



MODUL LATIHAN ORANG YANG BERTANGGUNGJAWAB (KREN MENARA)

Disediakan untuk:



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

Disediakan oleh:



MODUL LATIHAN ORANG YANG BERTANGGUNGJAWAB (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)

Arasl 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**HALAMAN****BAB 1 PERUNDANGAN**

1.1	Pengenalan	1
1.2	Akta Keselamatan dan Kesihatan pekerjaan 1994 (AKKP/OSHA)	2
1.3	Akta Kilang dan Jentera (AKJ/FMA) 1967	6
1.4	Lembaga Pembangunan Industri Pembinaan Malaysia (Construction Industry Development Board-CIDB) (AKTA 520)	9
1.5	Lain – lain Peraturan dan Kod Pelaksanaan yang berkaitan Kren Menara	11

BAB 2 PENGENALAN KEPADA KREN

2.1	Fungsi Utama Kren	14
2.2	Jenis-jenis Kren Menara	17
	2.2.1 Kren menara <i>hammerhead</i>	18
	2.2.2 Kren menara <i>luffing</i>	18
	2.2.3 Kren menara <i>topless</i>	19
	2.2.4 Kren menara <i>luffing topless</i>	20
	2.2.5 Kren menara tegak sendiri (<i>self-erecting</i>)	21
2.3	Jenis-jenis Tapak Kren Menara	22
	2.3.1 Tapak statik	22
	2.3.2 Tapak meninggi	24
	2.3.3 Kren landasan bergerak	26
2.4	Syarat Pemilihan Kren Menara	27

BAB 3 KOMPONEN ASAS KREN MENARA

3.1	Terminologi dan Struktur Kren Menara	29
3.2	Komponen Asas Kren Menara	30
	3.2.1 Kabin operator	30
	3.2.2 Bahagian <i>mast</i>	31
	3.2.3 Pelantar slu	32

3.2.4	Jib pengimbang	32
3.2.5	Bum	33
3.2.6	Takal	34
3.2.7	Troli	35
3.2.8	Bongkah cangkuk	36
3.2.9	Sangkar teleskopik	36
BAB 4	DOKUMEN PERMOHONAN MEMASANG DAN MEROMBAK KREN MENARA	
4.1	Senarai Semak Dokumen	39
4.1.1	Surat permohonan memasang kren menara	40
4.1.2	Surat lantikan sebagai firma memasang	40
4.1.3	Surat kelulusan sebagai firma memasang, penyenggara dan perombak	40
4.1.4	Surat akuan orang yang bertanggungjawab	41
4.1.5	Borang JKJ 105	41
4.1.6	Surat kelulusan rekabentuk dari JKKP	41
4.1.7	Surat pendaftaran tapak bina	41
4.1.8	Lukisan dan perkiraan rekabentuk struktur asas tapak yang disahkan oleh jurutera profesional	43
4.1.9	Surat akuan pemasangan suis pengehad slu yang ditandatangani OYB	43
4.1.10	Pelan <i>slewing radius</i>	43
4.1.11	Prosedur bersilang	44
4.1.12	Sijil PMA terkini	44
4.1.13	Salinan surat permohonan pemindahan fail	44
4.1.14	Surat kebenaran daripada PBT jika kren menara beroperasi melebihi kawasan tapak bina	44
4.1.15	Gambar asas tapak	45
4.1.16	Senarai semak pemeriksaan asas tapak dan ujian kren menara	45
4.1.17	Surat akuan asas tapak	48
4.1.18	HIRARC	48

4.1.19	Tatacara pengendalian piawai (SOP)	49
4.1.20	Spesifikasi teknikal kren menara	50
BAB 5 PROSES MEMBINA ASAS TAPAK KREN MENARA		
5.1	Penilaian Asas Tanah untuk Kren Menara	51
5.1.1	Asas dan keperluan penilaian	51
5.1.2	Asas tapak kren menara dan struktur sokongan	52
5.1.3	Penilaian asas tapak di tapak pembinaan	53
5.2	Jenis-jenis Asas Tapak Tatap Kren Menara	54
BAB 6 PROSES MEMASANG KREN MENARA		
6.1	Bahagian <i>Mast</i>	58
6.1.1	<i>Mast</i> Asas	58
6.2	Penyediaan Bahagian Menara	60
6.2.1	Pemasangan pelantar slu	60
6.2.2	Pemasangan kerangka-A	61
6.2.3	Pemasangan kabin	62
6.2.4	Pemasangan jib pengimbang	63
6.2.5	Rod penyambung	64
6.2.6	Pemasangan berat timbal	65
6.2.7	Pengenalpastian dan pemasangan bum	66
6.2.8	Memasang bum	66
6.2.9	Mengikat rod penyambung pada Kerangka-A	67
6.2.10	Pemasangan dram pada jib pengimbang	68
6.2.11	Menggulung kabel pengangkat untuk <i>self-ballasting</i>	69
6.2.12	Memasang berat timbal	70
6.2.13	Pemasangan berat timbal akhir	72
6.3	Pengenalan Kepada Cantuman Bolt/Pin	73
BAB 7 ALATAN-ALATAN KESELAMATAN		
7.1	Alat Penangkap Kilat	75
7.2	Rod Pembumian Tembaga	75
7.3	Lampu Amaran Pesawat	76

7.4	Alat Pemadam Api	77
7.5	Suis Pengehad	78
	7.5.1 Suis pengehad slu	78
	7.5.2 Suis pengehad luffing	78
	7.5.3 Suis pengehad troli	78
	7.5.4 Suis pengehad beban	80
7.6	Sistem Anti Pelanggaran	
BAB 8	PEMERIKSAAN DAN PENYENGGARAAN KREN	
8.1	Pemeriksaan serta Penyenggaraan Berkala (Rutin)	81
8.2	Pemeriksaan Tahunan	81
8.3	Pemeriksaan 10 Tahun	82
BAB 9	PEMERIKSAAN DAN PENYENGGARAAN KREN	
9.1	Kaedah Teleskopik	87
	9.1.1 Sangkar teleskopik	87
	9.1.2 Memasang sangkar teleskopik	88
	9.1.3 Memasukkan bahagian <i>mast</i>	89
9.2	Kolar Meninggi	90
	9.2.1 Memasang kolar meninggi	91
	9.2.2 Menyambung kolar meninggi	91
	9.2.3 Reka bentuk khas kolar meninggi	93
9.3	Kaedah Meninggi Dalaman	93
	9.3.1 Kaedah meninggi dalaman: Jujukan teleskopik pertama	94
	9.3.2 Kaedah meninggi dalaman: Jujukan teleskopik kedua	95
BAB 10	PROSES MEROMBAK KREN MENARA	
10.1	Persediaan Awal dan Langkah-langkah Merombak	99
10.2	Merombak Kren Menara	100
	10.2.1 Menurunkan bahagian <i>mast</i>	100
	10.2.2 Merombak kabel pengangkat dan dawai sambungan	102
	10.2.3 Merombak bum	102

10.2.4	Merombak beban timbal dan jib pengimbang	103
10.2.5	Merombak kabin	103
10.2.6	Merombak kerangka-A	105
10.2.7	Merombak pelantar slu	106
10.2.8	Menurunkan <i>mast</i>	107
10.3	Penggunaan Kren Derrick	108
10.3	Langkah Keselamatan Merombak Kren Menara	108
BAB 11 ALAT PELINDUNG DIRI		
11.1	Pengenalan	111
11.2	Jenis-jenis Alat Pelindung Diri	111
11.3	Keselamatan Am Semasa Pemasangan	118
BAB 12 KESELAMATAN AM		
12.1	Pengurusan Risiko Operasi Kren Menara	121
12.2	Pengenalpastian Bahaya	122
12.3	Penilaian Risiko	124
	12.3.1 Risiko pelanggaran antara kren	126
	12.3.2 Operasi berhampiran tiang dan kabel elektrik	128
12.4	Kawalan Risiko	130
12.5	Perancangan dan Penyelarasan Risiko Penggunaan Kren Menara	131
12.6	Reka Bentuk Selamat dan Pendaftaran Kren Menara	132
	12.6.1 Kestabilan kren menara	132
	12.6.2 Struktur kren menara	133
	12.6.3 Faktor kegagalan struktur kren menara	133
	12.6.4 Surat perakuan	134
12.7	Langkah-langkah keselamatan Semasa Pemasangan dan Perombakan Kren	134
	12.7.1 Langkah keselamatan semasa pemasangan	135
	12.7.2 Langkah keselamatan semasa rombakan	137
	12.7.3 Langkah keselamatan semasa proses mendorong naik tiang menara	139

12.8	Tanggungjawab Pengurusan Kren Menara di Tapak Bina	140
12.9	Faktor Keselamatan dan Kegagalan Kren Menara di Tapak Pembinaan	141
	12.9.1 Risiko yang melibatkan kren menara	141
	12.9.2 Reka bentuk selamat bagi kren menara	141
	12.9.3 Alat penunjuk pengehad keselamatan	141
12.10	Operasi yang Selamat dan Amalan yang Disyorkan	142
12.11	Kemalangan dan Insiden Terdahulu (Pengajaran yang boleh diambil)	143
	12.11.1 Faktor penyebab kemalangan di dunia	143
	12.11.2 Statistik kemalangan melibatkan kren menara	144
	12.11.3 Kes-kes kemalangan terdahulu	148
	12.11.4 Langkah pencegahan akibat kemalangan	151
12.12	Bekerja di Altitud Tinggi	153
	12.12.1 Akses dan platform kekal (<i>fixed</i>)	154
	12.12.2 Akses dan platform sementara (<i>non-fixed</i>)	155
	12.12.3 Tali keselamatan, tali pinggang dan abah-abah (<i>harnesses</i>)	156

SENARAI RAJAH

No. Rajah		Halaman
1.1	Akta-akta yang diguna pakai di Malaysia	1
2.1	Contoh kren bergerak	14
2.2	Contoh kren berantai	15
2.3	Contoh kren Derrick	16
2.4	Contoh kren menara	17
2.5	Kren menara jenis <i>hammerhead</i>	18
2.6	Kren menara jenis <i>luffing</i>	19
2.7	Kren menara jenis <i>topless</i>	20
2.8	Kren menara <i>luffing topless</i>	21
2.9	Kren menara tegak sendiri	22
2.10	Contoh <i>free standing self-supporting static tower crane</i>	23
2.11	Tapak tuang-dalam	23
2.12	Tapak statik	24
2.13	Pemasangan kren dengan tapak meninggi luar	25
2.14	Pemasangan kren dengan tapak meninggi dalam	25
2.15	Tapak landasan bergerak	26
2.16	<i>Travelling tower crane</i>	26
3.1	Termonologi kren menara <i>hammerhead</i>	29
3.2	Termonologi kren menara <i>luffing</i>	30
3.3	Bahagian kabin operator	31
3.4	Bahagian-bahagian utama <i>mast</i>	32
3.5	Pelantar slu	32
3.6	Jib penimbal	33
3.7	Bahagian-bahagian bum kren <i>hammerhead</i>	34

3.8	Pergerakan luf kren menara jenis <i>luffing</i> untuk jarak beban berbeza	34
3.9	Sistem Takal pada jib	35
3.10	Pemasangan troli, motor troli dan unit troli pada jib	35
3.11	Struktur bongkah cangkuk	36
3.12	Langkah Proses meninggi kren menara	37
4.1	Borang senarai semak pemeriksaan asas tapak	46
4.2	Borang senarai semak ujian kren menara	47
5.1	Jentera yang tenggelam di kawasan tanah tidak padat	53
5.2	Lokasi dan jarak selamat untuk penempatan jentera/struktur	54
5.3	Pelan pemasangan pasak ikatan tetap	55
5.4	Pelan pemasangan pasak ikatan boleh ubah	56
5.5	Gambaran bolt kekuatan tinggi dalam pembinaan tapak asas	57
6.1	Bahagian <i>mast</i> atas	58
6.2	<i>Mast</i>	59
6.3	Bahagian <i>mast</i> paling atas	60
6.4	Penyediaan pelantar slu	60
6.5	Langkah memasang kepala menara	61
6.6	Langkah penyediaan kerangka-A	61
6.7	Pemasangan kerangka A	62
6.8	Langkah pemasangan kabin pengendali	63
6.9	Mengangkat dan memasang jib pengimbang	64
6.10	Langkah mengikat rod penyambung	64
6.11	Contoh sambungan jib pengimbang dan kerangka-A menggunakan rod penyambung	65
6.12	Memasang berat timbal	64
6.13	Piawaiian pengenalpastian bum	66

6.14	Pin dan Rod penyambung untuk menyambung bum dan pelantar slu dan kerangka kepada bum	67
6.15	Langkah menyambung bum dan kerangka-A	68
6.16	Contoh rajah yang tali dram dan sedia tergulung dan berada di atas jib pengimbang	68
6.17	Aliran menggulung kabel pengangkat pada motor	69
6.18	Menggulung kabel pengangkat untuk ballast sendiri	70
6.19	Pemasangan balast pada jib pengimbang	71
6.20	Pemasangan balast pada asas tapak kren menara jenis pemasangan tapak sendiri	72
6.21	Susunan ballast pada jib pengimbang	73
7.1	Kren menara yang dipasang dengan alat penangkap kilat	75
7.2	Rod pbumian yang diperbuat daripada tembaga	76
7.3	Lampu amaran pesawat	77
7.4	Lampu amaran pesawat pada kren menara	77
7.5	Alat pemadam api	78
7.6	Suis pengehad yang dipasang pada kerangka-A kren menara	79
7.7	Sistem anti pelanggaran	80
8.1	Contoh borang senarai semak penyenggaraan kren menara	85
9.1	Kaedah teleskopik	87
9.2	Sangat teleskopik pada mast dan sistem hidraulik	88
9.3	Kaedah memasang sangkar teleskopik	88
9.4	Kaedah memasukkan bahagian mast	89
9.5	Peralatan meninggi kren menara semasa proses meninggi kren	90
9.6	Langkah memasang kolar meninggi	91
9.7	Cara memasang kolar pada mast	92

9.8	Kaedah mengikat kolar meninggi	92
9.9	Rekaan khas	93
9.10	Kaedah meninggi dalaman kren menara	94
9.11	Kaedah jujukan teleskop pertama	95
9.12	Kaedah jujukan teleskop kedua	96
10.1	Kaedah mengeluarkan bahagian mast	100
10.2	Kaedah menurunkan bahagian mast	101
10.3	Kaedah teleskopik	101
10.4	Merombak kabel pengangkat dan dawai sambungan	102
10.5	Langkah merombak bum	103
10.6	Kaedah merombak beban timbal	104
10.7	Menurunkan jib pengimbang	104
10.8	Merombak kabin	105
10.9	Kaedah merombak kerangka-A	106
10.10	Kaedah merombak pelantar slu	107
10.11	Kaedah mengikat tali mengangkat pada bahagian mast semasa rombakan	107
10.12	Kren derik untuk kerja-kerja prombakan kren menara	108
11.1	Topi keselamatan untuk industry pembinaan	112
11.2	Kasut keselamatan	113
11.3	Sarung tangan keselamatan	114
11.4	Baju pantulan cahaya	115
11.5	Cermin mata keselamatan	115
11.6	Cermin mata dengan sistem pengudaraan langsung dan tidak langsung	116
11.7	Alat-alat pelindung telinga	116
11.8	Abah-abah keselamatan	117

11.9	Tali keselamatan	117
11.10	Cara penggunaan dan memanjat dengan betul	118
11.11	Pemakaian PPE untuk orang yang kompeten memasang kren	119
11.12	Kedudukan selamat bagi para pekerja tapak bina semasa berada di bawah kren yang sedang beroperasi	120
12.1	Carta alir bagi proses HIRARC	122
12.2	Skematik pelanggaran antara dua kren menara	127
12.3	Jarak selamat antara dua kren menara semasa operasi	128
12.4	Statistik jumlah kemalangan kren menara dunia	144
12.5	Statistik peratusan faktor penyebab kemalangan kren menara	144
12.6	Statistik kemalangan yang melibatkan kren menara	145
12.7	Peratusan punca kemalangan kren menara (secara kaji selidik)	146
12.8	Peratusan faktor-faktor yang menyebabkan kemalangan kren menara	146
12.9	Kemalangan kren menara jenis luffing di Bangsar	149
12.10	Keadaan kren menara selepas kejadian	150
12.11	Kren luffing dan besi penyangkut kren yang menghempap kenderaan	152
12.12	Perlindungan keselamatan dari jatuh	153
12.13	Beberapa jenis akses dan platform di tempat kerja	155
12.14	Beberapa contoh akses dan platform sementara	156
12.15	Beberapa jenis peralatan tali keselamatan, tali pinggang dan abah-abah serta kaedah yang digunakan	158

SENARAI JADUAL

No. Jadual		Halaman
2.1	Perbezaan keperluan kren menara <i>Hammerhead</i> dan <i>Luffing</i>	27
5.1	Piawaian panjang bum dan jib	72
8.1	Ujian tanpa musnah bagi komponen kren menara semasa pemeriksaan 10 tahun	84
12.1	Jumlah voltan dan jarak selamat dari aliran elektrik (<i>overhead power lines</i>)	129

ISTILAH

A-frame	-	Kerangka-A
Assemble	-	Memasang
Ballast	-	Balast
Base mast	-	Mast asas
Beam	-	Rasuk
Bearing	-	Galas
Bogies	-	Bogi
Bolt and nut	-	Bol dan nat
Boom	-	Bum
Cathead	-	Kerangka-A
Chinstrap	-	Pengikat dagu
Climbing	-	Meninggi
Climbing frame	-	Kerangka meninggi
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
Jib	-	Jib
Lifting supervisor	-	Penyelia mengangkat
Maintenance	-	Penyenggaraan/senggara
Mast	-	Mast
Non reusable angle plate	-	Plat bersudut tak guna semula
Nut	-	Nat
Operator	-	Operator
Peak	-	Muncung
Pendant bar	-	Bar penda
Pulley	-	Takal

Rigger	-	Jurutali
Safety latch	-	Selak keselamatan
Sheaves	-	Gelendung takal
Shell	-	Kelompok
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
Toecap	-	Pelindung hadapan
Turnbuckle	-	Kancing-putar
Wedge socket	-	Soket baji

SINGKATAN

FYK	-	Firma Yang Kompeten
JKKP	-	Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerja
OYB	-	Orang Yang Bertanggungjawab
PTW	-	Permit to work (permit-menjalankan-kerja)
SWL	-	Safe working load (Beban kerja selamat)
WLL	-	Working load limit (Had beban kerja)

- (1) **MODUL:** Modul Latihan Orang Yang Bertanggungjawab (Kren Menara)
- (2) **OBJEKTIF:** Latihan kepada orang yang bertanggungjawab sebelum memasang, meninggi dan merombak kren menara di tapak bina.
- (3) **JUMLAH HARI PEMBELAJARAN :** 5 hari (2 hari kuliah dan 3 hari praktikal)
- (4) **PRA-KEPERLUAN:** Tiada
- (5) **SINOPSIS:**

Memasang, berdiri dan merombak sebuah kren menara adalah proses yang rumit dan mengambil masa yang lama, dan kejadian berbahaya boleh terdedah kepada kepada operator, orang sekeliling dan struktur kren. Oleh yang demikian, faktor keselamatan yang melibatkan kren menara perlu diambil kira kerana risiko tinggi, dan perlu dilakukan oleh firma/ orang yang kompeten. Modul ini menekankan cara-cara memasang, meninggi dan merombak kren menara yang betul berdasarkan amalan terbaik orang yang bertanggungjawab. Perundangan, PPE dan permohonan berdiri dan merombak ke JKPP juga dibincangkan di dalam modul ini.
- (6) **SENARAI TAJUK**
 - Bab 1 Perundangan (0.5 jam)
 - Bab 2 Pengenalan Kren Menara (0.5 jam)
 - Bab 3 Komponen Asas Kren Menara (0.5 jam)
 - Bab 4 Dokumen Permohonan Memasang Merombak Kren Menara (1 jam)
 - Bab 5 Proses Membina Asas Tapak Kren Menara (2 jam)
 - Bab 6 Proses Memasang Kren Menara (2 jam)
 - Bab 7 Alatan-Alatan Keselamatan (0.5 jam)
 - Bab 8 Pemeriksaan Dan Penyenggaraan Kren (1 jam)
 - Bab 9 Proses Meninggi Kren Menara (2.5 jam)
 - Bab 10 Proses Merombak Kren Menara (2.5 jam)
 - Bab 11 Alat Pelindung Diri (0.5 Jam)

Bab 12 Keselamatan Am (0.5 jam)

Bab 13 Latihan Praktikal (18 jam)

JUMLAH KULIAH : 14 JAM

JUMLAH PRAKTIKAL : 18 JAM

(7) SUMBER RUJUKAN (5 YANG UTAMA):

Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan dan Peraturan-Peraturan.
Published Printers Sdn. Bhd. (Act. 514).

Code of Practice for Safe Use of Tower Cranes, Occupational Safety and Health
Branch, Labour Department, Hong Kong, 2011.

Concise Manual Tower Crane TL186.

Ground Conditions for Construction Plant Strategic Forum for Construction, Good
Practice Guide, London, 2014.

Guidelines for Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control
(HIRARC), Department of Occupational Safety and Health, Ministry of
Human Resources, Malaysia, 2008.

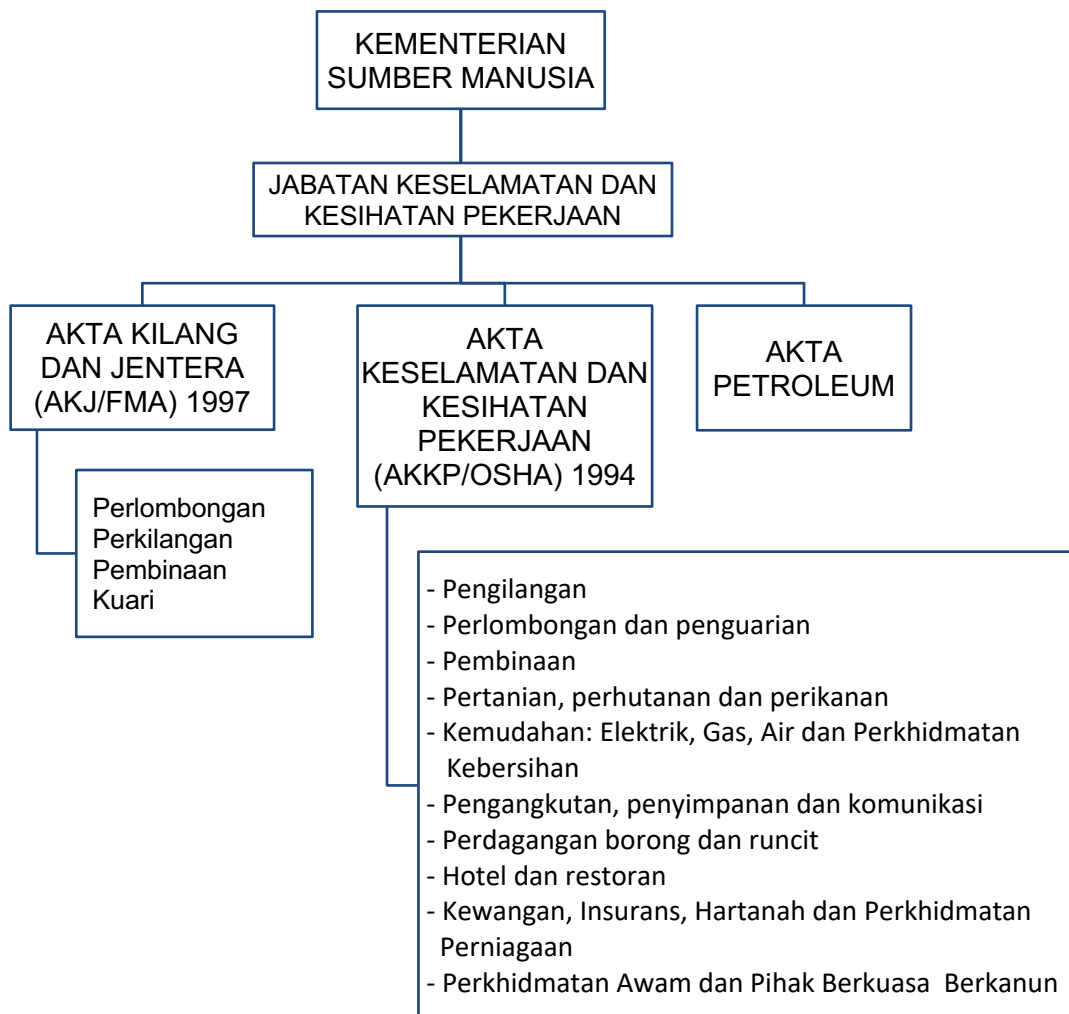
Guidelines for Public Safety and Health at Construction Sites, Department of
Occupational Safety and Health (DOSH) Ministry of Human Resources,
2007.

BAB 1

PERUNDANGAN

1.1 Pengenalan

Perundangan utama digubal untuk mengawal isu-isu keselamatan dan kesihatan pekerjaan di tempat kerja di Malaysia adalah **Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (AKKP/OSHA) 1994**, **Akta Kilang dan Jentera (AKJ/FMA) 1967** dan **Akta Petroleum (Langkah-Langkah Keselamatan) 1984** seperti 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 (JKKP), Kementerian Sumber Manusia.



Rajah 1.1 Akta-akta yang diguna pakai di Malaysia

1.2 Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994 (AKKP/OSHA)

Tujuan utama akta ini 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

- (a) Keselamatan, kesihatan dan kebajikan pekerja;
- (b) Melindungi orang bekerja dan selainnya daripada aktiviti yang melibatkan risiko;
- (c) Mengadakan suasana tempat kerja selamat dan sihat; dan
- (d) Perundangan keselamatan dan kesihatan pekerjaan dengan peraturan dan tataamalan industri yang diluluskan di bawah peruntukan Akta-(tidak terhad kpd 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 susunan bagi memastikan keselamatan dan risiko penggunaan, pengendalian, penstoran dan pengangkutan bagi logi dan bahan-bahan;
- (c) Mengadakan dan memberi maklumat, arahan, latihan dan penyeliaan berkaitan keselamatan dan kesihatan di tempat kerja;
- (d) Menyediakan jalan keluar masuk dengan selamat; dan
- (e) Membuat penyenggaraan persekitaran pekerjaan bagi pekerja-pekerjanya dengan selamat.

Pekerja bagi maksud seksyen ini termasuk 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 mewar-warkan kepada semua 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 di bawah Seksyen 15 dan 16

Seseorang yang melanggar peruntukan Seksyen 15 dan 16 adalah melakukan suatu kesalahan dan, apabila disabitkan, boleh didenda:

- Tidak melebihi RM 50,000.00;
- Tidak melebihi 2 tahun penjara; atau
- Kedua-duanya.

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 termasuk 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 praktik” (*so far as is practicable*)

Kewajipan yang dinyatakan dalam Seksyen 15, 17 dan 18 AKKP adalah setakat yang praktik sahaja. Maksud ayat “setakat yang praktik” 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.

Bagi memahami dengan lebih lanjut maksud rangkaikata 'setakat yang praktik', sila rujuk Garis Panduan Peruntukan Umum AKKP 1994.

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; dan
- (d) Mematuhi arahan dan langkah keselamatan dan kesihatan pekerjaan.

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

- (a) Tidak melebihi RM 1,000.00; 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 didenda:

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

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; dan
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.

1.3 Akta Kilang dan Jentera (AKJ/FMA) 1967

Peraturan dan Perintah Khas di bawah Akta Kilang dan Jentera

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

1. Perintah Khas Ketua Pemeriksa (Kepada Pengurus Projek Berkenaan Pengurusan dan Pengendalian Selamat Kren Menara) 2017;

2. Perintah Kilang dan Jentera (Pengecualian Perakuan Kelayakan bagi Mesin Angkat) 2015;
3. Peraturan Kilang dan Jentera (Pengendalian Bangunan dan Kerja Kejuruteraan Pembinaan) (Keselamatan) 1986;
4. Peraturan Kilang dan Jentera (Pemberitahuan tentang Kesesuaian (*Fitness*) dan Pemeriksaan) 1970; dan
5. Peraturan Kilang dan Jentera (Keselamatan, Kesihatan dan Kebajikan) 1970 (Pindaan-1983).

Peraturan No. 2 hingga No. 5 tidak mempunyai kaitan secara 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 prngurus projek:

1. Pengurus projek perlu memastikan kren menara mempunyai:
 - (a) kelulusan reka bentuk dan mematuhi syarat-syarat kelulusan reka bentuk oleh JKKP;
 - (b) surat kebenaran memasang dan mematuhi syarat-syarat kebenaran memasang daripada JKKP; dan
 - (c) sijil perakuan kelayakan yang sah.
2. Pengurus projek perlu 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 supevisor*), 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 diselenggara mengikut spesifikasi pembuat dan mengikut amalan kejuruteraan yang baik;
- (e) Semua peranti keselamatan diselenggara supaya berfungsi dengan baik pada setiap masa dan tidak mudah dikacauganggu; 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 perlu 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 JKPP 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 (RM 200,000) atau dipenjarakan selama tempoh tidak melebihi lima tahun atau kedua-duanya”.

Tiada peraturan khusus yang dibuat di bawah kedua-dua Akta (AKKP/OSHA 1994 dan AKJ/FMA 1967) mengenai penggunaan atau pengendalian kren menara yang betul di tapak kerja, yang ada adalah garis panduan 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. MS 1803:2008: *Cranes-Safety-Tower Cranes*;
5. MS ISO 4310:2014 *Cranes-Test code and procedures (First revision)* (ISO 4310:2009, IDT);
6. MS ISO 4306-1:2014 *Cranes-Vocabulary-Part 1: General (First Revision)* (ISO 4306-1:2007, IDT);
7. MS ISO 9926-1: 2001 *Cranes-Training of Operators-General (ISO 9926-1:1990, IDT)*; dan
8. MS 2203:2008: *Cranes-Training of Operators-Part 3: Tower Cranes (ISO 9926-3:2005, MOD)*

1.4 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.

1.5 Lain-lain Peraturan dan Kod Pelaksanaan yang berkaitan Kren Menara

Peraturan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (Kawalan Terhadap Bahaya Kemalangan Besar Dalam Perindustrian) 1996

BAHAGIAN I

Peraturan 1. Permulaan

Peraturan-peraturan ini boleh dinamakan Peraturan-Peraturan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (Kawalan Terhadap Bahaya Kemalangan Besar Dalam Perindustrian) 1996, dan mula berkuatkuasa pada 1 Februari 1996.

Peraturan 5. Kewajiban Pengilang dan Pekerja

Setiap pengilang yang menjalankan suatu aktiviti perindustrian perlu-

- (a) mematuhi kehendak Peraturan-Peraturan ini;
- (b) mengambil tindakan segera untuk membetulkan keadaan sebaik sahaja dia menyedari bahaya yang mungkin berlaku yang boleh menjejaskan keselamatan orang atau persekitaran; dan
- (c) menubuhkan dan menyelenggara sistem pengurusan yang baik untuk mengawal apa-apa kemalangan besar seperti yang dinyatakan dalam laporan yang dibuat di bawah sub peraturan 14 (1) dan peraturan 16.

Setiap pekerja perlu:

- (a) bekerjasama dengan pengilang dalam mematuhi kehendak Peraturan-Peraturan ini;
- (d) bertindak dengan cara-cara yang tidak membahayakan dirinya atau menyebabkan atau mungkin menyebabkan kecederaan badan kepada dirinya sendiri atau kepada orang lain, atau kerosakan kepada nyawa dan harta benda; dan
- (e) memaklumkan kepada pengilang sebaik sahaja dia menyedari tentang apa-apa kemungkinan bahaya yang boleh menyebabkan kemalangan besar, dan adalah berhak untuk memberitahu pegawai tentang bahaya berkenaan.

BAHAGIAN III

Peraturan 9. Demostrasi Operasi Selamat

Pengilang yang mempunyai kawalan ke atas suatu aktiviti perindustrian yang mana Bahagian ini terpakai perlu, pada bila-bila masa, atas permintaan Ketua Pengarah, perlu memberikan keterangan termasuk pengeluaran dokumen untuk menunjukkan bahawa dia telah:

- (a) mengenal pasti kemungkinan bahaya kemalangan besar; dan
- (b) mengambil langkah yang mencukupi untuk-
 - (i) mencegah sebarang kemalangan besar atau meminimumkan akibatnya kepada orang dan alam sekitar; dan
 - (ii) memberi maklumat, latihan dan peralatan yang diperlukan kepada orang yang pekerja di tapak untuk memastikan keselamatan mereka; dan
- (c) menyediakan dan mengemaskini suatu pelan kecemasan di tapak yang memperincikan bagaimana kemalangan besar akan ditangani.

BAHAGIAN V

Peraturan 23. Pemberitahuan Mengenai Kemalangan Utama

Jika kemalangan besar berlaku di tapak, pengilang perlu memberitahu pejabat Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan yang terdekat tentang kemalangan itu dengan cara paling cepat dan pengilang itu perlu memberikan-

- (a) maklumat yang berkaitan dengan kemalangan sebaik sahaja ia berlaku:
 - (i) keadaan kemalangan itu;
 - (ii) bahan-bahan berbahaya yang terlibat;
 - (iii) tarikh yang sesuai untuk menilai kesan kemalangan terhadap orang dan alam sekitar; dan
 - (iv) mengambil langkah kecemasan; dan
- (b) pernyataan bagi langkah-langkah yang dijangkakan untuk mengurangkan kesan jangka sederhana atau panjang bagi kemalangan itu (jika ada), dan mencegah kemalangan dari berlakunya semula.

BAHAGIAN VI

Peraturan 24: Denda

- (a) Pengilang yang melakukan suatu kesalahan terhadap mana-mana peruntukan Peraturan-Peraturan ini, dan apabila disabitkan, boleh didenda

tidak melebihi lima puluh ribu ringgit (RM 50,000) atau dipenjarakan tidak melebihi dua (2) tahun atau kedua-duanya; dan

- (b) Seseorang pekerja yang melakukan suatu kesalahan terhadap mana-mana peruntukan Peraturan-Peraturan ini, dan apabila disabitkan, boleh didenda tidak melebihi satu ribu ringgit (RM 1000) atau suatu dipenjarakan tidak melebihi tiga (3) bulan atau kedua-duanya.

Bibliografi

Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (AKKP) 1994 (Akta 514), dan Peraturan-Peraturan di bawah AKKP.

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

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.

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

Lembaga Pembangunan Industri Pembinaan Malaysia, Akta 520.

BAB 2

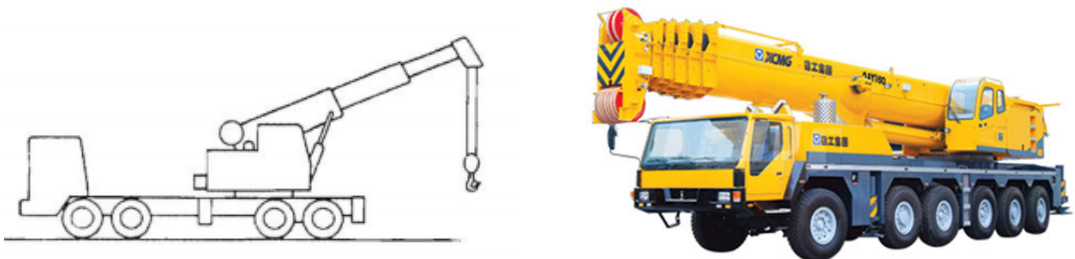
PENGENALAN KEPADA KREN

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

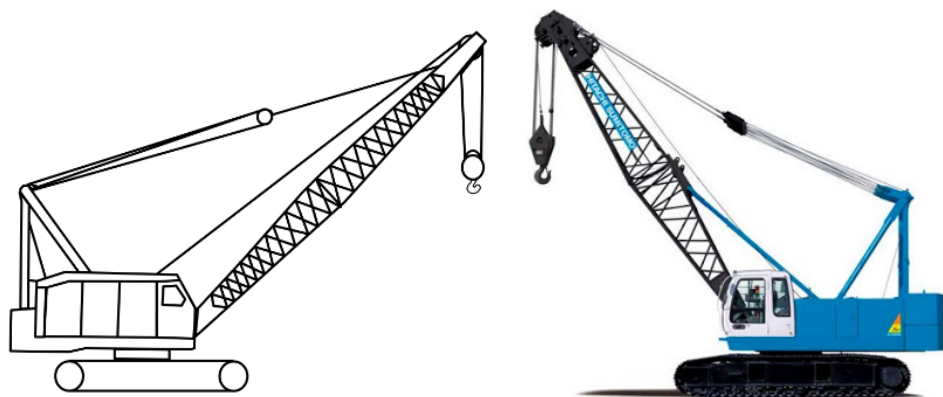
Kren bergerak (*mobile crane*) adalah sejenis kren yang beroda dan boleh dipandu di atas jalanraya dengan menggunakan kuasa enjinnya tersendiri. Ia digunakan untuk mengangkat dan menurunkan beban dari tempat yang sederhana tinggi serta senang digunakan untuk kerja-kerja di lokasi yang ruangnya terhad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



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

(b) Kren berantai

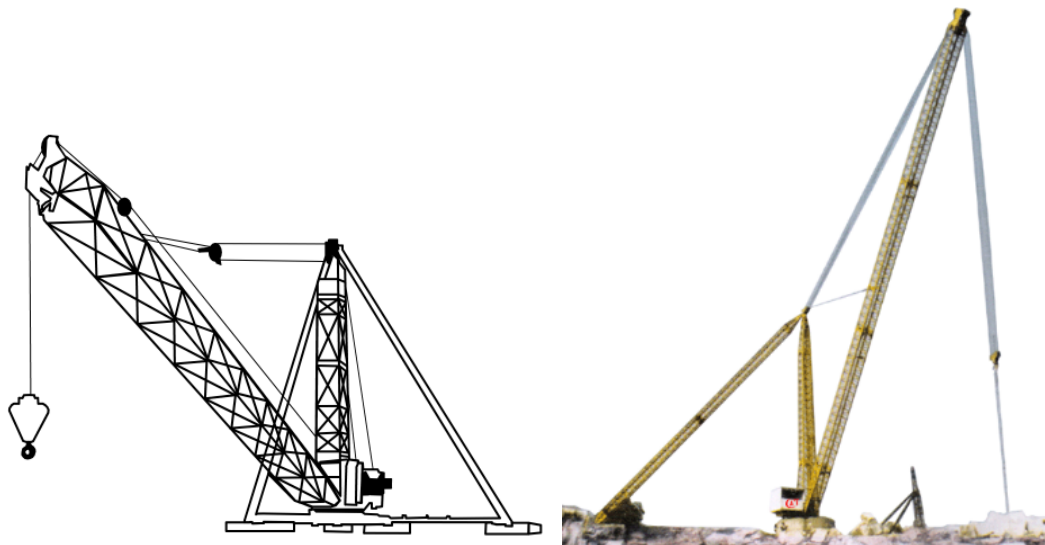
Kren berantai (*crawler crane*) adalah sejenis kren untuk mendaki kerana pergerakannya menggunakan tayar atau trek berantai dan ia boleh dipandu secara manual. Walaubagaimanapun, pergerakannya adalah terhad kepada jalan-jalan yang sesuai sahaja. Kren berantai sesuai digunakan pada semua peringkat tanah 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)

(c) Kren Derrick

Kren Derrick adalah sejenis kren yang digunakan di atas bangunan yang tinggi dan ia diletakkan diatas 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.

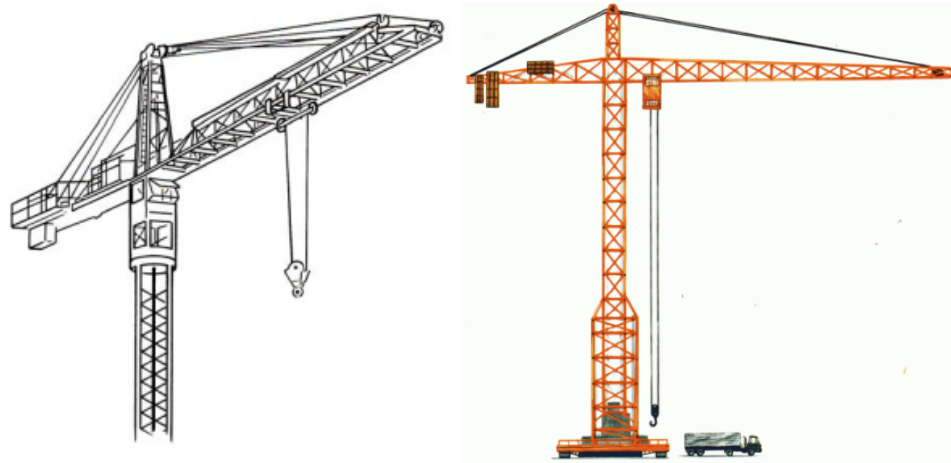


Rajah 2.3 Contoh kren Derrick (OSHAcademy Occupational Safety and Health Training, US; <http://jaipur.all.biz>)

(d) Kren Menara

Kren menara (*tower crane*) telah direka bentuk dengan menggunakan besi yang berkekuatan tinggi dan dibentuk secara menara yang tinggi. 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).

Boleh dikatakan 99% daripada struktur kren menara adalah diperbuat daripada besi padu dan ia dibahagikan pula 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)

2.2 Jenis-jenis Kren Menara

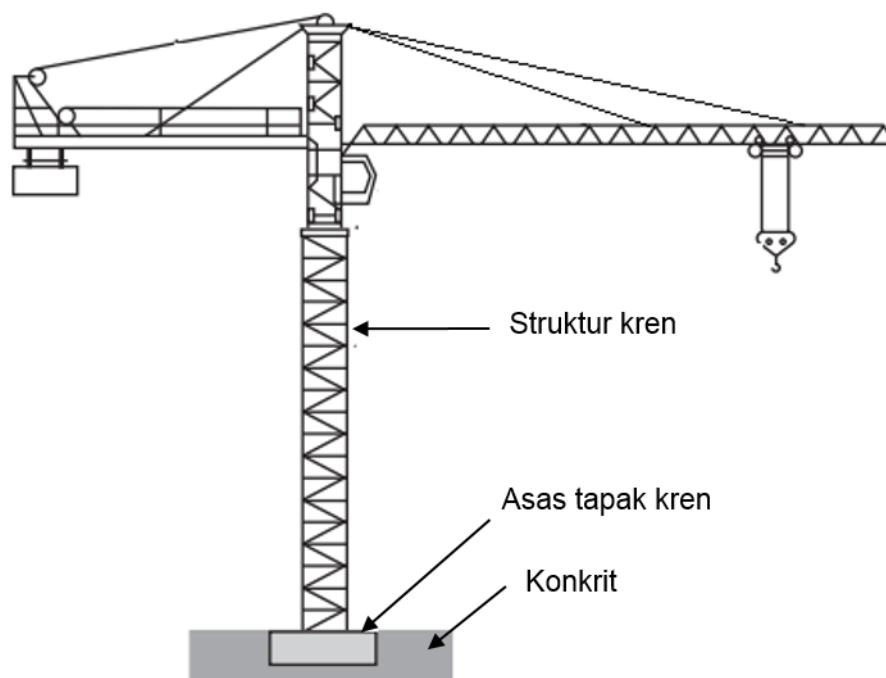
Kren menara ini adalah salah satu dari puluhan jenis kren kategori jentera berat yang biasa digunakan untuk mengangkat & memindahkan segala jenis beban yang berat & besar dari satu tempat ke tempat yang lain. Kren Menara adalah menara segiempat tepat yang dipasang dengan beberapa komponen yang penting 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* dan *luffing*. Setiap daripada dua jenis utama ini terbahagi pula kepada beberapa pecahan lain mengikut saiz dan jenis pengilangnya.

