

**ANALISIS DAN REKABENTUK DEWAN SERBAGUNA MAHKAMAH KUALA
TERENGGANU BERASASKAN BINAAN STRUKTUR KERANGKA PORTAL**

Oleh

SYED MOHD SYAWAL BIN SYED AHMAD

Disertasi ini dikemukakan kepada

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat
keperluan untuk ijazah dengan kepujian

SARJANA MUDA KEJURUTERAAN (KEJURUTERAAN AWAM)

PENGHARGAAN

Alhamdulillah, syukur ke hadrat Allah S.W.T. kerana dengan limpah kurniaNya dapat saya menyiapkan projek tahun akhir dengan jayanya.

Setinggi-tinggi penghargaan kepada penyelia projek tahun akhir saya, Prof. Madya Dr. Taksiah Abd. Majid kerana memberikan sumbangan yang besar dalam memastikan projek tahun akhir ini berjaya disiapkan dengan berkualiti dalam masa yang ditetapkan. Beliau tidak pernah jemu untuk memberi tunjuk ajar dan nasihat sekiranya terdapat sebarang masalah semasa proses penyiapan projek tahun akhir ini. Beliau sentiasa memantau tahap kemajuan projek tahun akhir ini dari semasa ke semasa bagi memastikan projek tahun akhir ini dapat disiapkan dalam masa yang ditetapkan. Segala ilmu dan pengalaman yang dicurahkan tidak ternilai harganya.

Terima kasih diucapkan kepada pihak firma perunding MECIP (M) SDN. BHD. kerana sudi memberi sumbangan lukisan dari firma mereka bagi membolehkan saya menjalankan kerja-kerja analisis dan rekabentuk. Antara individu dari pihak MECIP yang telah banyak memberi ilmu dan tunjuk ajar dalam membantu saya memulakan projek tahun akhir ini ialah Encik Zaizul Imran Zainal yang merupakan jurutera struktur di firma tersebut. Kesudiannya berkongsi ilmu dan pengalaman dalam bidang struktur tidak akan dilupakan.

Tidak dilupakan juga kepada rakan-rakan seperjuangan dalam bidang kejuruteraan awam yang turut berkongsi ilmu dan membantu serba sedikit bagi membolehkan projek tahun akhir ini siap sepenuhnya.

Akhir kata, terima kasih diucapkan sekali lagi kepada semua pihak yang terlibat dalam menjayakan projek tahun akhir ini. Tanpa kehadiran dan sumbangan mereka projek tahun akhir ini tidak mungkin sempurna sepenuhnya.

ABSTRAK

Struktur binaan kerangka portal biasanya digunakan bagi membina bangunan yang mempunyai panjang bukaan rentangnya yang besar. Kerangka portal ini biasa digunakan dalam pembinaan kilang, gudang, dewan dan hangar pesawat. Kerangka portal amat sesuai bagi bangunan-bangunan seperti ini kerana mempunyai ruang atas yang besar dan lapang. Walaupun kos pembinaannya adalah tinggi, namun kerja-kerja pembinaan struktur ini adalah lebih mudah. Bagi projek pembinaan dewan serbaguna mahkamah Kuala Terengganu, kerangka portal menjadi pilihan sebagai struktur utamanya. Bukaan rentang dewan ini adalah sepanjang 25.2m dengan ketinggian 16.1m dan panjang 41m. Selain daripada beban mati dan beban hidup, beban angin turut dipertimbangkan dalam analisis kerangka portal dewan ini. Pertimbangan beban angin adalah berdasarkan MS 1553 : 2002 dan BS 6399 : Part 2 : 1995. Pertimbangan ini penting kerana keadaan angin di Malaysia adalah berbeza daripada negara-negara lain seperti di Eropah. Analisis kerangka portal adalah dibantu dengan perisian komputer *Structural Analysis (Aslam Kassimali, 1999)* bagi mendapatkan tindakbalas daya dan momen di penyokong. Dua kaedah digunakan dalam merekabentuk kerangka portal dewan ini bagi mendapatkan saiz keratannya iaitu secara manual dan dengan menggunakan perisian komputer S-Frame. Sementara itu, rekabentuknya adalah menurut kod amalan BS 5950 : Part1 : 2000. Keputusan kajian menunjukkan bahawa saiz keratan yang diperolehi daripada pengiraan secara manual ialah 838 X 292 X 176 kg UB dan dengan menggunakan S-Frame pula ialah 914 X 419 X 343 kg UB.

