuk beban kerja selamat: (a) kren menara *hammerhead*, (b) kren menara *luffing* ([www.ccnmag.com](http://www.ccnmag.com))



Rajah 7.19 Contoh paparan bagi sistem zon perlindungan dan anti perlanggaran ([www.ccnmag.com](http://www.ccnmag.com))

## **Bibliografi**

- Bobby R. Davis, & Sydney Cheryl Sutton, A Guide to Crane Safety, N.C. Department of Labor Division of Occupational Safety and Health, 2004.
- Crane Manual (Operations, maintenance and safety), The Deeside Railway Crane Manual, 2007.
- Guidelines for Creating Lifting Plan for Lifting Operations in Workplaces, WSH Council, 2014.
- <http://www.bigge.com> [21 Mei 2017]
- <http://www.ccnmag.com> [15 Jun 2017]
- <http://www.favellefavco.com> [25 Jun 2017]
- <http://www.krollcranes.dk> [12 Mei 2017]
- <https://www.cranehunter.com> [4 Mac 2017]
- James Headley, How To Use Load Charts, Crane Institute of Maerica Publishing and Products, Inc., U.S. 2011.
- Lift Director-Tower Cranes Load Chart Manual, National Commission for the Certification of Crane Operators, 2013.
- Nota Operator Kren Menara, Institut Kemahiran Tinggi Belia Negara (IKTBN), Kementerian Belia dan Sukan, Bachok, Kelantan, 2004.
- Nota Operator Kren Menara, Institut Kemahiran Tinggi Belia Negara (IKTBN), Kementerian Belia dan Sukan, Chembong, Negeri Sembilan, 2003.
- Nota Tower Crane Operator, Gamuda Plant Operator School (GPOS), Shah Alam, Selangor, 2002.

## BAB 8

### KOMUNIKASI

#### 8.1 Isyarat Komunikasi

Bahasa isyarat adalah penting kerana ia menentukan komunikasi antara juru isyarat dan operator dapat dilaksanakan semasa operasi kren. Juru isyarat akan memberi isyarat kepada operator dan seorang operator perlu memahaminya dengan baik bagi mengelakkan sebarang kemalangan ketika operasi kren.

Isyarat yang tidak difahami atau salah terjemahan akan memberi bahaya kepada orang yang sedang bekerja termasuk operator dan pekerja-pekerja operasi mengangkat. Justeru, seorang juru isyarat mesti kompeten dalam bahasa isyarat kren supaya maklumat atau isyarat yang diberikan kepada operator adalah betul dan dapat difahami.

Seorang juru isyarat mesti boleh menyampaikan isyarat piawaian seumpama ISO16715: 2014 *Crane- Hand Signals Used with Cranes* sepanjang masa bagi kes berikut:

- (a) Sebuah kren menara beroperasi dengan menggunakan bum yang panjang. Juru isyarat diperlukan bagi memberi isyarat pergerakan bum atau troli,
- (b) Operator tidak boleh melihat cangkuk atau beban pada sepanjang masa maka bantuan juru isyarat diperlukan pada saat ini,
- (c) Sebuah kren menara dipasang untuk operasi bergerak dan seorang operator tidak dapat melihat kesemua bahagian-bahagian kren dan landasan untuk bergerak.

Seorang juru isyarat mesti memastikan perkara berikut semasa bekerja di tapak pembinaan:

- (a) Tempat juru isyarat berdiri mesti boleh dilihat oleh operator sepanjang masa dan jika isyarat menggunakan tangan sebagai isyarat, maka isyarat

tersebut hendaklah dapat dilihat dengan jelas oleh operator. Pastikan tempat di mana juru isyarat itu berdiri tidak mendatangkan bahaya kepadanya,



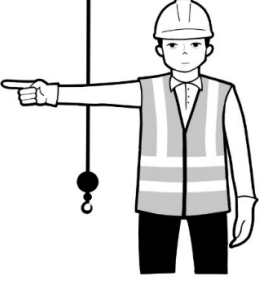

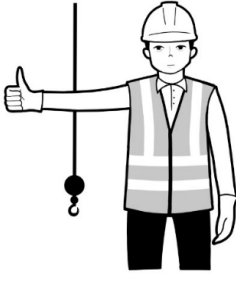
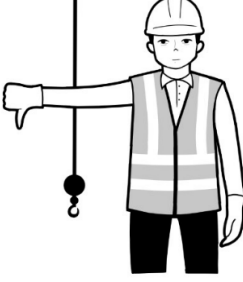
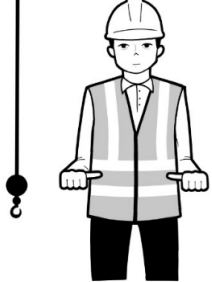
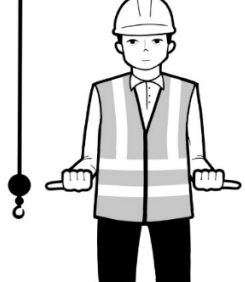

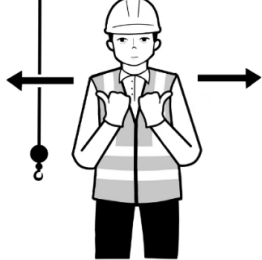
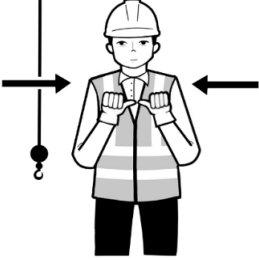


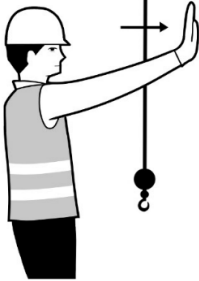

- (b) Seorang operator perlu berpengalaman dalam pengendalian kren menara dan mampu memahami bahasa isyarat daripada juru isyarat,
- (c) Seorang juru isyarat mesti bertanggungjawab ke atas semua pihak yang sedang bekerja di sekitar kawasan lingkungan kerja kren menara dan memastikan semua pihak berada di luar kawasan pergerakan bum,
- (d) Jadikan komunikasi dengan operator secara berterusan sepanjang masa samada menggunakan isyarat tangan, bendera atau radio dua hala (walkie-talkie),
- (e) Juru isyarat mesti memakai alat pelindung diri yang baik seperti baju pantulan cahaya, topi keselamatan dan sarung tangan warna terang untuk isyarat tangan.

**Terdapat tiga jenis bahasa isyarat yang biasanya digunakan dalam pengendalian kren menara iaitu:**

- (a) Isyarat tangan
- (b) Isyarat bendera
- (c) Penyampaian maklumat melalui radio dua hala

## 8.2 Isyarat Tangan

Komunikasi menggunakan isyarat tangan merupakan isyarat utama yang boleh digunakan oleh juru isyarat kepada operator. Rajah 8.1 menunjukkan isyarat tangan piawai yang berasaskan kepada MS2203:2008 *Cranes-Training of Operators-Part 3: Tower Cranes* atau ISO16715: 2014 *Crane-Hand Signals Used with Cranes* yang digunakan dalam operasi kren.






			
Turun ke bawah (Hoist down)	Angkat ke atas (Hoist up)	Memusing (Swing)	Angkat ke atas perlahan-lahan (Hoist up slowly)
			
Naik bum (Boom up)	Turun bum (Boom down)	Pengurangan bum (Retract boom)	Pemanjangan bum (Extend boom)
			
Gunakan cangkuk utama (Apply main hook)	Troli ke arah luar (Trolley in)	Troli ke arah dalam (Trolley out)	Use whipline (Guna alat bantu angkat tambahan)
			
Dog everything (Berhenti seketika apabila berlaku risiko bahaya seperti hujan, angin, dan lain-lain faktor)	Bergerak (Move)	Berhenti (Stop)	

Rajah 8.1 Isyarat Tangan

### 8.3 Isyarat Bendera

Apabila bahasa isyarat tangan tidak jelas untuk dilihat oleh operator maka bahasa isyarat menggunakan bendera sepatutnya digunakan. Penggunaan bendera sebagai bahasa isyarat secara piawai adalah seperti di dalam gambarajah Rajah 8.2.

<p>Memusing ke kanan (Slewing right)</p>	<p>Memusing ke kiri (Slewing left)</p>	<p>Menunjuk kedudukan (Indicating position)</p>
<p>Luf-mengangkat ke atas (Luffing-boom up)</p>	<p>Luf-menurun ke bawah (Luffing-boom down)</p>	<p>Berhenti kecemasan (Emergency stop)</p>
<p>Mengangkat (Hoisting)</p>	<p>Berhenti (Stop)</p>	<p>Panggilan (Call)</p>

		
Bergerak (Travel)	Merendah (Lowering)	Mengangkat secara perlahan (Hoist slowly)
		
Merendah secara perlahan (Lower slowly)		Terima kasih (Thank you)

Rajah 5.2 Isyarat Bendera

## 8.4 Radio Dua-Hala dan Lain-Lain Isyarat Yang Boleh Digunakan

### 8.4.1 Penyampaian maklumat melalui radio dua hala

Penggunaan perhubungan radio dua hala adalah digunakan oleh semua jenis kren di dalam pengendalian kren. Ia bukan saja memberi ketepatan dalam pergerakan kren tetapi ia juga menjadikan seorang operator lebih yakin dalam pengendalian kren. Walau bagaimanapun, ia juga mempunyai kelemahannya sendiri seperti kehabisan kuasa bateri, gangguan gelombang/frekuensi, bercampur dengan gelombang lain dalam satu masa dan ketika keadaan sekeliling bising. Perhubungan di antara operator dan juru isyarat mesti disepakati bersama dan diberitahu kepada umum/pihak berkuasa yang berhampiran (Balai Polis, Balai Bomba dan lain-lain) terlebih dahulu sebelum mereka mengambil tempat masing-masing. Perhubungan radio dua hala boleh digunakan dalam semua jenis pengendalian kren.



Apabila menggunakan radio dua hala, pastikan maklumat adalah jelas dan perlu ada satu arahan yang tetap daripada operator untuk setiap kod istilah yang diperlukan contohnya seperti untuk keperluan boom/troli samada turunkan satu meter atau sebaliknya; atau untuk pergerakan pusingan kekiri atau kekanan atau lain-lain. Maklumat mesti tepat dan jelas supaya tidak berlaku kesilapan seperti 5 meter menjadi 25 meter apabila didengari melalui radio dua hala. Oleh itu, sebutan perlu jelas dan terang pada setiap masa.

Disyorkan bahasa yang boleh digunakan sebagai bahasa perantaraan antara operator dan juru isyarat ialah Bahasa Melayu dan bahasa antarabangsa iaitu Bahasa Inggeris (lihat Jadual 8.1). Tidak digalakkan menggunakan bahasa ibunda yang lain untuk pengendalian kren di negara Malaysia.

Jadual 8.1 Contoh kod istilah melalui radio dua hala

PERGERAKAN	KOD
PERGERAKAN KABEL DAN CANGKUK PENGANGKAT (HOOK/HOIST MOVEMENT)	NAIK "HOIST" DAN TURUNKAN "HOIST" (HOIST UP AND HOIST DOWN)
PERGERAKAN BOOM (BOOM MOVEMENT)	NAIKKAN BOOM DAN TURUNKAN BOOM (BOOM UP AND BOOM DOWN)
PERGERAKAN TROLI (TROLLEY MOVEMENT)	TROLI MASUK DAN TROLI KELUAR (TROLLEY IN AND TROLLEY OUT)
PUSINGAN (SLEWING)	PUSING KE KIRI DAN PUSING KE KANAN (SLEW LEFT AND SLEW RIGHT)
SEDIA UNTUK DI ANGGAT (OK TO RAISE)	SEMUA SELAMAT (ALL CLEAR)
JANGAN BUAT PERGERAKAN (DO NOT MOVE)	BERHENTI (STOP)

**PERINGATAN:**

- Untuk pengendalian kren menara di waktu malam di mana jarak pandang amat terhad, komunikasi mesti menggunakan perhubungan radio dua hala.
- Operator mesti memberhentikan pengendalian kren menara sekiranya perhubungan terputus dan disambung semula selepas komunikasi dipulihkan semula.
- Sekiranya beban diangkat pada satu tempat tinggi dan satu lagi di tempat rendah (contoh semasa kerja-kerja konkrit), dua juru isyarat diperlukan. Satu untuk tempat mengangkat dan satu lagi tempat mengisi konkrit dalam bekas di tempat rendah.
- Jika berlaku keraguan dalam arahan atau bahasa dalam penyampaian maklumat kepada operator, operator mesti memberhentikan setiap pergerakan mengangkat yang sedang dijalankan.

**8.4.2 Wisel**

Apabila dua atau lebih kren digunakan, keadaan ini akan menyebabkan kekeliruan dalam komunikasi bahasa isyarat. Oleh itu, alternatif bahasa isyarat boleh digunakan dengan menggunakan tiupan wisel.

Berikut dalam Jadual 8.2 dan 8.3 adalah petunjuk dan piawaian tiupan wisel.

Jadual 8.2 Petunjuk simbol tiupan wisel

★	Tiupan pendek satu kali
-----	Tiupan panjang satu kali

Jadual 8.3 Piawaian tiupan wisel

SIMBOL	PERGERAKAN
★	BERHENTI ( <i>STOP</i> )
★ ★	NAIKKAN HOIST ( <i>HOIST UP</i> )
-----	TURUNKAN HOIST ( <i>HOIST DOWN</i> )
★ ★ ★	NAIKKAN BOOM ( <i>BOOM UP</i> ) ATAU TROLI MASUK ( <i>TROLLEY IN</i> )
★ ★ ★ ★	TURUNKAN BOOM ( <i>BOOM DOWN</i> ) ATAU TROLI KELUAR ( <i>TROLLEY OUT</i> )
----- ★	PUSING KE KIRI ( <i>SLEW LEFT</i> )
----- ★ ★	PUSING KE KANAN ( <i>SLEW RIGHT</i> )

Alat-alat berikut juga boleh digunapakai sebagai alat perhubungan antara operator dan juru isyarat antaranya ialah :

- Pembesar suara
- Hon
- Lampu suluh

Penggunaan peralatan di atas perlu kepada perbincangan antara operator dan juru isyarat supaya maklumat yang diberikan oleh juru isyarat dapat diterjemah oleh operator.

**Bibliografi**

Book: Cranes and Derricks,

[http://www.petronet.ir/documents/10180/2324297/Cranes\\_and\\_Derricks](http://www.petronet.ir/documents/10180/2324297/Cranes_and_Derricks) [25 Mac 2017]

Canada: Occupational Health and Safety Code 2009,

[https://work.alberta.ca/documents/WHS-LEG\\_ohsc\\_p06.pdf](https://work.alberta.ca/documents/WHS-LEG_ohsc_p06.pdf) [25 Mac 2017]

New Zealand: Approved Code of Practice for Cranes,

<https://www.worksafe.govt.nz/worksafe/information-guidance/all-guidance-items/acop-cranes/cranes-acop-2009.pdf> [25 Mac 2017]

Nota Operator Kren Menara, Institut Kemahiran Tinggi Belia Negara (IKTBN), Kementerian Belia dan Sukan, Bachok, Kelantan, 2004.

Nota Operator Kren Menara, Institut Kemahiran Tinggi Belia Negara (IKTBN), Kementerian Belia dan Sukan, Chembong, Negeri Sembilan, 2003.

Nota Tower Crane Operator, Gamuda Plant Operator School (GPOS), Shah Alam, Selangor, 2002.

## BAB 9

### ALAT PELINDUNG DIRI

#### 9.1 Pengenalan

Kelengkapan alat pelindung diri (*Personal Protective Equipment, PPE*) bermaksud semua peralatan yang bertujuan untuk dipakai atau dipegang oleh orang-orang di tempat kerja dan yang melindungi mereka terhadap satu atau lebih risiko kepada kesihatan dan keselamatan, dan apa-apa tambahan atau aksesori yang direka untuk memenuhi matlamat tersebut. PPE wajib dipakai semasa melakukan kerja di tapak bina.

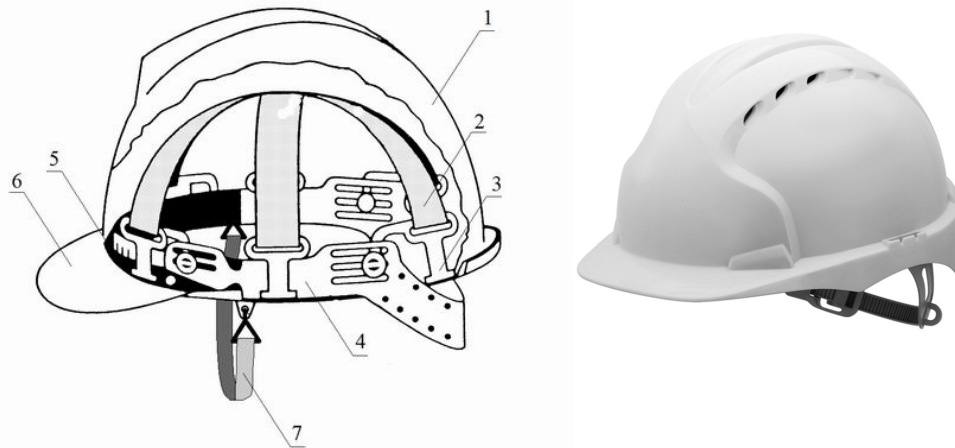
#### 9.2 Jenis-Jenis Alat Pelindung Diri

##### (a) Topi keselamatan

Topi keselamatan adalah salah satu alat yang paling kerap digunakan bagi PPE (Rajah 9.1). Topi keselamatan akan melindungi kepala pengguna terhadap:

- Impak daripada objek yang jatuh dari atas, dengan memantul dan memesongkan hentakan.
- Impak daripada tepi dan belakang.
- Api, percikan logam lebur, suhu tinggi dan kejutan elektrik (bergantung kepada standard topi keras yang dipilih. Topi keras standard tidak akan melindungi pemakai daripada kejutan elektrik).

Bentuk yang paling biasa dan asas PPE bertujuan untuk melindungi kepala seorang pekerja adalah topi keledar keselamatan industri. Topi keselamatan mestilah mempunyai komponen-komponen berikut iaitu kelompang (*shell*), abah-abah (*harness*) dan pelilit kepala (*headband*).



Rajah 9.1 Topi keselamatan untuk industri pembinaan; 1 – *shell*, 2 – *harness*, 3 – pelaras abah-abah (*harness fixing*), 4 – *headband*, 5 – penyerap peluh (*sweatband*), 6 – muncung (*peak*), 7 – pengikat dagu (*chinstrap*)

### (b) Kasut keselamatan

Kasut keselamatan direka untuk melindungi kaki terhadap pelbagai kecederaan (Rajah 9.2). Hentakan, mampatan dan tusukan adalah jenis bahaya yang paling biasa untuk kecederaan kaki. Pelindung hadapan (*toecap*) melindungi pemakai daripada objek jatuh atau bergolek, serta mampatan yang boleh menjejaskan kaki di tempat kerja. Pelindung hadapan jenis keluli adalah bentuk yang paling popular dan dipercayai. Pelindung hadapan jenis bukan logam juga biasa digunakan kerana ia bukan pengalir elektrik, rintangan terhadap haba dan suhu sejuk yang boleh memberikan keselesaan pemakai.

Untuk mengelakkan kecederaan kaki yang disebabkan oleh tertusuk benda tajam atau runcing, kasut yang dilengkapi dengan tapak tahan penembusan perlu dipilih.