2.2.1 Kren Menara *Hammerhead*

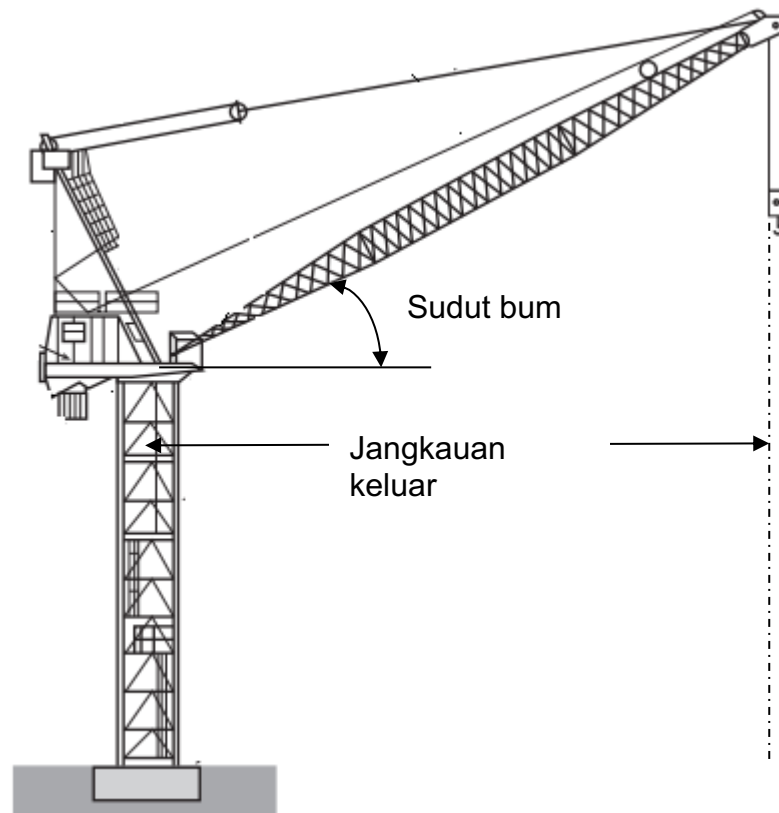
Kren menara jenis ini disesuaikan kepada projek-projek industri yang mempunyai kriteria seperti kawasan jejari atau jangkauan yang luas dan beban yang ingin diangkat adalah sangat berat. Sekiranya kawasan atau tapak memenuhi kriteria yang ditetapkan maka kesesuaian kren menara yang hendak digunakan adalah dari jenis kren menara *hammerhead* (Rajah 2.5).



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

2.2.2 Kren menara *luffing*

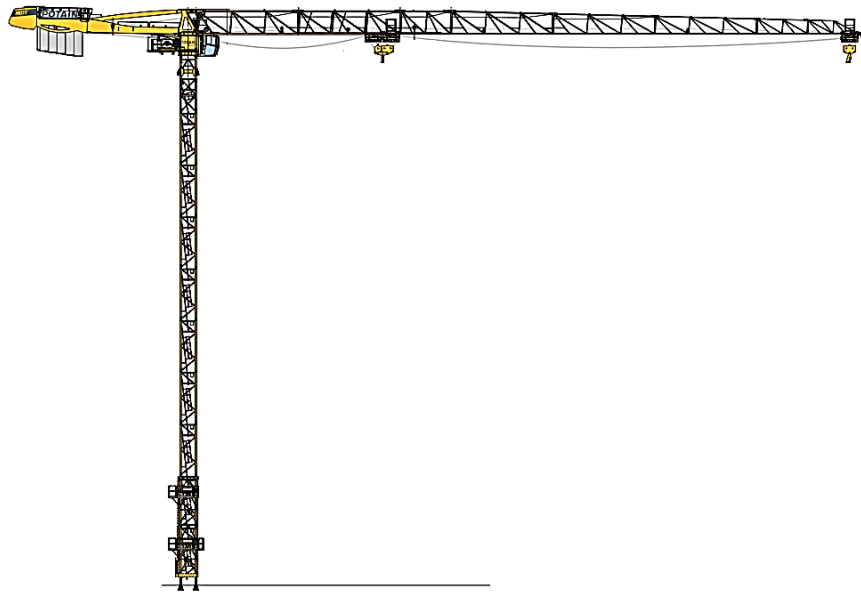
Kren menara jenis ini disesuaikan kepada projek-projek industri yang mempunyai kriteria seperti kawasan jejari atau pusingannya terhad dan biasanya untuk kawasan bandar. Sekiranya kawasan atau tapak memenuhi kriteria di atas maka kesesuaian kren menara yang hendak digunakan adalah dari jenis kren menara *luffing* (Rajah 2.6).



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

2.2.3 Kren menara *topless*

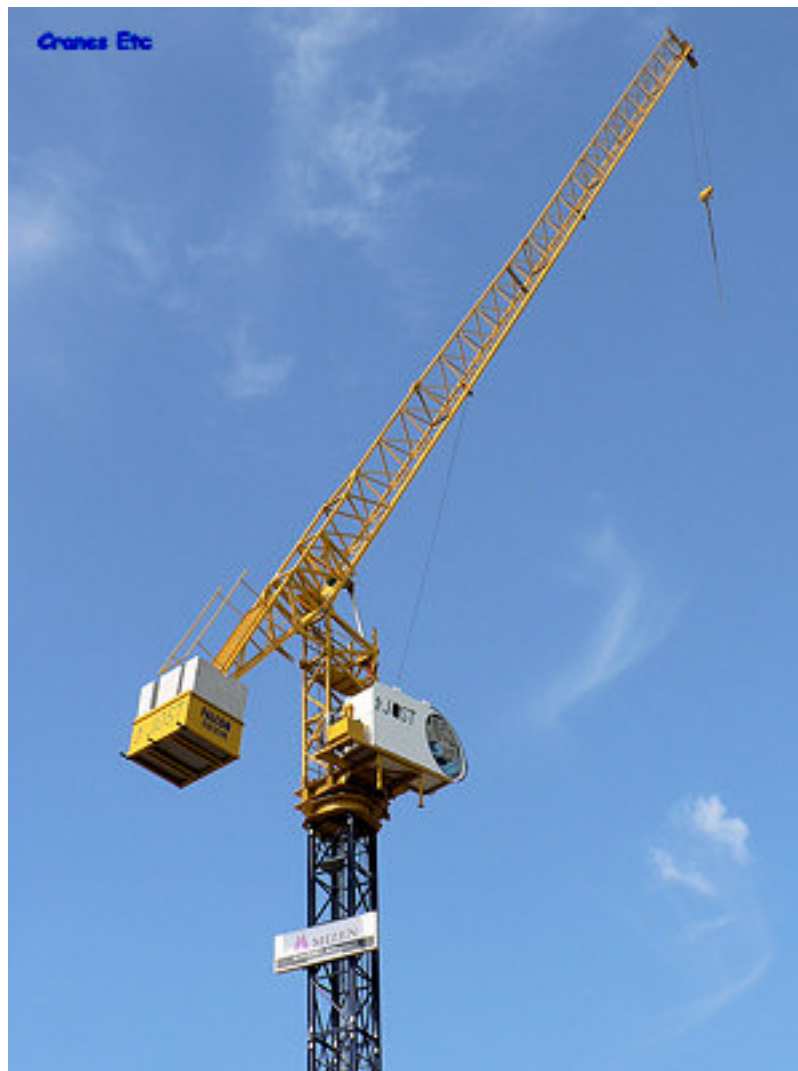
Kren menara *topless* merupakan kren menara yang tidak mempunyai bahagian kerangka-A. Pengurangan komponen ini dapat mengurangkan berat kren dan membenarkan kren ini untuk digunakan pada tapak bina yang memerlukan beberapa kren menara diletakkan berhampiran di antara satu sama lain. Oleh kerana kren jenis ini tidak mempunyai kerangka-A (*A-frame*) maka kemalangan akibat persilangan boleh dielakkan. Kren jenis ini juga sesuai digunakan di tapak bina berhampiran lapangan terbang. Bahagian bum kren ini juga boleh dipasang secara berasingan semasa operasi memasang kren kerana bum lengkap tidak perlu di pasang di atas tanah sebelum diangkat ke bahagian atas menara. (Rajah 2.7).



Rajah 2.7 Kren menara jenis *topless* (www.nftcrane.com)

2.2.4 Kren menara *luffing topless*

Kren menara *luffing topless* juga merupakan kren menara yang tidak mempunyai bahagian kerangka-A tetapi mempunyai mekanisma luf (Rajah 2.8). Pengurangan komponen dapat mengurangkan berat kren dan membenarkan kren ini untuk digunakan dalam kawasan bandar. Bahagian bum kren ini juga boleh dipasang secara berasingan semasa operasi memasang kren kerana bum tidak lagi perlu di pasang di atas tanah sebelum diangkat ke bahagian atas menara.



Rajah 2.8 Kren menara *Luffing Flattop*

2.2.5 Kren menara pemasangan sendiri (*self-erecting*)

Kren menara pemasangan sendiri merupakan kren menara menara yang paling mempunyai mekanisma yang paling ringkas dan mudah dikendalikan. Ia sangat sesuai digunakan di kawasan pembinaan yang kecil yang boleh digunakan dengan kerap kerana proses memasang, meninggi dan merombak kren ini tidak memerlukan bantuan dari kren bergerak. Kren ini juga tidak mempunyai jib pengimbang. Pengimbang bagi kren ini menggunakan berat timbal di bahagian tapak kren (Rajah 2.9).



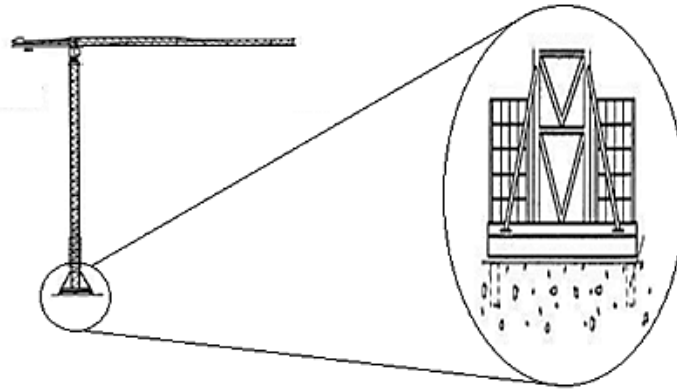
Rajah 2.9 Kren menara pemasangan sendiri (*Self-erecting*)

2.3 Jenis-jenis tapak kren menara

Secara umumnya kren menara ini juga boleh dikategorikan mengikut pemasangan asas tapak. Terdapat tiga jenis pemasangan utama tapak bagi kren menara iaitu tapak statik, tapak meninggi dan tapak bergerak.

2.3.1 Tapak Statik (*Free standing self-supporting static tower crane*)

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 jib untuk bergerak/berpusing (Rajah 2.10).

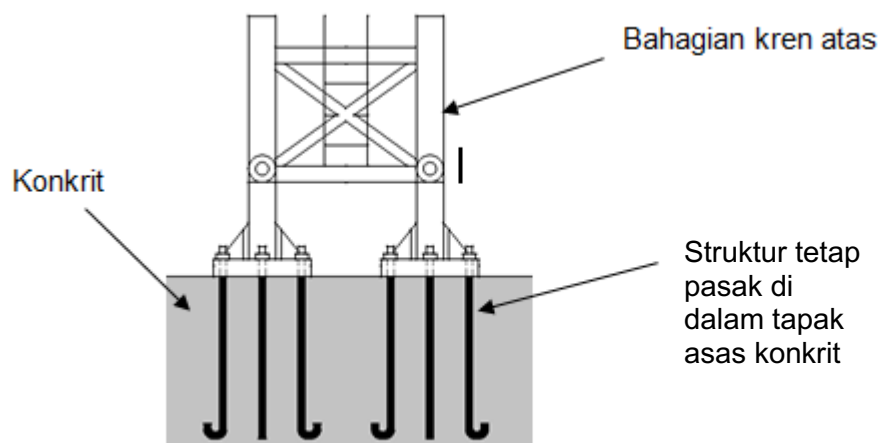


Rajah 2.10 Contoh *Free standing self-supporting static tower crane*
(Environmental, Health and Safety (EHS) Departments, US)

Bagi kategori tapak statik, terdapat 2 kaedah pemasangan tapak bagi kren menara iaitu:-

(a) Tapak tuang-dalam (*In-situ*)

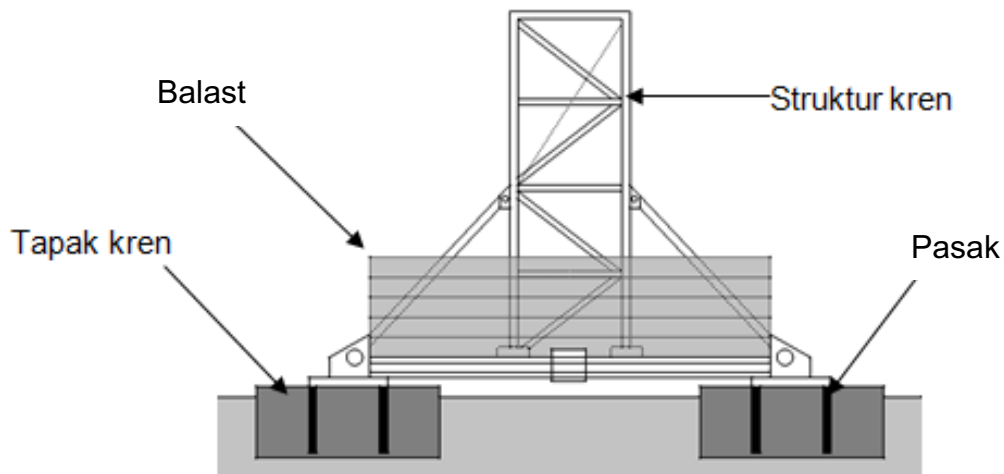
Tapak jenis tuang-dalam ini memerlukan sauh khas atau bahagian yang boleh ubah (sudut pemasangan) ditanam ke dalam blok konkrit (Rajah 2.11).



Rajah 2.11 Tapak tuang-dalam

(b) Tapak sendiri (*Own base*)

Asas tapak kren dibina dengan meletakkan *balast* pada asas kren dan casis sebagai pemberat (Rajah 2.12).



Rajah 2.12 Tapak statik (jenis tapak sendiri)

2.3.2 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 kren sokongan statik luaran dan kren meninggi dalaman.

(a) Kren sokongan statik luaran (*external supported static tower crane*)

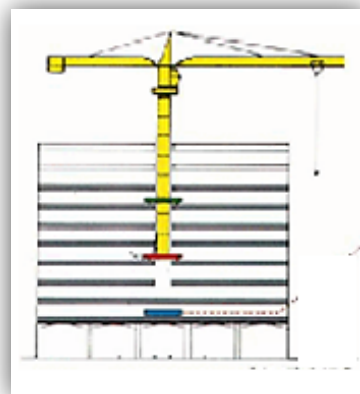
Tapak disokong oleh struktur binaan/bangunan yang dilekatkan oleh kerangka meninggi. Ketinggian kren boleh dilanjutkan bergantung kepada ketinggian struktur bangunan dan perlu selaras dengan kerangka sokongan meninggi (Rajah 2.13).



Rajah 2.13 Pemasangan kren dengan tapak meninggi luar (*External climbing crane*) (www.dcm.milgromandassociates.com)

(b) Kren meninggi secara dalaman (*internal climbing crane*)

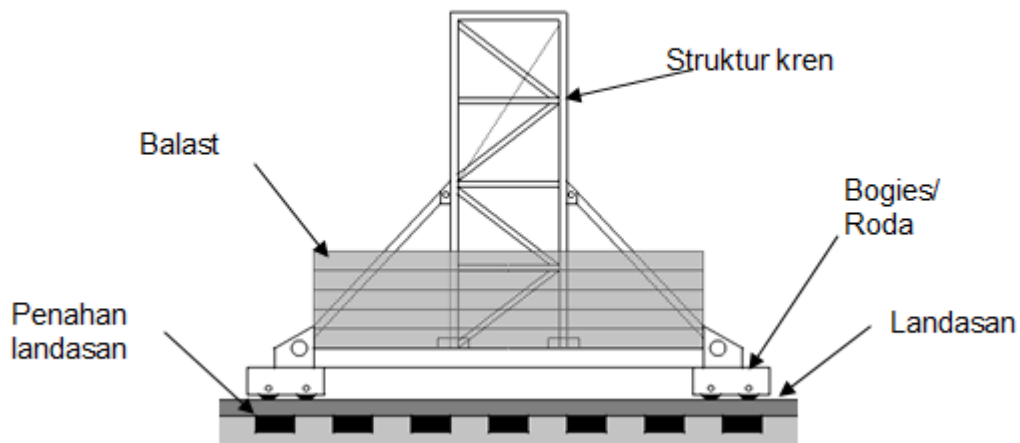
Kren menara bagi jenis pemasangan ini biasanya direka bentuk untuk bangunan-bangunan tinggi dan diletakkan di lokasi yang boleh disokong oleh struktur-struktur bangunan di dalam bangunan yang dibina (Rajah 2.14). Kren boleh dilaras dari satu aras kepada aras yang lebih tinggi di dalam pembinaan.



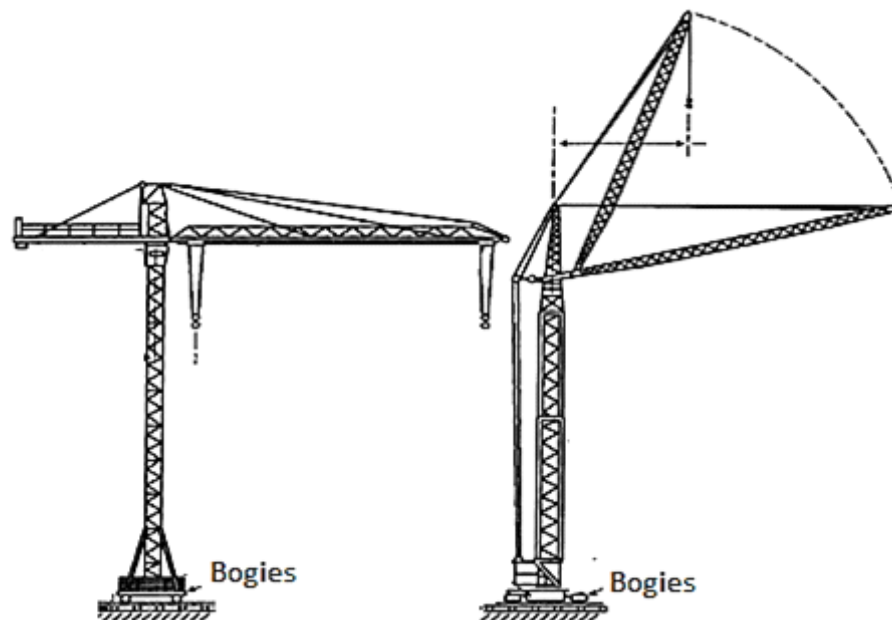
Rajah 2.14 Pemasangan kren dengan tapak meninggi dalam (*Internal climbing crane*) (www.dcm.milgromandassociates.com)

2.3.3 Kren landasan bergerak (*travelling tower crane*)

Kren menara jenis ini bergerak dengan *heavy-wheeled bogies* yang diletak diatas landasan. *Bogie* tidak mempunyai gred yang tetap tetapi berubah mengikut ketinggian mast yang dipasang pada kren menara (Rajah 2.15-16).



Rajah 2.15 Tapak bergerak (jenis landasan)



Rajah 2.16 *Travelling tower crane* (Environmental, Health and Safety (EHS) Departments, US)

2.4 Syarat Pemilihan Kren Menara

Setiap reka bentuk kren yang ingin dipilih untuk tapak bina mesti 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 tapak bina yang mempunyai kriteria berikut:

- Kawasan radius atau jangkauan luas.
- Kekuatan beban yang perlu diangkat sangat tinggi.

(b) Kren Menara *Luffing*

Kren menara jenis ini disesuaikan kepada tapak bina yang mempunyai kriteria berikut:

- Kawasan radius atau jangkauan adalah terhad.
- Kekuatan beban yang boleh diangkat adalah terhad

Jadual 2.1 Perbezaan keperluan Kren Menara *Hammerhead* dan *Luffing*

<i>HAMMERHEAD</i>	<i>LUFFING</i>
<input type="checkbox"/> Kawasan radius atau pusingannya luas.	<input type="checkbox"/> Kawasan radius atau pusingannya terhad.
<input type="checkbox"/> Kekuatan beban yang boleh diangkat adalah tinggi.	<input type="checkbox"/> Kekuatan bebannya yang boleh di angkat adalah terhad.

Bibliografi

Environmental, Health and Safety (EHS) Departments, US

<http://www.cccme.org.cn>

<http://www.cranecrews.com>

<http://www.ictinpractice.com>

<http://www.jaipur.all.biz>

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

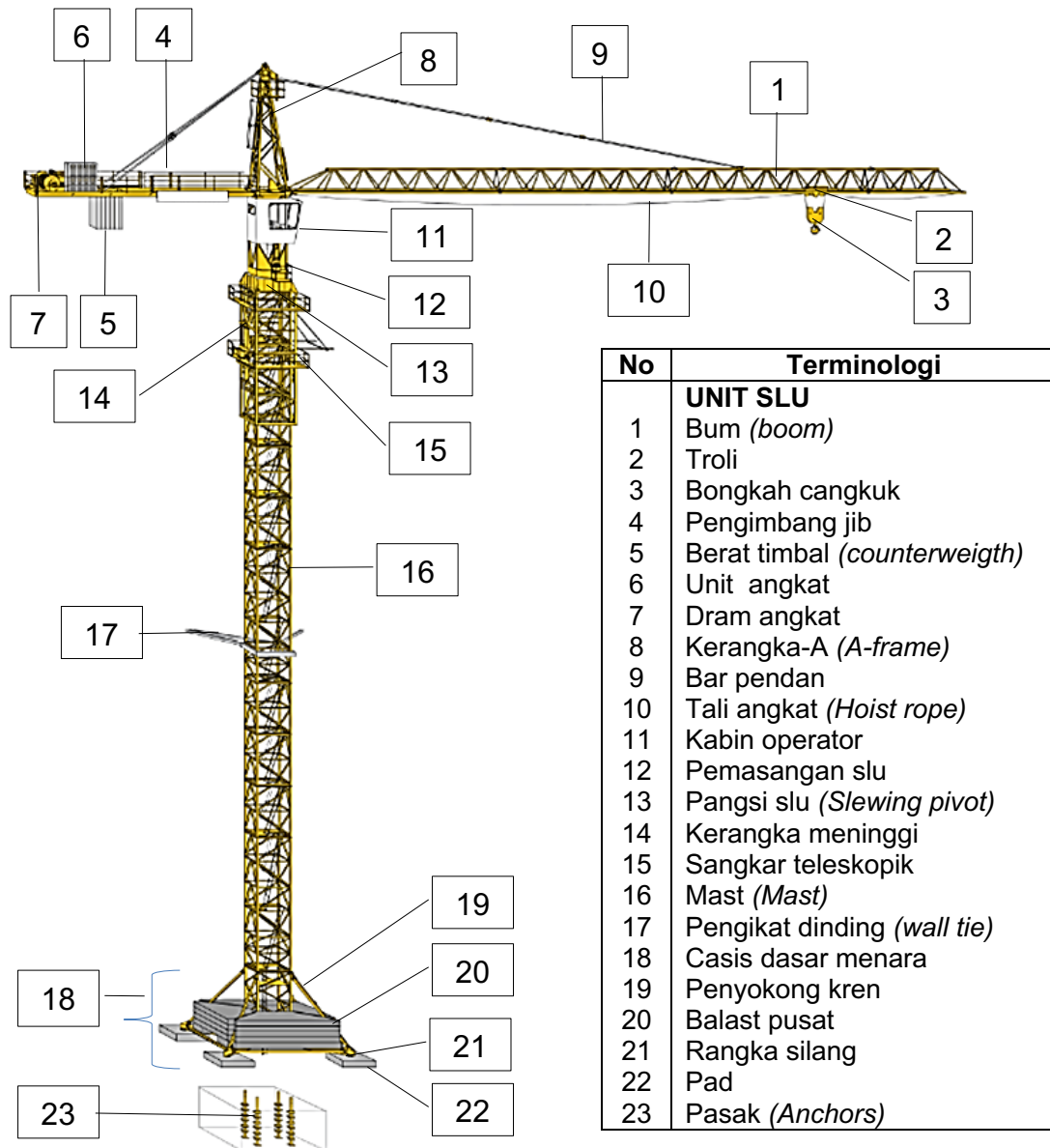
Shandong Minglong Construction Machinery Co., Ltd.

BAB 3

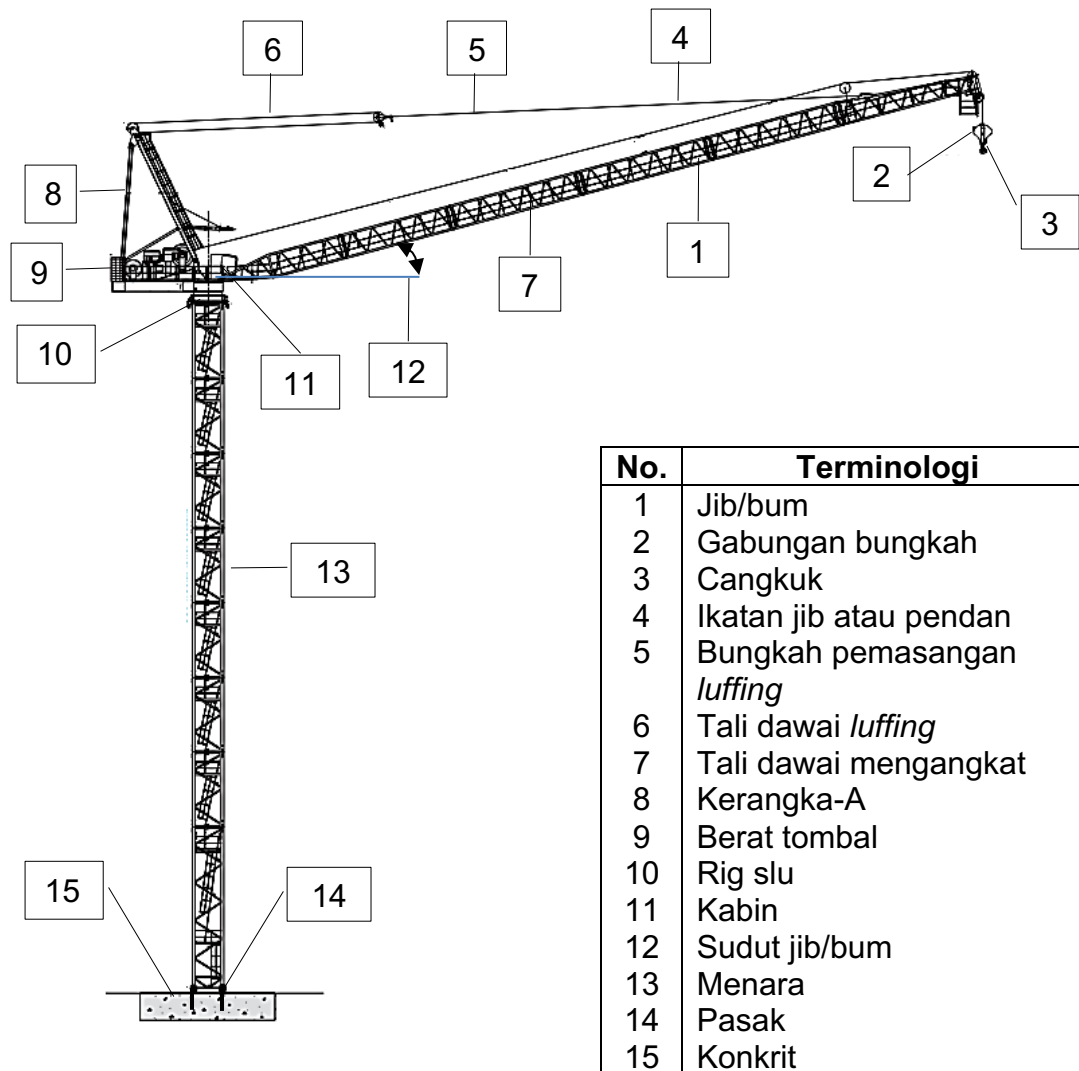
KOMPONEN ASAS KREN MENARA

3.1 Terminologi dan Struktur Kren Menara

Kren menara secara amnya mempunyai komponen asas yang sama iaitu mast, bum, jib timbal, berat timbal, sangkar teleskopik, pelantar slu, kabin pengendalian dan bongkah cangkuk. Kegagalan fungsi yang berlaku boleh mengakibatkan kemalangan.



Rajah 3.1 Terminologi kren menara *hammerhead* (<http://www.morrow.com/crane101>)



Rajah 3.2 Terminologi kren menara *luffing* (<http://www.morrow.com/crane101>)

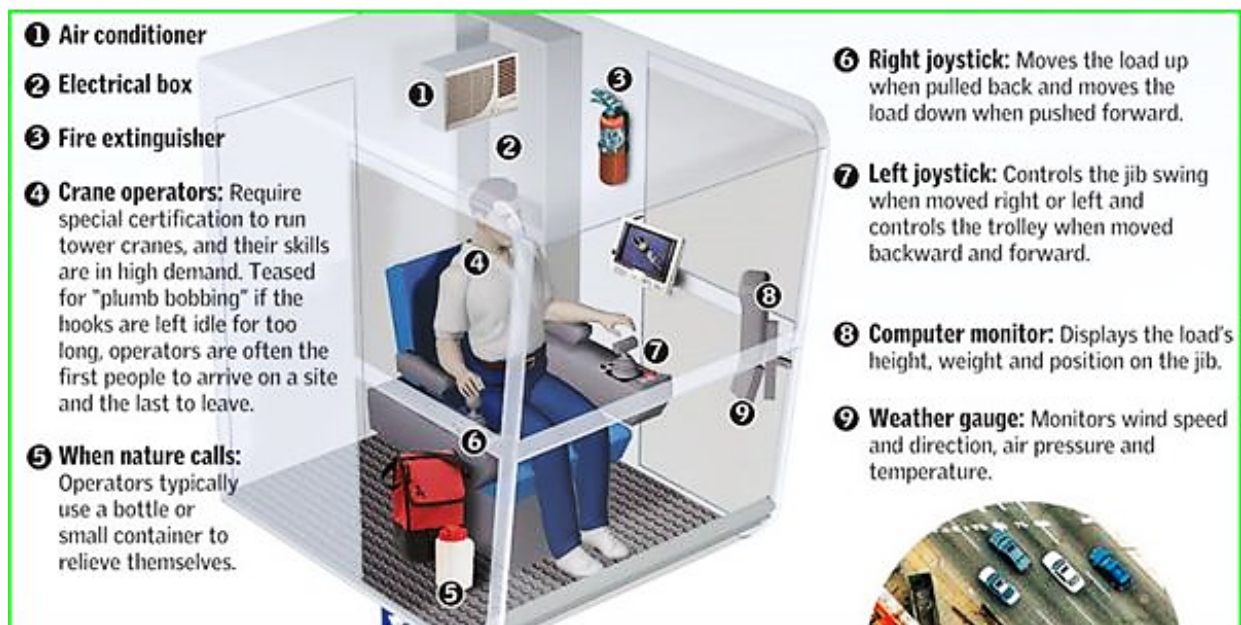
3.2 Komponen Asas Kren Menara

3.2.1 Kabin operator

Kabin operator bagi sebuah kren menara kebiasaannya terletak sebaris atau di bawah bum. Ruang saiz kabin perlu cukup selesa untuk memuatkan seorang operator dan keselesaan kabin perlu dititikberatkan untuk memastikan operator kren selesa untuk menjalankan tugas kerana tempoh bekerja bagi seorang operator kren adalah sekurang-kurangnya 4 jam secara berterusan dan jumlah jam kerja maksimum selama 12 jam. Tempoh yang diperuntukkan ini memerlukan kelengkapan kabin yang lengkap bagi tujuan keselesaan dan keselamatan seperti penyaman udara, kotak kelengkapan elektrik, pemadam

api, monitor komputer, tolok cuaca (*weather gauge*), dan tombol kawalan kiri dan kanan (Rajah 3.3). Antara fungsi-fungsi peralatan di dalam kabin:

- Monitor komputer: Memaparkan maklumat tinggi, berat dan kedudukan beban pada jib
- Tolok cuaca: Memantau kelajuan dan arah angin, tekanan udara dan suhu.
- Tombol kawalan kanan: Mengangkat beban apabila ditarik dan menurunkan beban apabila ditolak
- Tombol kawalan kiri: Mengawal ayunan jib apabila bergerak kiri dan kanan serta mengawal pergerakan keluar dan masuk troli dari jib.



Rajah 3.3 bahagian kabin operator

3.2.2 Bahagian *mast*

Bahagian *mast* merupakan sokongan terpenting bagi sebuah kren menara. Ia diperbuat dari logam berkekuda yang menyambungkan semua bahagian *mast*. *Mast* mempunyai tiga komponen iaitu tiang asas, tangga dan gelung belakang (Rajah 3.4).



Rajah 3.4 Bahagian-bahagian utama *mast*

3.2.3 Pelantar slu

Pelantar slu merupakan komponen yang disambungkan kepada *mast* teratas. Pelantar slu berfungsi sebagai jentera yang memusingkan kren menara dan ia dikawal dengan menggunakan tombol kawalan kiri oleh operator kren menara (Rajah 3.5).



Rajah 3.5 Pelantar slu

3.2.4 Jib pengimbang

Jib pengimbang merupakan jib melintang yang pendek dan berada di bahagian bertentangan dengan bum. Bahagian ini berfungsi untuk menampung berat

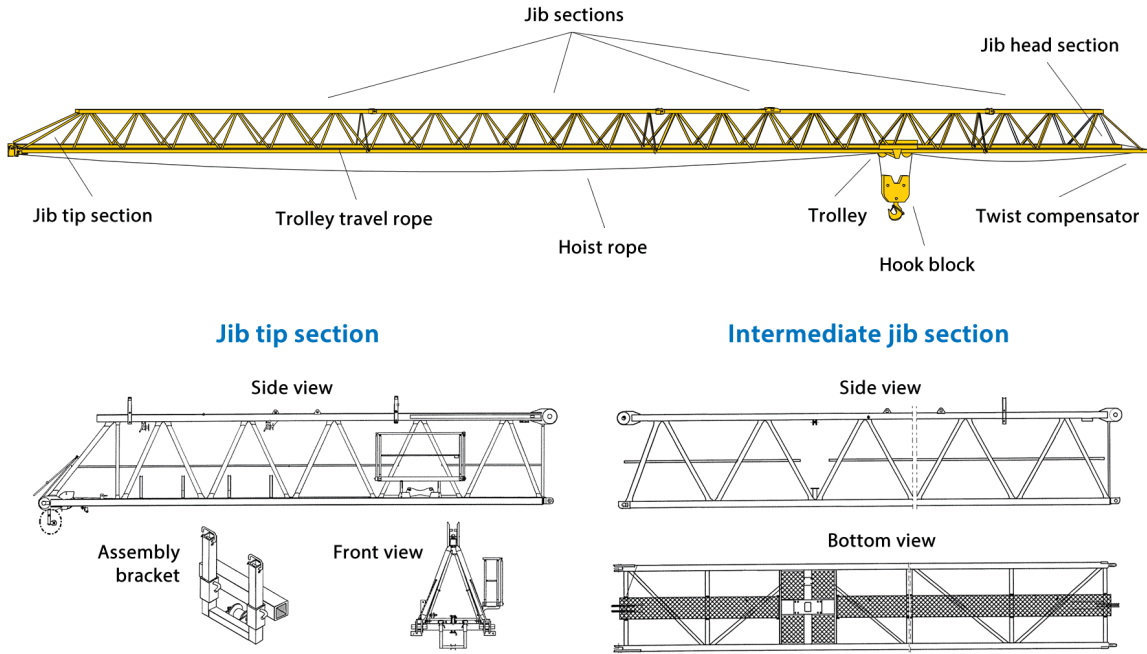
timbangan yang diletakkan berdasarkan kesesuaian panjang dan berat bum yang akan digunakan untuk operasi mengangkat.



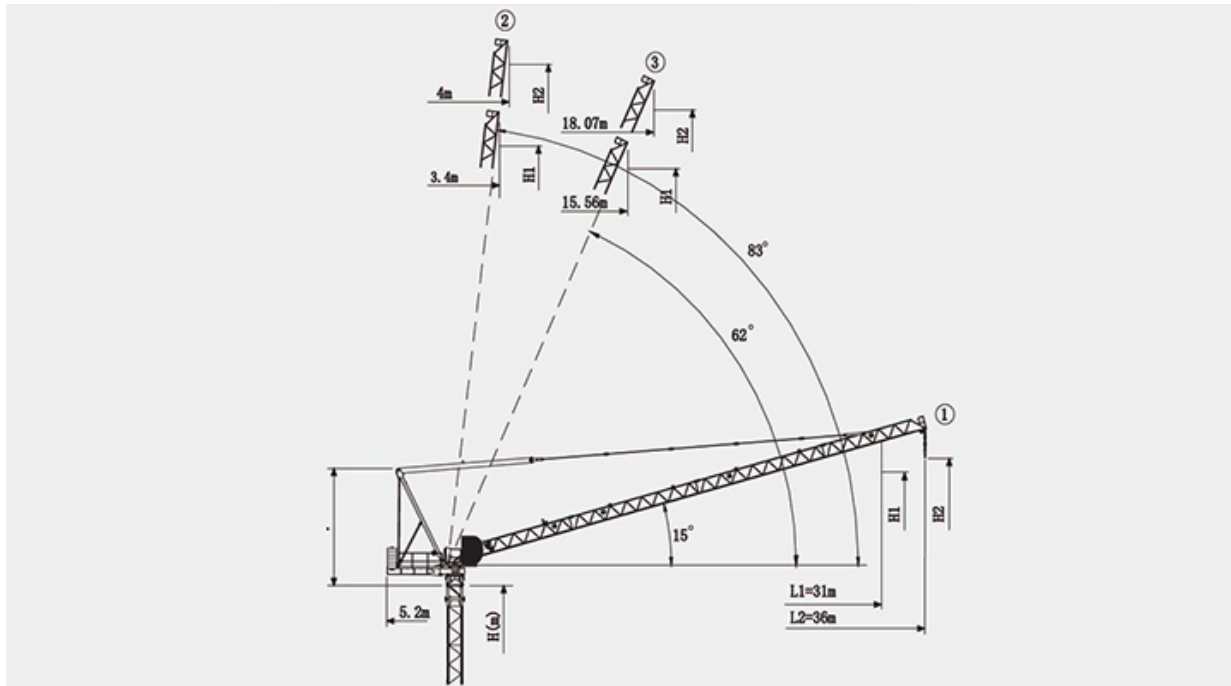
Rajah 3.6 Jib penimbal

3.2.5 Bum

Bum berfungsi sebagai lengan kemudi dan lebih panjang berbanding dengan jib penimbal. Semasa pengendalian kren jenis *hammerhead*, troli digerakkan ke luar dan ke dalam untuk mengerakkan beban mendekati atau menjauhi *mast*. Bum boleh dibahagikan kepada beberapa bahagian iaitu bahagian hujung, tengah dan awal. Semua bahagian ini berfungsi untuk memegang kabel pengangkat, troli dan cangkuk. Rajah 3.7 menunjukkan bahagian-bahagian bum untuk kren *hammerhead*. Sekiranya kren menara jenis *luffing* digunakan, bum dijongketkan ke atas dan ke bawah untuk mengerakkan beban mendekati atau menjauhi *mast*. Jarak untuk mengangkat barang untuk kren jenis *luffing* ditunjukkan dalam Rajah 3.8.