ABSTRACT

Generally, portal frame structures are used in the construction of a long span building such as industrial building, warehouse, hall and hangar. Portal frame is suitable for the buildings because its have large space at the top. Although it is relatively expensive, but the portal frame is quite easy to construct. The hall of Kuala Terengganu court has been chosen as a case study. The hall is 25.2m span with 16.1m height and 41m long. The loads applied to the portal frame are dead load, live load and wind load. The wind load are according to MS 1533 : 2002 and BS 6399 : Part 2 : 1995. The wind load considerations are very important because wind pressure in Malaysia are different than others countries in Europe. Analysis portal frame were carried out by computer software called *Structural Analysis (Aslam Kassimali, 1999)* to get the reactions and the moments at the supports. Two methods are used in the design of the portal frame to get the size of sections. The methods are manually and S-Frame computer software. The structural steel design were refer to BS 5950 : Part 1 : 2000. Result shows that the size of section from manually calculation are 838 X 292 X 176 kg UB and S-Frame software is 914 X 419 X 343 kg UB.

KANDUNGAN

	MUKA SURAT
PENGHARGAAN	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KANDUNGAN	v
SENARAI RAJAH	ix
SENARAI JADUAL	x
SENARAI SIMBOL	xi
BAB 1 PENGENALAN	1
1.1 SEPINTAS LALU	1
1.2 KERANGKA PORTAL	2
1.3 OBJEKTIF KAJIAN	3
1.4 PENDEKATAN KAJIAN	4
BAB 2 KAJIAN LITERATUR	6
2.1 KELULI	6
2.1.1 Kelebihan Keluli	7
2.1.2 Keburukan Keluli	9
2.2 BENTUK-BENTUK STRUKTUR KELULI	10
2.2.1 Struktur Kerangka Portal Keluli	11
2.2.2 Struktur Kekuda Keluli	14

2.3	KAJIAN LEPAS	18
2.4	KENYATAAN PERMASALAHAN	20
BAB 3	METODOLOGI	22
3.1	PERINGKAT KAJIAN	22
3.2	PENENTUAN BEBAN REKABENTUK	24
3.2.1	Beban Mati	24
3.2.2	Beban Hidup (Kenaan)	25
3.2.3	Beban Angin	25
3.2.3.1	<i>Penentuan Beban Angin Menurut MS 1533: 2002</i>	26
3.2.3.1	<i>Penentuan Beban Angin Menurut BS 6399 : Part 2 : 1995</i>	27
3.3	ANALISIS DAN REKABENTUK KERANGKA PORTAL	29
3.3.1	Kaedah Manual	29
3.3.1.1	<i>Analisis Kerangka Portal</i>	29
3.3.1.2	<i>Penentuan Nilai R dan M</i>	30
3.3.1.3	<i>Penentuan Nilai M_{pc} dan M_{pr}</i>	31
3.3.1.4	<i>Penentuan Saiz Anggota Kasau dan Tiang</i>	33
3.3.1.5	<i>Semakan Terhadap Kerangka Portal</i>	33

3.3.2	Menggunakan Perisian S Frame	37
3.3.2.1	<i>Penentuan Nod</i>	37
3.3.2.2	<i>Penentuan Saiz Keratan</i>	37
3.3.2.3	<i>Penentuan Kod Amalan</i>	38
3.3.2.4	<i>Pembebanan</i>	38
3.4	PERBANDINGAN SAIZ KERATAN KERANGKA PORTAL	40
BAB 4	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	41
4.1	PEMBEBANAN	42
4.1.1	Beban Mati dan Beban Hidup	42
4.1.2	Beban Angin	42
4.1.2.1	Menurut MS 1553 : 2002	43
4.1.2.2	Menurut MS 6399 : Part 2 : 1995	44
4.1.2.3	Tekanan Angin Rekabentuk	46
4.1.3	Beban Rekabentuk	47
4.2	ANALISIS DAN REKABENTUK KERANGKA PORTAL	48
4.2.1	Nilai R dan M	48
4.2.2	Nilai M_{pc} dan M_{pr}	50
4.2.3	Saiz Keratan	52
4.2.4	Semakan Terhadap Kerangka Portal	52
4.2.5	Perisian S-Frame	54