Pemilihan kasut yang sesuai perlu dimulakan dengan mengenal pasti faktor-faktor risiko yang mungkin berlaku di tempat kerja. Faktor-faktor risiko yang perlu dikenalpasti adalah:

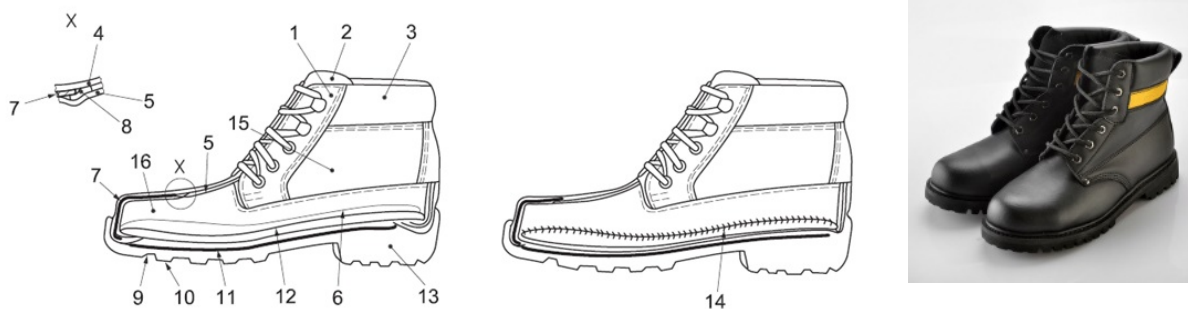
Berdasarkan ciri-ciri tempat kerja

- berat item, yang boleh jatuh ke bawah atau kemalangan di kaki,

- jenis, tumpuan dan keadaan fizikal bahan kimia (asid, alkali, pelarut, dan lain-lain),
- keadaan suhu dan kelembapan ambien.

Berdasarkan keadaan pekerja:

- bekerja dalam keadaan berdiri,
- aktiviti yang melibatkan pergerakan yang berterusan,
- berjalan di atas tangga,
- pergerakan pada permukaan licin,
- postur kerja yang janggal,
- bekerja pada ruang terbuka,
- bekerja di dalam ruang terkurung (bergantung pada suhu)



Rajah 9.2 Kasut keselamatan: 1-facing, 2-tongue, 3-collar, 4-upper, 5-vamp lining, 6-insock, 7-toecap, 8-edge covering, e.g. foam strip, 9-outsole, 10-cleat, 11-penetration-resistant insert, 12-insole, 13-heel, 14-Strobel stitching, 15-quarter, 16-vamp

### (c) Sarung tangan

Menurut hierarki kawalan, keutamaan adalah untuk menghapus risiko, diikuti oleh kawalan dalam aspek kejuruteraan dan seterusnya pemakaian PPE seperti penggunaan sarung tangan (Rajah 9.3). Sarung tangan perlu digunakan bersama dengan PPE yang lain. Sarung tangan pelindung adalah kawalan yang kurang berkesan berbanding PPE yang lain. Apabila memilih sarung tangan pelindung, ia perlu berasaskan kepada jenis kerja, pemakai dan persekitaran tempat kerja. Berikut adalah faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan sarung tangan:

1. Bahan yang dikendalikan
2. Keadaan bahaya pada tangan
3. Jenis dan tempoh sentuhan
4. Saiz tangan dan keselesaan pemakai
5. Jenis tugas



Rajah 9.3 Contoh sarung tangan keselamatan

#### **(d) Ves pantulan cahaya**

Ves pantulan cahaya (Rajah 9.4) perlu memenuhi keperluan pengguna yang dapat dilihat dengan jelas dalam persekitaran yang sepadan dengan keadaan di tempat kerja. Untuk memastikan ves mudah dilihat pada waktu siang, baju harus berwarna pendarfluor (kuning, oren-merah atau merah). Ves perlu disenggara mengikut peraturan dan arahan pengilang. Kaedah-kaedah pemilihan dan penggunaan yang betul ves pantulan cahaya adalah seperti berikut:

- Ves pantulan cahaya perlu digunakan di tempat kerja yang malap supaya mudah dilihat.
- Warna ves perlu beza jelas (*contrast*) dengan persekitaran kerja supaya personel jelas kelihatan.
- Ves yang sesuai perlu ditentukan melalui perbincangan dengan majikan.
- Ves perlu ada label pengeluar yang sah dan diiktiraf oleh pihak berwajib.





Rajah 9.4 Contoh ves pantulan cahaya

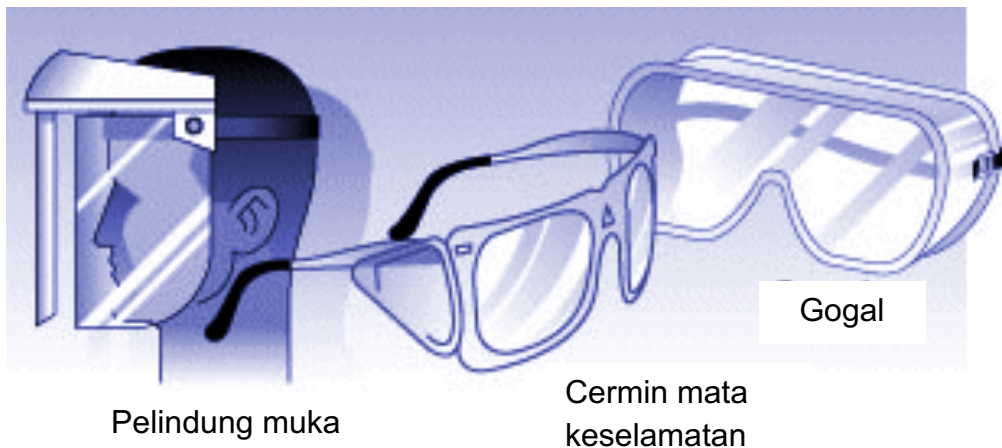
**(e) Cermin mata keselamatan**

Cermin mata keselamatan (Rajah 9.5), perisai muka dan topi keledar kimpalan digunakan untuk melindungi mata dan muka. Jenis perlindungan ini perlu dipakai apabila menggunakan alat kuasa atau untuk mencegah cecair yang terpercik pada mata atau muka. Cermin mata adalah peralatan perlindungan mata yang paling banyak digunakan.



Rajah 9.5 Contoh cermin mata keselamatan

Rajah 9.6 menunjukkan tiga jenis alat perlindungan mata iaitu pelindung muka, cermin mata keselamatan dan gogal. Alat pelindung muka memberi perlindungan yang terbaik terhadap titisan dan percikan bahan-bahan berbahaya.



Rajah 9.6 Cermin mata dengan sistem pengudaraan langsung dan tidak langsung

#### (f) Alat pelindung telinga

Penyumbat telinga dan palam telinga (*ear muffs*) adalah jenis alat pelindung telinga (Rajah 9.7) yang digunakan untuk melindungi pendengaran pemakai. Palam telinga lebih selesa dan berkesan untuk mengurangkan pendengaran hingar, manakala penyumbat telinga lebih efektif dari segi penggunaannya, namun sesetengah pekerja mendapati ia tidak selesa.



Rajah 9.7 Alat-alat pelindung telinga

### (g) Abah-abah keselamatan

Abah-abah keselamatan (*safety harness*) adalah peralatan perlindungan yang direka untuk melindungi seseorang yang sedang melakukan aktiviti memanjat atau turun daripada berlaku kemalangan (Rajah 9.8). Abah-abah adalah penyambung di antara objek yang bergerak dan tidak bergerak, dan biasanya direka dari tali, kabel dengan kunci mudah buka (Rajah 9.9). Rajah 9.10 menunjukkan cara menggunakan peralatan memanjat dengan betul semasa memanjat kren menara.



Rajah 9.8 Abah-abah keselamatan



Rajah 9.9 Tali keselamatan



Rajah 9.10 Cara penggunaan abah-abah semasa memanjat

---

### **Bibliografi**

EN ISO 20345:2011

<http://www.afscme.org> [25 Mac 2017]

[https://oshwiki.eu/wiki/Protective\\_helmets\\_%E2%80%93\\_requirements\\_and\\_selection](https://oshwiki.eu/wiki/Protective_helmets_%E2%80%93_requirements_and_selection)  
[25 Mac 2017]

Nota Operator Kren Menara, Institut Kemahiran Tinggi Belia Negara (IKTBN), Kementerian Belia dan Sukan, Bachok, Kelantan, 2004.

Nota Operator Kren Menara, Institut Kemahiran Tinggi Belia Negara (IKTBN), Kementerian Belia dan Sukan, Chembong, Negeri Sembilan, 2003.

Nota Tower Crane Operator, Gamuda Plant Operator School (GPOS), Shah Alam, Selangor, 2002.

## BAB 10

### KESELAMATAN AM DAN KEMALANGAN KREN MENARA

#### 10.1 Pengenalan

Kemalangan yang melibatkan kren menara boleh berlaku disebabkan beberapa faktor seperti kegagalan pada struktur, komponen kren dan kegagalan peralatan mengangkat alat bantu angkat. Walaubagaimanapun, hasil penyiasatan ke atas kemalangan yang telah berlaku mendapati punca utama yang boleh dikaitkan dengan kemalangan kerja mengangkat adalah berpunca daripada perancangan, penyeliaan dan penyelarasan pengoperasian kren yang lemah. Berikut adalah antara punca kegagalan yang mengakibatkan kemalangan semasa pengoperasian kren iaitu:

- (i) ketiadaan atau kelemahan penilaian risiko sebelum operasi kren,
- (ii) kelemahan pelaksanaan langkah kawalan terhadap risiko yang wujud,
- (iii) ketiadaan atau kelemahan perancangan operasi kren yang sesuai untuk setiap kerja mengangkat,
- (iv) penyenggaraan peralatan mengangkat atau alat bantu angkat (gear mengangkat, tali dawai, takal dan sebagainya) dan peranti keselamatan yang tidak berfungsi dengan baik,
- (v) kawalan keselamatan tapak bina yang lemah (seperti kegagalan untuk mengekalkan "zon tidak selamat" dengan penghadang/halangan supaya pekerja yang tidak terlibat dalam kerja mengangkat dilarang memasuki kawasan mengangkat).

#### 10.2 Risiko Pengoperasian Kren Menara

Bahaya semasa operasi kren menara atau kerja mengangkat perlu dikenal pasti dan menilai semua risiko atau bahaya yang ketara, situasi dan peristiwa berbahaya, dan membuat penilaian serta perancangan tindakan untuk menghapuskan atau mengurangkan risiko berkenaan dengan merujuk kepada peruntukan dalam MS1803:2008 dan MS ISO 12100, berkaitan penilaian risiko yang perlu bagi mengurangkan atau menghapuskan risiko yang berkaitan

dengan unsur-unsur bahaya. Senarai bahaya, keadaan berbahaya dan kejadian berbahaya yang berkaitan dengan operasi kren menara adalah merujuk kepada MS1803:2008 dan EN 1050:1996 iaitu:

- (a) Bahaya mekanikal disebabkan oleh bahagian mesin atau kepingan kerja, contohnya bentuk atau kekurangan kekuatan mekanikal seperti:
  - (i) bahaya kehancuran
  - (ii) bahaya terikan
  - (iii) bahaya memotong atau memecah
  - (iv) bahaya pelepasan
  - (v) bahaya jatuh atau terperangkap
  - (vi) bahaya hentaman
  - (vii) bahaya suntikan atau pelepasan (kren yang mempunyai sistem hidraulik)
- (b) Bahaya elektrik disebabkan oleh:
  - (i) orang yang bersentuhan dengan arus elektrik hidup (sentuhan langsung)
  - (ii) orang yang bersentuhan dengan arus elektrik yang dihidupkan disebabkan kegagalan sistem (sentuhan tidak langsung)
  - (iii) penggunaan arus hidup di bawah voltan tinggi
  - (iv) bahaya haba yang mengakibatkan terbakar, melecur dan kecederaan lain kerana kemungkinan sentuhan antara orang dengan benda atau bahan dengan objek bersuhu yang tinggi atau rendah, dengan api atau letupan
  - (v) kecederaan kepada kesihatan oleh persekitaran kerja panas atau sejuk
- (c) Bahaya yang dihasilkan oleh bunyi seperti:
  - (i) hilang pendengaran
  - (ii) gangguan komunikasi ucapan
- (d) Bahaya yang dihasilkan oleh bahan dan bahan yang diproses atau digunakan oleh jentera seperti:
  - (i) bahaya kebakaran dan letupan
  - (ii) bahaya yang dihasilkan oleh pengabaian prinsip-prinsip ergonomik dalam reka bentuk jentera iaitu:
    - (iii) postur tidak betul atau kerja berlebihan

- (iv) penglihatan yang tidak jelas dari kedudukan memandu
- (v) pertimbangan yang tidak mencukupi terhadap anatomi kaki, tangan dan lengan
- (vi) mengabaikan penggunaan alat perlindungan diri
- (vii) pencahayaan setempat tidak mencukupi
- (viii) kesalahan dan tingkah laku manusia
- (ix) reka bentuk, lokasi atau pengenalan kawalan manual yang tidak mencukupi
- (x) reka bentuk atau lokasi paparan visual yang tidak mencukupi
- (e) Permulaan kerja/operasi yang tidak dijangka, terlebih operasi/kelajuan (atau sistem tidak berfungsi atau yang serupa dengannya) berpunca daripada kegagalan/gangguan sistem kawalan seperti:
  - (i) pengaruh luaran lain (graviti, angin, dan lain-lain)
  - (ii) kegagalan/gangguan sistem kawalan
  - (iii) kesilapan dalam perisian
  - (iv) kesilapan yang dibuat oleh operator kren (disebabkan ketidakesuaian jentera dengan ciri dan kemampuan individu)
- (f) Kegagalan bekalan kuasa,
- (g) Kegagalan litar kawalan,
- (h) Pemecahan (*break-up*) semasa operasi,
- (i) Objek atau cecair jatuh,
- (j) Kehilangan kestabilan/lebih putar pada jentera,
- (k) Tergelincir, terperangkap dan orang jatuh (berkaitan dengan jentera).

### 10.2.1 Bahaya semasa pengendalian kren

Antara bahaya yang dikenal pasti semasa pengendalian kren adalah melibatkan faktor berikut:

- (i) orang yang mengangkat,
- (ii) kestabilan kren,
- (iii) kegagalan peralatan mengangkat,
- (iv) keadaan cuaca,
- (v) melebihi kadar kapasiti yang dibenarkan,



- (vi) ikatan dan arahan mengangkat,
- (vii) pemeriksaan dan penyenggaraan kren,
- (viii) kecekapan operator kren dan orang yang terlibat,
- (ix) kegagalan sistem elektrik dan mekanikal,
- (x) laluan masuk atau keluar yang tidak dibenarkan.

### **10.2.2 Bahaya semasa kerja memasang, meninggi dan merombak kren**

Antara bahaya yang dikenal pasti semasa kerja memasang, meninggi dan merombak kren adalah melibatkan faktor berikut:

- (i) penghantaran kren ke tapak,
- (ii) pengurusan trafik,
- (iii) mengangkat kren atau komponen kren dari lori,
- (iv) penggunaan kren bergerak,
- (v) keadaan tanah,
- (vi) keadaan cuaca,
- (vii) laluan orang awam,
- (viii) mengangkat melintasi orang atau struktur lain,
- (ix) kestabilan dan angkatan beban,
- (x) permit untuk menegak kren,
- (xi) reka bentuk asas tapak dan kekuatan sokongan,
- (xii) kecekapan, latihan dan penyeliaan,
- (xiii) jatuh dari tempat tinggi,
- (xiv) penggunaan alat pelindung diri,
- (xv) bahan yang dari tempat tinggi,
- (xvi) kemudahan laluan masuk.

### **10.2.3 Risiko yang menyebabkan kemalangan kren**

Risiko-risiko lain yang boleh menyebabkan kemalangan berkaitan kren menara adalah seperti berikut:

- (i) kren tumbang,
- (ii) kegagalan struktur atau komponen kren,
- (iii) pelanggaran kren atau beban dengan struktur lain,



- (iv) jatuh dari ketinggian (dari bangunan, kren dan lain-lain),
- (v) ditimpa objek (objek jatuh, dan lain-lain),
- (vi) kejutan elektrik.

Ketidakstabilan pada kren menara boleh berlaku akibat daripada kerja mengangkat beban yang melampau dan beberapa faktor lain seperti:

- (i) penggunaan berat timbal yang tidak betul,
- (ii) pemasangan kolar yang tidak mengikut spesifikasi pengeluar kren,
- (iii) kilasan bol dan nut yang tidak tepat pada *mast* atau bum,
- (iv) pemasangan asas tapak kren yang tidak mengikut spesifikasi pengeluar kren.

Risiko-risiko yang boleh menyebabkan kemalangan semasa kerja mengangkat adalah seperti berikut:

- (i) bahaya mekanikal dan kejadian berbahaya,
  - beban yang diangkat jatuh
  - beban yang diangkat tidak kestabilan
  - pergerakan beban yang tidak dijangka
  - pelanggaran lebih daripada satu kren
  - perlanggarta antara beban yang diangkat
- (ii) laluan pekerja ketika menempatkan/memasang sokongan beban,
- (iii) kekuatan mekanikal komponen/bahagian kren atau peralatan ,mengangkat yang tidak mengikut spesifikasi pengeluar,
- (iv) reka bentuk takal kren yang tidak kuat atau tidak mengikut spesifikasi pengeluar,
- (v) reka bentuk atau spesifikasi dram mengangkat yang tidak mengikut spesifikasi pengeluar atau sepadan dengan kren,
- (vi) kegagalan kawalan sistem brek semasa mengangkat, menurun atau memindahkan beban,
- (vii) keadaan pemasangan, pengujian, penggunaan dan penyenggaraan yang tidak mengikut spesifikasi pengeluar,
- (viii) bahaya elektrik seperti kilat,

- (ix) bahaya yang dihasilkan dengan mengabaikan prinsip ergonomik tempat kerja seperti penglihatan yang tidak mencukupi oleh operator kren semasa pengendalian kren,
- (x) bahaya beban tergelincir atau anjakan mana-mana bahagian beban.

### 10.3 Langkah Keselamatan Pengoperasian Kren Menara

Perancangan pengoperasian kren dengan selamat adalah melibatkan pelaksanaan penilaian risiko komprehensif, penyata kaedah/prosedur kerja selamat yang jelas, pelan kerja mengangkat yang baik, penggunaan peralatan mengangkat dan alat bantu angkat yang sesuai, pasukan mengangkat yang cekap, dan mempunyai sistem permit-menjalankan-kerja (*permit to work*, PTW) yang digunapakai bagi memastikan kerja mengangkat yang selamat. Rajah 10.1 menunjukkan panduan kerja mengangkat dengan selamat yang telah dikeluarkan oleh pihak JKPP.

