

**DESIGN AND FABRICATION OF ELECTROSPINNING
MACHINE CABINET**



UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

DESIGN AND FABRICATION OF ELECTROSPINNING MACHINE CABINET

ALIF HAMIZAN BIN SHAHRON

**Laporan ini dikemukakan
sebagai memenuhi keperluan untuk
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Rekabentuk dan Inovasi)**



UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

SEPTEMBER 2017

PENGISYTIHARAN PENYELIA

‘Saya telah membaca laporan ini

dan pada pendapat saya laporan ini

adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk penganugerahan

Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Rekabentuk dan Inovasi)’

Tandatangan :

Nama Penyelia : **DR. NURFAIZEY BIN ABDUL HAMID**

Tarikh :

PENGISYTIHARAN PENULIS

“Saya akui karya ini adalah kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang saya letakan sumber ”



Tandatangan :

Nama Penulis : **ALIF HAMIZAN BIN SHAHRON**

Tarikh :

PENGHARGAAN

Pertama sekali saya bersyukur kepada Allah s.w.t. kerana memberi kesempatan kepada saya bagi menyiapkan projek saya.

Dalam menyiapkan laporan ini, saya telah berhubung dengan ramai pihak yang tidak putus memberi bantuan. Pertama sekali, dengan ikhlasnya saya mengucapkan ribuan terima kasih kepada penyelia saya iaitu Dr. Nurfaizey Bin Abdul Hamid kerana telah memberi tunjuk ajar, galakkan, nasihat serta motivasi kepada saya selama menyiapkan projek ini. Tanpa bantuan beliau, nescaya laporan ini tidak selengkap yang ada sekarang.

Pihak yang seterusnya membantu saya dalam memberi idea yang bernas dan tunjuk ajar yang baik dalam menjayakan penghasilan projek ini. Saya memberi sepenuhnya penghargaan kepada rakan sekelas saya Muhd Hafizz Bin Mustafa atas niat baiknya membantu saya. Saya amat hargai idea yang telah ditimbulkan olehnya.

Akhir sekali, saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada keluarga saya yang tidak putus memberi dorongan dan semangat kepada saya dari masa ke semasa. Tanpa mereka tidak mungkin saya berjaya ciapkan projek ini.

Terima kasih semua.

ABSTRACT

The aim of this project is to produce a new electrospun cabinet to run the process of electrospinning. Based on studies and observations, problems encountered while conducting electrospinning process is too vulnerable to hazards such as electric shock and chemical poisoning. With the production of this cabinet, the following problems can be solved. In this project, CATIA V5 software is used to create drawings and modeling the formation of the cabinet in three dimensions (3D). Meanwhile, the selection of the design is carried out using the Pugh Matrix. Several criteria were evaluated based on the elements of the Product Design Specification (PDS). After that, the design choices that have been modeled in 3D analyzed using CATIA V5 generative structure to determine the safety factor and ANSYS to determine the velocity and air pressure patterns in the cabinet. Bending and MIG welding method used to produce a good cabinet. In conclusion, with this cabinet in laboratory, experimental production of nano fibers can be carried out more safely.

ABSTRAK

Projek ini adalah untuk menghasilkan satu rekabentuk kabinet mesin pintalan elektrik yang baru untuk menjalankan proses pemintalan elektrik. Berdasarkan kajian dan pemerhatian, masalah yang dihadapi semasa menjalankan proses pintalan elektrik adalah terlalu terdedah dengan bahaya seperti renjatan elektrik dan keracunan bahan kimia. Dengan penghasilan kabinet ini, masalah yang berikut dapat diatasi. Di dalam projek ini, perisian CATIA V5 digunakan untuk membuat lukisan dan pembentukan kabinet pada pemodelan 3 dimensi (3D). Sementara itu, pemilihan rekabentuk dijalankan dengan menggunakan kaedah *Pugh Matrix*. Beberapa kriteria telah dinilai berdasarkan elemen- elemen *Product Design Specification* (PDS). Setelah itu, rekabentuk pilihan yang telah dimodelkan dalam bentuk 3D dianalisis menggunakan CATIA V5 struktur generatif bagi menentukan faktor keselamatan dan ANSYS bagi menentukan corak halaju dan tekanan udara didalam kabinet tersebut. Kaedah pembengkokan dan kimpalan MIG digunakan bagi menghasilkan sebuah kabinet yang cukup sifat. Kesimpulannya, dengan terhasilnya kabinet ini, ujikaji penghasilan serat nano dapat dijalankan dengan lebih selamat.