4.3 PERBANDINGAN SAIZ KERATAN KERANGKA PORTAL	55
BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN	57
5.1 KESIMPULAN	57
5.2 CADANGAN	59
RUJUKAN	
LAMPIRAN A : Lukisan Perincian Kerangka Portal	
LAMPIRAN B : Pengiraan Secara Manual	
LAMPIRAN C : Keputusan Analisis daripada Perisian Aslam Kassimali	
LAMPIRAN D : Keputusan daripada Perisian S-Frame	
LAMPIRAN E : Pertimbangan Beban oleh Firma Perunding	

SENARAI RAJAH

<u>RAJAH</u>		<u>M/S</u>
Rajah 2.1	Struktur bangunan yang menggunakan keluli sepenuhnya	6
Rajah 2.2	Bentuk struktur keluli	11
Rajah 2.3	Bukaan rentang kerangka portal	12
Rajah 2.4	Jenis sambungan tiang kerangka portal kepada penapak	12
Rajah 2.5	Struktur kekuda	14
Rajah 2.6	Susunan kekuda antara rentang	15
Rajah 2.7	Kedudukan struktur kekuda jambatan	16
Rajah 2.8	Menara dengan susunan kekuda	17
Rajah 3.1	Carta alir kajian	23
Rajah 3.2	Daya tindakbalas dan momen yang berlaku pada kerangka	30
Rajah 3.3	Beban-beban yang bertindak di sepanjang anggota kerangka	32
Rajah 4.1	Kerangka portal yang direkabentuk	41
Rajah 4.2	Nilai C_{fig} pada anggota-anggota kerangka portal	44
Rajah 4.3	Nilai C_p pada anggota-anggota kerangka portal	45
Rajah 4.4	Daya tindakbalas dan momen yang bertindak di penyokong	48

SENARAI JADUAL

<u>JADUAL</u>		<u>M/S</u>
Jadual 2.1	Jarak sesuai antara kerangka dengan rentang yang berbeza	13
Jadual 4.1	Jumlah beban mati dan beban hidup	42
Jadual 4.2	Nilai C_{fig} untuk anggota kerangka yang berlainan	43
Jadual 4.3	Nilai C_p untuk anggota kerangka yang berlainan	45
Jadual 4.4	Tekanan angin rekabentuk	46
Jadual 4.5	Daya tindakbalas dan momen yang bertindak di penyokong	49
Jadual 4.6	Tindakbalas ufuk dan momen di tengah rentang	49
Jadual 4.7	Samakan antara nilai M_p dan M_{pr}	50
Jadual 4.8	Nilai M_{pr} dan M_{pc} sebelum dan selepas penambahan 22% pada nilai R	51
Jadual 4.9	Saiz keratan bagi anggota kerangka portal	52
Jadual 4.10	Samakan terhadap kerangka portal	53
Jadual 4.11	Saiz keratan bagi anggota kerangka daripada perisian S Frame	54
Jadual 4.12	Perbandingan antara saiz keratan anggota kerangka portal	55

SENARAI SIMBOL– SIMBOL

Berikut adalah senarai simbol-simbol yang telah digunakan dalam analisis dan rekabentuk kerangka portal :

<u>SIMBOL</u>	<u>KETERANGAN</u>
A	Luas
A_g	Luas keratan rentas anggota keluli
b	Panjang bangunan
C_a	Faktor kesan saiz dengan kaedah biasa
C_{dyn}	Faktor tindakbalas dinamik
C_{fig}	Faktor bentuk aerodinamik
C_p	Pemalar tekanan bersih
$C_{p,e}$	Pemalar tekanan luaran
$C_{p,i}$	Pemalar tekanan dalaman
d	Kedalaman atau jarak yang selari dengan arah angin
D	Kedalaman keratan
D_h	Kedalaman tambahan bahu
D_s	Kedalaman kasau
F	Jumlah daya yang bertindak
f_c	Tekanan mampatan akibat daya paksi
G_k	Beban Mati
h	Tinggi kerangka
H_1	Daya tindakbalas ufuk pada penyokong 1
H_5	Daya tindakbalas ufuk pada penyokong 5
I	Faktor penting
I_c	Momen luas kedua bagi tiang
I_r	Momen luas kedua bagi kasau