Bagi memastikan pengoperasian kren yang selamat, pihak yang bertanggungjawab dalam kerja mengangkat seperti penyelia mengangkat, operator, jurutali dan juru isyarat perlu diambil kira perkara berikut:

- (i) zon kerja yang selamat,
- (ii) operator, jurutali dan juru isyarat perlu kompeten,
- (iii) peranti dan pengehad keselamatan berfungsi semasa operasi kren,
- (iv) penunjuk beban selamat dipasang pada kren,
- (v) peralatan dan alat bantu angkat dalam keadaan baik dan mempunyai tanda beban kerja selamat (*working load limit*, WLL),
- (vi) akses dan laluan keluar ke kren atau tempat mengangkat yang selamat,
- (vii) laluan mengangkat tidak bertembung dengan mana-mana objek,
- (viii) laluan mengangkat tidak boleh melintasi sebarang bangunan atau melepasi orang (rujuk Rajah 10.2(a)),
- (ix) kelajuan perjalanan beban perlahan untuk memastikan kestabilan beban (rujuk Rajah 10.2(b)),
- (x) ketinggian dan panjang bum kren menara
- (xi) sudut luf dan kedudukan troli dirujuk kepada carta beban,
- (xii) jangkauan beban yang dibenarkan,

- (xiii) mengetahui dengan terperinci beban yang diangkat,
- (xiv) mengenal pasti pusat graviti/titik angkatan setiap beban yang diangkat.

# KERJA MENGANGKAT DENGAN SELAMAT

## LANGKAH-LANGKAH

- Melaksanakan penilaian risiko
- Menyediakan Plan Kerja mengangkat dan prosedur kerja selamat
- Memastikan jentera dan peralatan untuk mengangkat berfungsi dan berkeadaan baik.
- Personal yang terlibat mesti terlatih dan kompeten
- Mengadakan *work permit system*
- Memantau dan menyelia kerja mengangkat pada setiap masa

### TEAM KERJA MENGANGKAT

- PENYELIA**
  - Melaksanakan *lifting plan*
  - Menyelia keseluruhan kerja-kerja mengangkat
  - Memastikan pemeriksaan secara berkala *lifting appliances* atau *lifting gear*
  - Memastikan penandaan Beban Kerja Selamat (SWL) untuk *lifting appliances* atau *lifting gear*
- OPERATOR KREN**
  - Mempunyai *Operator log-book*
  - *Checklist* harian – mekanisme kawalan, suis kawalan, hos hidraulik, aras minyak hidraulik dan sistem bahan api.
- SIGNALMAN/RIGGER**
  - Berupaya memilih *lifting gear* yang sesuai dan selamat untuk mengangkat beban
  - Berupaya untuk mengarahkan pergerakan kren dan beban



**PENALTI**  
**RM 50,000.00**  
 atau  
**2 tahun penjara**  
 atau  
 kedua-duanya

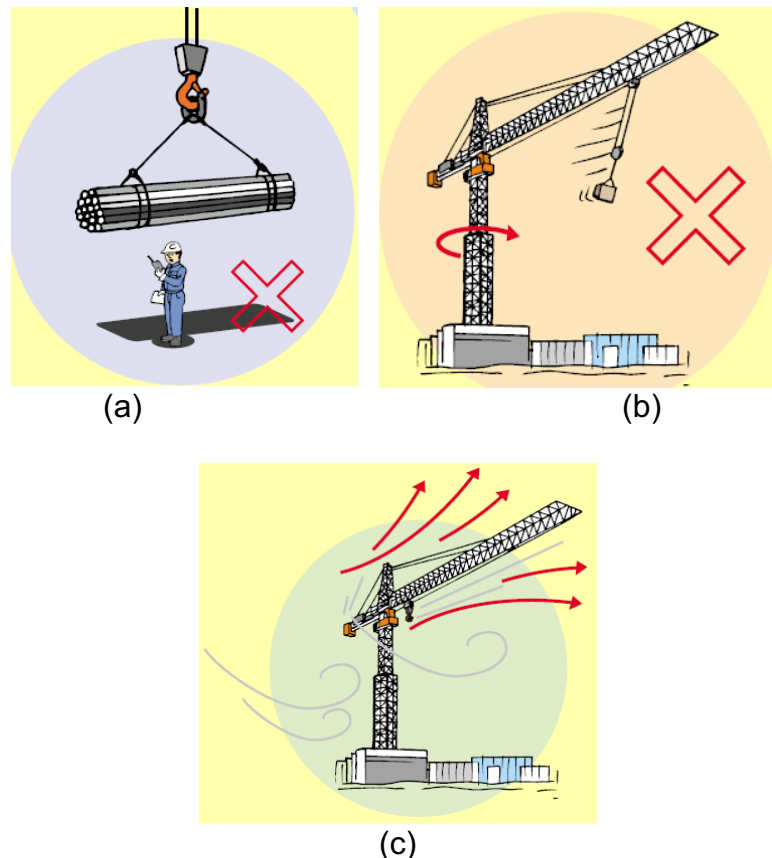
Boleh melayari website JKPP  
<http://www.dosh.gov.my/index.php/ms/construction-safety>

BAHAGIAN KESELAMATAN TAPAK BINA  
 JABATAN KESELAMATAN DAN KESIHATAN PEKERJAAN MALAYSIA  
 ARAS 1, 3, 4 & 5 BLOK D4, KOMPLEKS D  
 PUSAT PENTADBIRAN KERAJAAN PERSEKUTUAN  
 62530 PUTRAJAYA.



Rajah 10.1 Panduan kerja mengangkat dengan selamat ([www.dosh.gov.my](http://www.dosh.gov.my))

Selain daripada itu, apabila kren menara tidak beroperasi, operator kren perlu memastikan bongkah cangkuk/troli diletakkan pada jarak paling dekat dengan *mast* dan cangkuk dinaikkan ke kedudukan tertinggi. Manakala semasa keadaan cuaca buruk, kecuali bagi kren yang berdekatan dengan bangunan atau struktur, brek dilepaskan bagi membolehkan bum berputar dengan bebas (rujuk Rajah 10.2(c)).

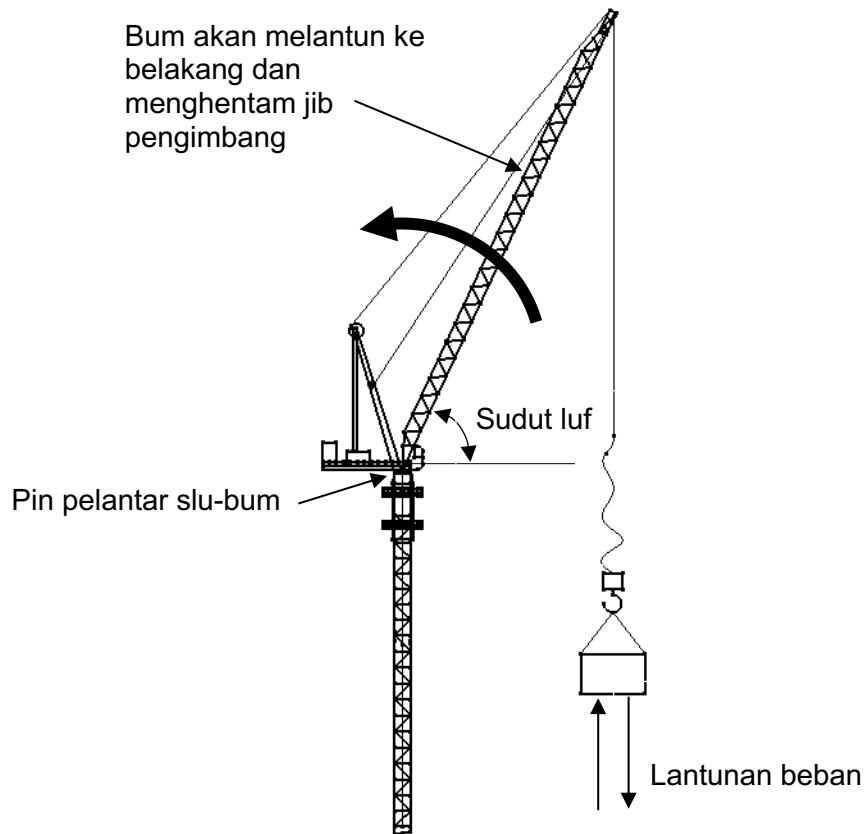


Rajah 10.2 Contoh situasi operasi kren: (a) angkatan beban tidak boleh di atas atau melalui orang, (b) kelajuan kren perlu perlahan, (c) kedudukan bongkah cangkuk dan brek dilepas ketika cuaca teruk (Safe Lifting, 2002)

### 10.3.1 Sudut luf (kren menara *luffing* sahaja)

Sudut luf ialah sudut di antara garis mendatar pin pelantar slu-bum dan garis kecondongan bum (Rajah 10.3). Sudut luf (*luff angle*) maksimum bagi kren menara *luffing* adalah ditentukan oleh pengeluar kren. Sebahagian kren mempunyai sudut luf maksimum sehingga  $86^\circ$ . Oleh itu, setiap kren *luffing* wajib dipasang dengan suis pengehad luf bagi menghentikan pergerakan bum daripada melepasi sudut luf maksimum. Ini bagi mengelakkan berlakunya

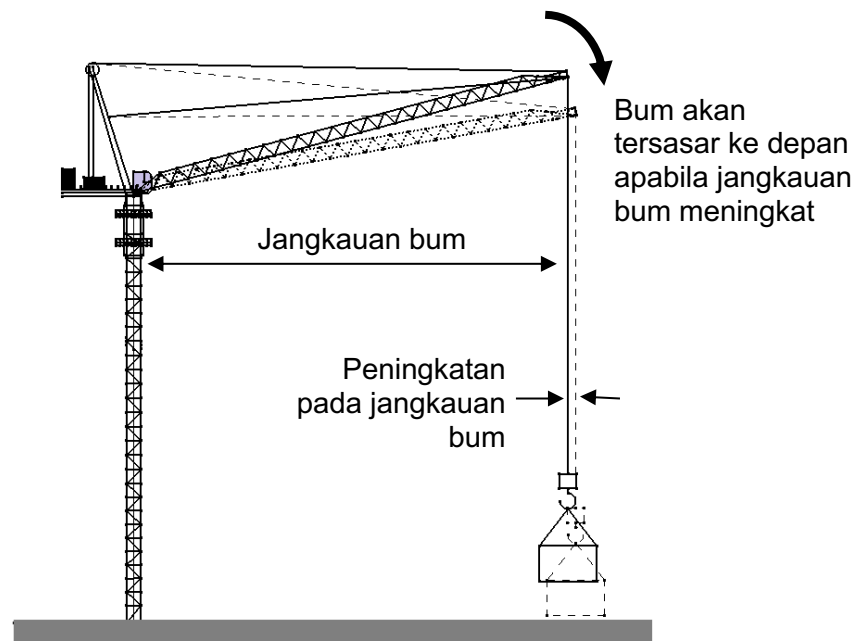
keadaan lebih-luf (*over luf*). Selain daripada itu, langkah berjaga-jaga oleh operator kren diperlukan ketika mengangkat beban menggunakan sudut luf yang besar kerana terdedah kepada risiko beban terlanggar *mast*. Pelepasan beban secara mengejut pada kedudukan sudut luf yang besar juga boleh menyebabkan bum melantun ke belakang dan menghentam bahagian jib pengimbang.



Rajah 10.3 Kesan sudut luf ke atas kestabilan kren menara

### 10.3.2 Jarak jangkauan beban

Jarak jangkauan akan tersesar ke hadapan setiap kali kren mengangkat beban yang berat dari paras tanah kerana ketika ini tali dawai mengangkat akan teregang dan menyebabkan bum dan *mast* condong ke hadapan seperti ditunjukkan dalam Rajah 10.4. Oleh itu, operator memainkan peranan penting dalam mempertimbangan angkatan beban pada jarak jangkauan yang besar perlu mengambil kira ketinggian *mast* dan panjang bum kren berkenaan.



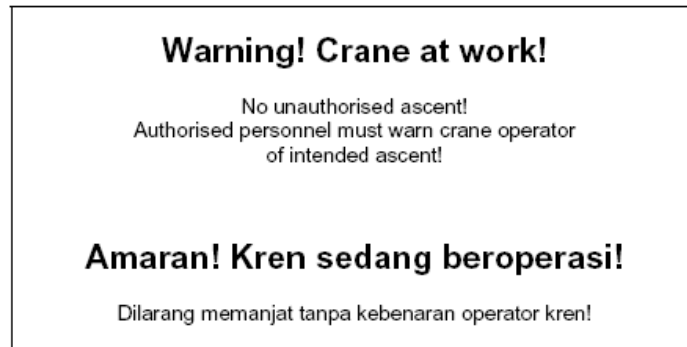
Rajah 10.4 Peningkatan jangkauan bum semasa angkatan beban

### 10.3.3 Pengendalian beban berhampiran tempat orang bekerja dan laluan awam

Sekiranya beban perlu dikendalikan di kawasan berhampiran tempat orang bekerja, langkah berjaga-jaga berikut perlu diberi perhatian:

- Tempat menurun, mengangkat dan memindah beban perlu dipastikan selamat,
- Pasukan mengangkat (operator, juru isyarat, jurutali, penyelia mengangkat) perlu merancang laluan beban yang selamat bagi mengelakkan beban diangkat di atas atau melintasi pekerja,
- Semua pekerja perlu berada jauh dari laluan beban yang diangkat,
- Kelulusan bertulis dari pihak berkuasa tempatan perlu diperolehi sekiranya mana-mana kerja mengangkat atau bahagian kren terkeluar daripada lot tapak bina,
- Kawasan kerja mengangkat perlu diletakkan tanda bahaya seperti tanda amaran (lihat Rajah 10.5), atau lampu amaran untuk mengarahkan orang awam atau lalu lintas dari kawasan tapak bina mesti disediakan,

- (f) Elakkan mengangkat beban melintasi lebuhraya, landasan kereta api, sungai atau tempat-tempat awam yang boleh dilalui oleh orang ramai.



Rajah 10.5 Contoh tanda amaran semasa operasi kren (MS 1803:2008)

### 10.3.4 Kawalan operasi kren menara

Sebelum memulakan sesuatu operasi kren, operator perlu memastikan perkara berikut:

- Mempunyai pandangan yang jelas pada beban dan kawasan operasi. Jika sebaliknya, operator kren perlu bertindak mengikut arahan juru isyarat yang mempunyai pandangan yang jelas,
- Peranti keselamatan yang menunjukkan amaran bahaya boleh dilihat dengan jelas oleh operator,
- Isyarat tangan dan bendera oleh juru isyarat dapat dilihat dengan jelas,
- Kod isyarat yang disampaikan secara lisan dapat didengar dengan jelas, terutamanya apabila berkomunikasi melalui telefon atau radio dua hala (walkie-talkie),

- (e) Pastikan aktiviti mengangkat tidak menyebabkan kerosakan pada komponen kren dan bahan yang diangkat,
- (f) Pastikan pandangan terhadap beban dan tali dawai mengangkat adalah jelas dan tidak terhalang oleh sebarang objek,
- (g) Pastikan tali dawai mengangkat berada dalam keadaan tegak sepanjang kerja mengangkat,
- (h) Beban diangkat dari permukaan tanah/kawasan yang jelas,
- (i) Ikatan dan keseimbangan beban diperiksa sebelum kerja mengangkat,
- (j) Beban tidak boleh ditinggalkan tergantung melainkan dengan kehadiran pegawai keselamatan tapak atau penyelia mengangkat semasa tempoh penggantungan tersebut,
- (k) Pastikan pengunci brek mengangkat dan pengunci brek bagi bum (kren *luffing*) berada dalam keadaan boleh berfungsi semasa kecemasan.

#### 10.3.5 Keadaan cuaca

Pada umumnya, kren direka bentuk untuk beroperasi dalam keadaan kelajuan angin yang normal dan tidak boleh dikendalikan dalam kelajuan angin yang tinggi. Anemometer atau alat pengukur kelajuan angin perlu dipasang di kedudukan yang sesuai pada kren menara. Semasa pengoperasian kren menara, magnitud kelajuan angin maksimum perlu dipatuhi seperti yang disyorkan oleh pengeluar kren. Selain daripada keadaan ribut/angin kencang, keadaan-keadaan cuaca yang lain juga boleh mengundang risiko kemalangan. Operasi kren perlu dihentikan semasa keadaan cuaca yang melampau seperti hujan lebat, petir atau keadaan yang berbahaya kepada operator (jerebu, kabus, panas melampau dan lain-lain) dan kestabilan kren (gempa bumi, tanah runtuh, banjir dan lain-lain).

#### 10.3.6 Akses masuk dan keluar dari kren atau tapak bina

Semasa kerja mengangkat, pengurus projek atau penyelia mengangkat perlu memastikan perkara berikut:

- (a) Kawasan atau laluan masuk/keluar pekerja dan orang lain ke kren atau tapak bina adalah dikawal dan selamat digunakan,



- (b) Kawasan atau laluan masuk/keluar orang awam seperti laluan pejalan kaki, jalan raya dan laluan antara bangunan di sekitar kren diawasi dan diletakkan tanda amaran yang berkaitan,
- (c) Hanya individu yang telah mendapat kebenaran dari pengurus projek boleh menaiki atau meninggalkan kren,
- (d) Pekerja perlu diarahkan untuk menggunakan akses yang betul dan cara menyelamatkan diri apabila berlaku kecemasan.

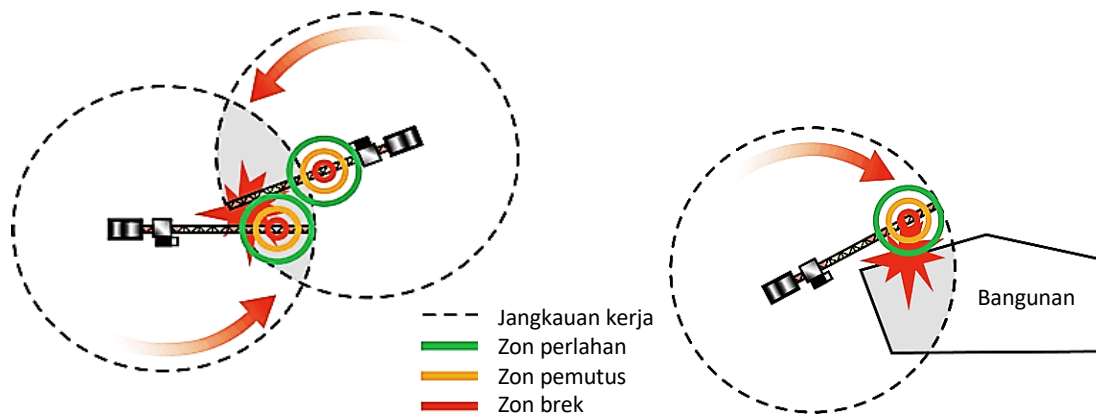
### **10.3.7 Alat pemadam api**

Penyelia mengangkat perlu merancang penempatan, penggunaan dan penyenggaraan alat pemadam api menurut nasihat daripada Pihak Berkuasa Bomba berdasarkan kepada penilaian risiko yang dibuat. Individu yang menggunakan alat pemadam api perlu dilatih cara penggunaannya. Alat pemadam api perlu diletakkan di dalam kabin kren dan di kawasan yang mudah terdedah kepada kebakaran.

### **10.3.8 Contoh risiko semasa pengoperasian kren menara**

#### **(a) Risiko pelanggaran antara kren**

Perlindungan kren atau beban dengan struktur lain boleh berlaku apabila terdapat kesilapan semasa komunikasi, gerakan kren atau ruang yang tidak cukup di antara kren dengan struktur lain seperti kren menara lain atau bangunan yang berdekatan, dan juga kelegaan pada kawasan zon bertindih antara 2 atau lebih kren ditunjukkan dalam Rajah 10.6.



