



# PROFIL KEMALANGAN KREN MENARA

Disediakan untuk:



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

Disediakan oleh:



**UKM  
PAKARUNDING**

## PROFIL KEMALANGAN KREN MENARA

Tajuk Projek:

### KAJIAN PENAMBAHBAIKAN SISTEM PENGURUSAN KESELAMATAN KREN MENARA DI SEKTOR PEMBINAAN

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**

	<b>HALAMAN</b>
<b>SENARAI RAJAH</b>	i
<b>SENARAI JADUAL</b>	iv
<b>SENARAI ISTILAH</b>	v
<b>1.0 KAJIAN KEMALANGAN KREN MENARA</b>	<b>1</b>
<b>2.0 TREND KEMALANGAN KREN MENARA</b>	<b>4</b>
2.1 Malaysia	4
2.2 Hong Kong	23
2.3 Australia	29
2.4 United Kingdom	36
2.5 Singapura	46
2.6 Jerman	55
2.7 Rumusan	59
<b>3.0 ANALISIS TREND KEMALANGAN</b>	
3.1 Data Kren Menara di Malaysia	60
3.2 Perbandingan Trend Kemalangan Dengan Negara Lain	66
3.2.1 Trend Kemalangan Terkini di Malaysia	66
3.2.2 Perbandingan Dengan Negara Lain	68
3.3 Rumusan	71
<b>4.0 SIASATAN KEMALANGAN</b>	
4.1 Pengenalan	72
4.2 Penyiasatan	72

4.2.1	Garis Panduan Bagi Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994 (Akta 514) Bahagian VIII, Seksyen 32, 33 dan 34	74
4.2.2	Garis Panduan Siasatan Kemalangan (Pekeliling Ketua Pengarah Bilangan 7 Tahun 2009)	75
4.2.3	Penyiasatan Kemalangan mengikut Garis Panduan Penyiasatan Pendekatan Secara Kejuruteraan Forensik	77
4.3	Pencarian Punca Asas Kemalangan Kren	88
4.4	Contoh Model Penyiasatan Kemalangan Kren Menara di Negara Lain	91
4.4.1	New York, USA	91
4.4.2	Tapak bina di Kanada	92
4.4.3	Belanda	93
4.5	Contoh-Contoh Kemalangan Melibatkan Kren Menara Tahun 2016	95
4.5.1	Bangsar, Kuala Lumpur (8 April 2016)	95
4.5.2	Kuala Lumpur (16 April 2016)	96
4.5.3	Jelatek, Selangor (29 Jun 2016)	97
4.5.4	Johor Bahru, Johor (24 Julai 2016)	97
4.5.5	Cheras, Kuala Lumpur (10 Ogos 2016)	99
4.5.6	Kuala Lumpur (2016)	100
4.5.7	Bukit Bintang, Kuala Lumpur (25 Ogos 2016)	101
4.5.8	Petaling Jaya, Selangor (19 April 2017)	102
4.5.9	Kes-Kes Kajian Kemalangan Terdahulu	102
4.6	Kajian Punca Kemalangan Kren Menara	103
4.6.1	Kes Kemalangan Kren di Kelana Jaya, Selangor	104
4.6.2	Kemalangan Kren Menara Hammerhead di Johor Bahru	106
4.6.3	Keretakan Mast Kren Menara di Educity, Nusa Jaya	107



4.7	Rumusan	108
<b>5.0</b>	<b>ANALISIS POKOK KEGAGALAN</b>	
5.1	Pengenalan	110
5.2	Situasi Semasa Industri Berkenaan Keseluruhan Proses / Rangkaian Kren Menara	111
5.3	Rumusan	112
	<b>RUJUKAN</b>	114

**SENARAI RAJAH**

No. Rajah		Halaman
1.1	Statistik jumlah kemalangan kren menara dunia	2
1.2	Statistik peratusan faktor penyebab kemalangan kren menara	2
2.1	Statistik kes kemalangan melibatkan kren menara	5
2.2	Kejadian kren menara tumbang: (a) Seri Kembangan pada 2013, (b) Bangsar pada 2016	6
2.3	Peratusan faktor-faktor yang menyebabkan kemalangan kren menara	6
2.4	Komponen-komponen yang gagal semasa operasi kren	7
2.5	Antara berita-berita kemalangan kren menara di Hong Kong: (a) tahun 2011, kegagalan pada meja slu, (b) tahun 2007, kecuaiian semasa pemasangan kren	26
2.6	Amalan sub-kontraktor bagi kren menara di Hong Kong	28
2.7	Faktor-faktor yang menyebabkan kemalangan kren di Australia	29
2.8	Kes Kemalangan kren di Australia pada 2005	30
2.9	Keratan akhbar <i>online</i>	31
2.10	Berita kemalangan di Melbourne: (a) kejadian kemalangan, (b) rig	32
2.11	Kemalangan kren di Hornsby, Sydney	32
2.12	Kemalangan kren di Melbourne	33
2.13	Kemalangan kren di Adelaide	34
2.14	Kemalangan kren di Pusat Bandar Sydney	34
2.15	Kemalangan kren di Perth	35
2.16	Purara kes kemalangan kren di Australia dari tahun 1999-2016	35
2.17	Peratusan perbandingan sebab kemalangan di U.K. dan negara lain	38
2.18	Kejadian kren menara tumbang di Dublin, Ireland	40

2.19	Kes kemalangan kren menara di Holborn, London	42
2.20	Kren jenis <i>luffing jib</i> yang sama terlibat dalam kemalangan	43
2.21	Kemalangan maut yang disebabkan oleh kren/peralatan mengangkat bagi tempoh 2002-2008	47
2.22	Jumlah kematian dan kejadian berbahaya berkaitan kren dari 2007-2015	47
2.23	Statistik kemalangan yang melibatkan kren menara	47
2.24	Kes kren menara tumbang di Singapura pada tahun 2013	43
2.25	Analisis kemalangan dengan pendekatan 5M	52
2.26	Taburan faktor 5M yang menyebabkan kemalangan kren	52
2.27	Pecahan faktor pengurusan yang menyumbang kepada kemalangan kren	53
2.28	Beban melampau yang disebabkan oleh faktor manusia yang menyumbang kepada kemalangan kren	53
2.29	Jenis-jenis kegagalan komponen yang menyumbang kepada kemalangan kren	54
2.30	Keseluruhan kes kemalangan kren menara yang berlaku di Jerman dari tahun 1999 hingga 2016	55
2.31	Punca kegagalan kren menara yang mengakibatkan berlaku kemalangan dalam sektor pembinaan	56
2.32	Keseluruhan jumlah kematian dan kecederaan yang direkodkan bagi kemalangan kren menara di Jerman pada tahun 1999 hingga 2015	56
2.33	Kemalangan kren menara yang runtuh di pasaraya Aldi di Homburg, Jerman	57
2.34	Kemalangan kren menara di Bavaria, akibat daripada kegagalan lesu logam pada bahagian sokongan jib	58
3.1	Taburan kren menara yang didaftarkan sehingga 2017	60
3.2	Jumlah kren menara berdasarkan negara pengeluar	61
3.3	Peratusan kren menara yang diimport dari negara luar termasuk Malaysia	61
3.4	Statistik kren menara aktif di Malaysia sehingga April 2017	62

3.5	Usia kren menara berdasarkan tahun pembuatannya dan masih aktif	63
3.6	Jumlah kren menara yang diluluskan oleh JKPP sehingga Oktober 2017	65
3.7	Peratusan permohonan untuk kelulusan kren menara sehingga Oktober 2017	65
3.8	Kes kemalangan yang dilaporkan di seluruh negara antara 2002 hingga Oktober 2017 yang melibatkan kemalangan maut, kecederaan dan kejadian berbahaya	67
3.9	Kemalangan kren (a) Johor (Julai 2016) dan (b) Bukit Bintang, Kuala Lumpur	68
3.10	Bilangan kes kemalangan kren menara dari tahun 1998 hingga 2015 bagi negara Malaysia, Australia, Singapura, Jerman, Hong Kong dan UK	70
3.11	Jumlah bilangan kes kemalangan kren menara mengikut tahun dari 1998 hingga 2015 bagi negara Malaysia, Australia, Singapura, Jerman, Hong Kong dan United Kingdom	70
3.12	Jumlah bilangan kes kemalangan kren menara dari tahun 2012 hingga 2015 bagi negara Malaysia, Australia, Singapura dan Jerman	71
4.1	Tatacara penyiasatan kejadian kemalangan di tempat kerja	76
4.2	Proses penyiasatan kemalangan kren menara	79
4.3	Senarai peralatan penyiasatan umum mengikut Garis Panduan Penyiasatan Pendekatan Secara Kejuruteraan Forensik	81
4.4	Diagram Tulang Ikan Ishikawa untuk kemalangan kren menara	89
4.5	Peta punca kemalangan kren menara di Bandar New York	92
4.6	Panduan penyiasatan kemalangan di tempat kerja	93
4.7	Proses penyiasatan kemalangan kren oleh Lembaga Keselamatan Belanda	94
4.8	Keadaan kemalangan kren menara di Bangsar	96
4.9	Rangka kren yang telah dirungkai di tapak pembinaan	96



4.10	Kren yang tumbang (a) Kren yang telah patah, (b) Bakul yang digunakan tersangkut pada ceracak	97
4.11	Kren yang tumbang di Johor pada tahun 2016	98
4.12	Bum kren yang bengkok setelah kemalangan	99
4.13	(a) Kren terlebih luf dan (b) Pin penyambung yang patah	101
4.14	Kren yang terlibat (a) Kren <i>luffing</i> model STL230, (b) Besi penyangkut kren yang telah menghimpap kenderaan	102
4.15	Kren menara tumbang dan menghempap lantai bangunan	103
4.16	(a) Kren yang mengalami kegagalan dan (b) Kedudukan kerangka-A dan pendan jib pengimbang dalam keadaan normal	105
4.17	Carta alir ujian untuk komponen kren menara	105
4.18	Lakaran skematik kren menara <i>hammerhead</i>	106
4.19	Keluli geronggang penyangga kren	108
5.1	Analisis pokok kegagalan bagi hayat kren menara	110

### SENARAI JADUAL

No. Jadual		Halaman
2.1	Perincian bagi setiap kes kemalangan kren menara	8
2.2	Jumlah kemalangan industri dan kadar kemalangan industri di Hong Kong	24
2.3	Kemalangan kren menara di Hong Kong untuk 1998-2007	25
2.4	Penyebab utama kemalangan melibatkan kren menara di Hong Kong dari tahun 1998 sehingga 2005	27
2.5	Perbandingan kemalangan di UK dengan negara lain	38
2.6	Antara syarikat yang terlibat dengan kemalangan dan dikenakan denda	39

**SENARAI ISTILAH**

A-frame	-	Kerangka-A
Ballast	-	Balast
Bogies	-	Bogi
Bolt	-	Bol
Boom	-	Bum
Climbing	-	Meninggi
Counter jib	-	Jib timbal
Counterweight	-	Berat timbal
Crawler	-	Berantai
Derrick crane	-	Kren <i>Derrick</i>
Design	-	Reka bentuk
Dismantling	-	Merombak
Erection	-	Memasang
Hazard	-	Bahaya
Hoist	-	Angkat
Hoist rope	-	Tali dawai angkat
Hoisting drum	-	Dram mengangkat
Hook block	-	Bongkah cangkuk
Interlock switch	-	Suis saling kunci
Jacking	-	Bicu
Jib	-	Jib
Luff	-	Luf
Maintenance	-	Penyenggaraan/senggara
Mast	-	Mast
Mobile	-	Bergerak
Nut	-	Nat
Operator	-	Operator
Overload	-	Beban lampau
Pendant bar	-	Bar pندان
Pulley	-	Takal
Rail	-	Rel
Rail mounted	-	Tapak rel
Rigger	-	Jurutali
Safety latch	-	Selak keselamatan
Sheaves	-	Gelendung takal
Signalman	-	Juru isyarat
Lifting supervisor	-	Penyelia mengangkat
Slew assembly	-	Pemasangan slu
Slewing platform	-	Pelantar slu
Slewing ring	-	Lingkaran slu
Slewing table	-	Meja slu
Slewing	-	Slu
Standard	-	Piawaian
Telescopic cage	-	Sangkar teleskopik
Wire rope	-	Tali dawai

**SINGKATAN**

FYK	-	Firma Yang Kompeten
JKKP	-	Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan
NDT	-	Non Destructive Testing (Ujian Tanpa Musnah)
PMA	-	Perakuan Mesin Angkat
SOP	-	Standard Operation Precedure (Prosedur Operasi Piawaian)
CIDB	-	Construction Industry Development Board (Lembaga Pembangunan Industri Pembinaan)

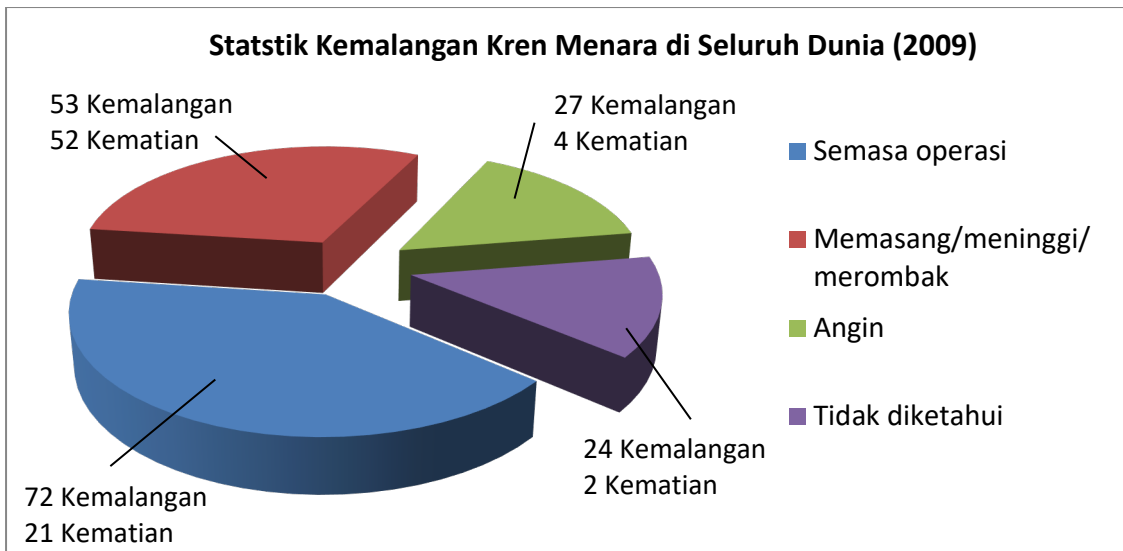
## 1.0 KAJIAN KEMALANGAN KREN MENARA

Industri pembinaan merupakan satu industri utama di dunia dan dikenal pasti sebagai salah satu industri yang berisiko berlaku kemalangan. Ini berdasarkan kepada kajian tentang kadar kemalangan yang berlaku di tapak bina, pampasan pekerja, kecederaan dan kematian (Chong & Low 2014). Industri pembinaan juga melibatkan banyak penggunaan kren, terutamanya kren menara dalam proses mempercepatkan kerja pembinaan bangunan. Dalam industri ini, keperluan untuk mengadakan pelan operasi mengangkat diamalkan secara meluas sebagai satu pendekatan yang bermanfaat ketika menguruskan keselamatan dan kesihatan pekerjaan, kerana penekanan kepada faktor ini dapat menghapuskan atau mengurangkan bahaya di tempat kerja (Saifullah & Ismail 2012; Zakaria et al. 2012).

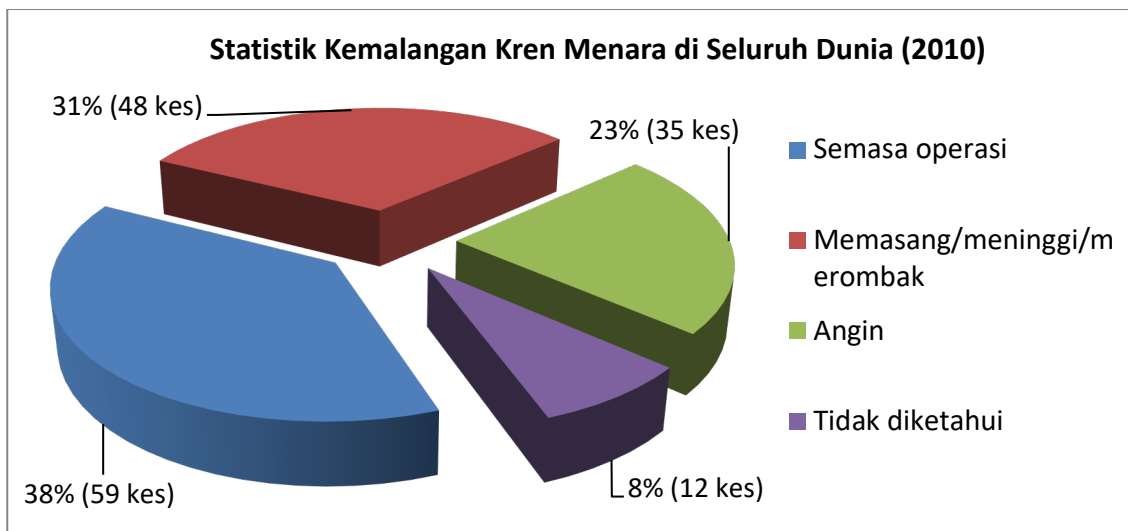
Berkaitan dengan bahaya tahap keselamatan pekerja, aktiviti-aktiviti berisiko tinggi termasuk bekerja di tempat tinggi dan operasi mengangkat menggunakan kren telah dikenal pasti berisiko kepada kemalangan ditapak bina. Walau bagaimanapun, tiada akta atau tata amalan industri yang khusus melibatkan kren menara sektor pembinaan yang boleh menyediakan peruntukan tambahan untuk dipatuhi oleh setiap pekerja yang terlibat dengan pengoperasian kren menara (Rahman & Hassan 2008).

Berdasarkan kajian kepustakaan yang diperolehi lebih 1125 kes kemalangan yang melibatkan kren menara di seluruh dunia dilaporkan mulai tahun 2000 yang melibatkan 780 kematian dan peningkatan dalam kecederaan. Terdapat juga banyak kemalangan yang tidak dilaporkan, dan dijangka taburan sebenar mungkin meningkat dua kali ganda. Pada tahun 2009 sahaja sebanyak 188 kes kemalangan dan melibatkan 78 kematian, manakala tahun 2010 pula sebanyak 154 kes kemalangan dengan 113 kematian ([www.towercranesupport.com](http://www.towercranesupport.com)). Statistik berkenaan jumlah kemalangan dan kematian, dan faktor penyebab kemalangan ditunjukkan dalam Rajah 1.1 dan 1.2.





Rajah 1.1 Statistik jumlah kemalangan kren menara dunia  
([www.towercranesupport.com](http://www.towercranesupport.com))



Rajah 1.2 Statistik peratusan faktor penyebab kemalangan kren menara  
([www.towercranesupport.com](http://www.towercranesupport.com))

Bagi tahun 2009, kebanyakan kes kemalangan yang berlaku adalah semasa pengoperasian kren (72 kemalangan dan 21 kematian), kerja memasang/meninggi/merombak kren menara (53 kemalangan dan 52 kematian), disebabkan angin (27 kemalangan dan 4 kematian) dan tidak diketahui sebab (24 kemalangan dan 2 kematian). Trend yang sama juga berlaku untuk tahun 2010, iaitu kes kemalangan yang tinggi adalah semasa pengoperasian kren sebanyak 38%, kerja memasang/meninggi/merombak kren menara sebanyak 31%, faktor angin adalah 23% dan 12% adalah faktor yang tidak diketahui. Sehubungan dengan itu, langkah-langkah keselamatan semasa

pengoperasian kren atau kerja memasang/meninggi atau merombak kren menara perlu diambil perhatian bagi memastikan kemalangan yang sama tidak berlaku.

Secara khususnya, pekerja-pekerja yang bekerja dalam industri pembinaan akan menghadapi risiko yang lebih besar berbanding dengan industri lain (Bakri et al. 2006). Untuk mengelakkan berlaku kemalangan, punca-punca yang boleh membawa kepada kemalangan ditempat kerja mesti dikenal pasti seperti kerosakan mesin, faktor peribadi, persekitaran, dan mekanisma atau peralatan yang membawa kepada kemalangan. Secara umumnya kes yang berkaitan dengan kemalangan di tempat kerja di Malaysia telah meningkat setiap tahun. Sebagai contoh, pada tahun 2003, bilangan kemalangan yang melibatkan kehilangan nyawa adalah kira-kira 5.41% atau 907 kes daripada 81,003 kes iaitu 1073 kes kematian dari 77,742 kes kemalangan. Oleh demikian, adalah sangat penting untuk menjaga keselamatan pekerja dengan mempunyai sistem pengurusan yang baik dalam memastikan persekitaran keselamatan pekerja terjaga samada melalui cara yang sah atau pendekatan bukan undang-undang di tempat kerja (Arifin et al. 2012). Selain itu, reka bentuk kren dan bahan untuk komponen atau bahagian kren menara yang digunakan, dibaiki atau diganti juga perlu diberi perhatian agar kren menara yang digunakan ditapak bina kekal selamat dan mengikut spesifikasi pengeluar.

Dari segi reka bentuk struktur kren menara ia perlu mematuhi kod amalan yang telah digunakan di beberapa buah negara seperti *AS2550.20, AS1418.4-Cranes-Part 4 di Australia, DIN 15018-1 (1984-11)-Cranes; steel structures; verification and analyses, EN14439: The harmonised European product standard for tower cranes, ANSI/ASME B30.3: Tower cranes, dan GB/T 5031-2008: Tower cranes*. Kandungan kod-kod ini menerangkan secara lebih terperinci kepada keperluan reka bentuk dan panduan dalam mengendali kren menara dengan cara yang selamat. Namun, kebanyakan negara telah menggubal piawaian dan kod amalan berkenaan berpandukan kod sedia ada iaitu *European Standards (EN)* dan *American National Standards Institute (ANSI)*.

## 2.0 TREND KEMALANGAN KREN MENARA

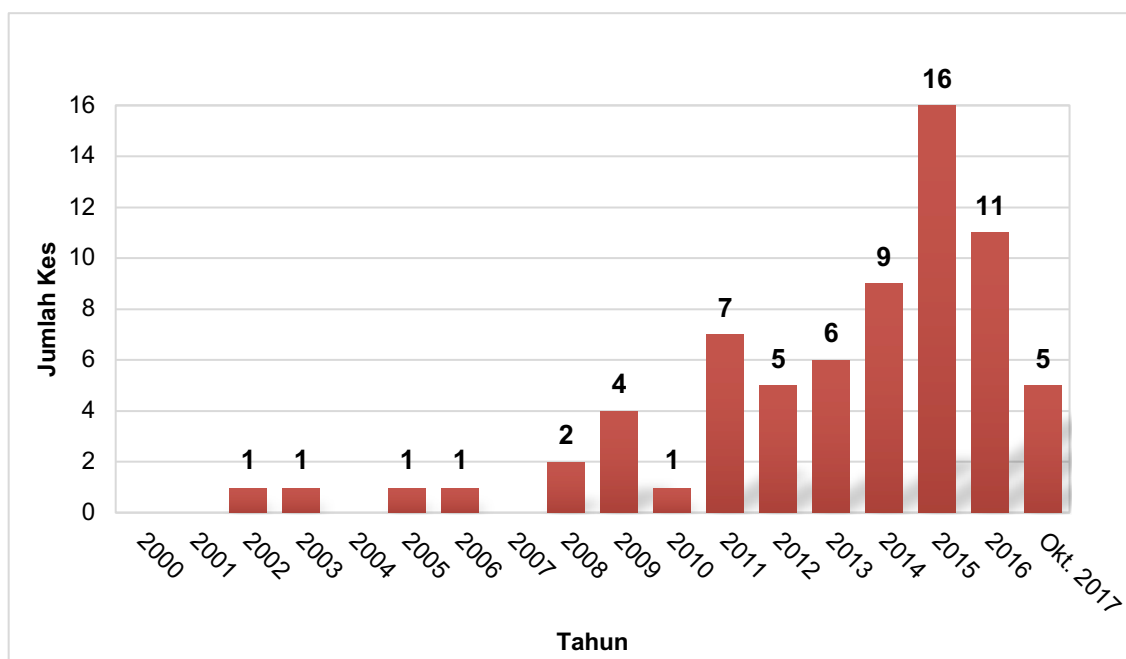
### 2.1 Malaysia

Akta dan prosedur operasi piawaian (SOP) yang melibatkan kren menara di Malaysia adalah berdasarkan Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994 (Akta 514) dan Akta Kilang dan Jentera (Pindaan 2006), dan tiada akta atau kod amalan yang khusus berkaitan penggunaan keselamatan kren menara di Malaysia. Garis panduan yang digunapakai adalah *Guidelines for Registration of Persons with the Chief Inspector of Factories and Machinery as Tower Crane, Passenger & Material Hoist, Working Platform and Gondola Competen Persons, Guidelines For Public Safety And Health At Construction Sites-DOSH (2007)*, MS ISO 4306-1:2014 *Cranes-Vocabulary-Part 1: General*, MS ISO 4310:2014 *Cranes-Test code and procedures* dan MS 1803 2008 *Cranes-Safety-Tower Cranes*.

Apabila melihat senario di Malaysia bermula tahun 2000 hingga sekarang, Kuala Lumpur, Selangor, Johor dan Pulau Pinang adalah antara negeri yang mempunyai jumlah tertinggi kren menara. Berdasarkan rekod dari pihak JKPP, terdapat 10,677 kren bergerak, 4099 kren Derick dan 1434 kren menara yang aktif. Manakala seramai 2741 operator kren menara yang berdaftar dan aktif. Majoritinya sebanyak 1120 kren menara digunakan di Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur dan Putrajaya, Selangor dan Johor (JKPP 2017). Dengan peningkatan jumlah kren menara di Malaysia setiap tahun, kadar kemalangan mungkin meningkat jika faktor-faktor keselamatan dan peraturan/kod piawaian penggunaan kren tidak dipatuhi. Secara keseluruhan di Malaysia, daripada jumlah tersebut masing-masing sebanyak 82% diimport daripada China, 6% dari Perancis, 4% dari Malaysia, 3% dari Itali, 2% dari Jerman dan 3% dari negara-negara lain seperti Sepanyol, Australia, Amerika Syarikat, Singapura, Jepun, Korea, Belanda, Korea Selatan dan Thailand.

Merujuk kepada kajian oleh Chong dan Low (2014), dari tahun 2000 sehingga 2009 sebanyak 69,126 kes kemalangan berlaku di sektor industri pembinaan, dan daripada jumlah itu sebanyak 653 kes adalah yang melibatkan

kren. Dari aspek trend kemalangan yang melibatkan kren menara, sebanyak 70 kes kemalangan yang dilaporkan dari tahun 2000 sehingga 2017, dan semakin meningkat sehingga tahun 2015, dan menurun pada tahun 2016 dan 2017 seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.1. Penurunan ini mungkin disebabkan tindakan penguatkuasaan kren menara ditapak pembinaan dan promosi keselamatan yang telah dijalankan oleh pihak JKPP. Daripada 70 kes kemalangan berkenaan, 34 kes adalah melibatkan kren menara jenis *luffing*, 14 kes jenis *hammerhead* dan 22 kes belum dapat dikenal pasti jenis kren menara yang terlibat.

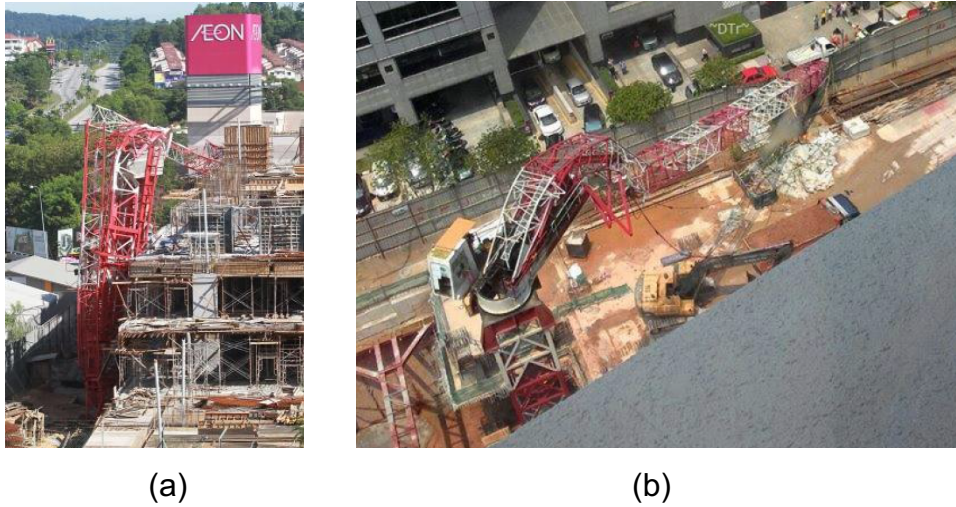


Rajah 2.1 Statistik kes kemalangan melibatkan kren menara (Abdullah & Wern 2010; Laporan JKPP 2017)

Bagi tahun 2000, 2001, 2004 dan 2007 data berkenaan kemalangan kren menara tidak dapat diperolehi. Sebagai contoh, kes kemalangan kren menara tumbang yang berlaku pada tahun 2013 di Seri Kembangan yang disebabkan kegagalan struktur kren akibat beban melampau, dan yang terkini (2016) adalah di Bangsar ditunjukkan dalam Rajah 2.2 yang berpunca daripada kegagalan pada suis pengehad sudut luf. Pada tahun 2015 sahaja 16 kes kemalangan dilaporkan, dan antara punca kemalangan berkenaan adalah disebabkan oleh bum kren menara patah, tali dawai mengangkat terputus, slu kren tercabut, kerosakan pada dram mengangkat dan sebagainya. Merujuk

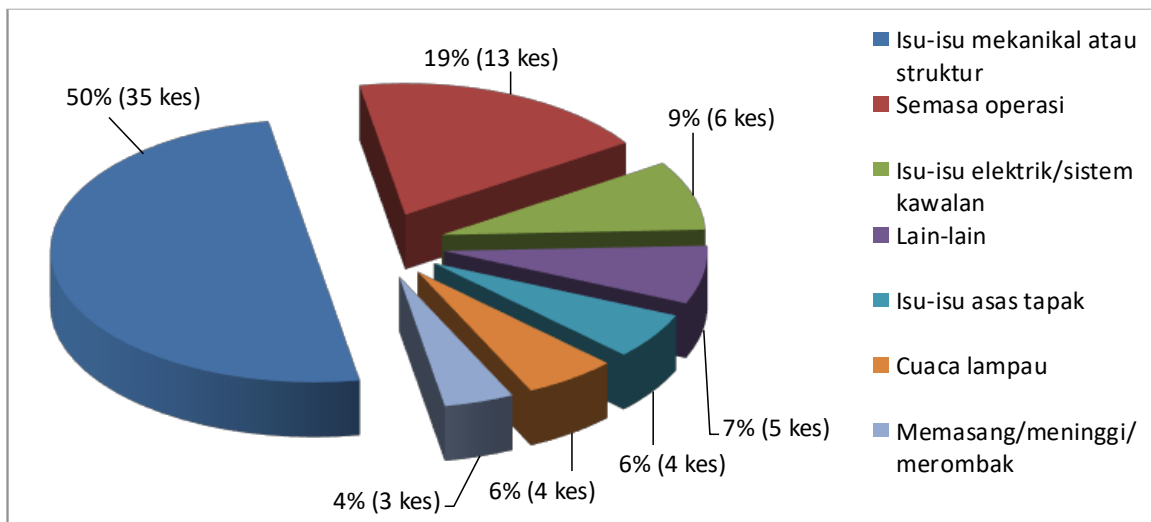


kepada laporan JKKP dan kes-kes kemalangan yang berlaku, terdapat beberapa punca yang boleh menyebabkan kemalangan tersebut.



Rajah 2.2 Kejadian kren menara tumbang: (a) Seri Kembangan pada 2013 ([www.starproperty.my](http://www.starproperty.my)), (b) Bangsar pada 2016 ([www.lipstiq.com](http://www.lipstiq.com))

Peratusan punca kemalangan ini ditunjukkan dalam Rajah 2.3, manakala perincian bagi setiap kes kemalangan yang melibatkan kren menara ditunjukkan dalam Jadual 2.1.