K_a	Faktor pengurangan luas
K_c	Faktor kombinasi
K_l	Faktor tekanan tempatan
K_p	Faktor pengurangan liang bangunan
L	Panjang bukaan rentang kerangka
L_b	Panjang rentang berkesan ruang
L_{ex}	Panjang berkesan tiang pada arah-x
L_{ey}	Panjang berkesan tiang pada arah-y
L_h	Panjang bahu
L_m	Had jarak antara gulung-gulung
L_r	Jumlah panjang binaan kasau
L_s	Had jarak antara kekangan ke bibir tegangan
m	Faktor momen teragih seragam
M	Momen yang bertindak di tengah rentang
M_1	Momen pada penyokong 1
M_5	Momen pada penyokong 5
M_{ax}	Pengurangan momen lengkukan pada paksi-x
M_{ay}	Pengurangan momen lengkukan pada paksi-y
M_b	Momen rintangan lengkukan
M_{cx}	Kapasiti momen keratan rentas pada paksi utama
M_d	Pekali arah angin
M_h	Pekali bentuk bukit
M_p	Momen anggota kerangka.
M_{pc}	Momen pada anggota tiang kerangka
M_{pr}	Momen pada anggota kasau kerangka
M_s	Pekali penahan
M_x	Momen yang dikenakan pada paksi utama
M_y	Momen yang dikenakan pada paksi minor
$M_{z,cat}$	Pekali kekasaran bagi permukaan yang berbeza
P	Tekanan angin rekabentuk
P_e	Tekanan angin luaran

P_i	Tekanan angin luaran
P_y	Kekuatan rekabentuk keluli
P_{yr}	Kekuatan rekabentuk anggota kasau
Q_k	Beban Hidup
q_s	Tekanan dinamik
R	Tindakbalas ufuk di tengah rentang
r_{xx}	Jejari legaran pada paksi-x
r_y	Jejari legaran pada paksi-y
r_{yy}	Jejari legaran pada paksi-y
S	Tindakbalas pugak di tengah rentang
S_a	Faktor fotografi
S_b	Faktor ketinggian bangunan
S_d	Faktor arah
S_p	Faktor kebarangkalian
S_s	Faktor musim
S_x	Modulus plastik pada paksi major
u	Parameter lengkukan pada keratan rentas
v	Faktor kelangsingan
V_e	Halaju angin berkesan
V_1	Daya tindakbalas pugak di penyokong 1
V_5	Daya tindakbalas pugak di penyokong 5
V_b	Halaju asas angin
V_{des}	Halaju angin rekabentuk bangunan
V_s	Halaju angin di tapak
V_{sit}	Halaju angin di tapak
W	Beban teragih seragam yang bertindak di sepanjang rentang
W_k	Beban angin
x	Indeks kilasan
α	Kecerunan bumbung
λ	Kelansingan
λ_{LT}	Kelansingan setara

λ_x	Kelangsingan pada paksi-x
λ_y	Kelangsingan pada paksi-y
η	Nisbah antara bibir atas dan bibir bawah
Ω	Nisbah kesan lengkokan kerangka

BAB 1 PENGENALAN

1.1 SEPINTAS LALU

Malaysia merupakan sebuah negara yang giat menjalankan projek pembinaan selaras dengan statusnya sebagai negara membangun. Sejak akhir-akhir ini, dapat dilihat projek pembinaan bangunan di bandar-bandar besar di seluruh negara. Kebiasaannya, projek-projek pembinaan ini adalah berasaskan konkrit sepenuhnya. Bangunan yang berasaskan bahan binaan konkrit ini amat popular di Malaysia berbanding dengan bahan binaan lain. Pihak pemaju lebih cenderung untuk memilih bahan binaan konkrit dalam projek pembinaan.

Terdapat banyak faktor yang mendorong pemaju-pemaju ini menggunakan bahan binaan konkrit. Antaranya adalah bekalan bahan binaan ini mudah didapati dengan harga pasaran yang stabil. Selain itu, kebanyakan kontraktor di negara ini mempunyai kepakaran yang luas dalam bidang pengkonkritan.