Rajah 10.6 Perlanggaran dan jangkauan operasi kren menara  
([www.opticrane.com](http://www.opticrane.com))

Bagi mengurangkan risiko kecederaan daripada perlanggaran antara kren dan struktur lain, orang yang bertanggungjawab perlu memastikan:

- Penempatan kren dan ruang antara kren menara yang mungkin bertembung dengan struktur yang lain perlu dirancang dengan lebih awal untuk memastikan kren berada di tempat sepatutnya,
- Orang yang bertanggungjawab perlu merancang kaedah kerja yang selamat semasa penempatan dan operasi kren,
- Orang yang terlibat dalam operasi kren dan struktur lain perlu diberikan latihan yang mencukupi untuk memastikan dalam prosedur berkenaan dilaksanakan dengan betul,
- Kaedah komunikasi antara operator kren dengan pengikat beban atau juru isyarat diselaraskan dan difahami dengan tepat.

### **(b) Operasi berhampiran tiang dan kabel elektrik**

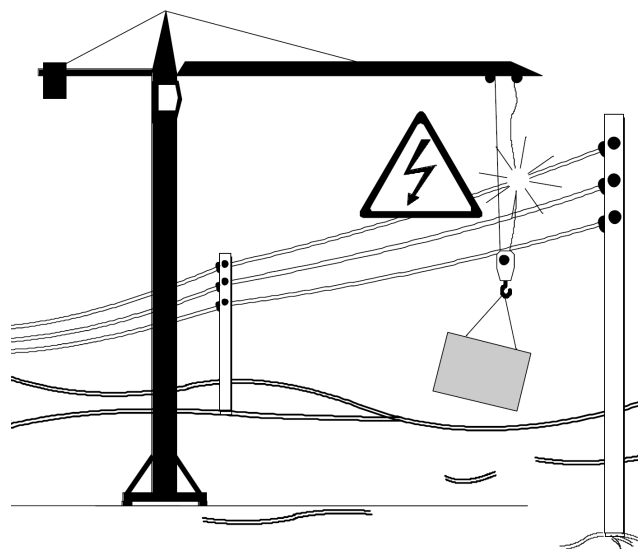
Individu yang terlibat dengan operasi kren mungkin terdedah kepada risiko kejutan elektrik melalui sentuhan dengan talian kuasa, alat kuasa, dan lain-lain kuasa elektrik iaitu:

- Sentuhan dengan talian elektrik atas boleh menimbulkan risiko kejutan elektrik semasa mengendalikan kren kerana adalah sukar bagi operator kren untuk melihat talian elektrik dan menganggar jarak dari kren,

- (b) Sebelum menempatkan sebuah kren di sekitar talian elektrik atas, perbincangan mengenai kerja dan risiko yang berkaitan perlu dibuat antara kontraktor dan orang yang terlibat dengan operasi kren.

Apabila kren hendak digunakan di persekitaran talian elektrik (lihat rajah 10.7), langkah berjaga-jaga berikut perlu dilakukan oleh penyelia mengangkat, operator kren dan orang lain yang bekerja dengan kren itu, iaitu:

- (a) Setiap kren mempunyai ciri-ciri operasi yang berbeza dalam menentukan jarak operasi yang selamat dari konduktor elektrik, jika talian kuasa hidup dapatkan nasihat dari pihak utiliti elektrik seperti tenaga nasional berhad (tnb) sebelum kerja dimulakan,
- (b) Sebarang operasi kren perlu diawasi oleh orang yang kompeten,
- (c) Pastikan beban dan kren tidak menghampiri talian kuasa yang terdekat,
- (d) Operator kren atau sesiapa yang berisiko harus dinasihatkan mengambil tindakan sewajarnya sekiranya berlaku sentuhan dengan konduktor elektrik,
- (e) Kren tidak boleh digunakan untuk mengeluarkan bahan dari bawah talian kuasa atau masuk dalam zon bahaya talian kuasa, kecuali diluluskan oleh jurutera syarikat utiliti elektrik atau TNB,
- (f) Jika talian elektrik hendak diputuskan, perbincangan dengan pihak yang mengawal talian dilakukan seawal mungkin sebelum kerja dilakukan.



Rajah 10.7 Pengoperasian kren berhampiran kabel elektrik (Tower Crane Reference Manual 2014)

Jarak antara pekerja/tempat kerja dengan aliran elektrik yang berhampiran perlu dipastikan selamat oleh yang orang bertanggungjawab atau orang yang dilantik bagi menjamin keselamatan pekerja dan orang disekitarnya. Julat voltan dan jarak selamat yang semasa melakukan kerja berhampiran arus elektrik ditunjukkan dalam Jadual 10.1.

Jadual 10.1 Jumlah voltan dan jarak selamat dari aliran elektrik (*overhead power lines*)

Voltan (V)	Jarak dari aliran elektrik yang disyorkan (m)			
	Malaysia	Australia	Hong Kong	Ireland
0-33,000	3.0	3.0	3.0	3.0
33,000-132,000	6.0	3.0	6.0	4.5
132,000-330,000	Rujuk TNB	6.0	7.0 (275 kV)	6.0
Atas 330,000	Rujuk TNB	8.0	7.0 (400 kV)	8.0

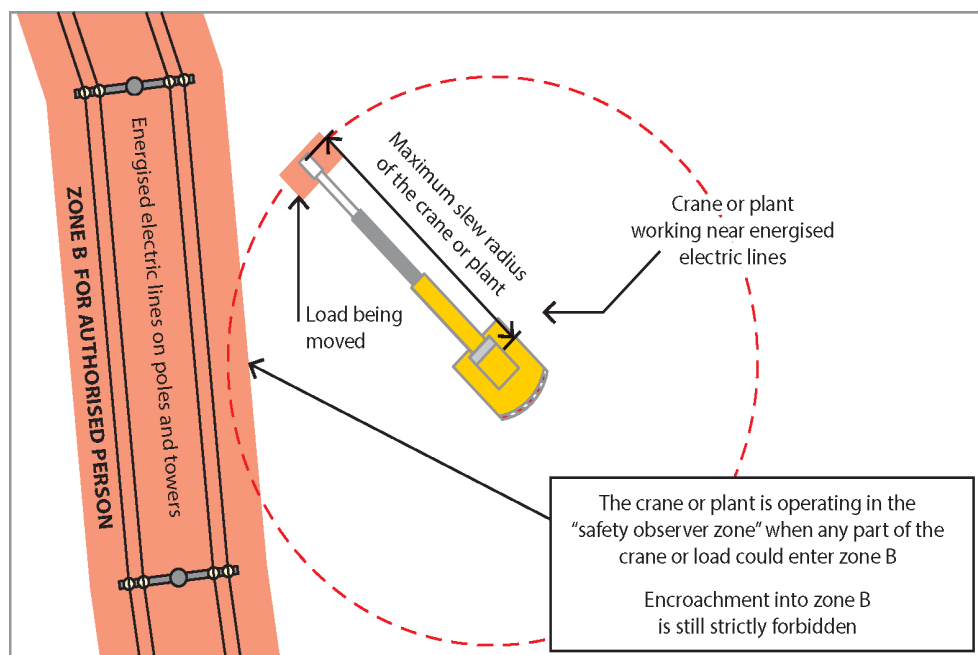
Sumber: *Work Near Overhead Power Lines, Code of Practice, Australia, 2006; Avoiding danger from overhead power lines Guidance Note GS6 (Fourth edition), Hong Kong, 2013 dan Code of Practice for Networks Avoiding Danger from Overhead Electricity Lines, Health and Safety Authority, Ireland, 2008*

Jika kren atau beban bersentuh dengan aerial konduktor elektrik, operator kren atau orang yang terlibat perlu segera memberitahu kepada orang yang bertanggungjawab (penyelia keselamatan, penyelia tapak, penyelia mengangkat) untuk memberi amaran tentang bahaya kepada orang disekitarnya. Zon keselamatan operasi kren dengan talian/kabel elektrik atas ditunjukkan dalam Rajah 10.8 Jika individu atau sesuatu bersentuhan dengan kabel atau aerial pengalir elektrik, langkah berikut perlu dilakukan:

- (a) Kekal di dalam kabin sehingga elektrik diputuskan
- (b) Jika tersentuh/berada dekat dengan wayar rosak, gerak dan jauhkan diri secepat mungkin sehingga talian tersebut disahkan selamat,
- (c) Memberi amaran kepada pekerja lain seperti juru isyarat untuk menjauhkan diri dari kren dan tidak menyentuh mana-mana bahagian kren, tali dawai atau beban,
- (d) Anggap bahawa talian elektrik hidup, walaupun ia tidak mencetuskan percikan, atau jika ia kelihatan tiada arus,
- (e) Perlu ingat bahawa, walaupun talian elektrik itu mati, ia boleh dihidupkan kembali sama ada secara automatik selepas beberapa saat

atau selepas beberapa minit atau jam jika pemilik talian tidak sedar bahawa talian itu telah rosak,

- (f) perlu ingat bahawa jika wayar hidup menyentuh kawasan sekitar (tanah) ia mungkin boleh hidup. Pastikan jarak yang selamat dari wayar itu atau apa-apa yang boleh menyentuhnya,
- (g) jika perlu, panggil perkhidmatan kecemasan dari pihak syarikat utiliti elektrik atau TNB.



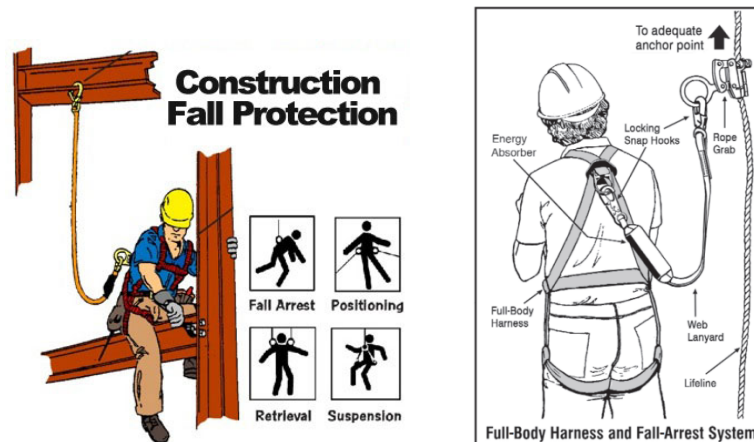
Rajah 10.8 Zon pemerhati keselamatan untuk talian elektrik atas pada tiang dan menara (Work near Overhead Power Lines 2006)

#### 10.4 Bekerja di Altitud Tinggi

Bekerja ditempat/altitud tinggi merupakan situasi yang bahaya sekiranya langkah-langkah keselamatan dan perlindungan dari jatuh tidak diambil kira (lihat Rajah 10.9). Garis panduan mengenai pencegahan dari kejadian jatuh dari tempat tinggi diterangkan dalam *Guidelines for the Prevention of Falls at Workplaces* oleh pihak JKKP.

Semasa ditapak pembinaan, majikan bertanggungjawab untuk mencegah kejadian jatuh dengan mengekalkan persekitaran kerja yang

selamat melalui pendidikan, penggunaan alat perlindungan jatuh dan latihan yang mencukupi.



Rajah 10.9 Peralatan keselamatan untuk perlindungan jatuh  
([www.simplifiedsafety.com](http://www.simplifiedsafety.com); [www.ihsa.ca](http://www.ihsa.ca))

Sebelum bekerja di altitud tinggi, individu yang terlibat perlu melalui langkah-langkah berikut:

- Jika bekerja ditempat tinggi pastikan peralatan perlindungan jatuh dipakai dengan betul,
- Memakai peralatan perlindungan jatuh yang digunakan sesuai, stabil dan cukup kuat untuk kerja, disenggara dan diperiksa secara berkala;
- Pastikan berat yang dikenakan pada peralatan perlindungan jatuh tidak melebihi had beban pada peralatan berkenaan,
- Sentiasa berjaga-jaga apabila bekerja pada atau berhampiran permukaan rapuh,
- Memakai alat pelindung diri yang sesuai,
- Prosedur kecemasan apabila berlaku kejadian jatuh.


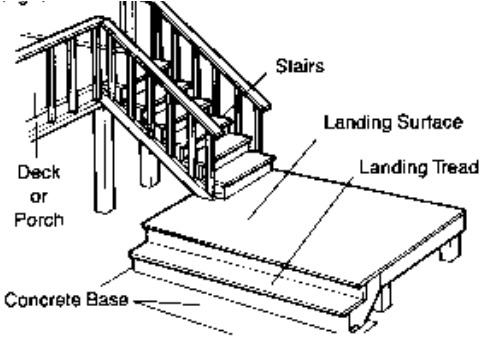


#### 10.4.1 Akses dan platform kekal

Bagi akses dan platform yang dipasang secara kekal (*fixed*) seperti tangga atau tangga tanjakan (*ramped steps*), perlu mematuhi akta/peraturan dan keperluan Pihak Berkuasa Tempatan. Keperluan dan piawaian bagi akses dan platform adalah berbeza bergantung kepada penggunaan dan tempat

yang hendak dipasang sebagai contoh:

- Cara masuk dan menaik tangga mesti dengan jarak keselamatan antara kepala dengan struktur di atasnya iaitu minimum 2.1 meter menegak dari anak tangga.
- Pintu keluar/masuk tidak boleh berada di hadapan tangga atau menghadap jalan.
- Penghadang perlu dipasang pada kawasan yang terdedah dengan risiko jatuh.

Contoh akses dan platform kekal dapat ditunjukkan dalam Rajah 10.10.


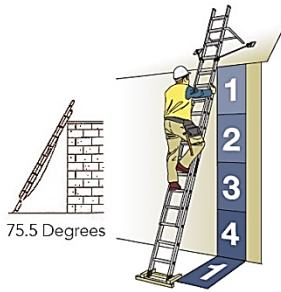

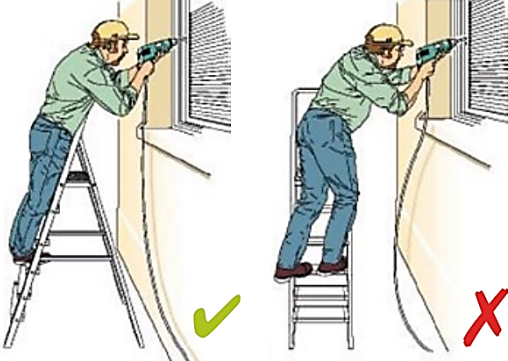
	
<p><i>Handrails, guardrails and toeboards</i> (<a href="http://www.nzmachinery.com">www.nzmachinery.com</a>)</p>	<p><i>Stairway and ramp landings</i> (<a href="http://www.fieldshomecenter.com">www.fieldshomecenter.com</a>)</p>
	
<p><i>Stairways</i> (<a href="http://www.howtospecialist.com">www.howtospecialist.com</a>)</p>	<p><i>Fixed rung ladders</i> (<a href="http://www.speeddemon2.com">www.speeddemon2.com</a>)</p>

Rajah 10.10 Beberapa jenis akses dan platform tetap di tempat kerja



**10.4.2 Akses dan platform sementara (*non-fixed*)**

Semua jenis tangga (*ladder, trestles, stairwell* dan seumpamanya) dan platform-kerja perlu mematuhi piawaian yang berkaitan atau piawian antarabangsa yang relevan. Bagi peralatan atau platform yang tidak mempunyai tanda piawaian, ianya boleh digunakan untuk kerja ringan dan tidak sesuai untuk penggunaan di tapak pembinaan. Akses dan platform sementara yang digunakan ditempat kerja ditunjukkan dalam Rajah 10.12.

	<p><b>4-to-1 Rule</b></p> <p>Make sure you can set up your ladder at the required angle, using the 4-to-1 Rule: For every 4 feet (1.2 metres) up, place the base of your ladder 1 foot (0.3 metres) from the wall or upper support that it rests against.</p> 
<p>Perimeter perlindungan (<a href="http://www.peri-usa.com">www.peri-usa.com</a>)</p>	<p><i>Single and extension ladders</i> (<a href="http://www.chainsawjournal.wpengine.netdna-cdn.com">www.chainsawjournal.wpengine.netdna-cdn.com</a>)</p>
	
<p><i>Cantilevered temporary work platforms</i> (<a href="http://www.superiorscaffold.com">www.superiorscaffold.com</a>)</p>	<p><i>Foldable/portable step ladders</i> (Best practice guidelines for working at height in New Zealand 2012)</p>

Rajah 10.11 Akses, tangga dan platform sementara yang kerap digunakan ditempat kerja

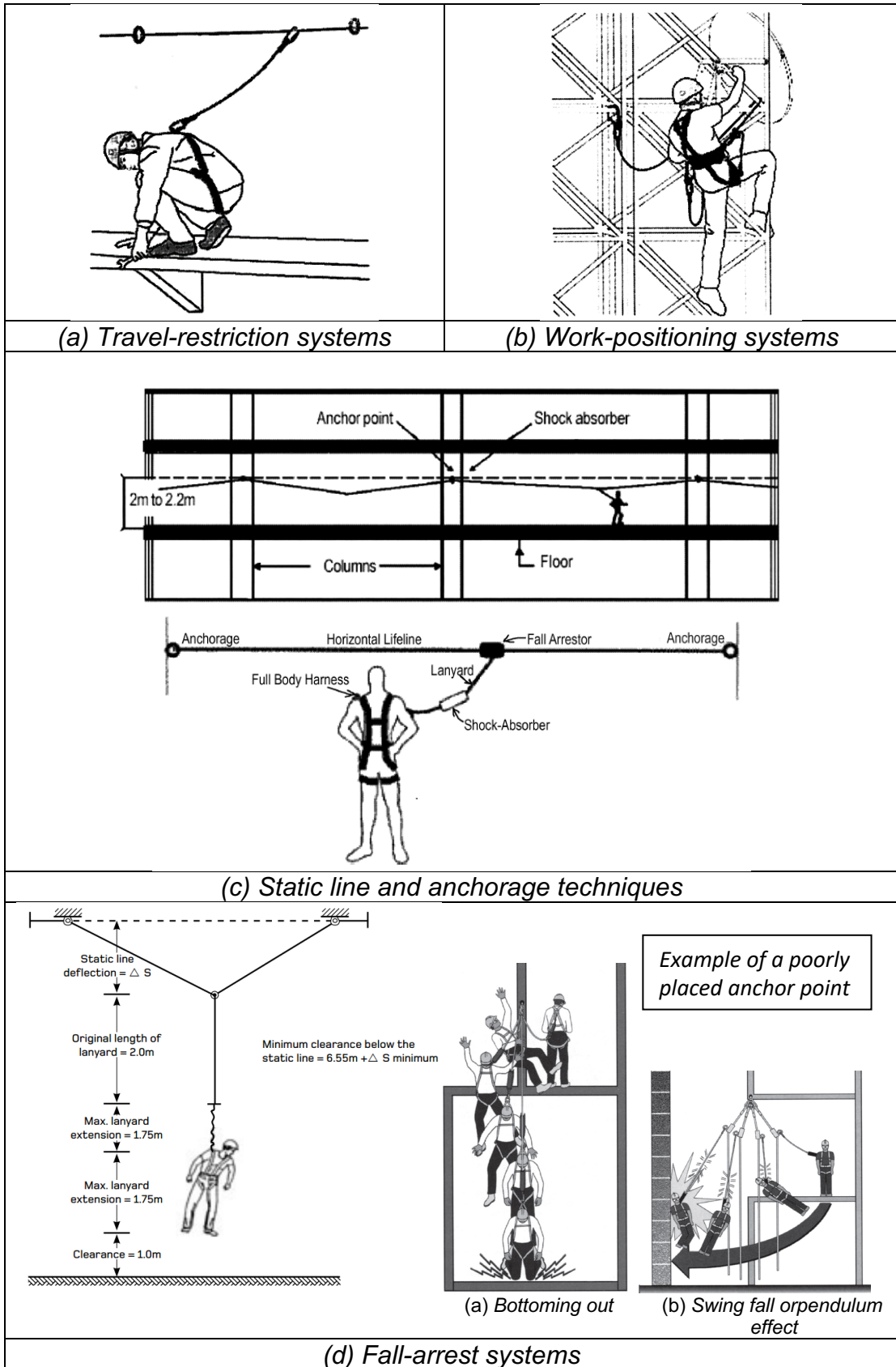


### 10.4.3 Tali keselamatan, tali pinggang dan abah-abah

Dalam industri pembinaan, pemilihan, pemeriksaan dan penggunaan semua peralatan keselamatan seperti tali pinggang, abah-abah, tali keselamatan dan peranti tangkap-jatuh perlu mematuhi piawaian yang relevan. Perkara utama yang perlu diambil perhatian adalah:

- Penilaian pada kaedah kerja perlu dijalankan untuk memilih kaedah kerja dan peralatan perlindungan jatuh yang sesuai.
- Semua peralatan perlu sentiasa diperiksa dan diuji untuk memastikan ia mematuhi piawaian MS atau antarabangsa.
- Peralatan boleh diperiksa secara visual oleh orang yang kompeten sebelum digunakan.
- Memastikan peralatan yang digunakan adalah selaras/sama dengan arahan pengeluar.
- Individu yang menggunakan peralatan berkenaan mesti dilatih atau diawasi untuk memastikan tali pinggang atau abah-abah dipasang dengan betul dengan tali berlabuh.
- Pastikan tali keselamatan boleh bergerak melintasi kawasan kerja dan tidak tersangkut pada halangan. Jika tersangkut ia boleh menyebabkan tali jem dan menjadi tidak seimbang.
- Langkah berjaga-jaga perlu diambil ketika bekerja ditempat yang tededah dengan *cuffing* gas, letupan grit, atau penggunaan alat-alat pemotong tajam. Ini penting untuk mengelakkan haus dan kerosakan pada peralatan.