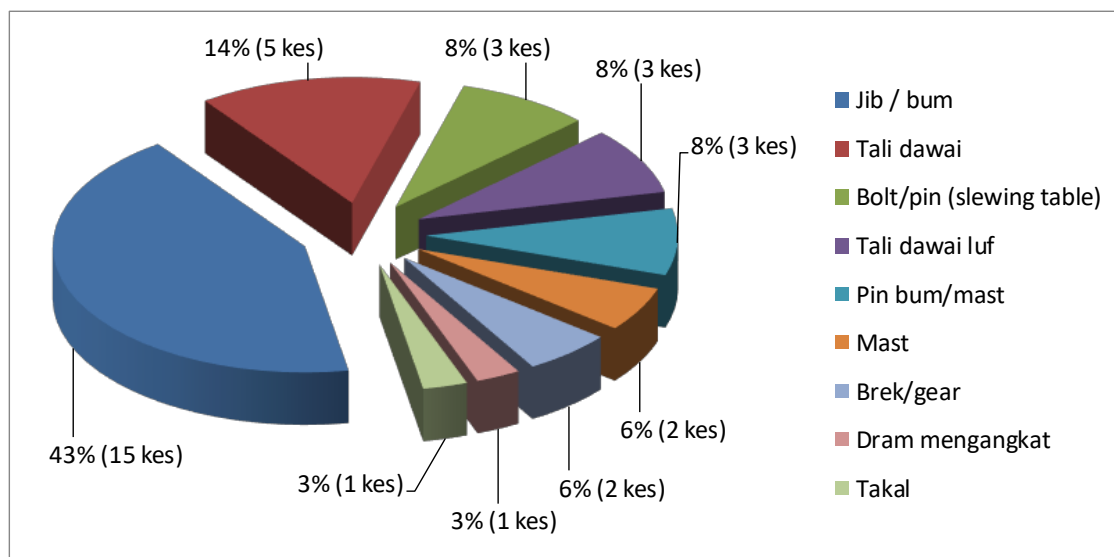


Rajah 2.3 Peratusan faktor-faktor yang menyebabkan kemalangan kren menara (Abdullah & Wern 2010; Fail siasatan JKKP; [www.dosh.gov.my](http://www.dosh.gov.my))

Berdasarkan Rajah 2.3, daripada 70 kes kemalangan yang berlaku, 50% adalah berpunca dari isu-isu mekanikal atau struktur kren. Peratusan

kegagalan untuk isu-isu mekanikal atau struktur kren menara ditunjukkan dalam Rajah 2.4, dan komponen yang terlibat adalah seperti berikut:

- (a) jib/bum bengkok/patah
- (b) tali dawai mengangkat putus
- (c) pin/bol meja slu patah
- (d) tali dawai luf putus
- (e) pin bum/*mast* patah
- (f) *mast* kren retak/bengkok
- (g) masalah brek/gear
- (h) masalah pada dram mengangkat
- (i) takal *luffing* rosak



Rajah 2.4 Komponen-komponen yang gagal semasa operasi kren

Faktor kedua adalah semasa operasi iaitu 19%, yang disebabkan oleh kegagalan/kecuaian operator kren, juru isyarat, pihak pengurusan dan sebagainya. Faktor ketiga adalah isu-isu elektrik atau sistem kawalan iaitu 8%, yang disebabkan kegagalan pada sistem kawalan kren seperti suis pengehad luf (3 kes), sistem mengangkat (2 kes) dan kegagalan sistem *luffing* (1 kes). Selain itu, antara faktor lain yang menyumbang kepada kemalangan kren adalah kegagalan asas tapak kren iaitu 6% (4 kes), manakala 4% (3 kes) adalah berpunca dari kerja-kerja memasang/meninggi/merombak kren menara, 6% (4 kes) adalah cuaca lampau (angin dan petir), dan 7% (5 kes) faktor-faktor

lain/tidak diketahui puncanya. Selain itu, antara faktor lain yang mempengaruhi keselamatan semasa kerja memasang/merombak kren menara (In 2015) adalah:

- (a) pengetahuan dan kemahiran pemasang/perombak yang tidak mencukupi
- (b) arahan atau manual yang tidak cukup mengenai prosedur kerja yang selamat
- (c) kerosakan bahagian-bahagian kren menara, yang mungkin disebabkan oleh keadaan penyimpanan yang lemah
- (d) pengawasan yang tidak mencukupi di tapak kerja
- (e) keadaan kerja yang buruk, seperti tekanan masa dan kekangan ruang

Jadual 2.1 Perincian bagi setiap kes kemalangan kren menara

Tahun	Lokasi Kejadian	Jenis Kren	Butir kemalangan	Kecederaan/ Maut
7-Nov-02	Kuala Lumpur	Luffing	Bum kren <i>luffing</i> jatuh, bum dijangka alami kelesuan logam. Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
20-Dis-03	Selangor		Tali dawai mengangkat kren menara putus.	Pekerja - 1 cedera, 1 maut
26-Nov-05	Kuala Lumpur	Luffing	Kren tumbang, akibat kegagalan <i>hoisting</i> semasa mengangkat beban, dan beban tersangkut. Operator cuba untuk naikkan beban tetapi gagal menyebabkan kren condong ke hadapan.	Pekerja - 3 maut, Operator - 1 maut
20-Dis-06	Pulau Pinang		Bahagian atas kren tecabut dan terjunam 40 meter ke tanah dari mast kren. Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
30-Okt-08	Projek Pembinaan 1 Blok 18 tingkat Bangunan Persiaran Surian, Persiaran Surian, Sek 39, Mukim Petaling Jaya, Selangor	Luffing (MK140)	<i>Bucket</i> berisi konkrit dan bum jatuh ketika kren sedang dalam aktiviti penuangan tiang konkrit di tingkat 2 bangunan berkenaan. <i>Luffing rope</i> putus kerana telah mengalami lelasan akibat wujud pergerakan relatif di antara <i>strand</i> lapisan luar dan dalam. <i>Erection pendant</i> juga putus. Bum kren telah patah dan	Pekerja - 1 maut, Operator - 1 cedera

			tersangkut pada bahagian <i>slew mount</i> .	
28-Jan-08	Projek pembinaan bangunan MRCB, Selangor	Luffing	Sebuah <i>luffing</i> kren telah tumbang ketika kerja mengangkat dilakukan. Kemalangan disebabkan kegagalan pada <i>luffing wire rope</i> kerana tersangkut ( <i>jagged</i> ) pada takal. Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
3-Feb-09	Kuala Lumpur	Hammerhead model STL 200 (TC-3) Luffing model STL 230 (TC-4)	Melibatkan 2 buah kren menara iaitu <i>hammerhead</i> dan <i>luffing</i> . Kedua-dua kren beroperasi tidak jauh antara satu sama lain. <i>Counterjib</i> kren <i>hammerhead</i> telah melanggar dan menarik <i>tie rod</i> kren <i>luffing</i> sehingga patah dan bengkok. Penyiasatan mendapati pelanggaran antara dua kren menara berlaku kerana kegagalan pihak majikan mengambilkira perancangan, pengurusan dan kawalan trafik operasi kren menara. Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
8-Mar-09	Jalan Bangsar Utama, Kuala Lumpur		Dua pekerja binaan, kedua-dua warga asing, terbunuh selepas sebuah kren yang membawa bahan binaan di tingkat 22 bangunan (hampir 50% siap) jatuh ke atas mereka apabila tali dawai <i>hosting</i> yang tiba-tiba terputus.	Pekerja -2 maut
4-Sep-09	Selangor		Sebuah kren menara patah semasa beroperasi. JKPP selangor memerlukan bantuan BKF untuk tujuan ujian bahan ke atas struktur kren. Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
17-Mac-09	Lot 20196, Mukim Sungai Buluh, Daerah Petaling, Tapak Pembinaan SS2 Petaling Jaya, Selangor	Luffing	Kren <i>luffing</i> tumbang dan menghempap seorang pekerja.	Pekerja - 1 maut
2010	Selangor		Kejadian berbahaya. Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
21-Nov-11	Taman Setia Tropika, Mukim Tebrau, Johor	Hammerhead (FO/23B)	Bum kren telah bengkok pada jarak lebih kurang 20 meter ketika sedang mengangkat beban besi rebar berkapasiti 2 tan. Setelah beban diangkat 3-5	



			meter dari aras tanah, troli ditarik 25-30 meter, bum kren telah bengkok ke bawah dan turun perlahan-lahan menuju ke kabin. Pemeriksaan tapak mendapati kegagalan berlaku pada salah satu bahagian bum. Dapatan ujian kegagalan disebabkan oleh bahan substandard pad jib no.3 Analisa komposisi kimia menjelaskan dapatan ini. Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
29-Oct-11	Tangawaris Sdn Bhd Cadangan Pembinaan Hostel Pelajar 12 Tingkat, Nusajaya, Johor		Berlaku keretakan pada <i>mast</i> kren menara. <i>Mast</i> adalah <i>hollow section</i> dan <i>crack</i> pada <i>horizontal</i> .	
23-Mei-11	Tapak Pembinaan Bukit Tunku, Mukim Batu, Kuala Lumpur	Luffing (MK140)	Bum kren menara <i>luffing</i> jatuh secara mengejut. Ketika kejadian dua mangsa tersebut sedang berada di bawah kren tersebut. Akibat daripada kejadian itu, kedua-dua mangsa telah meninggal dunia ditempat kejadian kerana mengalami kecederaan parah di kepala. Kedudukan <i>luffing winch</i> beralih akibat daya sentapan <i>luffing rope</i> . Kecacatan pada system <i>luffing (winch, motor, gear, brake)</i> menyebabkan tekanan berlebihan pada <i>luffing wire rope</i> sehingga tali dawai ( <i>wire rope</i> ) putus menyebabkan bum jatuh.	Pekerja -2 maut
6-Feb-11	Kuala Lumpur	Luffing	Kemalangan maut	Pekerja -2 maut
27-Apr-11	Projek Pembinaan Komplek Perdagangan 2 Blok Menara Pejabat Petaling Jaya, Selangor	Luffing	Sebuah kren menara <i>luffing</i> telah terlibat dengan kejadian berbahaya dan bum patah. Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
5-Jul-11	Armani Terrace 2, Damansara Perdana, Selangor	Hammerhead (Model FO/23B)	Ketika operator mengangkat cermin sehingga ketinggian 2 kaki dari atas lori, telah berlaku beban melampau ( <i>overload</i> ). Suis pengehad beban melampau telah diaktifkan dan operasi kren	Operator - 1 cedera

			didapati tidak berfungsi ( <i>functional trip</i> ) dan kerja mengangkat cermin tidak dapat dilakukan dan cermin tergantung. Setelah <i>overload limit switch</i> teraktif, operator kren cuba melakukan <i>reset</i> ke atas sistem pengoperasian kren menara, dan pada ketika ini dengan tiba-tiba <i>slewing table</i> dan bum tercabut lalu jatuh dan tersangkut di tingkat 33 bangunan. <i>Counterweight</i> kren menara juga turut jatuh.	
4-Okt-11	Cadangan mendirikan 1 Blok 20 tingkat hotel (200 bilik) dengan 7 paras letak kereta di atas lot 837, 838, 839, 844 dan 845, Seksyen 14 DTL, Jalan Transfer Gerrgetown, Pulau Pinang	Hammerhead Potain (H-25/14)	Mangsa yang merupakan orang awam maut dihempap kren menara. Mangsa yang ketika itu sedang tidur, maut di tempat kejadian apabila kren menara yang dalam keadaan <i>free standing</i> tiba-tiba tumbang menghempap rumah kedai yang didiami mangsa.	Orang awam - 3 cedera, 1 maut
2012	Johor		Kabin kren terbakar semasa pemeriksaan. Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
14-Apr-12	Cadangan Pembangunan 3 Blok Pangsapuri, Seksyen 89, Jalan Madge, Kuala Lumpur	Luffing (MK140)	Kren tumbang - <i>Pile Cap (foundation)</i> kren tercabut dari permukaan tanah. Kren tumbang ketika mengangkat beban dan menghempap struktur dalam bangunan.	Operator - 1 cedera
10-Feb-12	Kuala Lumpur		Kren tumbang – kegagalan pada asas tapak ( <i>counterweight fell off</i> ). Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
Jan. 12	Projek Pembinaan Cadangan Kompleks Perniagaan Jalan Teknokrat Cyberjaya, Selangor	Luffing	<i>Luffing pulley</i> pecah menyebabkan <i>wire rope</i> putus. Kejadian berbahaya. Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
2012	Selangor		Kejadian berbahaya. Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
2013	Johor		Terkena kejutan selepas petir menyambar kren.	Operator - 1 cedera
Ogos.13	Lot 44, Sekyen 44, Jalan Sultan Ismail, Kuala Lumpur		Kemalangan berlaku semasa kerja-kerja <i>jacking</i> kren menara dari tingkat 4 ke tingkat 7 dengan	

			menggunakan <i>internal climbing</i> .	
6-Jul-13	Prinsiptik Sdn Bgd, Taman Tasik Prima, Puchong, Selangor	Luffing (BN80.8)	Kren <i>luffing</i> tumbang ketika mengangkat besi BRC. Ketika beban diangkat naik bum kren jatuh secara perlahan-lahan. Beban yang diangkat dianggar 1 tan, dan kedudukan beban adalah melebihi jarak maksimum bum yang dibenarkan (50 m). Jarak beban pada bum antara 52 m ke 53 m. Semasa kejadian, bahagian <i>counterweight jib</i> terangkat dan mengalami kegagalan. Bum telah patah pada bahagian hadapan akibat hentakan pada <i>slab</i> . Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
23-Sep-13	BUCG (M) Sdn Bhd, Jalan SS 22/43 Mukim Sungai Buloh, Petaling, Selangor	Luffing (BN80.8)	Sebelum kejadian, kren menjalani pengubahsuaian pengukuhan pada bahagian <i>counter jib</i> . Bum bengkok dan patah dua, <i>hoisting</i> dan <i>pendant rope</i> putus dan <i>counterweight</i> jatuh ke bawah. Berat beban semasa angkatan adalah 200 kg sebelum bum kren patah. Pin penyambung antara jib tidak dipasang dengan betul dengan <i>cotter pin</i> . Beban maksimum kren (bum) 1.2 tan pada jarak 50 m. Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
1-Jun-13	Jasmurni Construction Sdn Bhd, Persiaran Pinggiran Putra, Bandar Putra Permai, Mukim Petaling, Selangor	Hammerhead	Kemalangan berlaku sewaktu hari cuti umum (sepatutnya tiada kerja pada hari tersebut). Sub-kontraktor pekerja besi menggunakan kren tanpa kebenaran pemilik untuk mengalihkan besi. Operator kren adalah tidak berdaftar/sah. Pekerja melarikan diri selepas kemalangan. Kren mengangkat beban melebihi had yang dibenarkan. Beban melampau berlaku pada bum. Bum patah, titik engsel dan tiang <i>mast</i> (pemberat <i>counter jib</i> )	Operator - 1 cedera

			menghentam bahagian <i>mast</i> . Kemalangan diklasifikasikan sebagai <i>misuse</i> .	
15-Jul-13	Cadangan membina 1 Blok Pangsapuri Setinggi 24 tingkat Bandar Sunway, Daerah Petaling, Selangor	Hammerhead (H30/23C)	Kren menara mengalami kegagalan pada bahagian bum semasa mengangkat beban (tong sampah industri) dengan berat muatannya tidak diketahui. Bum bengkok dan patah menyebabkan <i>slab</i> pecah akibat hentakan dari bum dan <i>wire rope</i> . Pengaratan terdapat pada bahagian bum terutamanya pada bahagian troli. Bum bengkok dan patah pada bahagian penghujung bum (jib no.2 dan no.3). Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
2014	Johor		Retak tulang pinggang akibat jatuh tergelincir semasa turun tangga dari kren menara.	Operator - 1 cedera
5-Mei-14	Johor		Terjatuh dari ketinggian 6 meter akibat terlanggar oleh besi yang diangkat oleh kren menara.	Pekerja - 1 maut
15-Jun-14	AST Machinery (M) Sdn Bhd, No 2, Jalan Anggerik Mokara H, 31/H Kota Kemuning, Selangor (Eng Han Bina Sdn Bhd- Projek M- City, Ampang.	Hammerhead & Luffing (TC5 : SCD 5522 TC3: SCD 6024)	Kren berada dalam keadaan <i>out of service</i> yang menyebabkan wujudnya keadaan beban melampau dan kegagalan penyambungan di struktur tapak kren. Penyambungan sedia ada tidak mampu menahan beban melampau yang dikenakan ke atas kren sehingga menyebabkan satu daripada 8 bol tertanggal daripada nutnya dan menyumbang kepada kegagalan sambungan bol yang seterusnya. Berlaku kerana keadaan <i>overload</i> ke atas bol yang mengikat <i>beam</i> (struktur tapak kren). Kegagalan saluran komunikasi antara pemunya kren, pemasang kren serta jurutera profesional telah mengakibatkan kren tidak dipasang mengikut spesifikasi, dan kren juga	Operator - 1 cedera

			tidak dipasangkan dengan <i>wall tie</i> .	
21-Mei-14	Toffco Sdn Bhd, Lot 46387, Mukim Petaling Bukit Jalil, Kuala Lumpur (WP/13/03/9057)	Luffing	Ujian beban kren menara gagal. <i>Hoisting drum</i> gagal berfungsi dan bebanaan jatuh. <i>Hoisting cable</i> terkeluar dari dram asal. Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
16-Apr-14	Cadangan Pembangunan Komersil Pangsapuri Ara Damansara, Sime Darby, Selangor		Seorang operator kren menara maut selepas kren runtuh di tapak bangunan tinggi di Ara Damansara. Ia kelihatan seperti bahagian atas kren tersebut tercabut dari <i>mast</i> menara, di mana lingkaran bol <i>slew</i> atau komponen lain gagal.	Operator - 1 maut
Dis 2014	Persiaran Sukan Seksyen 13 Shah Alam, Selangor	Luffing	Kemalangan berlaku semasa kren menara mengangkat tetulang besi dari lori ke tapak pembinaan. Beban yang diangkat jatuh ke bawah. Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
13-Sep-14	Pulau Pinang		Mangsa ditimpa oleh batu-bata yang jatuh dari <i>lifting tray</i> . Ketika kejadian, <i>lifting tray</i> yang bermuatan batu-bata sedang diangkat dengan menggunakan kren menara.	Pekerja - 1 maut
8-Okt-14	Projek Pembinaan Paya Bunga Square, Kuala Terengganu	Luffing	Bahan pembinaan jatuh dari cangkuk kren ketika menurunkan bahan tersebut. Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
1-Feb-14	KK Times Square, Sabah	Hammerhead (topless)	Kren tumbang dan bum patah. Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
26-Jun-15	Johor		Mangsa terjatuh ke bawah setelah bekas konkrit yang diangkat oleh kren menara jatuh menimpa struktur perancah tempat mangsa bekerja.	Pekerja - 1 maut
Jun. 2015	San Sin Construction Sdn Bhd, Larkin Johor		Kren yang dioperasikan tiba-tiba melurut semasa mengangkat beban. Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
Jun. 2015	Aturan Prosma Sdn Bhd, Cadangan pembangunan pangsapuri, Larkin Johor	Luffing	Seorang pekerja maut ditimpa limpahan konkrit yang diangkut menggunakan <i>luffing crane</i> (bum melurut ke bawah). Kren mengalami kegagalan	Pekerja - 1 maut

			pada mekanisma <i>luffing hoist</i> menyebabkan bum jatuh.	
1-Sep-15	Projek Banyan Tree, Lot 383, Seksyen 57, Jalan Conlay, Wilayah Persekutuan, Kuala Lumpur (kontraktor: BUCG (M) Sdn Bhd)	Luffing	Kren sedang menjalankan kerja mengangkat beban ( <i>bucket</i> ) yang berisi besi <i>scrap</i> seberat 800 kg dan membuat sedikit pusingan dari zon 1 ke zon 2. Semasa di zon 2 operator menurunkan bum sehingga sudut 40° dan terdengar bunyi ( <i>luffing limit switch</i> ), seterusnya didapati berlaku bengkok pada sambungan jib 1 dan 2. Operator kren menghentikan operasi dan membuat pemeriksaan mendapati satu besi penahan <i>safety wire rope</i> telah tercabut dan beralih kedudukan ke kiri operator. Dapati <i>safety wire rope</i> telah tersangkut pada pin sambungan pada jib no 1 dan 2. Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
19-Mei-15	Projek Tamara Residence, (JKKP/WP/14/03/9327), Precint 8, Lot P8, 8R4, Taman Kejiranan Parcel 8, Putrajaya	Luffing	Kabin kren menara terbakar ditapak pembinaan. Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
10-Okt-15	Sunway Construction, Velocity Phase 2, Seksyen 90A, Jalan Peel, Kuala Lumpur	Luffing (MCR225A)	Tong konkrit yang diangkat dari aras 5 jatuh ke bawah semasa melakukan kerja konkrit <i>wall</i> di aras 14. Kejadian tersebut berlaku disebabkan <i>hoisting rope</i> putus. Kerosakan pada bum dan puli. Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
31-Jul-15	Crest Builder Sdn Bhd, Penthouse, The Crest No 2 Jalan 19/1, Petaling Jaya, Selangor (Kejadian: Jalan Damansara, Kuala Lumpur)	Luffing	Dua tong konkrit telah jatuh ke atas tempat mengumpul pasir semasa beroperasi, dikatakan mengalami masalah pada <i>hoisting motor gearbox</i> . Seorang pekerja maut akibat dihempap oleh <i>bucket</i> berisi pasir semasa kerja mengangkat menggunakan kren menara.	Pekerja - 1 maut
26-Okt-15	BUCG (M) Sdn Bhd, 75 Jalan Raja Chulan, Kuala Lumpur	Luffing	Kejadian berlaku ketika proses mengangkat <i>bucket</i> berisi pasir seberat 1.2 tan. Mangsa ketika kejadian	Pekerja - 1 maut

			berada di bawah jangkauan operasi mengangkat. Secara tiba-tiba <i>bucket</i> diangkat jatuh ke bawah menghempap mangsa.	
Sept. 2015	Cadangan pembangunan 3 blok pangsapuri, OUG Bukit Jalil, Putrajaya	Luffing	<i>Luffing jib</i> terjatuh apabila <i>wire rope</i> yang memegang jib tersebut putus dan menghempap pekerja di bawah.	Pekerja - 1 maut
Ogos 2015	Persiaran Bandar Utama, Sri Pentas TV3. Geopancar Sdn Bhd. Kuala Lumpur		Bum termasuk <i>slewing table</i> dan kabin terjatuh dari ketinggian 28 m. Operator kren cedera.	Operator - 1 cedera
23-Ogo-15	Cadangan pembangunan Blok <i>Service Apartment 37</i> tingkat, Tapak bina Lot 332, 333, 591, 592, 685, 844 dan 129 Seksyen 67, Jalan Imbi KL (kontraktor: Kerjaya Peospek (M) Sdn Bhd), Kuala Lumpur	Luffing	Bum kren menara telah patah semasa kren tersebut menjalankan kerja mengukur monorail. Bum yang patah telah menghempap bangunan sebelahannya. Kegagalan pada sistem <i>luffing (overluff)</i> . Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
14-Ogo-15	Selangor		Mangsa terjatuh semasa melakukan kerja-kerja merombak kren menara.	Pekerja - 1 maut
2015	Selangor		Kejadian berbahaya. Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
2015	Selangor		Kejadian berbahaya. Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
15-Dis-15	Tapak Pembinaan untuk Hotel Store Force Sdn Bhd, Ipoh, Perak	Luffing (SCD 5020)	Ketika mengangkat kepingan kayu ditingkat 12, bum dinaikkan pada kelajuan tahap 2, dan bum terus bergerak ke arah belakang. Bum tidak dapat diperlahankan oleh <i>luffing up deceleration switch</i> apabila mencapai sudut melebihi 72°. <i>Luffing limit switch</i> tidak diselaraskan dengan betul dan mengakibatkan bum tidak menyentuh <i>limit switch</i> walaupun bum telah melebihi sudut maksimum. Kemalangan ini disebabkan kecuai operator kren kerana penyelarasan dan pemasangan peranti keselamatan yang tidak sempurna. Bum terkilas ke belakang dan mendapati bar <i>stopper/damp</i> terangkat ke belakang. Tiada	



			kemalangan jiwa berlaku.	
8-Dec-15	Projek Pangsapuri Persiaran Perdana Kota Bharu, Kelantan	Luffing	Bum <i>luffing</i> kren mengalami kegagalan (patah dua ketika beroperasi). Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
24-Feb-16	Taman Pembinaan Pangsapuri Taman Molek JB, Johor	Luffing	Kejadian merbahaya yang melibatkan sebuah kren menara jenis <i>luffing</i> telah berlaku. Hasil penyiasaan mendapati <i>luffing rope</i> kren tersebut telah putus dan menyebabkan bum kren jatuh menghempap jalan. Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
21-Jul-16	Mukim Plentong, Taman Iskandar Marina Cove, Bakar Baru, JB, Johor	Hammerhead	Kren menara memunggah pasir dengan menggunakan bakul yang berkapsiti lebih kurang 1m <sup>3</sup> dari aras tanah ke tingkat 10. Ketika beban berada pada ketinggian setara dengan aras 5 dan troli berada pada kedudukan. Kegagalan pada bum dan patah ditengah-tengah jib. Kegagalan ini menyebabkan jib terpiuh ke arah belakang dan beban timbal ( <i>counterweight</i> ) jatuh ke atas tanah. Operator mengalami kecederaan ringan akibat terhantuk dinding kabin.	Operator - 1 cedera
25-Ogo-16	Jalan Raja Chuka Jalan Bukit Bintang, Royale Pavalian Hotel, Kuala Lumpur	Luffing	Besi penyangkut kren seberat lebih 300 kg terjatuh dari atas bumbung bangunan (ketinggian lebih 100 meter) dan menghempap sebuah kereta dan menyebabkan seorang wanita (24 tahun) maut. Orang ramai mendakwa melihat besi kren yang mengangkat muatan patah sebelum terjatuh dan menghempap kereta mangsa. Punca disebabkan kegagalan pada <i>hositing limit switch</i> .	Orang awam - 1 maut
8-Apr-16	Lot 422, Jalan Bangsar, Seksyen 96, Aneka Jaringan Sdn Bhd (Projek dimiliki oleh Etiqa Insurance Berhad), Kuala Lumpur	Luffing	Kren sedang mengangkat besi siku seberat 1.5 tan pada keadaan jib diangkat sehingga 82° (berdasarkan bacaan meter) dan bum tersebut telah tumbang ke arah bertentangan dan	

			hujung bum telah terkeluar ke jalan bersebelahan. Kerosakan struktur utama kren dan sebuah lori kecil. Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
28-Jan-16	Weststar Consturction and Property, Kuala Lumpur	Luffing	Kren menara tumbang ketika menjalankan kerja-kerja memasang <i>jacking</i> terhadap kren. Kerosakan struktur utama kren. Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
10-Ogo-16	Tapak Pembinaan Lew Tuck Chui & Sons Sdn Bhd, Taman Len Sen, Cheras, Kuala Lumpur	Hammerhead (H20/14C)	Kejadian berlaku semasa mengangkat beban besi 900 kg, pada sudut 40 radius (kedudukan troli 30-40 meter), tiba-tiba bum patah dan beban jatuh di atas bangunan tingkat atas. Jarak beban dari lantai adalah 4 kaki. Beban maksimum 3000 kg. Kren juga tidak dipasangkan dengan <i>load indicator</i> . Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
16-Apr-16	Binastara Construction Sdn Bhd, Kuala Lumpur	Luffing	Seorang pekerja jatuh dan meninggal dunia dari tingkat 23 ketika memasang <i>i-beam</i> ke <i>collar tower</i> .	Pekerja - 1 maut
15 Okt 16	Cadangan Pembangunan Perniagaan di atas Lot 41323, 41385, 51449, 55971, 5620, Jalan Cheras Eco West, Kuala Lumpur	Hammerhead (H20/14C)	<i>Hoisting rope</i> telah terputus semasa kerja-kerja mengangkat beban. <i>Hook block (blok hosting)</i> TC4 di blok J, dan beban yang di angkat telah menimpa seorang mangsa. Siasatan di tempat kejadian mendapati takal ( <i>pulley</i> ) dan troli telah mengalami kerosakan.	Pekerja - 1 maut
2016	Jalan 1/65A, Off Jalan Tun Razak, Kuala Lumpur	Hammerhead	Kejadian berlaku apabila paip logam sepanjang 2 m jatuh dari kren ke atas sebuah kenderaan di Wisma Bernama, Kuala Lumpur. Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
29-Jun-16	Dataran Datum Jelatik Ulu Klang, Selangor	Luffing	Hipotesis awal JKPP mungkin tersangkut pada <i>stater bar</i> pada <i>coloumn pile cap</i> (besi sekitar bucket). Menurut saksi, bum kren jatuh <i>free fall</i> . Tiada kemalangan jiwa berlaku.	

2016	Selangor	Luffing	Kemalangan berlaku di sebuah tapak pembinaan. Dua batang pin penyambung ( <i>connection pin</i> ) di antara bahagian <i>platform counter jib</i> dan bahagian <i>slew table</i> patah. Ini menyebabkan <i>platform counter jib</i> tercabut atau tertanggal dari sambungan tersebut lalu terjatuh dari kedudukan asalnya. Namun ia masih tersangkut pada bahagian sambungannya kerana masih terdapat dua lagi pin penyambung yang memegang struktur <i>counter jib platform</i> tersebut. Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
17-Jul-17	Tapak Pembinaan Forest City Tanjung Kupang, Johor		Tali dawai mengangkat ( <i>hoisting rope</i> ) putus dan <i>hook blok</i> menghempap pekerja tapak bina. Seorang pekerja maut.	Pekerja - 1 maut
1-Jun-17	Pembinaan Rah Properties Corporation Sdn Bhd, Cadangan Pembinaan Pangsapuri 39 Tingkat di Lot 3314, 3316 & PT39113, Jln Raja Ai, Kg Baru, Seksyen 41, Kuala Lumpur	Luffing	Sebuah kren jenis <i>luffing</i> telah mengalami kegagalan sistem brek dan mengakibatkan bum jatuh dan telah menimpa sebuah kereta di Kampung Baru. Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
10-Jan-17	Prinsiptek Sdn Bhd Cadangan Pembinaan Kompleks Perniagaan di Plot J5, No. 2A, Jalan Tukul Besi, Jalan 13/41, Sekyen 13, 40100 Shah Alam, Selangor.	Hammerhead	Sebuah kren menara tumbang di tapak pembinaan di Seksyen 13 Shah Alam bersebelahan dengan pasaraya Giant. Siasatan awal mendapati kejadian berlaku semasa kerja merombak kren menara dan kegagalan berpunca dari bahagian tapak asas kren yang tidak stabil. Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
16-Apr-17	Petaling Jaya, Selangor	Luffing	Bum <i>luffing</i> patah. Kejadian berlaku pada pada hari Ahad (tidak beroperasi) di mana bum <i>luffing</i> terpelanting ke belakang disebabkan oleh ribut. Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
19-Apr-17	Lot PT 59579 Lembah Subang Mukim	Hammerhead	Struktur <i>mast</i> kren bengkok pada sambungan <i>mast</i> ke	

	Damansara Daerah Petaling Selangor. Syarikat Prasarana, Jalan PJU 1A/46, Petaling Jaya, Selangor		13 dan 14. Kejadian berlaku semasa kren mengangkat <i>bucket</i> simen di tingkat 10. Sebelum kejadian operator ada memaklumkan terdengar bunyi ' <i>ping</i> ' seperti ada sesuatu yang patah. Punca awal yang dikenal pasti adalah disebabkan oleh pin penyambung pada bahagian <i>mast</i> kren patah. Ini menyebabkan <i>mast</i> tumbang dan bengkok (berlaku pada mast kedua terakhir sebelum <i>slewing table</i> ) dan menghempap lantai bangunan. Tiada kemalangan jiwa berlaku.	
--	--	--	---	--

Selain daripada itu juga, Marquez et al. (2014) mendapati bahawa isu-isu berkenaan keselamatan kren menara kebanyakannya disebabkan oleh faktor manusia. Kebanyakan kegagalan kren berkaitan dengan kesalahan operasi, prestasi kecergasan atau tanggungjawab operator dalam operasi kren menara (Vivian & Ivan 2011), latihan yang tidak mencukupi dan keletihan operator kren yang menyebabkan amalan yang tidak selamat dalam operasi kren menara (Aneziris et al. 2008; Fan 2010). Apabila kecacatan tertentu dalam reka bentuk kren tidak dikenal pasti, kemalangan itu diklasifikasikan sebagai 'kemalangan normal', namun pada dasarnya keperluan untuk mereka bentuk kren menara adalah penting, yang mana kecacatan ini juga mungkin boleh berlaku pada kren menara yang sama pembuatannya. Setelah kren berkenaan berada di pasaran, tiada lagi jaringan keselamatan yang berkesan untuk mengesan kelemahan struktur berkenaan (Swuste 2013).

Di samping itu juga, punca-punca keruntuhan struktur kren menara juga adalah berbeza, tetapi kebanyakan kren tumbang adalah disebabkan oleh cuaca lampau, kelemahan struktur, masalah asas tapak kren, beban lampau dan kesilapan semasa memasang atau merombak struktur kren berkenaan (Panchal & Dodiya 2013; In 2015). Selain itu, faktor berbahaya dalam konteks persekitaran berkaitan kren menara juga perlu diambil kira (Raviv et al. 2016) walaupun faktor iklim negara Malaysia jarang menjadi punca kepada

kemalangan kren menara. Kebanyakan risiko yang kerap berlaku adalah berkaitan dengan asas tapak kren, struktur keluli, sambungan bol, pin penghubung, tali, dan peranti had keselamatan. Semua permasalahan ini adalah melibatkan keselamatan mekanikal (Deng Li et al. 2006).

Sehubungan dengan itu, pihak berkuasa JKPP telah mencadangkan beberapa langkah keselamatan dalam usaha mengurangkan kemalangan tersebut seperti memastikan semua kren menara dikendalikan oleh operator yang kompeten dan berdaftar, mengendalikan kren dengan kaedah yang betul dan mematuhi SOP yang telah ditetapkan dalam manual operasi, mengangkat sesuatu beban mengikut carta beban yang betul dan mengelakkan paksaan, pihak kontraktor juga perlu menjalankan penilaian risiko ke atas setiap aktiviti kerja yang dibuat, pemilik kren mesti memastikan semua peranti keselamatan dalam keadaan sempurna dan berfungsi dengan baik; dan pemeriksaan berkala hendaklah dilakukan ke atas struktur kren dan komponen-komponen kritikal kren seperti bum, jib pengimbang, meja slu, tali dawai mengangkat, tali dawai, brek mengangkat dan sebagainya. Selain itu, pemeriksaan dan penyenggaraan perlu dilakukan mengikut arahan pengilang atau mengikut piawaian yang berkaitan.

Merujuk kepada laporan yang dikeluarkan oleh pihak JKPP (2010), dengan peningkatan kes kemalangan kren menara yang berlaku, pihak JKPP telah mengeluarkan satu prosedur berkenaan kelulusan reka bentuk kren menara. Prosedur ini telah mendapat persetujuan dari pihak jabatan dan telah dipraktikkan, terutama pada kren menara dan kren bergerak. Prosedur ini menetapkan setiap unit kren terpakai yang melebihi usia 10 tahun yang mesti didaftarkan di Malaysia perlu menjalani pemeriksaan penilaian khas yang dilakukan oleh firma badan kuasa pemeriksa ketiga yang diiktiraf oleh JKPP. Kren tersebut akan dinilai dari segi analisis struktur (kitaran hayat) untuk menentukan tempoh masa yang masih boleh digunakan sebelum struktur besi mengalami lesu atau gagal. Tempoh masa yang masih boleh digunakan akan ditolak dengan mengambil kira tempoh semasa dalam simpanan. Baki tempoh masa tersebut adalah tempoh yang dibenarkan untuk beroperasi. Selepas tamat tempoh masa tersebut kren menara berkenaan perlu menjalani semula

pemeriksaan khas atau melupuskan kren tersebut. Dengan menguatkuasakan prosedur ini kes kemalangan kren menara dapat dikurangkan dengan optimum.

Dalam mempertingkatkan faktor keselamatan dalam industri pembinaan, pihak Lembaga Pembangunan Industri Pembinaan (CIDB) dengan usahasama JKPP untuk membangunkan Pelan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan di Industri Pembinaan 2005-2010 (CIDB Portal). Langkah ini disokong sepenuhnya oleh Kerajaan Malaysia di mana semua pihak menyedari kepentingan untuk mengurangkan kadar kemalangan. Pelan cadangan induk ini berfungsi untuk membimbing semua pihak yang berkepentingan dalam sektor pembinaan dalam mengukuhkan aktiviti keselamatan dan kesihatan pekerja. Jawatankuasa Keselamatan dan Kesihatan Negara dalam Industri Pembinaan telah mengenalpasti dan tumpuan diberikan kepada enam perkara, iaitu Penguatkuasaan & Perundangan, Pendidikan dan Latihan, Promosi, Insentif & Penghalang, Standard dan Penyelidikan, dan Pembangunan dan Teknologi (Abdullah & Wern 2010).

## 2.2 Hong Kong

Industri pembinaan adalah salah satu pemyumbang kepada ekonomi Hong Kong yang mana ia merupakan lebih kurang 4.5% kepada produk domestik secara kasar dan lebih kurang 6.8% jumlah populasi pekerjaan di Hong Kong, (*Occupational Safety and Health Council 2008a*). Walau bagaimanapun, prestasi keselamatan dalam industri pembinaan di negara ini telah menimbulkan kebimbangan. Jadual 2.2 menunjukkan jumlah kemalangan melibatkan kesemua industri dan juga kadar kemalangan yang melibatkan industri pembinaan dari tahun 1997 sehingga 2006. Didapati kadar kemalangan yang berlaku adalah berkurangan pada setiap tahun, ini disebabkan pihak Jabatan Buruh Hong Kong telah melakukan usaha lebih mempromosikan keselamatan dan kesihatan di tempat kerja melalui pendidikan, perundangan, penguatkuasaan dan latihan. Selain itu, Majlis Keselamatan dan Kesihatan Pekerja Hong Kong juga telah berjaya meningkatkan kesedaran pekerja dan majikan.

Pada tahun 2006, Jabatan Buruh negara Hong Kong juga telah menerbitkan kertas ‘*Legislative Council Panel on Man Power Hong Kong’s Occupational Safety Performance*’ kepada Lembaga Perundangan Hong Kong dengan mencadangkan inisiatif-inisiatif baru untuk mewujudkan dan mengekalkan budaya kerja yang selamat di tapak bina. Antara inisiatif-inisiatif tersebut adalah meningkatkan promosi menggunakan peralatan mengangkat yang selamat, meningkatkan pelangkahan pemeriksaan dan penguatkuasaan operasi mengangkat, menjalankan audit keselamatan dan skim tajaan “*Construction Industry Safety Award Scheme*” bagi menambahbaik sistem keselamatan di tapak bina. Jabatan Buruh Hong Kong juga sentiasa bekerjasama dengan organisasi-organisasi yang berkaitan, seperti *Occupational Safety and Health Council (OSHC)*, *Construction Industry Council (CIC)*, persatuan perdagangan, kesatuan pekerja, badan-badan profesional dan badan kerajaan lain untuk memupuk Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan melalui penguatkuasaan, promosi dan publisiti.

Jadual 2.2 Jumlah dan kadar kemalangan industri di Hong Kong

Tahun	Jumlah kemalangan industri / 1000 pekerja	Kadar kemalangan / 1000 pekerja (Peratusan)
1997	18,559	227.4 (22.74%)
1998	19,588	247.9 (24.79%)
1999	14,878	198.4 (19.84%)
2000	11,925	149.8 (14.98%)
2001	9206	114.6 (11.46%)
2002	6239	85.2 (8.52%)
2003	4367	68.1 (6.81%)
2004	3833	60.3 (6.03%)
2005	3548	59.9 (5.99%)
2006	3400	64.3 (6.43%)

Sumber: *Occupational Safety and Health Council 2008b*

Tambahan lagi, industri pembinaan di Hong Kong telah mencatatkan kadar kematian dan juga kemalangan yang paling tinggi berbanding sektor industri lain. Seperti yang telah dinyatakan oleh Beavers et al. (2006),



penyebab utama kes kematian dalam industri pembinaan adalah melibatkan kren menara. Jadual 2.3 menunjukkan senarai kemalangan yang melibatkan kren menara di Hong Kong dari tahun 1998 sehingga 2007. Berpandukan kepada jadual ini, terdapat 9 kes kemalangan kren menara yang telah direkodkan dan kemalangan berlaku hampir setiap tahun, berserta dengan tarikh, tempat dan maklumat mengenai kemalangan. Selain dari itu, Rajah 2.5 menunjukkan berita-berita kemalangan kren menara bagi tahun 2011 dan 2015.

Jadual 2.3 Kemalangan kren menara di Hong Kong untuk 1998-2007

Tarikh	Tempat	Butir-butir kemalangan
18 Okt 1998	Wong Tai Sin	2 pekerja jatuh dari ketinggian 15 m daripada platform bangunan ketika mengangkat beban menggunakan kren menara
23 Feb 1999	Sau kei Wan	Pekerja jatuh dari tingkat 5 disebabkan pelanggaran dengan besi yang diangkat oleh kren menara
13 Okt 2000	Aberdeen	80 biji batu bata konkrit yang diangkat menggunakan kren menara telah jatuh dan menimpa pekerja
5 Jul 2001	Lantua Island	Seorang pekerja jatuh 10 m dari kabin kren menara ketika kerja-kerja pemeriksaan
2 Ogo 2001	Kowloon Tong	Kayu papan yang diangkat oleh kren menara telah jatuh dan menimpa 2 pekerja disebabkan kelonggaran ikatan pada papan berkenaan
6 Jul 2002	West Kowloon	3 pekerja maut setelah ditimpa batang besi yang jatuh dari kren menara ketika kerja perombakan kren
7 Jul 2005	Kwai Chung	Kren menara tumbang dan menimpa pekerja yang berada di atas bangunan semasa mengangkat bahan pembinaan
10 Jul 2007	Causeway Bay	2 pekerja binaan maut dan 5 lagi cedera apabila kren menara tumbang ketika kerja perobohan bangunan dilakukan
17 Jul 2007	Kwun Tong	Seorang pekerja maut setelah ditimpa besi yang jatuh dari kren menara

Sumber: *Occupational Safety and Health Council 2008b*



(a)



(b)

Rajah 2.5 Antara berita-berita kemalangan kren menara di Hong Kong: (a) tahun 2011, kegagalan pada meja slu, (b) tahun 2007, kecuaiian semasa pemasangan kren ([www.towercranesupport.com](http://www.towercranesupport.com))

Jumlah kematian melibatkan kemalangan kren menara di Hong Kong masih rendah jika dibandingkan dengan negara maju lain seperti Amerika Syarikat adalah sebanyak 137 kematian direkodkan dari tahun 1992 sehingga 2006 (Kang & Miranda 2007). Manakala di Jepun sebanyak 41 kes kematian telah direkodkan pada tahun 2006 (Kawata 2007). Jadual 2.4 menunjukkan sebab utama kemalangan melibatkan kren menara di Hong Kong dari tahun 1998 sehingga 2005 iaitu; pekerja terjatuh dari tempat tinggi, terkena objek bergerak, ditimpa objek dan terperangkap dalam runtunan. Kes yang ditimpa objek merupakan kemalangan yang serius kerana telah menyebabkan 6 kemalangan jiwa.