Namun begitu, terdapat juga pemaju menggunakan bahan binaan berasaskan keluli dalam projek-projek pembinaan. Ini kerana, projek pembinaan bangunan kediaman dan bangunan pejabat berasaskan keluli masih lagi belum dipraktikkan di negara ini. Bahan binaan keluli ini biasanya hanya digunakan untuk pembinaan menara, kilang dan gudang. Selain itu, keluli juga digunakan bagi penghasilan kekuda untuk bumbung bangunan bagi menggantikan bahan binaan kayu.

1.2 KERANGKA PORTAL

Lazimnya kerangka portal adalah salah satu binaan struktur bangunan rendah yang dihasilkan daripada bahan binaan keluli. Kebanyakan kerangka portal digunakan dalam pembinaan kilang, gudang, hangar kapal terbang, dewan serba guna dan dewan orang ramai. Walaupun dari segi kos pembinaan kerangka portal tidak begitu ekonomik berbanding dengan penggunaan galang kekisi, tetapi pembinaannya adalah lebih mudah dengan ruang atasnya yang besar dan lapang.

Di samping itu, kerangka portal juga boleh dibina untuk struktur bangunan yang mempunyai bukaan rentang yang besar. Biasanya panjang bukaan rentang yang biasa digunakan adalah antara 30-40m. Hal ini menyebabkan kerangka portal sering menjadi pilihan pereka bentuk walaupun dengan kos pembinaan yang tinggi. Selain itu, kos pembinaan kerangka portal adalah tinggi disebabkan harga keluli di pasaran yang tinggi dan tidak stabil disamping keluli perlu diimport dari luar negara dengan kos pengangkutan yang tinggi. Kerangka portal mempunyai dua struktur utama iaitu :

- i. Kasau
- ii. Tiang

Namun begitu, bagi mendapatkan struktur kerangka yang lebih stabil dari segi huyung, terdapat anggota tambahan iaitu bahu kerangka dan perambat.

1.3 OBJEKTIF KAJIAN

Antara objektif utama kajian ini adalah untuk merekabentuk dewan serbaguna mahkamah Kuala Terengganu dengan menggunakan struktur binaan kerangka portal. Maka beberapa objektif kajian adalah seperti berikut :

- i. Mendapatkan dan membandingkan nilai beban angin yang sesuai untuk digunakan dalam analisis kerangka portal. Penentuan beban angin ini adalah berdasarkan kod amalan MS 1553 : 2002 dan BS 6399 : Part 2 : 1995.
- ii. Menjalankan analisis dan rekabentuk terhadap kerangka portal.
- iii. Perbandingan antara rekabentuk secara manual dengan rekabentuk dengan menggunakan perisian komputer S-Frame.
- iv. Perbandingan antara saiz keratan anggota kerangka portal yang telah disyorkan oleh firma perunding berbanding dengan saiz keratan yang diperolehi menerusi kaedah manual dan perisian S-Frame.

1.4 PENDEKATAN KAJIAN

Sebelum memulakan kerja-kerja analisis dan rekabentuk dewan serbaguna mahkamah Kuala Terengganu, lukisan-lukisan yang berkaitan dengan rekabentuk dewan tersebut diperolehi daripada firma perunding MECIP (M) SDN. BHD sebuah firma perunding yang bertempat di Kuala Terengganu. Perbincangan turut diadakan terlebih dahulu bersama jurutera-jurutera di firma tersebut bagi mendapatkan lukisan-lukisan tersebut.

Analisis perlu dibuat terlebih dahulu terhadap kerangka portal sebelum merekabentuk dewan serbaguna tersebut. Analisis yang dibuat terhadap kerangka portal tersebut perlu dibuat bagi mendapatkan tindak balas daya dan momen yang bertindak ke atas anggota kerangka. Kaedah analisis plastik adalah menjadi pilihan dalam menganalisis kerangka portal ini kerana dapat menghasilkan anggota yang lebih kecil. Oleh itu, beban daripada bangunan dapat dikurangkan. Walau bagaimanapun, dalam kaedah analisis ini perlu diberi perhatian terhadap pesongan dan jika perlu, rembatan tambahan hendaklah dilakukan.

Dalam pertimbangan beban, beban angin ditentukan berdasarkan MS 1553 : 2002 dan BS 6399 : Part 2 : 1995 dan nilai beban angin yang paling tinggi diambil sebagai beban angin dalam analisis kerangka portal.

Terdapat dua (2) kaedah yang digunakan dalam merekabentuk kerangka portal ini iaitu dengan menggunakan :

- i. Kaedah Manual
- ii. Perisian Komputer S-Frame.