Antara peralatan tali keselamatan, tali pinggang dan abah-abah serta kaedah yang digunakan semasa bekerja ditempat tinggi ditunjukkan dalam Rajah 10.12. Manakala Rajah 10.13 pula menunjukkan turutan yang betul bagi penggunaan peralatan perlindungan jatuh.



Rajah 10.12 Cara penggunaan peralatan tali keselamatan, tali pinggang dan abah-abah serta risiko yang wujud (Guidelines for the Prevention of Falls at Workplaces 2007; <https://www.ihsa.ca>)

# HIERARCHY OF FALL PROTECTION



The Hierarchy of Fall Protection is the preferred order of control for all hazards. As the Hierarchy progresses, so does the risk. Proper fall protection training and a rescue plan become mandatory.



1	2	3	4	5
<b>HAZARD ELIMINATION</b>	<b>FALL RESTRAINT SYSTEM</b>	<b>PASSIVE FALL PROTECTION</b>	<b>FALL ARREST SYSTEM</b>	<b>ADMINISTRATIVE CONTROLS</b>
Preferred solution is to eliminate exposure to the fall hazard.	Physical barriers, like guardrails around unprotected edges and covers over holes.	Use personal protective equipment to restrict the worker's range of movement so they cannot fall.	Design for situation where exposure to a fall is not preventable. A fall is arrested within acceptable force and clearance margins.	Least preferred solution is work practices or procedure that increase a worker's awareness of a fall hazard.

**BUILDING CONSTRUCTION SAFETY**  
 DEPARTMENT OF OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH  
 LEVEL 1, 2, 4 & 5 BLOCK D4, COMPLEKD  
 FEDERAL GOVERNMENT ADMINISTRATIVE CENTRE  
 62500 PUTRAJAYA



Rajah 10.13 Turutan perlindungan jatuh semasa bekerja ditapak pembinaan  
 ([www.dosh.gov.my](http://www.dosh.gov.my))

## 10.5 Kemalangan Kren Menara di Malaysia dan Langkah Pencegahan

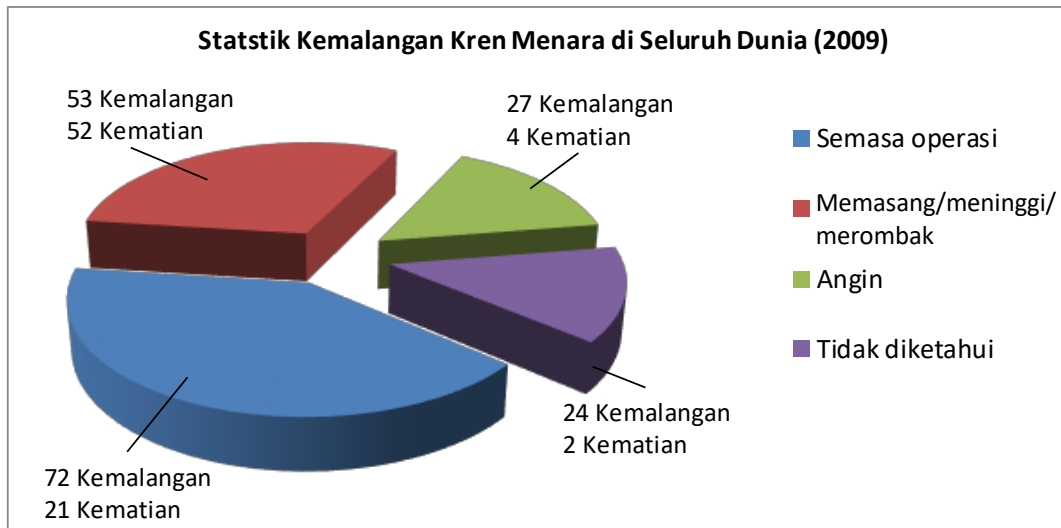
Industri pembinaan telah dikenalpasti sebagai salah satu industri yang paling berbahaya dan terbanyak di dunia, berdasarkan kajian tentang kadar kematian yang berkaitan dengan kerja, pampasan pekerja, kecederaan dan kematian (Chong & Low 2014). Industri pembinaan juga melibatkan banyak penggunaan kren, terutamanya kren menara dalam membantu mempercepatkan urusan pembinaan bangunan. Dalam industri pembinaan, pertimbangan kepada keperluan keselamatan dan kesihatan telah diiktiraf secara meluas sebagai satu pendekatan yang bermanfaat dalam menguruskan keselamatan dan kesihatan pekerjaan, kerana penekanan kepada faktor ini dapat menghapuskan atau mengurangkan bahaya di tempat kerja (Saifullah & Ismail 2012; Zakaria et al. 2012). Berkaitan dengan bahaya terhadap keselamatan pekerja, aktiviti-aktiviti berisiko tinggi termasuk bekerja di tempat tinggi dan kerja-kerja mengangkat, dikenalpasti telah menyebabkan bahaya kepada pekerjaan yang menyebabkan berlaku kes-kes kemalangan dalam sektor pembinaan.

Dengan peningkatan jumlah kren menara di Malaysia setiap tahun, kadar kemalangan mungkin meningkat jika faktor-faktor keselamatan dan peraturan/kod piawaian penggunaan kren tidak dipatuhi. Merujuk kepada kajian oleh Chong dan Low (2014), dalam tempoh tahun 2000 hingga 2009, sebanyak 69,126 kes kemalangan berlaku di sektor industri pembinaan, dan daripada jumlah itu sebanyak 653 kes adalah yang melibatkan kren menara. Merujuk statistik JKKP (2017), Kuala Lumpur, Selangor, Johor dan Pulau Pinang merupakan negeri-negeri yang mempunyai bilangan kren menara yang tinggi. Sehingga kini di Malaysia terdapat 1434 kren menara dan 1614 operator kren menara yang berdaftar dan aktif. Sejumlah besar, 1120 kren menara digunakan di Kuala Lumpur, Putrajaya, Selangor dan Johor (JKKP, 2017).

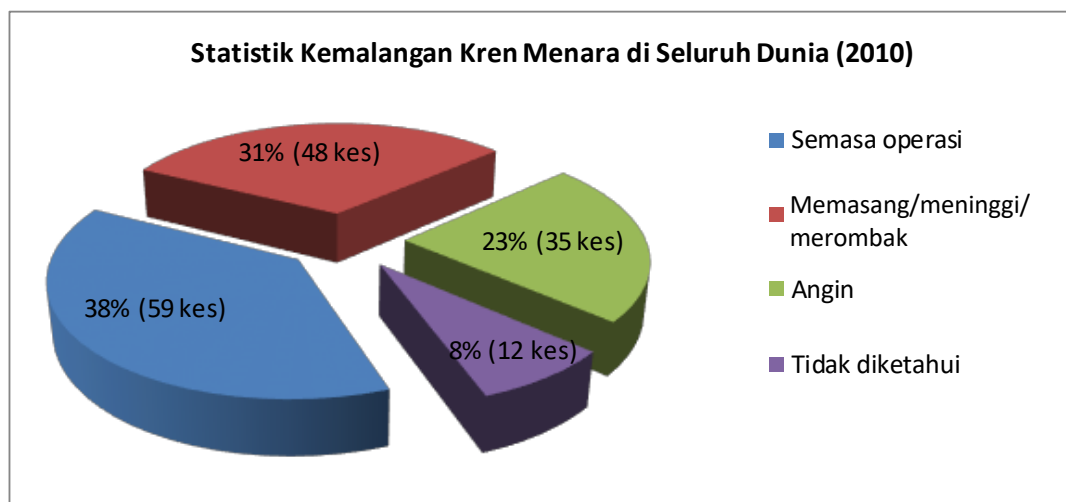
### 10.5.1 Faktor Penyebab Kemalangan di Dunia

Mulai tahun 2000 sehingga kini, lebih 1125 kes kemalangan kren menara telah berlaku yang melibatkan 780 kematian di seluruh dunia. Melalui data kaji selidik, banyak kemalangan yang tidak dilaporkan dan dianggarkan dua kali

ganda daripada kes yang dilaporkan. Dalam tahun 2009, 188 kes kemalangan yang melibatkan 78 kematian. Sebanyak 154 kes kemalangan dengan 113 kematian yang dilaporkan dalam tahun 2010. Statistik berkenaan jumlah dan faktor penyebab kemalangan ditunjukkan dalam Rajah 10.14 dan 10.15.



Rajah 10.14 Statistik jumlah kemalangan kren menara dunia  
([www.towercranesupport.com](http://www.towercranesupport.com))



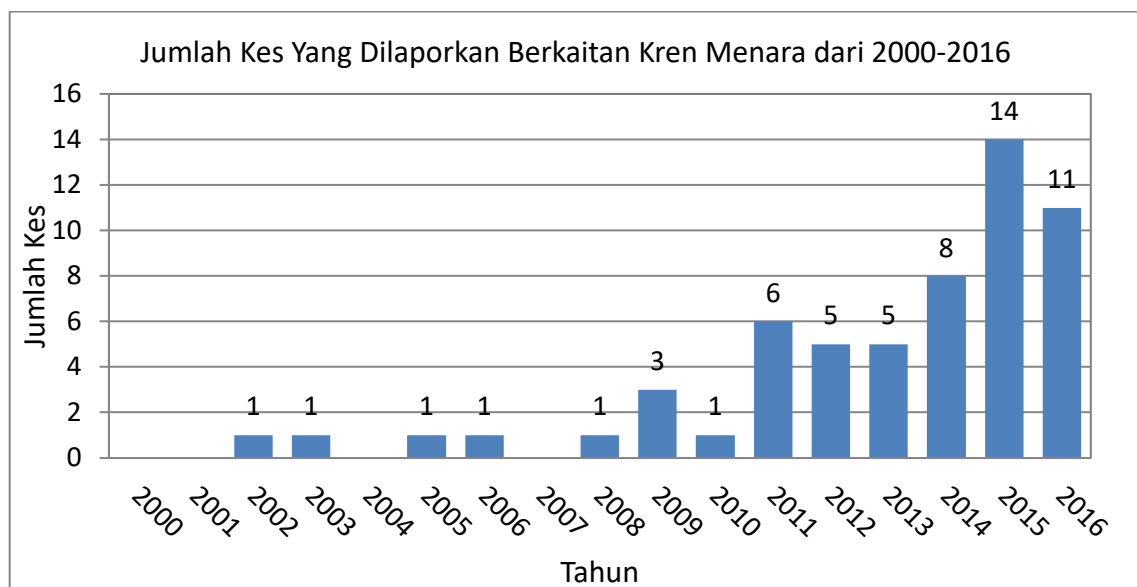
Rajah 10.15 Statistik peratusan faktor penyebab kemalangan kren menara  
([www.towercranesupport.com](http://www.towercranesupport.com))

### 10.5.2 Statistik kemalangan kren menara

Berdasarkan kaji selidik yang dijalankan, statistik kemalangan telah menunjukkan bahawa kematian dan kejadian berbahaya di tempat kerja yang melibatkan kren menara dan peralatan mengangkat meningkat setiap tahun (lihat Rajah 10.16). Antara punca berlakunya kemalangan adalah seperti:

- (a) kegagalan pada struktur atau komponen kren,
- (b) kegagalan peralatan mengangkat (seperti tali dawai, takal, bongkah cangkuk dan lain-lain),
- (c) objek jatuh,
- (d) objek berayun ketika beban diangkat.

Berdasarkan kepada punca-punca kemalangan yang dinyatakan itu, adalah satu keperluan bagi industri pembinaan untuk meningkatkan amalan keselamatan operasi kren menara. Oleh yang demikian, pihak yang berkepentingan dalam operasi kren menara (seperti pengeluar kren, kontraktor kren, jurutera dan pereka bentuk kren, pengurus projek, penyelia mengangkat, operator, juru isyarat, jurutali dan pekerja binaan) perlu memainkan peranan dan tanggungjawab masing-masing untuk memastikan operasi mengangkat yang dilakukan adalah selamat.

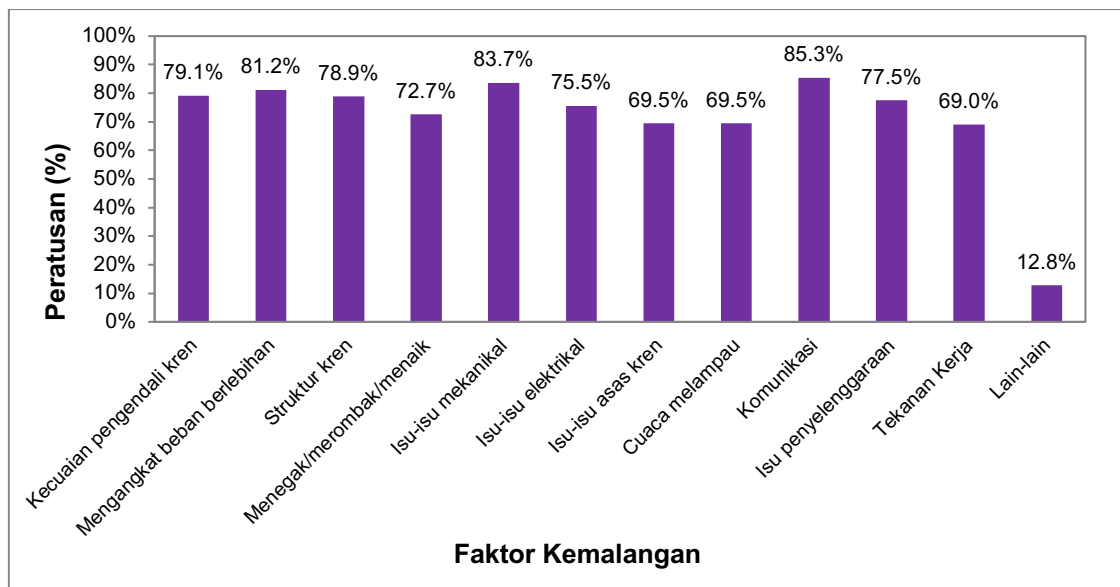


Rajah 10.16 Statistik kemalangan yang melibatkan kren menara (Abdullah & Wern 2010; Laporan JKKP 2016)

Antara faktor yang dikenalpasti sebagai punca kemalangan semasa operasi mengangkat adalah seperti berikut:

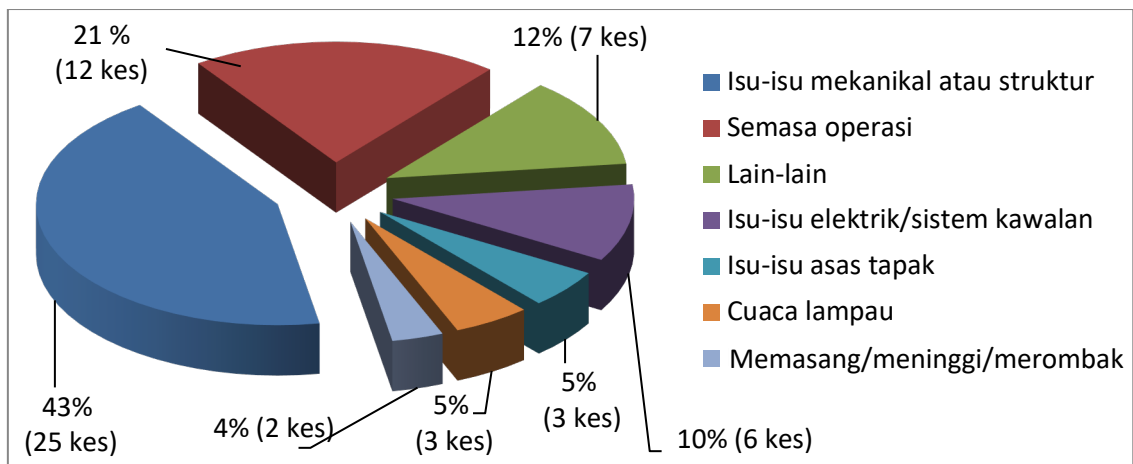
- (a) kerosakan pada sistem mekanisma tunggal (seperti sistem angkat, bongkah cangkuk, sistem elektronik dan sistem brek),
- (b) sikap sambil lewa anggota pasukan mengangkat,
- (c) persekitaran tempat kerja atau kren yang tidak selamat,
- (d) keadaan peralatan atau alat bantu angkat yang tidak sempurna,
- (e) jenis dan bentuk beban yang tidak normal, dan
- (f) kaedah ikatan dan anduh yang tidak sempurna.

Berdasarkan soal selidik yang dilakukan, lebih 80% responden bersetuju bahawa faktor berlakunya kemalangan kren adalah disebabkan oleh kecuaiian operator kren, komunikasi, isu-isu mekanikal dan melakukan angkatan beban yang berlebihan seperti ditunjukkan dalam Rajah 10.17. Merujuk kepada laporan dari pihak Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (JKKP) dari tahun 2000-2016, antara faktor-faktor utama yang menyumbang kepada kemalangan kren menara adalah isu-isu mekanikal atau struktur, dan semasa pengoperasian kren, seperti ditunjukkan dalam Rajah 10.18.