Jadual 2.4 Penyebab utama kemalangan melibatkan kren menara di Hong Kong dari tahun 1998 sehingga 2005

	Jatuh dari tempat tinggi	Perlanggaran dengan objek bergerak	Ditimpa oleh objek yang jatuh	Terperangkap disebabkan oleh objek jatuh
Jumlah kemalangan	2	4	5	1
Jumlah Kematian	3	4	6	1

Sumber: *Occupational Safety and Health Council 2008a*

Berpandukan kepada kajian yang telah dijalankan oleh Vivian dan Ivan (2011), terdapat empat faktor utama yang menjejaskan keselamatan yang melibatkan kren menara di Hong Kong iaitu:

(a) Kecuaian semasa mengendalikan kren menara

Punca kematian utama adalah disebabkan faktor kecuaiian seperti berada ditempat berkuasa tinggi dan mengangkat beban yang melebihi kemampuan kren (Shapiro et al. 2000; Beavers et al. 2006).

(b) Latihan tidak mencukupi

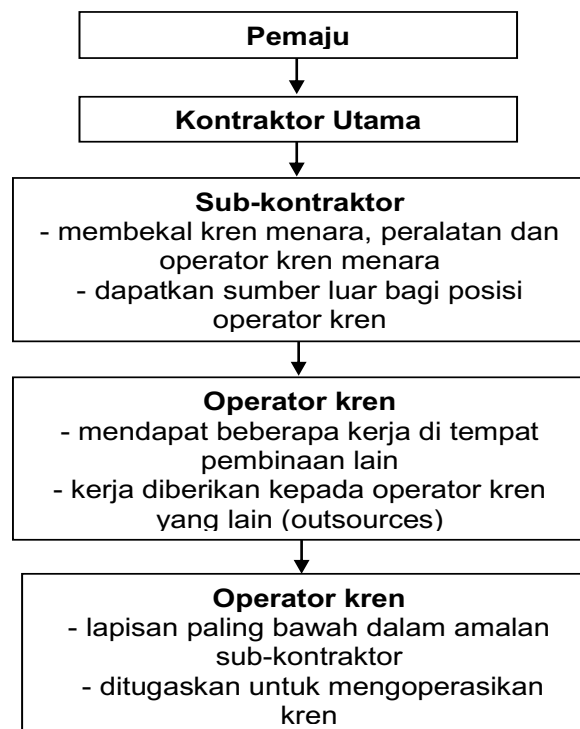
Pekerja yang tidak menjalani latihan yang cukup, tidak dapat mengenalpasti atau menjangkakan bahaya yang muncul di sekeliling tempat kerja (Abdelhamid & Everett 2000; Shapira & Lyachin 2009).

(c) Mengamalkan sub-kontraktor dalam operasi kren menara

Hanya sedikit kontraktor yang memiliki kren menara dan kebanyakannya adalah disewa atau dikendalikan oleh operator persendirian (Neitzel et al. 2001). Berpandukan kepada *Hong Kong Confederation of Trade Union*, sistem lapisan sub-kontraktor menjadi kebiasaan di Hong Kong bagi pengoperasian kren menara. Hal ini adalah disebabkan oleh kadar gaji yang rendah diberikan kepada operator kren menara manakala jumlah waktu bekerja operator kren menara adalah panjang dan berlaku pertukaran atau pemindahan operator yang akhirnya mempengaruhi keselamatan semasa proses pembinaan (Ng 1997). Rajah 2.6 menunjukkan sistem sub-kontraktor bagi kren menara di Hong Kong.

## (d) Tekanan mengejar kemajuan pelaksanaan

Jadual pembinaan yang padat merupakan faktor utama yang menghalang untuk mempraktikkan amalan keselamatan semasa kerja pembinaan di Hong Kong (Mohamed 2002). Kelewatan proses pembinaan boleh menimbulkan tekanan, dan menyebabkan pelaksanaan proses bekerja lebih laju dari yang sepatutnya sekaligus menjejaskan keselamatan. Ini menyebabkan kren, objek berdekatan, pekerja serta kakitangan berdekatan terdedah kepada risiko (Shapiro et al. 2000).

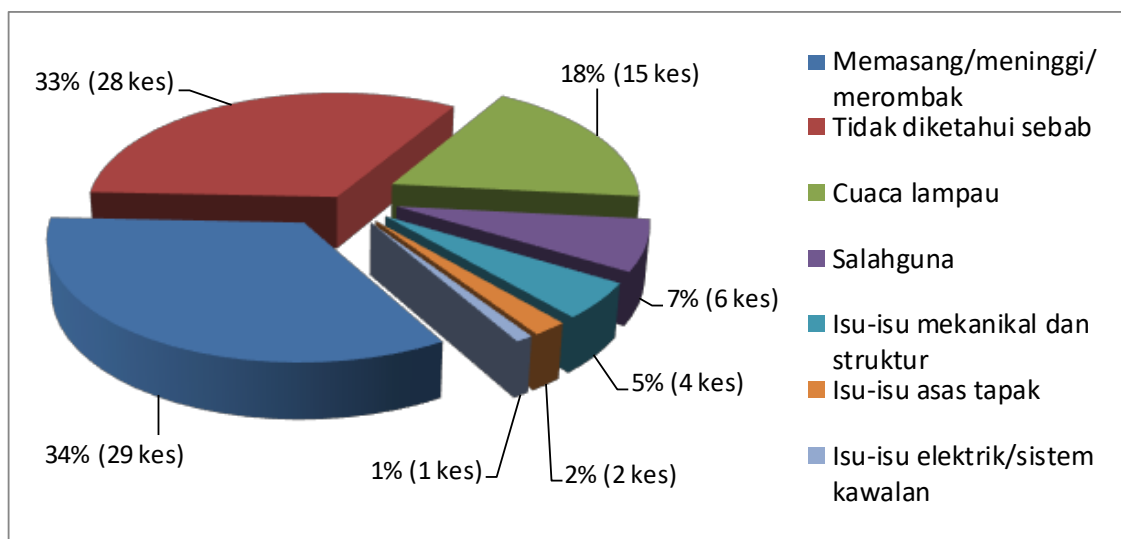


Rajah 2.6 Amalan sub-kontraktor bagi kren menara di Hong Kong (Vivian & Ivan 2011)

Berpandukan kepada soal selidik yang dilakukan ke atas pekerja melibatkan kren menara di Hong Kong oleh Vivian dan Ivan (2011), syarikat utama tidak memperuntukan sistem keselamatan dengan baik bagi pengoperasian kren menara. Kakitangan juga tidak mempunyai pengetahuan yang mendalam berkenaan Tata Amalan. Pemeriksaan kren terabai disebabkan oleh pemindahan kren menara yang tergesa-gesa di antara tempat pembinaan. Kerumitan dalam komunikasi juga mengakibatkan arahan tidak dapat difahami dengan betul juga mempengaruhi keselamatan dalam pengendalian kren.

## 2.3 Australia

Berdasarkan laporan kemalangan kren menara seluruh dunia (Isherwood 2010), terdapat 89 kes kemalangan yang melibatkan kegagalan struktur kren menara sekitar tahun 1989 sehingga 2009. Menurut kajian, faktor penyebab kegagalan dan kemalangan ini ditunjukkan dalam Rajah 2.7. Terdapat satu kes kemalangan di Australia yang dilaporkan pada tahun 2005 seperti ditunjukkan dalam Rajah 2.8. Walau bagaimanapun, laporan terhadap kes ini sangat terhad. Kejadian kemalangan ini dilaporkan berlaku pada 3 Februari 2005 yang disebabkan oleh angin yang kuat. Faktor angin yang kuat ini telah menyebabkan jib tumbang dan terlipat. Laporan ini juga menyebut tiada maklumat lanjut yang ditemui tentang kes khususnya mengenai sudut jib ketika kejadian. Kejadian ini telah dikategorikan sebagai faktor cuaca melampau.



Rajah 2.7 Faktor-faktor yang menyebabkan kemalangan kren di Australia (Isherwood 2010)



Rajah 2.8 Kes Kemalangan kren di Australia pada 2005  
(Isherwood 2010)

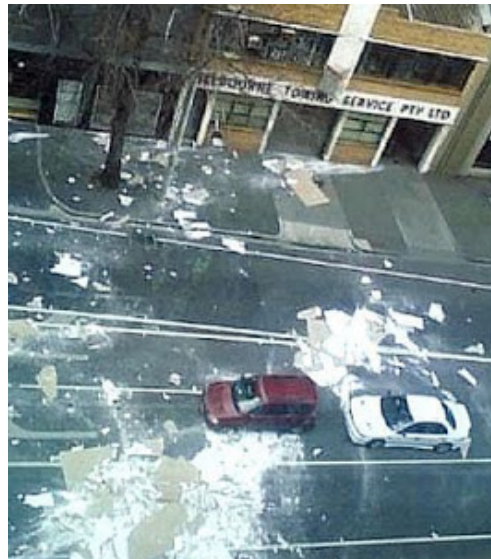
Berdasarkan blog khusus tentang kemalangan kren iaitu [www.towercraneaccidents.blogspot.my](http://www.towercraneaccidents.blogspot.my) yang menulis tentang kejadian-kejadian kemalangan kren menara di seluruh dunia bagi tahun 2008 hingga 2012, terdapat 2 kes yang melibatkan Australia iaitu pada 2008 dan 2009. Kejadian pada 2008 melibatkan kejadian kren di Sydney, Australia yang dilaporkan bahawa kren tidak berada dalam keadaan yang baik di tapak pembinaan disebabkan kedudukan jib pengimbang yang tidak stabil (bersandar) yang berkemungkinan menyebabkan kemalangan berlaku. Perkara ini telah menyebabkan penutupan sementara bangunan berhampiran iaitu blok pangsapuri dan hotel kerana bimbang struktur kren mungkin gagal dan seterusnya menghempap bangunan terbabit. Disebabkan kejadian ini, satu penyiasatan khusus telah dilakukan terhadap kren bagi memastikan tahap keselamatannya. Kejadian ini menyebabkan segala operasi dihentikan selama sebulan bagi memberi laluan kepada pemeriksaan keselamatan. Tiada kemalangan jiwa dilaporkan bagi kren ini, dan hanya aspek kestabilan pengoperasian kren perlu diberi perhatian lebih awal oleh pihak yang bertanggungjawab sebelum sebarang kecelakaan berlaku. Kejadian ini turut dilaporkan dalam akhbar *The Sydney Morning Herald* (lihat Rajah 2.9).



Rajah 2.9 Keratan akhbar *online* ([www.smh.com.au/news](http://www.smh.com.au/news))

Kejadian pada 2009 pula berlaku di Melbourne, Australia di mana kren gagal mengangkat beban sehingga menyebabkan beban berkenaan hampir terhempap ke atas kereta (Rajah 2.10(a)). Artikel ini tidak menjelaskan secara terperinci bagaimana kejadian ini berlaku. Kegagalan rig merupakan punca yang menyebabkan kemalangan ini, seperti kejadian di New York pada 2007. Bagi kes ini, adalah amat penting untuk memastikan rig bersesuaian untuk beban tertentu dan memenuhi piawaian. Dilaporkan bahawa kejadian berlaku semasa beban diangkat pada ketinggian 180 kaki. Kemalangan ini juga dilaporkan adalah disebabkan kesilapan pekerja tapak binaan yang menukar rig secara rawak tanpa membuat penilaian khusus tentang jenis rig yang bersesuaian dengan berat bebanan. Artikel ini juga menekankan aspek penyeliaan dan pengetahuan yang mendalam dalam penyelenggaraan dan penggunaan kren menara.





(a)



(b)

Rajah 2.10 Berita kemalangan di Melbourne: (a) kejadian kemalangan, (b) rig ([www.towercraneaccidents.blogspot.my](http://www.towercraneaccidents.blogspot.my))

Melalui blog Kemalangan Kren ([www.craneaccidents.com](http://www.craneaccidents.com)), dilaporkan satu kemalangan kren berlaku pada tahun ini iaitu pada 26 Februari 2016 di Hornsby, Sydney Australia. Pihak bomba dan penyelamat melaporkan bahawa kejadian ini bukan disebabkan oleh faktor angin. Tiada laporan terperinci mengenai kejadian ini. Gambar kegagalan kren ini ditunjukkan dalam Rajah 2.11.



Rajah 2.11 Kemalangan kren di Hornsby, Sydney ([www.abc.net.au](http://www.abc.net.au))

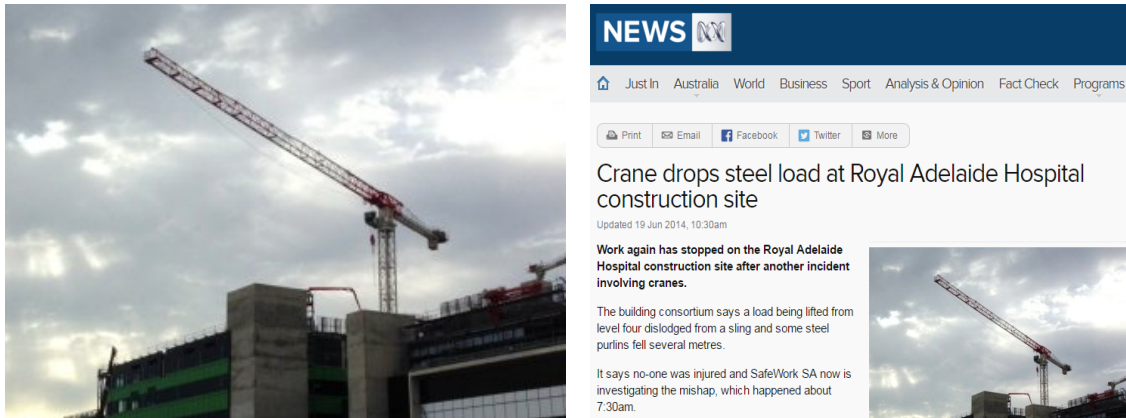


Pada Ogos 2015, satu kejadian yang melibatkan *luffing jib* kren menara yang besar terjatuh dan menghempap bahagian atas bangunan telah berlaku di Melbourne, Australia. Kejadian berlaku semasa jib bergerak ke atas ketika kerja penambahan mast kren dilakukan, dan secara tiba-tiba bahagian *luffing jib* berkenaan jatuh (Rajah 2.12). Laporan tempatan melaporkan kegagalan pada komponen bicu hidraulik memanjat merupakan penyebab jib kren berkenaan terjatuh.



Rajah 2.12 Kemalangan kren di Melbourne ([www.abc.net.au](http://www.abc.net.au))

Pada Jun 2014, satu kejadian yang melibatkan kegagalan kren telah berlaku di tapak pembinaan Hospital Royal Adelaide, Adelaide Australia. Beban yang sepatutnya diangkat dari aras 4 telah terjatuh setinggi 7 meter ke atas lantai konkrit (Rajah 2.13). Justeru, semua kren telah dihentikan daripada beroperasi bagi meneliti soal keselamatan dan punca kejadian. Berhubung kejadian berkenaan, pihak Kesatuan Pembinaan Australia telah menyelar pihak konsortium pembinaan terhadap kejadian ini dengan menyatakan kemalangan adalah berpunca daripada pihak konsortium yang mengambil jalan pintas untuk menyiapkan projek berkenaan kerana dilaporkan projek itu telah lewat disiapkan dari jadual perancangan asal.



Rajah 2.13 Kemalangan kren di Adelaide ([www.abc.net.au](http://www.abc.net.au))

Pada Jun 2012, dilaporkan satu lagi kemalangan melibatkan kren menara di tapak pembinaan di pusat bandar Sydney (Rajah 2.14), tanpa melibatkan kemalangan jiwa. Saksi mendapati bum kren telah terbuai sebelum ia patah dan seterusnya menghempap atap bangunan berhampiran University Technology of Sydney. Dilaporkan kemalangan ini disebabkan kabel yang menyokong bum telah putus dan seterusnya menyebabkan kegagalan berlaku. *WorkCover New South Wales* telah menjalankan siasatan bagi mengenalpasti punca kemalangan ini. Pihak *WorkCover New South Wales* turut membidas syarikat pembinaan berkenaan tentang keperluan melakukan penyenggaraan ke atas kren menara tetapi mereka gagal melaksanakannya.

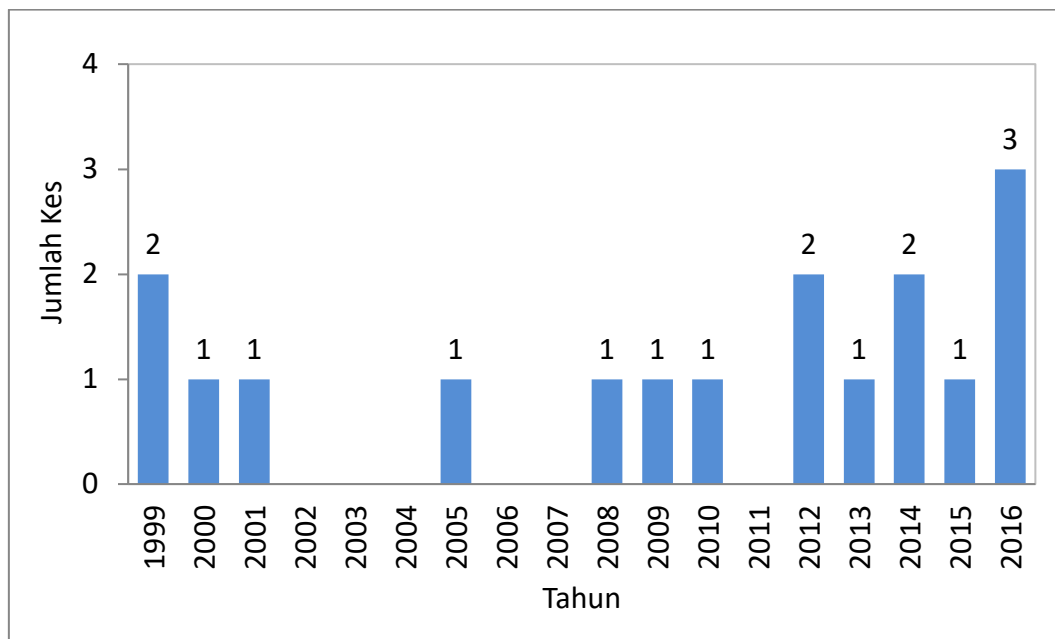


Rajah 2.14 Kemalangan kren di Pusat Bandar Sydney ([www.sbs.com.au](http://www.sbs.com.au))

Pada Jun 2012, satu kemalangan kren berlaku di Perth, Western Australia Barat, yang melibatkan *luffing jib* jatuh dan menghempap bumbung hospital. Kejadian ini berpunca daripada angin yang bertiup kuat selaju 140 kmh (Rajah 2.15). Rajah 2.16 menunjukkan purata kes kemalangan kren yang berlaku di Australia dari tahun 1999-2016.



Rajah 2.15 Kemalangan kren di Perth ([www.vertikal.net](http://www.vertikal.net))



Rajah 2.16 Purara kes kemalangan kren di Australia dari tahun 1999-2016 (Isherwood 2010; [www.craneaccidents.com](http://www.craneaccidents.com); [www.towercraneaccidents.blogspot.my](http://www.towercraneaccidents.blogspot.my))

Dari segi peraturan dan piawaian berkenaan keselamatan dan penggunaan kren di Australia adalah merujuk kepada *Australian Standard Specification C.B.2-1938- Crane and Hoist Code - Australian Capital Territory*. Setiap syarikat, pengguna atau pekerja yang hendak memasang atau menggunakan kren, *hoists, plant* atau *scaffolding* perlu mematuhi piawaian AS 1418.1-2002 *General Requirements*; AS 1418.2-1997 – *Cranes hoists and winches. Part 2: Serial hoists and winches*; AS 1418.3-1997 – *Cranes, hoists and winches. Part 3: Bridge, gantry, portal (include container cranes) and jib cranes*; AS 1418.4-2004 – *Cranes, hoists and winches. Part 4: Tower cranes*; AS 1418.7-1999 *Builders' Hoists and Equipment*; AS 2549-1996 *Cranes (including Hoists and Winches)*; dan AS 2550 *Cranes, Hoists and Winches - Safe Use Set*. Piawaian ini diguna pakai untuk pelbagai keperluan bagi kren, termasuk yang berkaitan dengan:

- (a) klasifikasi dan kedudukan beban
- (b) struktur
- (c) keseimbangan
- (d) mekanisma angkat
- (e) akses dari platform tetap
- (f) had kelajuan
- (g) akses pelepasan

Dari segi kod amalan, ianya boleh menjadi keperluan kepada undang-undang atau bukan undang-undang. Kod undang-undang amalan boleh ditakrifkan sebagai hasil kepada undang-undang. Namun, tiada kod amalan undang-undang yang ditakrifkan oleh pengawal selia industri dan badan-badan berkaitan.

## 2.4 United Kingdom

Sejak tahun 2000, terdapat beberapa insiden berprofil tinggi di United Kingdom yang melibatkan kren menara di mana seramai lapan orang (termasuk seorang orang awam) telah meninggal dunia dan kebanyakannya cedera parah. Kejadian-kejadian ini telah membawa kepada kebimbangan awam terhadap

peningkatan kemalangan, dan kajian keselamatan operasi kren menara perlu diadakan (Abdelhamid 2000; Health and Safety Executive 2010). Eksekutif Keselamatan dan Kesihatan (*Health and Safety Executive*, HSE) telah mengambil tindakan penguatkuasaan yang sewajarnya seperti menerbitkan laporan ke atas siasatan keruntuhan kren menara dan mengeluarkan laporan sebab-sebab kejadian serta amaran selepas kejadian (Aneziris 2008). Persatuan Produk Pembinaan (*Construction Products Association*, CPA) telah menerbitkan beberapa Nota Maklumat teknikal mengenai keselamatan kren menara. Forum Strategik Pembinaan ini kren menara Kumpulan Kerja Keselamatan telah menghasilkan beberapa panduan amalan terbaik keselamatan kren menara.

Di samping itu, kerja-kerja lain juga sedang dijalankan. Selepas berunding dengan industri Pembangunan daftar kren menara, HSE mengambil pelbagai langkah lain untuk meningkatkan keselamatan kren menara (Shin 2015).

- Meningkatkan keperluan kecekapan untuk menegak dan merombak kren
- Mempertimbangan kecukupan piawai reka bentuk kren
- Penyelidikan tindakan angin pada sesetengah jenis kren
- Penyelidikan untuk meningkatkan pemahaman tentang punca-punca kejadian kren menara di peringkat antarabangsa
- Promosi industri panduan amalan terbaik
- Lawatan ke menara syarikat kren dan tapak pembinaan pelaksanaan dan keberkesanan bimbingan industri

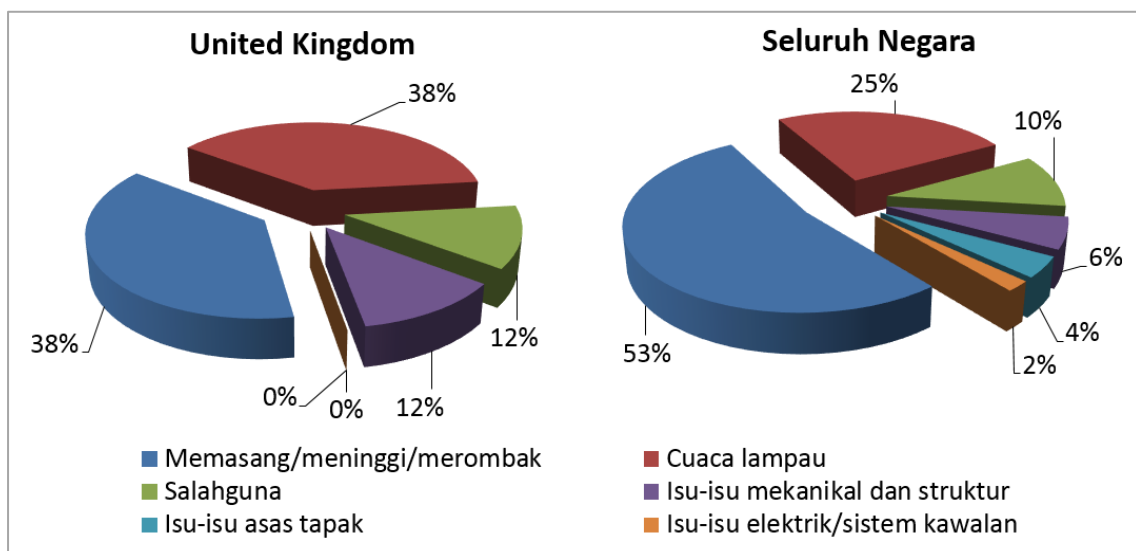
Beberapa kajian kematian akibat kemalangan kren telah dilakukan dan data diambil berdasarkan 25 tahun kebelakangan. Sebahagian besar kajian ini melibatkan dua kategori utama iaitu Konseptual dan Empirikal (Beavers 2006). Kajian kepustakaan menunjukkan bahawa 85% pekerja tapak percaya seandainya kren berada di tapak pembinaan mereka sentiasa dalam situasi yang sangat berbahaya walaupun terdapat risiko kemalangan yang lain. Ia tidak kira mereka bekerja dengan apa jua jenis kren mereka perlu sentiasa berwaspada dan mengikut prosedur keselamatan di tapak pembinaan (Begum et al. 2010).

Sepuluh kes yang berkaitan kren menara telah berlaku di United Kingdom dan Ireland di antara tahun 2000-2010 yang melibatkan 9 kematian dan 25 kecederaan (HSE Report 2000; Margaret Sharkey 2012). Sehingga data tahun 2010, lapan kes telah dikenalpasti punca yang tepat untuk dikategorikan. Satu kes telah dikategorikan dalam kumpulan yang tidak diketahui dan satu kes masih dalam siasatan dan butiran tidak dikeluarkan. Jadual 2.5 membandingkan sumbangan kejadian dalam setiap kategori (dengan mengabaikan kategori punca tidak diketahui) antara U.K. dan seluruh dunia, seperti ditunjukkan dalam Rajah 2.17.

Jadual 2.5 Perbandingan kemalangan di U.K. dengan negara lain

Kategori	United Kingdom	Negara lain
Memasang/meninggi/merombak	3	26
Cuaca lampau	3	12
Isu-isu asas tapak	0	2
Isu mekanikal dan struktur	1	3
Salahguna	1	5
Isu-isu elektrik/sistem kawalan	0	1
Jumlah	8	49

Sumber: Isherwood 2010



Rajah 2.17 Peratusan perbandingan sebab kemalangan di U.K. dan negara lain (Isherwood 2010)

Walaupun bilangan kejadian yang lebih kecil berlaku di U.K. dan menjadikan statistik kurang tepat, trend umum setiap kejadian di U.K. adalah hampir sama dengan kejadian seluruh dunia ialah kedua-dua keadaan dominan adalah pemasangan/pembongkaran/pemanjangan dan cuaca yang lampau, adalah dikaitkan dengan 76% daripada lapan kejadian. Ini menunjukkan bahawa statistik kejadian di U.K. adalah selaras dengan negara lain di dunia.

Selain daripada itu, pihak kerajaan U.K. juga telah mengenakan denda dan tindakan kepada syarikat-syarikat yang terlibat dengan kes kemalangan dan kematian yang berkaitan kren menara. Jadual 2.6 menunjukkan senarai syarikat dan denda yang dikenakan oleh pihak berwajib U.K. dalam tempoh 2000-2010.

Jadual 2.6 Antara syarikat yang terlibat dengan kemalangan dan dikenakan denda

Date	Incident	Company	Fatalities and other serious injuries	Fines & costs
May-00	Canary Wharf	Hewden Tower Cranes	Killed: Peter Clark, 33, Martin Burgess, 31, Michael Whittard, 39.	No HSE prosecution - but Hewden Stuart said it cost the firm £500,000 after it shut down its entire tower crane fleet for safety inspections
Feb-05	Worthing	W D Bennett	Gary Miles, 37, Steven Boatman, 45 another worker severely injured	WD Bennett fined £125,000; subsidiary Eurolift £50,000. WD Bennett £264,299 costs.
Sep-06	Battersea	Falcon Cranes	Michael Alexa, 23, Jonathan Cloke, 37	
Jan-07	Liverpool	Falcon Cranes	Zbigniew Swirzynsk	no HSE prosecution
Mar-07	Liverpool	Sitewold Construction Bryn Thomas Crane Hire	Mark Thornton, 46	Bryn Thomas Crane Hire Ltd (in administration) £4,500 Frederick Scott - operator- £2,500. Judge Gilmour QC said an "appropriate" fine of £300,000 could not be imposed because Bryn Thomas in administration. Sitewold (ceased trading) £50 Benjamin Lee, Managing Director, £80,000 plus £18,478 costs
Jun-07	Croydon	Select Cranes subsidiary of Laing O'Rourke	Four workers narrowly escape death. One was seriously injured & three others trapped 45 metres in the air for seven hours. The operator trapped in the cab hanging from the side of the building had to be winched to safety by a rescuer suspended by cables from a second crane.	
Jul-09	Liverpool	Bowmer & Kirland; Bingham Davies	Ian Gillham, 55, multiple injuries and legs paralysed	£280,000 fine for B&K, £1,000 for BD Massive damage to property, Bingham Davies out of business.
Dec-07	Forest Hill London			
Jan-10	Preston	Pocklington		£15,000 fine

Sumber: Margaret Sharkey 2012



Antara kes kemalangan kren menara lain di U.K. adalah:

(1) Canary Wharf, London, England

Pada 21 Mei 2000 sebuah Wolff 320 B *Luffing* kren runtuh semasa tiang mercu sedang dipanjangkan. Berdasarkan kepada HSE Report (2000), punca-punca sebenar kejadian tidak dinyatakan dengan tepat tetapi isu-isu yang dibangkitkan semasa siasatan termasuk:

- Kemungkinan kru pemasangan kren keletihan dan beliau mengambil jalan pintas untuk bergegas pada waktu-waktu akhir bekerja.
- Perubahan dalam kelajuan dan arah angin semasa kren disokong pada bingkai pendakian.
- Keselamatan silinder hidraulik tunggal bingkai pendakian tiang mercu
- Kejadian ini telah dikategorikan dalam memasang/meninggi/merombak.

(2) Dublin, Ireland

Pada 1 Februari 2004, jib daripada Wolff *saddle jib* kren gagal pada dua bahagian tetapi telah dihalang daripada jatuh ke tanah oleh *jib tie bar* (Rajah 2.18). Dilaporkan bahawa angin kencang merupakan punca kejadian dan terdapat kemungkinan laporan mengatakan bahawa slew motor brake telah tersekat ataupun ditinggalkan dalam keadaan digunakan. Kejadian ini telah dikategorikan dalam kumpulan cuaca lampau.



Rajah 2.18 Kejadian kren menara tumbang di Dublin, Ireland ([www.vertikal.net](http://www.vertikal.net))

### (3) Cardiff, Wales

Pada 9 Julai 2004 jib daripada Raimondi LR60 *luffing* kren telah rosak teruk disebabkan oleh angin kencang. Semasa siasatan oleh HSE, didapati bahawa motor brek slu mekanikal mempunyai dua kesalahan. Mekanisma tetapan telah rosak meyebabkan ia boleh tergelincir yang membawa kepada brek digunakan tanpa sedar dan tork pembrekan yang dikenakan adalah kira-kira  $\frac{1}{4}$  daripada yang telah dinyatakan. Kejadian ini telah dikategorikan dalam kumpulan cuaca lampau.

### (4) Worthing, Sussex, England

Sebuah BPR kren menara runtuh pada 11 Februari 2005. Dalam runtuh tersebut ia telah terkena pada kren lain dan menyebabkan kerosakan tetapi kren tersebut kekal pada posisinya dan mengalami terkedut jib (*buckled jib*). Pihak berkuasa yang menyiasat adalah HSE dan didapati bahawa punca keruntuhan itu disebabkan bol tiang mercu longgar dan diketatkan menggunakan *finger tight* sebagai persediaan untuk merombak kren. Kren tersebut berpaling dan menyebabkan pertambahan beban yang dikenakan dan bahagian yang longgar tersebut patah sehingga meyebabkan kren runtuh. Kejadian ini membangkitkan isu-isu kecekapan operator dan latihan dalam industri kren di U.K. Kejadian ini telah dikategorikan dalam memasang/meninggi/merombak.

### (5) Battersea, London, England

Pada 26 September 2006, kegagalan *slewing ring bolt* menyebabkan bahagian atas kren (*jib, slew turet, counter jib* dan *counterweights*) jatuh ke tanah. Kren terlibat ialah BPR 222 dan berumur lebih kurang 27 tahun. Kejadian ini telah dikategorikan dalam kumpulan isu mekanikal dan struktur.

### (6) Holborn, London, England

Jib sebuah kren *luffing* terkedut (*buckled*) dan runtuh pada 19 Oktober 2006 (Rajah 2.19). Adalah dipercayai bahawa kren bertembung dengan sebuah lagi

kren di tapak yang sama. Kejadian ini telah dikategorikan dalam kumpulan penyalahgunaan.



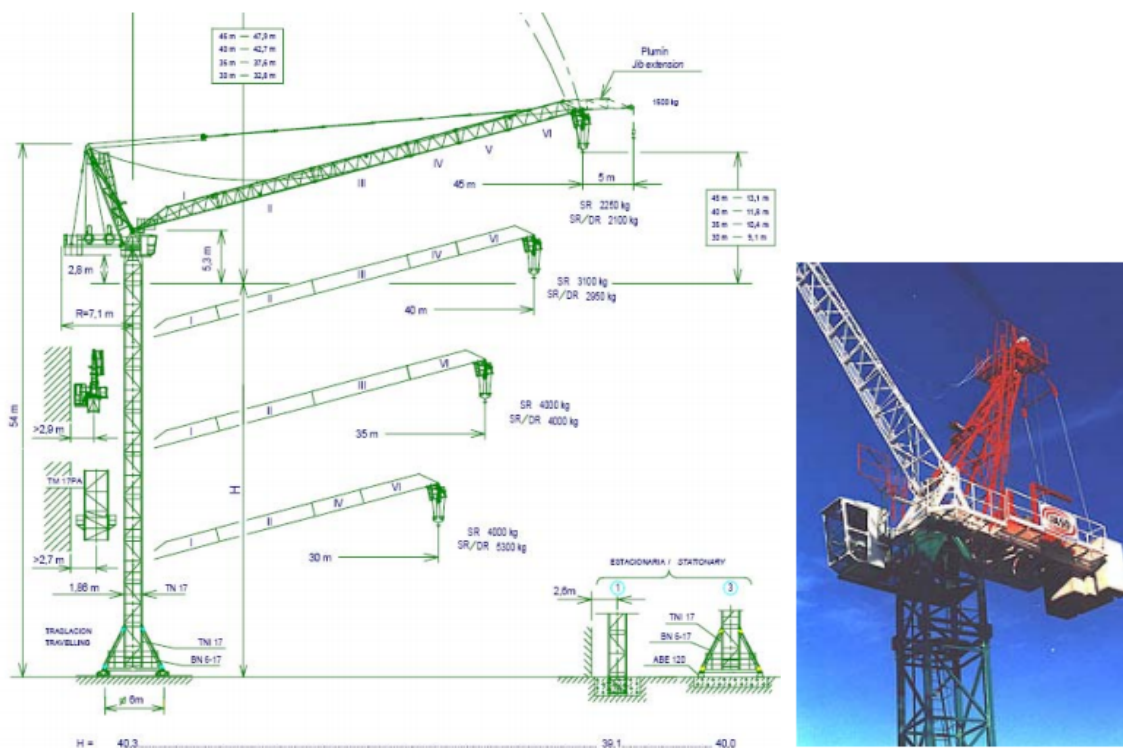
Rajah 2.19 Kes kemalangan kren menara di Holborn, London  
([www.vertikal.net](http://www.vertikal.net))

(7) Liverpool, Merseyside, England

Pada 15 Januari 2007, Jaso J138PA *luffing* kren runtuh (Rajah 2.20). Siasatan HSE menunjukkan bahawa kren telah beroperasi dengan jib yang curam iaitu berdekatan dengan jangkauan minimum yang dibenarkan. Kelajuan angin telah menghampiri nilai maksimum yang dibenarkan iaitu 20 m/s (HSE Report 2007) Dipercayai bahawa urutan peristiwa-peristiwa yang membawa kepada kejadian tersebut adalah:

- Jib menghadap arah angin dan jib ditiup ke belakang ke arah *spring stop* pada kerangka-A.
- Dalam proses ini tali dawai *luffing* menjadi kendur dan keluar dari satu alur atau lebih di bahagian atas kerangka-A.
- Ini menyebabkan operasi tergendala dan jib kren tidak dapat diturunkan menggunakan sistem *luffing*. Walau bagaimanapun, pemandu kren yang mengendali kawalan terus menurunkan jib dan sejumlah besar tali dawai *luffing* telah keluar dari *luffing winch drum* dan tergantung ke bawah dalam bentuk gelung di belakang kren.