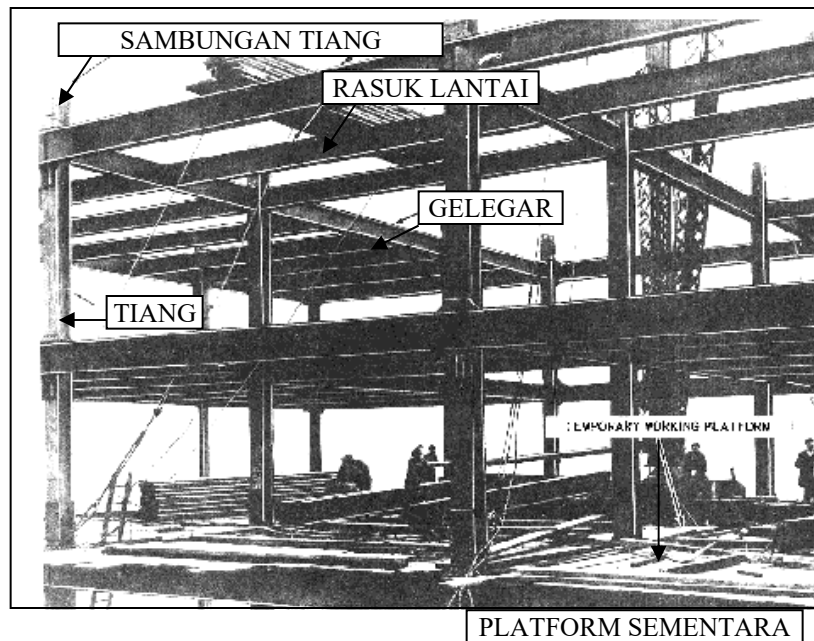
Dalam kaedah manual, untuk mendapatkan daya tindakbalas dan momen yang bertindak di penyokong struktur kerangka portal adalah berdasarkan keputusan daripada perisian komputer *Structural Analysis oleh Aslam Kassimali*. Rekabentuk kerangka portal adalah menurut kod amalan BS 5950 : Part 1 : 2000.

Berdasarkan keputusan yang diperolehi daripada kedua-dua kaedah, maka saiz keratan anggota struktur kerangka portal diperolehi. Perbandingan dibuat berdasarkan saiz keratan yang diperolehi. Saiz keratan anggota kerangka portal perlu dibuat beberapa seragaman untuk mendapatkan saiz yang sesuai dan menepati ciri-ciri keselamatan yang telah digariskan. Perlu diingat bahawa perhatian perlu diberi terhadap pesongannya kerana rekabentuk kerangka portal ini adalah secara analisis plastik.

BAB 2 KAJIAN LITERATUR

2.1 KELULI

Keluli merupakan bahan asas dalam industri pembinaan seperti pembinaan bangunan-bangunan dan jambatan. Penggunaan keluli dalam industri pembinaan ini semakin mendapat perhatian di kalangan para kontraktor. Ini kerana keluli terkenal dengan ketahanan, kekuatan dan kelenturannya. Bahkan keluli juga dikatakan bakal menjadi alternatif kepada kayu dan juga konkrit yang merupakan bahan yang telah lama biasa digunakan dalam industri pembinaan. Dalam pembinaan struktur bangunan, keluli juga biasa digunakan sebagai bahan binaan dalam menghasilkan struktur utama, kekuda dan juga kerangka seperti dalam Rajah 2.1. (<http://www.infodotinc.com/inteng/11.htm>)



Rajah 2.1 : Struktur bangunan yang menggunakan keluli sepenuhnya

(<http://www.infodotinc.com/inteng/11.htm>)

2.1.1 Kelebihan Keluli

Terdapat banyak kelebihan dan kebaikan penggunaan keluli dalam pembinaan berbanding dengan bahan-bahan lain seperti konkrit dan kayu yang menjadi faktor penyebab pemaju lebih cenderung untuk menggunakan bahan binaan ini dalam projek pembinaan mereka.