Rajah 3.7 Bahagian-bahagian bum kren hammerhead

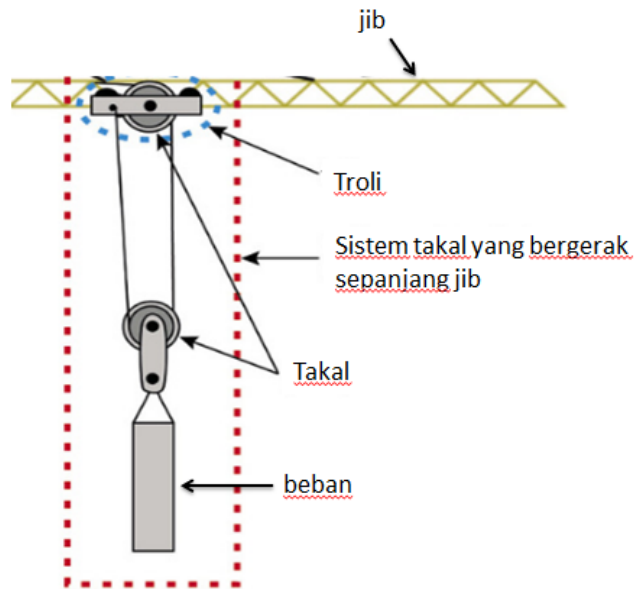


Rajah 3.8 Pergerakan luf kren menara jenis luffing untuk jarak beban yang berbeza

3.2.6 Takal

Takal digunakan untuk menyokong pergerakan kabel pengangkat dan mengubah arah daya kabel bagi memudahkan proses mengangkat dan

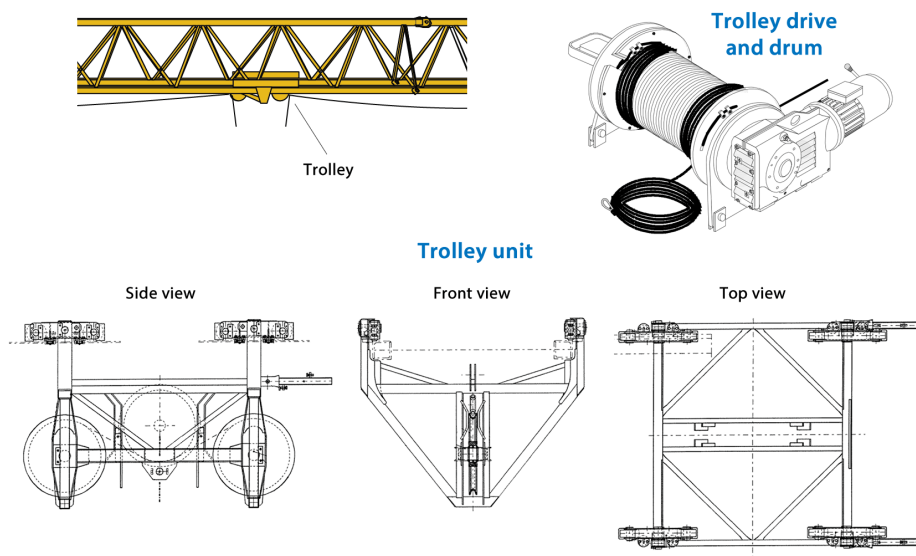
menggerakkan beban. Takal diletakkan bersama dengan bongkah cangkuk untuk menyambungkan bongkah cangkuk kepada troli pada jib. Rajah 3.9 menunjukkan sistem sambungan takal, troli dan beban semasa proses mengangkat beban.



Rajah 3.9 Sistem takal pada jib

3.2.7 Troli

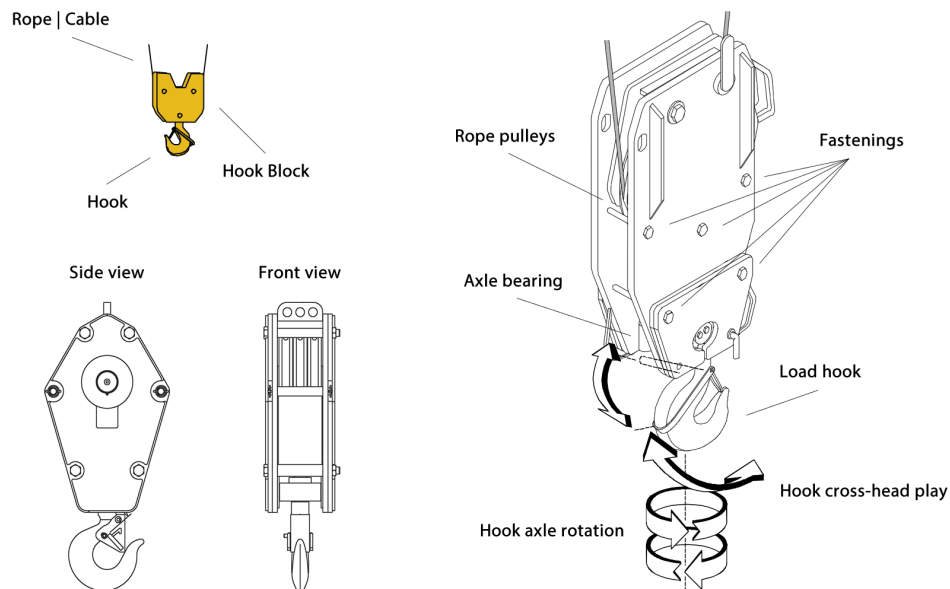
Troli digunakan untuk menggerakkan beban mendekati atau menjauhi *mast* bagi kren menara *hammerhead*.



Rajah 3.10 Pemasangan troli, motor troli dan unit troli pada jib

3.2.8 Bongkah cangkuk

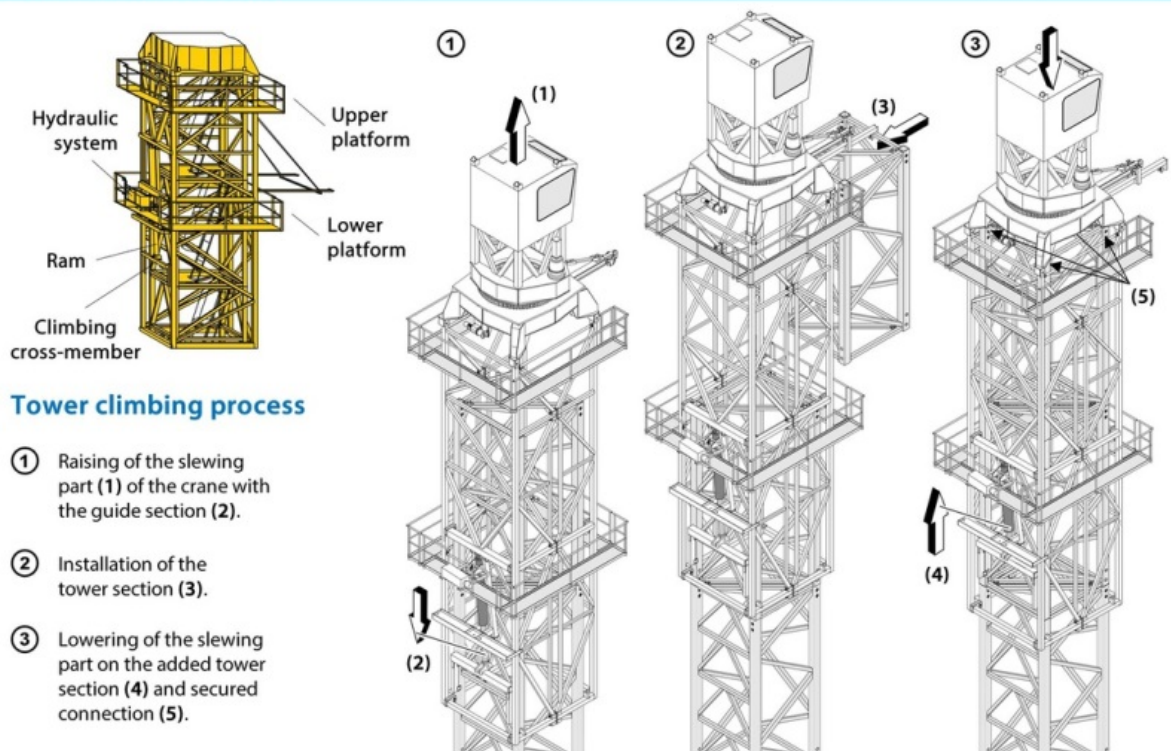
Bongkah cangkuk digantungkan pada kabel pengangkat untuk mengangkat beban. Fungsi cangkuk adalah untuk membolehkan beban digantung pada kabel pengangkat. Cangkuk yang digunakan untuk mengangkat barang perlu dilengkapi dengan selak keselamatan (*safety latch*). Cangkuk perlu diperiksa supaya bebas dari sebarang kerosakan seperti haus, karat, retak atau bengkok.



Rajah 3.11 Struktur bongkah cangkuk

3.2.9 Sangkar teleskopik (*Telescopic cage*)

Sangkar teleskopik dipasang untuk tujuan proses meninggi kren menara. Sebelum bahagian *mast* baru ditambah, bahagian *mast* paling atas menara dibicu (*jacking*) dan dipasang semula selepas bahagian *mast* dimasukkan dengan sempurna seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.12.



Rajah 3.12 Langkah proses meninggi kren menara

Bibliografi

Environmental, Health and Safety (EHS) Departments, US

<http://www.cccme.org.cn>

<http://www.cranecrews.com>

<http://www.ictinpractice.com>

<http://www.jaipur.all.biz>

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 4

DOKUMEN PERMOHONAN MEMASANG DAN MEROMBAK KREN MENARA

4.1 Senarai Semak Dokumen

Sebelum kren menara dipasang, OYB mesti memastikan dokumen-dokumen berikut disediakan untuk permohonan memasang.

1. Surat Permohonan memasang kren menara
2. Surat lantikan sebagai firma memasang
3. Surat kelulusan sebagai firma pemasang, penyenggara dan perombak
4. Surat akuan Orang Yang Bertanggungjawab
5. Borang JKJ 105 (Akta Kilang dan jentera)
6. Surat kelulusan Rekabentuk dari JKKP (untuk kren menara baru)
7. Salinan surat Pendaftaran tapak bina
8. Lukisan dan Perkiraan Rekabentuk Struktur Asas Tapak yang disahkan oleh Jurutera Profesional
9. Surat akuan pemasangan Suis Pengehad Slu yang ditandatangani OYB
10. Pelan kedudukan kren menara dan 'Slewing Radius'
11. Prosedur bersilang (jika kren menara bersilang)
12. Sijil PMA terkini
13. Salinan surat Permohonan pemindahan fail dan kad (sekiranya kren menara dipindah dari negeri lain)
14. Surat kebenaran daripada PBT jika kren menara beroperasi melebihi kawasan tapak bina
15. Gambar asas tapak yang dibina
16. Senarai semak 'Ground Inspection' – Borang KPKM 01 dan KPKM 02 (Load test)
17. Piling Report
18. Concrete Cube Test Report
19. Surat akuan asas tapak
20. HIRARC
21. Tatacara Pengendalian Piawai (SOP)
22. Spesifikasi Teknikal Kren Menara

4.1.1 Surat permohonan memasang kren menara

Surat permohonan ini mesti dialamatkan kepada JKPP negeri tempat kren menara dipasang. Surat permohonan mesti menyatakan dengan jelas alamat tapak bina dan nombor PMA kren menara yang dipasang

4.1.2 Surat lantikan sebagai firma memasang

Surat lantikan daripada kontraktor utama mesti dialamatkan kepada JKPP negeri tempat kren menara dipasang dan menyatakan dengan jelas perantikan nama Firma yang Kompeten yang dilantik untuk tujuan memasang, menyenggara dan merombak kren menara. Jika terdapat lebih daripada satu kren yang akan dipasang, semua kren tersebut mesti disenaraikan berserta nombor siri dan PMA.

4.1.3 Surat kelulusan sebagai firma pemasang, penyenggara dan perombak

Firma yang kompeten mesti mengemukakan bukti bahawa syarikat berdaftar di bawah kategori Kren Menara (EMD01). Nama OYB mesti dinyatakan di dalam surat tersebut untuk setiap kren menara yang dipasang. Syarat-syarat kelulusan juga mesti menyatakan dengan jelas bahawa Firma Yang Kompeten bertanggungjawab untuk:

- (a) Melaksanakan setiap aktiviti yang dirancang mengikut jadual pelan tindakan
- (b) Memaklumkan ke JKPP sekiranya terdapat pertukaran, pertambahan, pengosongan pegawai atau perubahan struktur organisasi, jentera dan premis sedia ada
- (c) Menyelia skop kerja OYB bagi memastikan kerja-kerja dilaksanakan dengan mengikut plan kualiti, plan pemeriksaan dan ujian, prosedur dan arahan kerja selamat.
- (d) Melengkapkan laporan bagi setiap kerja yang telah selesai
- (e) Jurutera Profesional akan mengesahkan kekuatan dan kesesuaian tapak dan memperolehi kebenaran daripada pengarah JKPP negeri
- (f) Tidak menjalankan kerja-kerja ubahsuai tanpa kebenaran JKPP

- (g) Melaporkan dengan segera segala kerosakan struktur, kejadian merbahaya atau kemalangan di tapak pemasangan keapda JKPP.
- (h) Memberi perhatian ke atas kawalan dan rekod-rekod penyenggaraan yang dinyatakan di dalam Sistem Pengurusan Kualiti dan Sistem Pengurusan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan dan menyimpan dengan sempuran segala rekod-rekod berkaitan
- (i) Mematuhi semua syarat-syarat tambahan oleh Pemeriksa Kilang dan Jentera.

Sekiranya berlaku pelanggaran syarat-syarat yang dinyatakan atau OYB meninggalkan Firma yang Kompeten tersebut, maka kelulusan akan secara automatik terbatal.

4.1.4 Surat akuan Orang Yang Bertanggungjawab

Surat akuan Orang Yang Bertanggungjawab mesti disertakan dengan menyatakan dengan jelas aktiviti memasang kren menara dengan nombor model kren menara, nombor PMA dan nombor siri. Surat akuan juga mesti menyatakan dengan jelas alamat tapak pemasangan kren menara tersebut. Surat mesti ditandatangani oleh OYB dan pengurus projek berkenaan. Surat mesti menyatakan perkara-perkara berikut:

- (a) OYB akan menjamin keselamatan orang awam semasa operasi memasang, menyenggara dan merombak kren menara
- (b) OYB mesti sentiasa mengawasi dan mesatikan semua kerja-kerja dijalankan semasa tempoh pengawasan dan kerja-kerja tersebut tidak dijalankan tanpa kehadiran OYB
- (c) Setiap jentera yang akan digunakan untuk memasang, meninggi, merombak dan menyenggara mesti mempunyai sijil kelayakan untuk digunakan.
- (d) Pekerja-pekerja mesti terdiri daripada orang-orang yang mahir dan berpengalaman. Semua butiran pekerja mesti disertakan di dalam lampiran.
- (e) Kerja-kerja dijalankan dengan mesatikankeselamatan dan kesihatan pekerja. Segala keperluan seperti alat pelindung diri mesti dibekalkan.
- (f) Prosedur kerja mesti mendapat kelulusan jurutera profesional

- (g) Mematuhi semua kehendak rasmi Pemeriksa Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan yang dikeluarkan dari semasa ke semasa.

4.1.5 Borang JKJ 105

Borang mesti diisi dengan lengkap dan menyatakan nama dan alamat kontraktor utama dan alamat tapak bina. Nama taun punya jentera kren Menara dan alamat syarikat juga mesti disertakan. Semua jentera mesti mematuhi kehendak dan Akta Kilang dan Jentera 1967 untuk melayakkan ia digunakan atau dipasang. Kren Menara dan spesifikasi yang lengkap mesti dinyatakan di dalam borang ini termasuk model kren Menara, negara dibuat, kuasa kuda, nombor rujukan pendaftaran, dan beban kerja selamat yang perlu dipatuhi.

4.1.6 Surat kelulusan rekabentuk dari JKKP

Surat kelulusan rekabentuk daripada JKKP mesti disertakan sekiranya kren menara tersebut pertama kali dipasang di tapak bina.

4.1.7 Surat pendaftaran tapak bina

Surat pendaftaran tapak bina kepada kontraktor utama daripada JKKP disertakan dengan menyatakan perkara-perkara berikut:

- (a) Aktiviti-aktiviti pembinaan mesti mematuhi Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994 dan Akta Kilang dan jentera 1967.
- (b) Sebarang penambahan kren menara yang dipasang mesti mendapatkan kelulusan dan dilaporkan kepada JKKP menggunakan borang JKJ 105.
- (c) Sijil Perakuan Kelayakan mesti diperolehi terlebih dahulu sebelum operasi
- (d) Sebarang kemalangan wajib dilaporkan
- (e) Sebarang kejadian merbahaya yang melibatkan kerosakan harta awam dan mengancam keselamatan pekerja mesti dilaporkan.
- (f) Semua dokumen berhubung keselamatan di tapak bina hendaklah disimpan dan disusun dengan teratur.

4.1.8 Lukisan dan perkiraan rekabentuk struktur asas tapak yang disahkan oleh jurutera profesional

Jurutera profesional mesti mengesahkan semua perkiraan dan lukisan yang telah dibuat semasa proses reka bentuk struktur asas tapak. Semua lukisan dan pengiraan ini mesti menyatakan dengan jelas perkara berikut:

- (a) model kren menara
- (b) kebolehan untuk tegak bebas (*free standing*) dalam ukuran meter yang tepat berdasarkan manual pengeluar.
- (c) alamat tapak bina tempat pemasangan
- (d) semua perkara penting dalam reka bentuk kren menara menagmbil kira semua daya dan momen berkenaan.
- (e) gred konkrit
- (f) penjagaan dari air di persekitaran tapak dan pagar penghalang untuk keselamatan
- (g) semua reka bentuk yang tidak mengikut lukisan mesti dilaporkan kepada jurutera penyelia.

Lukisan mesti lengkap dengan menyatakan *piling layout* dan jarak dan kedalaman yang tepat dengan pengiraan dan manual pengilang.

4.1.9 Surat akuan pemasangan suis pengehad slu yang ditandatangani OYB

Sekiranya kren tidak dibenarkan untuk berpusing 360 darjah, maka suis pengehad slu mesti diaktifkan. Darjah pusingan yang dihadkan mesti dinyatakan dengan jelas di dalam surat perakuan yang dialamatkan kepada JKPP. Surat ini mesti disertakan bersama dengan pelan yang menunjukkan radius kerja dengan skala yang betul. Setiap kren menara yang perlu diaktifkan suis pengehad slu mesti dinyatakan dengan jelas nombor siri kren dan model berkenaan.

4.1.10 Pelan *slewing radius*

Pelan lengkap keseluruhan tapak bina mesti disertakan seperti yang dinyatakan pada perakuan pemasangan suis pengehad slu. Pelan mesti ditandatangani oleh

Jurutera Profesional dan mempunyai alamat lengkap tapak bina. Skala lukisan juga mesti tepat untuk memastikan pematuah had *slewing radius*.

4.1.11 Prosedur bersilang (jika kren menara bersilang)

Sekiranya terdapat dua atau lebih kren menara yang akan dipasang dan menyebabkan persilangan di antara satu sama lain maka prosedur yang lengkap dan langkah-langkah keselamatan yang diambil perlu dinyatakan dengan jelas. Maksimum jarak persilangan juga mesti mematuhi tata amalan yang ditetapkan. Sekiranya prosedur ini tidak dipatuhi, kren menara tersebut tidak dibenarkan untuk beroperasi secara keseluruhan dan bukan hanya melibatkan sebuah kren menara sahaja yang dihentikan operasinya.

4.1.12 Sijil PMA terkini

Sijil perakuan kelayakan mesin angkat di tapak bina sebelum pemasangan mesti disertakan. Sijil ini adalah untuk kren menara yang bukan pertama kali digunakan. Sijil ini menyatakan dengan jelas tapak bina sebelum ini dan nama kontraktor berdaftar. Tarikh sah perakuan juga dinyatakan dengan jelas. Tarikh pemeriksaan juga mesti dinyatakan dengan jelas. Sijil ini mesti menyatakan nombor pendaftaran kren menara dan model dan nama pengilang.

4.1.13 Salinan surat permohonan pemindahan fail

Jika melibatkan pemasangan di negeri yang berbeza, surat permohonan pemindahan fail ke JKPP negeri mesti disertakan. Ini untuk memastikan rekod kren tersebut adalah terkini dan lokasi penggunaannya didaftarkan di dalam sistem.

4.1.14 Surat kebenaran daripada PBT jika kren menara beroperasi melebihi kawasan tapak bina

Sekiranya kren perlu beroperasi melebihi tapak bina, satu surat permohonan kepada PBT hendaklah dibuat. Secara amnya operasi mesti dihadkan dan

dikawal supaya tidak melebihi had yang dibenarkan. Walaubagaimanapun operasi melebihi had yang mengancam nyawa dan keselamatan orang awam adalah tidak dibenarkan sama sekali.

4.1.15 Gambar asas tapak

Gambar asas tapak mesti disertakan sebagai bukti pematuhan kepada perkiraan reka bentuk yang telah disahkan oleh jurutera profesional. Asas tapak tidak dibenarkan ditutup selagi pemeriksaan tidak dijalankan oleh pegawai JKKP

4.1.16 Senarai semak pemeriksaan asas tapak dan ujian kren menara

Senarai semak pemeriksaan asas tapak dan ujian kren menara mesti menyatakan perkara-perkara berikut mengikut borang KPKM 01 dan KPKM 02. Semua borang tersebut mesti ditandatangani oleh Pegawai Pemeriksa, OYB dan kontraktor tapak bina.

**SENARAI SEMAK PEMERIKSAAN ASAS TAPAK ATAU 'GROUND INSPECTION' KREN MENARA
(KPKM 01)**

Nama dan Alamat Pemilik : _____

Nama dan Alamat Tempat Kren Dipasang : _____
Pemeriksaan dilakukan

Firma Pemasang : _____

Ruj. Kelulusan Rekabentuk : _____

A : BUTIR-BUTIR MESIN ANGKAT (NO. PENDAFTARAN: _____)							
Jenis : HAMMER LUFFING		Tahun dibina :		Kuasa : 60 kw		BKS : 1.3 tan @ 50 meter (2 FALL / 4 FALL)	
Model : _____		Kedudukan kren terdahulu :					
No. Siri : _____							
Pembuat : _____							
B : BUTIR-BUTIR PEMERIKSAAN							
PERKARA	BAIK	T/BAIK	CATATAN	PERKARA	BAIK	T/BAIK	CATATAN
1. Asas Tapak *				17. Cabin			
2. Fix Anchor (cast in / reusable)				18. Radius Indicator(H&T)			
3. I Beam				19. Hoisting Winch Unit			
4. J Bolt				20. Hoist Rope			
5. Chassis Frame				21. Hoist Sheave & Pin			
6. Ballast Block				22. Trolley Winch Unit			
7. Mast Element				23. Trolley Rope			
8. Ladder & Platform				24. Luffing Winch Unit			
9. Push bolts & pin				25. Luffing Sheave & Pin			
10. Climbing cage				26. Luffing Rope			
11. Slewing table				27. Cat Head			
12. Counter weight				28. Electrical Panel			
13. Jib				29. Hydraulic Cylinder System			
14. Counter Jib				Others			
15. Hook Block							
Kedudukan kren menara							
Radius operation dicadangkan & jib length				Catatan : (/) - Satisfactory, (R.A)-Repair, (R.P)-Replace, (N.D.T)-NDT			
o& meter							
C : ASAS TAPAK *							
Surat Akuan daripada Kontraktor Utama / Pengurus Projek / Residents Engineer (Foundation)						ADA / TIADA	
Surat Akuan daripada Firma Pemasang (Fix Anchor / I Beam / J Bolt)						ADA / TIADA	
Laporan Test Pile (Jika menggunakan asas pile)						ADA / TIADA / NA	
Laporan Ujian Konkrit bersama Photo Penyediaan Asas Tapak						ADA / TIADA / NA	
D : Lain-Lain							
Semua Komponen Asal dipasang						SETUJU / TIDAK	
Kebenaran Daripada Jabatan Penerbangan Awam						YA / TIADA	
Prosedur kerja selamat kaws bagi operasi jib overlapping						PERLU / TIDAK	
Keperluan untuk memasang Anti Collision Sensor / Zoning System						PERLU / TIDAK	
E : Kebenaran Memasang Jentera Dikeluarkan							
* Pastikan 'wall ties' dibina mengikut rekabentuk daripada pembuat dan disahkan oleh Jurutera Professional.							
Komen : _____							

Tandatangan Pemeriksa		Tandatangan Wakil Tapak & Cop			Tandatangan OYB & Co		
(_____)		(_____)			(_____)		
Tarikh Ujian :		Tarikh:			Tarikh:		
Disemak : Ketua Seksyen Kerja Bina							

Rajah 4.1 Borang senarai semak pemeriksaan asas tapak

**SENARAI SEMAK PEMERIKSAAN DAN UJIAN KREN MENARA
(PERTAMA / ULANGAN)** **(KPKM 02)**

Nama dan Alamat Pemilik : _____

Nama dan Alamat Ujian Dilakukan : _____

Firma Pemasang : _____

Ruj. Kelulusan Rekabentuk : _____

A : BUTIR-BUTIR MESIN		No. Pendaftaran: _____				
Jenis :	_____	Tahun dibina :	-			
Model :	_____	Kuasa :	60 kw			
No. Siri :	_____	BKS :	1.3 tan @ 50 meter (2 FALL / 4 FALL)			
Pembuat :	_____					
B : UJIAN BEBAN LAMPAU						
Beban Ujian :	_____ kg/tan @ _____ meter		(2 FALL / 4 FALL)			
Keputusan Ujian :						
C : PERALATAN						
PERKARA	PEMASANGAN			KEADAAN		CATATAN
	NA	ADA	TIADA	BAIK	T/BAIK	
C1 : PEMASANGAN						
1. Struktur Kren (Pemasangan)						*Perlu diperiksa terlebih dahulu oleh OYB
a. Mast						
b. Bolt dan Joint						
c. Counterjib						
d. Jib						
e. Trolley						
f. A frame / Cat Head						
g. Hoisting System						
h. Wall ties						
2. Safety Latch (Block)						
3. Wire Rope (Hoisting)						
4. Sling Rope						
5. Load Chart						
6. Fire Extinguisher						
7. Lightning Arrestor						
8. Rest Platform & Ladder						
9. Aviation Light						
C2 : PENGUJIAN						
1. Load Indicator						
2. Radius Indicator						
3. Brake Test (Hoisting)						
4. Luffing Limit Switch						
5. Hoisting Limit Switch						
6. Slewing Limit Switch						
7. L/Switch for trolley In & Out ration						
8. Load Moment Limiter						
9. Overload Limit Switch						
10. Siren						
11. Anti-Collision Sensor						
D : BUTIR-BUTIR PEMANDU KREN KETIKA PEMERIKSAAN (Salinan Sijil Operator Yang Sah)						
Nama Pemandu :	_____	Nama Pemandu :	_____			
Tamat Tempoh :	_____	Tamat Tempoh :	_____			
No. Sijil JKCP :	_____	No. Sijil JKCP :	_____			
Posidur Kerja Selamat Khas bagi Kren Menara (<i>jib overlapping</i>) : ADA / TIADA / NA Sekiranya TIADA Prosedur Kerja Selamat Khas, kren menara ini tidak dibenarkan untuk beroperasi * Pastikan 'wall ties' dibina mengikut rekabentuk daripada pembuat dan disahkan oleh Jurutera Professional.						
Komen : _____						

Tandatangan Pemeriksa	Tandatangan Wakil Tapak & Cop		Tandatangan OYB & Co			
(_____)	(_____)		(_____)			
Tarikh Ujian :	Tarikh:	Tarikh:		Tarikh:		
Disemak : Ketua Seksyen Kerja Bina						

Rajah 4.2 Borang senarai semak ujian kren menara

4.1.17 Surat akuan asas tapak

Sekiranya kren Menara menggunakan tapak jenis J-bol maka satu surat permohonan kelulusan mesti diperolehi oleh OYB sebelum pemasangan asas tapak dimulakan. Reka bentuk tersebut mengikut spesifikasi dan disahkan oleh jurutera professional. J-bol yang digunakan mesti mengikut pengiraan yang sama dengan piawaian yang ditetapkan oleh manual pengilang dan menggunakan bahan yang asli. Sekiranya kebenaran tidak diperolehi maka OYB mesti memasang tapak menggunakan tapak asal yang disediakan oleh pengilang.

4.1.18 HIRARC

Dokumen HIRARC (mesti disediakan oleh OYB sebelum kebenaran memasang diperolehi. Penerangan lanjut berkenaan HIRARC ini boleh dirujuk di bahagian keselamatan am. Ini untuk memastikan segala risiko dan bahaya diambil kira semasa memasang, meninggi, merombak dan menyenggara kren menara. Antara perkara yang diambil kira tetapi tidak terhad kepada perkara berikut:

- (a) Menjalankan penilaian risiko di tapak bina
- (b) Keselamatan bekerja di tempat tinggi
- (c) Menggunakan kaedah kejuruteraan kawalan yang efektif
- (d) Penggunaan alat pelindung diri
- (e) Rekod dan penyimpanan yang tersusun dan teratur

Perkara berikut mesti diambil kira dalam penilaian risiko memasang, meninggi dan merombak kren menara:

- (a) Cuaca dan angin
- (b) Lalulintas
- (c) Angkatan dan penurunan barang
- (d) Jatuh dari ketinggian
- (e) Objek jatuh
- (f) Kemudahan akses kepada kren menara
- (g) Pekakas dan peralatan tangan (handtools)
- (h) Personel lain yang terlibat disekitar tapak bina

(i) Komunikasi

4.1.19 Tatacara pengendalian piawai (SOP)

Satu tatacara pengendalian piawai memasang dan merombak kren Menara mesti disediakan oleh OYB. Perkara tersebut mesti meliputi prosedur memasang dan merombak kren menara dengan kaedah yang betul mengikut manual pengeluar, langkah-langkah keselamatan, dan pekerja yang terlibat dalam keseluruhan operasi memasang, berdiri dan merombak.

(a) Contoh SOP prosedur memasang atau merombak untuk kren *hammerhead*:

- i. pemeriksaan asas tapak dijalankan bersama jurutera profesional dan mengikut spesifikasi
- ii. memeriksa struktur dan komponen kren menara termasuk pin, puli, bol dan nat, bongkah cangkuk dan sistem elektrik
- iii. menggunakan kren bergerak dengan kapasiti yang sesuai dengan beban komponen dan struktur kren menara yang diangkat
- iv. mast asas mesti digunakan berdasarkan manual pengilang dan sesuai untuk ketinggian maksimum kren samada tegak sendiri (free standing) diikat pada bangunan (wall-tie)
- v. memasang pelantar slu pada mast
- vi. memasang kabin operator
- vii. memasang kerangka-A
- viii. memasang jib pengimbang dan papan suis
- ix. memasang dan memsukkan berat timbal berdasarkan manual pengilang dan turutan yang betul
- x. menyambung rod penyambung diantara jib pengimbang dan kerangka-A
- xi. Memasang rod penyambung dan bum di atas tanah sebelum dinaikkan
- xii. Memasang troli dan tali awai

(b) Contoh SOP berkenaan keselamatan awam

- i. hanya orang yang kompeten sahaja boleh memasang dan merombak kren menara
- ii. alat pelindung keselamatan mesti digunakan setiap masa dan dibekalkan oleh majikan

- iii. taklimat keselamatan diadakan kepada semua ahli setiap kali sebelum memulakan proses memasang atau merombak
- iv. semua kawasan yang melibatkan proses memasang atau merombak mesti diletakkan tanda (safety tape etc) dan diawasi oleh pegawai keselamatan (SHO)
- v. kren bergerak dipastikan berfungsi sepenuhnya
- vi. tiada pekerja selain daripada pasukan memasang atau merombak berada bersama-sama di dalam bangunan atau di bawah kren menara
- vii. kren bergerak mempunyai kapasiti untuk mengangkat beban paling berat kren menara yang hendak dipasang atau dirombak
- viii. semua peralatan kecil yang dibawa naik mesti dipastikan diikat dan dipegang oleh pasukan memasang untuk mengelakkan objek jatuh.

(c) Pasukan mengangkat yang lengkap mesti terdiri daripada:

- i. OYB
- ii. Pengurus teknikal (*Technical manager*)
- iii. Pengurus operasi (*Operation manager*)
- iv. Penyelia utama mengangkat (*Lifting supervisor*)
- v. Operator kren
- vi. Juruteknik (*Technician*)
- vii. Jurutali kanan (*Senior rigger*)
- viii. Jurutali (*Rigger*)
- ix. Juru Isyarat (*Signalman*)
- x. Tukang kipal (*Welder*)
- xi. Pendawai (wireman)

4.1.20 Spesifikasi teknikal kren menara

Spesifikasi teknikal kren menara mesti disertakan semasa membuat permohonan memasang kren. Spesifikasi umum ini terdapat di dalam manual pengilang. Perkara yang perlu ada ialah saiz ketinggian kren, panjang jib pengimbang dan bum, jarak bongkah cangkuk dan carta beban.

BAB 5

PROSES MEMBINA ASAS TAPAK KREN MENARA

5.1 Penilaian Asas Tanah Untuk Tapak Kren Menara

5.1.1 Asas dan keperluan penilaian

- (a) Apabila kren menara hendak didirikan berhampiran dengan bangunan yang telah siap atau sedang dibina, OYB perlu memastikan tanah untuk penempatan kren menara itu selamat seperti yang disyorkan manual pengilang kren menara dan penilaian asas tapak tersebut mesti disahkan oleh jurutera profesional.
- (b) Sekiranya berlaku gangguan pada tanah semasa pembinaan asas tapak kren menara, tembok penahan perlu dibina atau kedalaman asas tapak untuk kren menara ditingkatkan.
- (c) Penilaian keadaan tanah perlu mengambil kira keupayaan tanah untuk menerima beban dan berat yang dikenakan oleh kren menara dan beban yang dikenakan oleh kren bergerak yang digunakan untuk meninggi atau merombak kren menara.
- (d) Sebahagian daripada bahaya yang perlu dipertimbangkan dalam penilaian tanah, adalah:
 - i. keadaan tanah
 - ii. kelembapan tanah
 - iii. kawasan yang tidak mampat
 - iv. tanah yang berhampiran dengan terusan dan sungai
 - v. perubahan kepada keadaan tapak semasa pembinaan
- (e) Kren tidak boleh didirikan di kawasan yang boleh membahayakan asas tapak kren dan struktur sokongan daripada keadaan bawah tanah seperti kepadatan, penggalian, paip yang tertanam, penahan jalan, air dan sebagainya. Jika terdapat bahaya berkaitan keadaan tanah tersebut,

sokongan tambahan perlu disediakan pada asas tapak untuk memastikan keselamatan kren.

5.1.2 Asas tapak kren menara dan struktur sokongan

- (a) Tanah atau asas tapak, struktur penyokong sementara, *grillages*, pemadat, penyambungan dan sauh bagi kren menara hendaklah cukup kuat untuk menahan bebanan maksimum kren samada semasa operasi atau tidak operasi tanpa kegagalan. Secara khususnya, penyediaan permukaan tanah yang sesuai untuk kren menara jenis tetap perlu dijalankan atas sebab-sebab keselamatan.
- (b) Penempatan kren menara, penilaian beban maksimum, reka bentuk asas tapak kren, struktur sokongan dan keperluan sampingan hendaklah disahkan oleh orang yang kompeten atau Jurutera Berdaftar yang dilantik. Pemerhatian diperlukan untuk memastikan bahawa beban yang dikenakan tidak melampaui had beban yang dibenarkan.
- (c) Semasa di tapak pembinaan, apabila pemasangan kren menara memberi kesan ke atas struktur kekal kren dengan cara tegasan melampau atau beban melampau, orang yang bertanggung jawab perlu mengemukakan pelan asas tapak yang telah diperakui, maklumat reka bentuk dan / atau penjelasan kaedah kerja kepada jurutera projek dan mengesahkan kerja telah disiapkan.
- (d) Adalah sangat penting untuk memastikan bahawa maklumat berkenaan ciri-ciri kren menara diberikan oleh pereka bentuk atau pengeluar kren adalah tepat, dan semakan perlu dibuat sebelum kerja penegakan kren dijalankan untuk memastikan bahawa kren yang dipasang memenuhi kriteria untuk reka bentuk asas tapak kren. Asas tapak kren menara perlu dilakukan pemeriksaan harian untuk mengesan sebarang tanda-tanda kerosakan, kelonggaran sambungan atau keretakan dalam struktur asas tapak oleh pihak yang bertanggungjawab.

5.1.3 Penilaian asas tanah di tapak pembinaan

Penilaian terhadap kekuatan tanah boleh berbeza dari pemeriksaan permukaan tanah secara visual dan kaji selidik secara geoteknikal. Oleh yang demikian, ia adalah penting penilaian itu dibuat oleh orang yang mempunyai pengetahuan dan pengalaman yang mencukupi untuk mengetahui keperluan dan penilaian yang diperlukan. Kegagalan tanah boleh menjadi punca kepada insiden kecil dan kejadian berbahaya di tapak pembinaan, dan boleh menyebabkan kecederaan serius dan kematian. Hazad keadaan tanah mungkin boleh berlaku disebabkan: -

(a) Tanah yang tidak padat (*Uncompacted fill*)

Tanah atau bahan lain mungkin bertimbus tanpa dipadatkan. Keretakan tanah di sepanjang kawasan tersebut merupakan satu petunjuk bahwa keadaan tanah itu tidak padat dan boleh menyebabkan kemalangan seperti ditunjukkan dalam Rajah 5.1.

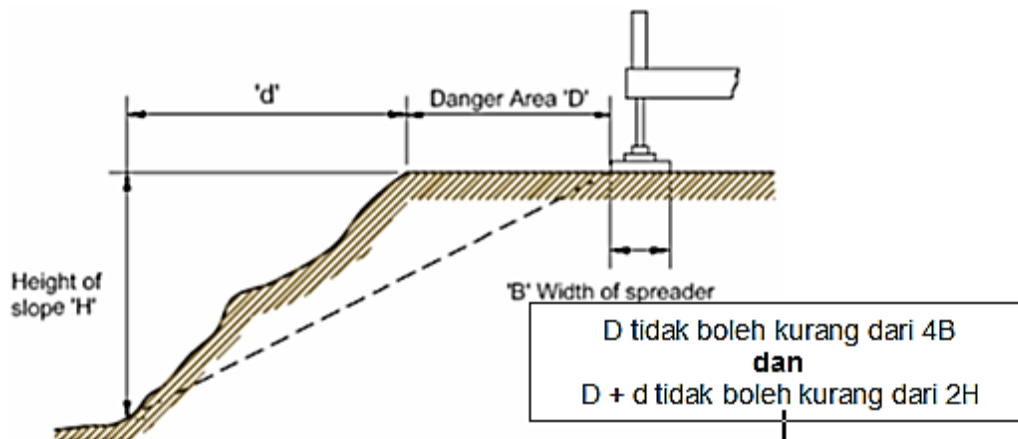


Rajah 5.1 Jentera yang tenggelam di kawasan tanah tidak padat (*Ground Conditions for Construction Plant Strategic Forum for Construction, Good Practice Guide, London, 2014*)

(b) Kedudukan yang dekat dengan kawasan penggalian

Kren / struktur tidak boleh diletakkan berhampiran dengan tepi parit dan penggalian lain kerana ia mungkin runtuh tanpa amaran. Jika jentera perlu

digunakan dekat dengan pinggir cerun atau penggalian, dengan *outriggers* atau roda di "kawasan bahaya", penilaian kejuruteraan oleh jurutera geoteknikal berwibawa perlu dibuat. Lokasi dan jarak selamat untuk penempatan jentera seperti ditunjukkan dalam Rajah 5.2.



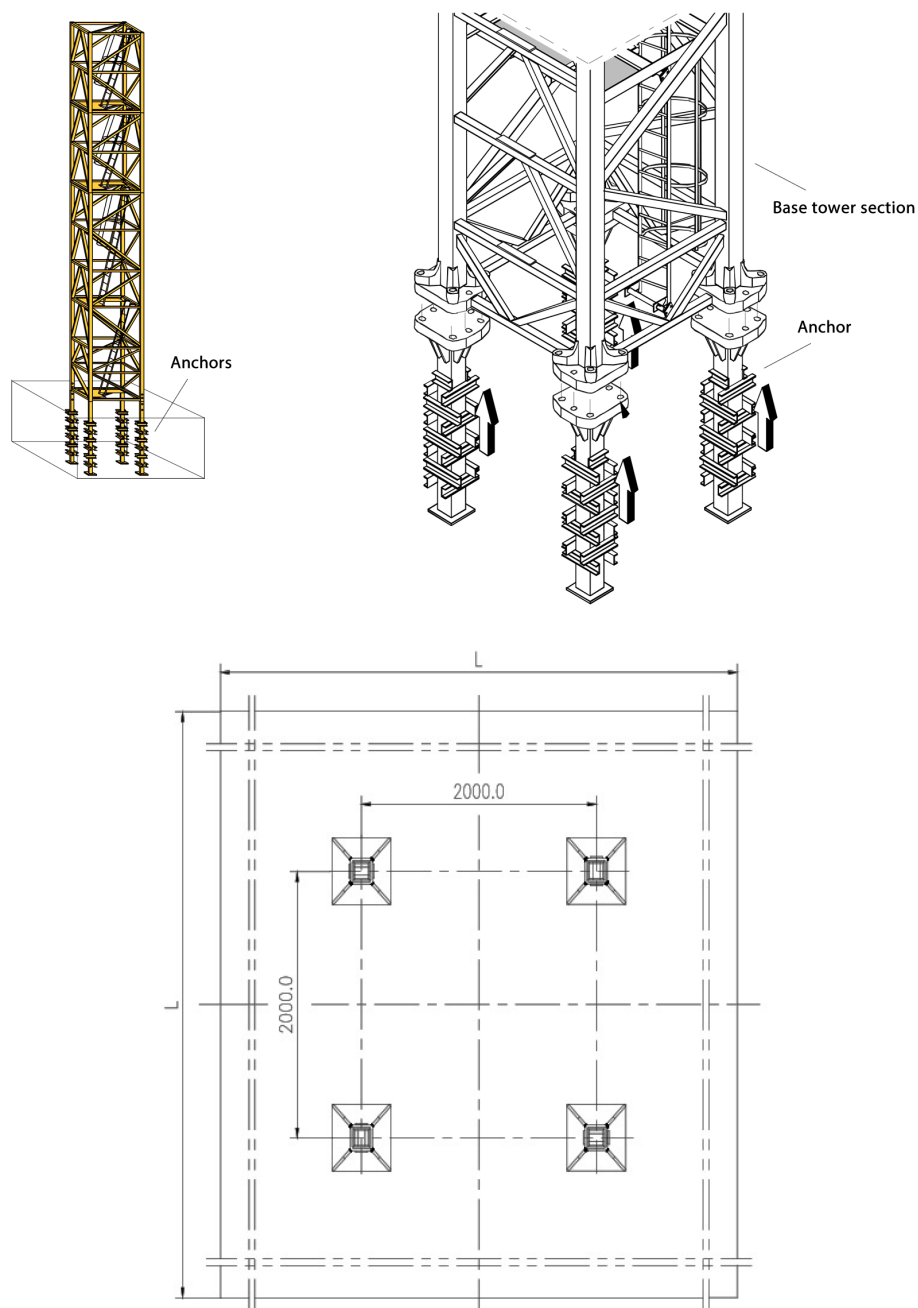
Rajah 5.2 Lokasi dan jarak selamat untuk penempatan jentera / struktur
(*Ground Conditions for Construction Plant Strategic Forum for Construction, Good Practice Guide, London, 2014*)

(c) Keadaan cuaca

Hujan lebat atau berpanjangan juga boleh mengubah keadaan tanah dan menyebabkan tenggelamnya outriger (*outriggers*) atau roda. Jika disyaki bahawa tanah sokongan semakin lembut, pemeriksaan berkala hendaklah dibuat. Pemeriksaan berkala perlu dilakukan apabila tanah membeku / mengeras kerana pada luarannya ia nampak lebih kukuh tetapi sebaliknya lemah.