Rajah 10.17 Peratusan punca kemalangan kren menara (secara kaji selidik)





Rajah 10.18 Peratusan faktor-faktor yang menyebabkan kemalangan kren menara (Abdullah & Wern 2010; Fail siasatan JKPP; [www.dosh.gov.my](http://www.dosh.gov.my))

Merujuk kepada Rajah 10.18, daripada 58 kes kemalangan yang berlaku, 43% adalah berpunca dari isu-isu mekanikal atau struktur kren, iaitu berlaku kerosakan pada komponen kren seperti:

- (a) bum (*boom*) bengkok,
- (b) kabel kren putus,
- (c) pin/bol, dan *slewing table* patah,
- (d) tali dawai *luffing* putus,
- (e) pin bum patah atau retak,
- (f) masalah gear/brek,
- (g) masalah pada dram mengangkat (*hoisting drum*),
- (h) tali dawai mengangkat putus,
- (i) *mast* kren bengkok atau retak.

Faktor semasa pengoperasian kren menyumbang 21% daripada keseluruhan kes kemalangan yang disebabkan oleh kecuaiannya operator kren, juru isyarat, dan kegagalan pihak pengurusan dalam memastikan pasukan operasi mengangkat terdiri daripada anggota yang kompeten. Faktor seterusnya ialah isu-isu elektrik atau sistem kawalan iaitu 10% yang disebabkan oleh kegagalan pada sistem kawalan kren seperti:

- (a) suis penghad angkat (*hoist limit switch*),
- (b) sistem mengangkat,
- (c) kegagalan sistem *luffing*.



Selain itu, kemalangan kren juga disebabkan oleh kegagalan asas tapak kren menara iaitu 5%, 4% kerja-kerja memasang/meninggi/merombak kren menara, 5% cuaca melampau (angin dan petir), dan 12% faktor-faktor lain/tidak diketahui puncanya. Antara faktor-faktor yang menjejaskan keselamatan semasa memasang, meninggi atau merombak kren menara ialah:

- (a) pengetahuan dan kemahiran pemasang/perombak yang tidak mencukupi,
- (b) arahan atau manual yang tidak lengkap mengenai prosedur kerja yang selamat,
- (c) kerosakan bahagian-bahagian kren menara yang disebabkan oleh keadaan penyimpanan yang tidak terurus,
- (d) pengawasan yang longgar di tempat kerja,
- (e) tekanan kerja, kekangan ruang dan masa.

Bagi mengawal bahaya yang berkaitan dengan peralatan dan operasi mengangkat, personel yang terlibat dalam pasukan mengangkat perlu mengambil perhatian terhadap perkara-perkara berikut:

- (a) pemilihan peralatan mengangkat,
- (b) kedudukan peralatan mengangkat,
- (c) penentuan dan pengenalpastian beban kerja selamat untuk setiap peralatan mengangkat,
- (d) penyimpanan yang selamat untuk alat bantu mengangkat,
- (e) penyenggaraan peralatan mengangkat,
- (f) perancangan operasi mengangkat,
- (g) kaedah anduh dan ikatan,
- (h) kecukupan latihan kepada personel berkaitan kerja mengangkat.

### 10.5.3 Kes-kes kemalangan terdahulu

#### Contoh-contoh Kes

##### **Kes 1:**

Kejadian berlaku pada 15 April 2016 di atas tapak pembinaan Lot 422, Jalan Bangsar, Seksyen 96, Kuala Lumpur. Pada kira-kira 11:50 pagi, kren menara dari tapak bina bersebelahan Dataran Maybank tumbang, di mana hujung kren

tumbang ke jalan raya Dataran Maybank (seperti ditunjukkan dalam Rajah 10.19). Tiada kemalangan jiwa dilaporkan. Butiran kemalangan adalah seperti berikut:

- (i) kren menara *luffing* yang dikeluarkan pada tahun 1994
- (ii) berdasarkan buku log, ia mula digunakan di tapak bina pada November 2015
- (iii) kren sedang mengangkat besi siku seberat 1.5 tan pada keadaan bum diangkat sehingga 82 darjah (berdasarkan bacaan meter telah melebihi had selamat yang dibenarkan) dan bum tersebut telah tumbang ke arah bertentangan dan hujung bum telah terkeluar ke jalan bersebelahan dan mengakibatkan kerosakan kepada sebuah lori
- (iv) punca kejadian adalah kegagalan pada suis pengehad luf (*luffing limit switch*)



Rajah 10.19 Kemalangan kren menara jenis luffing di Bangsar

### **Kes 2:**

Kejadian berlaku di Johor Bahru, Johor pada 24 Julai 2016. Kren menara tidak stabil semasa hendak menurunkan pasir dan bum di bahagian depan patah dahulu kemudian diikuti oleh pengimbang jib. Bum tumbang dan tersangkut di tingkat 13 seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 10.20. Butiran kemalangan adalah seperti berikut:

- (i) kren menara sedang memunggah pasir dengan menggunakan bakul (*bucket*) yang berkapasiti lebih kurang 1 m<sup>3</sup> dari aras tanah ke tingkat 10
- (ii) ketika beban berada pada ketinggian setara dengan aras 5 dan jarak troli berada pada kedudukan pertengahan bum, tiba-tiba kren mengalami kegagalan
- (iii) kegagalan ini menyebabkan bum terpiuh ke arah belakang dan berat penimbal jatuh ke atas tanah
- (iv) hasil penyiasatan awal dan berdasarkan bukti persekitaran mendapati kemungkinan kemalangan berlaku disebabkan oleh bakul tersangkut pada perancah
- (v) punca kejadian adalah tali dawai mengangkat tersangkut pada perancah.



Rajah 10.20 Keadaan kren menara selepas kejadian

### **Kes 3:**

Kejadian kemalangan melibatkan kren menara *luffing* berlaku di Bukit Bintang, Kuala Lumpur pada 25 Ogos 2016 seperti ditunjukkan pada Rajah 10.21. Butiran kemalangan adalah seperti berikut:

- (i) Bongkah cangkuk kren seberat lebih 300 kg terjatuh dari ketinggian lebih 100 meter dan menghempap sebuah kereta di atas jalan raya, mengakibatkan kemalangan maut kepada wanita berusia 24 tahun.

- (ii) orang ramai mendakwa melihat bum bergerak telah melangkaui jangkauan operasi kren dan melintasi jalan raya sebelum bongkah cangkuk terjatuh dan menghempap kereta mangsa.
- (iii) kedudukan kren juga telah melanggar undang-undang keselamatan kerana beroperasi di jangkauan luar pagar tapak bina projek berkenaan.
- (iv) punca kejadian mungkin disebabkan oleh lencongan pada suis pengehad mengangkat yang menurun atau menaikkan cangkuk, dan ia menyebabkan cangkuk tersentap pada hujung bum dan menyebabkan tali dawai putus.



(a)



(b)

Rajah 10.21 (a) Kren menara *luffing* dan (b) Besi penyangkut kren yang jatuh ke atas kereta mangsa

#### 10.5.4 Langkah pencegahan akibat kemalangan

Langkah-langkah pencegahan akibat dari kemalangan yang melibatkan operasi kren menara oleh pihak yang bertanggungjawab perlu diambil bagi memastikan kemalangan tidak berulang berlaku. Antara langkah-langkah pencegahan adalah seperti berikut:

- (a) Apabila menghadapi kesukaran untuk mengangkat (*lifting*) sesuatu beban, operator kren mesti mengelakkan paksaan dan kerja mengangkat perlu dihentikan serta merta. Pemeriksaan perlu dibuat dan maklumkan kepada pihak yang berkenaan untuk tindakan lanjut,
- (b) Memastikan keadaan gelendong takal (*sheave*) dalam keadaan baik tanpa kecacatan atau kerosakan,

- (c) Memastikan tali dawai luf (*luff rope*) yang digunakan mengikut spesifikasi yang telah ditetapkan oleh pembuat,
- (d) Menjalan pemeriksaan dari masa ke semasa untuk memastikan kren dikendali dengan selamat oleh operator,
- (e) Menjalankan pemeriksaan berkala ke atas tali dawai luf, dan jika rosak, cacat ataupun beberapa helaian tali dawai telah putus tukar dengan kadar segera,
- (f) Menjalankan pemeriksaan ke atas peranti keselamatan seperti suis pengehad beban melampau (*overload limit switch*) dan pengehad kelajuan mengangkat (*hoisting speed limit*) setiap kali sebelum diguna,
- (g) Menjalankan penilaian risiko di sekitar lingkungan kren beroperasi dan mengambil langkah-langkah sewajarnya untuk mengurangkan risiko tersebut,
- (h) Operator kren perlu mengendalikan kren dengan kaedah yang betul dan mematuhi prosedur yang telah ditetapkan dalam manual operasi,
- (i) Operator kren perlu mengenalpasti risiko-risiko yang wujud disekitar kren ketika mengangkat atau menuruni beban,
- (j) Pemeriksaan berkala perlu dilakukan ke atas struktur kren,
- (k) Pemeriksaan dan penyenggaraan berkala pada takal dan troli perlu dilakukan pada sela masa yang kerap,
- (l) Pemilik harus memastikan semua kren menara dikendalikan oleh operator yang kompeten dan berdaftar,
- (m) Pemunya kren perlu memastikan kren berada dalam keadaan selamat untuk digunakan,
- (n) Pemunya kren perlu memastikan kren disenggara dan diperiksa secara berkala,
- (o) Pihak kontraktor perlu menjalankan penilaian risiko ke atas setiap aktiviti kerja yang dibuat menggunakan kren menara,
- (p) Pemeriksaan ke atas komponen brek perlu dijalankan dengan teliti. Antara komponen brek yang perlu diberi perhatian:
  - (i) lapisan brek
  - (ii) bekalan minyak hidraulik
  - (iii) pendawaian elektrik atau komponen yang berkaitan sistem brek dan lain-lain



- (q) Sekiranya kren dihentikan operasi dalam tempoh masa yang singkat, operator kren perlu mematuhi prosedur 'meninggalkan kren tanpa pengawasan' dengan memastikan:
- (i) beban telah dialihkan dari hook
  - (ii) bekalan elektrik telah dimatikan
  - (iii) pengunci brek telah dikenakan serta
- (r) Sudut bum perlu diparkir mengikut sudut yang digariskan dalam manual pembuat kren.

---

## Bibliografi

- Abdul Rahim Abdul Hamid, Wan Zulkifli Wan Yusuf and Bachan Singh, Malaysia Hazards at Construction Sites, Proceedings of the 5th Asia-Pacific Structural Engineering and Construction Conference (APSEC) 2003.
- Abdullah, D.N.M.A. & Wern, G.C.M. 2010. An Analysis of Accidents Statistics in Malaysian Construction Sector. 2010 International Conference on E-business, Management and Economics, IPEDR vol.3 (2011) © (2011) IACSIT Press, Hong Kong, pg. 1-4.
- AS 2550.1-2011 Australian Standard ® Cranes, hoists and winches-Safe use Part 1: General requirements, 2011.
- Avoiding danger from overhead power lines Guidance Note GS6 (Fourth edition), Hong Kong, 2013.
- Best practice guidelines for working at height in New Zealand, 2012.
- Chong, H. Y. & Low, T. S. 2014. Accidents in Malaysian Construction Industry: Statistical Data and Court Cases. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)* 20(3): 503–513.
- Code of Practice for Networks Avoiding Danger from Overhead Electricity Lines, Health and Safety Authority, Ireland, 2008.
- Code of Practice for Networks Avoiding Danger from Overhead Electricity Lines, Health and Safety Authority, Ireland, 2008.
- Code of Practice for Safe Use of Tower Cranes, Occupational Safety and Health Branch, Labour Department, Hong Kong, 2011.
- Guidelines for Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC), Department of Occupational Safety and Health, Ministry of Human Resources, Malaysia, 2008.
- Guidelines for Public Safety and Health at Construction Sites, Department of Occupational Safety and Health (DOSH) Ministry of Human Resources, 2007.

- Guidelines for the Prevention of Falls at Workplaces, Department of Occupational Safety and Health Malaysia, Ministry of Human Resource, 2007.
- Guidelines on Safety of Tower Cranes, Construction Industry Council (CIC), Hong Kong, 2010.
- Hazard Identification, Risk Assessment and Control Procedure, Western Sydney University, 2015.
- <http://www.chainsawjournal.wpengine.netdna-cdn.com> [4 Januari 2017]
- <http://www.fieldshomecenter.com/projects/stair-landing-construction> [4 Januari 2017]
- <http://howtospecialist.com/structure/how-to-build-concrete-stairs> [4 Januari 2017]
- <http://www.simplifiedsafety.com/blog/what-are-the-different-types-of-fall-protection-for-the-construction-indust/> [4 Januari 2017]
- <http://www.speeddemon2.com/viewing-ohio-river-bridges-project-tower-crane-pier-four/> [4 Januari 2017]
- <http://www.dosh.gov.my> [23 Ogos 2017]
- [http://www.ihsa.ca/pdfs/safety\\_manual/Fall\\_Protection.pdf](http://www.ihsa.ca/pdfs/safety_manual/Fall_Protection.pdf) [4 Januari 2017]
- [http://www.nzmachinery.com/news\\_nc1\\_7](http://www.nzmachinery.com/news_nc1_7) [7 Januari 2017]
- <http://www.opticrane.com/tac-3000> [7 Januari 2017]
- <http://www.superiorscaffold.com/blog/page/7/> [7 Januari 2017]
- <http://www.towercranesupport.com> [21 March 2016]
- <https://www.peri-usa.com/projects/highrise-buildings-and-towers/555-10th-avenue.html> [8 Januari 2017]
- Laporan dan fail kemalangan Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan.
- Nota Operator Kren Menara, Institut Kemahiran Tinggi Belia Negara (IKTBN), Kementerian Belia dan Sukan, Bachok, Kelantan, 2004.
- Nota Operator Kren Menara, Institut Kemahiran Tinggi Belia Negara (IKTBN), Kementerian Belia dan Sukan, Chembong, Negeri Sembilan, 2003.
- Nota Tower Crane Operator, Gamuda Plant Operator School (GPOS), Shah Alam, Selangor, 2002.
- Richard L. Neitzel, Noah S. Seixas, and Kyle K. Ren, 2001. A Review of Crane Safety in the Construction Industry, *Applied Occupational and Environmental Hygiene* Volume 16(12): 1106–1117.
- Saifullah, N. M. & Ismail, F. 2012. Integration of Occupational Safety and Health during Preconstruction Stage in Malaysia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 35: 603-610.
- Tower crane Code of Practice 2006, Workplace Health and Safety Queensland Department of Justice and Attorney-General, Australia, 2012.
- Work near Overhead Power Lines, Code of Practice 2006, Australia.
- Zakaria, N. H., Mansor, N. & Abdullah, Z. 2012. Workplace Accident in Malaysia: Most Common Causes and Solutions. *Business and Management Review* 2(5): 75 – 88.

## BAB 11

### PEMERIKSAAN SEBELUM DAN SELEPAS PENGENDALIAN KREN

#### 11.1 Pemeriksaan Sebelum dan Selepas Operasi

Pemeriksaan dijalankan bertujuan untuk memastikan keselamatan semasa pengendalian kren menara. Pemeriksaan perlu dijalankan oleh operator setiap kali sebelum dan selepas menggunakan kren menara.

Jika semua komponen dalam keadaan baik selepas pemeriksaan, maka operator boleh memulakan pengendalian tetapi sekiranya pemeriksaan mendapati ada komponen yang rosak atau diragui keadaannya, maka operator perlu membuat laporan kepada penyelia mengangkat. Komponen tersebut perlu diperiksa dan dibaiki oleh OYB sebelum kren menara tersebut boleh beroperasi semula.

Komponen-komponen yang perlu diperiksa disenaraikan secara bertulis untuk memudahkan operator membuat pemeriksaan ke atas kren. Berpandukan senarai semak yang diberikan di dalam buku log, operator boleh menyemak setiap keadaan dan komponen kren menara.

#### 11.2 Buku Log

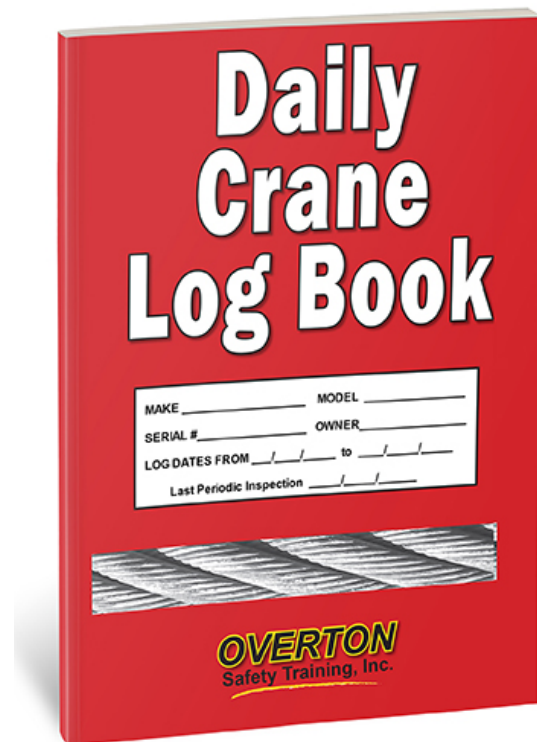
Rujukan yang mencukupi perlu disediakan untuk operator bagi melancarkan pengendalian kren menara. Antara rujukan yang penting untuk seorang operator kren ialah buku log (Rajah 11.1) yang mengandungi rekod penggunaan kren dan senarai semak (Jadual 11.1 dan 11.2). Seeloknya buku log tersebut mestilah mengandungi isyarat tangan (Rajah 11.2) dan isyarat bendera (Rajah 11.3).