- Pada satu ketika tali *luffing* di bahagian atas kerangka-A yang tersangkut tadi telah terbebas dan jib dilepaskan. Ini menyebabkan beban tersangkut pada bahagian tiang mercu.
- Sebaik sahaja dibebaskan, jib bebas jatuh melalui arka yang besar (dikira lebih kurang  $38^\circ$ ) dan tiba-tiba ditahan oleh sistem *luffing* tersebut.
- Penahanan secara tiba-tiba jib yang jatuh mengejutkan bol bahagian atas kren yang bersambung dengan tiang mercu. Pertambahan lenturan/tegangan menyebabkan bahagian atas kren terjatuh daripada tiang mercu.
- Kejadian ini telah dikategorikan dalam kumpulan cuaca lampau.



Rajah 2.20 Kren jenis *luffing jib* yang sama terlibat dalam kemalangan (HSE Report 2007)

#### (8) Croydon, England

Pada 2 Jun 2007, Terex Comedil kren menara milik Select sedang dilanjutkan. Kren runtuh semasa operasi memanjat ke atas Croydon Park Hotel. Siasatan selanjutnya oleh HSE mendedahkan bahawa bol yang menyambungkan rangka pendakian ke struktur kren dibiarkan longgar atau tidak digunakan semasa

pendakian. Kren mendaki tidak terikat kepada struktur dan tiang mercu berpecah dan kren tumbang. Kejadian ini telah dikategorikan dalam memasang/meninggi/merombak.

(9) Forest Hill, London, England

Jib daripada Raimondi LR 60 kren *luffing* runtuh pada 11 Disember 2007. Tiada sebab muktamad untuk kejadian semasa siasatan HSE tetapi kerosakan jib itu selaras dengan beban sampingan yang berlebihan diletakkan di atasnya semasa operasi. Satu lagi kemungkinan ialah tali keselamatan tersangkut atau menyekat jib. Kejadian ini telah dikategorikan dalam kumpulan sebab-sebab yang tidak diketahui.

(10) Liverpool, Merseyside, England

A Wolff 500 B *luffing* kren dimiliki oleh HTC runtuh pada 6 Julai 2009 ke atas sebuah blok rumah pangsa. Maklumat lanjut tidak boleh dikeluarkan sehingga tamatnya siasatan semasa dan prosiding undang-undang yang mungkin timbul daripada penyiasatan itu.

Dari segi pendaftaran kren menara, beberapa keperluan penting mengenai pendaftaran serta mendokumenkan bila dan di mana kren menara telah didirikan di atas tapak perlu diambil kira. Antara maklumat yang perlu direkodkan adalah:

- (a) jenis, usia kren dan pemilik
- (b) tarikh pemeriksaan yang menyeluruh yang terakhir (merujuk kepada *Operations and Lifting Equipment Regulations* 1998, LOLER)
- (c) adakah pemeriksaan yang dilakukan mendedahkan kecacatan yang boleh menyebabkan risiko berlaku kemalangan serius
- (d) pendaftaran semula selepas kren dirombak dan dipasang semula ditempat lain

Selain itu, usaha untuk meningkatkan keselamatan kren juga perlu dipertimbangkan bagi meningkatkan keperluan kecekapan untuk menaik dan merombak kren, pertimbangan terhadap kecukupan piawaian reka bentuk,

kajian pemahaman terhadap punca-punca kejadian kemalangan kren menara di peringkat antarabangsa, mempromosi panduan amalan terbaik kepada pihak industri dan inisiatif yang diambil untuk meningkatkan kesedaran tentang keselamatan sesama pihak industri itu sendiri (Shin 2015).

Kesan tindak balas angin pada sesetengah jenis kren juga perlu dikaji untuk melihat tindak balas kren terhadap angin semasa putaran bebas, dan sudut jib yang terlalu curam boleh menyebabkan putaran bebas berlaku jika tersilap hitung iaitu ([www.safepractice.co.za](http://www.safepractice.co.za)):

- (a) peningkatan kecil kelajuan angin boleh memberikan kesan yang besar ke atas operasi kren menara,
- (b) kuasa angin yang dikenakan ke atas kren menara dan apa-apa beban yang digantung boleh menjadi agak besar dan menjejaskan pengendalian kren dan beban,
- (c) merujuk kepada kajian kelajuan angin yang dilakukan oleh *CPA Tower Crane Interest Group*, kelajuan angin maksimum yang disyorkan untuk operasi menara kren di U.K. adalah 38 mph (16.5 m/s, 60 km/h)

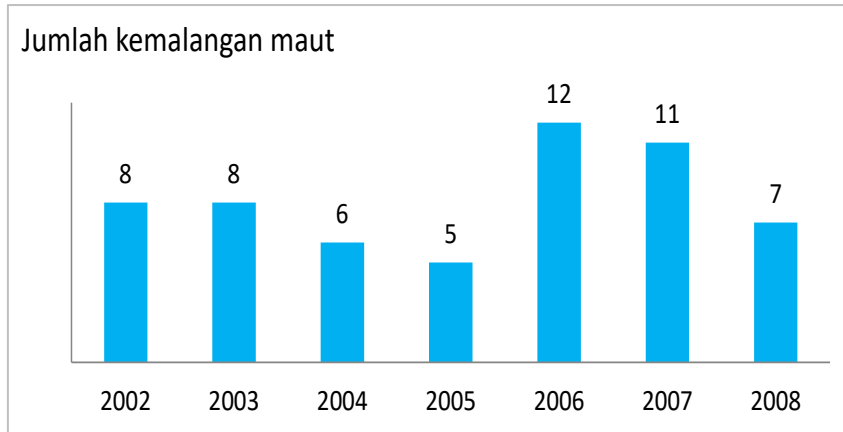
Berdasarkan kes kemalangan yang berlaku, pihak HSE U.K mengambil langkah pencegahan untuk mengenal pasti beberapa tindakan yang boleh diambil oleh pereka bentuk kren, pengilang, pembekal dan pengguna untuk mengurangkan risiko kemalangan pada masa akan datang. Pada bulan Februari 2003, HSE telah menerbitkan satu kertas perbincangan yang memaklumkan risiko yang telah dinilai dengan menggunakan sangkar pemanjat luaran. Maklum balas kepada hasil perbincangan ini telah dikongsi dengan pengerusi dan anggota *British Standards Committee on Cranes* (MHE/3/11). Seterusnya perkara ini telah diberi perhatian semasa penyediaan kajian semula *Standard BS 7121: Code of practice for safe use of cranes-Part 5 Tower Crane* bagi pengguna, dan cadangan bagi *European Standard for Manufacturers*. Pihak HSE berpendapat bahawa *Machinery Directive (Council Directive 89/392/EEC* sebagaimana yang telah dipinda oleh *Directives 91/368/EEC, 93/44/EEC and 93/68/EEC*) adalah terpakai kepada pembekalan gear mendaki bagi kren menara.

## 2.5 Singapura

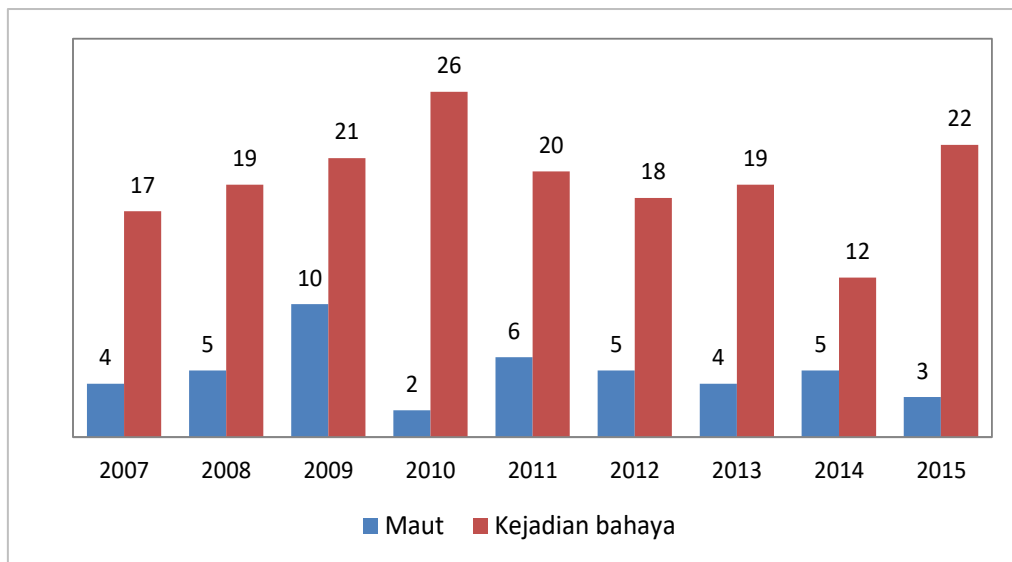
Di Singapura, kren menara dan kren bergerak giat digunakan dalam industri pembinaan, dan menara laluan atas dan kren gantri digunakan dalam pembuatan serta industri perkapalan. Penggunaan kren boleh membantu meningkatkan produktiviti, namun perkara ini perlu diberi perhatian kerana melibatkan peralatan atau komponen yang besar dan operasi yang kompleks. Apa jua kemalangan kren boleh memberi kesan buruk kepada keselamatan pekerja dan orang ramai. Bagi menjamin keselamatan semua pihak, kren perlu dijaga dan dikendalikan dengan baik dan selamat, dan aktiviti mengangkat perlu dirancang dan diuruskan dengan baik mengikut prosedur operasi piawai (SOP) untuk mengurangkan risiko kemalangan.

Sejak tahun 2006 kemalangan maut yang melibat kren di Singapura telah meningkat antara 2 hingga 10 kes dalam satu tahun. Kejadian yang berbahaya ini telah memberikan peningkatan yang stabil, yang mana sebahagiannya disebabkan oleh kesedaran yang tinggi oleh pihak yang berkenaan mengenai keperluan untuk melaporkan apa-apa kejadian yang berlaku. Dari tahun 2009 ke 2011, jumlah kren menara yang berdaftar meningkat daripada 541 hingga 612 unit, dan operator kren menara pula seramai 1458 hingga 2045 orang ([www.wshc.sg](http://www.wshc.sg)). Dengan pertambahan jumlah kren menara ini pada setiap tahun boleh membawa kepada peningkatan kemalangan kren tanpa peraturan yang ketat. Kemalangan maut yang melibatkan peralatan mengangkat termasuk kren tumbang, pekerja atau objek berayun yang diangkat jatuh ditunjukkan dalam Rajah 2.21. Rajah 2.22 dan 2.23 menunjukkan statistik kematian dan kejadian berbahaya berkaitan kren, manakala Rajah 2.24 menunjukkan contoh kes kemalangan kren menara yang berlaku di Singapura pada tahun 2012. Merujuk kepada siasatan awal, punca kemalangan kren ini adalah disebabkan *luffing jib* kren menara putus yang mengakibatkan seorang cedera parah.

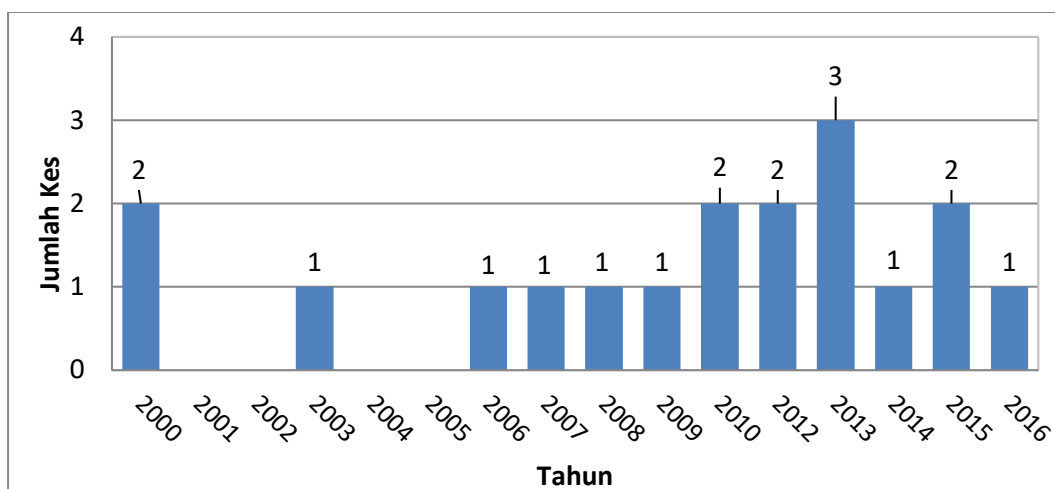




Rajah 2.21 Kemalangan maut yang disebabkan oleh kren/peralatan mengangkat bagi tempoh 2002-2008 (www.wshc.sg)



Rajah 2.22 Jumlah kematian dan kejadian berbahaya berkaitan kren dari 2007-2015 (www.wshc.sg)



Rajah 2.23 Statistik kemalangan yang melibatkan kren menara (Kurusamy 2015; www.craneaccidents.com)



Rajah 2.24 Kes kren menara tumbang di Singapura pada tahun 2013  
([www.vertikal.net](http://www.vertikal.net))

Selain itu, usaha-usaha juga telah dilakukan oleh pihak Singapura untuk meningkatkan keselamatan kren. Menyedari kepentingan ini, pihak kerajaan Singapura telah menubuhkan pasukan *National Crane Safety Taskforce* pada tahun 2009 untuk memandu dan menyelaras keselamatan kren di peringkat kebangsaan ([www.mom.gov.sg](http://www.mom.gov.sg)). Pada masa kini, pasukan berkenaan memberikan tumpuan dalam menangani isu-isu baru dalam keselamatan kren dalam aspek berikut: (i) meningkatkan kecekapan dan keupayaan, (ii) meningkatkan kesedaran mengenai isu-isu utama, dan (iii) mengukuhkan piawaian dan amalan.

Penglibatan dari semua peringkat sama ada dari industri pembuatan sehingga operator kren diberikan penekanan dalam menjayakan integrasi Keselamatan dan Kesihatan di Tempat Kerja (*Workplace Safety and Health - WSH*). Antara agensi/pihak berkepentingan yang terlibat adalah:

- a) Kerajaan
- b) Perkhidmatan servis
- c) Operator kren
- d) Kontraktor kren
- e) Syarikat pembuatan kren
- f) Pasukan pengangkat

- g) Persatuan industri
- h) Pemeriksa yang berlayakan

Selain daripada mengintegrasikan Keselamatan dan Kesihatan di Tempat Kerja, pendekatan kitaran hayat untuk keselamatan kren telah digunakan oleh pihak berwajib Singapura dalam mengawal penggunaan dan keselamatan iaitu dari peringkat import/jualan, pemasangan, penggunaan dan operasi, pembongkaran, penyimpanan, penyelenggaraan, dan pelupusan. Mereka juga telah mengkaji semula dan meningkatkan Peraturan WSH untuk mengawal keselamatan kren dengan kerap bagi memastikan aturan terus kekal kukuh dan relevan dengan perubahan keadaan operasi. Ia juga memastikan dan menjadikan pelbagai sumber rujukan dalam mematuhi keselamatan kren seperti kod amalan, piawaian, nasihat teknikal dan perkakasan ([www.wshc.sg](http://www.wshc.sg)) untuk membantu pihak-pihak berkepentingan dalam melaksanakan keperluan dan inisiatif yang diberikan.

Antara kod amalan dan piawaian yang digunakan di Singapura dalam pengawalan penggunaan dan keselamatan kren menara adalah *Code of Practice for Safe Lifting Operations at the Workplace, (2011)*, CP 35: 1996 *The Selection, Care and Maintenance of Steel Wire Ropes for Hoisting*, CP 63: 2005 *Code of Practice for the Lifting of Persons in Work Platforms Suspended from Cranes*, *Guidebook for Lifting Supervisors*, SS531: *Part 1 : 2006, Part 2 : 2008 and Part 3 : 2008 Code of Practice for Lighting of Work Places*, SS559: 2010 *Code of Practice for Safe Use of Tower Cranes*, *Worker's Safety Handbook for Crane Operator*, 2011, *Worker's Safety Handbook for Rigger and Signalman*, 2011, dan BS 7121-5: 2006 – *Code of practice for safe use of cranes, Part 5: Tower cranes*. Selain itu, mereka juga merujuk kepada piawaian antarabangsa iaitu ISO 9927-3: 2005 – *Cranes – Inspections, Part 3: Tower cranes* dan ISO 7296-1: *Cranes – Graphic Symbols, Part 1: General*.

Secara umumnya, dari segi peraturan dan trend berkaitan penggunaan kren menara, hanya kren menara yang mengikut piawaian dan kod antarabangsa sahaja dibenarkan digunakan di Singapura dan semua kren menara yang baru itu hendaklah diluluskan ([www.mom.gov.sg](http://www.mom.gov.sg)). Keperluan

peraturan kren menara yang boleh diterima pakai di Singapura terbahagi kepada tiga ketagori iaitu:

(1) Kren menara baru

Bagi kren menara baru, sijil pembuatan dan sijil pematuhan berkaitan diperlukan, dan kren menara yang dibuat adalah mengikut piawaian dan kod antarabangsa yang boleh diterima.

(2) Kren menara terpakai (diimport untuk kegunaan pertama)

(a) Kesemua kren menara terpakai yang dibawa dari luar negara dan akan didaftarkan untuk penggunaan pertama kali perlu mematuhi perkara berikut:

- i. model kren berkenaan adalah jenis yang diluluskan penggunaannya di Singapura
- ii. perlu disertakan dengan sijil pemeriksaan terkini (tidak lebih dari 2 tahun) dari pihak berkuasa pemeriksaan berkanun dari negara terakhir ia digunakan

(b) Kren menara terpakai dari luar negara yang telah berumur selama 5 tahun atau lebih (bermula dari tarikh pembuatan) adalah tertakluk kepada pemeriksaan oleh agensi pemeriksaan pihak ketiga yang diterima oleh Pesuruhjaya *Workplace Safety and Health* (WSH);

(c) Kren menara terpakai berikut adalah tidak dibenarkan di Singapura:

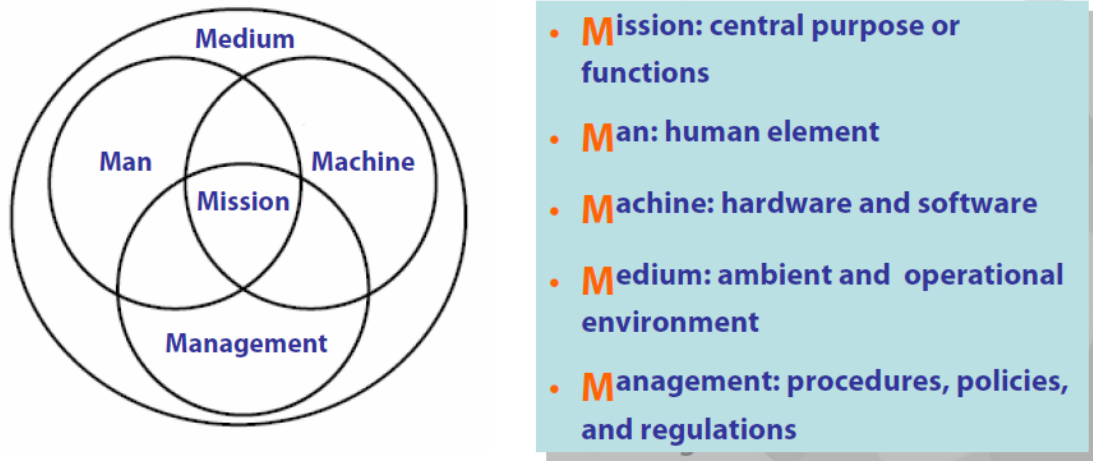
- i. kren menara dari negara-negara yang tidak mempunyai badan pemeriksaan kren berkanun
- ii. kren menara yang telah berumur 15 tahun atau lebih (bermula dari tarikh pembuatan)
- iii. kren menara yang mempunyai sijil pemeriksaan dari negara terakhir yang dikeluarkan lebih dari 2 tahun

(3) Kren menara terpakai (dengan sijil *Lifting Machine* (LM) sedia ada)

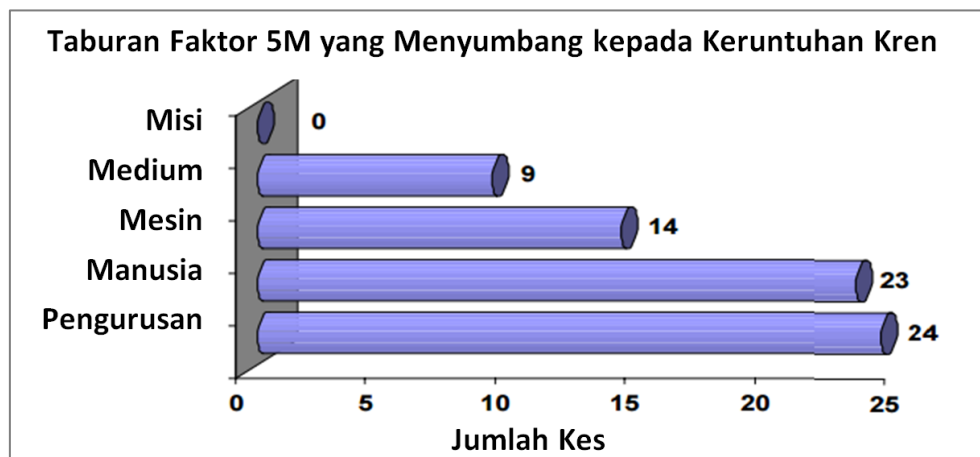
(a) Kren menara yang telah dilulus dan didaftarkan penggunaannya di Singapura, iaitu dengan sijil LM sedia ada, dan bagi yang berumur 8 tahun atau lebih (bermula dari tarikh pembuatan) perlu menjalani pemeriksaan oleh pihak ketiga sebelum pemasangan;

- (b) Kren menara yang berumur 15 tahun atau lebih (bermula dari tarikh pembuatan) tidak dibenar kecuali pemilik atau pengguna kren berkenaan memperolehi surat dari pihak pembuat yang menyatakan kren menara ini boleh digunakan untuk tempoh masa lama dengan selamat. Kren menara berumur 20 tahun atau lebih (bermula dari tarikh pembuatan) tidak dibenarkan;
- (c) Ujian tanpa musnah perlu dilakukan oleh agensi ujian yang diiktiraf oleh SAC-Singlass untuk skop ujian tertentu;

Dari segi analisis kes kemalangan kren menara, pihak Singapura (WSH) menggunakan pendekatan 5M (Misi, Manusia, Mesin, Medium dan Pengurusan) (*Crane Safety Analysis and Recommendation Report 2009*) seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.25. Garis panduan ini telah digunakan untuk menentukan faktor-faktor penyebab kemalangan kren. Berdasarkan kajian yang telah dilakukan oleh pihak WSH (merujuk tahun 2007-2008), beberapa perkara yang perlu ditambahbaik iaitu (a) keperluan undang-undang yang boleh mengawal latihan kecekapan dan kurikulum operasi mengangkat yang berkaitan dengan jurutera pengangkat/penyelia, jurutali dan juru isyarat, operator kren dan kontraktor kren yang diiktiraf, (b) program untuk penyenggaraan kren dan gear pengangkat, dan (c) program penglibatan dan jangkauan. Rajah 2.26 pula menunjukkan taburan faktor 5M yang menyumbang kepada kemalangan kren dari tahun 2003 - 2007. Faktor penyumbang penting yang membawa kepada kemalangan kren adalah Pengurusan dan Manusia, manakala Mesin dan Medium adalah rendah. Ia juga menyatakan bahawa tiada kejadian berlaku disebabkan Misi sebagai faktor yang menyumbang. Oleh yang demikian, analisis perlu menyelidiki ke dalam empat faktor utama yang diketengahkan.



Rajah 2.25 Analisis kemalangan dengan pendekatan 5M (Crane Safety Analysis and Recommendation Report 2009)

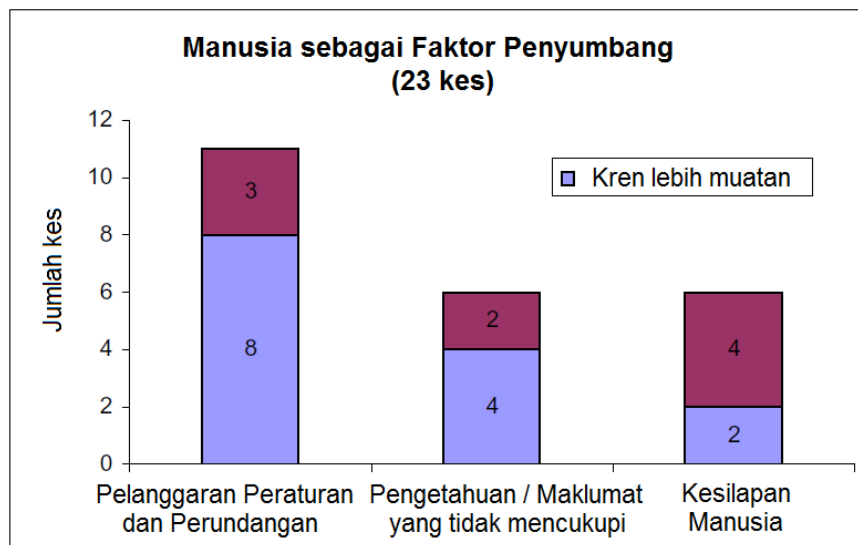


Rajah 2.26 Taburan faktor 5M yang menyebabkan kemalangan kren (Crane Safety Analysis and Recommendation Report 2009)

Bagi faktor Pengurusan merupakan faktor terbesar yang menyumbang kepada keruntuhan kren, iaitu 25 kes daripada 40 kes yang disiasat. Rajah 2.27 berikut menunjukkan pecahan penyebab atau sistem pengurusan yang tidak betul telah menyumbang kepada kemalangan kren, antaranya ialah kurang pemantauan penyelia, tidak mengikut prosedur operasi kren dan tidak memastikan keselamatan ditempat kerja. Bagi faktor Manusia, ia menyumbang 23 kes yang disebabkan oleh pelanggaran peraturan dan akta, kurang pengetahuan dan kesilapan manusia seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.28. Rajah 2.29 pula menunjukkan jenis-jenis kegagalan komponen yang telah menyumbang kepada kemalangan kren antaranya ialah penggera, brek, tali dawai, suis penggera dan sktruktur kren.

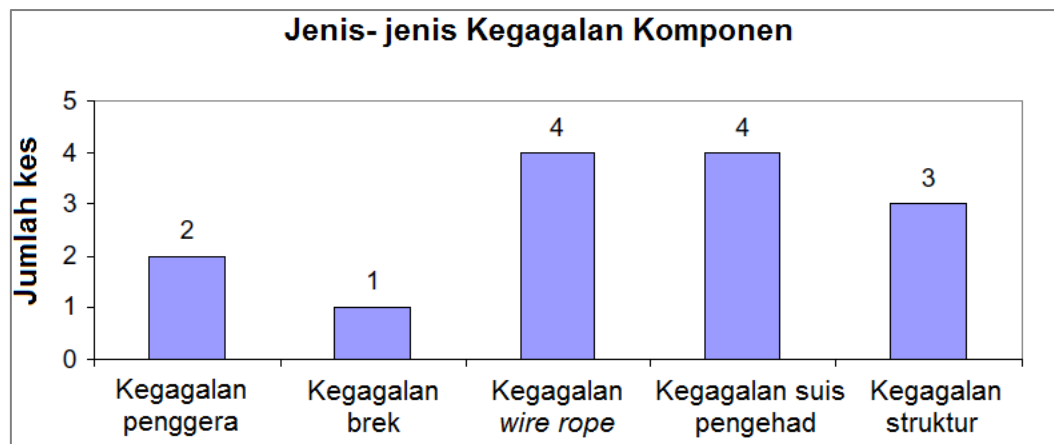


Rajah 2.27 Pecahan faktor pengurusan yang menyumbang kepada kemalangan kren (Crane Safety Analysis and Recommendation Report 2009)



Rajah 2.29 Beban melampau yang disebabkan oleh faktor manusia yang menyumbang kepada kemalangan kren (Crane Safety Analysis and Recommendation Report 2009)





Rajah 2.29 Jenis-jenis kegagalan komponen yang menyumbang kepada kemalangan kren (Crane Safety Analysis and Recommendation Report 2009)

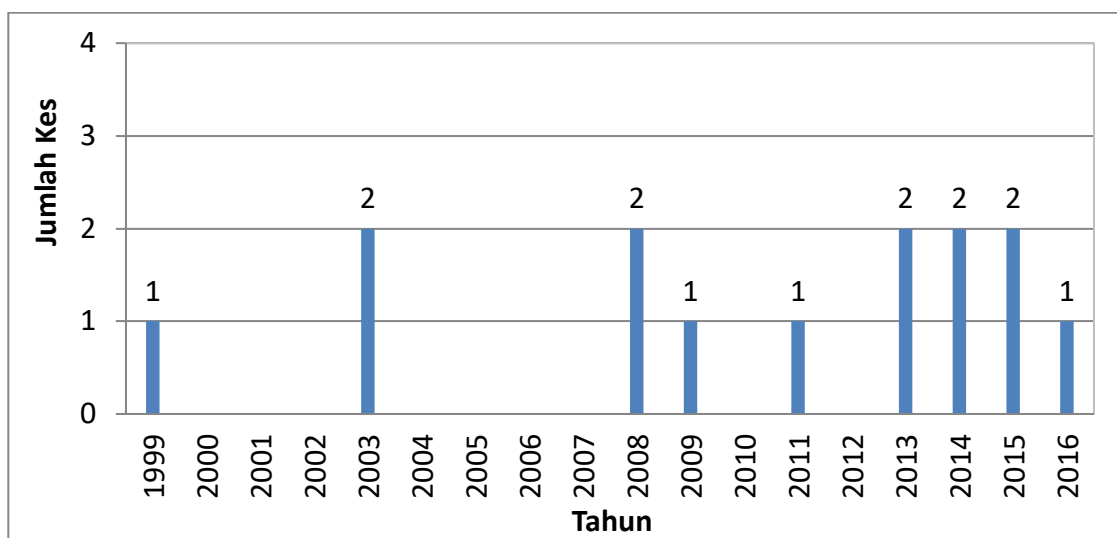
Bagi meningkatkan operasi yang selamat bagi kren, pihak Pasukan Petugas Keselamatan Kren Negara, Majlis Keselamatan dan Kesihatan di Tempat Kerja (WSH), dan Kementerian Tenaga Manusia (MOM) Singapura telah membuat beberapa cadangan dan inisiatif bersama untuk meningkatkan keselamatan kren, antaranya adalah:

- (a) Meningkatkan latihan kurikulum pelbagai kursus wajib untuk operasi mengangkat, terutama bagi penyelia mengangkat, operator kren, jurutali dan juru isyarat.
- (b) Meningkatkan usaha jangkauan iaitu dengan penubuhan bersama program yang sesuai untuk meningkatkan usaha jangkauan kepada pengurusan atasan, pengeluar kren dan operator kren.
- (c) Kajian semula kod amalan iaitu penglibatan dalam penilaian semula Kod Amalan yang relevan terutamanya kod CP62:1995 *Code of Practice for the Safe Use of Tower Cranes (led by SPRING)* serta penambahbaikan pada lembaran fakta mengenai Program Penyenggaraan; Pihak Pasukan Petugas Keselamatan Kren Negara juga akan terus memajukan cadangan dan pelan pelaksanaan, dan akan mengkaji semula undang-undang berkaitan dan meneroka teknologi baru untuk meningkatkan keselamatan kren.

## 2.6 Jerman

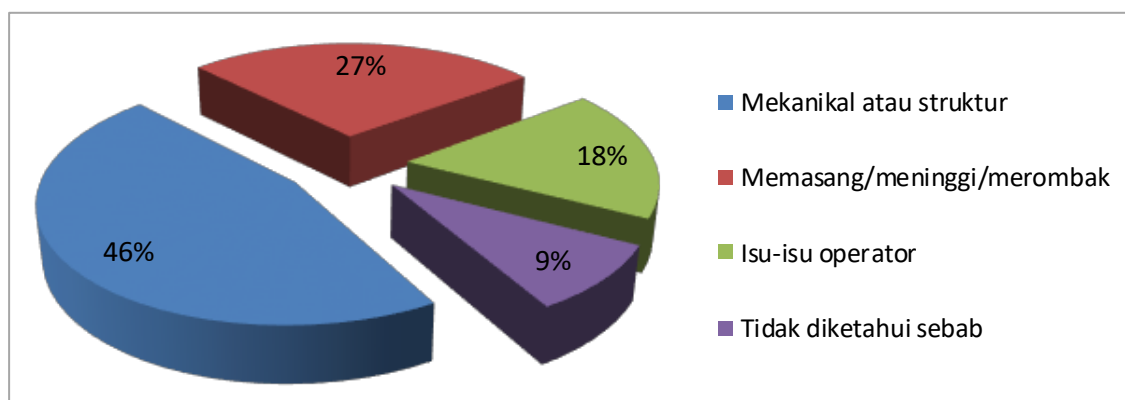
Di negara Jerman, kajian menunjukkan industri pembinaan mencatatkan kadar kecederaan dan kematian yang lebih tinggi berbanding dengan industri yang lain (Chong & Low 2014). Umumnya, kren digunakan secara meluas dalam bidang mekanikal, kimia dan industri pembinaan di seluruh dunia. Kegagalan kren menara terlibat hampir 5% daripada keseluruhan insiden yang berkaitan kren, kerana kebanyakannya beroperasi di kawasan sesak yang lebih terdedah kepada kemalangan maut (Marquez et al. 2014).

Dengan pembangunan ekonomi dan peningkatan jumlah kren, kemalangan kren menjadi lebih kerap. Bencana akibat daripada kegagalan kren yang digunakan dalam pembinaan bangunan mempunyai potensi yang sangat berbahaya, dan sering mengakibatkan maut (Zrnic et al. 2011). Rajah 2.30 menunjukkan jumlah kes kemalangan yang berlaku di Jerman dari tahun 1999 hingga 2016 yang mana mencatat keseluruhan jumlah kemalangan kren menara adalah sebanyak 14 kes. Kajian kepustakaan menunjukkan bahawa struktur dan proses yang direka untuk memastikan keselamatan dalam industri adalah kurang memuaskan. Oleh itu, kajian terhadap punca kegagalan ini adalah penting bagi industri dan pengetahuan umum terutama kepada golongan pekerja.

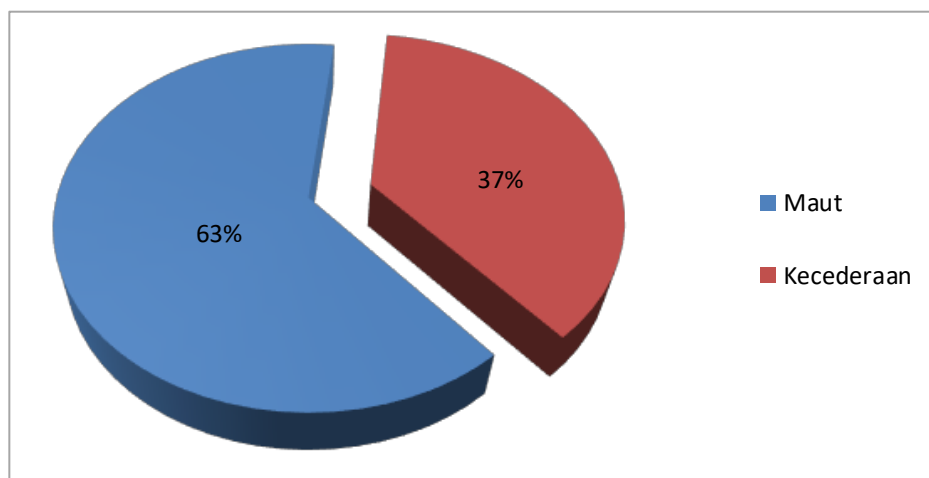


Rajah 2.30 Keseluruhan kes kemalangan kren menara yang berlaku di Jerman dari tahun 1999 hingga 2016

Rajah 2.31 menunjukkan empat kategori utama yang menyumbang kepada kemalangan kren menara di Jerman iaitu berpunca daripada operasi penggunaan kren menara (memasang/meninggi/merombak) adalah sebanyak 27%, kegagalan mekanikal dan struktur adalah sebanyak 46%, kesalahan dalam pengendalian operasi oleh operator iaitu sebanyak 18% dan sebilangan yang lain adalah daripada punca yang tidak diketahui iaitu sebanyak 9%. Merujuk kepada analisis ini, didapati bahawa kesan kegagalan mekanik dan struktur pada kren menara memberi sumbangan kemalangan yang paling tinggi iaitu sebanyak 46% daripada jumlah keseluruhan insiden. Manakala jumlah kematian dan kecederaan yang direkodkan di antara tahun 1999 sehingga 2015 ditunjukkan dalam Rajah 2.32 yang mana kemalangan maut dicatatkan 37% dan selebihnya mengalami kecederaan sahaja.



Rajah 2.31 Punca kegagalan kren menara yang mengakibatkan berlaku kemalangan dalam sektor pembinaan



Rajah 2.32 Keseluruhan jumlah kematian dan kecederaan yang direkodkan bagi kemalangan kren menara di Jerman pada tahun 1999 hingga 2015

Keruntuhan kren menara berlaku apabila beban yang lebih besar dikenakan daripada jumlah sepatutnya dapat ditampung oleh kren yang telah ditetapkan dalam spesifikasi reka bentuk (Frendo 2013), iaitu apabila beban berat diangkat pada geometri kren, atau dalam keadaan angin yang tidak dijangka. Selain itu, apabila kecacatan tertentu dalam reka bentuk kren tidak dikenalpasti, kemalangan boleh diklasifikasikan sebagai 'kemalangan normal', iaitu sesuatu yang pada dasarnya adalah elemen penting dalam reka bentuk kren menara, boleh menyebabkan berlaku kemalangan kepada kren menara lain yang mempunyai reka bentuk yang sama. Hal ini dapat dilihat pada kemalangan yang berlaku di Homburg, Jerman di mana kren runtuh secara tiba-tiba di pasaraya Aldi seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.33 yang menyebabkan satu kematian dan lima orang awam yang cedera. Kemalangan ini dipercayai berpunca daripada kegagalan yang berlaku pada komponen tapak kren.