ISI KANDUNGAN

PENGISYTIHARAN PENYELIA	i
PENGISYTIHARAN PENULIS	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRACT	iv
ABSTRAK	v
ISI KANDUNGAN	vi
SENARAI JADUAL	x
SENARAI GAMBAR RAJAH	xi
SENARAI SINGKATAN	xv
SENARAI LAMPIRAN	xvi
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Penyataan Masalah	3
1.3 Objektif	3
1.4 Skop	4
1.5 Kaedah Umum	4
BAB 2	6
KAJIAN LITERATUR	6

2.1 Gambaran Keseluruhan	6
2.2 Pemintalan Elektrik	6
2.3 Penggunaan Bahan- Bahan Kimia Sebagai Pelarut	13
2.4 Jenis Mesin Pintalan Elektrik	16
2.5 Rekabentuk Kabinet Pemintal Elektrik	18
BAB 3	20
METODOLOGI	20
3.1 Pendahuluan.....	20
3.2 Spesifikasi Rekabentuk Produk (PDS)	21
3.3 Pemilihan Rekabentuk (Pugh Matrix)	22
3.4 Perisian CAD (CATIA) dan Finite Elemeny Analysis (ANSYS).....	23
BAB 4	24
DATA DAN HASIL KAJIAN.....	24
4.1 Pendahuluan.....	24
4.2 Spesifikasi Rekabentuk Kabinet Mesin Pintalan elektrik (PDS).....	24
4.3 Pemilihan Konsep Rekabentuk	26
4.4 Pemilihan Konsep	31
4.5 3D Model Rekabentuk Terperinci	33
4.6 Hasil lukisan Kabinet Mesin Pintalan Elektrik.....	37
4.7 Cantuman Bahagian Model 3D Dan Product Structure Tree	43
4.8 Kerja Fabrikasi.....	48

BAB 5	59
ANALISIS DAN PERBINCANGAN	59
5.1 Analisis Beban	59
5.2 Analisis Pengudaraan.....	63
5.3 Kos Penghasilan Produk	66
BAB 6	69
KESIMPULAN	69
CADANGAN	70
RUJUKAN	71
LAMPIRAN A	73
LAMPIRAN B	74
LAMPIRAN C	75
LAMPIRAN D	76
LAMPIRAN E	77
LAMPIRAN F	78
LAMPIRAN G	79
LAMPIRAN H	80
LAMPIRAN I	81
LAMPIRAN J	82
LAMPIRAN K	83
LAMPIRAN L	84



SENARAI JADUAL

Jadual	Tajuk	Halaman
3.1	Penilaian Rajah Pugh	22
4.1	Kriteria PDS Dan Parameter	25
4.2	Jadual Pugh Bagi Pemilihan Konsep Rekabentuk	31
	Kabinet Mesin Pental Elektrik	
5.1	Kos Upah	66
5.2	Kos Overhead	67
5.3	Kos Keseluruhan	68

SENARAI GAMBAR RAJAH

Rajah	Tajuk	Halaman
1.1	Mesin pengering cabinet dryer	2
1.2	Mesin Pintalan Elektrik	3
1.3	Carta Aliran Garis Projek	5
2.1	Contoh Alat Pemintal Elektrik	7
2.2	Gambar Rajah Skema Pemintalan Elektrik	7
2.3	Morfologi Co-PVDF nanofiber komposit dilihat dengan mikroskop cahaya dari aspek kepekatan. Voltan 21kV. Jarak 12 cm. Halaju 0.05 mL/minit	9
2.4	Morfologi Co-PVDF nanofiber komposit dilihat dengan mikroskop cahaya dari aspek voltan. Jarak 12 cm. Halaju 0.05 mL/minit. Kepekatan 19%.	10
2.5	Morfologi Co-PVDF nanofiber komposit dilihat dengan mikroskop cahaya dari aspek Halaju. Jarak 12 cm. Voltan 15kV. Kepekatan 19%.	11
2.6	Morfologi Co-PVDF nanofiber komposit dilihat dengan	12