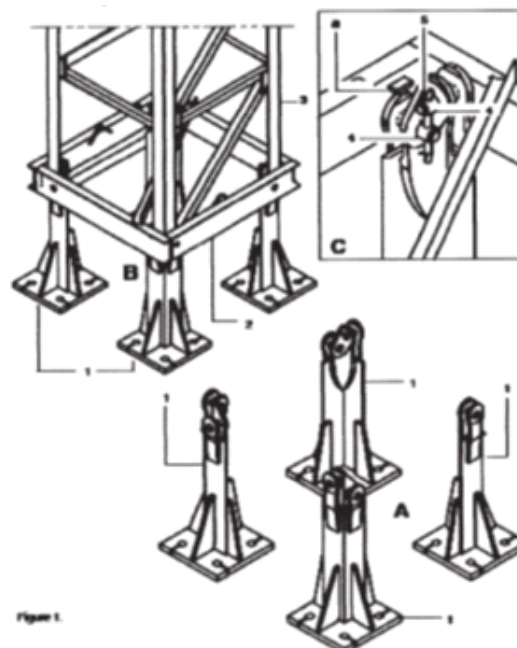
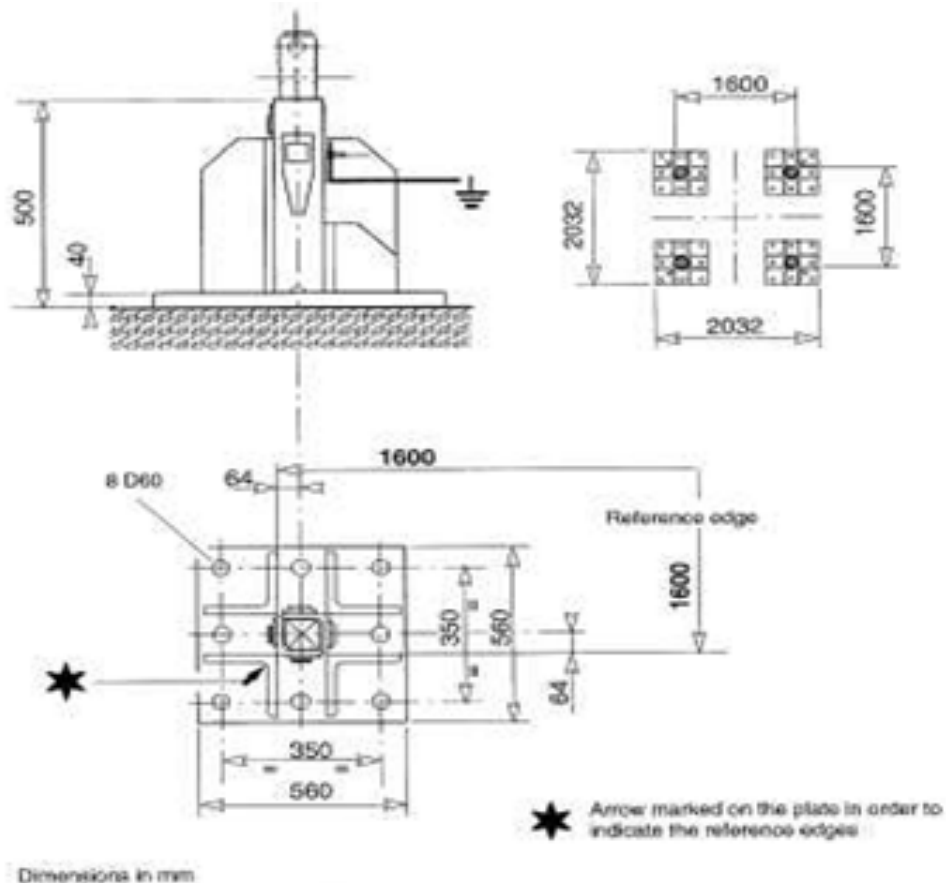
5.2 Jenis-jenis Asas Tapak Tatap Kren Menara

Rajah 5.3 dan 5.4 menunjukkan posisi pemasangan tapak asas kren menara. Tapak asas kren menara disediakan dengan memasang pasak tetap pada konkrit. Terdapat dua jenis pasak yang digunakan dalam kren menara iaitu pasak ikatan kekal dan pasak boleh ubah. Rajah 5.3 menunjukkan kedudukan pasak ikatan dan kedalaman pasak ikatan di dalam konkrit. Rajah 5.4 pula menunjukkan cara pemasangan pasak boleh ubah.



Rajah 5.3 Pelan pemasangan pasak ikatan tetap

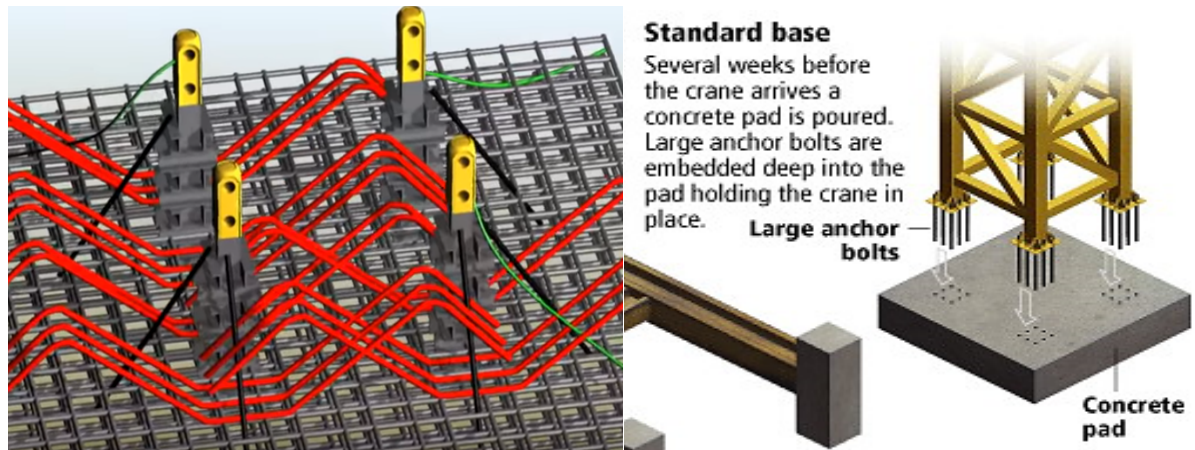
Dalam proses pemasangan konkrit pasak ikatan boleh ubah, semua ikatan hendaklah berada pada kedudukan simetri dari konkrit dimana paksi blok konkrit membentuk segi empat sama mengikut saiz tiang yang ditetapkan seperti yang ditunjukkan dalam rajah 5.4



Rajah 5.4 Pelan pemasangan psak ikatan boleh ubah

Dalam pembinaan tapak asas, bol berkekuatan tinggi juga sangat diperlukan untuk menambah kekuatan ikatan pada *mast* asas (Rajah 5.5). Dalam memilih pasak yang baik, penilaian gred logam perlu dilakukan. Selain itu, langkah

pemasangan juga perlu diambil kira untuk memastikan penambat yang digunakan lebih kukuh. Plat tapak yang biasa memerlukan sekurang-kurangnya 16 bol pasak. Spesifikasi bol pasak yang digunakan mestilah sama seperti yang ditetapkan oleh pengeluar.



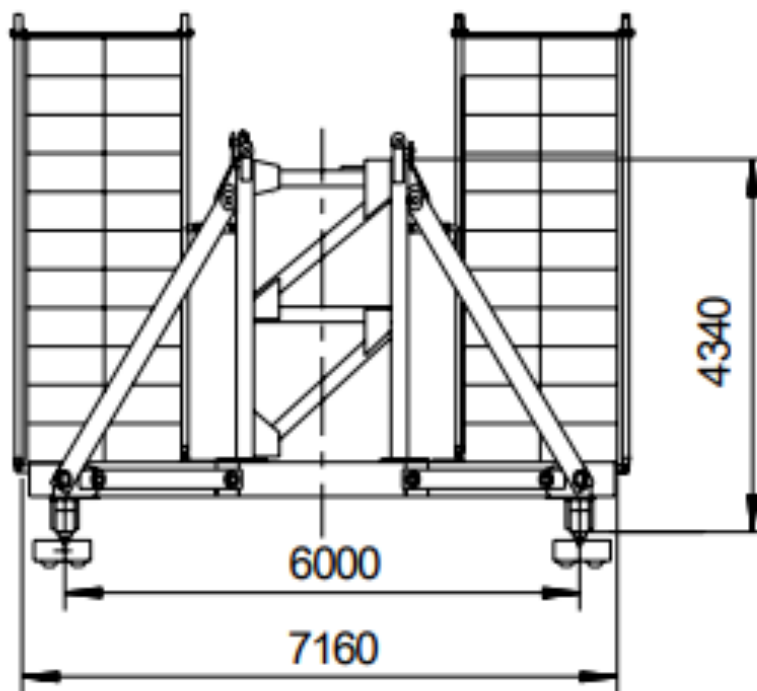
Rajah 5.5 Gambaran bolt kekuatan tinggi dalam pembinaan tapak asas

BAB 6

PROSES MEMASANG KREN MENARA

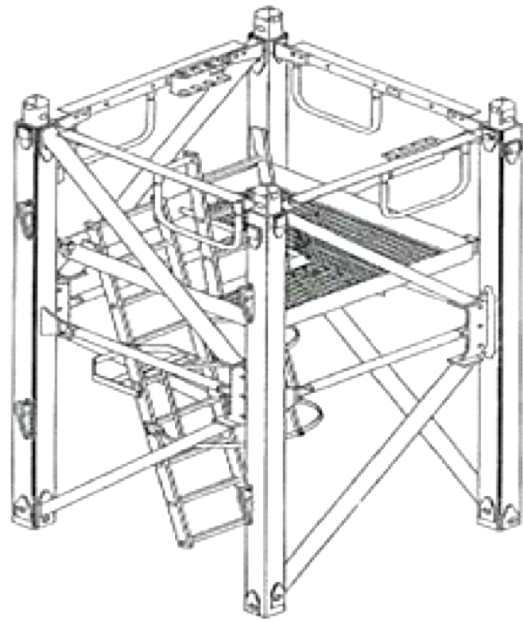
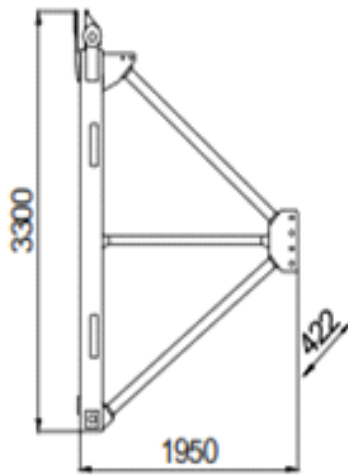
6.1 Bahagian Mast

Panjang mast asas adalah lebih panjang berbanding bahagian mast yang lain. Bahagian mast ini diletakkan di bahagian tapak asas sebuah kren menara (Rajah 6.1). Bahagian tengah mast pula mempunyai panjang sekitar 3 m tinggi dan dihubungkan dengan penyambung penambat, pelantar rehat, tangga pendek, tangga panjang dan sokongan tangga (Rajah 6.2). Bahagian mast paling atas pula disambungkan dengan pelantar slu (rajah 6.3)

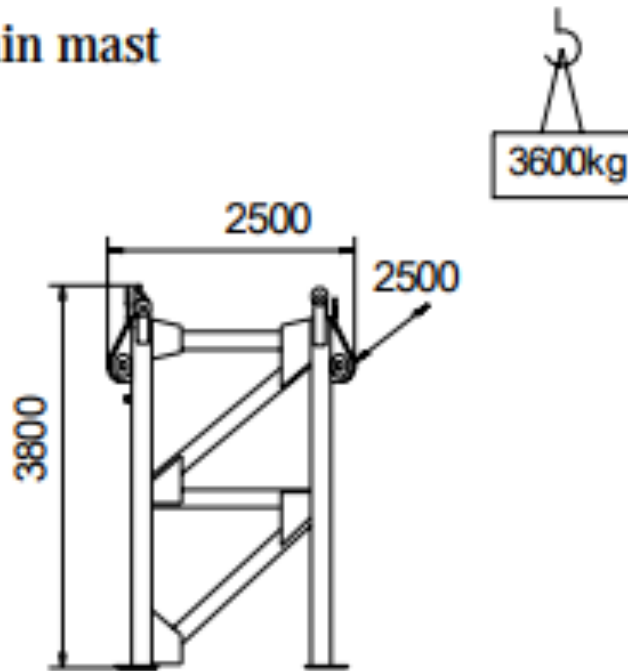


Rajah 6.1 Bahagian mast asas

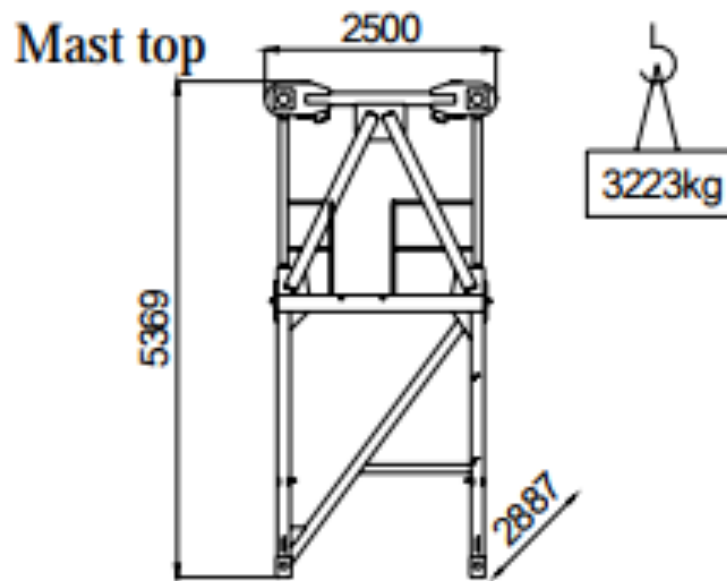
Mast section



Main mast



Rajah 6.2 Mast



Rajah 6.3 Bahagian *mast* paling atas

6.2 Penyediaan Bahagian Menara

6.2.1 Pemasangan pelantar slu

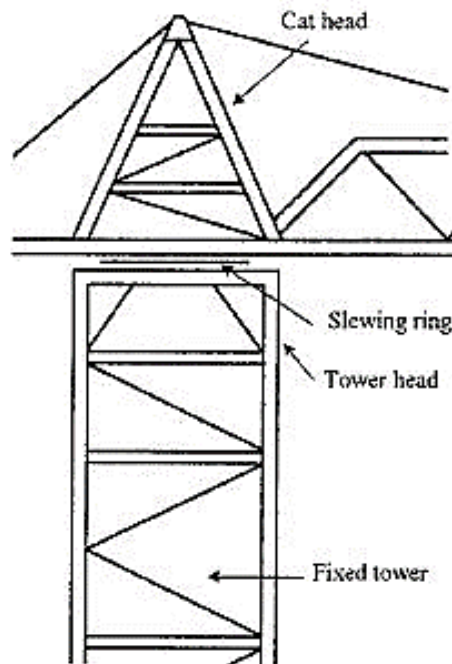
Bahagian paling atas mast akan dicantumkan dengan pelantar slu (*slew table*), Pelantar slu diangkat dengan menggunakan kren bergerak dan diposisikan dengan tepat di atas bahagian mast Rajah 6.4.



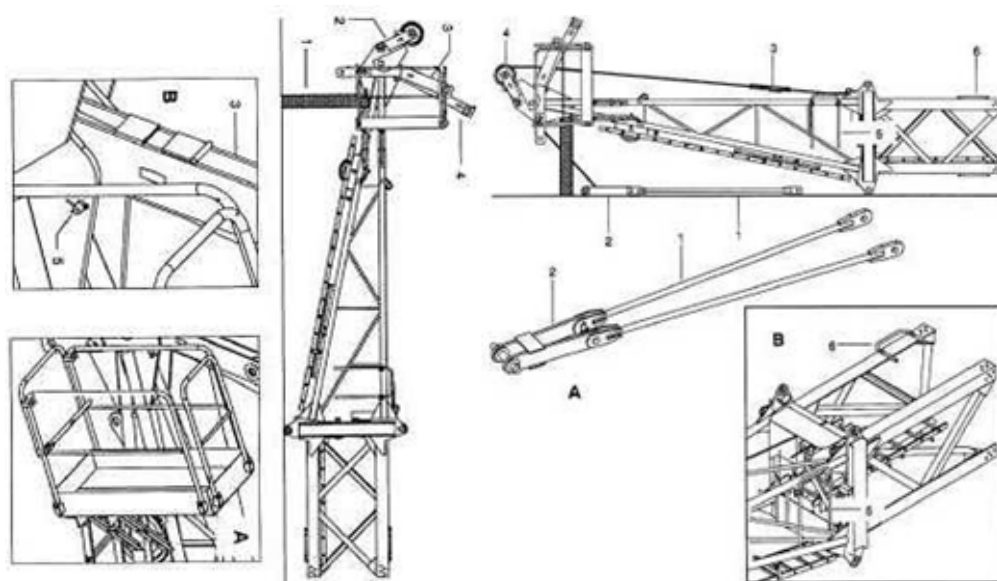
Rajah 6.4 Penyediaan pelantar slu

6.2.2 Pemasangan kerangka-A

Dalam mencantum dan memasang kerangka-A, cantuman dilakukan dengan meletakkan kerangka-A dalam posisi menegak. Kedudukan kerangka-A disusun dibahagian teratas tiang menara di bawah pelantar slu (Rajah 6.5). Sebelum proses meninggi dimulakan, pelantar slu terlebih dahulu dipasang pada tiang menara pada kedudukan yang betul menggunakan bol (Rajah 6.6)

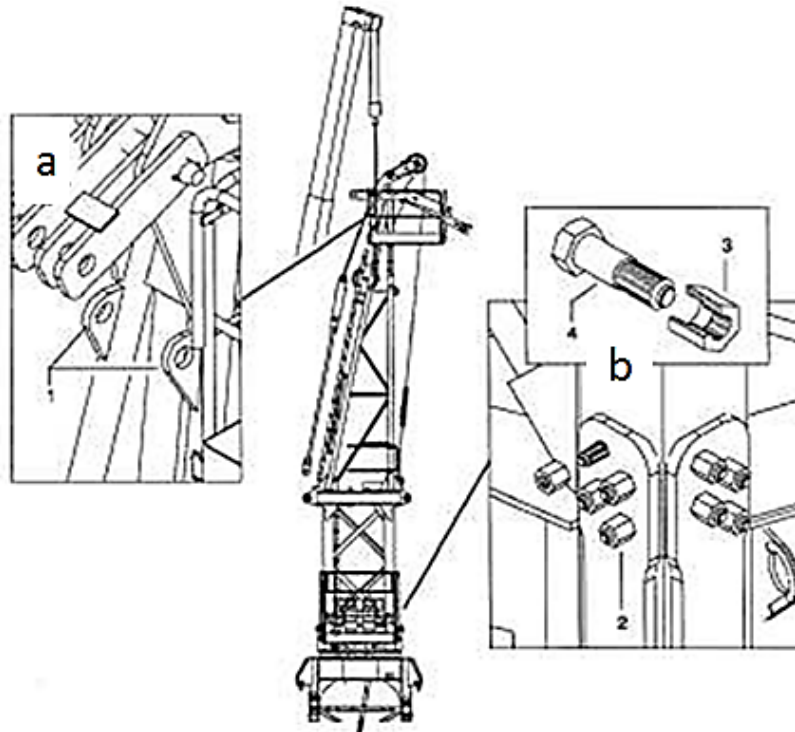


Rajah 6.5 Langkah memasang kepala menara



Rajah 6.6 Langkah penyediaan kerangka-A

Pemasangan kerangka-A dibuat dengan mengangkat kerangka-A menggunakan kren bergerak ke puncak menara dan menyambungkan kerangka A pada pelantar slu menggunakan bol seperti dalam Rajah 6.7.

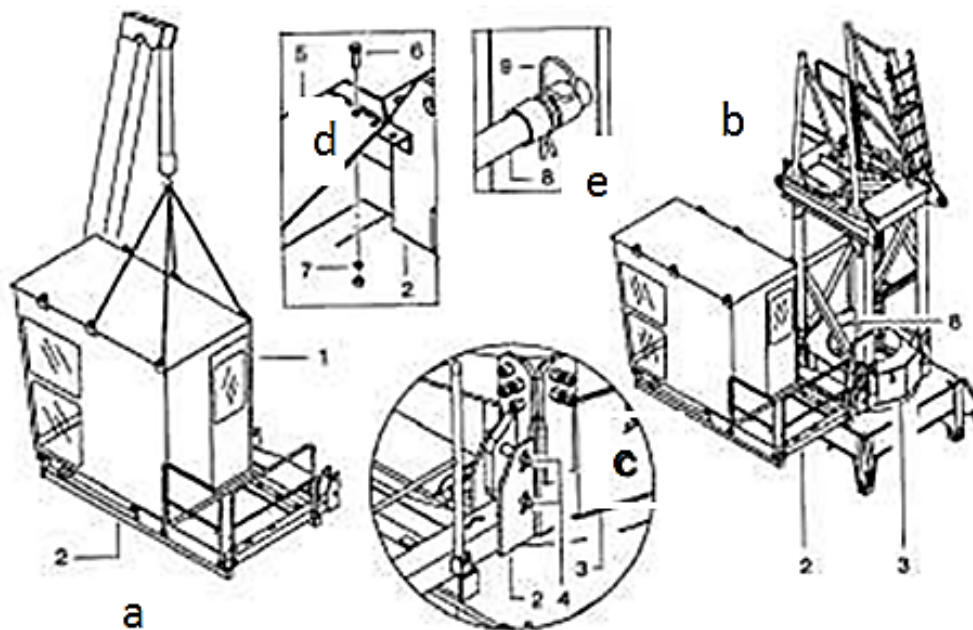


Rajah 6.7 Pemasangan kerangka A (a) batang ikat (b) sambungan bol pada tiang

6.2.3 Pemasangan kabin

Langkah-langkah pemasangan kabin ialah seperti dalam Rajah 6.8:

- (a) Kabin diangkat menggunakan kren bergerak dan dipusingkan pada kedudukan yang betul (a)
- (b) Kabin diletakkan di atas pelantar (b)
- (c) Pin sokongan antara kabin dan pelantar dipasang (c) dan diketatkan (e)
- (d) Papan pemijak disambung ke pelantar kren (d)
- (e) Alihkan landasan cekau (*grab rails*) dan kunci kedudukan landasan menggunakan pin keselamatan

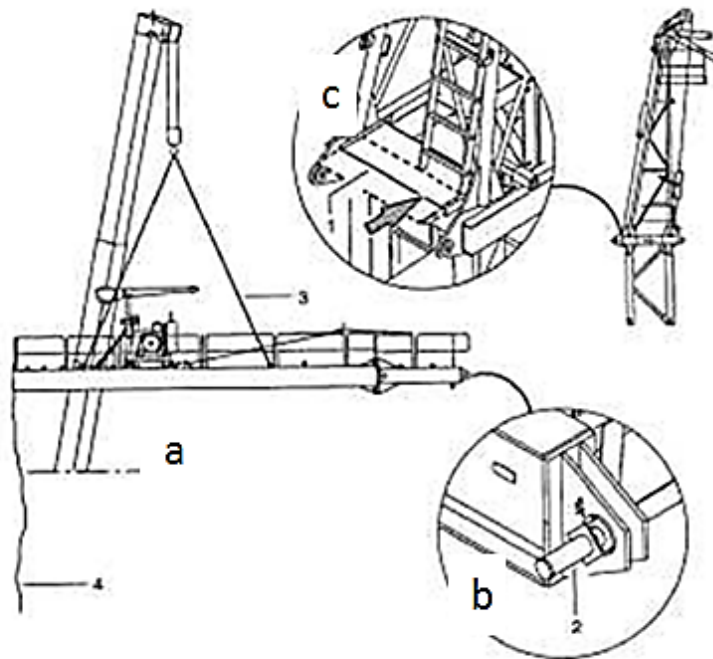


Rajah 6.8 Langkah pemasangan kabin operator

6.2.4 Memasang jib pengimbang

Jib pengimbang yang memegang penimbal berat perlu dipasang pada kedudukan yang betul sebelum diangkat Rajah 6.9 (a). Jib pengimbang diangkat menggunakan kren bergerak dan disambungkan kepada bahagian pelantar slu. Sambungan diketatkan supaya jib tidak menggelongsor apabila diangkat (b).

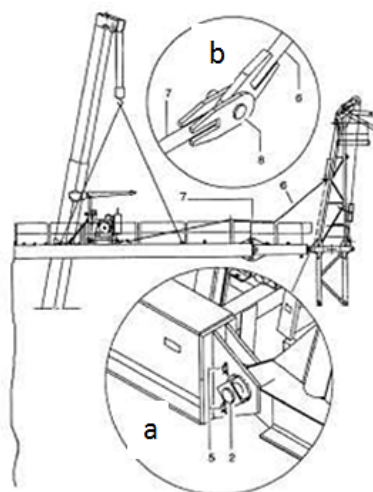
Sekiranya langkah memasang tanpa menggunakan bantuan kren kedua, kabel pemasangan perlu digulung dengan betul dan alat pengunci digunakan dengan berhati-hati. Jib pengimbang disambungkan dengan kerangka-A dan sambungan bol diketatkan (c). Semua pin, bol dan nat hendaklah diperiksa dari masa ke semasa .



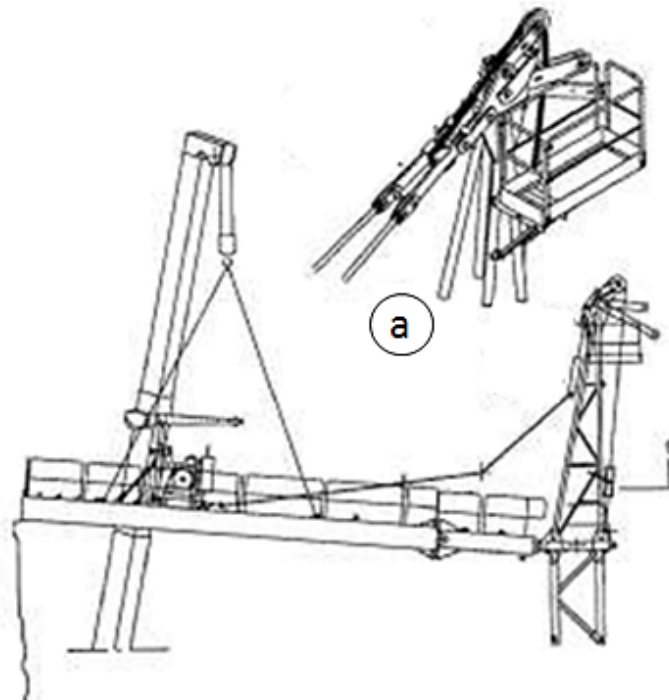
Rajah 6.9 Mengangkat dan memasang jib pengimbang

6.2.5 Rod penyambung

Rod penyambung berfungsi untuk menyambungkan jib kepada kerangka-A (Rajah 6.10 dan 6.11). Komponen ini memerlukan pemeriksaan berkala bagi mengelakkan lenturan daripada berlaku. Setelah pengimbang jib disambungkan pada kren menara Rajah 6.11 (a), rod penyambung disambungkan dengan kerangka-A rajah 6.11 (b) menggunakan bol yang sesuai.



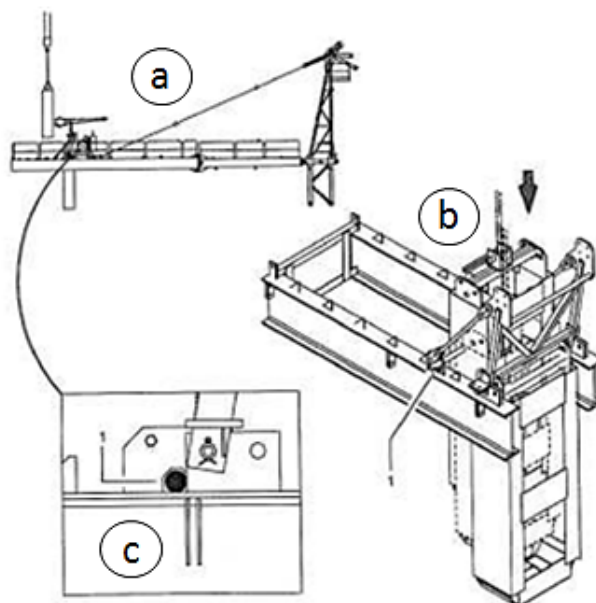
Rajah 6.10 Langkah mengikat rod penyambung



Rajah 6.11 Contoh sambungan pengimbang jib dan kerangka-A menggunakan rod penyambung

6.2.6 Memasang berat timbal

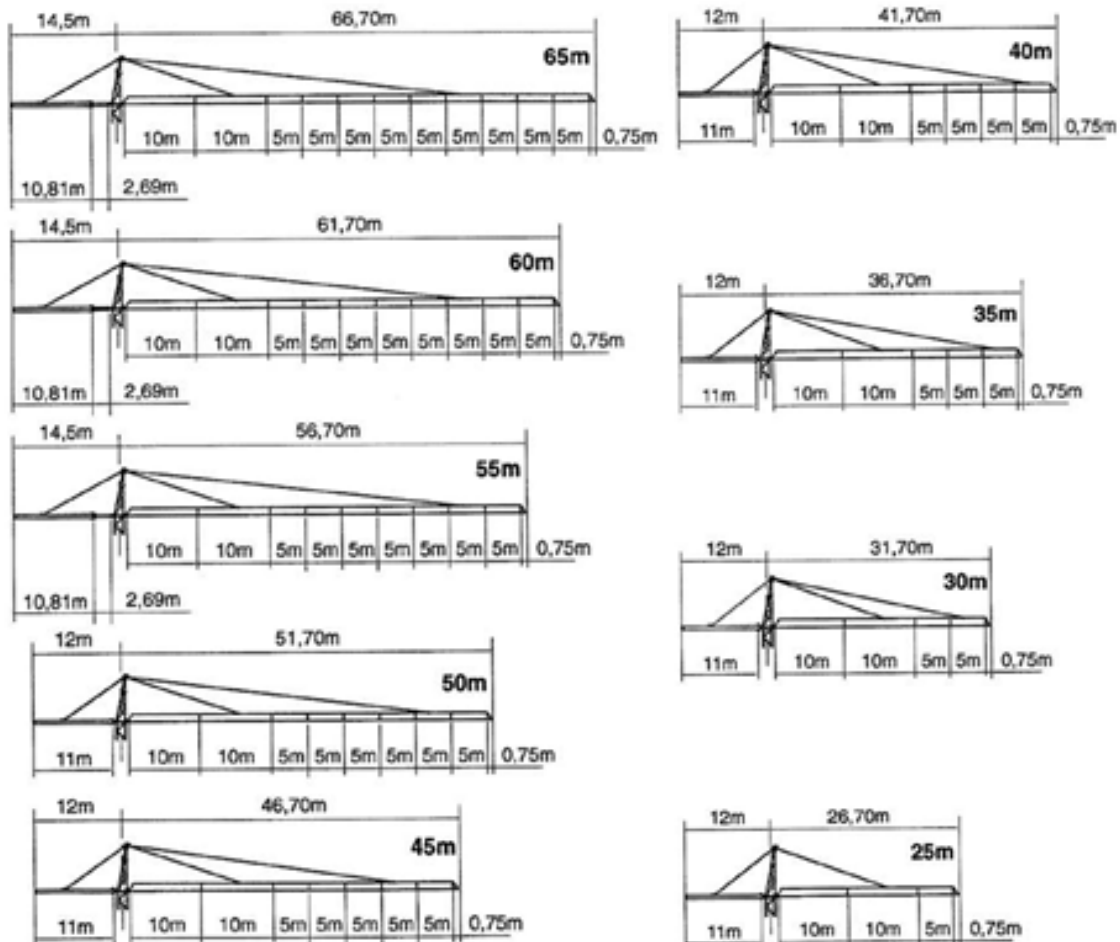
Rajah 6.12 menunjukkan jib disambungkan kepada kerangka A (a) dan disambungkan dengan menggunakan bol (b) sebelum berat timbal disusun di atas jib (c).



Rajah 6.12 memasang berat timbal (*counterweight*)

6.2.7 Pengenalpastian dan pemasangan bum

Bum dikenalpasti daripada diameter putaran kren menara yang diperlukan oleh tapak bina. Rajah 6.13 menunjukkan piawai diameter putaran tiang yang sesuai mengikut panjang jib.



Rajah 6.13 Piawai pengenalpastian bum

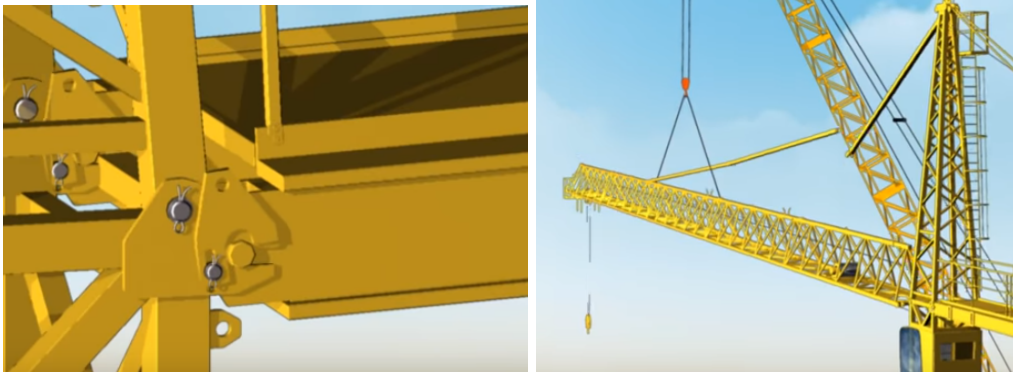
6.2.8 Memasang bum

Proses memasang bum adalah bergantung kepada jenis kren menara. Langkah memasang bum kren hammerhead adalah seperti berikut:

- Satu rod penyambung perlu disambungkan kepada bum sebelum diangkat; manakala satu bahagian lagi rod penyambung disambungkan pada kerangka-A. Trolis juga perlu dipasang pada bum sebelum diangkat.
- Bum perlu diangkat sedikit menggunakan kabel pengangkat pada kren bergerak sebelum trolis dipasang pada bum. Posisi trolis pada bum perlu dijaga bagi memastikan bum berada dalam keadaan seimbang semasa

dinaikkan ke atas menara. Fungsi utama bagi troli dan alatan lain seperti suis penghad dan pendawaian perlu diperiksa sebelum bum dinaikkan.

- c) Bum perlu diangkat dalam keadaan mendatar mendekati bahagian *mast*. Bum dipasang pada pelantar slu menggunakan pin (rujuk Rajah 6.14(a)) sebelum kedua-dua rod penyambung dipasang (rujuk Rajah 6.14(b)).



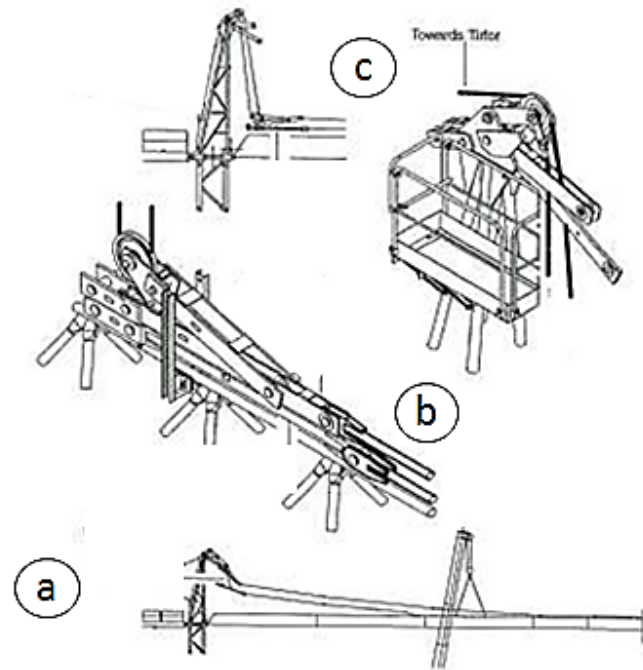
(a)

(b)

Rajah 6.14 (a) Pin digunakan untuk menyambung bum dengan pelantar slu (b) Rod penyambung bum dan rod penyambung kerangka-A dipasang menggunakan pin

6.2.9 Mengikat rod penyambung pada kerangka-A

Rod penyambung disambungkan pada kerangka sebelum jib dinaikkan dan pada masa yang sama satu lagi rod penyambung diikat pada kerangka-A rajah 6.15(a). Struktur sambungan rod sambungan ditunjukkan dalam rajah 6.15(b) Setelah jib diangkat dan disambungkan pada pelantar slu, rod penyambung pada kerangka-A dan bum mula disambungkan rajah 6.15(c).



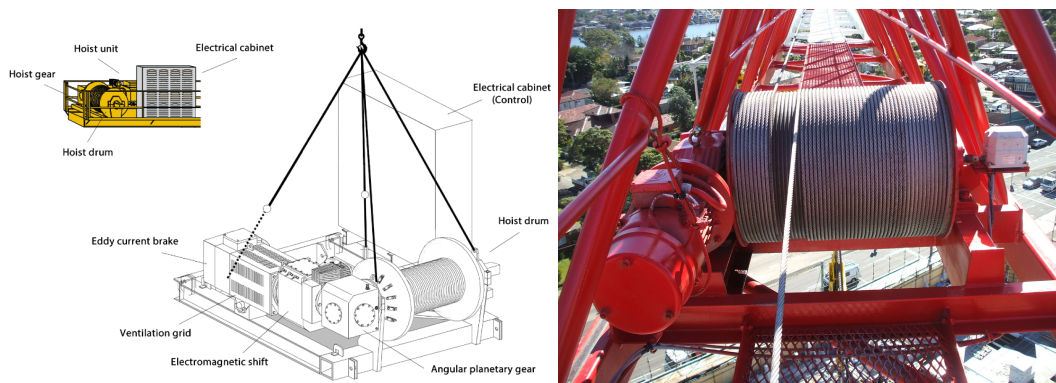
Rajah 6.15 Langkah menyambung bum dan kerangka-A

6.2.10 Pemasangan dram pada jib pengimbang

Terdapat dua kaedah pemasangan dram beserta tali dawai pada kren iaitu:

(a) Tali dawai yang sedia digulung pada dram

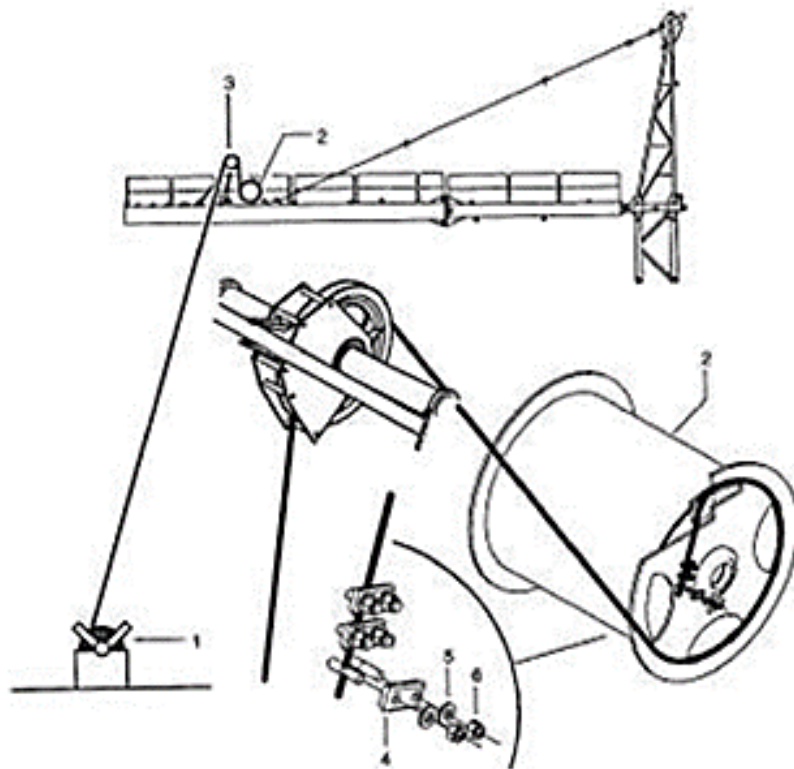
- Tali dawai yang sedia tergulung pada dram (Rajah 6.16) disediakan sebelum dinaikkan ke jib pengimbang menggunakan kren bergerak.
- Tali dawai disambung pada troli dan takal di bahagian bum dan disambungkan terus kepada cangkuk untuk mengangkat beban.



Rajah 6.16 Beberapa contoh rajah yang tali dram dah sedia tergulung dan berada di atas jib pengimbang

(b) Tali dawai digulung dari bawah

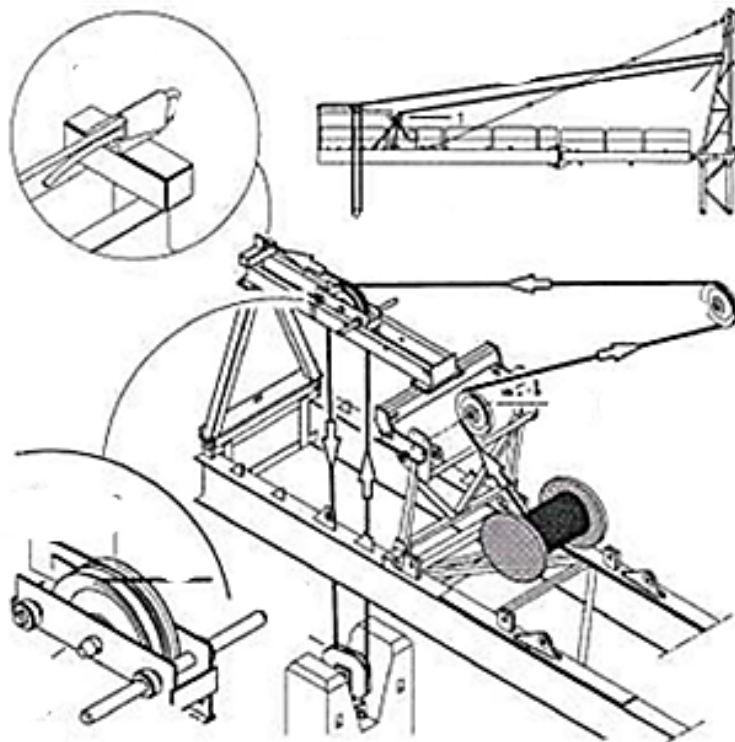
Semasa menggulung kabel, gear motor boleh diubah mengikut kelajuan kabel yang ingin digulung. Ketika mengubah gear motor, bongkah cangkuk perlu diletakkan di atas tanah untuk mengelakkan beban dari terjatuh. Kedudukan kabel sebelum digulung pada motor ditunjukkan dalam rajah 6.17. Jenis dan saiz kabel pengangkat perlu mematuhi piawaian BS302 (*Malaysian Standard MS551:1978, Specification for wire ropes for cranes, excavators and general engineering purposes*).