Buku Log mesti diletakkan di dalam kabin operator sepanjang masa. Setiap kali sebelum dan selepas kren menara dikendalikan, buku log hendaklah



dikemas kini oleh operator yang bertanggungjawab. Kandungan dan perkara yang mesti direkodkan di dalam buku log:

- a) Penyenggaraan
- b) Kerosakan dan baik-pulih
- c) Alat yang ditukar-ganti
- d) Ujian dan keputusan ujian beban
- e) Kemalangan dan kejadian berbahaya
- f) Saiz tali dan jenis anduh
- g) Tarikh dan masa kerja mula/tamat
- h) Nama operator dan sijil kelayakan



Rajah 11.1 Buku log operator kren

Jadual 11.1 Borang senarai semak pemeriksaan kren menara yang terdapat di dalam buku log

### BUKU LOG OPERATOR KREN

Tarikh Mula (Minggu): \_\_\_\_\_ Operator: \_\_\_\_\_  
 Nombor PMA: \_\_\_\_\_ Model Kren: \_\_\_\_\_

PEMERIKSAAN KEADAAN	I	S	R	K	J	S	A	CATATAN
Struktur kren								
Cuaca								
Kerosakan								
Kerosakan yang sedang diperbaiki								
Kemalangan atau kejadian berbahaya								
PEMERIKSAAN ITEM	I	S	R	K	J	S	A	CATATAN
Asas tapak (termasuk bol dan pasak)								
Suis ELCB dan pendawaian bumi								
Kabel elektrik								
Tangga meninggi (termasuk bol dan nat)								
Pelantar rehat								
Bahagian mast (termasuk pin, bol dan nat)								
Jib pengimbang								
Pelantar slu								
Berat timbal								
Motor angkatan ( <i>hoisting motor</i> )								
Puli								
Troli								
Tali dawai								
Bongkah cangkuk								
Semua suis pengehad								
Lampu signal dan lampu amaran								
Amaran audio dan visual								
Kebersihan kabin								
Alat pemadam api								
Brek slu								
Pengelap cermin ( <i>wiper</i> )								
Hon								
Carta beban								
Penunjuk beban/jarak/jejari								
Buku manual								
Minyak gear (semua komponen yang perlu)								
Minyak gris (semua komponen yang perlu)								
Komen umum dan catatan								



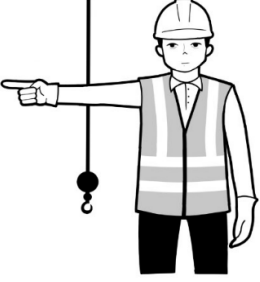

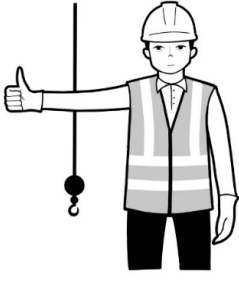
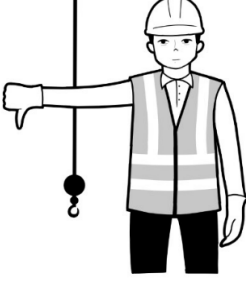
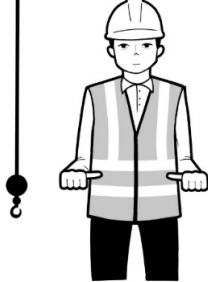


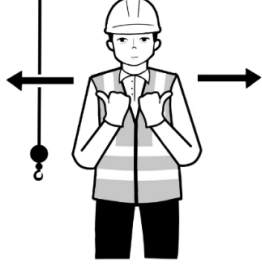
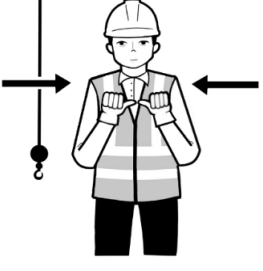


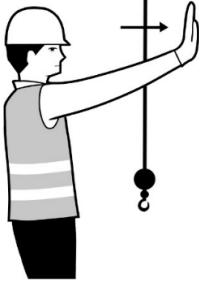

## LAPORAN KEMALANGAN, KEJADIAN BERBAHAYA ATAU MAKLUMAT BERKAITAN

TARIKH	MAKLUMAT	TANDATANGAN

Jadual 11.2 Rekod harian dan kumulatif setiap bulan bagi operasi kren



Harian (Perlu direkod dan disimpan sekurang-kurangnya 6 bulan)							
Tahun	Bulan	Hari	Beban (kg)	Kitaran	Masa operasi kren	Operator kren	IC/WP no.
2010	Nov	25	500-1000	12	9.00-11.00 pagi, 2.00-4.00 petang	ABC	S7654321A
		26	300-1000	6	9.00-11.00 pagi	DEF	S7654321A
		27	600-1000	7	2.00-4.00 petang	ABC	S7681022D
		28	500-1200	13	9.00-11.00 pagi, 2.00-4.00 petang	ABC	S7654321A
		29	500-1000	13	9.00-11.00 pagi, 2.00-4.00 petang	DEF	S7654321A
		30	500-1000	13	9.00-11.00 pagi, 2.00-5.00 petang	DEF	S7681022D
	Dis	1	300-3000	11	9.00-11.00 pagi, 2.00-4.00 petang	ABC	S7654321A
		2	300-3000	10	9.00-11.00 pagi, 2.00-4.00 petang	ABC	S7681022D
		3	600-1000	5	2.00-4.00 petang	ABC	S7681022D
	<b>Jumlah</b>				<b>90</b>		

Kumulatif setiap bulanan (Perlu disimpan untuk pemanjangan hayat kren)			
Tahun	Bulan	Beban (kg)	Kitaran
2010	Ogos	100-1100	375
	September	200-2000	248
	Oktober	300-3000	180
	November	300-1500	310
	Disember	300-2500	25
2011	Januari	200-2000	180
	Februari	300-3000	215

			
Turun ke bawah (Hoist down)	Angkat ke atas (Hoist up)	Memusing (Swing)	Angkat ke atas perlahan-lahan (Hoist up slowly)
			
Naik bum (Boom up)	Turun bum (Boom down)	Pengurangan bum (Retract boom)	Pemanjangan bum (Extend boom)
			
Gunakan cangkuk utama (Apply main hook)	Troli ke arah luar (Trolley in)	Troli ke arah dalam (Trolley out)	Use whipline (Guna alat bantu angkat tambahan)
			
<i>Dog everything</i> (Berhenti seketika apabila berlaku risiko bahaya seperti hujan, angin, dan lain-lain faktor)	Bergerak (Move)	Berhenti (Stop)	

Rajah 11.2 Isyarat Tangan

<p>Memusing ke kanan (<i>Slewing right</i>)</p>	<p>Memusing ke kiri (<i>Slewing left</i>)</p>	<p>Menunjuk kedudukan (<i>Indicating position</i>)</p>
<p>Luf-mengangkat ke atas (<i>Luffing-boom up</i>)</p>	<p>Luf-menurun ke bawah (<i>Luffing-boom down</i>)</p>	<p>Berhenti kecemasan (<i>Emergency stop</i>)</p>
<p>Mengangkat (<i>Hoisting</i>)</p>	<p>Berhenti (<i>Stop</i>)</p>	<p>Panggilan (<i>Call</i>)</p>
<p>Bergerak (<i>Travel</i>)</p>	<p>Merendah (<i>Lowering</i>)</p>	<p>Mengangkat secara perlahan (<i>Hoist slowly</i>)</p>

	
Merendah secara perlahan ( <i>Lower slowly</i> )	Terima kasih ( <i>Thank you</i> )

Rajah 11.3 Isyarat tangan dengan bendera

### 11.3 Buku Manual Pengeluar Kren Menara

Buku manual pengeluar kren menara (Rajah 11.4) juga adalah rujukan yang penting. Buku Manual akan membantu operator sekiranya berlaku kecemasan atau kerosakan. Untuk mengenali komponen dan fungsi kren menara yang dikendalikan, operator perlu merujuk kepada buku tersebut. Seorang operator mesti faham setiap sistem mekanikal dan elektrik yang terdapat pada kren menara yang dikendalikan.

Buku manual pengeluar kren menara mesti diletak didalam kabin operator untuk rujukan operator bila diperlukan. Satu salinan juga mesti disediakan untuk memudahkan rujukan pihak lain yang berkaitan dengan operasi kren menara. Kandungan Buku Manual Pengeluar Kren Menara adalah seperti berikut:

- (a) Spesifikasi kren menara
- (b) Panduan memasang, meninggi dan merombak kren menara.
- (c) Had kemampuan mengangkat beban yang dibenarkan.
- (d) Had kelajuan angin yang dibenarkan.
- (e) Panduan membaiki kren berkaitan masalah mekanikal.
- (f) Panduan membaiki kren berkaitan masalah elektrik.
- (g) Cara-cara menurunkan beban secara manual semasa kecemasan.



Rajah 11.4 Buku manual pengeluar kren menara

## Bibliografi

- Nota Operator Kren Menara, Institut Kemahiran Tinggi Belia Negara (IKTBN), Kementerian Belia dan Sukan, Bachok, Kelantan, 2004.
- Nota Operator Kren Menara, Institut Kemahiran Tinggi Belia Negara (IKTBN), Kementerian Belia dan Sukan, Chembong, Negeri Sembilan, 2003.
- Nota Tower Crane Operator, Gamuda Plant Operator School (GPOS), Shah Alam, Selangor, 2002.

## BAB 12

### LATIHAN PRAKTIKAL (AMALI)

#### 12.1 Komponen Kren Menara

Dengan latihan kren menara secara amali, operator akan dibawa ke tapak kren menara bagi mengenali komponen-komponen kren menara. Operator perlu kenal dan tahu semua fungsi komponen kren menara sebelum memulakan operasi.

#### 12.2 Kaedah Memanjat dan Turun Dari Kren Menara

Perkara penting yang perlu diambil berat oleh seorang operator adalah memanjat tangga kren menara dengan kaedah yang betul. Perkara berikut perlu dipatuhi agar keselamatan operator semasa memanjat dan turun daripada kren menara terkawal:

- Penggunaan PPE yang betul
- Pemeriksaan komponen kren semasa memanjat dan turun
- Memanjat dengan cara yang selamat
- Rehat seketika di pelantar mast jika perlu
- Tidak melakukan aktiviti yang membahayakan ketika memanjat dan turun

#### 12.3 Pemeriksaan Sebelum Operasi

Pemeriksaan sebelum operasi dijalankan perlu dilakukan oleh operator yang akan mengendalikan kren. Senarai komponen yang perlu diperiksa boleh didapati daripada borang senarai semak pemeriksaan. Pemeriksaan boleh dibahagikan kepada beberapa kategori utama berikut:

- Pemeriksaan asas tapak kren
- Pemeriksaan *mast* dan berat pengimbang
- Pemeriksaan kabin dan tuil kawalan
- Lain-lain pemeriksaan keselamatan



Sekiranya terdapat komponen yang rosak atau meragukan semasa pemeriksaan, tindakan berikut perlu diambil:

- Tidak menjalankan operasi kren menara tersebut.
- Melaporkan kerosakan atau keraguan mengikut prosedur kepada pihak pengurusan.
- Pastikan komponen yang rosak atau menimbulkan keraguan diperiksa dan diperbaiki oleh orang kompeten.
- Setelah operator berpuas hati, operasi kren menara boleh dijalankan semula.

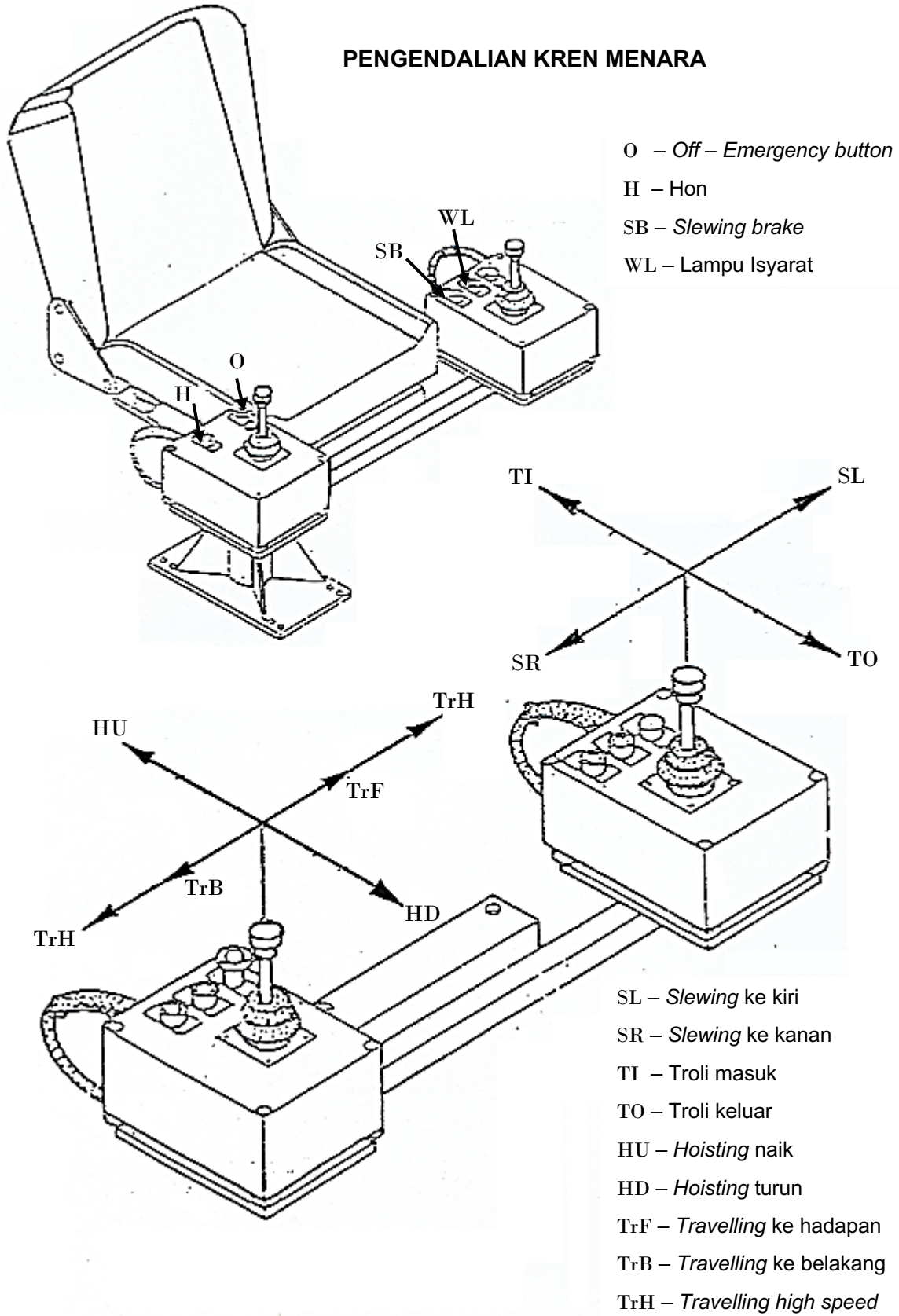
#### **12.4 Demonstrasi Pengendalian Kren Menara**

Kren perlu dikendalikan bersama-sama dengan tenaga pengajar. Pengajar perlu memanjat kren menara dengan kaedah yang betul dan diikuti oleh pelajar. Pelajar perlu memerhati dan memahami setiap pergerakan pengajar dari mula memanjat tangga kren menara, menghidupkan suis, memeriksa penghad dan seterusnya mengawal kren menara dalam semua pergerakan. Setiap pergerakan kren menara dikawal oleh tuil yang berada di kiri dan kanan tempat duduk operator. Pelajar perlu melakukan pengendalian kren menara seperti yang telah diajar.

#### **12.5 Pengenalan Tuil Kawalan Pengendalian dan Suis**

Hanya terdapat dua tuil kawalan di dalam kabin kren menara tetapi setiap satu berfungsi untuk mengawal 4 pergerakan. Ini bermakna 2 tuil kawalan kiri dan kanan yang terdapat dalam kabin operator boleh mengawal 8 pergerakan berlainan.

**PENGENDALIAN KREN MENARA**



Rajah 12.1 Tuil kawalan pengendalian jenis *hammerhead*

Pada permulaan untuk menggunakan tuil kawalan pengendali perlu mematuhi perkara berikut:

- Jangan menggunakan beban untuk belajar mengawal tuil kawalan.
- Gunakan tenaga yang paling lembut untuk menggerakkan tuil kawalan
- Jangan rentap atau paksa semasa menggerakkan tuil kawalan .
- Belajar gerakan satu haluan demi satu haluan tuil kawalan sehingga mahir dan kenal gerakan tuil untuk pergerakan kren menara.
- Setelah mahir gerakan tuil kawalan dan arahnya maka pelajar dikehendaki gerakkan tuil kawalan kepada semua fungsi pergerakan dalam satu masa sehingga mahir.

## 12.6 Pergerakan Kren Menara

- Pergerakan kren menara jenis *luffing*
- Pergerakan kren menara jenis *hammerhead*
- Simulasi pergerakan kren menara

## 12.7 Teknik Mengawal Beban

Beban yang digantung semasa operasi mengangkat atau menurun bergantung sepenuhnya kepada kabel pengangkat dan anduh. Tiada penyokong lain yang menyokong kedudukan beban supaya berada dalam posisi tetap atau statik semasa digantung. Semasa aktiviti mengangkat, beban akan menerima pelbagai gangguan yang menyebabkan ia menjadi tidak stabil dan sukar untuk berada dalam kedudukan yang tetap. Antara gangguan tersebut adalah:

- Kawalan tuil pergerakan kren tidak stabil menyebabkan beban berubah-ubah dalam pelbagai keadaan gerakan.
- Kecuaian pelajar mengawal tuil kawalan menyebabkan berlanggar dengan struktur–struktur di sekitar kawasan mengangkat.
- Cara ikatan pada beban akibat dari pengikat beban yang tidak mahir menyebabkan beban berpusing dan dalam keadaan senget semasa di angkat atau diturunkan.

- Cuaca buruk menyebabkan beban yang tergantung menjadi tidak stabil terutama ketika angin kencang.

Oleh sebab itu dalam latihan amali pergerakan beban tidak stabil akan dijalankan seperti berikut:

- Pergerakan ke arah depan dan belakang.
- Pergerakan ke arah kiri dan kanan.
- Pergerakan dalam keadaan berpusing.

### **Teknik mengawal beban tidak stabil yang bergerak ke arah depan dan belakang**

- Semasa beban bergerak ke hadapan, tolak tuil kawalan ke hadapan (Trolis keluar/Turun Bum) sehingga beban hampir berhenti kemudian lepaskan semula tuil kawalan dengan perlahan.
- Semasa beban bergerak ke belakang, tarik tuil kawalan ke belakang (Trolis masuk/Naik Bum) untuk mengikut beban yang bergerak ke belakang sehingga kelihatan beban hampir berhenti, kemudian lepaskan semula tuil kawalan kepada *Free Gear* dengan perlahan-lahan.
- Lakukan keadaan ini berulang-ulang sehingga beban tersebut menjadi stabil dan tetap dalam keadaan tidak bergerak .
- Jika berjaya mengawal beban, operasi mengangkat atau menurunkan beban boleh diteruskan.

### **Teknik mengawal beban tidak stabil dan bergerak ke arah kiri dan kanan**

- Apabila beban bergerak ke arah kiri, tolak tuil kawalan ke kiri ikut pergerakan beban sehingga kelihatan beban hampir berhenti, kemudian lepaskan semula tuil kawalan dengan perlahan.
- Apabila beban bergerak ke arah kanan, tarik tuil kawalan ke kanan ikut pergerakan beban sehingga kelihatan beban hampir berhenti, kemudian lepaskan semula tuil kawalan dengan perlahan.
- Lakukan keadaan ini berulang-ulang sehingga beban tersebut menjadi stabil dan tetap dalam keadaan tidak bergerak

- Jika berjaya mengawal beban, operasi mengangkat atau menurunkan beban boleh diteruskan.

### **Teknik mengawal beban tidak stabil dan bergerak dalam keadaan berpusing**

- Kawalan pertama hendaklah menggunakan tuil kawalan ke hadapan dan belakang (Trolis/Bum). Apabila beban berada di titik hadapan pusingan tolak tuil kawalan ke hadapan dengan segera (Trolis keluar/Turun Bum). Apabila beban berada di titik belakang pusingan tarik tuil kawalan ke belakang dengan segera (Trolis masuk/ Naik Bum).
- Lakukan berulang-kali sehingga beban hanya bergerak ke kiri dan ke kanan sahaja dan teruskan ke langkah “Teknik mengawal beban tidak stabil dan bergerak ke arah kiri dan kanan.

## **12.8 Teknik Menaikkan dan Menurunkan Beban di Tempat Terlindung**

Jenis-jenis tempat terlindung:

- Bangunan tinggi.
- Bangunan atau struktur yang berhampiran.
- Pokok yang tinggi dan besar.
- Pengangkutan/Jentera/lokasi yang menghalang penglihatan.

Cara mengatasi masalah tersebut:

- Operator perlu membuat kajian terlebih dahulu kepada keadaan tempat terlindung tersebut.
- Bantuan diperlukan untuk kerja-kerja mengangkat beban di kawasan terlindung (bantuan Juru isyarat)
- Kerja-kerja mengangkat beban di kawasan terlindung hendaklah dilakukan dengan berhati-hati dan sentiasa berwaspada.