mikroskop cahaya dari aspek jarak.. Voltan 15kV. Kepekatan

19%. Halaju 0.05 ml/minit

2.7	Pemintalan Electric Biasa	16
2.8	Pemintalan Electric <i>The Stand-Alone Basic</i>	17
2.9	Pemintal Electric Nanospinner24-XP	17
2.10	Kebuk Pemintalan Elektrik	18
3.1	Carta Alir Baris Projek	21
4.1	Konsep Rekabentuk 1	27
4.2	Konsep Rekabentuk 2	28
4.3	Konsep Rekabentuk 3	29
4.4	Konsep Rekabentuk 4	30
4.5	(1) Melukis pada paksi XY, YZ ataupun ZX, (2) Gambaran lukisan setelah <i>exit workbench</i> , (3) Nyatakan saiz pada arahan <i>pad</i>	34
4.6	(1) Melukis lukisan 2D pada permukaan pejal, (2) Tetapan arahan <i>pocket</i>	35
4.7	Tetapan bagi <i>edge fillet</i>	36
4.8	Tetapan bagi <i>chamfer</i>	36
4.9	Tetapan bagi <i>Rectangular pattern</i>	37
4.10	Model 3D Bingkai Kabinet	38
4.11	Model 3D Pintu Kabinet	38

4.12	Model 3D Panel Belakang (BWH)	39
4.13	Model 3D Panel Belakang (TGH)	39
4.14	Model 3D Panel Hadapan / Belakang (ATS)	40
4.15	Model 3D Panel Hadapan (BWH)	40
4.16	Model 3D Panel Tepi (ATS)	41
4.17	Model 3D Panel Tepi (BWH)	41
4.18	Model 3D Penutup Kabinet	42
4.19	Model 3D Tapak (ATS)	42
4.20	Model 3D Tapak Kerja	42
4.21	Cantuman Permukaan Rata	44
4.22	Cantuman dari komponen bulatan ke lubang	44
4.23	Sub-Assembly Pertama	45
4.24	Sub-Assembly Kedua	46
4.25	Assembly keseluruhan	47
4.26	Kerja Pembengkokkan Plat Menggunakan Mesin Bending	49
4.27	Panel yang mengalami proses pembengkokkan bersudut	50
4.28	Gambaran Proses Tekan Brek Lenturan	50
4.29	Gambaran Proses Menarik Lentur	51
4.30	Mesin Lenturan Gulung	52
4.31	Gambaran proses Pembentukan Gulung	52
4.32	Litar Kimpalan MIG	56

4.33	Litar Pewayaran Kabinet Pintalan Elektrik	58
5.1	Proses menentukan Lokasi Pengagihan Beban	61
5.2	Nilai Von Misses Dalam Unit <i>Mpa</i>	62
5.3	Struktur Deformation	62
5.4	(1) Proses Meshing, (2) Lukisan 2D	64
5.5	Halaju Udara Di Dalam Kabinet	65



SENARAI SINGKATAN

PVA	Polivinil alcohol
PVDF	Kopolimer polivinilidin fluoride
CoCl ₂ .6H ₂ O	Kobalt (II) Heksahidrat
NMP	1-metil-2-Pirolidon
NaOH	Natrium Hidroksida
CH ₃ COOH	Acetic Acid
H ₂ O	Air
NH ₃	Ammonia
CATIA	Computer Aided Three-Dimensional Interactive Application
Co-PVDF	Polyvinylidene Fluoride
NASA	National Aeronautics Space Administration
3D	3 Dimensi
2D	2 Dimensi
FEA	Finite Element Analysis
PDS	Product Design Specification
AHP	Analytical Heirarchy Process
LED	Light Emitting Diode
BWH	Bawah
ATS	Atas
TGH	Tengah
MIG	Metal Innert Gas
TIG	Tungsten Innert Gas

SENARAI LAMPIRAN

Lampiran	Tajuk	Halaman
A	Lukisan Pecahan Kabinet Mesin Pintalan Elektrik	72
B	Lukisan Bingkai Kabinet Mesin Pintalan Elektrik	73
C	Lukisan Cermin Tepi Kabinet Mesin Pintalan Elektrik	74
D	Lukisan Pintu Kabinet Mesin Pintalan Elektrik	75
E	Lukisan Panel Belakang (BWH) Kabinet Mesin Pintalan Elektrik	76
F	Lukisan Panel Belakang (TGH) Kabinet Mesin Pintalan Elektrik	77
G	Lukisan Panel Hadapan/ Belakang (ATS) Kabinet Mesin Pintalan Elektrik	78
H	Lukisan Panel Hadapan (BWH) Kabinet Mesin Pintalan Elektrik	79
I	Lukisan Panel Tepi (ATS) Kabinet Mesin Pintalan Elektrik	80
J	Lukisan Panel Tepi (BWH) Kabinet Mesin Pintalan Elektrik	81
K	Lukisan Penutup Kabinet Mesin Pintalan Elektrik	82

L	Lukisan Tapak (ATS) Kabinet Mesin Pintalan Elektrik	83
M	Lukisan Tapak Kerja Kabinet Mesin Pintalan Elektrik	84