Rajah 6.17 Aliran menggulung kabel pengangkat pada motor

6.2.11 Menggulung kabel pengangkat untuk *self-ballasting*

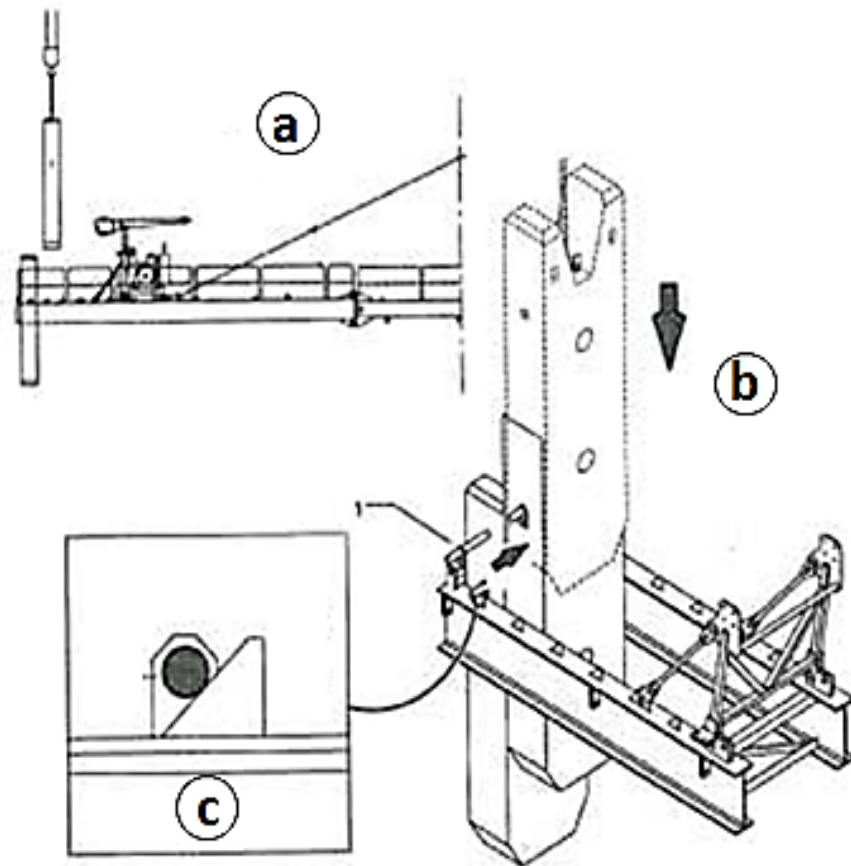
Beban kerja yang paling selamat bagi kren menara ditentukan dari kedudukan cangkuk dan panjang kabel yang digunakan berada dalam radius yang ditetapkan dan gulungan kabel yang baik. Dalam mendapatkan nilai beban yang sesuai untuk diangkat, *weight tolerance* perlu dibuat (Rajah 6.18).



Rajah 6.18 Menggulung kabel pengangkat untuk balast sendiri

6.2.12 Memasang berat timbal

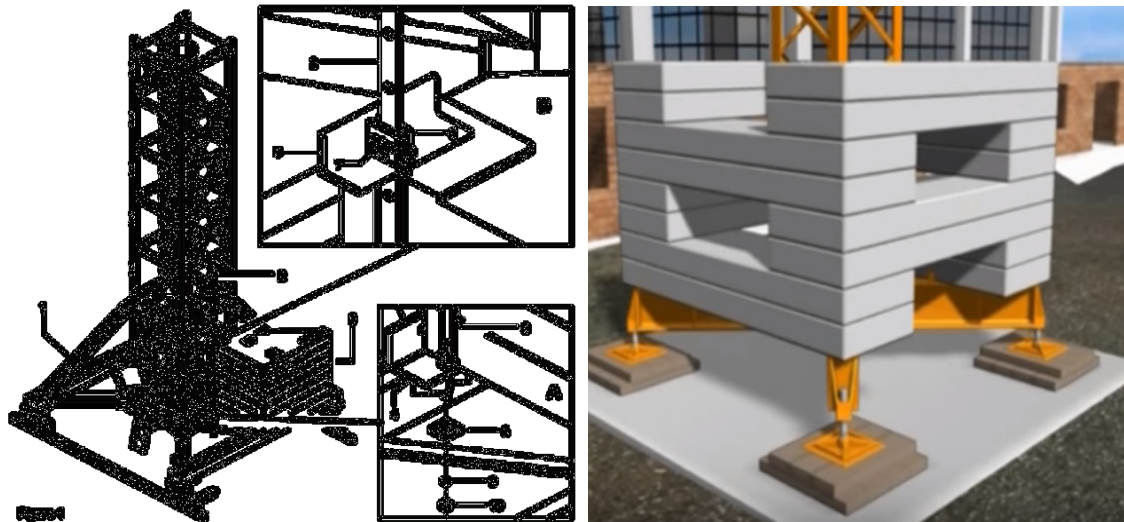
Berat timbal yang diperbuat daripada konkrit merupakan pengimbang yang digunakan sebagai pemberat yang diletakkan di bahagian jib pengimbang kren menara. Berat timbal juga boleh digunakan sebagai pemberat yang diletakkan pada asas tapak kren menara jenis pemasangan tapak sendiri (*own base*) dan yang menggunakan tapak rel (*rail mounted*). Balast tidak boleh retak sama ada semasa penghantaran, sebelum pemasangan atau semasa pemasangan. Langkah-langkah pemasangan balast pada jib pengimbang ditunjukkan pada Rajah 6.19.



Rajah 6.19 Pemasangan balast pada jib pengimbang: (a) Balast dinaikkan satu persatu menggunakan kren lain bermula dengan balast paling jauh dari mast; (b) Balast dimasukkan ke dalam ruang yang dikhaskan pada jib pengimbang; (c) Pin pengunci balast

Langkah pemasangan balast di asas tapak kren ditunjukkan dalam Rajah 6.20 iaitu:

- (a) Bilangan balast yang perlu digunakan ditentukan dari ketinggian kren menara (rujuk manual)
- (b) Balast diletakkan pada rangka tapak kren menara (dikunci di kedua-dua bahagian atas dan bawah balast).
- (c) Berat balast ditentukan oleh saiz dan ketumpatan konkrit (ketumpatan konkrit yang biasa digunakan adalah 2400 kg/m^3).

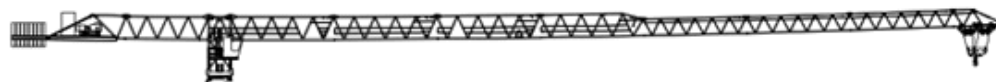


Rajah 6.20 Pemasangan balast pada asas tapak kren menara jenis pemasangan tapak sendiri (*own base*)

6.2.13 Pemasangan berat timbal akhir

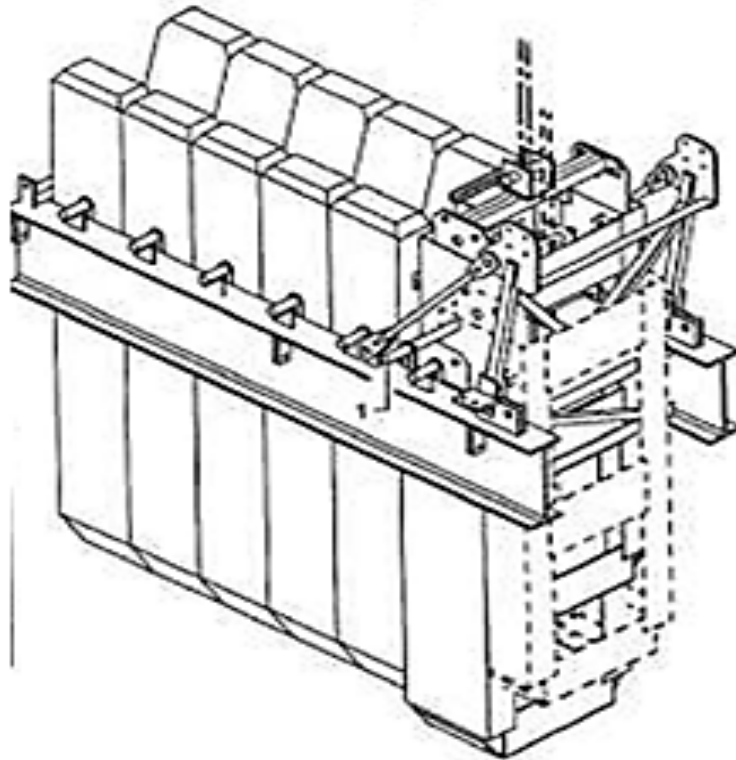
Jumlah dan gred berat timbal yang dipasang pada jib pengimbang bergantung kepada panjang bum dan jib pengimbang (rujuk Jadual 5.1). Susunan balast berdasarkan gred berlainan tersebut boleh dirujuk pada Rajah 6.21.

Jadual 5.1 Piawaian panjang bum dan jib pengimbang



Length of jib	30	35	40	44	50	54	60	64	70	74	
Length of counter jib	16.2	16.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	
During working and telescoping	Blocks	2A+C	2A+B+C	3A+C	3A+B	4A+C	4A+C	5A	5A+C	5A+B+C	6A
	Weight (kg)	9000	11000	13000	14000	17000	17000	20000	21000	23000	24000

Block type	Density (t/m^3)	Weight (kg)	Tolerance
A	2.4	4000	$\pm 1\%$
B	2.4	2000	$\pm 2\%$
C	2.4	1000	$\pm 2\%$



Rajah 6.21 Susunan balast pada jib pengimbang

6.3 Pengenalan kepada cantuman bol/pin

Semasa proses cantuman dijalankan, kualiti dan keadaan bolt dan pin perlu diperiksa bagi memastikan bolt dan pin yang akan digunakan mempunyai kekuatan pra-tegang yang tinggi. Kekuatan pra-tegang merupakan sambungan bolt yang terdiri daripada bolt, nat, sesendal yang diperbuat dari bahan yang berkualiti dan kuat. Semua sambungan bolt mesti dipantau, diperiksa dan diperbaiki dari masa ke semasa. Hal ini kerana sambungan ini boleh menjadilonggar apabila kren digunakan. Kegagalan tindakan ini dibuat boleh menyebabkan kemalangan dan kerosakan berlaku. Bolt, pin, nat dan sesendal perlu mematuhi piawaian yang ditetapkan.

Bibliografi

Book: 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

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.

BAB 7

ALATAN-ALATAN KESELAMATAN

7.1 Alat Penangkap Kilat

Kren menara perlu dilindungi daripada pancaran kilat sebelum dikendalikan (Rajah 7.1). Bagi kren menara yang menggunakan landasan, sekurang-kurangnya satu landasan jib perlu disambungkan dengan kuasa elektrik pada setiap sambungan dan pastikan ia berfungsi.

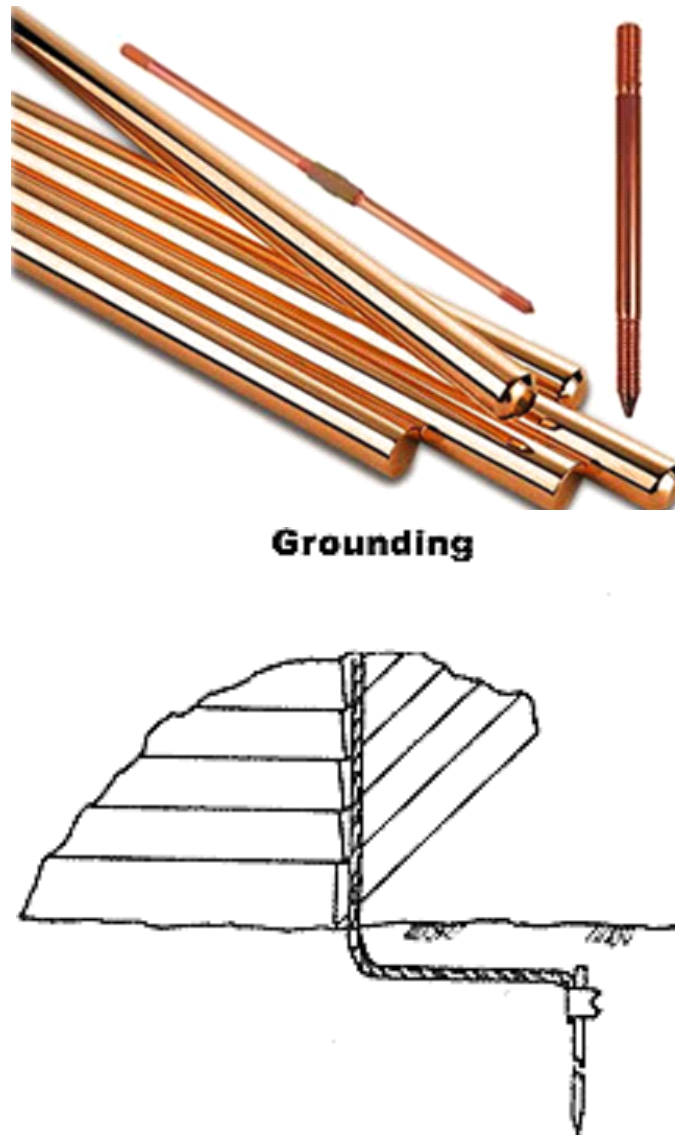


Rajah 7.1 Kren menara yang dipasang dengan alat penangkap kilat

7.2 Rod Pembumian Tembaga

Rod pembumian tembaga merupakan rod pembumian terbaik dan paling jimat untuk pembumian struktur dan perlindungan kilat. Rod pembumian sesuai digunakan dalam keadaan rintangan kakisan yang tinggi dan penggunaan dalam tempoh masa yang lama. Ia dihasilkan dari tembaga pepejal dan dibentuk menjadi jejari untuk menyambungan. Ia sesuai digunakan dalam tanah yang

cepek atau kawasan tanah yang mempunyai banyak peralatan elektrik voltan tinggi. Rajah 7.2 menunjukkan contoh jenis rod pbumian yang diperbuat dari tembaga dan cara pemasangan.



Rajah 7.2 Rod pbumian yang diperbuat daripada tembaga

7.3 Lampu Amaran Pesawat (*Aviation light*)

Lampu amaran pesawat berfungsi untuk menghasilkan amaran kepada pesawat. Ia dipasang pada kren menara seperti bahagian paling atas kerangka-A, hujung bum dan juga hujung jib pengimbang. Rajah 7.3 dan 7.4 menunjukkan contoh lampu amaran pesawat dan contoh kedudukan lampu amaran pesawat pada kren menara.



Rajah 7.3 Lampu amaran pesawat



Rajah 7.4 Lampu amaran pesawat pada kren menara

7.4 Alat Pemadam api

Pemadam api merupakan alat perlindungan yang digunakan untuk memadam dan mengawal kebakaran kecil sekiranya berlaku dan ia digunakan dalam keadaan kecemasan (Rajah 7.5). Ia perlu diletakkan di dalam kabin operator dan tarikh luput penggunaannya perlu diperiksa.



Rajah 7.5 Alat pemadam api

7.5 Suis pengehad

7.5.1 Suis pengehad slu

Suis pengehad slu bertindak sebagai pengehad pergerakan berputar kren menara sehingga darjah pergerakan yang dibenarkan sahaja. Di tapak bina yang sempit terutamanya di bandar suis pengehad ini digunakan untuk memastikan keselamatan kawasan luar tapak bina di sekelilingnya dalam keadaan selamat supaya bum kren menara tersebut tidak terkeluar daripada kawasan yang dibenarkan.

7.5.2 Suis pengehad *luffing*

Suis pengehad *luffing* berfungsi untuk mengehad kawalan pergerakan turun dan naik bum kren menara *luffing*.

7.5.3 Suis pengehad troli

Suis pengehad takal berfungsi mengawal berat beban dan kawalan takal. Sistem kawalan ini dikawal oleh suis pengehad yang sama seperti dalam rajah 7.6.

7.5.4 Suis pengehad beban

Suis pengehad beban merupakan komponen penting bagi sebuah kren menara. Suis ini berfungsi untuk mengehad angkatan beban kren menara bagi mengelakkan kemalangan berlaku. Suis ini memberhentikan kren secara automatik sekiranya beban yang diangkat melebihi berat beban yang dibenarkan.



Rajah 7.6 Suis pengehad yang dipasang pada kerangka-A kren menara

7.6 Sistem Anti Pelanggaran

Bagi mengelakkan pertembungan di antara kren menara, setiap kren menara boleh dilengkapi dengan alat anti pelanggaran (Rajah 7.7). Sistem ini berfungsi untuk mengukur kedudukan dan kelajuan beban yang diangkat, mengira risiko pertembungan bergantung kepada keupayaan brek kren menara. Selain itu, sistem ini memberi amaran kepada operator mengenai risiko yang akan berlaku dan melaksanakan sistem brek automatik sebaik sahaja risiko pertembungan dikenalpasti.



Rajah 7.7 Sistem anti pelanggaran

BAB 8

PEMERIKSAAN DAN PENYENGGARAAN KREN

8.1 Pemeriksaan serta Penyenggaraan Berkala (Pemeriksaan Rutin)

Pengurus projek perlu memastikan pemeriksaan dan penyenggaraan secara berkala mesti dilakukan oleh OYB berpandukan kepada manual daripada pengeluar kren. Pemeriksaan serta penyenggaraan berkala adalah seperti berikut:

- (a) semua fungsi dan kawalan kelajuan, kelancaran operasi serta had-had pergerakan kren;
- (b) semua suis kecemasan dan keselamatan, termasuk peranti penunjuk dan pengehad beban;
- (c) pelinciran semua bahagian yang bergerak
- (d) pemeriksaan ke atas komponen penapis dan aras cecair hidraulik;
- (e) pemeriksaan visual dan penilaian ke atas struktur kren dan komponen kritikal yang lain seperti brek, gear, pin, tali dawai, peranti pengunci dan sebagainya;
- (f) papan tanda amaran dan kawalan;
- (g) haus pada roda dan landasan (kren jenis pemasangan tapak rel); dan
- (h) perkara-perkara lain yang disebut oleh pihak pengeluar kren.

Kesemua komponen kren yang diganti perlu memenuhi spesifikasi minimum atau sama dengan spesifikasi asal komponen kren tersebut. Laporan pemeriksaan perlu disediakan setelah selesai pemeriksaan.

8.2 Pemeriksaan Tahunan

Pengurus projek perlu memastikan pemeriksaan tahunan dilakukan oleh OYB kerana ia merupakan sebahagian daripada keperluan semasa pendaftaran kren menara. Pemeriksaan tahunan perlu melibatkan semua komponen atau bahagian yang dinyatakan oleh pengeluar kren. Ini termasuk bahagian/perkara

yang relevan semasa pemeriksaan berkala dan penyenggaraan. Pemeriksaan tahunan melibatkan semakan bagi:

- (a) semua bahagian/perkara yang relevan dengan pemeriksaan dan ujian semasa sebelum pemasangan kren;
- (b) fungsi dan kalibrasi semua peranti penunjuk dan pengehad beban;
- (c) pemeriksaan visual secara terperinci (contoh seperti pemeriksaan pin atau bol samada haus, terkakis, retak atau longgar);

Laporan pemeriksaan hendaklah disediakan oleh OYB selepas selesai pemeriksaan dan seterusnya diserahkan kepada pengurus projek untuk semakan.

8.3 Pemeriksaan 10 Tahun

Pengurus projek juga perlu memastikan pemeriksaan utama bagi setiap 10 tahun dari tarikh kren didaftarkan atau mula beroperasi kren menara. Pemeriksaan ini perlu dilakukan oleh OYB. Pemeriksaan 10 tahun ini melibatkan pemeriksaan struktur dan komponen mekanikal yang lebih komprehensif berbanding pemeriksaan tahunan. Walaupun kren tidak beroperasi secara berterusan selama 10 tahun, struktur dan komponen kren boleh mengalami kemerosotan prestasi bergantung kepada cara dan persekitaran tempat penyimpanan.

Pemeriksaan 10 tahun melibatkan semua struktur, komponen, peranti kawalan dan keselamatan kren. Pemeriksaan ini melibatkan perkara-perkara berikut antaranya:

- (a) struktur, komponen mekanikal dan elektrik, instrumentasi, peranti kawalan dan pengendalian kren;
- (b) ujian tanpa musnah berpandukan piawaian yang berkaitan;
- (c) suis kawalan dan kecemasan;
- (d) sistem brek;
- (e) keselamatan komponen/bahagian kren yang pernah melalui proses pembaikan dan penggantian;
- (f) arahan dan manual keselamatan yang lengkap; dan

Sebahagian komponen kren atau alat yang perlu diperiksa semasa pemeriksaan 10 tahun adalah seperti berikut:

- (a) lingkaran slu;
- (b) motor hidraulik;
- (c) pam hidraulik;
- (d) injap blok;
- (e) dram mengangkat dan luf;
- (f) sistem brek;
- (g) takal tali dawai;
- (h) silinder hidraulik *luffing*;
- (i) gear utama dan aci pemacu;
- (j) jib/bum;
- (k) *mast*
- (l) kerangka-A;
- (m) pin dan bahagian bergerak (cth. *bum heel pins, ram pins*);
- (n) pin statik;
- (o) tali dawai keluli;
- (p) sistem elektrik;
- (q) sistem kawalan;
- (r) motor elektrik;
- (s) troli cangkuk (selain kren *luffing*); dan
- (t) bongkah cangkuk.

Sesetengah komponen atau bahagian memerlukan ujian tanpa musnah semasa pemeriksaan 10 tahun seperti ditunjukkan dalam Jadual 8.1. Manakala Rajah 8.1 menunjukkan contoh borang senarai semak penyenggaraan kren menara.

Jadual 8.1 Ujian tanpa musnah bagi komponen kren menara semasa pemeriksaan 10 tahun

Komponen yang diuji	Butiran ujian tanpa musnah	Kekerapan/masa ujian tanpa musnah
Ketebalan rod perentas (<i>chord</i>) pada jib/bum	Ujian ketebalan bahan	10 tahun
Lingkar slu	Ujian mengesan retak	10 tahun
Nat keluli hidraulik <i>luffing</i>	Ujian mengesan retak	10 tahun
Silinder hidraulik <i>luffing</i> dan ram (rod akhir dan penutup)	Ujian mengesan retak	10 tahun
Kimpalan pada penyambung jib	Ujian mengesan retak	10 tahun
Kerangka-A (semua bahagian yang dikimpal)	Ujian mengesan retak	10 tahun
Cangkuk	Ujian mengesan retak	10 tahun
Kimpalan pada bongkah cangkuk dan troli	Ujian mengesan retak	10 tahun

SAMPLE CHECKLIST FOR TOWER CRANE

<p>This checklist provides an overview of the basic requirements to be checked which would help to ensure that a tower crane is safe for use. Tower crane users should consult manufacturers, suppliers and owners to check on minimum requirements and address any concerns before using the equipment. These items in this checklist are non-exhaustive and users are recommended to make the necessary modification and customisation to suit your work processes and conditions at the workplace.</p>			
S/N	Items		Remarks
A. Tower Crane Approved For Use			
1.	The Tower Crane is of type-approved .	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
2.	The Tower Crane has a valid Lifting Machine (LM) certificate (issued less than 12 months ago).	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
B. General Requirements			
3.	The Tower Crane is provided with markings of the Safe Working Load, Tower Crane serial number and LM number.	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
4.	Proper and safe access and egress (with proper foot and hand holds/ supports) are provided to the crane operator.	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
5.	A load capacity chart is displayed in the operator cabin.	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
6.	Operator crane cabin is provided with a locking mechanism so as to prevent unauthorised entry.	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
7.	A safety bar is fitted across the operator's cabin window where there is likelihood of the operator falling through it.	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
8.	An approved fire extinguisher is provided in the operator cabin.	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
9.	An Operation and Maintenance log book is available in the operator cabin.	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
10.	A Manufacturer Operating Manual and Maintenance Manual are made available.	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
11.	Crane hook is provided with a safety catch to prevent displacement of the sling or load from the hook.	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
12.	Wire ropes are well lubricated and that there are no visible defects such as broken wires, kinks, excess wear, crushing etc.	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
C. Safety and Operational Devices			
13.	A load radius indicator with warning alarm is installed.	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
14.	A Jib angle indicator is provided (for Luffing Jib Tower Crane)	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
15.	An emergency stop button, which will terminate the operation of the crane engine, is installed in the operator cabin and correctly identified.	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	

Rajah 8.1 Contoh borang senarai semak penyenggaraan kren menara

Bibliografi

EN ISO 20345:2011

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.

http://mykkp.dosh.gov.my/manual/fm_ds_058_OperatorKren.pdf

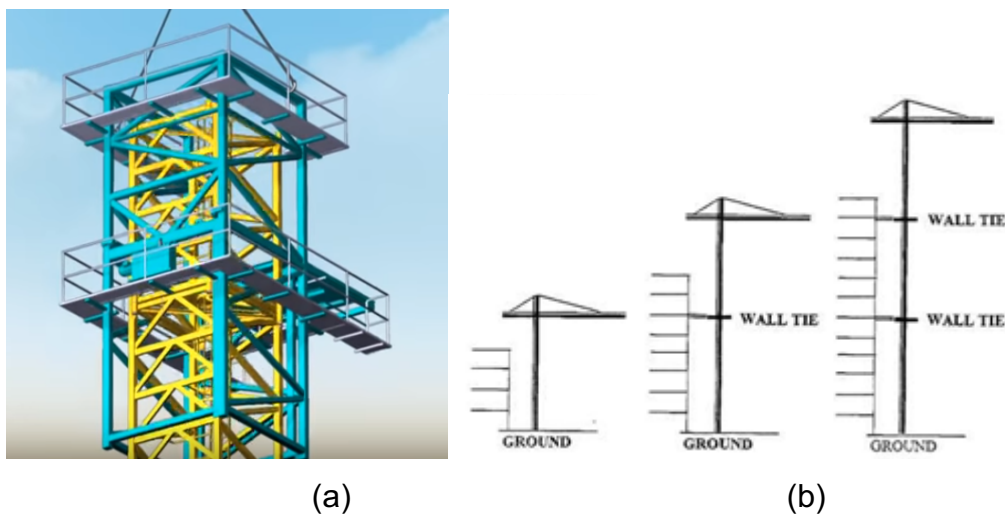
www.afscme.org

BAB 9

PROSES MENINGGI KREN MENARA

9.1 Kaedah Teleskopik

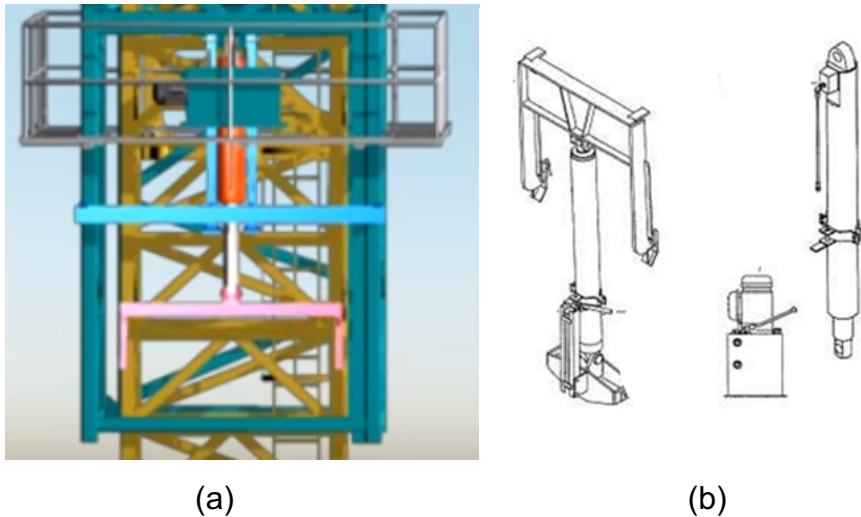
Kaedah teleskopik merupakan cara meninggi luaran yang digunakan untuk menambah bahagian *mast* pada kren menara. Satu silinder hidraulik digunakan untuk mengurang atau meningkatkan ketinggian menara menggunakan sangkar teleskopik. Sangkar teleskopik menjadi pengantara untuk menghubungkan bahagian *mast* baru yang perlu ditambah pada bahagian *mast* sedia ada semasa proses meninggi (Rajah 9.5).



Rajah 9.1 Kaedah Teleskopik: (a) sangkar teleskopik, (b) gambaran skematik kaedah teleskopik/ kaedah meninggi luaran

9.1.1 Sangkar teleskopik

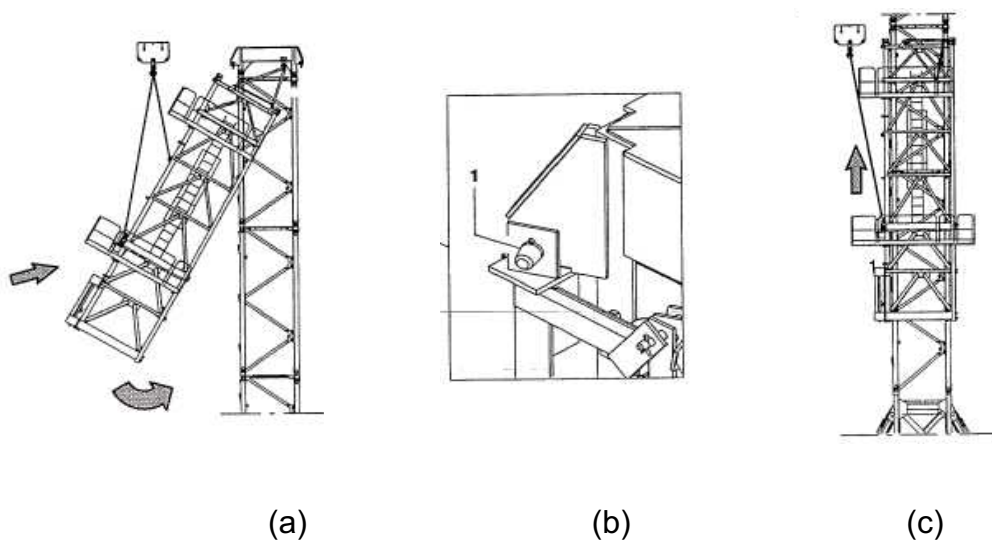
Kelengkapan meninggi menggunakan sangkar teleskopik bagi sebuah kren menara perlu diperiksa dan disambungkan mengikut arahan pengeluar. Bahagian-bahagian utama sangkar teleskopik ditunjukkan dalam Rajahn 9.2:



Rajah 9.2 (a) Sangkar teleskopik yang dipasang pada *mast*; (b) Sistem hidraulik:
 1. *Equipped Telescoping Yoke*, 2. *Hydraulic Cylinder*, 3. *Hydraulic Unit*, 4.
Cylinder Support Beam, 5. *Cylinder Stop*, 6. *Lever*

9.1.2 Memasang sangkar teleskopik

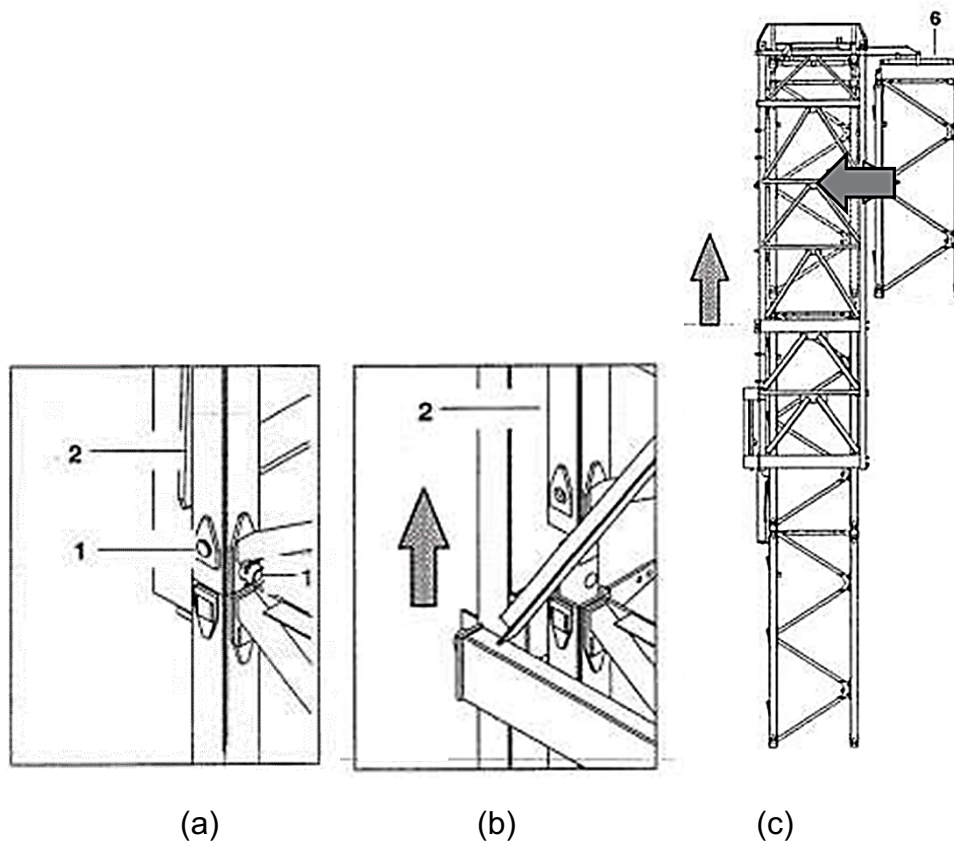
Semasa operasi memasang sangkar teleskopik pada kren, bahagian sangkar yang terbuka digerakkan secara ayunan ke bahagian mast. Bahagian atas sangkar dimasukkan terlebih dahulu pada mast sebelum proses pemasangan bahagian bawah sangkar dilakukan. Rajah 9.2 menunjukkan gambaran skematik pemasangan sangkar teleskopik.



Rajah 9.3 Kaedah memasang sangkar teleskopik: (a) Sangkar teleskopik diangkat dan dimasukkan ke bahagian *mast*; (b) bahagian atas sangkar teleskopik dikunci terlebih dahulu; (c) sangkar teleskopik siap dipasang pada *mast*

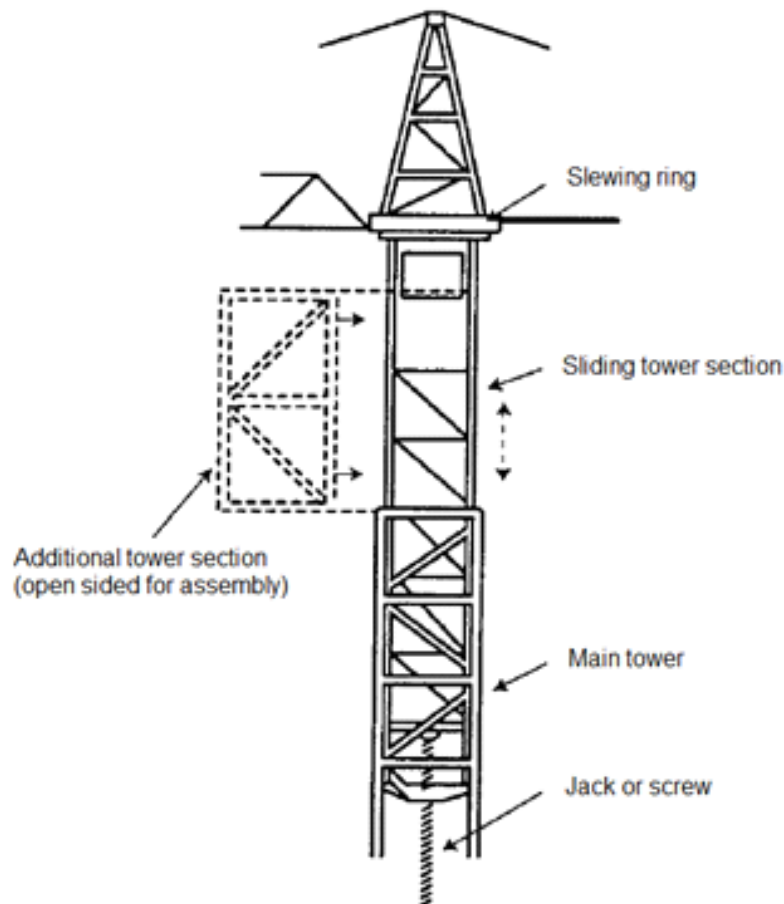
9.1.3 Memasukkan bahagian mast

Semasa operasi meninggi, orang yang kompeten untuk pemasangan kren perlu berada di atas pelantar, mengendali sistem hidraulik, mengawal bahagian *mast* supaya stabil untuk memudahkan proses pemasangan.



Rajah 9.4 Kaedah memasukkan bahagian mast

Rajah 9.4 Kaedah memasukkan bahagian mast semasa proses meninggi dijalankan: (a) Pin ditanggalkan daripada bahagian *mast*, (b) Mast dinaikkan menggunakan pam hidraulik (c) Bahagian mast dimasukkan ke bahagian tiang kren menara



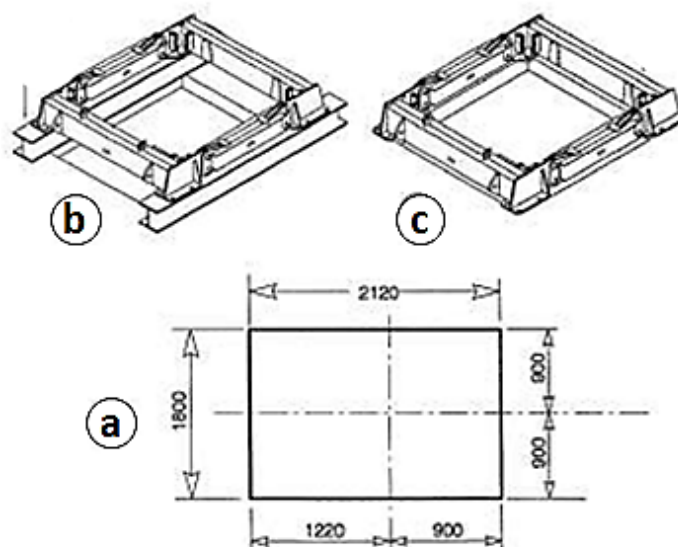
Rajah 9.5 Peralatan meninggi kren menara semasa proses penegakan kren
(*Code of Practice for Safe Use of Tower Cranes, Occupational Safety and Health
Branch, Labour Department, Hong Kong, 2011*)

9.2 Kolar Meninggi

Kolar meninggi merupakan kolar yang mengikat kren menara kepada bangunan dan ia sangat diperlukan bagi pembinaan bangunan yang tinggi. Menara dipasang mengikut tinggi struktur bangunan dan struktur menara dinaikkan sehingga boleh mencapai ketinggian bangunan yang ingin dibina. Kolar dipasang pada bergantung kepada ketinggian aras bangunan. Kolar disambungkan kepada rantai *mast* di sekeliling kren menara untuk memindahkan beban kepada bangunan. Keputusan untuk melakukan proses memasang kren menara mesti dilakukan dengan berhati-hati dan rangka kolar perlu direka mengikut kesesuaian struktur bangunan.

9.2.1 Memasang kolar meninggi

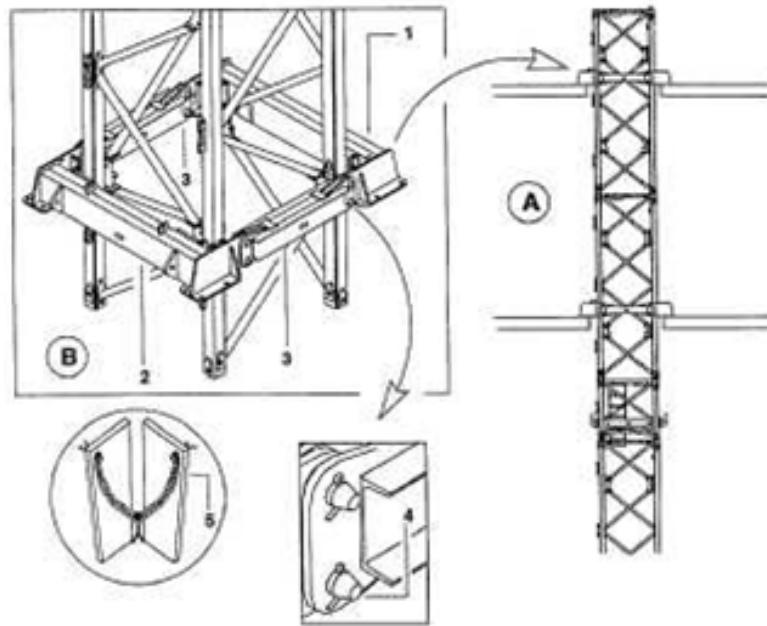
Sambungan di antara kren menara dan struktur sambungan merangkumi tiga pin sambungan topang. Topang disambung pada kolar mengelilingi tiang menara. Topang akan menyambungkan bahagian kren menara dengan bangunan dengan susunan silang. Hujung topang pula disambungkan kepada cuping yang bersambung kepada struktur sokongan. Apabila merancang kedudukan menegak bagi ikatan, perlu diingatkan bahawa kedudukan kolar hanya boleh dipasangkan pada sesetengah tempat sahaja dan dibenarkan oleh pengeluar (Rajah 9.6).