Rajah 2.33 Kemalangan kren menara yang runtuh di pasaraya Aldi di Homburg, Jerman ([www.cbc.ca](http://www.cbc.ca))

Keseluruhan struktur pada kren menara diperbuat daripada plat logam atau rasuk yang dihubungkan dengan proses kimpalan terutama pada bahagian jib yang tertakluk kepada fenomena kegagalan lesu di mana terdedah kepada beban yang berulang-ulang (Bucas et al. 2013). Fenomena ini menjadi penyumbang kepada beberapa perubahan besar terhadap integriti dan keupayaan struktur. Oleh itu, rintangan terhadap kegagalan lesu adalah satu

aspek penting yang perlu dipertimbangkan oleh jurutera struktur kren menara. Ketidaksetaraan dalam proses fabrikasi terutama proses kimpalan memberi kesan kepada perbezaan bahan dan geometri dalam struktur. Justeru, kepelbagaian geometri ini mengakibatkan ramalan hayat sukar dicapai dengan hanya merujuk kepada kes tunggal. Contoh kemalangan kren menara akibat daripada kegagalan lesu logam dapat dilihat di Bavaria, Jerman seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.34. Kegagalan lesu dipercayai berlaku pada bahagian sokongan yang menyebabkan jib patah kepada dua bahagian. Tiada kematian atau kecederaan dilaporkan dalam insiden ini. Oleh itu, pemodelan struktur kompleks perlu mempertimbangkan kerosakan lesu dalam variasi teknik-teknik analisis yang digunakan.



Rajah 2.34 Kemalangan kren menara di Bavaria, akibat daripada kegagalan lesu logam pada bahagian sokongan jib ([www.craneaccidents.com](http://www.craneaccidents.com))

Pengendalian kren menara bergantung sepenuhnya kepada kemahiran dan kecekapan operator untuk mencapai prestasi dan produktiviti yang lebih tinggi. Tetapi masih ada lagi kes kemalangan yang dilaporkan dan mempengaruhi beberapa faktor yang terlibat berlakunya kemalangan kren yang dapat dikenal pasti antaranya saiz tapak pembinaan syarikat, dasar keselamatan yang tidak kukuh, penyelarasan projek dan tekanan ekonomi yang dialami (Tam et al. 2004). Kemalangan kren menara juga adalah disebabkan oleh faktor manusia yang merangkumi kesalahan tatakerja yang tidak mengikut prosedur operasi piawai dan ketidakselesaan semasa kerja pengendalian

dilaksanakan (Brkić et al. 2015). Kebanyakan kegagalan kren berkaitan dengan kesalahan dalam operasi, serta prestasi dan tanggungjawab pekerja yang kurang cekap dalam pengendalian operasi kren menara. Latihan yang tidak mencukupi dan kelesuan pekerja adalah salah satu daripada sebab utama yang menyebabkan amalan yang tidak selamat semasa operasi kren menara.

Beberapa kajian telah dilaksanakan bagi mengatasi kemalangan yang berpunca dari pekerja dan salah satu antaranya adalah pengetahuan tentang ciri-ciri antropometri manusia iaitu sebagai pra-syarat dalam memahami kesesuaian yang baik untuk sistem gerak kerja di antara manusia dan mesin dalam reka bentuk biomekanik (Veljković et al. 2015). Salah satu kaji selidik yang telah dijalankan mendapati bahawa 23 dimensi badan terhadap 21 operator kren adalah tidak sepadan dengan kesesuaian antropometri dalam ruang kerja yang disediakan dalam kabin kren. Melalui analisis ciri-ciri antropometri, kajian ini menonjolkan kepentingan untuk meningkatkan keselesaan dan memudahkan interaksi operator kren dalam mengurangkan ketidakselesaan yang boleh mengakibatkan kemalangan kren menara. Kaedah ini berfungsi untuk meningkatkan keselamatan dan mencegah kecederaan mahupun kemalangan maut yang berkaitan dengan kegagalan kren.

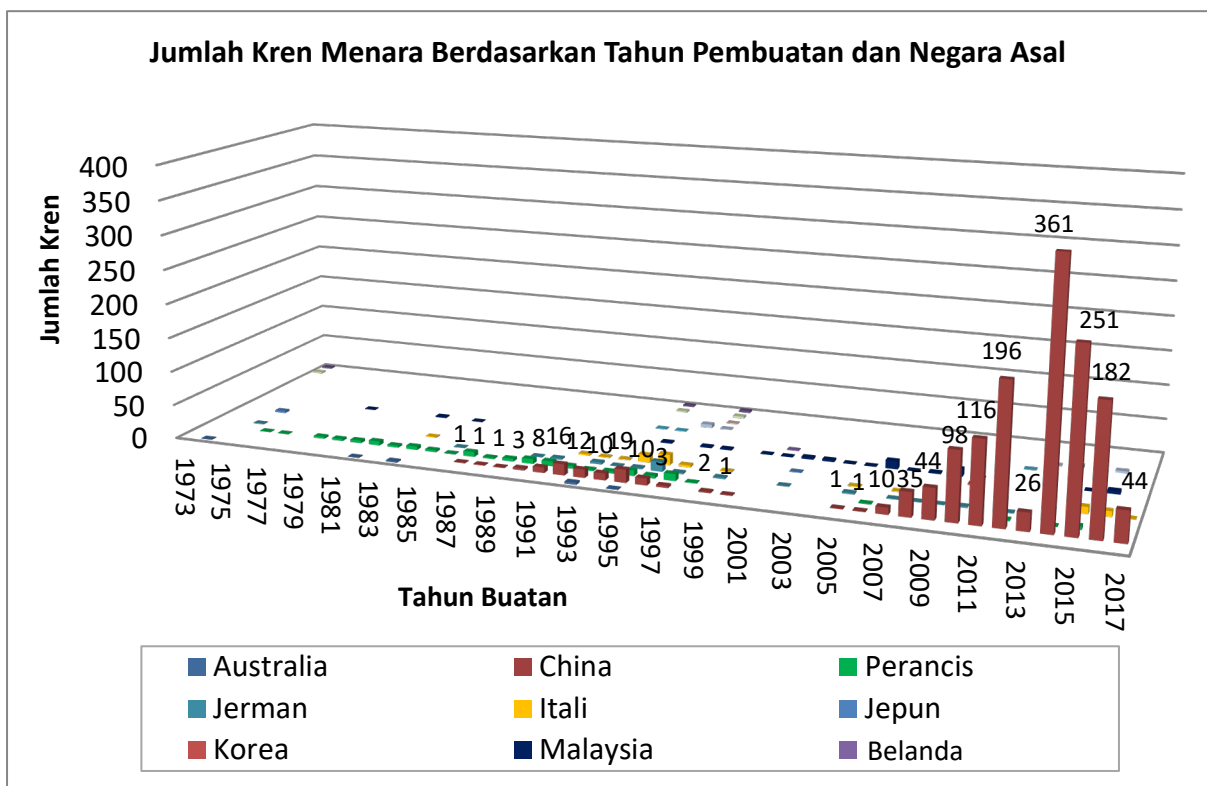
## 2.7 Rumusan

Statistik kemalangan kren di negara-negara yang dirujuk menunjukkan sebahagian besar kemalangan berlaku ketika pengoperasian, proses pemasangan dan rombakan kren. Etika pengoperasian yang lebih efektif adalah penting dirujuk oleh pihak berkaitan bagi tujuan penambahbaikan aturan sedia ada. Kebanyakan negara yang dikaji menggunakan kod amalan atau garis panduan bagi keselamatan kren menara di tempat pembinaan. Berdasarkan negara-negara yang dikaji, Singapura mempunyai peraturan yang agak teliti dalam tata amalan penggunaan kren dengan kren menara terpakai boleh digunakan selama 15 tahun maksimum, dan kren menara yang telah berusia 20 tahun atau lebih tidak boleh digunakan.

### 3.0 ANALISIS TREND KEMALANGAN

#### 3.1 Data Kren Menara di Malaysia

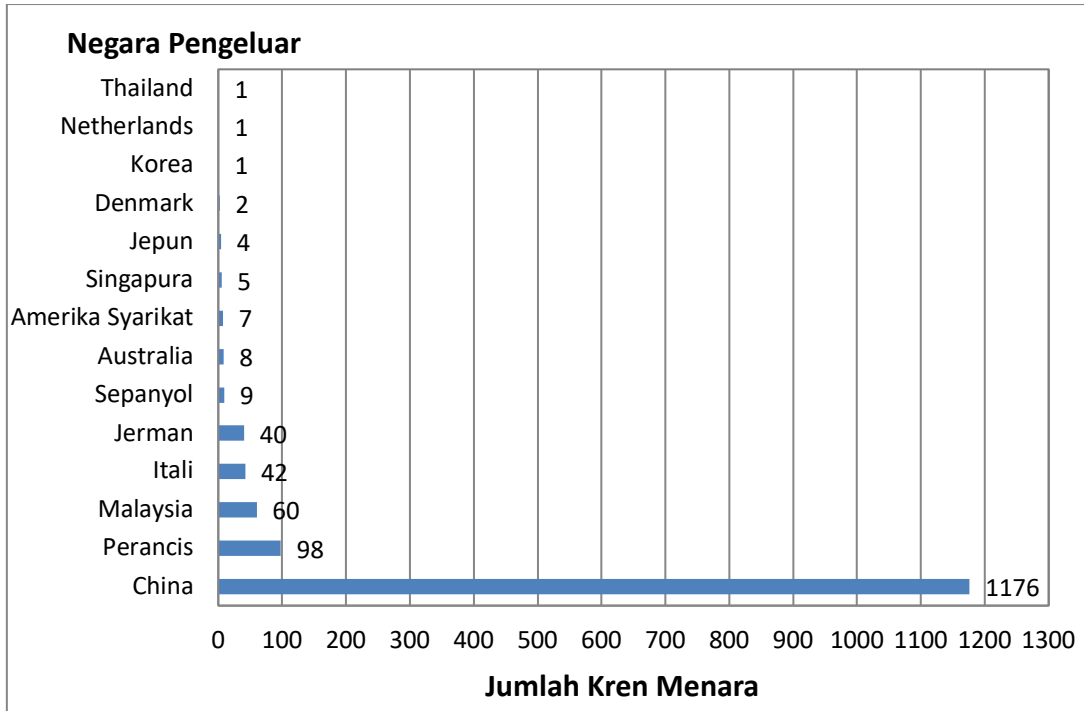
Penggunaan kren menara di Malaysia terutamanya di sektor pembinaan meningkat setiap tahun berdasarkan peningkatan projek-projek pembinaan diseluruh negeri. Berdasarkan rekod dari pihak JKPP sehingga Oktober 2017, sebanyak 1434 unit kren menara aktif diseluruh negeri dengan tahun pembuatan dari 1973 hingga 2017, seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.1.



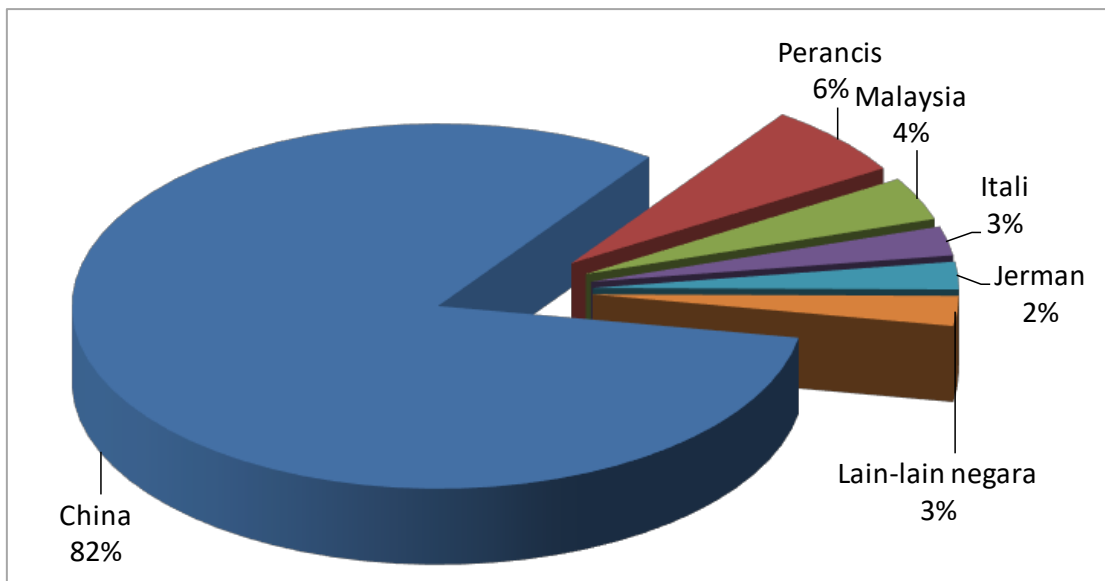
Rajah 3.1 Taburan kren menara yang didaftarkan sehingga 2017

Kebanyakan kren menara di Malaysia adalah diimport dari negara China iaitu 1176 unit dan ianya meningkat setiap tahun, diikuti oleh Perancis 93 unit, Malaysia 55 unit, Itali 37 unit dan Jerman 35 unit. Selebihnya adalah daripada negara lain seperti Australia, Jepun, Korea, Belanda, Singapura, Sepanyol, Thailand, Amerika Syarikat dan Denmark seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.2 dan 3.3.





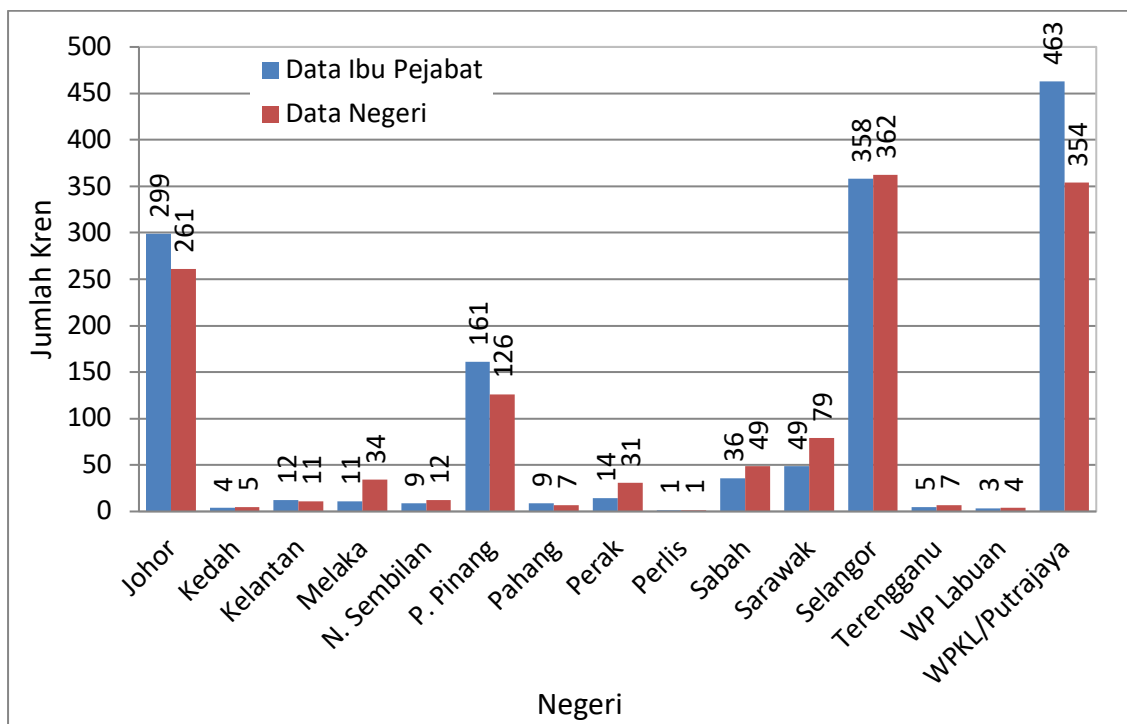
Rajah 3.2 Jumlah kren menara berdasarkan negara pengeluar



Rajah 3.3 Peratusan kren menara yang diimport dari negara luar termasuk Malaysia

Berdasarkan data yang dibekalkan oleh JKKP Pusat dan JKKP negeri, penggunaan kren menara tertinggi adalah di Selangor (358 unit), Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur/Putrajaya (463 unit), Johor (299 unit), Pulau Pinang (161 unit), Sarawak (36 unit) dan Sabah (49 unit). Daripada jumlah tersebut,

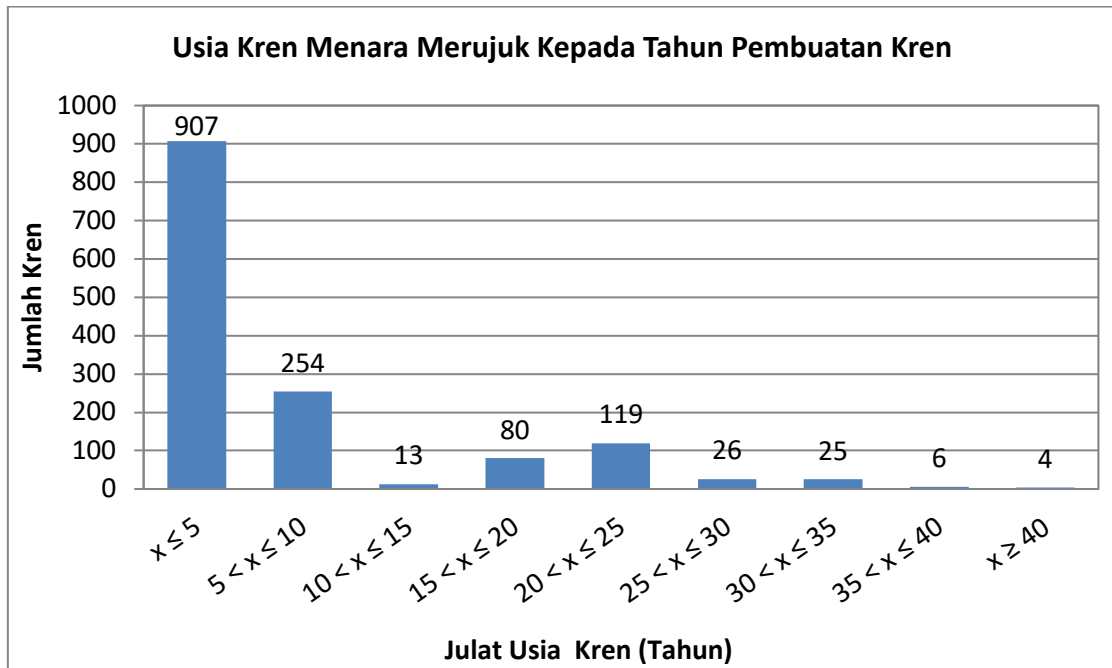
masing-masing 82% adalah buatan dari China, 6% daripada negara Perancis, 4% Malaysia, 3% Itali, 2% Jerman dan 3% negara-negara lain. Kren menara lebih banyak diimport dari negara China adalah disebabkan oleh harga yang lebih murah dan memenuhi kehendak pelanggan. Butiran lanjut berkenaan jumlah kren aktif di Malaysia sehingga Oktober 2017 adalah ditunjukkan dalam Rajah 3.4. Terdapat sedikit perbezaan antara dari dari JKPP Pusat dengan JKPP negeri, dan ini mungkin disebabkan ralat semasa pengisian data kren berkenaan dan perpindahan pendaftaran kren menara merujuk kepada negeri ia didaftarkan.



Rajah 3.4 Statistik kren kren menara aktif di Malaysia sehingga April 2017

Berdasarkan data usia kren menara yang merujuk kepada tahun pembuatan, hampir 63% (907 unit) adalah berusia kurang dari 5 tahun, 18% (254 unit) antara 5 hingga 10 tahun, 6.5% (93 unit) antara 10 hingga 20 tahun dan 9% (119 unit) antara 20 hingga 25 tahun. Bagi kren menara yang berusia lebih 30 hingga 40 tahun adalah 2.1% (31 unit), dan lebih 40 tahun adalah 0.3% (4 unit), seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.5. Oleh yang demikian, kebanyakan kren menara yang digunakan di Malaysia adalah baru iaitu kurang dari 10 tahun, namun kesahihan berkenaan tarikh pembuatan kren berkenaan tidak dapat dipastikan kerana setiap proses kelulusan reka bentuk dan

pendaftaran adalah berdasarkan dokumen yang dihantar oleh pemilik kren kepada pihak JKPP. Kelulusan reka bentuk untuk kren hendaklah diperolehi daripada JKPP, dan kebenaran bertulis daripada pejabat negeri hendaklah diperolehi sebelum pemasangan di tapak pembinaan. Jentera berperakuan tersebut memerlukan sijil kelayakan yang sah untuk beroperasi yang dikenali sebagai Perakuan Mesin Angkat (PMA).



Rajah 3.5 Usia kren menara berdasarkan tahun pembuatannya dan masih aktif

Akta Kilang dan Jentera 1967 mensyaratkan kren menara perlu dipasang dan diselenggarakan oleh syarikat yang kompeten dan berdaftar dengan JKPP. Selain itu, Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994 juga mensyaratkan kontraktor utama tapak pembinaan itu bertanggungjawab memastikan keselamatan dalam penggunaan kren menara di tapak pembinaan. Proses memasang, menyelenggara dan merombak kren menara memerlukan firma yang kompeten (FYK) yang berdaftar dengan JKPP untuk mengendalikan kerja-kerja tersebut. Pada masa kini terdapat lebih 20 FYK yang mengendalikan kerja-kerja berkaitan dengan kren menara. Walau bagaimanapun terdapat juga kren-kren dimiliki oleh kontraktor utama dan diselenggara sendiri oleh mereka tanpa mendapat kebenaran bertulis dari pihak JKPP.

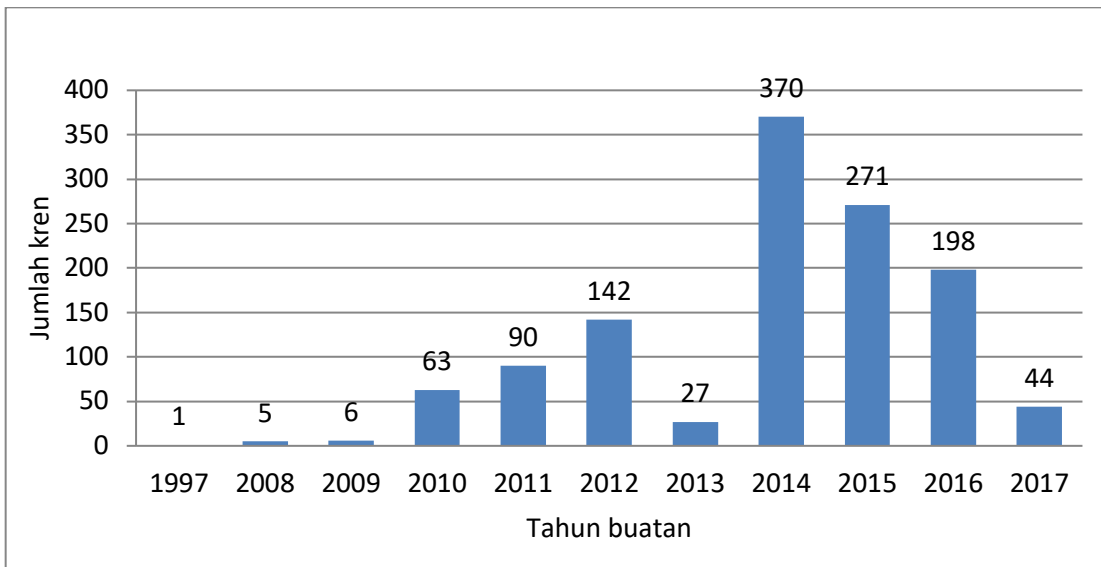
Segala dokumen berkaitan pemasangan dan pembinaan, dan pemeriksaan perlu didokumenkan dengan baik dan disimpan untuk perhatian pihak berkuasa sekiranya diminta. Selain itu, hanya orang yang kompeten sahaja dibenarkan mengendalikan kren iaitu operator yang telah mendapatkan lesen operator kren menara dari JKPP selepas lulus ujian bertulis dan praktikal. Operator kren juga digalakkan menjalankan pra-pemeriksaan/pemeriksaan awalan pada permulaan shif masing-masing bagi memastikan kren tersebut tidak mengalami sebarang kerosakan dan kegagalan pada struktur dan mekanisma agar selamat untuk digunakan.

Pada tahun 1997, Malaysia telah mengeluarkan kren menara jenis *luffing* di bawah reka bentuk Favelle Favco, Australia. Oleh kerana perkembangan pesat ekonomi dan pembangunan dalam sektor pembinaan, kren menara telah dibawa masuk dengan banyak dan negara pengeluar barat mendapat pilihan dari pemilik memandangkan dari segi kualiti dan ketahanan untuk melakukan kerja berat. Sebelum tahun 1997, semua jenis kren menara boleh dibawa masuk ke Malaysia tanpa sebarang halangan atau kebenaran daripada pihak tertentu, namun selepas tahun 1997, semua kemasukkan kren menara perlu mendapat permit import (AP) dari pihak Kementerian Perdagangan Antarabangsa dan Industri (MITI).

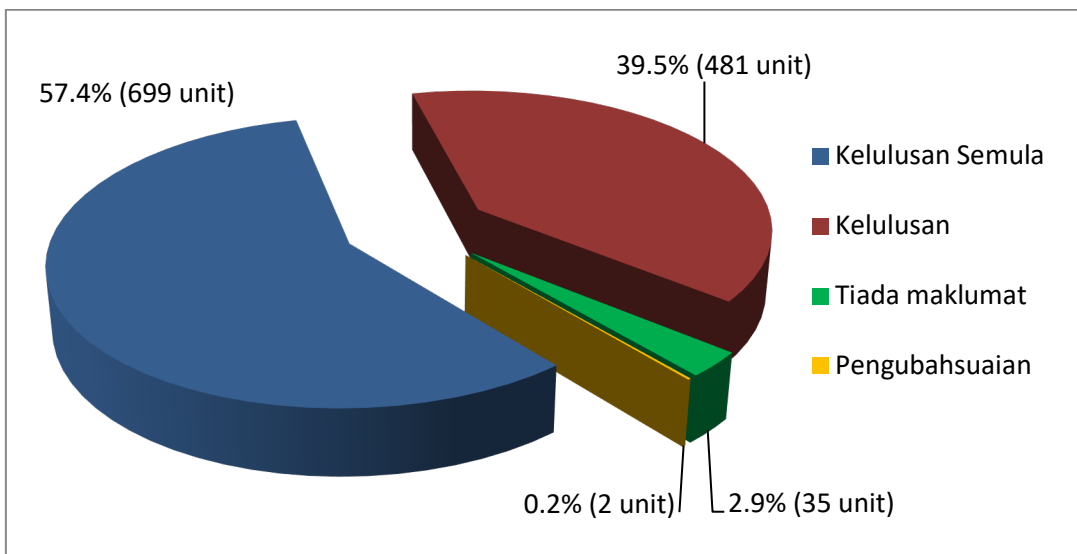
Selain daripada model Favelle Favco dari Malaysia, model dari negara Perancis, Itali dan Jerman seperti Potain, Comedil dan BKT menjadi pilihan oleh kontraktor binaan di Malaysia. Model Potain FO/23B yang dikeluarkan oleh Shanyang Co. Ltd. China banyak mendapat pilihan kontraktor kerana lebih murah dan tidak banyak masalah penyelenggaraan yang timbul, dan reka bentuk mast kren adalah sama dengan Potain Perancis yang memudahkan proses pertukaran dan menambahkan ketinggian kren. Selain dari itu model kren lain seperti Manitowoc dan Sichuan dari negara China juga mendapat tempat di negara ini.

Daripada tahun 2010 hingga 2017, sebanyak 1217 unit kren menara telah dipohon oleh pemilik untuk kelulusan pihak JKPP seperti ditunjukkan dalam Rajah 3.6. Dari jumlah berkenaan, sebanyak 57.4% adalah kelulusan semula,

39.5% diberikan kelulusan baru, 2.9% tidak dinyatakan sebab (tiada maklumat), dan 0.2% untuk kelulusan pengubahsuaian seperti ditunjukkan dalam Rajah 3.7. Berdasarkan peraturan yang dikeluarkan oleh JKPP, setiap kren menara perlu diperbaharui lesen operasi, atau Perakuan Mesin Angkat (PMA), setiap 15 bulan. Untuk kelulusan pada tahun 2013 sehingga 2017 sahaja sebanyak 581 kren menara *hammerhead* dan 329 kren menara *luffing* telah dimohon untuk kelulusan/kelulusan semula dengan pihak JKPP.



Rajah 3.6 Jumlah kren menara yang diluluskan oleh JKPP sehingga Oktober 2017



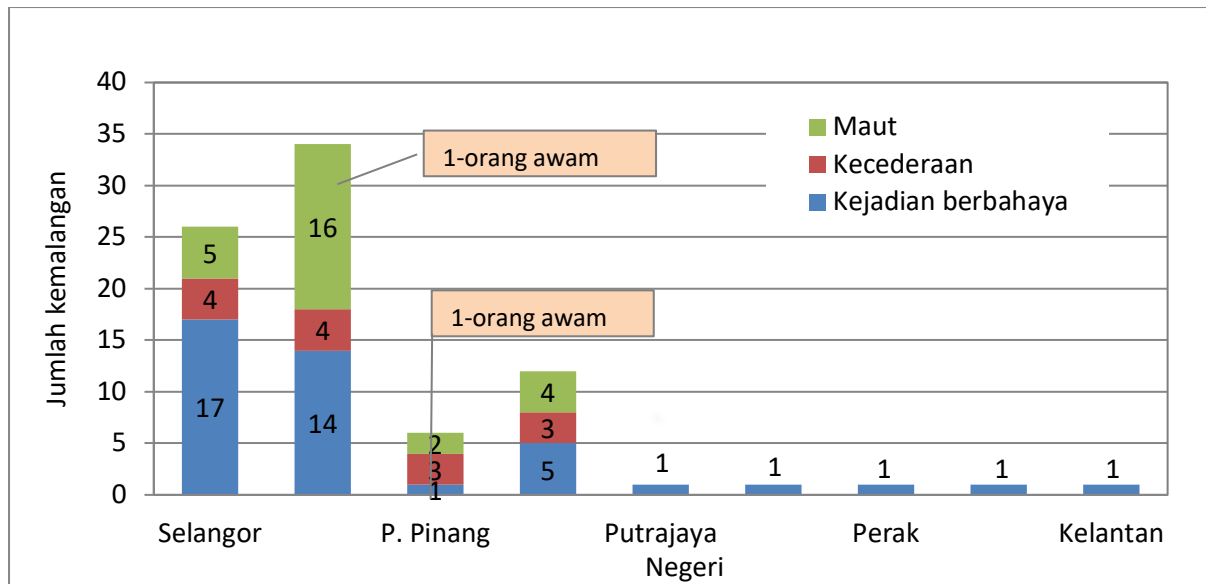
Rajah 3.7 Peratusan permohonan untuk kelulusan kren menara sehingga Oktober 2017

## 3.2 Perbandingan Trend Kemalangan Dengan Negara Lain

### 3.2.1 Trend Kemalangan Terkini di Malaysia

Penggunaan kren menara dalam bidang industri pembinaan yang melibatkan bangunan tinggi di Malaysia bukan lagi suatu perkara yang asing. Rata-rata pembinaan bangunan pencakar langit melibatkan penggunaan kren menara jenis *hammerhead* dan *luffing*. Dilaporkan kes kemalangan banyak berlaku melibatkan penggunaan kren menara jenis *luffing*. Berdasarkan daripada data yang dibekalkan oleh JKKP semasa lawatan ke pejabat-pejabat negeri, terdapat 70 kes kemalangan kren menara yang dilaporkan dalam tempoh 2002 hingga 2017. Untuk tahun 2017 pula sebanyak 5 kes berkaitan kemalangan kren menara telah dilaporkan (sehingga Oktober 2017). Antara faktor kemalangan yang dilaporkan adalah disebabkan oleh isu-isu mekanikal atau struktur, semasa operasi kren menara, isu-isu elektrik/sistem kawalan, isu-isu asas tapak, cuaca lampau, memasang/meninggi/merombak dan lain-lain.

Sehingga tempoh pencerapan data kajian, kes kemalangan yang dilaporkan melibatkan 21 kes maut, 9 kes kecederaan dan 41 kes kejadian merbahaya sepanjang berdasarkan data 16 tahun yang ditunjukkan dalam Rajah 3.8. Tiga negeri yang dilaporkan mencapai nilai kes kemalangan tertinggi di seluruh negara adalah Selangor (24 kes) yang melibatkan 5 maut (3 kes), 4 cedera (3 kes) dan 17 kes kejadian merbahaya. Manakala Kuala Lumpur (26 kes) melibatkan 16 maut (10 kes), 4 cedera (2 kes) dan 14 kes berbahaya dan negeri Johor (12 kes) mencatatkan 4 maut (4 kes), 3 cedera (3 kes) dan 5 kejadian berbahaya. Turut dicatatkan kemalangan di Pulau Pinang (3 kes), Putrajaya (1 kes), Terengganu (1 kes), Sabah (1 kes), Perak (1 kes) dan Kelantan (1 kes). Untuk negeri Sarawak, Kedah, Melaka, Pahang dan Wilayah Persekutuan Labuan tiada kemalangan yang dilaporkan.



Rajah 3.8 Kes kemalangan yang dilaporkan di seluruh negara antara 2002 hingga Oktober 2017 yang melibatkan kemalangan maut, kecederaan dan kejadian berbahaya

Merujuk kepada data yang dibekalkan oleh JKKP sehingga Oktober 2017, tahun 2015 mencatatkan jumlah kemalangan kren paling tinggi iaitu 16 kes berbanding dengan tahun-tahun berikutnya. Antara kes yang berlaku pada Ogos 2015, keseluruhan bum dan kabin jatuh ke bawah ketika kren beroperasi mengangkat dan mengalihkan bekas sampah dan jatuh dari aras ketinggian lebih kurang 23 meter. Menurut catatan pihak JKKP, kemalangan berlaku disebabkan kegagalan bol dan nut pada lingkaran slu yang mengakibatkan bum, meja slu dan kabin jatuh ke bawah. Kejadian telah menyebabkan operator kren cedera. Pada Disember 2015 kejadian yang sama berlaku di Perak di mana bum mengalami kerosakan yang tidak boleh di perlahankan oleh *luffing up* menyebabkan bum terkilas ke belakang. Kemalangan berlaku ketika melakukan operasi mengangkat. Faktor yang menyumbang kepada kemalangan ini adalah kecuaiannya operator kren ke atas penyelarasan dan pemasangan peranti keselamatan yang tidak sempurna.

Untuk tahun 2016, terdapat sebelas (11) kes kemalangan kren menara dicatatkan sehingga akhir tahun. Antara kes kemalangan yang berlaku ialah pada Julai 2016 di Johor yang mana bum depan patah dan jib pengimbang kren tersebut jatuh seperti ditunjukkan dalam Rajah 3.9 (a). Kejadian berlaku



ketika operator sedang menurunkan pasir dari tingkat 13 ke tingkat 10 bangunan pembinaan tersebut. Kren berayun dengan kuat dan bum hadapannya patah sebelum jib pengimbang kren tersebut jatuh dan tersangkut di tingkat 13 sebuah bangunan yang sedang dalam pembinaan. Operator kren terselamat dan hanya mengalami kecederaan di kening. Kemalangan terkini yang ditunjukkan dalam Rajah 2.9 (b) berlaku pada 25 Ogos 2016, di Jalan Bukit Bintang, Kuala Lumpur yang melibatkan blok penyangkut kren menara jatuh di luar kawasan pembinaan dan menghimpap sebuah kenderaan awam yang mengakibatkan pemandu wanita maut di tempat kejadian. Dilaporkan bahawa tali dawai bagi kren menara tersebut putus.