## 12.9 Teknik Menaikkan dan Menurunkan Beban di Tempat Rendah dan Tinggi

Jenis-jenis tempat rendah dan tinggi:

- Bangunan rendah ke bangunan tinggi.
- Tanah yang berbukit bukau.
- Longkang, parit dan kolam yang dalam.
- Lokasi penurunan beban yang terlindung daripada penglihatan.

Cara mengatasi masalah ini:

- Pelajar perlu membuat kajian terlebih dahulu tentang pelaksanaan kerja-kerja mengangkat dan menurunkan beban di tempat rendah dan tinggi.
- Bantuan dwi-penglihatan diperlukan. Dua pelajar yang bertindak sebagai juru isyarat diperlukan, dengan seorang berada di tempat tinggi dan seorang lagi berada di tempat rendah.
- Kerja-kerja mengangkat atau menurunkan beban di tempat rendah dan tinggi memerlukan pemerhatian yang berhati-hati terutama sepanjang jangkauan kren jika terdapat orang lain yang sedang bekerja. Elakkan pergerakan beban di ruang atas pekerja-pekerja tapak bina.

## 12.10 Langkah-langkah Pengendalian Kren

Berikut adalah langkah-langkah untuk mengendalikan kren menara secara keseluruhan:

Langkah 1: Pemakaian alat pelindung diri sebelum memanjat kren menara:

- Topi keselamatan
- Kasut keselamatan.
- Sarung Tangan
- Cermin mata keselamatan
- Abah-abah keselamatan

Langkah 2: Pemeriksaan sebelum memanjat kren menara

- Tapak kren menara
- Pemberat penahan tapak kren (jika ada).

- Semua kabel elektrik yang melalui tapak kren menara.
- Mesin janakuasa (sekiranya kuasa elektrik dibekalkan oleh mesin janakuasa).

Jika tiada sebarang keraguan atau kerosakan pada alat tersebut maka boleh diteruskan ke langkah 3. Jika anda merasa ragu atau mendapati mana-mana komponen mengalami kerosakan, jangan kendalikan kren menara tersebut. Laporan perlu dibuat kepada pihak pengurusan atau tenaga pengajar.

#### Langkah 3: Pengendalian sumber kuasa

- Hidupkan suis utama bagi kuasa elektrik.
- Bagi kuasa elektrik dari janakuasa, enjin janakuasa perlu dihidupkan terlebih dahulu dan kemudian hidupkan suis utama elektrik untuk kren menara .
- Bagi kren menara yang menggunakan kuasa enjin diesel, kebiasaannya enjin tersebut terletak di atas kren menara, walaubagaimanapun kuasa elektrik untuk lampu limpah, lampu kabin operator dan penyaman udara perlu dihidupkan terlebih dahulu.
- Dengan memakai kelengkapan alat pelindung diri, panjat kren menara dengan teknik yang betul.
- Semasa aktiviti memanjat, pelajar perlu memeriksa setiap komponen seperti tangga, setiap bahagian mast, skru/pin yang mengikat mast dan kabel yang terdapat di sepanjang laluan mast.

Langkah 4: Apabila telah berada di atas geladak kren menara semua item berkaitan di dalam borang senarai semak pemeriksaan kren menara (Jadual 11.1) hendaklah diperiksa. Jika tiada sebarang keraguan atau kerosakan pada alat tersebut maka boleh diteruskan ke langkah 5. Jika anda merasa ragu atau mendapati mana-mana item mengalami kerosakan, jangan kendalikan kren menara tersebut. Laporan perlu dibuat kepada pihak pengurusan atau tenaga pengajar untuk diperbaiki.

### Langkah 5

- Bagi kren menara jenis hammerhead, skru brek pada motor slu perlu diketatkan semula sebelum masuk ke dalam kabin.
- Sekiranya perlu, hidupkan penyaman udara dan lampu kabin sebelum memulakan operasi.
- Topi keselamatan dan sarung tangan boleh ditanggalkan sekiranya tidak selesa (dinasihatkan supaya sentiasa memakai alat pelindung diri walaupun di dalam kabin operator atau semasa pengendalian).
- Hidupkan semua suis kren menara serta periksa penunjuk beban samada berfungsi atau tidak.
- Bagi luffing kren suis brek perlu dimatikan.
- Sebelum memulakan pengendalian kren menara untuk kerja-kerja mengangkat beban, suis pengehad untuk semua pergerakan kren perlu diperiksa iaitu:
  - Periksa pengehad angkatan samada berfungsi atau tidak
  - Periksa pengehad troli atau boom samada berfungsi atau tidak.
- Uji pergerakan slu kepada  $2\frac{1}{2}$  pusingan ( $900^\circ$ ) dan lihat sama ada kabel di bawah meja slu berpintal atau tidak.
- Tekan hon samada berbunyi atau tidak.
- Periksa suis pengelap (*wiper*) cermin kabin samada berfungsi atau tidak.
- Periksa lampu limpah samada berfungsi atau tidak.
- Periksa lampu isyarat penerbangan (*aviation*) samada berfungsi atau tidak.

Jika semuanya berfungsi dan tidak menimbulkan sebarang keraguan pengendalian kren menara kepada kerja-kerja mengangkat boleh diteruskan. Sekiranya suis pengehad tidak berfungsi maka tidak dibenarkan sama sekali untuk mengendalikan kren menara tersebut. Jika lampu limpah tidak berfungsi maka pengendalian di waktu malam tidak dibenarkan.

Tutup semua suis dan buat laporan kepada pihak pengurusan berkenaan dengan kerosakan suis pengehad. Kren menara boleh dikendalikan semula selepas suis pengehad diperbaiki.



Langkah 6: Menamatkan pengendalian kren menara

- Beban yang terakhir perlu diangkat dan diletakkan di tempat yang diperlukan sehingga selesai dan tidak dibenarkan meninggalkan beban tergantung.
- Naikkan bongkah cangkuk sehingga sampai had paling atas dan masukkan troli sehingga sampai had paling dekat dengan kabin. Naik/turun boom kepada  $45^\circ$  serta kedudukan slu pada koordinat  $0^\circ$  (anggar dengan pemerhatian mata anda bagi kren *luffing*).
- Matikan semua suis utama dalam kabin operator termasuk Butang Berhenti Kecemasan (*Emergency Stop Button*)
- Hidupkan suis brek jika kawasan tapak terhad.
- Jika kawasan lapang, brek tidak perlu dikunci atau dhidupkan suisnya. Ini adalah supaya jib atau boom boleh bergerak mengikut arah angin dan mengurangkan beban rintangan akibat tolakan angin kencang.
- Keluar daripada kabin operator dengan memakai kelengkapan alat pelindung diri yang lengkap.
- Kunci pintu kabin operator.

Langkah 7: Pemeriksaan selepas pengendalian perlu merujuk kepada Jadual 11.1 untuk mengenalpasti item dan komponen berkaitan

Item yang perlu diperiksa selepas pengendalian ialah:

Langkah 8: Turun dari kren menara

Semasa aktiviti turun, operator perlu membuat pemeriksaan ke atas item di sepanjang laluan. Item tersebut ialah:

- tangga,
- bahagian *mast*
- skru/pin yang mengikat mast
- kabel yang melalui laluan tersebut

Langkah 9: Semasa sampai di tapak kren menara

Item berikut perlu dibuat pemeriksaan iaitu :

- Tapak kren menara

- Pemberat penahan tapak kren (jika ada).
- Semua kabel elektrik yang melalui tapak kren menara.
- Mesin janakuasa (sekiranya kuasa elektrik dibekalkan oleh mesin janakuasa).

#### Langkah 10: Matikan suis kuasa

- Tutup atau matikan suis utama bagi kuasa elektrik yang di bekalkan.
- Bagi kuasa elektrik dari janakuasa, matikan enjin janakuasa.
- Bagi kren menara yang menggunakan kuasa enjin biasanya berada di atas kren menara, walaubagaimanapun suis kuasa elektrik untuk lampu utama kren, lampu kabin operator dan penyaman udara perlu dimatikan. Kecuali lampu amaran pesawat perlu dibiarkan menyala sepanjang masa.

#### Langkah 11

Sekiranya berpuashati dan tiada keraguan timbul terhadap item yang telah diperiksa, kren menara boleh ditinggalkan untuk operator berehat. Tetapi sekiranya terdapat mana-mana item kren menara yang disenaraikan mengalami kerosakan atau menimbulkan keraguan, satu laporan bertulis hendaklah dibuat dan dihantar secepat mungkin kepada pihak pengurusan atau tenaga pengajar.

### **12.11 Latihan Amali Jurutali (untuk operator kren menara)**

#### **12.11.1 Latihan mengikat beban**

Operator juga perlu menjalani latihan amali berikut sebelum menjadi seorang yang kompeten kerana mereka juga perlu mengetahui tugas-tugas utama jurutali:

- a) Kiraan berat beban berbagai bentuk dan jenis secara langsung
- b) Cara mengikat beban menggunakan setiap peralatan mengangkat di bawah:
  - Tali dawai
  - Rantai

- Kain sintetik
  - Tali gentian
- c) Kaedah menentukan sudut anduh
- d) Memilih anduh yang betul mengikut jenis beban
- e) Kaedah mencari pusat graviti beban yang diangkat
- f) Penggunaan tali layang
- Cara ikatan tali layang pada beban
  - Kawalan beban menggunakan tali layang semasa operasi mengangkat dijalankan.

### 12.11.2 Latihan menjalankan pemeriksaan peralatan mengangkat

Operator juga perlu menjalani latihan amali berikut sebelum menjadi seorang yang kompeten kerana mereka juga perlu mengetahui tugas-tugas utama jurutali Jurutali bertanggungjawab untuk menjalankan pemeriksaan ke atas semua peralatan mengangkat yang digunakan bagi memastikan ia selamat digunakan. Kaedah pemeriksaan yang betul adalah penting bagi memastikan peralatan yang rosak dapat dikesan sebelum ia digunakan. Latihan pemeriksaan berikut perlu dijalankan sebelum menjadi jurutali yang kompeten:

a) Tali dawai

Pemeriksaan untuk setiap jenis kerosakan yang berlaku pada tali dawai adalah seperti berikut:

- Tersimpul
- Regangan
- Terhakis dan berkarat
- Sarang burung (terurai)

b) Rantai

Pemeriksaan untuk setiap jenis kerosakan yang berlaku pada rantai adalah seperti berikut:

- Retak
- Hakisan atau haus
- Bengkok dan pihan

- Memanjang

c) Kain Sintetik

Kerosakan yang biasa berlaku kepada anduh ini ialah;

- Terpotong
- Reput
- Tersimpul
- Terpaut
- haus

d) Tali gentian

Tali gentian perlu diperiksa sebelum digunakan, samada;

- Sebarang perubahan warna daripada kesan terbakar, terdedah kepada sinaran matahari
- Perubahan warna disebabkan hakisan
- Saiz tali yang mengecil atau memanjang disebabkan beban berlebihan
- Tali yang mereput

## 12.12 Latihan Amali Juru Isyarat (untuk operator kren menara)

### (a) Komunikasi Menggunakan Tangan

Juru isyarat harus mengenalpasti isyarat tangan. Contoh amali/soalan adalah seperti:

- a) Apakah isyarat berikut?



b) Apakah isyarat berikut?



### (b) Komunikasi Menggunakan Bendera

Juru isyarat harus mengenalpasti isyarat bendera. Contoh soalan/amali adalah seperti:

a) Apakah isyarat berikut?



b) Apakah isyarat berikut?



## BAB 13

### LATIHAN PRAKTIKAL (SIMULASI)

#### 13.1 Pengoperasian Simulator Kren Menara

Pengoperasian kren secara simulator (lihat Rajah 13.1) dapat membantu pelajar untuk mengendalikan kren dalam pelbagai keadaan. Dengan latihan simulasi ini, pelajar dapat mempelajari asas-asas pengendalian kren seperti kaedah mengangkat dan menggerakkan beban, penafsiran carta beban, operasi untuk keadaan titik buta, mengawal beban tidak stabil dan sebagainya. Pelajar juga akan mempelajari fungsi suis dan peranti keselamatan pada kren seperti:

- peranti perlanggaran,
- pengehad gerakan troli,
- pengehad gerakan boom,
- pengehad slu,
- pemutus momen, dan
- pemutus beban kerja selamat maksimum.

Selain itu, pelajar juga dapat mempelajari teknik mengendalikan kren dengan selamat dalam pelbagai keadaan dan jenis kren seperti:

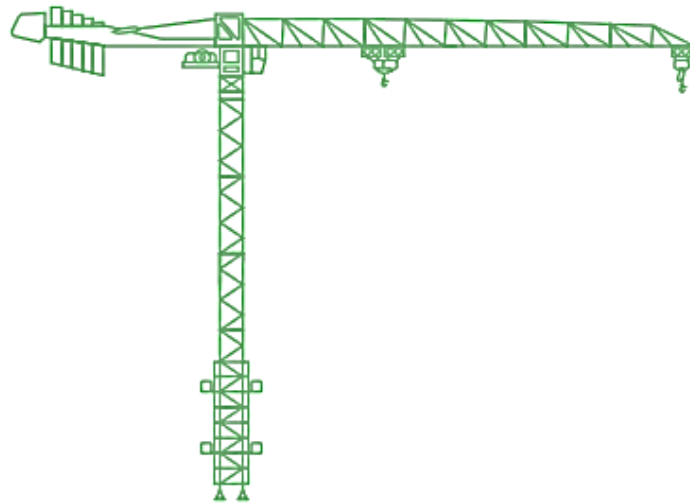
- pengendalian waktu siang dan malam,
- pengendalian waktu angin kencang,
- pengendalian waktu hujan (bagi kren menara yang menggunakan enjin),
- pengendalian waktu kecemasan,
- pengendalian waktu terputus kuasa elektrik dan enjin rosak, dan
- pengendalian pelbagai jenis dan spesifikasi kren (lihat Rajah 13.2)



Rajah 13.1 Contoh latihan simulasi kren menara ([www.cm-labs.com](http://www.cm-labs.com))

Pembelajaran secara simulasi dapat membina kemahiran dan keyakinan pelajar sebelum meneruskan dengan latihan praktikal yang sebenar di lapangan. Dalam modul simulasi ini juga, pelajar diuji cara memulakan operasi dan pengendalian kren dengan pelbagai halangan (lihat Rajah 13.3) bagi menilai kecekapan pelajar seperti:

- memahami suis kawalan, memula dan menutup kren,
- konfigurasi penggera/peranti keselamatan,
- pergerakan cangkuk dan beban,
- kawalan pendulum,
- menggerak dan memunggah beban di tapak kerja, dan
- bekerja pada ketinggian yang berbeza dan gerakan cangkuk yang panjang



**Maximum capacity:** 12 t (13.2 USt)

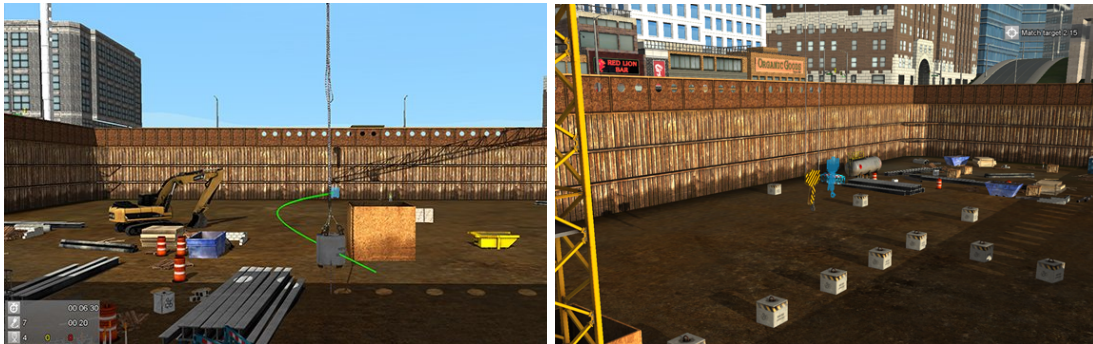
**Max. jib length:** 50 m (164 ft)

**Tower height:** 43.7 m to 70.4 m  
(143 ft to 231 ft)

**Capacity at max. radius:** 3.6 t (3.97 USt)

**Part-of-line:** 2 and 4

Rajah 13.2 Contoh spesifikasi kren menara dalam latihan simulator



Rajah 13.3 Jenis halangan dan operasi simulasi kren menara  
([www.cm-labs.com](http://www.cm-labs.com))

Semua tali dawai, peralatan dan proses mengangkat ditetap dan disimulasi seperti keadaan sebenar, sebagai contoh apabila kren dikenakan tekanan atau beban dilepaskan, gegaran pada simulator menyerupai gegaran pada kren yang sebenar. Ini bermakna setiap pengendalian beban, sifat ayunan beban, mengelak halangan, dan pelanggaran dengan objek lain akan sama



seperti pengendalian sebenar. Ini akan memberikan pengalaman yang berharga kepada pelajar tanpa membahayakan diri sendiri atau orang lain. Simulator kren juga dilengkapi dengan ujian khas bagi memastikan pelajar lulus bagi setiap operasi yang dijalankan. Pelajar yang lulus dalam ujian simulator ini akan meneruskan ujian praktikal dilapangan.

### 13.2 Pengoperasian Kren Dengan Pelbagai Situasi

Bagi sesetengah pengendalian kren, terdapat lebih daripada seorang juru isyarat (contohnya juru isyarat pertama berada di bawah, dan juru isyarat kedua berada di tempat beban diturunkan). Ini akan menguji pelajar bagaimana untuk berkomunikasi daripada juru isyarat pertama kepada yang kedua dan seterusnya.

#### **Mempunyai kemahiran dengan semua peranti keselamatan**

Makna penggera, bagaimana untuk bertindak jika peranti memberi isyarat bahawa beban yang diangkat adalah berlebihan, gerakan troli yang laju dan lain-lain.

#### **Kawalan beban**

Bagaimana untuk meminimumkan ayunan, mengawal kedudukan, mengambil beban dengan baik, dan lain-lain.

#### **Situasi kecemasan**

Sekiranya kegagalan berlaku pada *winch brake*, beban akan jatuh secara terus dan kesan kepada kren dan lain-lain.

#### **Operasi meninggi kren menara:**

Operasi meninggi kren menara biasanya dilakukan oleh OYB. Walau bagaimanapun, pelajar juga dapat melakukan latihan menggunakan simulasi dalam keadaan tersebut. Ini dapat membantu pelajar membuat penilaian secara tepat terhadap kestabilan kren.

**Pengurusan prestasi pelatih**

Modul simulasi latihan kren menara juga ia memberikan kelebihan kepada pengajar untuk melihat dan memantau prestasi dan kebolehan pelajar. Ia mengukur prestasi pelajar secara metrik seperti:

- Tugas diselesaikan mengikut masa
- Perlanggaran antara pendulum dan beban atau cangkuk
- Pengendalian beban yang berat / besar
- Ujian untuk pensijilan (jika lulus ujian dalam simulasi, pelajar dibenarkan untuk mengendalikan kren dilapangan)

**Terbaik dalam kelas simulasi**

Modul simulasi latihan kren menara dapat menyediakan latihan secara spesifik dan situasi operasi kren sebenar kepada pelajar dalam mengendalikan kren menara dengan selamat tanpa menyebabkan risiko kepada pelajar.

---

**Bibliografi**

<https://www.cm-labs.com/en/simulation-products/construction-equipment-training-simulators/training-solutions/tower-crane-simulator-training/> [12 April 2017]