Rajah 9.6 Langkah memasang kolar meninggi: (a) merupakan luas kolar dan kolar dipasang pada rasuk sokongan dalam rajah 9.2 (b)

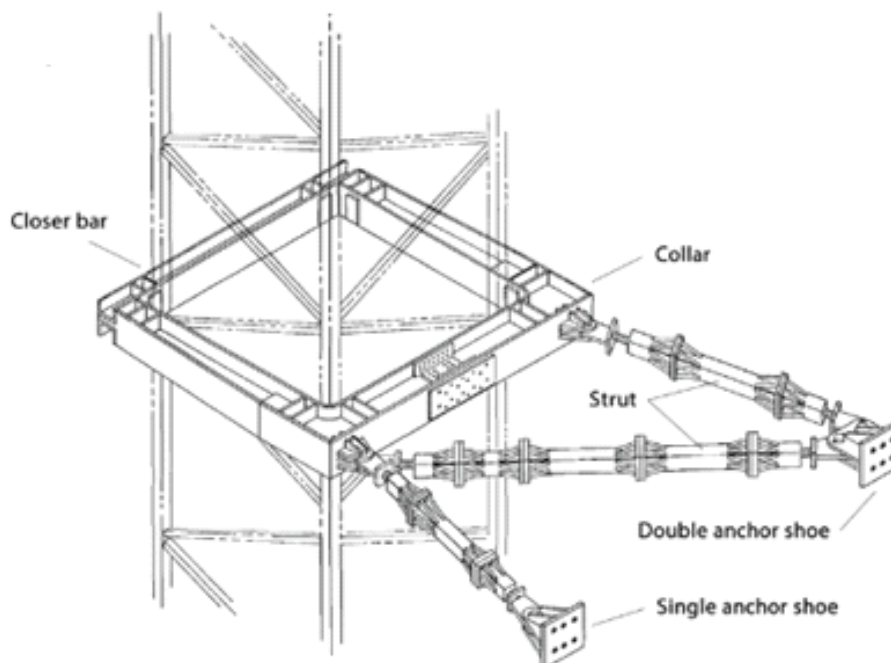
9.2.2 Menyambung kolar meninggi

Bahagian *mast* dan bangunan perlu disambungkan menggunakan kolar (Rajah 9.7). Ketinggian antara asas tapak kren ke *wall-tie* atau di antara *wall-tie* ke *wall-tie* perlu mengikut manual pengeluar kren menara. Pemeriksaan kren menara perlu dibuat sebulan sebelum proses meninggi dibuat dan keadaan kolar dan *slab* perlu diperiksa oleh jurutera projek.



Rajah 9.7 Cara memasang kolar pada mast

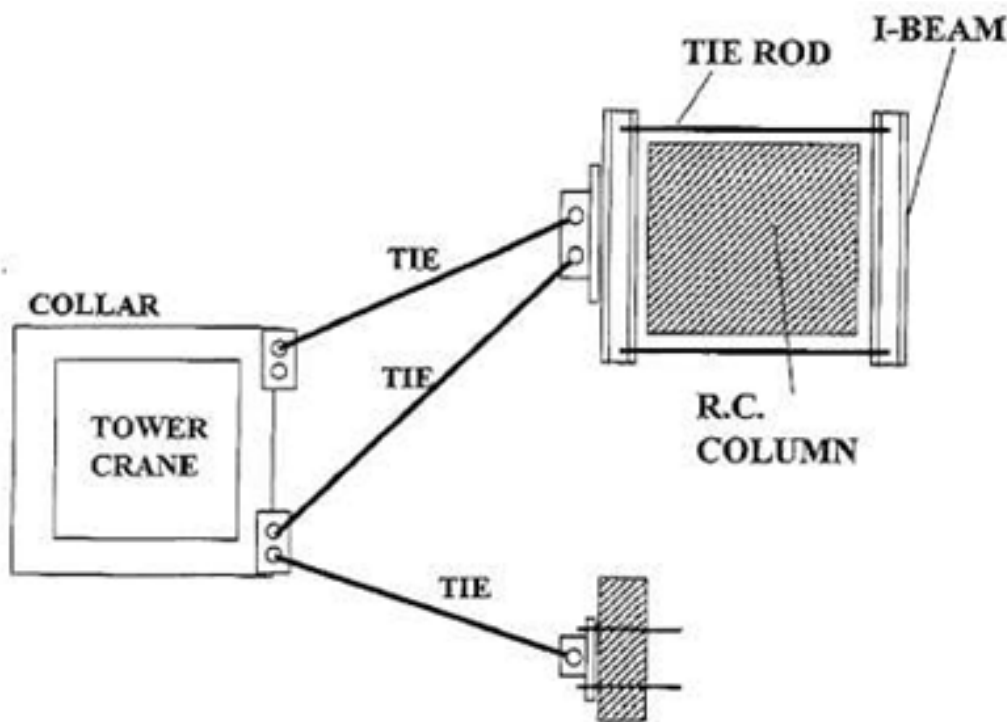
Kolar meninggi pada tiang menara disambungkan pada bangunan menggunakan tiga pengikat dinding (*wall-tie*) bagi setiap kolar. Dua topang (*strut*) disambungkan pada *double anchor shoe* dan satu topang disambungkan pada *single anchor shoe* (Rajah 9.8).



Rajah 9.8 Kaedah mengikat kolar meninggi

9.2.3 Reka bentuk khas kolar meninggi (untuk kes tertentu)

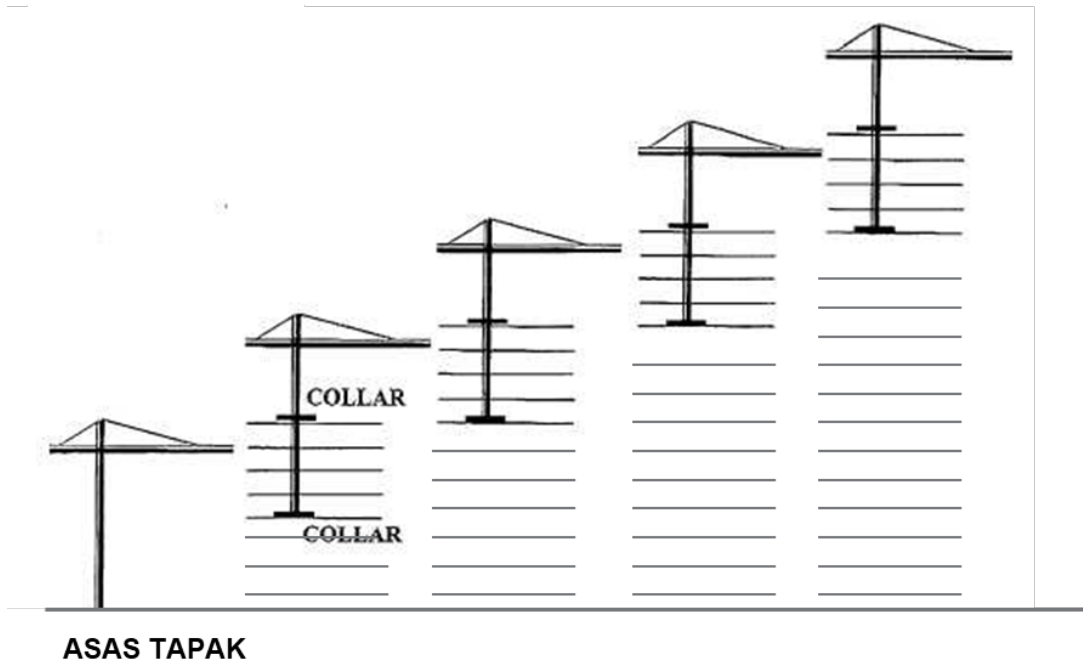
Rajah 9.9 menunjukkan lakaran sambungan kolar *mast* dengan tiang konkrit bertetulang (*reinforced concrete, RC, column*) bangunan dan pengikat yang digunakan. Reka bentuk ini digunakan jika ikatan perlu dilakukan pada tiang RC kerana tebukannya pada tiang ini perlu dielakkan.



Rajah 9.9 Rekaan khas

9.3 Kaedah Meninggi Dalaman

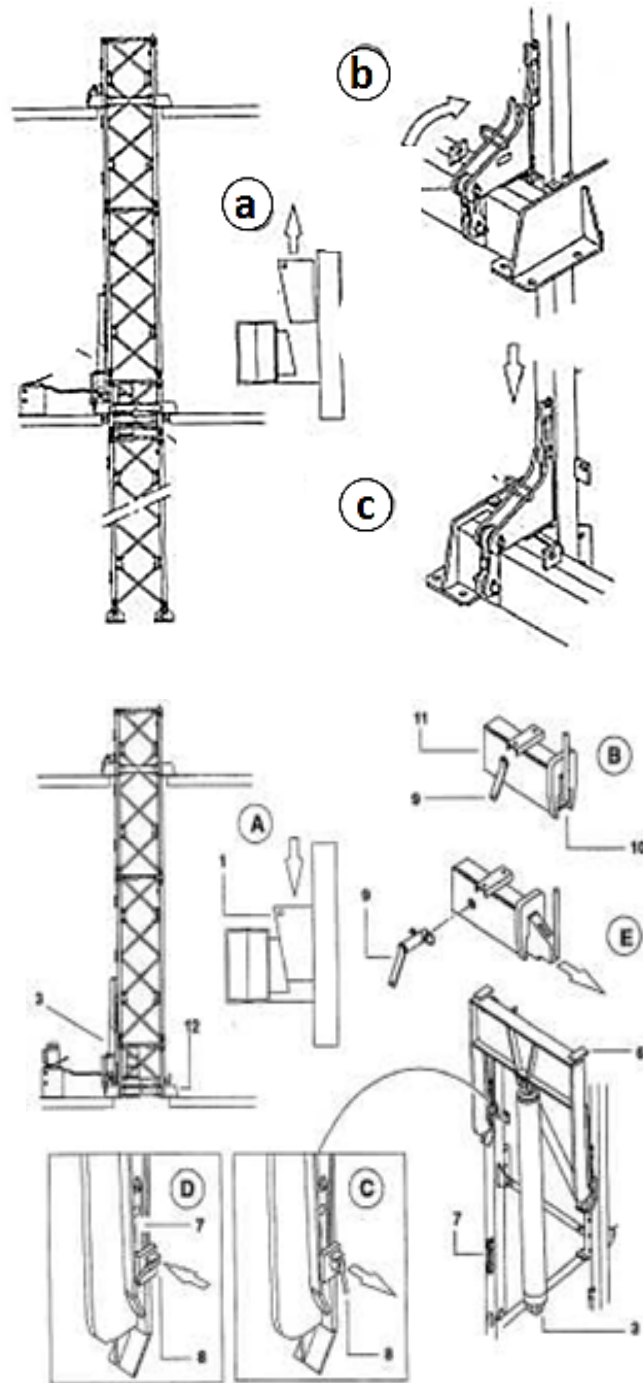
Kaedah meninggi dalaman digunakan untuk meninggikan kren yang berada di dalam bangunan. Berbeza dengan kaedah meninggi luaran, kaedah ini tidak memerlukan penambahan mast pada tiang menara. Kaedah ini digunakan dengan menaikkan keseluruhan kren menara ke aras bangunan yang lebih tinggi dengan memindahkan kolar sebagai tapak asas kren menara (Rajah 9.10). Perubahan pemindahan kolar hendaklah mengikut manual kren menara berkenaan. Kolar meninggi diikat dengan memastikan pusat graviti kren menara berada pada paksi. Untuk memastikan kestabilan kren menara troli bum diletakkan pada kedudukan yang paling stabil.



Rajah 9.10 Kaedah meninggi dalaman kren menara

9.3.1 Kaedah meninggi dalaman (internal climbing): Jujukan teleskopik pertama

Dalam proses meninggi, terdapat dua kolar meninggi dalaman yang berada pada jarak yang ditetapkan oleh manual kren menara untuk memastikan kren sentiasa berada dalam keadaan stabil. Setelah kedua-dua kolar ini diikat pada dinding ruang teras lif barulah kren dipisahkan dari asas tapak. Kolar bahagian meninggi dalaman berfungsi untuk menyokong berat keseluruhan menara apabila kren sedang dibicu naik dan kemudian tapak kren tersebut akan berdiri di atas kolar paling bawah. Semasa operasi pengimbangan, bum tidak dibenarkan dipusing dan digerakkan, manakala kabel pengangkat juga tidak boleh digulung. Kaedah jujukan pertama meninggi dalaman ditunjukkan pada Rajah 9.11.

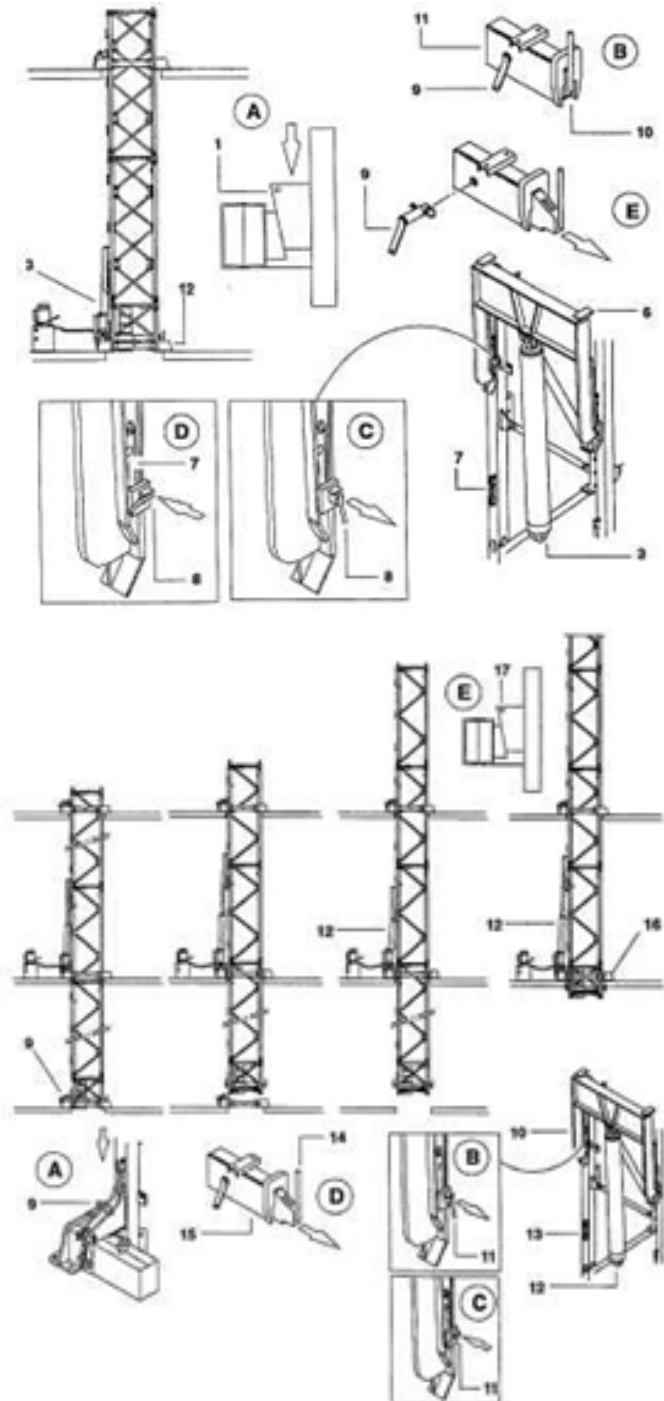


Rajah 9.11 Kaedah jujukan teleskop pertama

9.3.2 Jujukan teleskop kedua

Sekiranya kren perlu ditinggikan lagi selepas peninggian jujukan pertama disebabkan oleh pertambahan aras bangunan, jujukan kedua perlu dilakukan. Jujukan ini melibatkan tiga kolar untuk memastikan kestabilan kren menara

semasa dibicu. Kolar ketiga dipasang terlebih dahulu pada aras yang paling atas berdasarkan ketetapan manual kren menara sebelum kolar pertama (yang dijadikan asas tapak jujukan pertama) dibuka. Kren menara kemudiannya dibicu sehingga ketinggian kolar kedua dan seterusnya dijadikan asas tapak kren menara yang baru. Kolar yang telah dibuka ini boleh digunakan sebagai kolar pengikat untuk jujukan seterusnya. Langkah-langkah meninggi jujukan kedua ditunjukkan pada Rajah 9.12.



Rajah 9.12 Kaedah jujukan teleskop kedua

Bibliografi

Book: Cranes and Derricks,

http://www.petronet.ir/documents/10180/2324297/Cranes_and_Derricks

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.

portcityindustrial.com

practicalmaintenance.net

seagoyachting.com

suncorstainless.com

totaltool.com

tsubaki.eu

wisc-online.com

work.alberta.ca

www.ecvv.com

www.edwardswirerope.com

www.maintworld.com

www.nobles.com.au

www.qdacscorrigging.com

www.tresterhoist.com

zszhongnan.com

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/crane-charts/Comedil-CTT182-8.pdf>.

<http://www.bigge.com/crane-charts/Comedil-CTT182-8.pdf>.

<http://www.bigge.com/crane-charts/POTAIN-MR605.pdf>.

<http://www.bigge.com/crane-charts/POTAIN-MR605.pdf>.

<http://www.favellefavco.com/main-tower-model-luffing.php>.

http://www.krollcranes.dk/media/Data_Sheet_K180-10t.pdf.

<https://www.cranehunter.com/how-to-read-crane-load-chart>.

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 10

PROSES MEROMBAK KREN MENARA

10.1 Persediaan Awal dan Langkah-Langkah Merombak

Proses merombak memerlukan bantuan kren bergerak yang memenuhi spesifikasi yang dicadangkan oleh pihak pengeluar terutamanya spesifikasi yang melibatkan beban angkatan maksimum. Sebelum proses merombak dimulakan, beberapa langkah perlu diikuti:

- (a) Komponen dan bahagian kren menara perlu diperiksa termasuk pin, bol, cangkuk, troli dan sistem elektrik.
- (b) Cangkuk, troli dan kabel perlu digulung.
- (c) Sambungan kuasa elektrik perlu diputuskan dari punca kuasa utama.

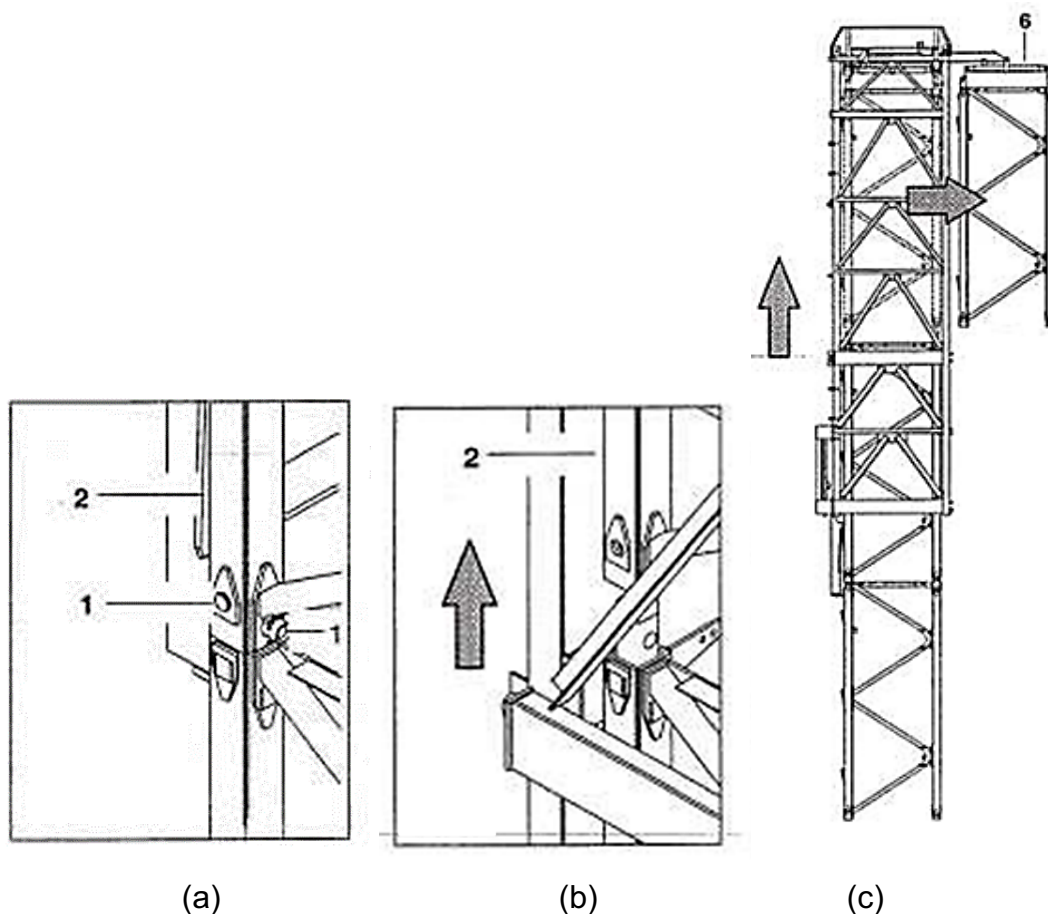
Berikut merupakan langkah merombak kren menara yang berada di luar bangunan:

- (a) Kren menara perlu direndahkan sehingga ketinggiannya boleh dicapai oleh kren bergerak. Bahagian mast perlu diturunkan satu-persatu menggunakan sangkar teleskopik sehingga ketinggian yang sesuai.
- (b) Merombak kabel pengangkat dan dawai sambungan
- (c) Bum dirombak dengan mengangkat dan menurunkannya menggunakan kren bergerak.
- (d) Beban penimbal perlu dipindahkan mengikut langkah yang digariskan oleh pengeluar.
- (e) Jib pengimbang hendaklah dirombak setelah semua beban penimbal dikeluarkan.
- (f) Kerangka-A dirombak
- (g) Pelantar slu dirombak
- (h) Bahagian *mast* diturunkan satu persatu menggunakan kren bergerak

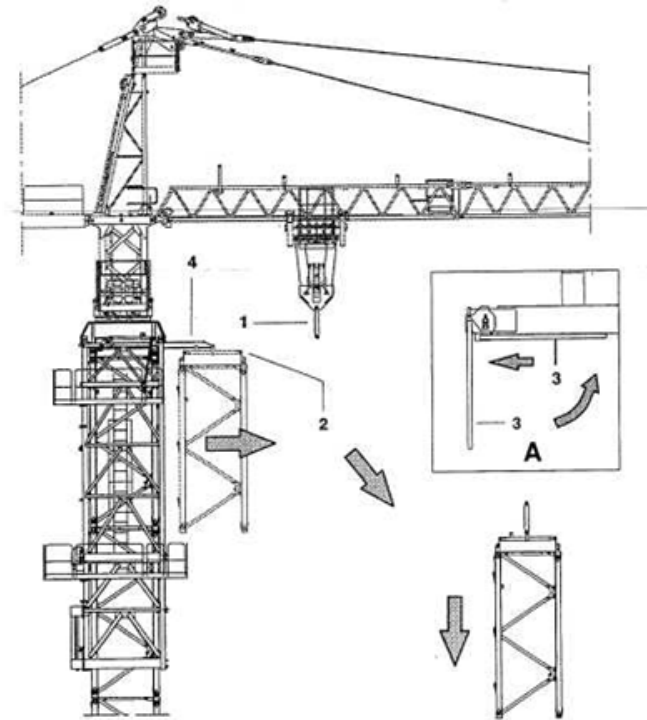
10.2 Merombak Kren Menara

10.2.1 Menurunkan bahagian mast

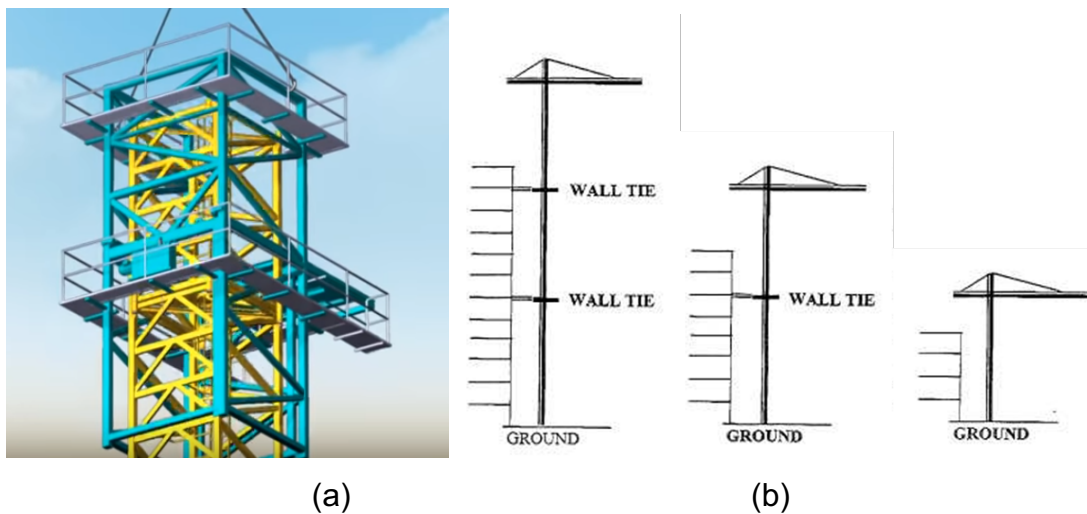
Langkah pertama merombak ialah dengan mengurangkan ketinggian kren menara terlebih dahulu dengan mengeluarkan bahagian *mast* satu-persatu sehingga ketinggiannya boleh dicapai oleh kren bergerak. Rajah 10.1 menunjukkan kaedah menurunkan bahagian *mast*. Bahagian *mast* diturunkan menggunakan hoisting kren menara yang sedang dibicu menggunakan sangkar teleskopik, oleh itu angkatan perlu seimbang untuk memastikan kren menara dalam keadaan stabil.



Rajah 10.1 Kaedah mengeluarkan bahagian mast: (a) Pin ditanggalkan daripada bahagian *mast*, (b) Mast dinaikkan menggunakan pam hidraulik (c) Bahagian mast dikeluarkan bahagian tiang kren menara

Rajah 10.2 Kaedah menurunkan bahagian *mast*

Kaedah teleskopik yang sama semasa meninggi digunakan untuk mengeluarkan bahagian *mast* pada kren menara. Satu silinder hidraulik digunakan untuk mengurang atau meningkatkan ketinggian menara menggunakan sangkar teleskopik. Sangkar teleskopik menjadi pengantara untuk membiu bahagian *mast* yang bersambung sebelum bahagian mast dikeluarkan semasa proses merombak (Rajah 10.3).



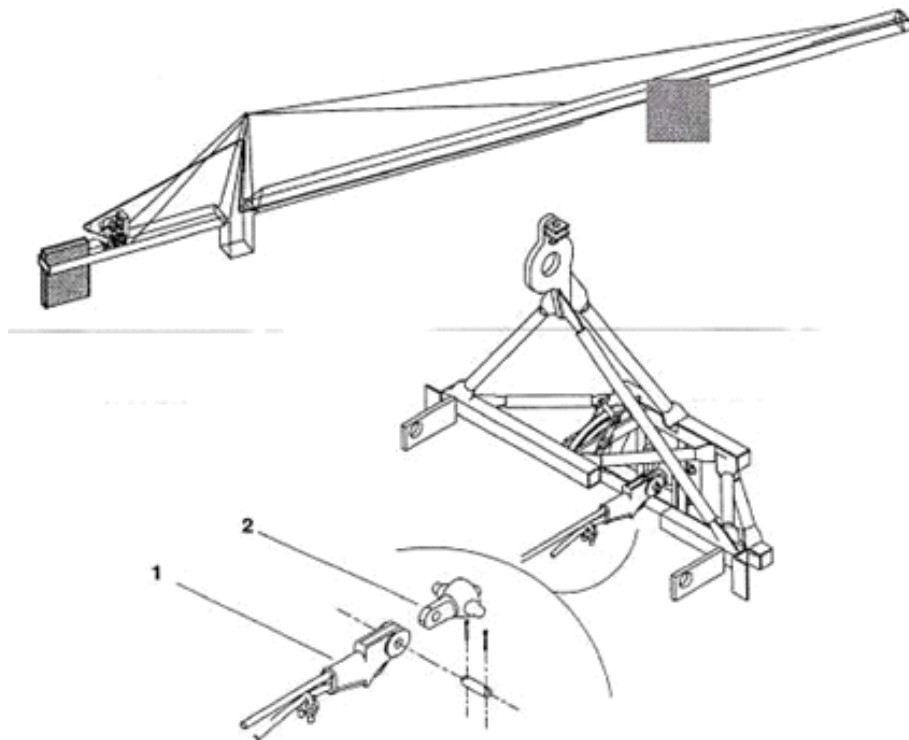
(a)

(b)

Rajah 10.3 Kaedah Teleskopik: (a) sangkar teleskopik, (b) gambaran skematik kaedah teleskopik/ kaedah merombak

10.2.2 Merombak kabel pengangkat dan dawai sambungan

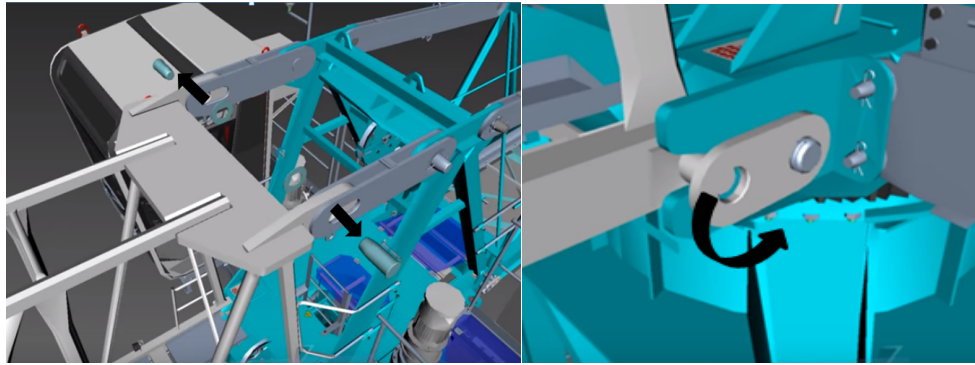
Setelah mencapai ketinggian yang sesuai, kabel dan cangkuk perlu dibuka terlebih dahulu sebelum menurunkan bahagian-bahagian komponen kren menara. Cangkuk diturunkan sehingga aras tanah dan pin sambungan antara kabel pengangkat dan cangkuk dibuka (Rajah 10.4). Kabel dibuka dan digulung di bawah atau kabel digulung terlebih dahulu sebelum diturunkan menggunakan kren bergerak.



Rajah 10.4 Merombak kabel pengangkat dan dawai sambungan

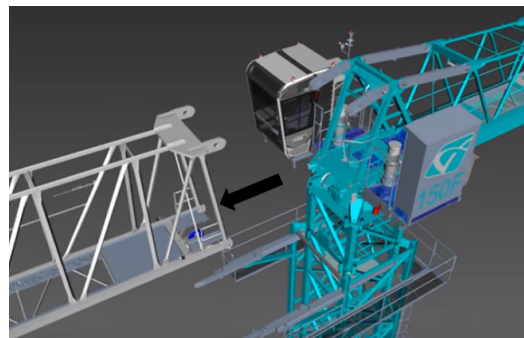
10.2.3 Merombak bum

Bum kren menara perlu diangkat sedikit menggunakan kren bergerak sebelum pin yang menyambungkan rod penyambung bum dan rod penyambung kerangka-A dibuka (Rajah 10.5 (a)). Setelah itu pin yang menyambungkan bum dengan pelantar slu pula dibuka (Rajah 10.5 (b)). Keseimbangan bum hendaklah sentiasa dipastikan semasa diangkat oleh kren bergerak dan dibantu dengan *tag line* supaya tidak berputar.



(a)

(b)



(c)

Rajah 10.5 (a) Pin rod penyambung bum dan rod penyambung kerangka-A dibuka; (b) Pin sambungan bum dan pelantar slu dibuka (c) bun dipisahkan dari kerangka-A

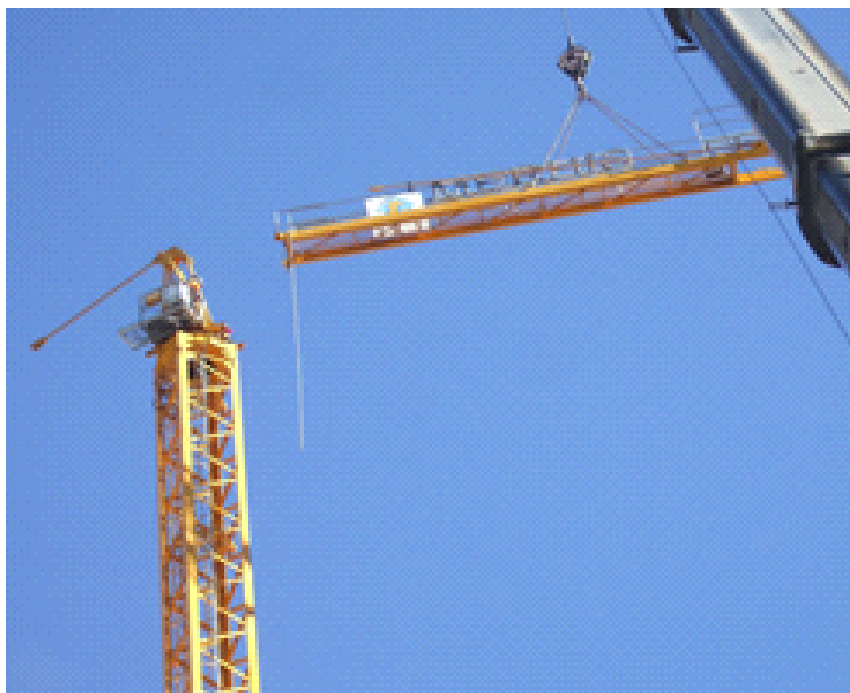
10.2.4 Merombak beban timbal dan jib pengimbang

Beban timbal dikeluarkan dari jib pengimbang dan diturunkan ke atas tanah menggunakan kren bergerak. Jika terdapat beberapa set pemberat, beban yang mempunyai berat paling rendah hendaklah dikeluarkan terlebih dahulu. Kaedah merombak beban timbal ditunjukkan dalam rajah 10.6 di mana beban timbal diturunkan dengan menggunakan kren bergerak.



Rajah 10.6 Kaedah merombak beban timbal

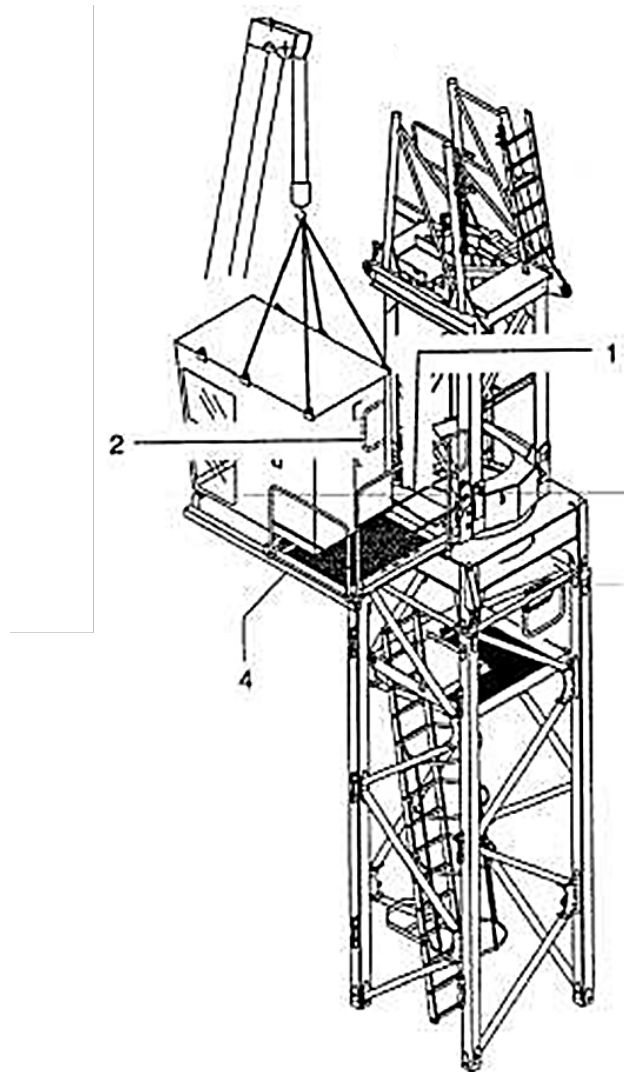
Sebelum merombak jib pengimbang, semua beban timbal mestilah diturunkan terlebih dahulu. Pengimbang jib dirombak dengan membuka pin pengimbang jib dari pelantar slu dan diturunkan di atas tanah dengan menggunakan kren bergerak seperti yang ditunjukkan dalam rajah 10.7.



Rajah 10.7 Menurunkan jib pengimbang

10.2.5 Merombak kabin

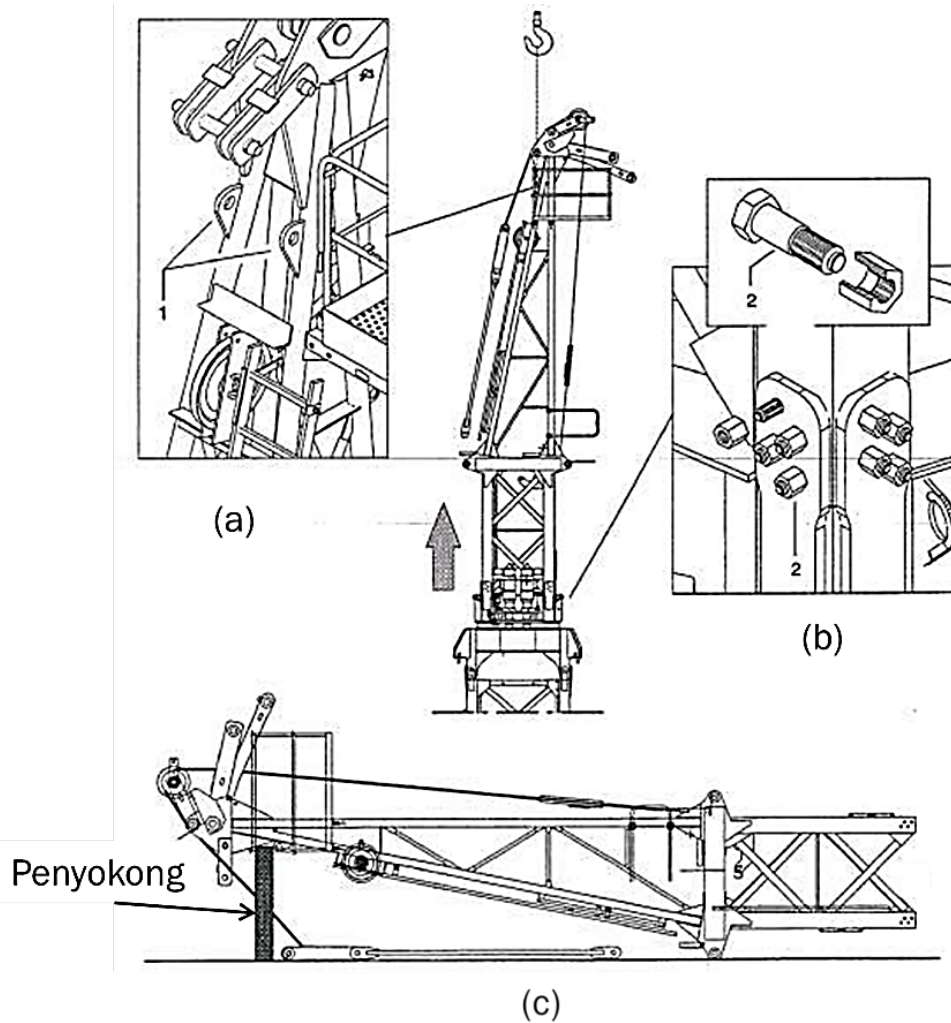
Sambungan kabin perlu dibuka sebelum ia diturunkan menggunakan bantuan kren bergerak. Keadah merombak kabin ditunjukkan dalam Rajah 10.8.



Rajah 10.8 Merombak kabin

10.2.6 Merombak Kerangka-A

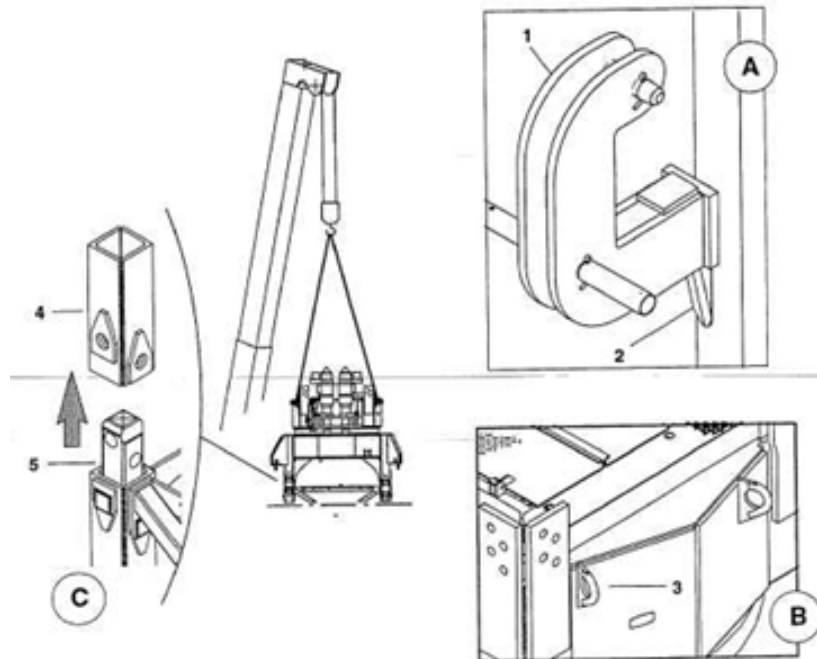
Langkah merombak kerangka-A juga memerlukan bantuan kren bergerak dengan menyambungkan tali mengangkut ke kerangka-A. Semua sambungan bol perlu dibuka terlebih dahulu sebelum kerangka-A diangkat dari pelantar slu (Rajah 10.9). Kerangka-A perlu diletakkan di atas tanah dengan bantuan penyokong supaya ia berada dalam posisi mendatar.