(a)



(b)

Rajah 3.9 Kemalangan kren (a) Johor (Julai 2016) dan (b) Bukit Bintang, Kuala Lumpur (Ogos 2016) ([www.bharian.com.my](http://www.bharian.com.my))

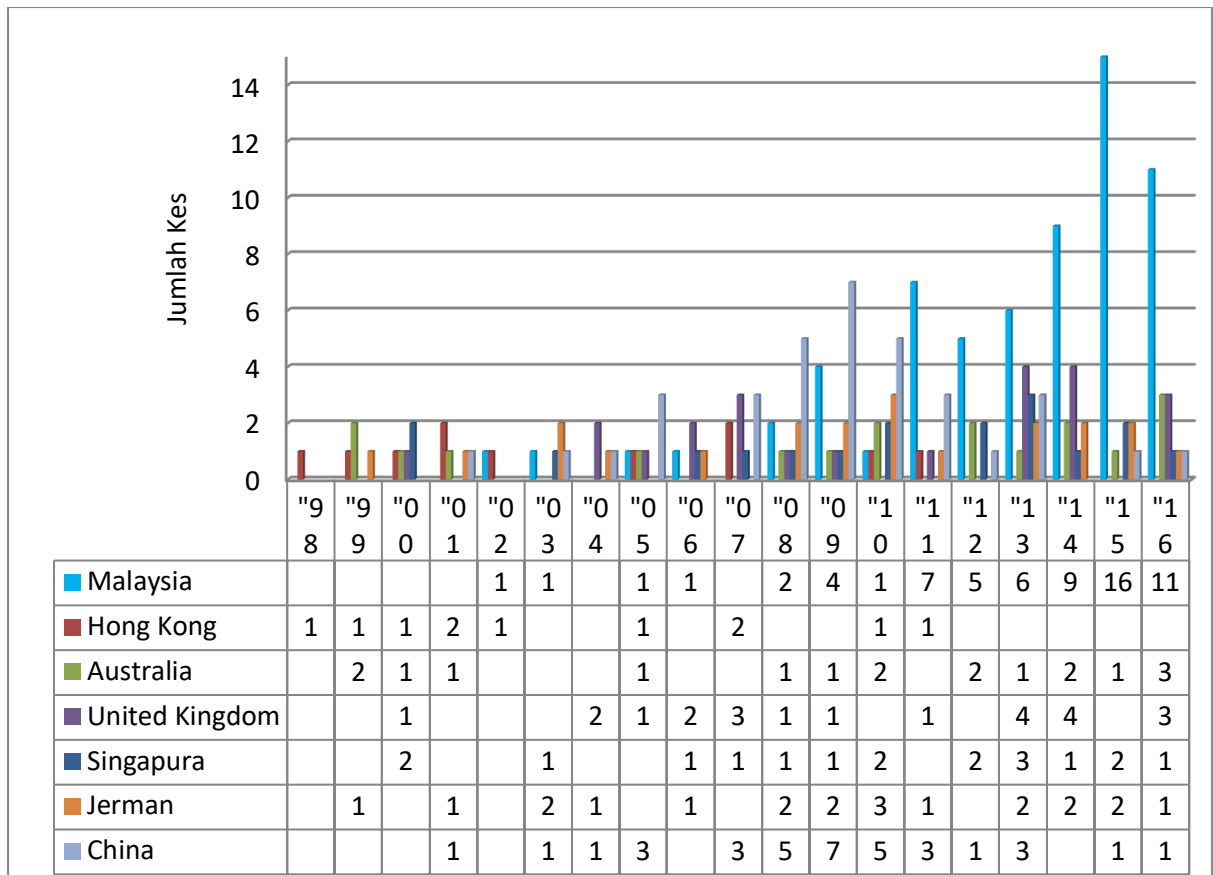
### 3.2.2 Perbandingan Dengan Negara Lain

Kajian kepustakaan dilakukan bagi melihat trend kemalangan kren menara di negara lain sejak tahun 1998 hingga 2016. Sebanyak tujuh negara yang terlibat di dalam perbandingan bilangan kes kemalangan kren menara ini iaitu Malaysia (2002-2016), Australia (1999-2016), Singapura (2000-2016), Jerman (1999-2016), Hong Kong (1998-2011), United Kingdom (2000-2016) dan China (2001-2016). Data kemalangan bagi negara Malaysia diperolehi daripada maklumat yang diberikan oleh pihak JKKP manakala untuk negara-negara selain

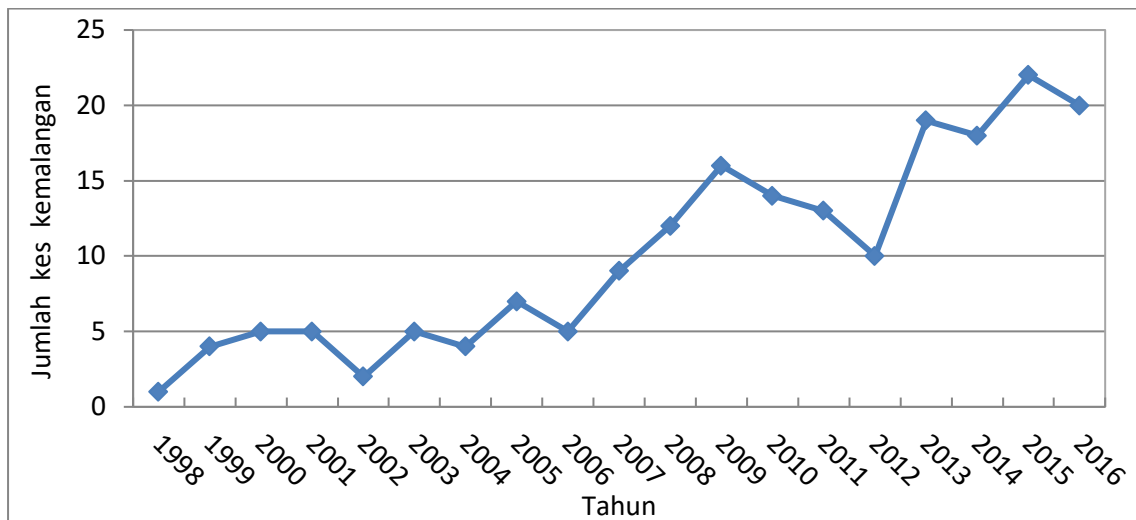
Malaysia, julat tahun dan data kemalangan diperolehi kajian kepustakaan. Data-data kes kemalangan yang diperolehi adalah merujuk kepada kes-kes yang telah dilaporkan oleh negara-negara berkenaan, dan bilangan kes mungkin boleh menjadi dua kali ganda atau lebih sekiranya kes-kes yang tidak dilaporkan diambil kira.

Berdasarkan rekod yang diperolehi seperti di dalam Rajah 3.10, kejadian kemalangan kren menara telah berlaku sejak tahun 1998 hingga 2000 di Hong Kong, Australia, Jerman dan United Kingdom dan kemalangan ini terus berlaku tahun demi tahun. Bagi negara Australia, Jerman dan Hong Kong, bilangan tertinggi kemalangan kren menara yang direkodkan pada tahun tertentu adalah hanya 2 kes sahaja setahun manakala bagi negara Singapura dan United Kingdom pula adalah hanya 3 kes sahaja. Selain itu, negaraa China juga menunjukkan kes kemalangan yang tinggi iaitu 35 kes dari tahun 2001-2016. Namun bagi negara Malaysia, bilangan tertinggi kes kemalangan yang direkodkan adalah lebih atau sama dengan 5 kes setahun iaitu pada tahun 2011 (7 kes), 2013 (6 kes), 2014 98 kes), 2015 (16 kes) dan 2016 (11 kes). Tiada data yang dapat dicari daripada sumber kepustakaan untuk negara Hong Kong selepas tahun 2011.

Berdasarkan kajian kepustakaan, walaupun maklumat yang diperolehi bagi negara-negara ini adalah untuk tahun-tahun yang berbeza namun secara amnya trend kemalangan kren menara adalah meningkat daripada tahun 1998 hingga 2016 bagi 7 buah negara ini. Trend peningkatan ini dapat dilihat menerusi Rajah 3.11 yang menunjukkan jumlah bilangan kes kemalangan bagi setiap tahun dari tahun 1998 hingga 2016.



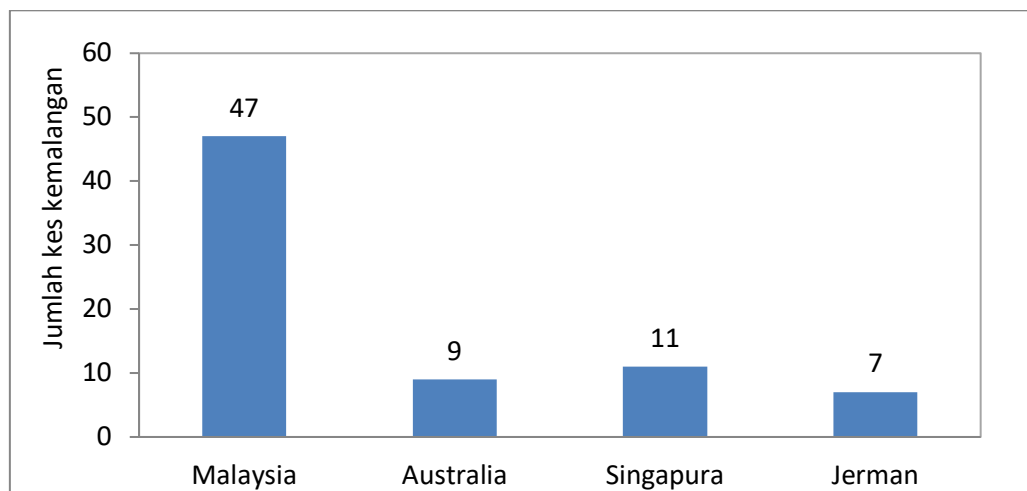
Rajah 3.10 Bilangan kes kemalangan kren menara dari tahun 1998-2016 bagi negara Malaysia, Australia, Singapura, Jerman, Hong Kong, UK dan China



Rajah 3.11 Jumlah bilangan kes kemalangan kren menara mengikut tahun dari tahun 1998-2016 bagi negara Malaysia, Australia, Singapura, Jerman, Hong Kong, United Kingdom dan China

Berdasarkan maklumat terhad yang diperolehi (sumber JKPP untuk Malaysia, dan Kajian Kepustakaan untuk negara-negara lain), analisis secara

kumulatif terhadap trend bilangan kemalangan kren menara dilakukan untuk 4 tahun terakhir iaitu daripada 2012 hingga 2016 bagi empat negara iaitu Malaysia, Australia, Singapura dan Jerman, seperti dalam Rajah 3.12. Analisis bagi negara Hong Kong dan UK tidak dapat dilakukan kerana tiada maklumat bagi tahun tersebut.



Rajah 3.12 Jumlah bilangan kes kemalangan kren menara dari tahun 2012 hingga 2016 bagi negara Malaysia, Australia, Singapura dan Jerman

Menerusi Rajah 3.12, jumlah kumulatif kes kemalangan melibatkan kren menara bagi negara Malaysia adalah yang tertinggi dan sangat ketara berbanding 3 negara lain. Sebanyak 47 kes kemalangan kren menara direkodkan bagi 5 tahun terakhir di Malaysia berbanding hanya 9 kes direkodkan di Australia, 11 kes direkodkan di Singapura dan 7 kes direkodkan di Jerman.

### 3.3 Rumusan

Peningkatkan jumlah kren menara di tapak pembinaan boleh meningkatkan kes kemalangan ditapak bina sekiranya langkah-langkah keselamatan dan peraturan berkaitan penggunaan dan pengoperasian kren menara diabaikan. Kes kemalangan kren menara di Malaysia adalah tertinggi jika dibandingkan dengan negara-negara lain seperti Australia, Singapura dan Jerman untuk tempoh 2012-2015 memandangkan negera mereka mempunyai kod amalan yang khusus mengenai penggunaan dan pengoperasian kren menara.

## 4.0 SIASATAN KEMALANGAN

### 4.1 Pengenalan

Memahami punca kemalangan adalah kunci untuk mencegah berulangnya perkara yang sama terjadi. Penyiasatan yang terperinci membawa kepada pemahaman yang lebih baik untuk tingkah laku kren menara dan petunjuk keperluan untuk penyelidikan tambahan tentang faktor-faktor keselamatan semasa kren menara beroperasi. Industri pembinaan sentiasa perlu diperingatkan dengan keperluan untuk melakukan pemeriksaan kren menara oleh pihak yang kompeten.

Dua sebab utama kepentingan mengkaji trend kemalangan atau kejadian nyaris adalah;

- i) Menjangka kemalangan atau kejadian yang bakal berlaku mengikut trend yang lepas dan langkah-langkah untuk mencegah daripada kejadian berulang.
- ii) Menjangka risiko dan bahaya yang boleh dihindari atau dikurangkan.

### 4.2 Penyiasatan

Kejadian-kejadian kemalangan kren menara menyebabkan kerosakan kren dan yang lebih malang lagi melibatkan kecederaan dan kehilangan nyawa sama ada operator kren, pekerja tapak binaan dan orang awam. Apabila menyiasat kemalangan kren, penyiasat akan berusaha untuk menentukan beberapa faktor (WorkSafeBC 2015; Swuste 2013; Gabriel 2017):

- Operasi kren mematuhi had dan spesifikasi pengeluar/pengilang kren.
- Pemasangan dan perombakan kren dijalankan oleh individu yang terlatih dan kompeten.
- Kren dikendalikan oleh operator yang berkelayakan (mempunyai sijil) dan terlatih.

- Orang yang kompeten telah ditetapkan untuk memeriksa kren sebelum dan semasa digunakan untuk memastikan operasi yang selamat, dan pemeriksaan lebih menyeluruh barangan dan bahagian-bahagian kritikal telah dijalankan mengikut jadual yang ditetapkan.
- Jadual pemeriksaan oleh FYK akan meliputi perkara-perkara seperti tali dawai, dan juga kimpalan untuk retak dan bahagian-bahagian kren yang haus atau kerosakan yang ketara.
- Pembaikan kren atau pengubahsuaian yang lain telah diperiksa oleh seorang yang berkelayakan.
- Kren itu diletakkan pada permukaan yang stabil dengan persekitaran yang selamat untuk bekerja terutamanya dari talian kuasa elektrik.
- Akses kren adalah terhad dalam jangkauan operasi.
- Kapasiti beban kren itu tidak melebihi semasa membuat angkatan dan penilaian berat beban adalah tepat.
- Samaada terdapat pekerja yang bekerja di bawah komponen kren semasa beroperasi.
- Peranti keselamatan kren menunjukkan tahap operasi kren yang betul dan selamat.
- Juru isyarat yang berkelayakan disediakan apabila diperlukan kerana masalah had penglihatan operator kren.
- Peralatan perlindungan daripada terjatuh telah disediakan untuk kerja di tempat tinggi.
- Bahan telah diikat oleh jurutali berkelayakan dan berpengalaman supaya barang-barang tidak longgar dan boleh menyebabkan faktor kemalangan kepada pekerja sekitar kren.
- Asas tapak kren menara dan struktur sokongan yang telah direka bentuk oleh pengeluar/kontraktor/FYK disemak oleh JKPP atau Jurutera Profesional berdaftar.

#### **4.2.1 Garis Panduan Bagi Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994 (Akta 514) Bahagian VIII, Seksyen 32, 33 dan 34**

Bagi keadaan yang melibatkan kemalangan, kejadian berbahaya, keracunan dan penyakit adalah merujuk kepada perkara yang dinyatakan dalam Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994 (Malaysia), iaitu pada Bahagian VII, Seksyen 32, 33, dan 34. Peraturan atau garis panduan khusus berkaitan kren menara tidak dinyatakan dalam Akta ini. Cadangan berkenaan siasatan dan penguatkuasaan yang berkaitan kren menara dbincangkan dalam modul latihan penguatkuasa. Keterangan bagi Seksyen 32, 33, dan 34 adalah seperti berikut:

##### **Seksyen 32: Notifikasi kemalangan, kejadian berbahaya, keracunan dan penyakit pekerjaan, dan siasatan**

- (1) Majikan hendaklah memberitahu pejabat keselamatan dan kesihatan pekerjaan yang terdekat mengenai sebarang kemalangan, kejadian berbahaya, keracunan pekerjaan atau penyakit pekerjaan yang telah berlaku atau mungkin berlaku di tempat kerja.
- (2) Setiap pengamal perubatan berdaftar atau pegawai perubatan yang menghadiri, atau dipanggil untuk melawat, pesakit yang dia percaya mengalami apa-apa penyakit yang disenaraikan dalam Jadual Ketiga Akta Kilang dan Jentera 1967 [Akta 139], atau mana-mana penyakit yang dinamakan dalam apa-apa peraturan atau perintah yang dibuat oleh Menteri di bawah Akta ini, atau keracunan pekerjaan hendaklah melaporkan perkara itu kepada Ketua Pengarah.

##### **Seksyen 33: Ketua Pengarah boleh mengarahkan siasatan untuk diadakan**

- (1) Jika pada pendapat Ketua Pengarah, siasatan patut diadakan ke atas sifat dan sebab kemalangan, kejadian berbahaya, keracunan pekerjaan atau penyakit pekerjaan, dia boleh mengarahkan siasatan sedemikian dilakukan oleh pegawai keselamatan dan kesihatan pekerjaan .



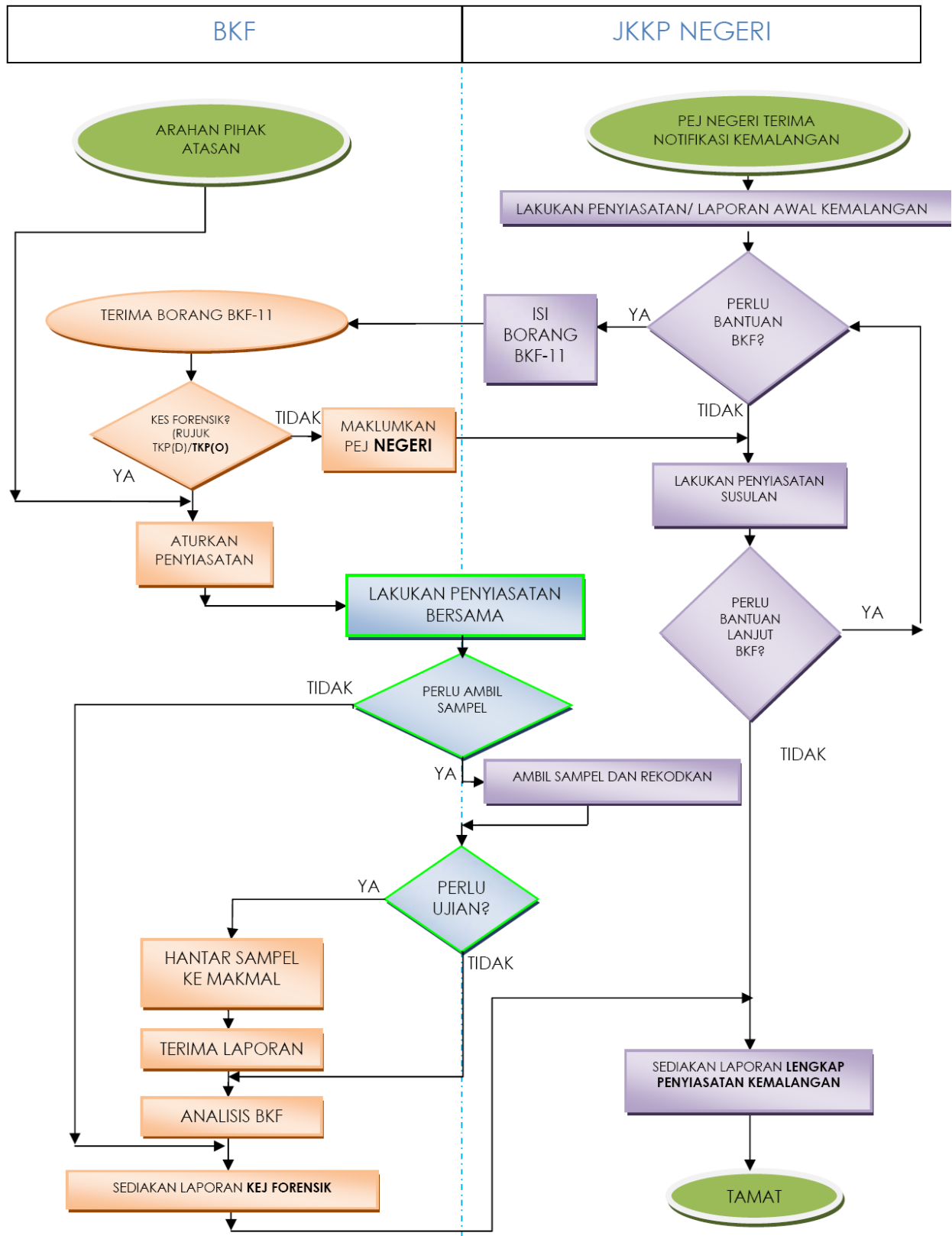
- (2) Ketua Pengarah boleh melantik seorang atau lebih orang yang mempunyai kemahiran atau kepakaran yang sesuai untuk kejuruteraan, perubatan atau lain-lain untuk berkhidmat sebagai penilai dalam apa-apa siasatan sedemikian.
- (3) Bagi setiap orang yang bukan pegawai awam yang bertindak sebagai penilai dalam siasatan itu boleh dibayar elaun pada kadar tertentu atau kadar yang ditentukan oleh Menteri.

### **Seksyen 34: Kuasa pegawai keselamatan dan kesihatan pekerjaan semasa siasatan**

Bagi maksud mengadakan siasatan di bawah Akta ini, seseorang pegawai keselamatan dan kesihatan pekerjaan hendaklah mempunyai kuasa untuk mentadbirkan sumpah dan ikrar dan hendaklah diberi kuasa dengan kuasa Majistret Kelas Pertama untuk menarik kehadiran saksi dan pengeluaran dokumen, mengekalkan perintah dan sebaliknya menjalankan siasatan dengan sewajarnya, dan semua orang yang dipanggil untuk menghadiri siasatan itu hendaklah terikat secara sah untuk hadir.

#### **4.2.2 Garis Panduan Siasatan Kemalangan (Pekeliling Ketua Pengarah Bilangan 7 Tahun 2009)**

Proses menjalankan siasatan yang melibatkan kemalangan atau kejadian berbahaya termasuk yang melibatkan kren menara dapat ditunjukkan dalam Rajah 4.1. Proses ini menjelaskan hubung kait skop kerja penyiasatan bermula dari penerimaan notifikasi kemalangan atau arahan menjalankan penyiasatan sehingga laporan lengkap penyiasatan disediakan. Dalam menjalankan penyiasatan terdapat aktiviti yang terletak di bawah bidang tugas pegawai penyiasat JKPP negeri, bidang tugas pegawai JKPP Ibu Pejabat, Bahagian Kejuruteraan Forensik (BKF) dan terdapat juga aktiviti yang perlu dijalankan bersama-sama mengikut kes kemalangan yang diterima.



Rajah 4.1 Tatacara penyiasatan kemalangan di tempat kerja (JKKP 2009)

### **Proses Siasatan Kemalangan**

- a) Penyiasatan bermula dengan penerimaan maklumat kemalangan atau arahan menyiasat dari pihak atasan;
- b) Jika, kes adalah berkaitan dengan arahan pihak atasan, BKF perlu mengaturkan penyiasatan dengan pihak JKKP Negeri yang terlibat;
- c) Bagi kes notifikasi kemalangan, pejabat JKKP negeri perlu menyemak sama ada kes tersebut memerlukan bantuan BKF atau tidak. Untuk kes kemalangan yang memerlukan bantuan BKF pejabat JKKP negeri perlu melengkapkan Borang BKF 9 dan di kemukakan kepada BKF;
- d) Rujukan kepada TKP(D) atau TKP(O) akan dilakukan bagi menentukan sama ada kes tersebut merupakan kes forensik atau tidak;
- e) Bagi kes yang melibatkan BKF, penyiasatan di tempat kemalangan dan pengambilan barang kes akan dijalankan secara bersama;
- f) Bagi menyelaraskan dan mewujudkan kawalan terhadap pengambilan barang kes, aktiviti merekod akan dilakukan oleh pegawai penyiasat JKKP negeri termasuklah barang kes yang perlu menjalani ujian makmal oleh BKF; dan
- g) Seterusnya laporan penyiasatan BKF akan dikemukakan kepada pegawai penyiasat negeri bagi membolehkannya menyediakan laporan lengkap penyiasatan kemalangan tersebut.

#### **4.2.3 Penyiasatan Kemalangan mengikut Garis Panduan Penyiasatan Pendekatan Secara Kejuruteraan Forensik**

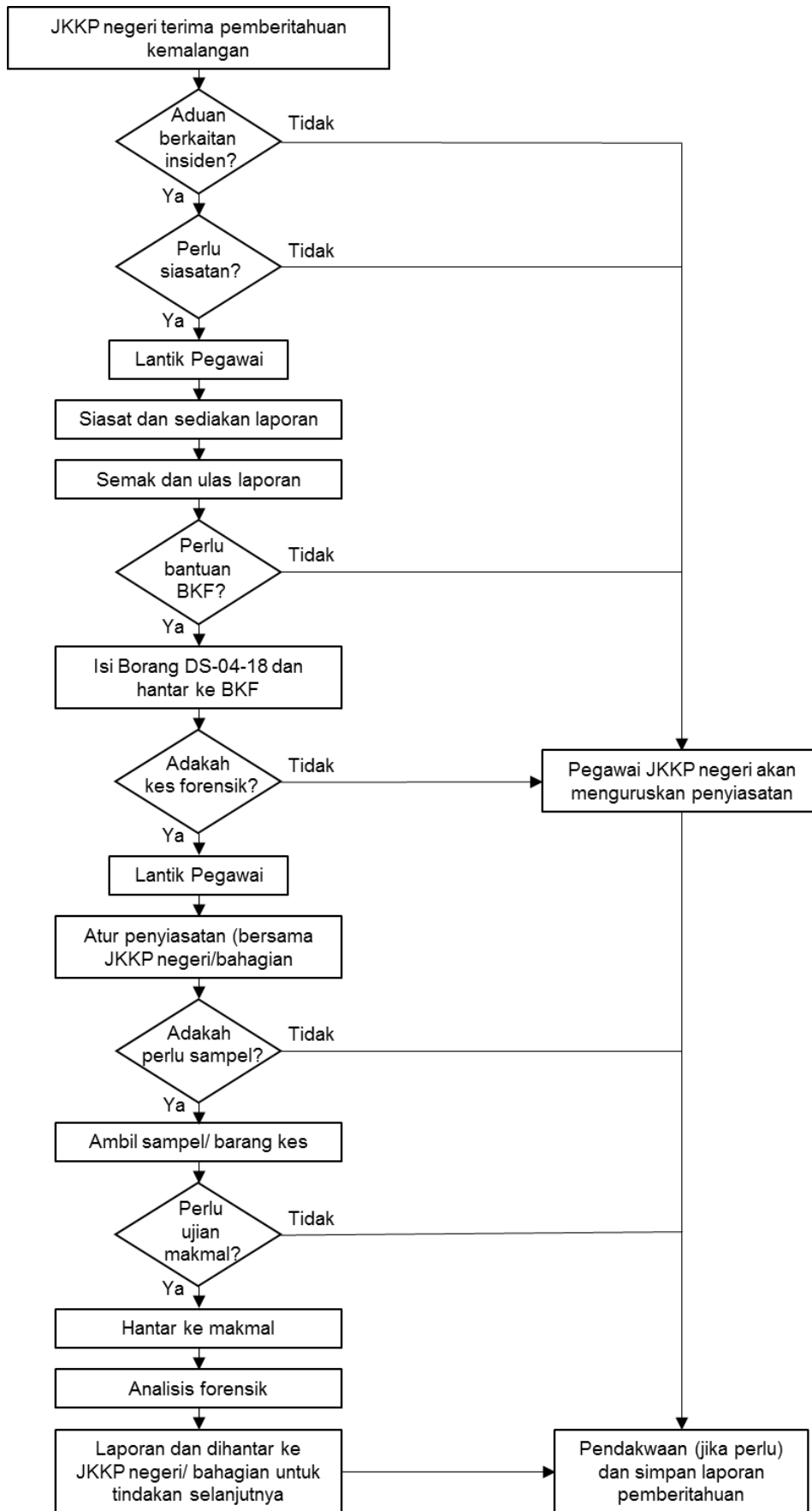
Penyiasatan kemalangan atau kejadian berbahaya di tempat kerja yang dijalankan oleh pegawai penyiasat bertujuan untuk mengenalpasti perkara-perkara seperti berikut:

- (a) Punca utama dan faktor yang mempengaruhi kejadian kemalangan tersebut
- (b) Tindakan yang telah dan perlu diambil untuk mencegah kejadian kemalangan berulang bagi memastikan pematuhan kepada undang-undang
- (c) Penambahbaikan terhadap panduan dan perundangan JKKP yang sedia ada

- (d) Tindakan yang sesuai dan boleh dikenakan jika terdapat pelanggaran undang-undang yang dikuatkuasakan oleh JKPP

Rajah 4.2 menunjukkan proses penyiasatan kemalangan kren menara yang menjelaskan hubungan kait skop kerja penyiasatan. Proses ini bermula dari penerimaan pemberitahuan kemalangan, melakukan penyiasatan sehingga selesai menyediakan laporan lengkap. Pada peringkat awal, pihak JKPP negeri dan pihak di tapak bina yang terlibat dengan kemalangan (operator, juru isyarat, jurutali, pegawai keselamatan, Firma Yang Kompeten dan lain-lain) serta saksi berkaitan memainkan peranan penting untuk mendapatkan maklumat mengenai kejadian yang berlaku. Penyiasatan yang dijalankan adalah mengikut peruntukan dibawah Akta Kilang dan Jentera 1967, Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerja 1994, Prosedur Kerja Penyiasatan Aduan dan Insiden (PK-04) dan Garis Panduan Penyiasatan Pendekatan Secara Kejuruteraan Forensik.

Persediaan yang perlu dilakukan oleh pegawai JKPP negeri sebelum penyiasatan adalah seperti mengetahui lokasi, memahami aktiviti dan proses yang dijalankan di tempat kemalangan. Pegawai JKPP negeri juga perlu mengenal pasti peralatan penyiasatan yang lengkap serta alat perlindungan diri yang perlu dibawa. Selain itu pegawai penyiasat juga perlu mengenalpasti keperluan kerjasama daripada agensi-agensi lain yang berkaitan berdasarkan kepada maklumat awal yang diterima. Pegawai penyiasat perlu memastikan ahli pasukan berada dalam keadaan sihat dan dilengkapi dengan maklumat dan pengetahuan dalam mengendalikan kes kemalangan.



Rajah 4.2 Proses penyiasatan kemalangan kren menara

### **(a) Pemberitahuan Kemalangan**

Pihak pengurusan/majikan perlu melaporkan kemalangan yang berlaku kepada pihak JKPP negeri secepat yang mungkin. Aduan segera daripada pihak pengurusan atau majikan adalah penting untuk memastikan pihak JKPP negeri dapat membuat persediaan bagi menjalankan proses penyiasatan secepat mungkin untuk mengenal pasti punca berlakunya kemalangan tersebut. Jika laporan berkaitan dengan kemalangan (maut, kecederaan dan kejadian bahaya), pihak JKPP pusat akan menguruskan penyiasatan. Jika laporan tidak berkaitan dengan kemalangan, pegawai JKPP negeri akan menguruskan laporan. Kedua-dua laporan perlu merujuk kepada prosedur Kerja Penyiasatan Aduan dan Insiden (PK-04).

Apabila maklumat awal mengenai kemalangan diperolehi dan siasatan perlu dijalankan, pengarah JKPP negeri perlu melantik pegawai penyiasat JKPP negeri yang mempunyai pengetahuan dan pengalaman yang bersesuaian dengan latar belakang kemalangan. Pegawai penyiasat perlu mengadakan perbincangan dengan pengarah berdasarkan maklumat awal yang diterima. Antara maklumat awal yang perlu diperolehi adalah seperti berikut:

- (a) Maklumat daripada fail pendaftaran tempat kerja
- (b) Penghuni/pekerja di tempat kemalangan
- (c) Orang yang kompeten seperti pegawai keselamatan dan kesihatan, operator kren, jurutera berdaftar dan lain-lain
- (d) Agensi-agensi yang berkaitan seperti Jabatan Bomba dan Penyelamat, Polis Diraja Malaysia, Pihak berkuasa tempatan serta lain-lain.

Setelah maklumat-maklumat yang perlu diperolehi, pegawai penyiasat perlu melantik ahli pasukan penyiasat dan pembahagian tugas dilakukan mengikut kepakaran masing-masing. Ahli pasukan sekurang-kurangnya perlu disertai oleh pegawai penyiasat, penolong pegawai penyiasat, jurugambar dan pelakar. Pegawai penyiasat juga perlu mengadakan mesyuarat atau perbincangan pra-penyiasatan dengan ahli pasukan bagi penerangan awal mengenai senario kejadian kemalangan, kemungkinan bahaya yang terdapat di

tempat kemalangan serta taklimat keselamatan. Selain itu, ahli pasukan penyiasatan perlu melakukan penyediaan peralatan, alat perlindungan serta logistik adalah mencukupi, berfungsi dan ditentukur seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.3. Kad kuasa, buku penyiasatan dan buku log setiap ahli pasukan juga perlu dibawa bersama.

**Jadual 1: Kit Penyiasatan Umum**  
[merujuk kepada klausa 5.1.3.2 (b) (iii)]

**SENARAI PERALATAN PENYIASATAN UMUM**

Lampu Suluh	Pisau Pemetong Saku
Pita Ukur	Papan Klip/Papan Lakar
Kit Kamera	Kertas Graf
Kamkorder DVD	Cermin Pemeriksaan
Binokular Kalis Air	Beg Keterangan Kertas Bercetak
Pita Kuning Amaran Hazard	Kompas
Pembaris Keluli Nirkarat	Perakam Suara
Kaca Pembesar	Komputer Riba dan Jalur Lebar
Angkup	Kit Tandaan
Tolak Kimpalan	

Rajah 4.3 Senarai peralatan penyiasatan umum mengikut Garis Panduan Penyiasatan Pendekatan Secara Kejuruteraan Forensik

### **(b) Lawatan Tempat Kejadian**

Jika kemalangan berlaku di luar kawasan tapak bina, pihak berkuasa tempatan dan polis akan terlibat dalam penyiasatan. Jika kemalangan berlaku dalam kawasan tapak bina maka kes akan disiasat oleh pegawai penyiasat JKKP negeri. Pegawai penyiasat JKKP perlu hadir ke tempat kejadian secepat mungkin untuk melihat keadaan ataupun situasi sebenar kemalangan. Notis Larangan (*Prohibition Notice*) dikeluarkan jika berlaku kemalangan besar atau



meragut nyawa berdasarkan Seksyen 48 Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994.

Pegawai penyiasat boleh memasuki, memeriksa, meneliti atau menyita bahan, artikel atau benda yang boleh dijadikan sebagai bahan bukti dalam penyiasatan. Selain itu, pegawai penyiasat juga mempunyai kuasa menghalang supaya kawasan kemalangan tidak diganggu. Pegawai tersebut perlu menghalang sesiapa dari memasuki kawasan kemalangan dengan mengepung menggunakan pita kepungan, kon atau kelengkapan lain yang sesuai. Selain itu, pegawai penyiasat juga boleh menggunakan halangan yang sedia ada seperti pintu, pagar dan sebagainya. Pegawai penyiasat juga perlu mempertimbangkan untuk mengeluarkan notis larangan/larangan sementara sekiranya kawasan kemalangan berbahaya. Kaedah ini boleh mengelakkan kecederaan atau kerosakan sekaligus dapat melindungi bukti. Segala maklumat seperti lakaran, ukuran, sampel dan gambar boleh diambil untuk tindakan selanjutnya.

Selain itu, pegawai penyiasat perlu mengumpul maklumat saksi yang berkaitan termasuk pihak pengurusan/ majikan, operator, juru isyarat, jurutali, pekerja atau mana-mana saksi yang berada di tempat kejadian bagi mengetahui gambaran kasar kemalangan yang berlaku. Pegawai penyiasat JKPP negeri perlu merekodkan maklumat kehadiran dalam taklimat ini (nama, alamat dan nombor telefon). Maklumat ini membolehkan saksi dihubungi bagi menjalankan sesi temubual secepat mungkin. Pemeriksaan melalui visual komponen dan pemeriksaan ukuran perlu dilakukan segera melalui tinjauan awal di dalam kawasan kepungan.

### **(c) Penyiasatan Terperinci**

Setelah melakukan lawatan di tempat kejadian, pegawai penyiasat JKPP negeri perlu melakukan siasatan yang terperinci bagi mengenalpasti punca sebenar yang menyebabkan kemalangan. Seterusnya, pegawai penyiasat JKPP negeri perlu mengenalpasti samada kes yang berlaku perlu bantuan dari Bahagian Kejuruteraan Forensik (BKF) atau tidak. Jika bantuan BKF diperlukan, pegawai JKPP negeri perlu mengisi borang DS-04-18 untuk

pemohonan bantuan BKF. Sebaliknya, pegawai JKKP negeri perlu menjalankan penyiasatan sendiri.

Seterusnya, pihak BKF akan menilai samada kes yang dilaporkan memerlukan ujian forensik atau tidak. Jika ujian forensik diperlukan, pengarah akan melantik pegawai penyiasat BKF untuk mengatur penyiasatan terperinci bersama dengan pegawai penyiasat JKKP negeri/bahagian. Sebaliknya, pemohonan akan ditolak dan pegawai JKKP negeri akan menguruskan penyiasatan seterusnya. Kedua-dua tindakan ini boleh diperolehi dengan merujuk kepada prosedur Kerja Penyiasatan Aduan dan Insiden (PK-04). Pegawai penyiasat perlu menggunakan kelengkapan diri yang bersesuaian mengikut keadaan tempat kemalangan. Langkah pertama yang perlu dilakukan dalam siasatan terperinci ini ialah membahagi tugas untuk kerja-kerja merekod dan menilai semula penemuan awal yang direkod dalam Borang Penyiasatan Awal di Tempat Kemalangan.

Bahan bukti, gambar serta video dan lakaran perlu diambil untuk dianalisis sebagai rekod bahan bukti. Antara kriteria gambar yang diambil adalah gambar jarak jauh, sederhana dan dekat pada lokasi kemalangan serta sesuatu objek. Gambar barang kes yang diambil perlu ditanda dan ditunjuk arah berserta peralatan yang menunjukkan saiz dengan meletakan pengukur yang bersesuaian. Selain itu gambar mangsa dan jentera juga perlu diambil jika ia berkaitan dengan tujuan penyiasatan. Beberapa kaedah yang boleh digunakan untuk pengumpulan gambar adalah seperti berikut:

- Mulakan dengan mengambil gambar di kawasan umum dan kemudiannya bergerak ke tempat kejadian khusus.
- Mengambil gambar dari berbagai arah dan beberapa sudut serta gambar dari jarak dekat.
- Membuat satu log gambar yang mengandungi masa dan tarikh gambar diambil, lokasi, nama juru gambar serta penerangan ringkas mengenai gambar.