Antara kebaikan dan kelebihan penggunaan keluli dalam sektor pembinaan adalah lebih menjimatkan masa berbanding dengan konkrit yang lazim digunakan sekarang. Ini adalah kerana keluli yang digunakan dalam pembinaan adalah keluli yang sudah dibentuk dalam acuan yang dibawa dari kilang. Hal ini menyebabkan penggunaan keluli lebih menjimatkan masa kerana tidak perlu menunggu masa yang lama untuk membinannya berbanding dengan konkrit yang memerlukan masa yang tertentu untuk membolehkan konkrit tersebut keras bagi mendapatkan hasil konkrit dengan kekuatan yang dikehendaki. (Abdul Majid : <http://www.geocities.com/nzol2000/besi.htm>)

Bagi pemaju, penggunaan keluli dalam projek pembinaan dapat menjimatkan kos dalam pelbagai aspek. Keluli tidak memerlukan kerja-kerja penyelenggaraan yang sempurna semasa dan selepas pembinaan. Ini adalah kerana struktur keluli yang dipasang jarang mengalami kerosakan yang teruk. Jumlah kerosakan pada kerja-kerja adalah kecil berbanding dengan kerja konkrit yang mengalami pelbagai masalah kerosakaan semasa dan selepas pembinaan. Projek pembinaan yang menggunakan keluli ini biasanya tidak memerlukan tenaga buruh yang ramai. (<http://www.steelframes-trusses.com.au/>)

Sementara itu, penggunaan keluli dalam pembinaan adalah lebih mesra alam jika dibandingkan dengan bahan binaan yang lain. Ini kerana keluli merupakan bahan yang 100% boleh dikitar semula. Lebihan keluli daripada binaan dapat dikitar semula untuk dijadikan struktur binaan yang baru. Penggunaan keluli juga dapat mengelakkan daripada berlakunya pembaziran. Semasa penghasilan keluli, lebihan sisa yang terhasil hanya 2% berbanding dengan kayu yang menghasilkan 20% lebihan sisa semasa penghasilannya.

Selain itu, ketahanan lasakan bahan keluli ini adalah lebih baik jika dibandingkan dengan bahan binaan yang lain. Keluli adalah tidak mudah terbakar kerana takat leburnya yang tinggi. Keluli juga bebas daripada serangan haiwan perosak seperti anai-anai. Oleh itu, keluli adalah bahan yang tidak mudah mereput seperti bahan binaan kayu yang mudah diserang anai-anai.

Struktur keluli juga merupakan struktur yang stabil. Keluli bebas daripada keadaan menyusut dan juga daripada rayapan yang sering berlaku kepada struktur konkrit. Hal ini kerana keluli tidak mempunyai sebarang masalah dalam faktor kandungan lembapan.

Penggunaan keluli adalah sesuai bagi projek pembinaan yang memerlukan masa yang singkat. Ini adalah kerana struktur keluli telah tersedia yang dibawa dari kilang dan hanya kerja-kerja pemasangan sahaja yang dilakukan di tapak bina. Di samping itu, kerja-kerja pembinaan dan penyelenggaraannya adalah lebih mudah dan tidak memerlukan masa yang lama untuk menyiapkan sesuatu projek pembinaan tanpa mengalami sebarang masalah yang serius. (<http://unitedsteelsystems.com/>)

2.1.2 Keburukan Keluli

Pemaju yang ingin menggunakan struktur keluli dalam projek pembinaan perlu mempertimbangkan beberapa keburukan yang akan dihadapinya.

(http://hcg11.eng.ohio-state.edu/~ceg532/chap1/chap1_2.htm)

- i. Struktur keluli mungkin memerlukan kos yang lebih tinggi daripada jenis struktur yang lain.
- ii. Kekuatan keluli akan menurun apabila terdedah kepada suhu yang tinggi terutamanya semasa berlakunya kebakaran. Tambahan pula, keluli merupakan pengalir haba yang baik yang menyebabkan pindahan haba seluruh bahagian bangunan berlaku dengan begitu cepat.
- iii. Struktur keluli yang terdedah kepada air dan udara perlu penyelenggaraan yang sempurna. Ini kerana struktur tersebut lebih mudah berlaku kerosakan akibat pengaratan dan perlu dicat sebagai langkah penyelenggaraan.
- iv. Struktur keluli lebih mudah berlaku lengkokan. Apabila nilai nisbah kekuatan dan berat adalah tinggi, anggota mampatan keluli biasanya mempunyai kelangsingan yang tinggi dan mudah untuk berlakunya lengkokan.