Rajah 10.9 Kaedah merombak kerangka-A: (a) tali pengangkat kren bergerak disambungkan ke bahagian kerangka-A; (b) bol penyambung kerangka-A dan pelantar slu dibuka; (c) kerangka-A diletakkan secara mendatar

10.2.7 Merombak pelantar slu

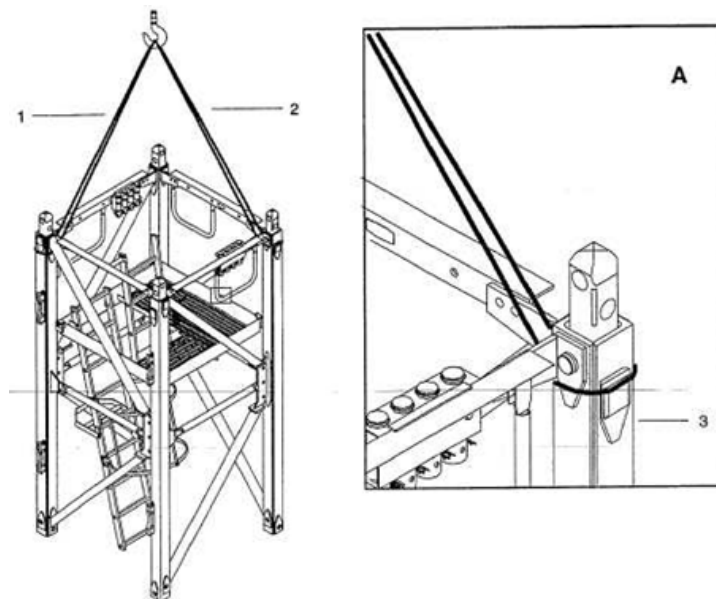
Pelantar slu perlu diikat kepada kren bergerak sebelum bol di antara mast dan pelantar slu dibuka. Cara membuka pelantar slu ditunjukkan dalam Rajah 10.10.



Rajah 10.10 Kaedah merombak pelantar slu

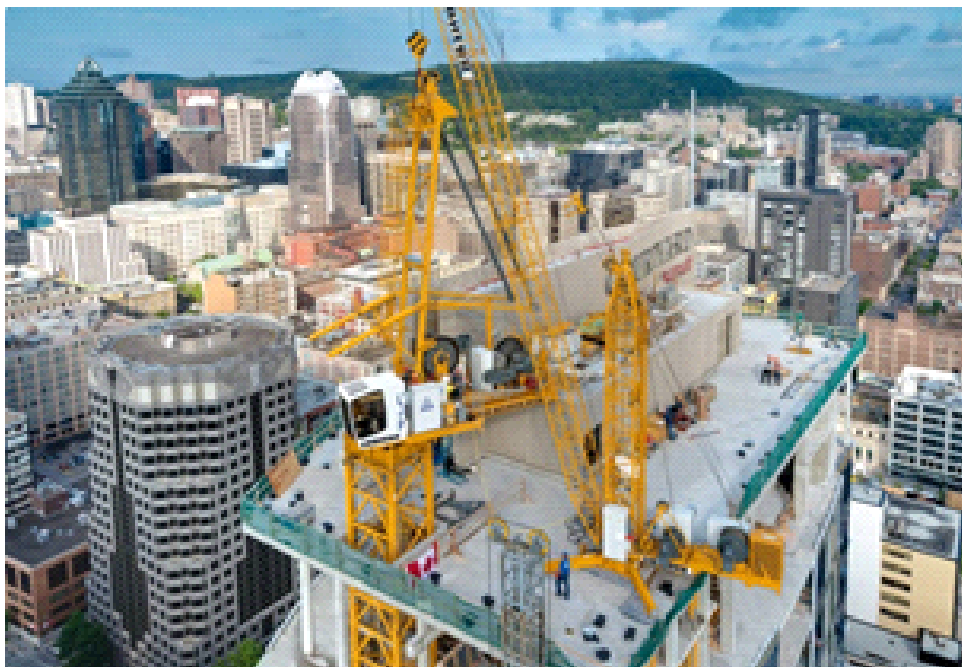
10.2.8 Menurunkan mast

Bahagian mast diturunkan satu persatu dan mast perlu diikat pada kren bergerak sebelum pin ditanggalkan. Tali pengangkat perlu diikat pada sekurang-kurangnya dua penjuru bahagian mast sebelum diangkat menggunakan cangkuk kren bergerak seperti Rajah 10.11.

Rajah 10.11 Kaedah mengikat tali mengangkat pada bahagian *mast* semasa rombakan

10.3 Penggunaan Kren Derrick

Kren ini direka khas untuk pemasangan dan perombakan bagi semua jenis kren menara jenis meninggi dalaman (Rajah 10.12). Ia dipasang di atas bumbung bangunan secara langsung kerana ia tidak mempunyai bahagian *mast*. Ia adalah selamat dan sesuai untuk tujuan perombakan. Jika kren derik digunakan untuk merombak kren menara, pemilik kren derik perlu memastikan pemeriksaan bahagian-bahagian kritikal telah dijalankan oleh pemeriksa yang kompeten.



Rajah 10.12 Kren Derik untuk kerja-kerja perombakan kren menara
(<http://www.morrow.com>)

10.4 Langkah Keselamatan Merombak Kren Menara

Merombak kren menara juga merupakan operasi yang sukar dan berbahaya. Langkah-langkah pencegahan berkaitan kemalangan hendaklah dipatuhi pada setiap masa dan sentiasa merujuk kepada arahan pengeluar kren. Perkara yang perlu diambil perhatian adalah:

- Sekatan ruang oleh struktur kren itu sendiri, dan bangunan lain yang merumitkan kerja-kerja perombakan.

- Pemilihan kren seperti jenis, saiz dan kedudukan kren ditentukan pada permulaan projek.
- Peralatan yang digunakan untuk menurunkan struktur kren adalah kuat dan mencukupi.
- Semua peralatan mengangkat seperti gear perlu diuji, diteliti dan diperiksa oleh pemeriksa yang kompeten.
- Bahagian kren yang dirombak dan diturunkan berada dalam keadaan selamat pada cangkuk atau peralatan mengangkat sebelum bol atau pin mengunci dibuka.
- Adalah disyorkan bol yang digunakan antara *gear ring* pada slu dan bahagian atas *tower top ring* dianggapkan rosak apabila kren dipindahkan ke tapak pembinaan lain dan hendaklah dilupuskan.
- Slu perlu diperiksa untuk melihat keretakan pada kimpalan dan kerataan permukaan apabila dirombak dan dipindahkan ke tapak pembinaan lain.

Bibliografi

- 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.cminustrial.com>
- <http://www.morrow.com/crane101>
- 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.
- 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.

BAB 11

ALAT PELINDUNG DIRI

11.1 Pengenalan

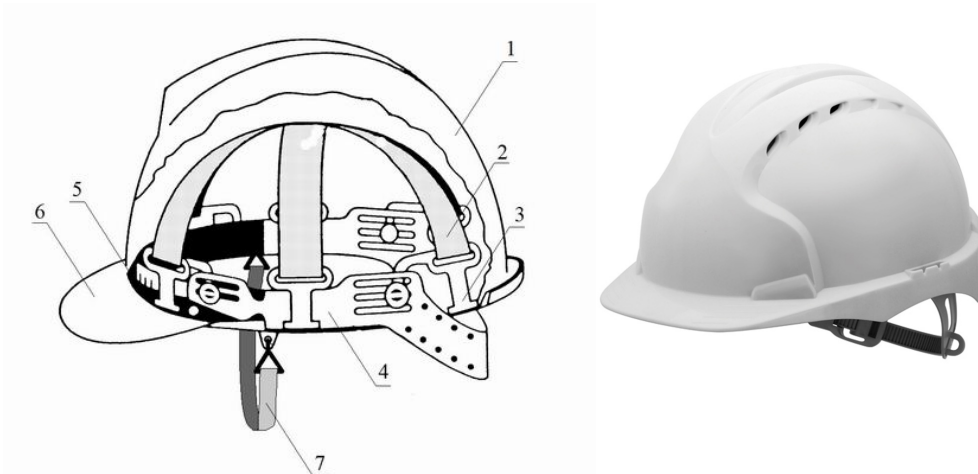
Kelengkapan perlindungan diri (*Personal Protective Equipment, PPE*) bermaksud semua peralatan yang bertujuan untuk dipakai atau dipegang oleh orang-orang di tempat kerja dan yang melindungi mereka terhadap risiko kepada kesihatan dan keselamatan. PPE juga berkaitan dengan dan apa-apa tambahan atau aksesori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

11.2 Jenis-Jenis Alat Pelindung Diri

(a) Topi keselamatan

Topi keselamatan adalah salah satu alat yang paling kerap digunakan bagi PPE (Rajah 11.1). Topi keselamatan berfungsi sebagai pelindung 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. Namun, topi keras standard tidak boleh berfungsi melindungi pemakai daripada kejutan elektrik). Topi keselamatan mesti mempunyai bahagian kelompang (*shell*), abah-abah (*harness*) dan pelilit kepala (*headband*), yang bertindak sebagai pelengkap keselamatan topi



Rajah 11.1 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 11.2). 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:

- 1) 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.
- 2) 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 11.2 Kasut keselamatan

(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 11.3). 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:

- (a) Bahan yang dikendalikan
- (b) Keadaan bahaya pada tangan
- (c) Jenis dan tempoh sentuhan
- (d) Saiz tangan dan keselesaan pemakai
- (e) Jenis tugas



Rajah 11.3 Sarung tangan keselamatan

(d) Baju pantulan cahaya

Baju pantulan cahaya (Rajah 11.4) perlu memenuhi keperluan pengguna yang dapat dilihat dengan jelas dalam persekitaran yang sepadan dengan keadaan di tempat kerja. Untuk memastikan baju mudah dilihat pada siang hari, ia harus berwarna pendarfluor (kuning, oren-merah atau merah). baju perlu disenggara mengikut peraturan dan arahan pengilang. Kaedah-kaedah pemilihan dan penggunaan yang betul baju pantulan cahaya adalah seperti berikut:

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



Rajah 11.4 Baju pantulan cahaya

(e) Cermin mata keselamatan

Cermin mata keselamatan (Rajah 11.5), 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 11.5 Cermin mata keselamatan

Rajah 11.6 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 11.6 Cermin mata dengan sistem pengudaraan langsung dan tidak langsung

(f) Alat-alat pelindung telinga

Penyumbat telinga dan palam telinga (*ear muffs*) adalah jenis alat pelindung telinga (Rajah 11.7) 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 11.7 Alat-alat pelindung telinga

(g) Abah-abah keselamatan (*Safety harness*)

Abah-abah keselamatan (Rajah 11.8) adalah peralatan perlindungan yang direka untuk melindungi seseorang yang sedang melakukan aktiviti memanjat atau turun daripada tempat tinggi. Abah-abah adalah penyambung di antara objek yang bergerak dan tidak bergerak, dan biasanya direka dari tali, kabel dengan kunci mudah buka (Rajah 11.9). Rajah 11.10 menunjukkan cara menggunakan peralatan memanjat dengan betul semasa memanjat kren menara.



Rajah 11.8 Abah-abah keselamatan



Rajah 11.9 Tali keselamatan



Rajah 11.10 Cara penggunaan dan memanjat dengan betul

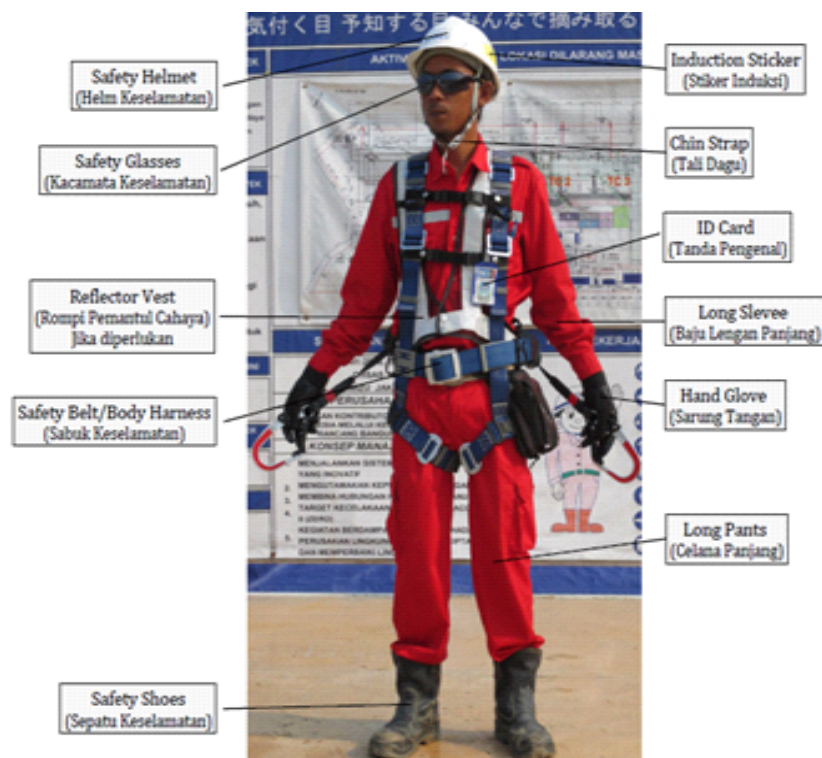
(https://www.123rf.com/photo_13536201_worker-builder-at-facade-construction-works.html)

11.3 Keselamatan Am Semasa Pemasangan

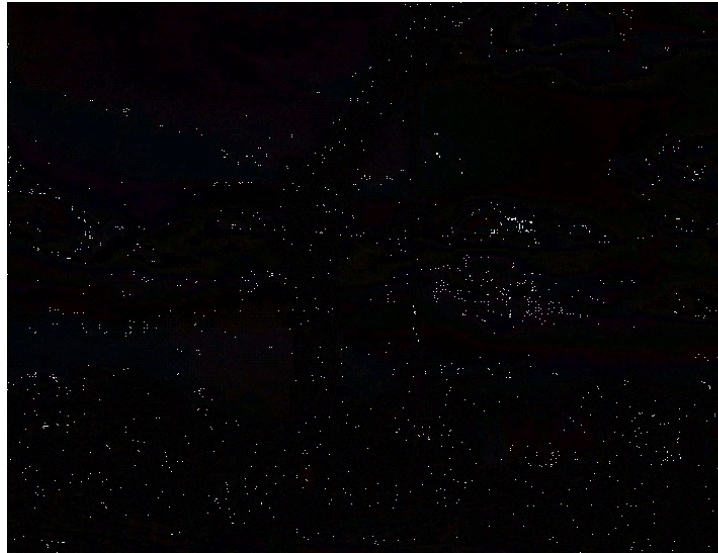
Semasa proses pemasangan dilakukan, keselamatan awam perlu dititikberatkan dengan mematuhi langkah-langkah keselamatan yang betul. Rajah 11.11 dan 11.12 masing-masing menunjukkan pemakaian keselamatan lengkap bagi individu dan contoh kawasan pembinaan yang selamat bagi pembinaan. Undang-undang dan langkah keselamatan hendaklah dipatuhi semasa proses pemasangan dijalankan:

- (a) Operator yang layak sahaja yang dibenarkan untuk melakukan kerja yang ditetapkan.
- (b) Pekerja perlu dibekalkan dengan PPE yang lengkap seperti topi keledar keselamatan, sabuk keselamatan, kasut keselamatan dan kaca mata keselamatan.
- (c) Satu taklimat keselamatan perlu diadakan dan disampaikan oleh orang yang berwajib mengenai tugas harian dan peranan setiap pekerja.
- (d) Keseluruhan bahagian bangunan pembinaan perlu dilindungi sebelum kerja dimulakan bagi mengelakkan barang binaan terjatuh dalam kawasan awam.
- (e) Kawasan pembinaan hendaklah dijaga rapi dari orang awam dan pihak berwajib perlu memantau kawasan dengan kerap.

- (f) Pastikan semua kerja pembinaan dalam kawasan pembinaan dihentikan sementara apabila proses pemasangan kren dijalankan.
- (g) Semua pekerja perlu disediakan alat komunikasi yang jelas seperti *walkie talkie*
- (h) Semua kelengkapan perlu diperiksa dan dipantau sebelum kerja dimulakan dan semua alatan yang rosak perlu diganti.
- (i) Sistem teleskopik kren bergerak perlu diperiksa sebelum digunakan bagi memastikan kelengkapan mengangkat telah menerima kebenaran dari pihak yang berwajib.
- (j) Semasa proses pemasangan dijalankan, pekerja tidak dibenarkan berada dalam kawasan pemasangan kren bagi mengelakkan kemalangan semasa beban diangkat.
- (k) Kren bergerak perlu mempunyai kebolehan mengangkat yang tinggi dan cukup hingga mencapai kedudukan terberat bagi kren menara.
- (l) Semua peralatan dan bahan yang diangkat menggunakan kren menara perlu dipastikan berada dalam keadaan baik dan tidak akan jatuh.



Rajah 11.11 Pemakaian PPE untuk orang yang kompeten memasang kren



Rajah 11.12 Kedudukan yang selamat bagi para pekerja tapak bina semasa berada di bawah kren yang sedang beroperasi

Bibliografi

EN ISO 20345:2011

https://oshwiki.eu/wiki/Protective_helmets_%E2%80%93_requirements_and_selection)

www.afscme.org

<http://theatresafetyblog.blogspot.my/>

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.

Worker's Safety Handbook for Rigger and Signalman

BAB 12

KESELAMATAN AM

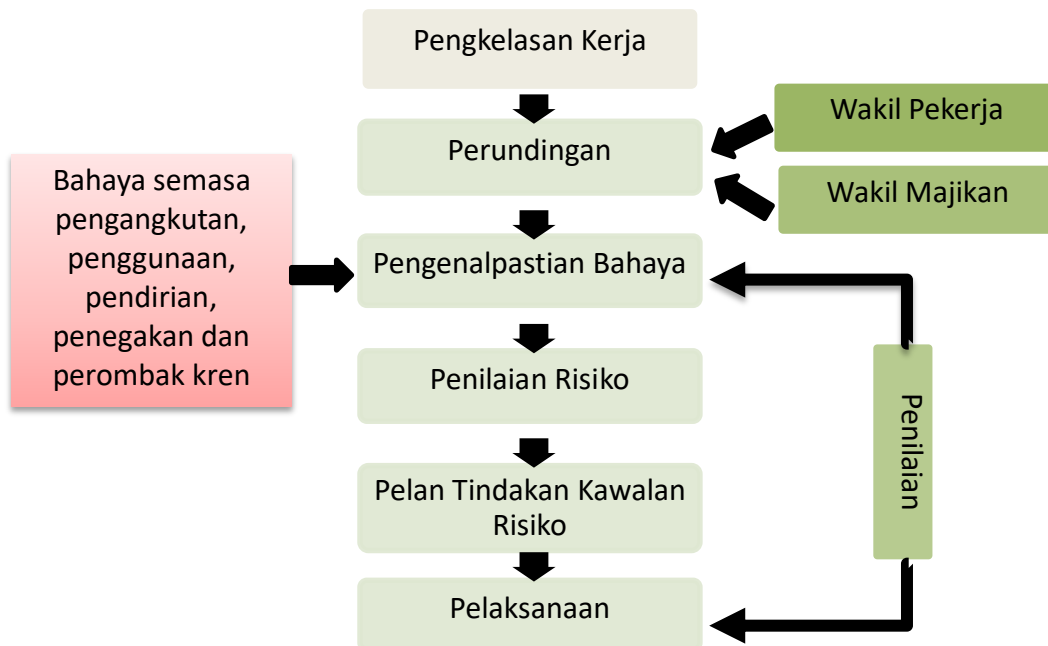
12.1 Pengurusan Risiko Operasi Kren Menara

Pengurusan risiko mesti dilaksanakan oleh tuan punya projek atau tuan punya kren menara atau mana-mana pihak bertanggungjawab dan seterusnya pihak bertanggungjawab mesti menyediakan laporan lengkap berhubung pengurusan risiko tersebut. Pengurusan risiko penting untuk mengenal pasti semua hazard yang berkaitan dengan operasi kren menara, menilai kebarangkalian kemalangan akibat terdedah kepada bahaya dan menentukan langkah-langkah yang sesuai bagi mengawal risiko itu. Terdapat tiga langkah asas untuk pengurusan risiko iaitu:

- (a) Langkah 1 - Pengenalpastian Bahaya. Pihak bertanggungjawab mesti mengenal pasti bahaya atau hazard yang berpotensi berlaku berhubung penggunaan dan operasi kren menara seperti tapak kren menara, peralatan kren menara dan personal yang terlibat dalam operasi mengangkat;
- (b) Langkah 2 - Penilaian Risiko. Penilaian dibuat berdasarkan potensi teruk atau sebaliknya bahaya yang mungkin berlaku akibat penggunaan dan operasi kren menara. Kepakaran kejuruteraan berkaitan diperlukan semasa membuat penilaian ini; dan
- (c) Langkah 3 - Kawalan Risiko. Kawalan yang sewajarnya mesti dikenal pasti dan dilaksanakan supaya risiko yang diramal dapat dicegah. Kawalan risiko termasuk menetapkan tempat yang sesuai, jejari pengoperasian kren menara, operator kren dan personal lain yang berkecualan.

Majikan adalah bertanggungjawab untuk menjalankan penilaian risiko di tempat kerja atau kerja yang dilaksanakan. Apabila merancang kaedah kerja, penilaian yang sesuai dan mencukupi perlu dijalankan dan direkodkan bagi mengurangkan risiko di tempat kerja atau kerja yang dibuat. Carta aliran bagi

Pengenalpastian Bahaya, Penilaian Risiko dan Kawalan Risiko (HIRARC) ditunjukkan dalam Rajah 12.1.



Rajah 12.1. Carta alir bagi proses HIRARC

12.2 Pengenalpastian Bahaya

Majikan mestilah mengenal 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 MS 1803:2008 dan EN 1050:1996 iaitu:

- (a) Bahaya mekanikal disebabkan oleh bahagian mesin atau kepingan kerja, cth. bentuk atau kekurangan kekuatan mekanikal;
 - i) bahaya kehancuran;

- ii) bahaya terikan;
 - iii) bahaya memotong atau memecah;
 - iv) bahaya pelepasan;
 - v) bahaya jatuh atau terperangkap;
 - vi) bahaya hentaman; dan
 - 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; dan
 - v) kecederaan kepada kesihatan oleh persekitaran kerja panas atau sejuk.
- (c) Bahaya yang dihasilkan oleh bunyi;
- i) hilang pendengaran; dan
 - ii) gangguan komunikasi ucapan.
- (d) Bahaya yang dihasilkan oleh bahan dan bahan yang diproses atau digunakan oleh jentera:
- i) bahaya kebakaran dan letupan
- (e) Bahaya yang dihasilkan oleh pengabaian prinsip-prinsip ergonomik dalam reka bentuk jentera iaitu;
- i) postur tidak betul atau kerja berlebihan;
 - ii) pertimbangan yang tidak mencukupi terhadap anatomi kaki, tangan dan lengan;
 - iii) mengabaikan penggunaan alat perlindungan diri;

- iv) pencahayaan setempat tidak mencukupi;
 - v) kesalahan manusia, tingkah laku manusia;
 - vi) reka bentuk, lokasi atau pengenalan kawalan manual yang tidak mencukupi; dan
 - vii) reka bentuk atau lokasi paparan visual yang tidak mencukupi.
- (f) Permulaan kerja/operasi yang tidak dijangka, terlebih operasi/kelajuan (atau sistem tidak berfungsi atau yang serupa dengannya) berpunca dari;
- i) kegagalan/gangguan sistem kawalan;
 - ii) pengaruh luaran lain (graviti, angin, dan lain-lain);
 - iii) kesilapan dalam perisian; dan
 - iv) kesilapan yang dibuat oleh operator kren (disebabkan ketidakesuaian jentera dengan ciri dan kebolehan manusia).
- (g) Kegagalan bekalan kuasa;
- (h) Kegagalan litar kawalan;
- (i) *Break-up* semasa operasi;
- (j) Objek atau cecair jatuh;
- (k) Kehilangan kestabilan/lebih putar pada jentera; dan
- (l) Tergelincir, terperangkap dan orang jatuh (berkaitan dengan jentera).

12.3 Penilaian Risiko

Penilaian risiko untuk operasi kren menara adalah berbeza-beza mengikut beberapa fasa-fasa seperti berikut:

- (a) Penggunaan kren: Pengenalpastian dan penilaian risiko pada peringkat penggunaan 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 penyelenggaraan kren;

- viii) kecekapan operator kren dan orang yang terlibat;
 - ix) kegagalan sistem elektrik dan mekanikal; dan
 - x) laluan masuk atau keluar yang tidak dibenarkan.
- (b) Pemasangan, pendirian dan perombakan kren: Pengenalpastian dan penilaian pada peringkat penegakan, pendirian dan perombakan 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 peralatan pelindung diri;
 - xv) bahan yang dari tempat tinggi; dan
 - xvi) kemudahan laluan masuk.

Risiko-risiko lain yang boleh memberikan kecederaan kepada orang-orang yang terlibat dengan operasi kren menara atau orang di sekitar kren adalah:

- (a) kren tumbang;
- (b) kegagalan struktur atau komponen kren;
- (c) perlanggaran kren atau beban dengan struktur lain;
- (d) jatuh dari ketinggian (dari bangunan, kren dan lain-lain);
- (e) ditimpa objek (objek jatuh, dan lain-lain); dan
- (f) kejutan elektrik.

Kren menara mungkin atau boleh tumbang apabila ketidakstabilan kren berlaku akibat dari beban lampau dan dipengaruhi oleh beberapa faktor lain termasuk:

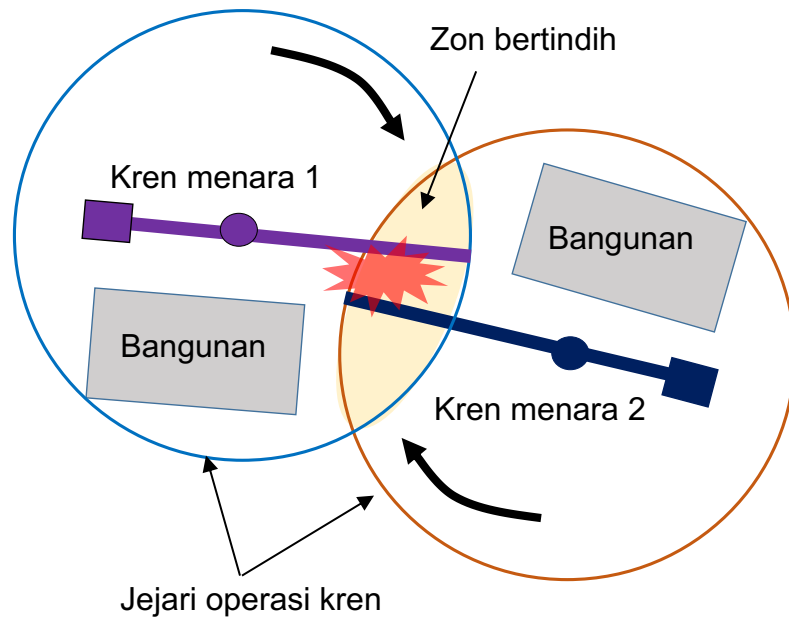
- (a) penggunaan berat penimbang kren yang tidak betul;
- (b) pemasangan lengan sokongan kren yang salah;
- (c) kilasan bol pada struktur kren (mast atau bum) yang tidak tepat; dan
- (d) reka bentuk asas tapak kren yang tidak betul.

Kegagalan struktur kren yang berlaku adalah termasuk kegagalan pada mana-mana komponen kren, seperti mast, bum/jib, komponen hidraulik, tali dawai, puli, cangkuk dan lain-lain komponen yang berkaitan. Penyebab utama kegagalan struktur ini adalah bebanan lampau yang dikenakan pada struktur kren, dan kegagalan ini mungkin boleh berlaku tanpa amaran.

Orang yang menjalankan aktiviti yang berkaitan dengan kerja mengangkat, memasang, meninggi dan merombak kren menara juga berisiko jatuh dari ketinggian. Objek yang jatuh mungkin disebabkan oleh aktiviti mengangkat beban, kerja pemasangan, peninggian dan perombakan kren yang tidak betul. Objek jatuh boleh menyebabkan risiko kecederaan atau kematian kepada pekerja dan orang awam.

12.3.1 Risiko pelanggaran antara kren

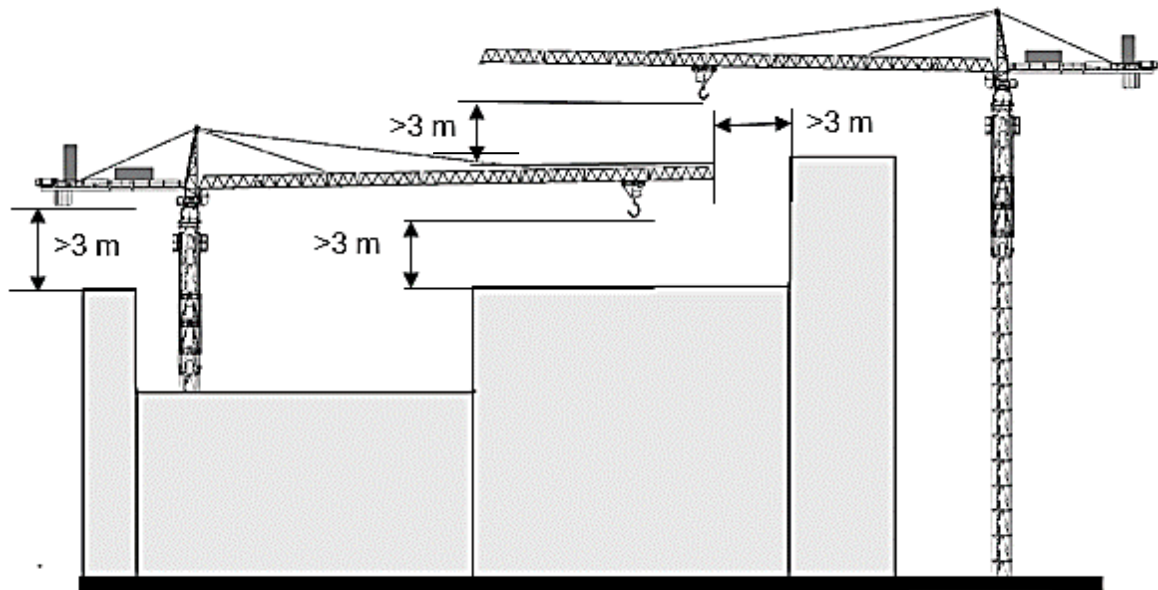
Perlanggaran kren atau beban dengan struktur lain boleh berlaku apabila terdapat kesilapan semasa komunikasi, gerakan kren atau ruang yang tidak cukup di antara kren dengan struktur lain seperti kren menara lain atau bangunan yang berdekatan, dan juga kelegaan pada kawasan zon bertindih antara 2 atau lebih kren (Rajah 12.2).



Rajah 12.2 Skematik perlanggaran antara dua kren menara

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 (Rajah 12.3);
- 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; dan
- kaedah komunikasi antara operator kren dengan pengikat beban atau pemberi isyarat diselaraskan dan difahami dengan tepat.



Rajah 12.3 Jarak selamat antara dua kren menara semasa operasi

12.3.2 Operasi berhampiran tiang dan kabel elektrik

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

- (a) 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; dan
- (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 atas langkah berjaga-jaga berikut perlu diperhatikan oleh orang yang dilantik, 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; dan
- (f) jika talian elektrik hendak diputuskan, perbincangan dengan pihak yang mengawal talian dilakukan seawal mungkin sebelum kerja dilakukan.

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. Berikut adalah julat voltan dan jarak selamat yang disyorkan semasa melakukan kerja berhampiran arus elektrik ditunjukkan dalam Jadual 12.1.

Jadual 12.1 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 kepada TNB atau syarikat utiliti elektrik	6.0	7.0 (275 kV)	6.0
Atas 330,000	Rujuk kepada TNB atau syarikat utiliti elektrik	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; 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) untuk memberi

amaran tentang bahaya kepada orang disekitarnya. Jika seseorang atau sesuatu bersentuhan dengan talian elektrik atas, perkara berikut perlu dilakukan:

- (a) jika tersentuh/berada dekat dengan wayar rosak, gerak dan jauhkan diri secepat mungkin sehingga talian tersebut disahkan selamat;
- (b) anggap bahawa talian elektrik hidup, walaupun ia tidak mencetuskan percikan, atau jika ia kelihatan tiada arus;
- (c) 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;
- (d) 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; dan
- (e) jika perlu, panggil perkhidmatan kecemasan dari pihak yang bertanggungjawab seperti TNB.

12.4 Kawalan Risiko

Berdasarkan penilaian risiko, majikan hendaklah menyedia dan melaksana prosedur dan amalan kawalan risiko atau bahaya bagi semua kerja-kerja atau operasi yang berkaitan dengan kren menara. Majikan perlu juga merujuk kepada Garis Panduan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan dalam Industri Pembinaan (Pengurusan) 2017 yang memperuntukkan prinsip-prinsip untuk kawalan risiko. Ia hendaklah termasuk tetapi tidak terhad kepada yang berikut:

- (a) mengelakkan risiko
- (b) menilai risiko yang tidak dapat dielakkan;
- (c) mengurangkan risiko yang ada;
- (d) menyesuaikan kerja untuk individu, seperti reka bentuk tempat kerja, pemilihan peralatan kerja dan pemilihan kaedah kerja dan pengeluaran dan lain-lain;
- (e) menyesuaikan diri dengan kemajuan teknologi pada jentera atau sistem;
- (f) membangunkan dasar pencegahan risiko keseluruhan yang meliputi teknologi, organisasi kerja, keadaan kerja, hubungan sosial dan pengaruh faktor-faktor yang berkaitan dengan persekitaran kerja;

- (g) memberi keutamaan kepada langkah-langkah perlindungan kolektif daripada langkah-langkah perlindungan individu;
- (h) memberi arahan yang sesuai dan mudah difahami kepada pekerja;
- (i) pemeriksaan terhadap peranti dan pengehad pergerakan keselamatan, peralatan mengangkat, dan komponen kritikal seperti jib, takal, tali dawai dan lain-lain perlu dipantau dan dinilai secara berkala, contohnya secara bulanan, tiga bulan sekali atau tahunan;
- (j) pemeriksaan keselamatan terhadap kesihatan pekerja perlu dipantau dan dinilai secara berkala, contohnya secara bulanan, tiga bulan sekali atau tahunan;
- (k) majikan mestilah memastikan setiap pekerja yang terlibat dalam operasi mengangkat telah menjalani latihan kursus keselamatan dan teknik berkaitan (arahan isyarat, ikatan dan lain-lain) yang betul dan lulus peperiksaan;
- (l) memastikan komunikasi yang jelas dan mudah difahami antara operator kren, pemberi isyarat atau pengikat beban seperti menggunakan walkie-talkie atau telefon atau isyarat tangan; dan
- (m) tanggungjawab setiap pekerja mestilah dijelaskan dan ditetapkan seperti orang yang menguruskan operasi mengangkat, orang yang menyelenggara, penyelia keselamatan, atau pekerja lain yang berkaitan dengan penggunaan dan operasi kren.

12.5 Perancangan dan Penyelarasan Risiko Penggunaan Kren Menara

Perancangan risiko yang teliti adalah penting bagi memastikan penggunaan kren menara yang selamat. Perancangan yang berkesan akan membantu mengenal pasti cara-cara untuk melindungi orang-orang yang:

- (a) memasang, meninggi, mengarah kerja dan merombak kren menara;
- (b) terlibat secara langsung dalam operasi mengangkat seperti operator kren;
- (c) di kawasan yang bersebelahan dengan sebuah kren menara, termasuk tempat awam;
- (d) berhubung dengan penggunaan elektrik, memastikan bekalan dan peralatan elektrik dipasang dan digunakan dengan cara yang selamat terutama bagi mereka yang bekerja berhampiran dengan bekalan kuasa tersebut;

- (e) menentukan keperluan kren, termasuk ruang memuat muatan dan akses kepada tempat mengangkat, pada peringkat persediaan projek;
- (f) mengurangkan bilangan kren menara di tapak projek bagi mengurangkan kemungkinan pelanggaran antara kren dan objek yang lain;
- (g) memastikan setiap kren menara boleh dipasang pada jarak yang boleh diterima dari kren menara yang lain dan bum penempatan konkrit; dan
- (h) memastikan pelantar mesin kren kekal pada jarak yang selamat di atas bangunan.

12.6 Reka Bentuk Selamat dan Pendaftaran Kren Menara

12.6.1 Kestabilan kren menara

Reka bentuk yang betul akan menentukan kestabilan kren menara. Kestabilan adalah isu keselamatan penting bagi kren menara. Kegagalan untuk mengekalkan kestabilan boleh membawa kepada kejadian serius yang disebabkan oleh kegagalan mekanikal atau struktur, atau kren tumbang. Kren menara perlu direka untuk menjadi stabil, dan tanpa risiko terbalik, jatuh atau bergerak tanpa diduga semasa berdiri dan merombak kren, dan dalam semua keadaan operasi. Semua reka bentuk kren menara mesti memperoleh kelulusan dari JKPP. Reka bentuk bagi kren menara dan mana-mana bahagiannya perlu mengikut spesifikasi yang ditetapkan dalam piawaian MS 1803:2008-*Cranes-Safety-Tower Cranes*.

Kestabilan sesebuah kren menara mesti mengambil kira faktor berikut:-

- (a) penstabilan momen;
 - i) carta beban: digunakan untuk mengenal pasti jumlah beban yang mampu diangkat dengan selamat oleh kren. Carta beban mesti ditulis dalam bahasa Melayu atau Inggeris dan berunit Metrik. Carta beban mesti mudah dilihat oleh operator kren untuk memastikan tiada beban berlebihan. Kapasiti beban mesti tidak melangkaui carta beban kecuali; semasa ujian kren yang dilakukan oleh pihak kompeten dalam keadaan terkawal atau hanya sewaktu kecemasan.

- ii) berat-pengimbang: adalah sangat kritikal sebagai agen penstabil. Berat-pengimbang yang terlalu ringan akan menyebabkan jib/bum akan terbalik dalam arah beban. Jika terlalu berlebihan, jib/bum akan terjungkit dan terbalik ke arah belakang.
- (b) penterbalikan momen yang disebabkan beban berlebihan;
- (c) asas tapak yang direka bentuk untuk pemasangan sesebuah kren;
- (d) reka bentuk, bilangan dan lokasi penyambungan; dan
- (e) keadaan angin.

12.6.2 Struktur kren menara

- (a) Kren menara mesti direka bentuk berpandukan kepada prinsip kejuruteraan yang diterima dan piawaian teknikal yang relevan.
- (b) Reka bentuk kren menara hendaklah mendapat kelulusan daripada Unit Mesin Angkat, Seksyen Reka Bentuk, Bahagian Keselamatan Industri, JKKP dan mengikut panduan jabatan/seksyen tersebut.
- (c) Reka bentuk dan saiz kren menara mesti mengambil kira faktor ketinggian menara, kelajuan angin, jenis tapak, panjang bum dan kapasiti angkatan beban.

12.6.3 Faktor kegagalan struktur menara kren

Kegagalan struktur disebabkan oleh kegagalan komponen-komponen kren seperti jib/bum atau tali wayar. Pembebanan berlebihan merupakan antara penyebab kegagalan kren. Semua kren menara yang digunakan mesti mengambil kira faktor yang mempengaruhi kegagalan struktur kren di bawah bagi memastikan struktur kren menara adalah selamat iaitu:

- (a) pembebanan berat-pengimbang;
- (b) pemasangan/jenis bolt kren menara;
- (c) bahagian penyambungan kren ketika pemasangan; dan
- (d) reka bentuk asas tapak kren.

12.6.4 Surat perakuan

Semua kren menara yang digunakan mesti didaftarkan dengan JKPP dan memerlukan sijil kelayakan yang sah untuk beroperasi iaitu Perakuan Mesin Angkat (PMA). PMA berkenaan adalah berdasarkan peraturan-peraturan yang diperuntukkan mengikut takrif “mesin angkat” di bawah Akta 139, Akta Kilang dan Jentera, 1967, (Pindaan) 2006, Seksyen 3 (e). Surat Perakuan pendaftaran kren menara mesti dipamerkan di tempat projek yang berkaitan.

12.7 Langkah-Langkah Keselamatan Semasa Pemasangan dan Perombakan Kren

Memasang, meninggi dan merombak sebuah kren menara adalah proses yang rumit dan mengambil masa yang lama, dan kejadian berbahaya boleh terdedah kepada kepada operator, orang sekeliling dan struktur kren. Oleh yang demikian, setiap aktiviti yang melibatkan kren menara faktor keselamatan perlu diambil kira kerana risikonya tinggi, dan perlu dilakukan oleh firma / orang yang kompeten.

Pada permulaan pemasangan kren menara, ianya dibantu oleh kren bergerak. Pada peringkat ini perkara paling penting adalah proses mengangkat *mast/bum* kren samada dari atas kenderaan atau untuk dipasang. Antara perkara penting yang perlu dijangkit perhatian semasa proses memasang dan merombak kren menara ialah:

- (a) Jenis anduh (*Sling*) yang digunakan untuk mengangkat struktur kren menara (disyorkan anduh jenis kain sintetik)
- (b) Cara ikatan dan sudut ikatan pada struktur utama kren seperti bum dan jib pengimbang perlu dititikberatkan agar ianya tidak bengkok dan sentiasa stabil semasa diangkat.
- (c) Semua pekerja yang terlibat mesti memakai alat pelindung diri.
- (d) Bagi struktur besi dan bercat, bahagian yang diikat di lapik dengan guni atau kain sekiranya anduh jenis lain digunakan.

12.7.1 Langkah keselamatan semasa pemasangan

(a) Kren menara jenis *Luffing*

Dalam proses memasang kren menara jenis luffing, beberapa langkah keselamatan perlu dititikberatkan seperti:

- (i) Menyerahkan laporan senarai semak dan dokumen lain yang berkaitan kepada pihak JKPP untuk mendapatkan kelulusan sekiranya menggunakan kren menara yang telah digunakan.
- (ii) Menjemput pihak JKPP untuk datang memantau kawasan tapak kren menara dan memeriksa semua komponen kren yang akan digunakan sebelum proses memasang dimulakan.
- (iii) Jurutera projek perlu memeriksa tapak asas kren menara bagi memastikan tapak kren menara dibina mengikut spesifikasi jurutera profesional dan pengeluar sebelum pemasangan konkrit dijalankan.
- (iv) Memeriksa semua keadaan struktur, pin, takal, bol/nat. komponen bergerak dan sistem elektrik.
- (v) memastikan proses memasang kren menara dibuat mengikut arahan pihak pengeluar.
- (vi) Memeriksa semua komponen tiang *mast* berada dalam keadaan menegak semasa pemasangan bermula.
- (vii) Memasang sangkar dorongan naik bersama dengan sistem hidraulik lengkap sebelum dipasang pada tiang kren menara.
- (viii) Memasang sistem kuasa pada *machine deck*.
- (ix) Menyambungkan semua sistem hidraulik dan sistem elektrik dengan baik.
- (x) Bagi pemasangan bum utama, ikat bum pada kabel pengangkat di atas tanah dan angkat dengan perlahan dengan kestabilan yang baik dan sambungkan pada puncak kren menara.
- (xi) Bagi memasang kabel *luffing*, sambungkan kabel *luffing* pada takal *luffing* dan kunci dengan menggunakan *thimble* pada bahagian puncak kren menara. Tegangkan kabel *luffing* dan lepaskan kabel yang mengangkat bum dengan perlahan-lahan.
- (xii) Membetulkan pengimbang dan ketatkan kedudukan pengimbang
- (xiii) Menyambungkan kabel pengangkat melalui semua takal dan kunci dengan menggunakan *thimble hoisting anti twist*

- (xiv) Memasang semua suis penghad keselamatan dan uji fungsi semua suis
- (xv) Menguji kren pada keadaan tanpa beban
- (xvi) Menentukan ukuran suis maximum, momentum dan penghad laju pada keadaan dengan beban.
- (xvii) Menjemput pihak JKPP untuk membuat pemeriksaan akhir dan ujian beban.