Pegawai penyiasat JKPP juga perlu membuat lakaran dan pengukuran di lokasi atau tempat kemalangan. Maklumat asas seperti alamat tempat kemalangan, nombor rujukan kes, tarikh kemalangan, masa dan tarikh penyiasatan, nama pegawai penyiasat dan tanda arah utara perlu direkodkan dalam lakaran. Pegawai penyiasat juga perlu menandakan bilangan muka surat dan tandatangan pada setiap lakaran. Kedudukan barang kes perlu ditanda berserta koordinat dalam lakaran sebelum ia dialihkan serta jarak antara tempat kemalangan dengan bangunan berhampiran atau lain-lain objek berkaitan dilakarkan.

Langkah seterusnya yang perlu dilakukan oleh pegawai penyiasat adalah memanggil dan menemubual saksi yang telah dikenalpasti semasa lawatan tempat kejadian. Dapatan maklumat ini adalah bergantung kepada kaedah atau cara temubual yang dikendalikan oleh pegawai penyiasat tersebut. Setelah sesi temubual saksi atau mereka yang terlibat selesai, pemeriksaan terhadap komponen yang mengalami kegagalan perlu dilakukan. Segala bahan bukti yang diperolehi perlu diambil untuk dianalisis.

Pemeriksaan ukuran saiz juga perlu dilakukan bagi mendapatkan maklumat samada kerja yang dilakukan adalah dalam jarak yang dibenarkan atau tidak. Berdasarkan kepada maklumat yang diperolehi, pegawai penyiasat dapat membuat kesimpulan awal mengenai punca-punca kegagalan atau kemalangan yang berlaku. Proses ini dilakukan bagi mengenalpasti samada kemalangan yang berlaku disebabkan kesilapan yang dilakukan oleh manusia (pihak pengurusan/majikan, operator, juru isyarat ataupun lain-lain) atau masalah kegagalan komponen/struktur.

#### **(d) Ujian Susulan Bahan Dan Struktur**

Jika kemalangan yang berlaku adalah disebabkan oleh masalah kegagalan komponen/ struktur, ujian susulan perlu dilakukan samada ujian ditapak pembinaan secara NDT ataupun ujian forensik di makmal. Melalui ujian ini punca sebenar berlakunya kemalangan akibat daripada kegagalan komponen dapat dikenal pasti. Sebelum ujian kegagalan komponen dilakukan, pegawai penyiasat JKPP perlu merekodkan setiap pengambilan barang kes.

Rantainya barang kes merupakan kronologi dan kawalan terhadap pergerakan barang kes yang menunjukkan rantai, rampasan/pengambilan, pemindahan, analisis dan pelupusan barang kes. Prinsip rantai barang kes adalah untuk memastikan bahawa integriti barang kes yang dikemukakan di Mahkamah adalah terjamin serta mengelakkan keraguan yang munasabah. Integriti dan rantai barang kes bermula dari rampasan/pengambilan sehingga pelupusan perlu direkodkan dan didokumenkan dengan menggunakan prosedur dan borang yang telah ditetapkan. Maklumat berhubung barang kes seperti masa, tarikh, tempat, orang yang bertanggungjawab dan keterangan barang kes perlu diisi dengan lengkap dan ditandatangani oleh pegawai penyiasat JKKP.

Pegawai penyiasat perlu mengambil barang kes yang telah dikenal pasti sahaja dan memastikan rantai barang kes dipatuhi. Pegawai penyiasat juga perlu menanda dan melabel pada barang kes dengan menggunakan perlabelan yang sesuai. Selain itu pegawai penyiasat perlu menghantar barang kes ke tempat penyimpanan atau ke makmal ujian untuk mendapatkan maklumat yang seterusnya.

#### **(e) Ujikaji Forensik Di Makmal**

Ujikaji forensik di makmal dilakukan untuk menguji sampel atau bukti-bukti fizikal yang diperolehi daripada tempat kejadian kemalangan. Analisis yang dilakukan adalah analisis kimia dengan melakukan ujian spektrometer. Ujian spektrometer membolehkan unsur-unsur kimia yang wujud pada bahan yang diuji dapat dikenalpasti dan bukti ini begitu tepat. Selain itu analisis pemerhatian permukaan patah juga dapat dilakukan dengan menggunakan pemerhatian visual bagi sampel yang besar, mikroskop bagi sampel makro dan *Scanning Electron Microscope (SEM)* bagi sampel mikro.

Sebagai cadangan tambahan, ujian integriti struktur di tapak bina juga boleh dilakukan untuk mengetahui keadaan awal yang berlaku pada komponen kren. Ujian tanpa musnah (NDT) boleh dilakukan bagi mendapatkan maklumat mengenai keadaan struktur kren. Keputusan yang diperolehi daripada ujian ini akan diguna pakai untuk perbandingan dengan keputusan ujian forensik di

makmal. Ujian NDT ini mesti dilakukan oleh OYK yang mempunyai pengalaman dan pengetahuan agar dapat menentukan kaedah NDT yang sesuai untuk menguji komponen kren berkenaan. Piawaian yang boleh diguna pakai untuk ujian NDT adalah piawaian ASTM *Nondestructive testing standards* serta CEN/TC 138- *Nondestructive testing*.

Selain itu, ujikaji-ujikaji fizik terhadap bahan bukti seperti ujikaji cagakan, pengisaran & penggilapan, punaran boleh dilakukan. Melalui ujikaji-ujikaji yang dinyatakan, keadaan fizikal bahan bukti boleh dikenalpasti. Ciri-ciri kegagalan pada bahan seperti keadaan retak, patah, bengkok, berlubang, dll, dapat diperolehi. Ujikaji penentuan sifat mekanik dan analisis pengkomputeran seperti ujian tegangan, ujian lenturan tiga titik, ujian kekerasan, analisis unsur sehingga dilakukan untuk menentukan tahap kekuatan bahan. Melalui ujikaji ini sifat-sifat mekanikal bahan dapat diperolehi untuk dibandingkan dengan piawaian bahan tersebut.

Analisis berkaitan elektrik dan elektronik juga dilakukan untuk membuat semakan litar dan peranti kren yang digunakan berfungsi dengan baik atau pun tidak semasa digunakan sebelum kejadian. Analisis ini dapat menentukan punca kegagalan pada panel atau pendawaian elektrik dan elektronik yang kebiasaannya disebabkan oleh kebakaran, litar pintas dan kebocoran pada sistem pendawaian.

#### **(f) Analisis Forensik**

Sebaik sahaja semua bukti (foto, video, lakaran, pengukuran, temubual saksi, ujian di tapak dan ujian forensik makmal) dikumpulkan, analisis data-data yang diperolehi dilakukan. Pegawai penyiasat bertanggungjawab untuk mengumpul dan menyusun semua laporan dan dokumen berkenaan kemalangan ke dalam satu fail penyiasatan. Setiap fail perlu diklasifikasikan sebagai SULIT.

Pada peringkat ini, pegawai penyiasat perlu tahu dan mempunyai bukti yang kukuh bagaimana kejadian itu berlaku serta apakah punca-punca yang menyebabkan kejadian itu berlaku. Kesemua maklumat dan data-data yang diperolehi dibandingkan untuk mendapatkan kesimpulan yang tepat. Semua

punca-punca yang dipertimbangkan akan disokong dengan bukti-bukti serta fakta yang sahih dan relevan. Fail penyiasatan kemalangan yang disediakan ini boleh digunakan sebagai rujukan bagi kes pendakwaan, kajian polisi dan lain-lain.

### **(g) Laporan**

Setelah analisis forensik serta bukti selesai dilakukan, satu laporan mengenai siasatan yang dilakukan perlu disediakan. Tujuan laporan ini disediakan adalah untuk mencadangkan tindakan yang perlu diambil bagi meningkatkan tahap keselamatan supaya kejadian sama tidak berulang. Laporan ini memperincikan cadangan khusus serta memperincikan kumpulan sasar yang akan membaca laporan tersebut.

Laporan penyiasatan yang dihasilkan perlu menggambarkan keseluruhan aktiviti penyiasatan sebenar yang dijalankan dengan kesimpulan keseluruhan hendaklah disokong oleh maklumat yang boleh dipercayai dan dibuktikan. Laporan yang baik perlu mengikut keseragaman dan format piawaian yang digunapakai. Laporan juga perlu senang difahami dan boleh dijadikan sebagai rujukan dalam penambahbaikan terhadap isu kemalangan kren menara ini. Laporan yang baik seharusnya mengandungi format berikut:

- (a) Ringkasan Eksekutif yang menerangkan secara ringkas keseluruhan kandungan laporan.
- (b) Pengenalan yang merangkumi:
  - (i) Objektif penyiasatan
  - (ii) Skop penyiasatan
  - (iii) Pasukan penyiasatan
  - (iv) Latar belakang syarikat
  - (v) Kedudukan (peta lokasi dan susun atur bangunan)
  - (vi) Proses yang terlibat
- (c) Fakta kejadian
  - (i) Ringkasan kejadian kemalangan
  - (ii) Tempat
  - (iii) Tarikh
  - (iv) Masa

- (v) Mangsa dan pihak yang terlibat
- (d) Kronologi kejadian kemalangan
  - (i) Menerangkan urutan kejadian mengikut masa berlakunya peristiwa
  - (ii) Menerangkan proses penyiasatan yang dijalankan
- (e) Pemerhatian dan penemuan di tempat kemalangan seperti bahaya dan risiko seperti bahaya mekanikal, bahan kimia dan elektrik. Pemerhatian secara menyeluruh di tempat kemalangan untuk menentukan hipotesis, halatuju penyiasatan, penemuan punca kegagalan dan bukti kejadian kemalangan.
- (f) Hipotesis kejadian berkemungkinan yang boleh menyebabkan kemalangan berlaku dan menentukan punca sebenar kejadian kemalangan.
- (g) Hasil penyiasatan yang telah dilakukan seperti:
  - (i) Rekod di tempat kemalangan seperti foto, lakaran, pengukuran dan temubual
  - (ii) Analisa barang kes yang berkaitan seperti senarai barangan yang dirampas, pemilihan ujian barang kes, senarai barang kes yang diuji serta keputusan ujian barang kes.
  - (iii) Perbincangan keputusan analisis penyiasatan berdasarkan kepada bukti dan rujukan yang berkaitan.
- (h) Cadangan penambahbaikan kepada strategi penguatkuasaan JKPP, pihak industri dan agensi-agensi lain yang terlibat
- (i) Kesimpulan secara keseluruhan faktor penyebab kemalangan berlaku
- (j) Rujukan

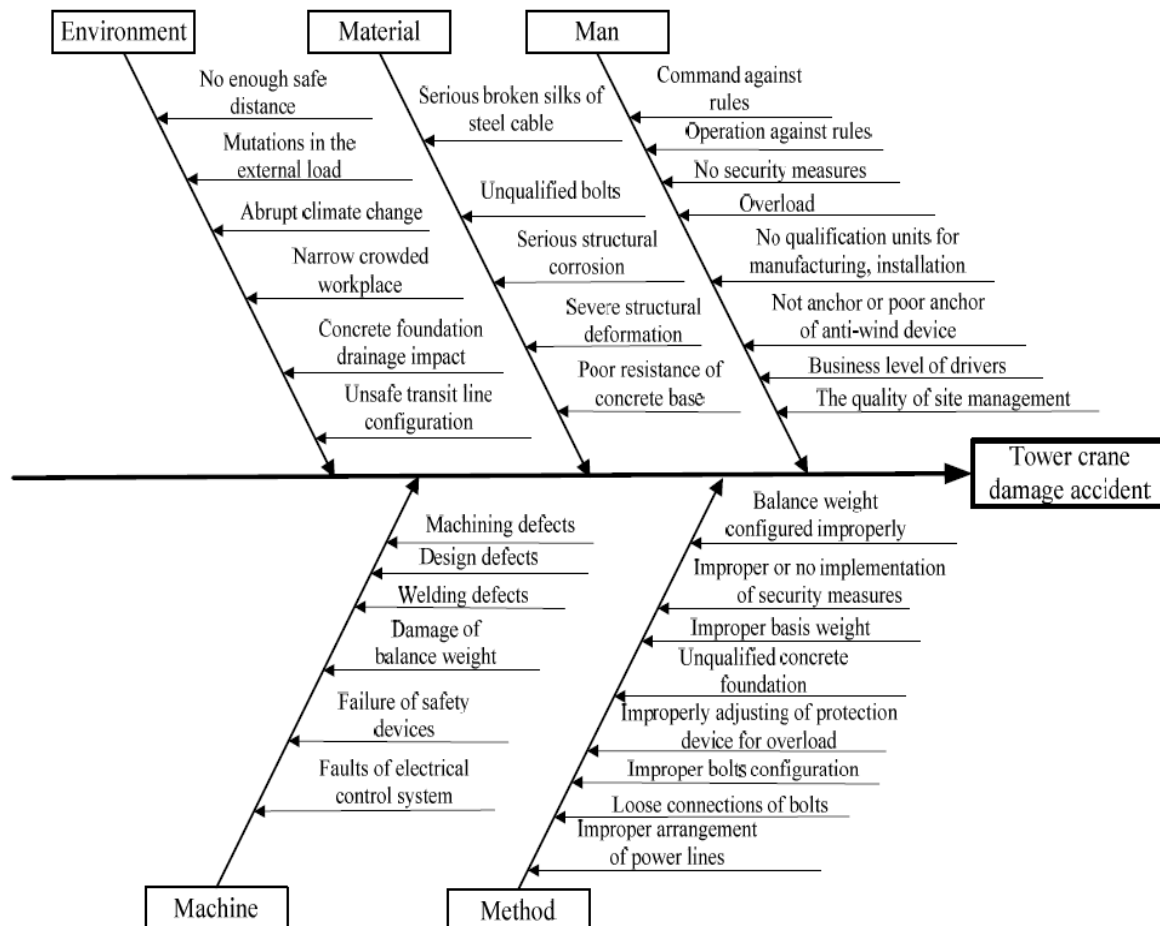
Seterusnya, laporan yang dikemukakan perlu dihantar kepada pejabat JKPP negeri/bahagian untuk tindakan selanjutnya. Proses pendakwaan boleh dilakukan jika perlu dan akhir sekali laporan disimpan sebagai rekod bukti kes kemalangan bagi rujukan masa hadapan.

### 4.3 Pencarian Punca Asas Kemalangan Kren

Untuk menyiasat dan melihat kepada punca punca langsung dan segera adalah tidak mencukupi. Punca-punca akar dan asas juga perlu dikenal pasti kerana walaupun terdapat kemalangan berdasarkan kecuaiannya operator kren punca-



punca yang melangkaui kesilapan tersebut juga perlu dikenalpasti. Rajah 4.4 adalah kategori dan punca yang boleh dikenalpasti yang menyebabkan kemalangan di tempat kerja berdasarkan Diagram Tulang Ikan Ishikawa.



Rajah 4.4 Diagram Tulang Ikan Ishikawa untuk kemalangan kren menara (Chunhua Zhao et al. 2012)

#### (a) Siasatan insiden

Siasatan Awal Insiden perlu merekod tarikh dan masa kejadian. Lokasi kejadian perlu dinyatakan lokasi dimana kejadian kemalangan itu berlaku. Apakah aktiviti utama yang sedang dijalankan semasa kejadian berlaku. Sejarah kes yang terdahulu yang ada kaitan dengan kejadian juga perlu dikenalpasti terutamanya yang melibatkan spesifikasi yang sama atau tempat kejadian yang sama. Lain maklumat tambahan termasuk laporan orang awam dan sebagainya.

**(b) Maklumat tambahan pegawai penyiasat**

Apa-apa sahaja maklumat tambahan yang boleh membantu siasatan bagi mengenalpasti punca. Maklumat tambahan ini boleh merangkumi :

**(i) Siasatan di tempat kes**

- SOP dipatuhi.
- Persekitaran tempat kerja kes. Aspek yang dilihat adalah dari segi kesesakan persekitaran di tempat kerja, ruang kerja dan sebagainya.
- Lain-lain faktor berkaitan yang boleh mempengaruhi

**(ii) Ringkasan Kejadian**

Perincikan kejadian kes kemalangan yang berlaku berdasarkan urutan peristiwa dan masa (kronologi).

**(c) Kesimpulan**

Faktor Penyebab Utama. Apakah faktor utama yang menyebabkan terjadinya sesuatu kemalangan/kejadian. Faktor Penyumbang Kejadian. Apakah faktor-faktor sampingan lain yang menyumbang ke arah terjadinya insiden kemalangan tersebut (sekiranya ada).

**(d) Langkah pencegahan / penambahbaikan yang dijalankan**

Langkah-langkah pencegahan yang telah dijalankan dinyatakan bagi mengelakkan perkara yang sama berulang. Sekiranya lebih dari satu langkah pencegahan telah dilakukan, pernyataan perlu mengikut hierarki keutamaan sepertimana yang terkandung dalam Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994 iaitu :

- Penghapusan
- Penggantian
- Pengasingan
- Kawalan Kejuruteraan
- Kawalan Pentadbiran
- Penggunaan PPE

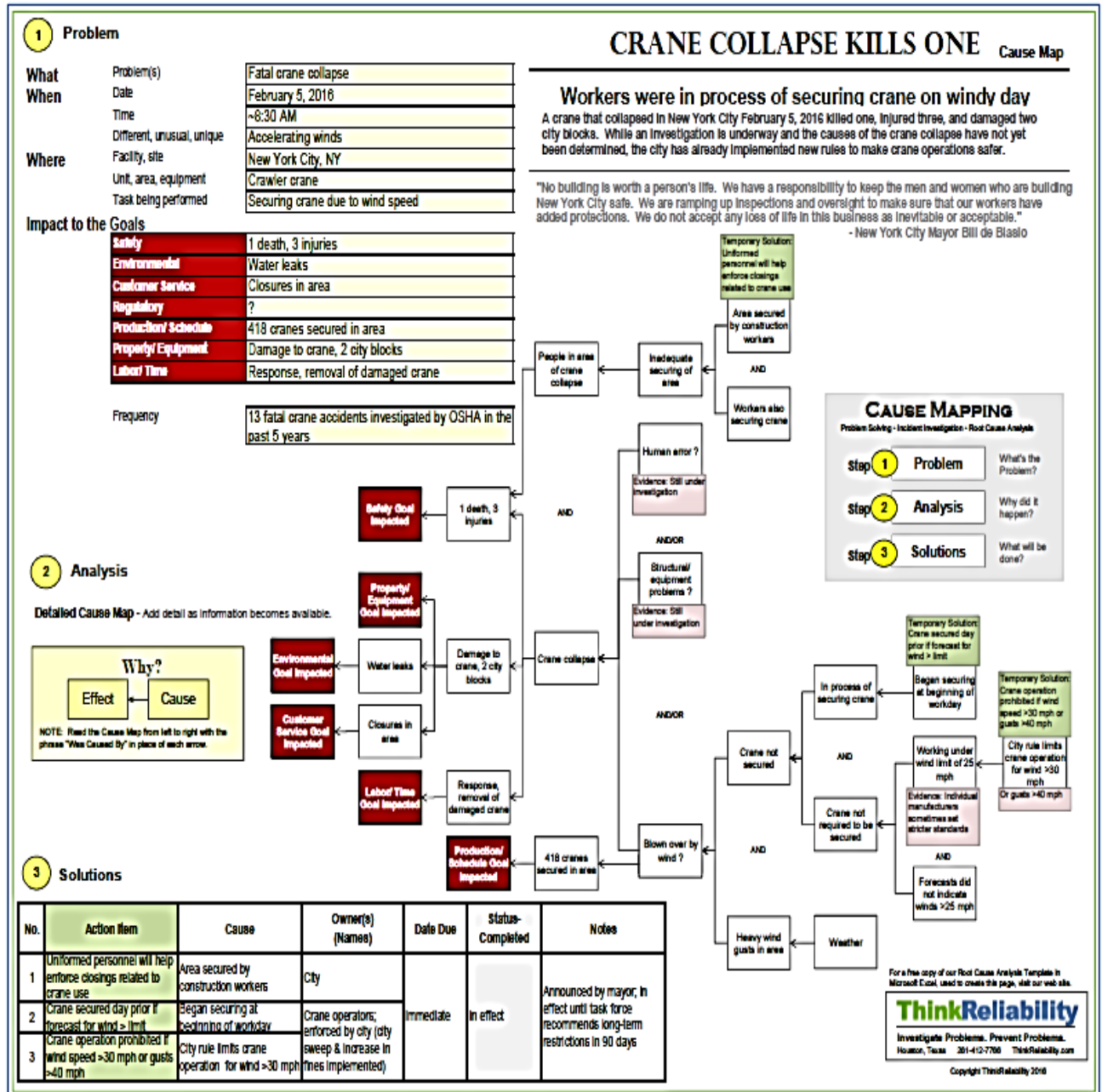
**(e) Rumusan oleh pegawai penyiasat**

Rumusan boleh merangkumi perkara-perkara berikut :

- Penyebab utama kepada kejadian kemalangan yang berlaku berdasarkan hasil siasatan yang telah dijalankan.
- Tindakan yang telah diambil bagi menangani/mengatasi kejadian tersebut daripada berulang kembali. Tindakan ini boleh dalam bentuk tindakan bersifat sementara sehingga langkah-langkah pencegahan yang benar-benar berkesan telah dijalankan bagi menghapuskan/meminimakan risiko kemalangan tersebut.
- Tindakan dari aspek pengurusan kes seperti telah diberi pendidikan dan pemberitahuan. Sekiranya keputusan kes telah diperolehi perlu dinyatakan secara ringkas berkenaan hasilnya.
- Lain-lain maklumat yang relevan dan bersesuaian bagi merumuskan hasil siasatan yang telah dijalankan.

**4.4 Contoh Model Penyiasatan Kemalangan Kren Menara di Negara Lain****4.4.1 New York, USA**

Rajah 4.5 menunjukkan proses penyiasatan terhadap kemalangan kren menara di Bandar New York pada Januari 2016. Ia telah dibahagikan kepada tiga peringkat iaitu peringkat masalah, analisis dan penyelesaian. Pada peringkat masalah, punca utama kejadian dikenal pasti supaya kajian lebih fokus kepada punca kemalangan. Analisis yang dilakukan lebih menjurus kepada pendekatan kesan dan penyebab kemalangan, dan ia dilakukan sehingga punca kemalangan dikenalpasti dengan jelas. Akhirnya, penyelesaian yang dicadangkan oleh badan penyiasat ini diberikan berdasarkan kepada analisis yang dilakukan. Tindakan yang harus diambil oleh pihak tertentu akan dicadangkan. Kesan daripada tindakan tersebut juga diterangkan bagi tujuan kesedaran kepada semua pihak.

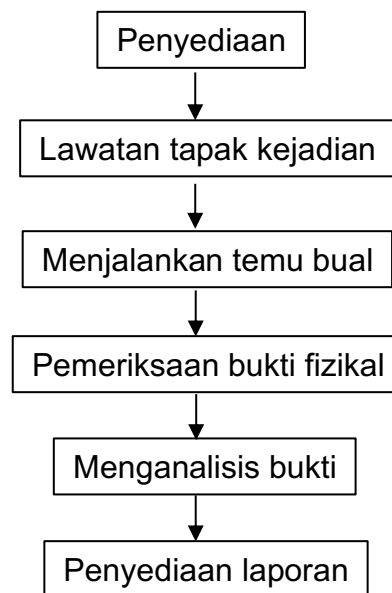


Rajah 4.5 Peta punca kemalangan kren menara di Bandar New York

#### 4.4.2 Tapak bina di Kanada

Rajah 4.6 menunjukkan proses penyiasatan kemalangan di tempat kerja yang melibatkan bahan bukti, analisis bahan bukti dan penyediaan laporan bagi tindakan selanjutnya. Pada peringkat awal, penyediaan yang khusus perlu dilakukan dengan menentukan skop penyiasatan. Penentuan ini diperlukan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kemalangan tersebut

seperti sumber yang diperlukan untuk mendapatkan maklumat awal, alat-alat penyiasatan dan keselamatan, jangkaan penyiasatan yang bakal diperolehi dan perilaku yang patut ditonjolkan semasa siasatan dilakukan. Seterusnya lawatan ke tapak kejadian dilakukan untuk melihat sendiri keadaan yang berlaku. Ini termasuk langkah-langkah awal yang perlu diambil bagi mengawal keadaan kemalangan. Dengan melakukan sesi temubual, maklumat awal boleh diperolehi dan skop penyiasatan boleh dkecilkan lagi. Setelah maklumat diperolehi, ujian terhadap bukti fizikal boleh dilakukan dan analisis terhadap bukti tersebut boleh dijalankan. Akhirnya, laporan terperinci perlu dilakukan bagi mengukuhkan lagi bukti-bukti yang diperolehi daripada penyiasatan yang dilakukan. Setelah itu, barulah tindakan seterusnya boleh diambil bagi menyelesaikan kes yang berlaku.

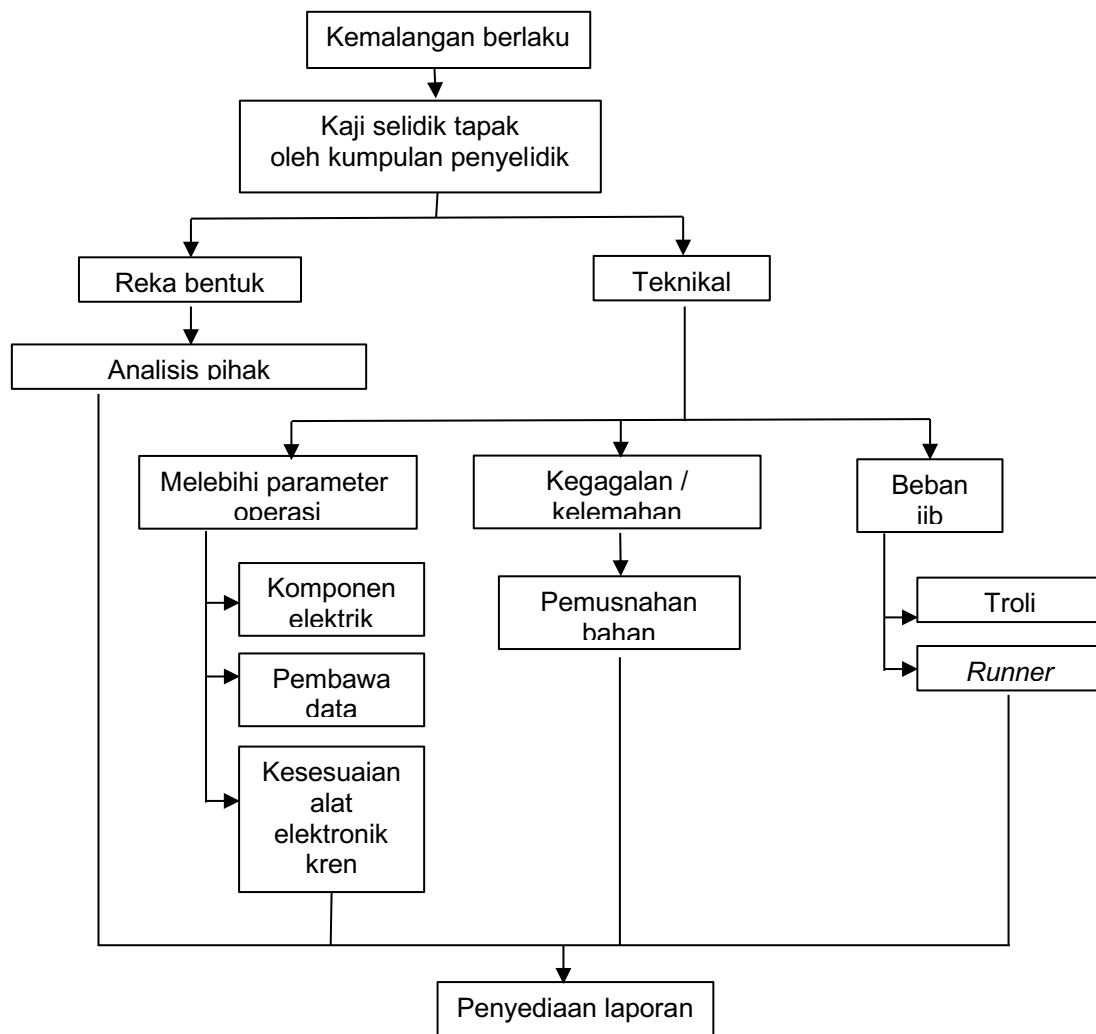


Rajah 4.6 Panduan penyiasatan kemalangan di tempat kerja  
(*Workplace Safety and Health Committee, 2003*)

#### 4.4.3 Belanda

Berdasarkan kepada kajian yang dijalankan oleh Swuste (2013), didapati kaedah penyiasatan yang dilakukan oleh “*Dutch Safety Board (2013)*” juga hampir serupa dengan kaedah penyiasatan yang dilakukan di negara lain. Rajah 4.7 merupakan carta alir proses penyiasatan dan ia dimulakan dengan

proses pengumpulan maklumat daripada temubual yang dilakukan di tapak kejadian. Proses ini perlu dilakukan oleh kumpulan penyiasat untuk dapatkan maklumat awal yang merupakan sumber penting bagi mengumpul semua bukti yang terlibat dengan kejadian. Antara kaedah pengumpulan maklumat yang biasa dilakukan adalah dengan kaedah temubual. Seterusnya, pemecahan hasil temubual ini dibahagikan kepada dua bahagian iaitu reka bentuk dan teknikal kren. Di bahagian reka bentuk kren, analisis pihak berkepentingan dijalankan, manakala di bawah bahagian teknikal pula merangkumi beberapa jenis semakan seperti penggunaan parameter operasi yang berlebihan, kelemahan pada tapak pembinaan dan pembebanan jib yang berlebihan. Akhir sekali, laporan dibuat untuk dinilai dan tindakan seterusnya diambil untuk penambahbaikan di masa hadapan.



Rajah 4.7 Proses penyiasatan kemalangan kren oleh Lembaga Keselamatan Belanda (Swuste, 2013)

## 4.5 Contoh-Contoh Kemalangan Melibatkan Kren Menara Tahun 2016

Bermulanya Projek Kren Menara ini dijalankan oleh UKM Pakarunding pada 1 April 2016 telah terdapat 9 kejadian kemalangan kren. Contoh kes kemalangan berkenaan melibatkan kedua-dua jenis kren menara iaitu *luffing* dan *hammerhead*; dan melibatkan kecederaan/kematian operator kren, pekerja tapak bina dan orang awam.

### 4.5.1 Bangsar, Kuala Lumpur (8 April 2016)

Kejadian berlaku pada 15 April 2016 di atas tapak pembinaan Lot 422, Jalan Bangsar, Seksyen 96, Kuala Lumpur. Projek ini dimiliki oleh Etiqa Insurance Berhad. Pada kira-kira 11:50 pagi, kren dari tapak pembinaan bersebelahan Dataran Maybank tumbang, di mana hujung kren tumbang ke jalan raya Dataran Maybank. Tiada kemalangan jiwa dilaporkan. Walau bagaimanapun, sebuah lori yang diletakkan di tepi jalan itu mengalami kerosakan kecil. Tiada kerosakan kepada bangunan Dataran Maybank. Maybank dan Etiqa beroperasi seperti biasa. Punca kemalangan kren itu masih dalam siasatan.

Kren Favelle Favco jenis *luffing* binaan tahun 1994. Kren ini mula digunakan di tapak tersebut sebaik sahaja mendapat kelulusan pada November 2015 berdasarkan buku log. Operator yang mengendalikan kren ini mempunyai sijil yang sah berdasarkan keterangan Pengurus Tapak. Kren sedang mengangkat besi siku seberat 1.5 tan pada keadaan jib diangkat sehingga 82 darjah (berdasarkan bacaan meter) dan jib tersebut telah tumbang ke arah bertentangan (Rajah 4.8(a)) dan hujung jib telah terkeluar ke jalan bersebelahan dan mengakibatkan kerosakan kepada sebuah lori (Rajah 4.8(b)). Semasa kren sedang beroperasi terdapat juga pengawal sedang mengawal dari bawah untuk memastikan tiada masalah berlaku kepada beban. Operator menyatakan terdengar sesuatu bunyi tetapi masih meneruskan operasi kren tersebut sebelum ianya tumbang ke arah bertentangan. Semasa lawatan tapak, kren telah di rungkai (Rajah 3.8) atas kebenaran pihak JKKP Kuala Lumpur kerana kren tersebut dikatakan mengganggu laluan di sebelah luar. Siasatan berkenaan punca kejadian masih dijalankan.





Rajah 4.8 Keadaan kemalangan kren menara di Bangsar



Rajah 4.9 Rangka kren yang telah dirungkai di tapak pembinaan

#### 4.5.2 Kuala Lumpur (16 April 2016)

Seorang pekerja telah terjatuh dan meninggal dunia dari tingkat 23 semasa melakukan kerja-kerja pemasangan *i-beam* ke *collar* kren menara no. 3 pada aras 23. Satu Notis Larangan NOP telah dikeluarkan terhadap operasi kren menara berkenaan. Punca yang dijangkakan adalah disebabkan kecuaiannya pekerja berkenaan terhadap amalan kerja selamat ditempat kerja dalam kerja-kerja memasang/meninggi/merombak kren menara.

#### 4.5.3 Jalan Jelatek, Kuala Lumpur (29 Jun 2016)

Hipotesis awal JKKP mungkin tersangkut pada *starter bar* bagi *column pile cap* (besi sekitar bakul) seperti dalam Rajah 4.10. Menurut saksi, bum kren jatuh bebas. Dalam kejadian tersebut; operator kren sedang menaikkan bakul dari takungan air selepas merendamnya untuk membuang sisa-sisa konkrit dalam bakul, dan tiba-tiba bum kren telah mengalami kegagalan di mana beberapa *truss* dan *upper working arm* telah patah. Seterusnya bum telah jatuh bebas dan menghentam struktur mast. Struktur mast dan *bottom working arm* didapati bengkok, namun tiada sebarang kecederaan dan kemalangan jiwa dilaporkan dalam kemalangan ini.



(a)



(b)

Rajah 4.10 Kren yang tumbang (a) Kren yang telah patah, (b) Bakul simen yang digunakan tersangkut pada ceracak

#### 4.5.4 Johor Bahru, Johor (24 Julai 2016)

Kren beralun dengan kuat dan bum depannya patah sebelum jib pengimbang kren tersebut pula jatuh. Kren menara tumbang dan tersangkut di tingkat 13 seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.11. Operator kren terselamat dan hanya mengalami kecederaan ringan. Beliau berkata, kejadian berlaku ketika menurunkan pasir dari tingkat 13 ke tingkat 10. Semasa hendak menurunkan

pasir, kren beralun dengan kuat dan bum depannya patah sebelum jib pengimbang kren jatuh lalu mengakibatkan kren itu tumbang serta tersangkut di tingkat 13.

Pada hari kejadian, kren menara sedang memunggah pasir dengan mengguna bakul yang berkapsiti lebih kurang 1 m<sup>3</sup> dari aras tanah ke tingkat 10. Ketika beban berada pada ketinggian setara dengan aras 5 dan troli berada pada kedudukan ditengah-tengah jib, tiba-tiba kren mengalami kegagalan. Kegagalan ini menyebabkan jib terpiuh ke arah belakang dan berat timbal jatuh ke atas tanah. Operator mengalami kecederaan ringan akibat terhantuk dinding kabin. Hasil penyiasatan awal dan berdasar kepada bukti keadaan mendapati kemungkinan kemalangan berlaku disebabkan oleh bakul telah tersangkut pada perancah:

- Terdapat kawasan perancah yang rosak dan lokasi perancah ini adalah laluan bagi kerja-kerja memunggah barangan
- Jib bagi kren menara jenis *hammerhead* terpiuh ke belakang hanya akan berlaku sekiranya terdapat satu daya yang menolak jib dari bawah. Keadaan ini hanya akan berlaku dalam keadaan di mana tali dawai mengangkat tersangkut



Rajah 4.11 Kren yang tumbang di Johor pada tahun 2016

#### 4.5.5 Cheras, Kuala Lumpur (10 Ogos 2016)

Bum kren telah bengkok (Rajah 4.12) dan tiada kemalangan jiwa berlaku. Kren terpakai yang dibeli di Malaysia (pembaikan dan servis), struktur mast, bum, meja slui, *swing ring*, motor (model asal). Kren menara ini mula dipasang di tapak bina pada Januari 2015. Ujian pertama oleh JKPP pada 1998, Load test pada 2100 kg, 45 meter jejari. Terapat dua orang operator (seorang sebagai pengganti). Operator dibekalkan oleh sayarikat pembekal. Operator mendapatkan latihan kren jenis *luffing* di IKTBN Chembung dan mengendalikan kren jenis *hammerhead*, dan beliau mempunyai pengalaman lebih kurang setahun. Situasi kemalangan adalah semasa mengangkat beban besi 900 kg, pada sudut 40° (kedudukan troli 30-40 meter), tiba-tiba bum patah dan beban jatuh di atas bangunan tingkat atas. Jarak beban dari lantai adalah 4 kaki dan beban maksimum 3000 kg. Siasatan berkenaan punca kejadian masih dijalankan.