(b) Kren menara jenis *Hammerhead*

Dalam proses memasang kren menara jenis *hammerhead*, beberapa langkah keselamatan perlu dititikberatkan seperti:

- (i) Meminta pemantauan dari jurutera projek untuk memastikan asas tapak kren menara dibina mengikut spesifikasi jurutera profesional dan pengeluar.
- (ii) Memeriksa keadaan struktur kren menara, pin, takal, bol/nat, bahagian bergerak dan sistem elektrik.
- (iii) Memastikan proses memasang kren menara dibuat mengikut arahan pihak pengeluar.
- (iv) Memeriksa semua komponen tiang *mast* berada dalam keadaan menegak semasa pemasangan bermula.
- (v) Memasang sangkar dorongan naik bersama dengan sistem hidraulik lengkap sebelum dipasang pada tiang kren menara.
- (vi) Memastikan tapak slu dipasang bersama kabin operator, pelantar *catwalk* dan *handrails* sebelum dinaikkan.
- (vii) Memasang jib pengimbang di atas permukaan tanah sebelum dinaikkan.
- (viii) Memasang pengimbang pada jib pengimbang mengikut spesifikasi yang ditetapkan.
- (ix) Bagi pemasangan bum utama, ikat bum pada kabel pengangkat di atas tanah bersama dengan batang pengikat, bahagian takal dan papan penunjuk beban. Kemudian, angkat bum utama dengan perlahan dengan kestabilan yang baik dan sambungkan pada puncak kren menara.
- (x) Membetulkan pengimbang dan mengetatkan kedudukan pengimbang
- (xi) Menyambungkan kabel pengangkat melalui semua takal dan kunci dengan menggunakan *thimble hoisting anti twist*
- (xii) Menguji kren pada keadaan tanpa beban

(c) Kren *Derrick*

Dalam proses memasang kren *derrick* beberapa langkah keselamatan perlu diambil perhatian seperti:

- (i) Memeriksa kren *derrick* dengan jurutera profesional sama ada pengagihan beban boleh berada di atas roof slab beams.
- (ii) Mengumpul semua dokumen yang diperlukan untuk dihantar kepada pihak JKPP untuk kelulusan.
- (iii) Menggunakan ruang lif bangunan dan tenaga pekerja untuk mengangkat naik kren *derrick* ke atas bumbung bangunan,
- (iv) Menggunakan kren *stiffleg* untuk memasang kren *derrick* ke atas slab.
- (v) Menyambungkan semua sambungan elektrik dan komisen kren *derrick*.
- (vi) Menjalankan ujian beban in-house.
- (vii) Menjemput pihak JKPP untuk pemeriksaan terakhir dan ujian beban.
- (viii) Kren *derrick* hanya boleh dikendalikan oleh operator yang berkelayakan dan berkebolehan sahaja,
- (ix) Mewujudkan kaedah mengangkat yang selamat bersama pegawai keselamatan sebelum kerja mengangkat sebenar dijalankan.

12.7.2 Langkah keselamatan semasa rombakan**(a) Kren menara jenis *Luffing***

Dalam proses merombak kren menara jenis *luffing*, beberapa langkah keselamatan perlu dititikberatkan seperti:

- (i) Menghantar semua dokumen dan lakaran tapak pembinaan yang berkaitan kepada pihak JKPP untuk kelulusan merombak kren menara.
- (ii) Memeriksa PMA dan nombor siri kren menara sebelum dirombak
- (iii) Memeriksa senarai semak penyelenggaraan keadaan kren menara bulan terakhir sebelum dirombak.
- (iv) Memeriksa semua sistem brek, sistem kabel mengangkat dan sistem *luffing*.
- (v) Memeriksa sebarang halangan di kawasan tapak pembinaan untuk memudahkan proses merombak.
- (vi) Memutuskan sambungan sistem kabel mengangkat dan alat pengehad keselamatan *luffing*.

- (vii) Menurunkan jib utama sekitar 15 darjah sehingga jib tersebut disokong oleh kabel tahanan, dan putus sambungan sistem mengangkat dan kabel *luffing* dan gulungkan pada *drum*.
- (viii) Keluarkan semua manual arahan titik keseimbangan sebelum merombak bum.
- (ix) Memutuskan sambungan kuasa utama kren.
- (x) Putuskan sambungan semua suis pengehad lawatan kabel.
- (xi) Mengikat kabel pengangkat pada jib utama dan angkat jib utama setinggi 2 kaki dan tunggu 10 minit untuk memastikan brek dan sistem hidraulik kren bergerak menjadi stabil. Kemudian, buka semua sambungan pin dan turunkan jib utama ke atas tanah secara perlahan-lahan.
- (xii) Mengikat kabel pengangkat pada jib pengimbang dan angkat jib pangimbang setinggi 100mm dan buka semua sambungan pin, seterusnya turunkan jib pengimbang ke atas tanah secara perlahan-lahan.
- (xiii) Mengikat kabel pengangkat pada titik seimbang tapak slu dan buka semua sambungan pin, seterusnya turunkan tapak slu ke atas tanah secara perlahan-lahan.
- (xiv) Mengikat kabel pengangkat pada titik seimbang *mast* dan buka semua sambungan pin, seterusnya turunkan *mast* ke atas tanah secara perlahan-lahan.
- (xv) Menggunakan kren bergerak yang sesuai bergantung kepada ketinggian dan keluasan tapak semasa merombak.

(b) Kren menara jenis *Hammerhead*

Dalam proses merombak kren menara jenis *hammerhead*, beberapa langkah keselamatan perlu dititikberatkan seperti:

- (i) Menghantar semua dokumen dan lakaran tapak pembinaan yang berkaitan kepada pihak JKPP untuk kelulusan merombak kren menara.
- (ii) Memeriksa PMA dan nombor siri kren menara sebelum dirombak
- (iii) Memeriksa senarai semak penyelenggaraan keadaan kren menara bulan terakhir sebelum dirombak.
- (iv) Memeriksa semua sistem brek, sistem gulungan kabel dan troli.
- (v) Memeriksa sebarang halangan di kawasan tapak pembinaan untuk memudahkan proses merombak.

- (vi) Memutuskan sambungan suis pengehad gulungan.
- (vii) Memutuskan sambungan kabel dan menggulung semula kabel pada *hoisting drum*.
- (viii) Memutuskan sambungan kabel pada takal dan menggulung semula kabel pada *hoisting drum*.
- (ix) Mengunci bahagian troli untuk merombak jib utama.
- (x) Memutuskan semua sambungan kuasa utama kren.
- (xi) Memutuskan sambungan semua kabel kawalan dan suis pengehad.
- (xii) Memindahkan separuh dari pengimbang untuk mengimbang kren menara dan merombak jib utama bersama dengan batang pengikat dan troli.
- (xiii) Memindahkan semua pengimbang dari jib pengimbang
- (xiv) Merombak jib pengimbang
- (xv) Merombak dan menurunkan *cathead* (Kerangka-A)
- (xvi) Merombak tapak slu
- (xvii) Merombak keseluruhan bahagian *mast* dan tapak *mast*.
- (xviii) Menggunakan kren bergerak yang sesuai bergantung kepada ketinggian dan keluasan tapak semasa merombak.

12.7.3 Langkah keselamatan semasa proses mendorong naik tiang menara

Dalam proses mendorong naik tiang menara beberapa langkah keselamatan perlu dititikberatkan adalah seperti berikut:

- (i) Memeriksa senarai semak penyelenggaraan bulan terakhir kren menara sebelum proses mendorong naik dijalankan.
- (ii) Meminta pandangan jurutera projek untuk memastikan kolum/kolar atau slat berada dalam keadaan yang kuat dan mampu menyokong daya kilasan dan lenturan kren menara.
- (iii) Memasang set kolar pengikat pada mast, *wall tie beam* dan memeriksa kedudukan melintang.
- (iv) Memeriksa sistem mendorong naik hidraulik.
- (v) Menyusun bahagian mast dan memasang pelantar pada mast mengikut spesifikasi ketika berada di atas permukaan tanah sebelum mendorong naik.
- (vi) Memanjangkan panjang kabel kuasa utama sekiranya diperlukan.

- (vii) Memeriksa sistem gulungan, kabel troli, sistem brek dan hujung clip *bulldog* untuk tujuan memanjat.
- (viii) Memeriksa semua suis pengehad gulungan.
- (ix) Menggunakan blok konkrit untuk mengimbang kren menara semasa proses mendorong naik dibuat.
- (x) Mendorong naik menara pada ketinggian yang sesuai.
- (xi) Mengetatkan semua sambungan bol/pin dan nat.
- (xii) Menetapkan semula suis pengehad gulungan selepas proses mendorong naik.
- (xiii) Menguji kren menara dengan beban.

12.8 Tanggungjawab Pengurusan Kren Menara di Tapak Bina

Mereka yang bertanggungjawab bagi pengurusan kren menara di tapak perlu memastikan bahawa:

- (i) Kren menara ditegak dan dirombak oleh orang yang kompeten yang mempunyai latihan dan pengalaman. Syarikat-syarikat hendaklah menyediakan prosedur bertulis bagi setiap jenis kren menara dan prosedur ini hendaklah merujuk kepada arahan pengilang;
- (ii) Peperiksaan menyeluruh kren perlu dijalankan selepas penegakan oleh orang yang kompeten;
- (iii) Hanya orang yang kompeten sahaja boleh mengendalikan kren;
- (iv) Semakan pra-penggunaan dijalankan oleh **operator kren pada permulaan setiap syif** untuk memastikan bahawa kren tidak mengalami apa-apa kerosakan atau kegagalan dan selamat untuk digunakan;
- (v) Pemeriksaan dalaman dijalankan oleh **operator kren**, biasanya pada setiap minggu, dan rekod mengenai pemeriksaan ini disimpan;
- (vi) Operasi mengangkat perlu dirancang dengan betul dan diselia dengan sewajarnya.

12.9 Faktor Keselamatan dan Kegagalan Kren Menara di Tapak Pembinaan

12.9.1 Risiko yang melibatkan kren menara

Terdapat lima risiko yang melibatkan kren menara iaitu:

- (a) Kegagalan struktur
- (b) Kren menara jatuh
- (c) Kemalangan dengan pergerakan kren menara yang lain
- (d) Objek beban jatuh
- (e) Jatuh dari ketinggian

12.9.2 Reka bentuk selamat bagi kren menara

Dalam memastikan keselamatan kren menara terjamin, reka bentuk selamat perlu dibuat iaitu:

- (a) Piawaian Carta beban dan pengimbang perlu dipatuhi bagi kestabilan kren
- (b) Asas dan tapak
- (c) Pengikat kren perlu selamat untuk digunakan dan langkah keselamatan dari pihak pengeluar perlu dipatuhi
- (d) Kawalan angin dan cuaca perlu dipatuhi mengikut piawaian yang ditetapkan

12.9.3 Alat penunjuk penghad keselamatan

Alat penunjuk dapat:

- (a) Memberhentikan pergerakan kren sekiranya pergerakan kren melebihi had yang ditetapkan
- (b) Kebergantungan kepada alat
- (c) Penghad kadar muatan
- (d) Alat penghad pergerakan
- (e) Penunjuk jejari bekerja yang dibolehkan
- (f) Sistem pembrekan dua

12.10 Operasi Yang Selamat dan Amalan Yang Disyorkan

Proses menegak atau merombak kren menara **MESTILAH** mengurangkan risiko kepada kesihatan dan keselamatan pekerja. Kaedah kerja selamat bagi kerja-kerja pembinaan yang berisiko tinggi untuk menegak atau merombak kren menara hendaklah dirancang dan mengikuti perkara berikut:

- arahan pengilang kren atau pereka kren
- piawaiian teknikal yang berkaitan akses (jalan masuk) dan jalan keluar
- kestabilan kren
- apa-apa kesan buruk kepada plan yang lain, struktur atau proses kerja di tempat kerja
- penggunaan alat-alat khas, jig dan peralatan lain untuk mengurangkan risiko kecederaan
- langkah-langkah kawalan untuk melindungi komponen kren
- interaksi kren dengan plan / tapak bina yang lain
- faktor persekitaran seperti keadaan basah atau berangin

Risiko kecederaan serius atau maut dari kren runtuh adalah sangat tinggi semasa operasi meninggi kren menara. Rangka kren yang dinaikkan perlu mengatasi daya statik dan dinamik yang terlibat dalam proses meninggi kren. Risiko kecederaan daripada kren runtuh semasa operasi meninggi kren **boleh dikurangkan** dengan:

- menjalankan operasi meninggi di luar waktu kerja normal untuk mengurangkan risiko kepada orang lain.
- jauhkan orang yang tidak perlu dari tempat kerja operasi meninggi
- menyelenggara zon pengecualian bagi saiz yang mencukupi untuk mencegah kegagalan struktur.
- melarang orang daripada memasuki kawasan di belakang kren menara (di bawah *counterweights*) semasa operasi meninggi.
- elakkan operasi slu pada setiap masa semasa operasi meninggi
- menjalankan pemeriksaan fizikal pada troli pengimbang, termasuk plat sisi, pemasangan bolt dan pin, gear keselamatan, tali dan *turnbuckles*, sebelum memulakan operasi meninggi.

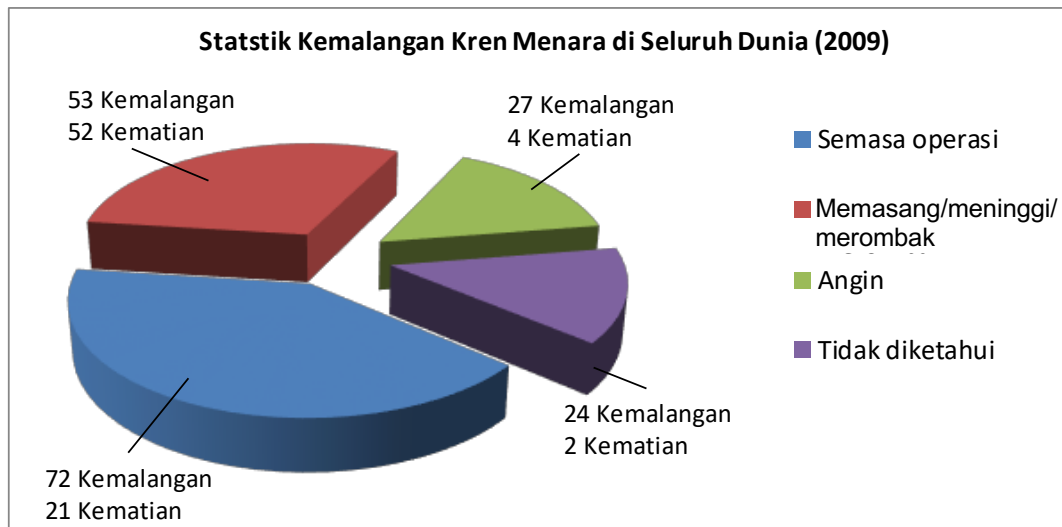
Semua orang yang terlibat dalam operasi meninggi **MESTI** menerima latihan yang menyeluruh dan arahan prosedur mendaki untuk model tertentu dan jenis kren yang terlibat dalam urutan meninggi kren. Urutan meninggi kren **MESTI** dijalankan dengan ketat mengikut arahan pengeluar kren. Walau bagaimanapun, ini tidak menghalang pekerja pemasangan (*rigging crews*) kren dari menanggungkan kerja mengikut budi bicara mereka jika mereka fikir keselamatan akan terjejas.

12.11 Kemalangan dan Insiden Terdahulu (Pengajaran yang boleh diambil)

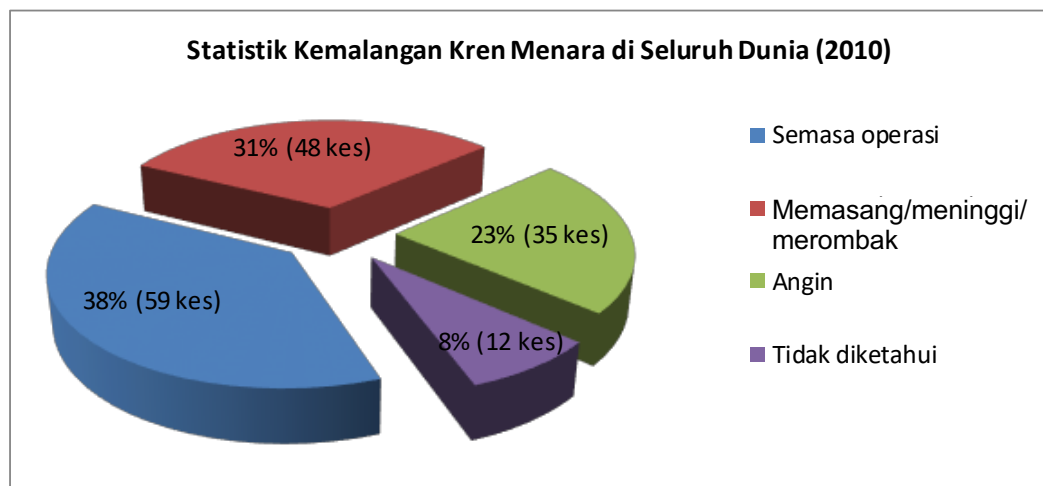
Merujuk statistik JKKP (2017), Kuala Lumpur, Selangor, Johor dan Pulau Pinang merupakan negeri-negeri yang mempunyai bilangan kren menara yang tinggi. Sehingga kini di Malaysia terdapat 1434 kren menara dan 1614 operator kren menara yang berdaftar dan aktif. Sejumlah besar, 1120 kren menara digunakan di Kuala Lumpur, Putrajaya, Selangor dan Johor (JKKP, 2017).

12.11.1 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. Pada tahun 2009 sahaja, 188 kes kemalangan yang melibatkan 78 kematian. Manakala tahun 2010 pula sebanyak 154 kes kemalangan dengan 113 kematian. Statistik berkenaan jumlah dan faktor penyebab kemalangan ditunjukkan dalam Rajah 12.4 dan 12.5.



Rajah 12.4 Statistik jumlah kemalangan kren menara dunia
(www.towercranesupport.com)



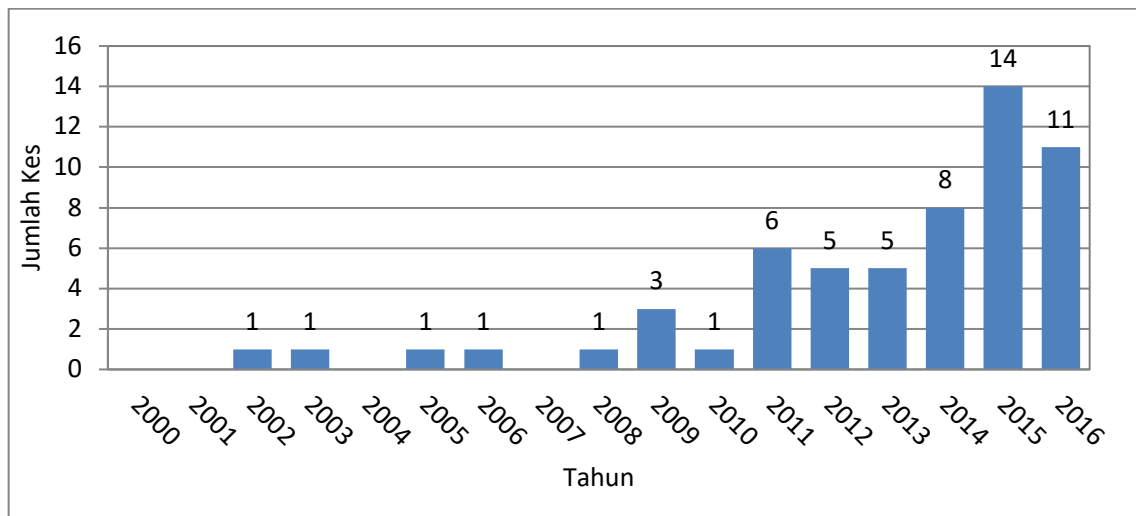
Rajah 12.5 Statistik peratusan faktor penyebab kemalangan kren menara
(www.towercranesupport.com)

12.11.2 Statistik kemalangan melibatkan 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 12.6). 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



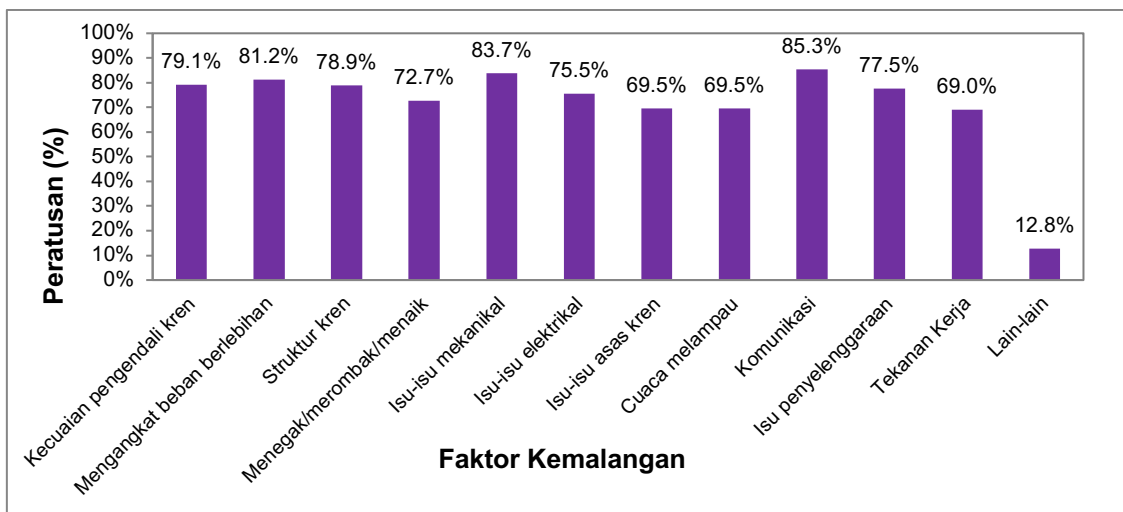
Rajah 12.6 Statistik kemalangan yang melibatkan kren menara

Berdasarkan kepada punca-punca kemalangan yang dinyatakan di atas, adalah menjadi keperluan bagi industri pembinaan untuk meningkatkan amalan keselamatan dan kesihatan yang melibatkan operasi kren menara terutama semasa operasi mengangkat. 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.

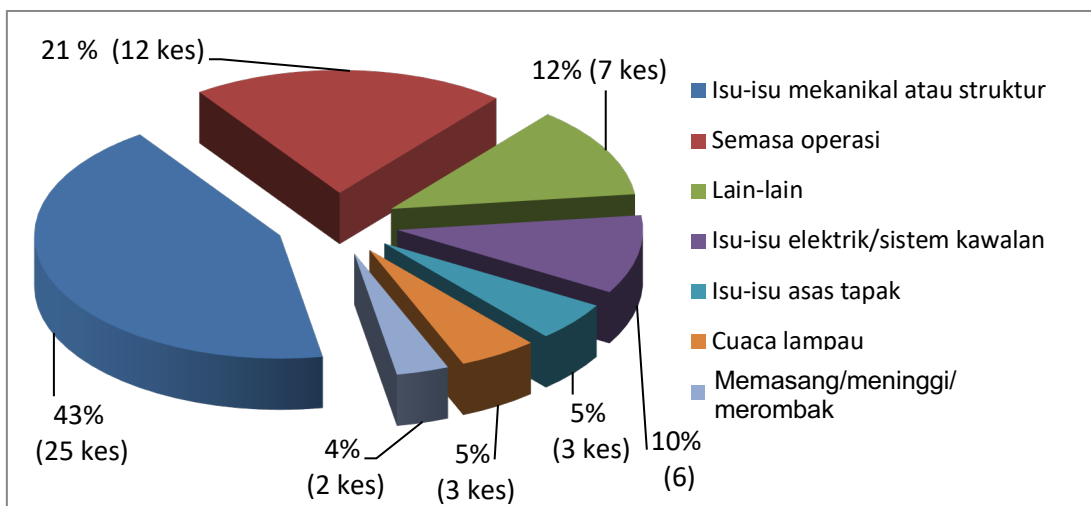
Punca atau faktor yang membawa kepada kemalangan semasa operasi mengangkat adalah seperti berikut:

- (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
- (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 kecuaiannya operator kren, komunikasi, isu-isu mekanikal dan melakukan angkatan beban yang berlebihan seperti ditunjukkan dalam Rajah 12.7. Merujuk kepada laporan dari pihak Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (JKKP) dari tahun 2000-2017, antara faktor-faktor utama yang menyumbang kepada kemalangan kren menara adalah isu-isu mekanikal atau struktur, dan semasa pengoperasian kren, seperti ditunjukkan dalam Rajah 12.8.



Rajah 12.7 Peratusan punca kemalangan kren menara (secara kaji selidik)



Rajah 12.8 Peratusan faktor-faktor yang menyebabkan kemalangan kren menara (Abdullah & Wern 2010; Fail siasatan JKKP; www.dosh.gov.my)

Merujuk kepada Rajah 12.8, 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 lain adalah isu-isu elektrik atau sistem kawalan iaitu 10% yang disebabkan oleh kegagalan pada sistem kawalan kren seperti:

- (a) suis pengehad 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

12.11.3 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 12.9). 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 12.9 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 12.10. Butiran kemalangan adalah seperti berikut:

- (i) kren menara sedang memunggah pasir dengan menggunakan bakul (*bucket*) yang berkapasiti lebih kurang 1 m^3 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

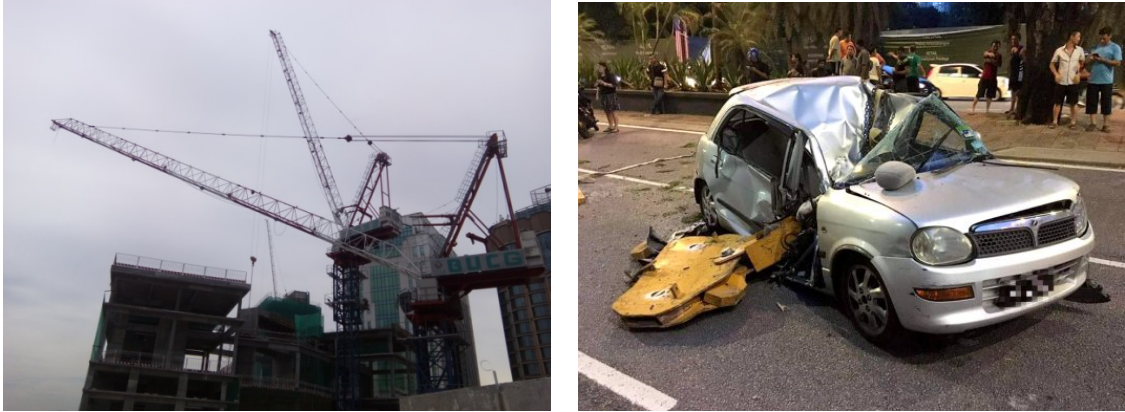


Rajah 12.10 Keadaan kren menara selepas kejadian

Kes 3:

Kejadian kemalangan melibatkan kren menara *luffing* berlaku di Bukit Bintang, Kuala Lumpur pada 25 Ogos 2016 seperti ditunjukkan pada Rajah 12.11. 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 melangkai 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 penghad mengangkut yang menurun atau menaikkan cangkuk, dan ia menyebabkan cangkuk tersentak pada hujung bum dan menyebabkan tali dawai putus



Rajah 12.11 (a) Kren menara *luffing* dan (b) Besi penyangkut kren yang jatuh ke atas kereta mangsa

12.11.4 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) Menjalankan pemeriksaan dari masa ke semasa untuk memastikan kren dikendalikan 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 perlu 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 cangkuk
 - (ii) bekalan elektrik telah dimatikan
 - (iii) pengunci brek telah dikenakan serta
- (r) Sudut bum perlu diparkir mengikut sudut yang digariskan dalam manual pembuat kren

12.12 Bekerja di Altitud Tinggi

Bekerja ditempat / altitud yang tinggi merupakan situasi yang sangat berbahaya sekiranya langkah-langkah keselamatan dan perlindungan dari jatuh tidak diambil kira (Rajah 12.12). Semakin tinggi tempat kerja itu, semakin tinggi risiko yang boleh berlaku. Perlindungan dari jatuh ini adalah satu topik yang mempunyai beberapa aspek. Dalam OSHA Persekutuan dan peraturan-peraturan kerajaan mengenai keselamatan dari kejatuhan telah mengariskan panduan yang lebih baik dan lebih selamat untuk perlindungan pekerja terhadap jatuh seperti yang telah digariskan dalam “*Guidelines for the Prevention of Falls at Workplaces*” yang telah ditetapkan oleh pihak JKPP.

Dalam industri pembinaan, adalah menjadi tanggungjawab majikan untuk mencegah kejadian jatuh dengan mengekalkan persekitaran kerja yang selamat melalui pendidikan yang betul, penggunaan peralatan perlindungan jatuh, dan latihan.



Rajah 12.12 Perlindungan keselamatan dari jatuh (<http://simplifiedsafety.com>;
<https://www.ihsa.ca>)

Sebelum bekerja di ketinggian tertentu, anda mesti melalui langkah-langkah berikut:

- Mengelak bekerja pada ketinggian jika ada cara lain untuk berbuat demikian;
- Jika bekerja pada ketinggian (tidak boleh dielakkan), elak dari jatuh dengan menggunakan / memakai peralatan perlindungan yang betul;

- Mengurangkan jarak dan kejadian jatuh dengan menggunakan peralatan yang betul apabila risiko itu tidak boleh dielakkan.
- Memastikan peralatan perlindungan yang digunakan sesuai, stabil dan cukup kuat untuk kerja, disenggara dan diperiksa secara berkala;
- Pastikan anda tidak melebihi muatan atau bertindak melulu apabila bekerja di tempat tinggi;
- Mengambil langkah berjaga-jaga apabila bekerja pada atau berhampiran permukaan rapuh;
- Memberi perlindungan daripada objek yang jatuh;
- Mempertimbangkan prosedur kecemasan pemindahan dan menyelamatkan sekiranya berlaku kejadian jatuh.

12.12.1 Akses dan platform kekal (*fixed*)

Bagi akses dan platform yang dipasang secara kekal seperti tangga atau tanjakan, dan lain-lain hendaklah mematuhi Akta dan keperluan Pihak Berkuasa Tempatan. Keperluan dan standard bagi akses dan platform berbeza bergantung kepada penggunaan dan tempat yang hendak dipasang sebagai contoh:

- Semua cara masuk dan tangga mesti mempunyai pelepasan kepala minimum 2.1 meter menegak dari anak tangga.
- Pintu tidak boleh membuka terus ke tangga atau jalan. Tahap pendaratan atau platform diperlukan.
- Untuk tangga terbuka dan tangga tanjakan (*ramped steps*), lebar minimum ialah 685 mm. Bila tertutup antara dinding, dan lain-lain, lebar minimum dinaikkan kepada 815 mm, dan lebar minimum adalah 1 meter.
- Penghadang hendaklah dipasang untuk semua tepi terdedah.


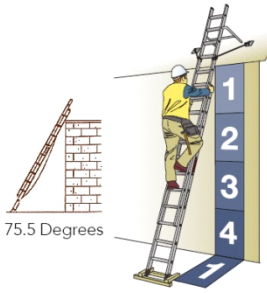

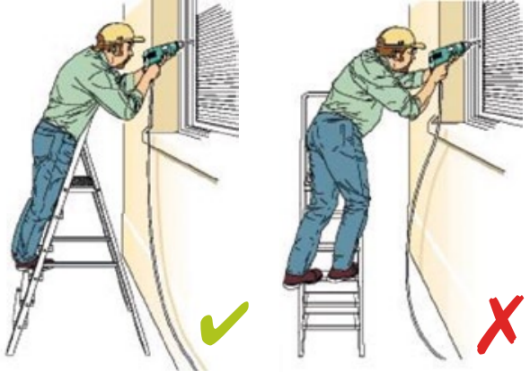
Contoh akses dan platform kekal dapat ditunjukkan dalam Rajah 12.13.

<p><i>Handrails, guardrails and toeboards</i> http://www.nzmachinery.com/news_nc1_7</p>	<p><i>Stairway and ramp landings</i> http://fieldshomecenter.com</p>
<p><i>Stairways</i> (http://www.howtospecialist.com)</p>	<p><i>Fixed rung ladders</i> http://speeddemon2.com</p>

Rajah 12.13 Beberapa jenis akses dan platform tetap di tempat kerja

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

Semua jenis tangga (*ladder, trestles, stairwell*, dan seumpamanya) dan platform-kerja hendaklah mematuhi Standard Malaysia yang berkaitan atau lain-lain Standard antarabangsa yang diterima. Bagi yang tidak mempunyai tanda Standard, ianya oleh digunakan untuk kerja ringan sahaja dan tidak sesuai untuk penggunaan di tempat kerja. Antara akses dan platform sementara yang digunakan ditempat kerja ditunjukkan dalam Rajah 12.14.

	<p>4-to-1 Rule</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>75.5 Degrees</p>
<p>Perimeter perlindungan (https://www.peri-usa.com)</p>	<p>Single and extension ladders (http://chainsawjournal.wpengine.netdna-cdn.com)</p>
	
<p>Cantilevered temporary work platforms. (http://www.superiorscaffold.com/blog/page/7/)</p>	<p>Foldable/portable step ladders (Best practice guidelines for working at height in New Zealand, 2012)</p>

Rajah 12.14 Beberapa contoh aksesdan platform sementara

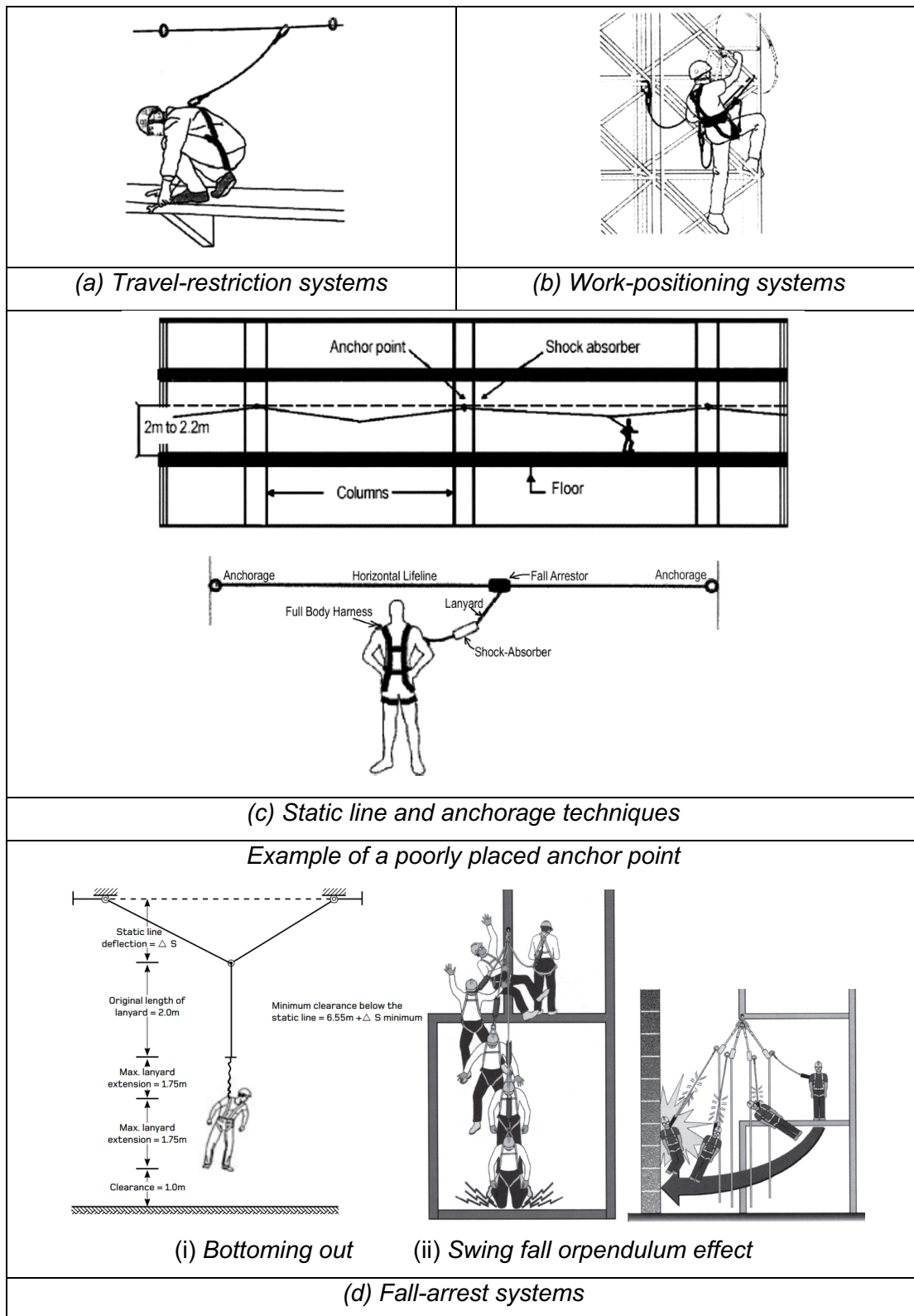
12.12.3 Tali keselamatan, tali pinggang dan abah-abah (*harnesses*)

Dalam industri pembinaan, pemilihan, memeriksa, *rigging*, dan penggunaan semua tali pinggang, abah-abah, tali keselamatan dan peranti tangkap-jatuh hendaklah mematuhi Standard antarabangsa yang diterima. Perkara utama yang perlu diambil perhatian adalah:

- Penilaian kaedah kerja perlu dijalankan untuk memilih kaedah kerja dan peralatan tangkap-jatuh yang paling sesuai.
- Semua peralatan hendaklah sentiasa diperiksa dan diuji untuk memastikan ia mematuhi Piawaian MS atau Antarabangsa lain yang boleh diterima.

- Peralatan perlu diberi pemeriksaan visual yang teliti oleh orang yang terlatih setiap kali ia digunakan.
- Sentiasa memastikan bahawa peralatan yang digunakan adalah selaras dengan arahan pengeluar.
- Pengikatan tali-tali statik, tali berlabuh dan sekatan adalah operasi mahir yang perlu dijalankan oleh orang terlatih.
- Orang yang menggunakan peralatan berkenaan mesti dilatih atau diawasi untuk memastikan tali pinggang atau abah-abah dipasang dan diselaraskan dengan betul dengan tali berlabuh.
- Apabila seseorang memakai tali keselamatan bergerak di sekitar, tali boleh bergerak melintasi kawasan kerja dan tersangkut di sekeliling halangan. Ini boleh menyebabkan tali jerk atau jem, dan menjadi tidak seimbang. Tali ini juga boleh tersangkut pada objek seperti jubin bumbung atau bolt longgar, menyebabkan mereka jatuh dan kejadian bahaya lain.
- Untuk operasi kerja seperti *cuffing* gas, letupan grit, atau penggunaan alat-alat *cuffing* tajam, langkah berjaga-jaga hendaklah diambil untuk mengelakkan haus dan kerosakan pada peralatan. Alat perlindungan seperti wayar lanyards keluli pendek, penutup pelindung di sekitar tali, atau langkah-langkah lain.

Antara peralatan tali keselamatan, tali pinggang dan abah-abah serta kaedah yang digunakan ditunjukkan dalam Rajah 12.15.



Rajah 12.15 Beberapa jenis peralatan tali keselamatan, tali pinggang dan abah-abah serta kaedah yang digunakan (*Guidelines for the Prevention of Falls at Workplaces, 2007; <https://www.ihsa.ca>*)

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, IPEER 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.
- Best practice guidelines for working at height in New Zealand, 2012.
- 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.
- Concise Manual Tower Crane STT293, Bigge Crane and Rigging Co.
- Ground Conditions for Construction Plant Strategic Forum for Construction, Good Practice Guide, London, 2014.
- Guidance Note GS6 (Fourth edition), Hong Kong, 2013.
- 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 Measures for Major Hazard Facilities, Booklet 4
- Hazard Identification, Risk Assessment and Control Procedure, Western Sydney University, 2015.
- Hazards of Confined Spaces, Workers' Compensation Board of British Columbia, 2008.
- Hoisting and Rigging Safety Manual, Infrastructure Health & Safety Association, Canada, 2012.
- <http://blog.fieldid.com/2010/08/fall-protection-inspection-harnesses>
- <http://chainsawjournal.wpengine.netdna-cdn.com>

<http://fieldshomecenter.com/projects/stair-landing-construction>

<http://howtospecialist.com/structure/how-to-build-concrete-stairs>

<http://simplifiedsafety.com/blog/what-are-the-different-types-of-fall-protection-for-the-construction-indust/>

<http://speeddemon2.com/viewing-ohio-river-bridges-project-tower-crane-pier-four/>

<http://www.craneblogger.com/crane-resource-library/how-are-tower-cranes-built>

<http://www.howtospecialist.com>

http://www.ihsa.ca/pdfs/safety_manual/Fall_Protection.pdf

http://www.nzmachinery.com/news_nc1_7

<http://www.opticrane.com/tac-3000>

<http://www.superiorscaffold.com/blog/page/7/>

<https://www.peri-usa.com/projects/highrise-buildings-and-towers/555-10th-avenue.html>

Luis Alves Dias, Inspecting Occupational Safety and Health in the Construction Industry, International Training Centre of the International Labour Organization, 2009.

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.

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.