Rajah 4.12 Bum kren yang bengkok setelah kemalangan

Punca yang dijangkakan:

- Pin pada sambungan jib/bum patah / tertanggal (pin tidak dijumpai)
- Lebih muatan (kesilapan pada juru isyarat / jurutali ambil dari bahagian kayu, warga Indonesia-8 bulan kerja), komunikasi guna walkie-talkie. Kren juga tidak dilengkapi dengan penunjuk beban



Kren diservis setiap bulan pada bum dan troli, dengan tarikh terakhir semakan kren oleh FYK ialah pada 26 Julai 2016. Servis terakhir dilakukan pada 8 Ogos 2016 pada komponen/bahagian berikut:

- Kelajuan mengangkat
- Keupayaan untuk memperlahankan gerakan kren
- Anggaran berat beban
- Mengesan kerosakan semasa operasi
- *Mast*
- *Cat head*
- Jib pengimbang
- Troli

#### 4.5.6 Kuala Lumpur (2016)

Kren yang terlibat dengan kemalangan adalah kren jenis *luffing* (Rajah 4.13). Dua batang pin penyambung di antara bahagian pelantar jib pengimbang dan bahagian meja slu patah. Ini telah menyebabkan platform jib pengimbang tercabut atau tertanggal dari sambungan tersebut lalu terjatuh dari kedudukan asalnya. Namun ia masih tersangkut pada bahagian sambungannya kerana masih terdapat dua lagi pin penyambung yang memegang struktur platform jib pengimbang tersebut. Platform jib pengimbang yang telah tercabut dan terjatuh telah menarik struktur kerangka-A dan bum kren ke arah belakang (arah jib pengimbang). Ini menyebabkan bum kren menjadi terlebih luf dan beban berat timbal didapati telah terjatuh di atas lantai pembinaan. Tiada sebarang kecederaan dan kemalangan jiwa yang ketika kemalangan ini.



(a)

(b)

Rajah 4.13 (a) Kren terlebih luf dan (b) Pin penyambung yang patah  
([www.dosh.gov.my](http://www.dosh.gov.my))

#### 4.5.7 Bukit Bintang, Kuala Lumpur (25 Ogos 2016)

Model kren yang terlibat adalah jenis *Luffing Model STL230*, buatan China. Besi penyangkut kren seberat lebih 300 kg terjatuh dari atas bumbung bangunan (ketinggian lebih 100 meter) dan menghempap sebuah kereta dan menyebabkan seorang wanita berusia 24 tahun maut ditempat kejadian (Rajah 4.14). Orang ramai mendakwa melihat besi kren yang mengangkat muatan patah sebelum terjatuh dan menghempap kereta mangsa. Kedudukan kren juga telah melanggar undang-undang keselamatan kerana beroperasi di radius luar pagar tapak pembinaan. Operator kren dan juru isyarat tidak dapat dikesan. Punca mungkin disebabkan *by pass* pada pengehad mengangkat yang menurun/menaikkan cangkuk yang menyebabkan cangkuk dinaikkan sehingga tersentap pada hujung bum, dan menyebabkan tali dawai putus. Kes ini disiasat di bawah Seksyen 304A Kanun Keseksaan kerana menyebabkan kematian dengan cuai. Pihak terlibat boleh didakwa di bawah Akta Keselamatan dan Kesihatan 1994, dan Akta Kilang dan Jentera 1967 yang membolehkan hukuman penjara 2 tahun atau denda sehingga RM250,000 atau kedua-duanya sekali (Mingguan Malaysia, 28 Ogos 2016; Metro, 26 Ogos 2016).



(a)



(b)

Rajah 4.14 Kren yang terlibat (a) Kren *luffing* model STL230, (b) Besi penyangkut kren yang telah menghimpap kenderaan

#### 4.5.8 Petaling Jaya, Selangor (19 April 2017)

Model kren menara yang terlibat adalah jenis *hammerhead*, dibuat pada tahun 1997 dari negara Itali. Kejadian berlaku sekitar jam 8.00-9.00 malam disebuah tapak pembinaan untuk menara Prasarana di Jalan PJU 1A/46, Off Jalan Lapangan Terbang Subang, Petaling Jaya, Selangor. Kren menara berkenaan tumbang semasa mengangkat bakul simen di tingkat 10 (Rajah 4.15). Operator adalah warganegara dan mempunyai lesen yang sah. Sebelum kejadian operator ada memaklumkan (3 hari sebelum kejadian) kepada pihak pengurusan tapak bahawa beliau terdengar bunyi 'ping' seperti ada sesuatu



benda yang patah. Punca awal yang dikenal pasti adalah disebabkan oleh penyambung antara bahagian mast kren yang patah. Ini menyebabkan mast tumbang dan bengkok (berlaku pada mast kedua terakhir sebelum *slewing table*) dan menghempap lantai bangunan. Operator hanya cedera ringan. Tiada kemalangan jiwa berlaku. Kes ini telah dibawa ke mahkamah untuk perbicaraan.



(a)



(b)

Rajah 4.15 Kren menara tumbang (a) mast kren bengkok, (b) bum kren menghempap lantai bangunan

#### 4.6 Kajian Punca Kemalangan Kren Menara

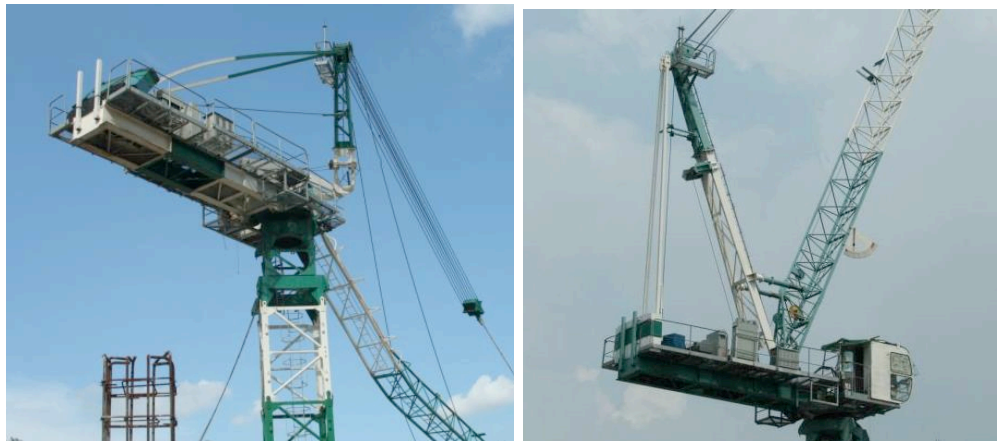
Beberapa kajian terdahulu telah dijalankan oleh pihak kajian bagi mengkaji dan mengenalpasti punca yang menyebabkan kemalangan kren menara. Dengan

kajian yang teliti dan bantuan daripada simulasi komputer, faktor penyebab kepada kemalangan ini dapat ditentukan dan disahkan. Contoh kes kemalangan berkenaan adalah (i) kemalangan kren di Kelana Jaya, Selangor, (ii) kemalangan kren menara *hammerhead* di Johor Bahru dan (iii) keretakan *mast* kren menara di Educity, Nusa Jaya.

#### 4.6.1 Kes Kemalangan Kren di Kelana Jaya, Selangor

Kemalangan ini melibatkan sebuah kren jenis *luffing* yang sedang dalam operasi pembinaan bangunan kediaman bertingkat tinggi berlaku di Kelana Jaya, Selangor pada 27 April 2011, jam 3.00 petang. Kemalangan yang berlaku semasa kren tidak mengangkat sebarang beban. Rajah 4.16(a) menunjukkan keadaan kren sejurus selepas kemalangan berlaku dan Rajah 4.16(b) pula menunjukkan keadaan normal kren *luffing* dari jenis yang sama. Hasil pemeriksaan di tapak kemalangan, didapati kerosakan teruk berlaku pada kerangka-A dan pendan pengimbang jib. Ujian dan analisis telah dijalankan (Rajah 4.17) dan dibahagikan kepada empat peringkat utama iaitu;

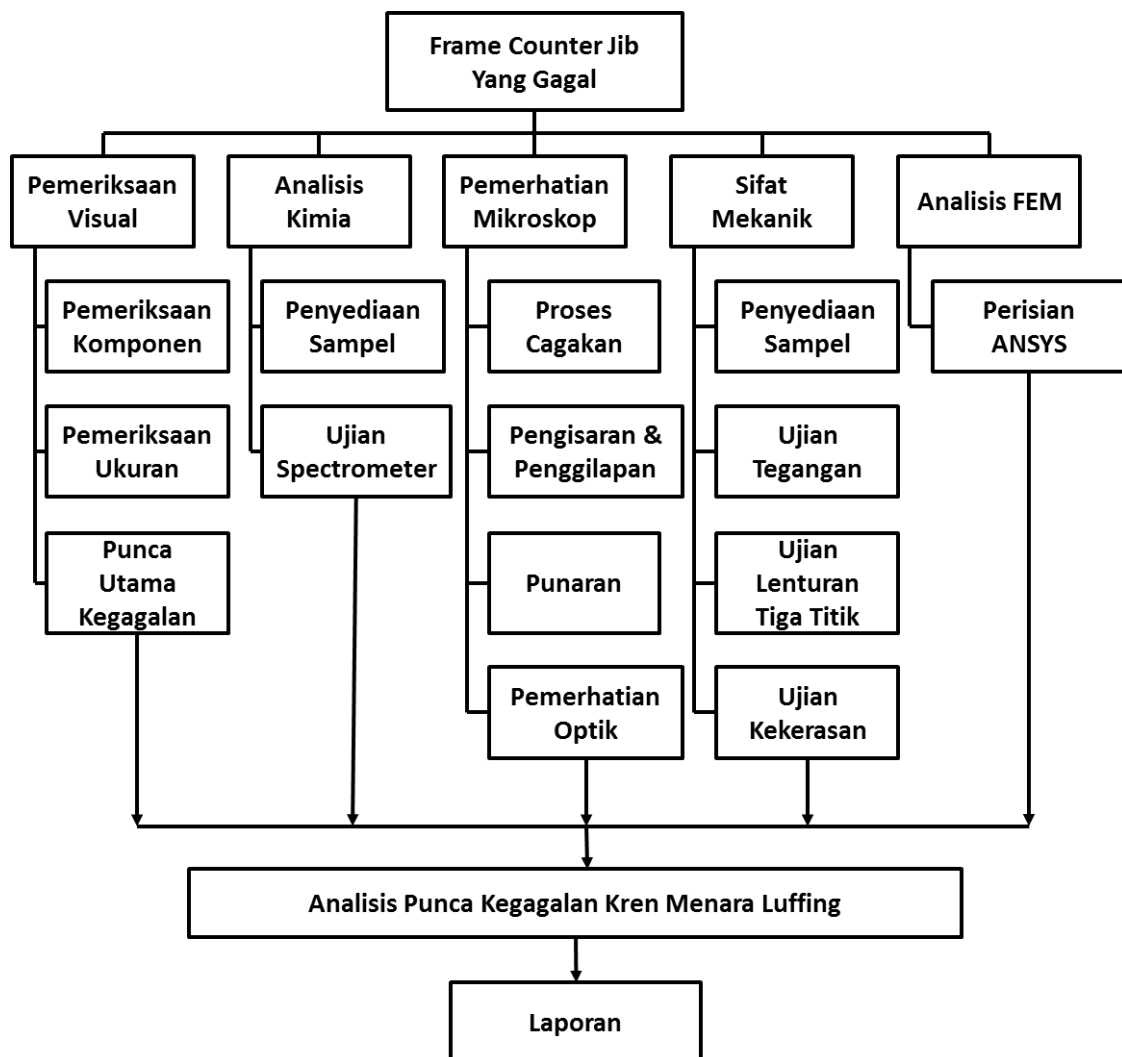
- (a) Pemeriksaan komponen terlibat kemalangan di tapak
- (b) Penelitian kegagalan dan keretakan komponen
- (c) Ujian makmal
  - Ujian komposisi bahan
  - Pemerhatian mikrostruktur
  - Ujian prestasi bahan
- (d) Analisis Kaedah Unsur Terhingga (*Finite Element Method*, FEM)



(a)

(b)

Rajah 4.16 (a) Kren yang mengalami kegagalan dan (b) Kedudukan kerangka-A dan pendan jib pengimbang dalam keadaan normal

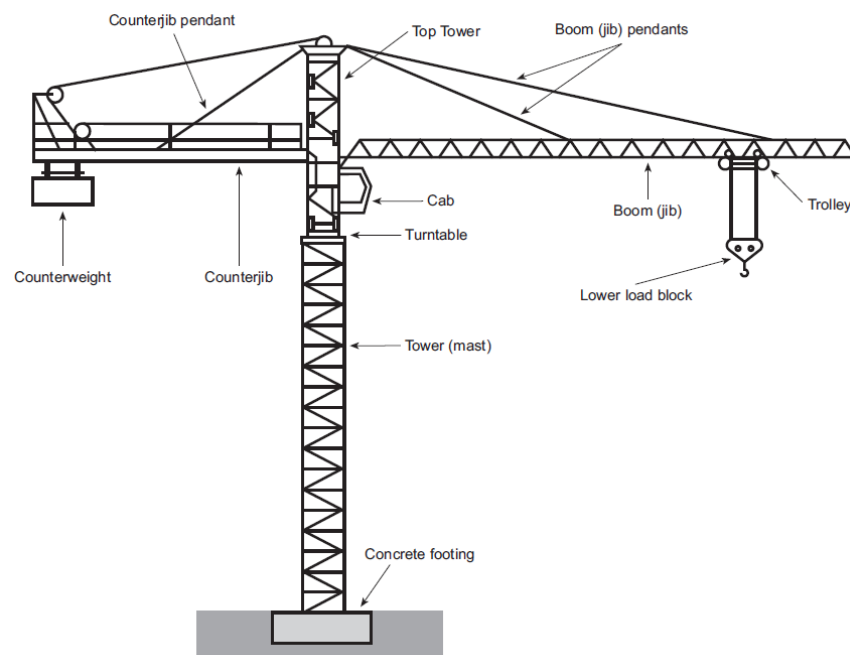


Rajah 4.17 Carta alir ujian untuk komponen kren menara

Berdasarkan pemerhatian didapati terdapat retakan yang teruk berlaku pada bahagian yang membengkok pada kerangka jib pengimbang. Ini memberi petunjuk bahawa proses kimpalan yang dilakukan pada bahagian berkenaan memberi kesan kepada kekuatan struktur kerangka tersebut. Ini kerana kawasan kimpalan merupakan kawasan yang rapuh dan paling mudah untuk diserang karat. Bagi kerosakan pada bahagian pendan jib pengimbang pula, ianya mungkin berpunca daripada beban melampau setelah kerangka jib pengimbang gagal berfungsi. Beban berlebihan pada pendan menyebabkannya merekah dan patah. Kebiasaannya, bahagian yang akan mengalami kerosakan yang paling awal adalah bahagian yang lemah di dalam struktur tersebut.

#### 4.6.2 Kemalangan Kren Menara *Hammerhead* di Johor Bahru

Kes kemalangan yang kedua pula adalah melibatkan kegagalan sebuah kren menara jenis *hammerhead* (lihat lakaran skematik dalam Rajah 4.18) yang sedang beroperasi di sebuah tapak pembinaan bangunan di Johor Bahru pada 21 November 2011 pada jam 4:45 petang. Dalam kejadian tersebut, bahagian tengah jib kren menara tersebut dikatakan bengkok dan jatuh perlahan-lahan ketika mengangkat beban seberat lebih kurang 2 tan.



Rajah 4.18 Lakaran skematik kren menara *hammerhead* (Neitzel et al. 2001)

Ujian dan analisis telah dijalankan di makmal bagi komponen/struktur yang mengalami kegagalan berkenaan berdasarkan analisis berikut:

- Analisis komposisi kimia
- Analisis mikrostruktur
- Ujian mekanik yang merangkumi ujian tegangan, ujian bengkokan dan ujian kekerasan
- Analisis kegagalan

Hasil dari ujian dan analisis berkenaan menunjukkan bahawa terdapat perbezaan di antara sifat bahan yang diambil daripada struktur jib yang sempurna (tidak bengkok) dan bahan dari struktur jib yang bengkok dan berkarat. Ini menunjukkan bahawa bahan/struktur yang digunakan dalam pemasangan kren menara adalah berbeza, justeru ianya memberikan kekuatan struktur yang berlainan. Dengan keadaan bahan/komposisi yang berbeza, ia berpotensi tinggi untuk menyumbang kepada kegagalan kren menara jenis *hammerhead* yang terlibat dengan kemalangan.

#### 4.6.3 Keretakan *Mast* Kren Menara di Educity, Nusa Jaya

Kes kajian yang ketiga adalah melibatkan kren yang digunakan oleh Nusa Jaya Sdn. Bhd. untuk pembangunan bangunan tinggi yang mana rekahan telah ditemukan pada bahagian *mast* untuk menyangga kren tersebut (Rajah 4.19) sebelum kemalangan berlaku. Komponen yang mengalami rekahan ini telah dianalisis dan disimulasi bagi mendapatkan gambaran sebenar apa yang berlaku dan puncanya.

Hasil analisis awal daripada ujian dan simulasi yang dijalankan mendapati bahawa:

- Keluli yang digunakan adalah keluli karbon yang mengandungi mangan dan mempunyai komposisi yang sama dengan bahan piawai keluli AISI 1524 atau keluli SAE HSLA 950C. Ujian kekerasan juga menunjukkan bahawa kekerasan keluli yang digunakan juga hampir sama dengan bahan piawai.

- Keluli mempunyai mikrostruktur tipikal keluli karbon iaitu ferit dan perlit. Kekuatan alah dan kekuatan tegangan muktamad juga sesuai dengan sifat mekanik bahan piawai. Pemerhatian permukaan retakan menunjukkan bahawa kepatahan mulur berlaku pada keluli tersebut, walaupun permukaan retak telah mengalami kakisan.
- Analisis tegasan dengan kaedah unsur terhingga menunjukkan bahawa tiang mengalami tegasan berkisar akibat putaran bum dan beban yang diangkat oleh kren. Oleh itu, retakan yang berlaku pada tiang disebabkan tegasan berkisar yang melebihi kekuatan alah dan kekuatan tegangan muktamad keluli yang digunakan.
- Analisis tegasan untuk keluli geronggang diperkuat dengan plat penyokong menunjukkan bahawa tegasan pada kawasan permukaan bawah keluli adalah yang paling tertinggi (344 MPa). Kawasan sambungan antara plat dan keluli juga menunjukkan tegasan yang tinggi iaitu 330 MPa.



Rajah 4.19 Keluli geronggang penyangga kren

#### 4.7 Rumusan

Penyiasatan kemalangan kren yang terperinci membawa kepada pemahaman yang lebih baik untuk tingkah laku kren menara dan petunjuk keperluan untuk penyelidikan tambahan tentang faktor-faktor keselamatan semasa kren menara beroperasi. Industri pembinaan sentiasa perlu diperingatkan dengan keperluan untuk melakukan pemeriksaan kren menara oleh pihak yang kompeten.



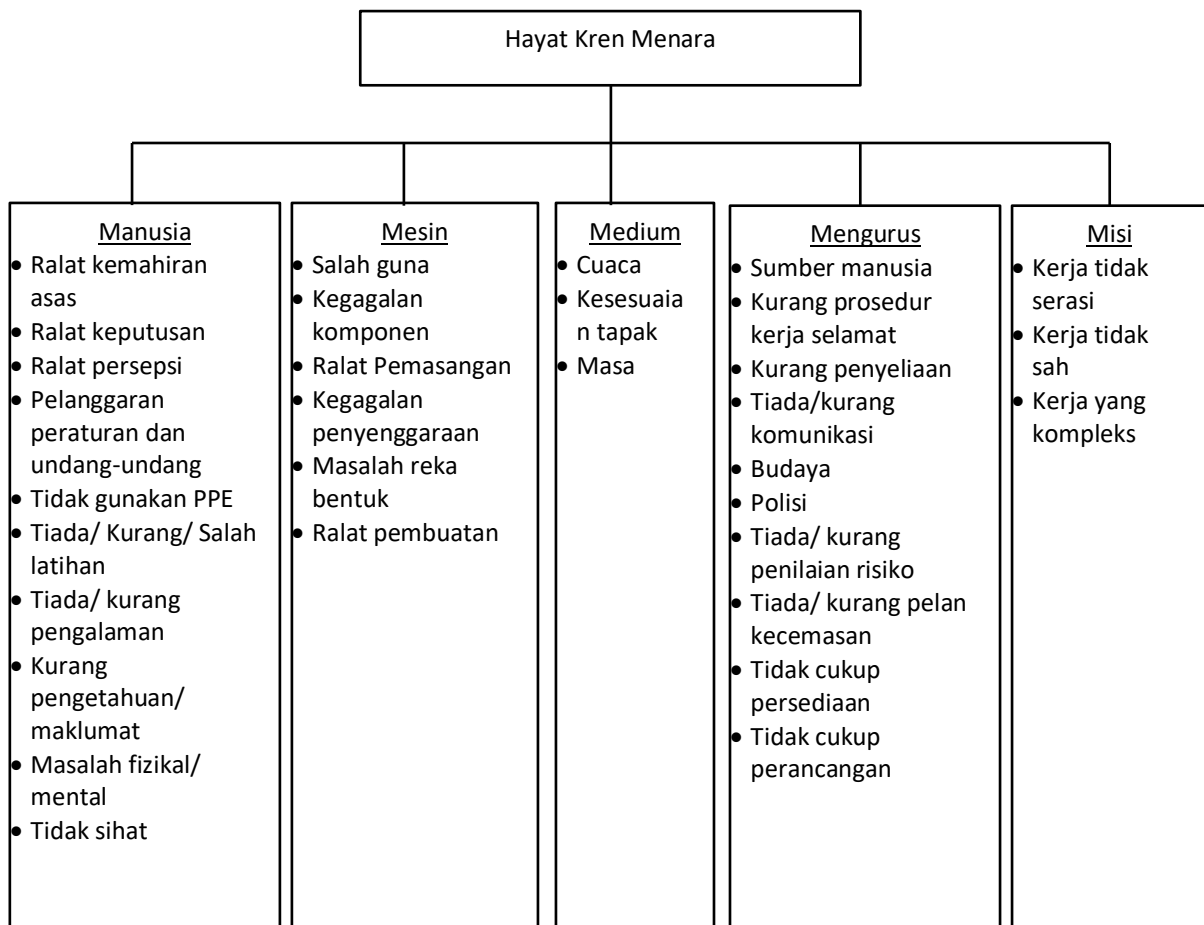
Pencarian punca atau faktor kemalangan kren dapat ditentukan melalui beberapa kaedah seperti diagram tulang ikan Ishikawa, analisis punca masalah dan analisis pokok kegagalan. Selain itu, ujian juga dilakukan pada komponen kren yang mengalami kegagalan bagi memastikan punca sebenar. Ujian yang dilakukan adalah seperti analisis komposisi kimia, analisis mikrostruktur, ujian mekanik yang merangkumi ujian tegangan, ujian bengkokan dan ujian kekerasan.



## 5.0 ANALISIS POKOK KEGAGALAN

### 5.1 Pengenalan

Analisis pokok kegagalan (*fault tree analysis*) telah dilakukan setelah mengambil kira dapatan daripada setiap proses rangkaian hayat kren menara bermula daripada perngimportan/pembelian, kelulusan reka bentuk dan perlesenan, pemasangan/perombakan, pengoperasian, pemeriksaan, penyenggaraan dan penyimpanan. Setiap proses dalam rangkaian hayat kren menara meyumbang secara berbeza kepada kegagalan dan kemalangan. Terdapat lima unsur utama yang menyumbang kepada kegagalan dan kemalangan kren iaitu unsur (i) unsur manusia, (ii) unsur mesin, (iii) unsur medium, (iv) unsur mengurus dan (v) unsur misi. Perincian kepada setiap unsur tersebut diperincikan di dalam Rajah 5.1.



Rajah 5.1 Analisis pokok kegagalan bagi hayat kren menara

Unsur manusia dan unsur mengurus merupakan penyumbang terbesar kepada kegagalan dan kemalangan kren menara. Ini dapat dilihat daripada bilangan pecahan unsur di bawah unsur manusia dan unsur mengurus. Dari sini dapat ditafsirkan bahawa unsur mesin, medium dan misi tidak memberi impak yang besar terhadap kegagalan kren walaupun pada hakikatnya semua kegagalan dapat dilihat secara fizikal pada struktur dan komponen kren itu sendiri.

## **5.2 Situasi Semasa Industri Berkenaan Keseluruhan Proses / Rantaian Kren Menara**

Kes kemalangan melibatkan gear mengangkat yang menyebabkan cangkuk kren jatuh menghempap sebuah kenderaan yang lalu di luar kawasan pembinaan berdekatan Jalan Raja Chulan, Kuala Lumpur pada 24 Ogos yang lepas dan menyebabkan seorang pemandu kenderaan tersebut maut di tempat kejadian telah mendapat liputan meluas media cetak dan elektronik. Banyak pihak termasuk orang awam, syarikat kontraktor pembinaan, badan bukan kerajaan (*Non Government Organisation*, NGO) serta pihak berkuasa memberikan maklum balas dan pandangan berkenaan punca kemalangan tersebut. Pihak polis menyiasat insiden itu mengikut Seksyen 304A Kanun Keseksan kerana menyebabkan kematian dengan cuai. Walaupun kes tersebut masih dalam siasatan pihak Polis, Pihak Berkuasa Tempatan dan Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan sendiri, kes ini memaparkan beberapa rantaian kronologi yang semuanya mendedahkan bagaimana setiap proses rantaian dalam kren menara ini berpotensi menyumbang kepada kemalangan tragik ini. Kes di atas adalah satu di antara beberapa kes kemalangan kren menara yang berlaku di Malaysia dalam tempoh 6 bulan pada tahun 2016.

Di antara faktor yang dilihat menyumbang kepada kemalangan-kemalangan tersebut adalah:

- (i) Operator kren adalah warga asing
- (ii) Operator kren tidak mempunyai lesen sah untuk mengendalikan kren menara

- (iii) Operator kren tidak kompeten dan tidak mahir mengendalikan kren
- (iv) Juru isyarat tidak kompeten dan tidak terlatih
- (v) Juru isyarat dilantik dari kalangan warga asing
- (vi) Pengurusan syarikat pembinaan menggaji warga asing secara tidak sah
- (vii) Pengurusan syarikat melanggar peraturan pengoperasian kren menara
- (viii) Pengurusan syarikat pembinaan gagal mengesan operator kren selepas insiden berlaku
- (ix) Pengurusan syarikat belaku cuai
- (x) Peranti pengehad tidak berfungsi
- (xi) Komponen-komponen kren tidak mengikut spesifikasi

Banyak kelemahan yang dapat dikesan dalam sistem pengurusan keselamatan kren di sektor pembinaan. Industri ini dilihat tidak menghadapi masalah untuk mendapatkan kren menara terutama dari luar negara. Namun begitu, terdapat kelemahan dalam proses perolehan apabila tiada perundangan dan/ atau peraturan yang boleh digunakan untuk menghalang kren menara yang kurang berkualiti atau yang terpakai daripada memasuki Malaysia. Pemberian kelulusan reka bentuk dan Perakuan Mesin Angkat (PMA) dilihat perlu diperketatkan supaya reka bentuk, kualiti dan keselamatan kren menara yang dibawa masuk ke Malaysia dapat ditingkatkan. Pengoperasian kren juga dilihat mempunyai banyak kelemahan terutama sekali dalam hal penguatkuasaan operator kren dan juru isyarat yang kompeten dan sah. Pengurusan syarikat pembinaan seharusnya memainkan peranan yang besar dalam memastikan prosedur dan tempat kerja sihat dan selamat kepada para pekerja.

Kelemahan-kelemahan ini diyakini dapat diperbaiki sekiranya Malaysia mempunyai kod-kod amalan dan garis panduan khusus untuk keselamatan penggunaan kren dan perkara-perkara berkaitan pembangunan, latihan dan pengurusan personel yang terlibat dalam rantai kren menara secara keseluruhan seperti yang diamalkan di Australia, Singapura, Hong Kong, United Kingdom, Jerman dan banyak negara lain.

### 5.3 Rumusan

Kajian aspek rangkaian hayat kren boleh diperhalusi bagi meningkatkan penambahbaikan sistem pengurusan kren menara, dan seterusnya mengurangkan kemalangan di Malaysia. Kajian teknikal khususnya melalui analisis tanpa musnah dan simulasi FEM boleh memperincikan komponen kren yang mengalami kebarangkalian yang tinggi untuk gagal. Tiga komponen yang boleh dikategorikan sebagai kritikal adalah tie-rod (bum), pin kerangka-A dan mast. Keterangan lanjut berkenaan rangkaian hayat kren dibincangkan dalam Bab 6 (Laporan Akhir Kajian Penambahbaikan Sistem Pengurusan Keselamatan Kren Menara di Sektor Pembinaan).

## RUJUKAN

- Abdelhamid, T. & Everett, J. 2000. Identifying root causes of construction accidents. *Journal of Construction Engineering and Management* 126 (1): 52–60.
- Abdullah, D.N.M.A. & Wern, G.C.M. 2010. An Analysis of Accidents Statistics in Malaysian Construction Sector. *2010 International Conference on E-business, Management and Economics, IPEDR vol.3 (2011) © (2011) IACSIT Press, Hong Kong, pg. 1-4.*
- Aneziris, O.N., Papazoglou, I.A., Baksteen, H., Ale, B.J., Mud, M.L., Bellamy, L.J., Post, J.G., Hale, A.R., Oh, J. 2008. Towards risk assessment for crane activities. *Safety Science* 46: 872–884.
- Arifin, K., Aiyub, K., Razman, M.R., Jahi, J.M., Awang A. & Hussain, S.S.H. 2012. Occupational Safety Management in Malaysia. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 11(2): 995 – 998.
- Bakri, A., Zin, R. M., Misnan M. S. & Mohammed, A. H. 2006. Occupational Safety And Health (OSH) Management Systems: Towards Development of Safety and Health Culture. *Proceedings of the 6th Asia-Pacific Structural Engineering and Construction Conference (APSEC 2006)*, 5 – 6 September 2006, Kuala Lumpur, Malaysia, pg. 1-10.
- Beavers, J.E., Moore, J.R., Rinehart, R. & Schriver, W.R. 2006. Crane-related fatalities in construction industry. *Journal of Construction Engineering and Management* 132 (9): 901–910.
- Begum, S., Tunstall, A., & McLaughlin, J. 2010. An Investigation of Lifting operations on UK construction sites. *Safety Science* 48:72-79.
- Brkić, V.S., Klarin, M.M. & Brkić, A.D. 2015. Ergonomic design of crane cabin interior: The path to improved safety. *Safety science* 73: 43-51.
- Bucas, S., Rumelhart, P., Gayton, N. & Chateauneuf, A. 2014. A global procedure for the time-dependent reliability assessment of crane structural members. *Engineering Failure Analysis* 42: 143-156.
- Chong, H.Y. & Low, T.S. 2014. Accidents in Malaysian Construction Industry: Statistical Data and Court Cases. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)* 20(3): 503–513.
- Chunhua Zhao, Jin Zhang, Xianyou Zhong, Jia Zeng and Shijun Chen. 2012. Analysis of Accident Safety Risk of Tower Crane Based on Fishbone Diagram and the Analytic Hierarchy Process, *Applied Mechanics and Materials* Vol. 127 (2012) pp 139-143.
- CIDB Portal, OSH Masterplan, Retrieved April 12, 2010.
- <http://www.starproperty.my/index.php/articles/property-news/crane-incident-at-a-construction-site-in-seri-kembangan-sparks-worry/>

Crane Safety Analysis and Recommendation Report (2009), Workplace Safety and Health Council, the Ministry of Manpower and the National Crane Safety Taskforce, Singapore.

Deng Li et al. Accident analysis of tower crane. *Construct Mach* 2006.

Fan Gao LW. Key points of safety inspection of tower cranes. *Ind Construct* 2010.

Gabriel Raviv, Barak Fishbain & Aviad Shapira. 2017. Analyzing risk factors in crane-related near-miss and accident reports, *Safety Science* 91 (2017) 192–205.

Health and Safety Executive, 2010, Tower crane incidents worldwide.

HSE Report, Health and Safety Executive, A report about the HSE investigation into the collapse of a tower crane in Canada Square London E14, on 21 May 2000

HSE Report, Health and Safety Executive, Report on technical aspects of HSE's investigation into the collapse of a luffing tower crane at a Liverpool construction site on 15th January 2007.

<https://www.abc.net.au> [12 April 2017]

<https://www.bharian.com.my> [12 April 2017]

<https://www.cbc.ca> [12 April 2017]

<https://www.craneaccidents.com> [15 April 2017]

<http://www.dosh.gov.my> [15 April 2017]

<https://www.lipstiq.com> [12 April 2017]

<https://www.mom.gov.sg> [12 April 2017]

<https://www.safeppractice.co.za> [18 April 2017]

<https://www.sbs.com.au> [15 April 2017]

<https://www.smh.com.au/news> [15 April 2017]

<https://www.starproperty.my> [18 April 2017]

<https://www.towercraneaccidents.blogspot.my> [12 April 2017]

<https://www.towercranesupport.com> [20 April 2017]

<https://www.vertikal.net> [20 April 2017]

<https://www.wshc.sg> [20 April 2017]

In, J.S. 2015. Factors that Affect Safety of Tower Crane Installation / Dismantling in Construction Industry. *Safety Science* 72:379-390.

Isherwood, R. 2010. Tower Crane Incidents Worldwide.

Kang, S. & Miranda, E. 2007. Physics Based Model for Simulating the Dynamics of Tower Cranes, Stanford University, United Kingdom.

Kawata, M. 2007. Safety use of Cranes in the Construction Industry, Occupational Occupational Safety and Health Council, Hong Kong

- Kompilasi Laporan Kajian Bagi Pelan Tindakan Rancangan Pembangunan KKP (Field Laboratory) Bagi Pegawai J52 JKPP, Bahagian Dasar dan Penyelidikan, Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (JKPP), Kementerian Sumber Manusia.
- Kurusamy, S. 2015. Improving the Safety of Lifting Operations: Case Studies and Recommendations for the Construction Industry Construction Safety Seminar on Safe Lifting, 9July2015, <http://www.scal-academy.com.sg/SeminarDownload.aspx?fid=2566>
- Margaret Sharkey, 2012. London Hazards Centre Response to Health and Safety Executive CD 239, Proposal to remove The Notification of Conventional Tower Cranes Regulations 2010 (S.I. 2010/333)
- Marquez, A. A., Venturino, P. & Otegui, J. L. 2014. Common root causes in recent failures of cranes. *Engineering Failure Analysis* 39: 55-64.
- Mohamed, S. 2002. Safety climate in construction site environments. *Journal of Construction Engineering and Management* 128 (5): 375–383.
- Ng, T.O. 1997. Evaluating the Construction Safety Condition under Hong Kong Government Policies with Reference to Total Safety Management System, The University of Hong Kong, Hong Kong Special Administrative Region.
- Occupational Safety and Health Council, 2008a. Green Cross, Occupational Safety and Health Council, Hong Kong.
- Occupational Safety and Health Council, 2008b. Occupational Safety and Health Statistics Bulletin Issue No. 7, Labour Department, Hong Kong Special Administrative Region.
- Panchal Varsha Govindbhai, Dodiya Parth Ishwarbhai, 2013. Safety Measurement of High-Rise Building. *Paripex – Indian Journal of Research* 3(4). ISSN –2250-1991.
- Rahman, R. A. & Hassan, K. H. 2008. Regulating high-risk activities in construction industry in Malaysia: Need for legal protection. *Jurnal Undang-undang dan Masyarakat* 12: 39-44.
- Operations and Lifting Equipment Regulations 1998, LOLER.
- Raviv, G., Fishbain, B., & Shapira, A. 2016. Analyzing Risk Factors in Crane-Related Near-Miss and Accident Reports. *Safety Science* 91:192-205.
- Saifullah, N. M. & Ismail, F. 2012. Integration of Occupational Safety and Health during Preconstruction Stage in Malaysia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 35: 603-610.
- Shapira, A. & Lyachin, B. 2009. Identification and analysis of factors affecting safety on construction sites with tower cranes. *Journal of Construction Engineering and Management* 135(1): 24–33.
- Shapiro, H., Shapiro, J. & Shapiro, K. 2000. *Cranes and Derricks*. McGraw-Hill, New York.
- Shin, I.J. 2015. Factors that affect safety of tower crane installation/dismantling in construction industry. *Safety Science* 72: 379–390.



- Swuste, P. 2013. A 'normal accident' with a tower crane? An accident analysis conducted by the Dutch Safety Board. *Safety Science* 57: 276–282.
- Tam, C.M., Zeng, S.X., & Deng, Z.M. 2004. Identifying elements of poor construction safety management in China. *Safety Science* 42:569-586.
- Tam, V.W.Y. & Fung I.V.H. 2011. Tower crane safety in the construction industry: A Hong Kong Study. *Safety Science* 49: 208-215.
- Veljković, Z., Spasojević-Brkić, V. & Brkić, A. 2015. Crane cabins' safety and ergonomics characteristics evaluation based on data collected in Sweden port. *Journal of Applied Engineering Science* 13(4): 299-306.
- Vivian W.Y.T. & Ivan W.H.F. 2011. Tower Crane Safety in the Construction Industry: A Hong Kong Study. *Safety Science* 49(2011): 208-215
- Workplace Safety and Health Committee, A Guide To Investigating Workplace Incidents. 2015.
- Zakaria, N. H., Mansor, N. & Abdullah, Z. 2012. Workplace Accident in Malaysia: Most Common Causes and Solutions. *Business and Management Review* 2(5): 75 – 88.
- Zrnic, N.D., Bosnjak, S.M., Gasic, V.M., Arsic, M.A. & Petkovic, Z.D. 2011. Failure analysis of the tower crane counter jib. *Procedia Engineering* 10: 2238-2243.
- 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.
- Workplace Safety and Health Committee, A Guide to Investigating Workplace Incidents, 2003.