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabinet dari segi istilahnya adalah perabot ataupun rak, laci yang digunakan untuk memegang, menyimpan atau memaparkan sesuatu barang. Kabinet biasanya diletak diatas lantai ataupun di kawasan yang mendatar berperanan melindungi barangan. Kebiasaannya kabinet dihasilkan bagi barangan di rumah, kedai, makmal, dan dapur. Antara barangan yang sering ditempatkan di dalam kabinet adalah televisyen, radio, alat- alat bertukang, peralatan dapur, peralatan makmal dan banyak lagi. Kelebihan penghasilan kabinet ialah kawasan persekitaran akan nampak lebih kemas serta tidak berselerak, barangan dapat disimpan dengan baik dan barangan akan lebih selamat.

Kebanyakan mesin sekarang dihasilkan bersama kabinet. Hal ini kerana kabinet memainkan peranan sebagai salah satu fungsi mesin tersebut. Contohnya kabinet mesin pengering seperti Rajah 1.1 yang mana mesin ini dapat digunakan untuk mengeringkan berbagai jenis bahan makanan maupun non makanan. Udara panas yang dihasilkan dari sumber pemanas disebarkan ke seluruh bagian ruang pengering dengan menggunakan blower. Kabinet mesin ini memainkan peranan bagi mengekalkan dan mengawal suhu di dalam kabinet agar mesin ini dapat mengeringkan berbagai jenis bahan.



Rajah 1.1 : Kabinet Mesin pengering

Bagi mesin pemintalan elektrik, penghasilan kabinet amat penting dalam aspek keselamatan. Dengan adanya kabinet, kemalangan seperti renjatan elektrik dan keracunan bahan kimia yang berbahaya akibat terhidu dapat dielakkan. Selain itu, dengan adanya rekabentuk kabinet dapat meningkatkan nilai estetika. Segala komponen, wayar dan alatannya dapat disusun dalam kabinet dengan lebih kemas jika dibandingkan dengan mesin pemintal elektrik tanpa kabinet. Oleh yang demikian, proses pintalan elektrik dapat dilaksanakan dengan lebih sistematik. Bagi menghasilkan kabinet yang baik dan bermutu, pemilihan bahan adalah penting tatkala segala ukuran komponen- komponen yang terlibat dalam proses ini seperti saiz bekalan kuasa voltan tinggi, pam picagari, pengumpul perlu diambil dengan tepat. Selain daripada itu, kedudukan komponen perlu diambil kira bagi menentukan saiz kabinet. Sistem pengudaraan di dalam mesin ini juga amat perlu dititikberatkan kerana proses ini melibatkan pelarut bahan kimia yang berubah menjadi wap. Langkah yang baik boleh diambil adalah dengan memasang kipas ekzos di dalam kabinet ini.

1.2 Penyataan Masalah



Rajah 1.2 : Mesin Pintalan Elektrik

Proses electrospinning merupakan proses yang mudah namun sekiranya tersilap langkah ataupun prosedur, ianya mungkin boleh memudaratkan pengguna. Jika dilihat pada Rajah 1.2, alat pemintalan elektrik tersebut terbukadan tiada sistem keselamatan sedangkan proses ini dijalankan dengan menggunakan bekalan voltan yang tinggi. Dengan keadaan mesin yang terdedah seperti Rajah 1.2, nescaya ianya sangat berbahaya dan boleh mengundang kepada berlakunya renjatan elektrik.

Selain itu, proses pemintalan elektrik menggunakan pelbagai jenis polimer sebagai pelarut seperti *polivinil alkohol* (PVA), *Kopolimer polivinilidin-fluorida* (PVDF), *kobalt (II) heksahidrat* ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), *1-metil-2-pirolidon* (NMP), *ammonia* (NH_3 10 %) *natrium hidroksida* (NaOH 0,4 N) dan *asam asetat* (CH_3COOH) 10%, *akuades* (H_2O) (Sugiyana & Tekstil 2011). Kebanyakan pelarut yang digunakan merupakan pelarut yang berbahaya. Bahan – bahan tersebut boleh meresap ke udara dan bergerak bebas ke kawasan persekitaran. Hal ini telah mendatangkan bahaya sekiranya pengguna terhidu bahan - bahan yang berisiko itu.

1.3 Objektif

Objektif projek ini adalah untuk mereka bentuk dan pembuatan kabinet mesin pintalan elektrik baharu yang dilengkapi kipas ekzos untuk sistem pengudaraan yang baik.

1.4 Skop

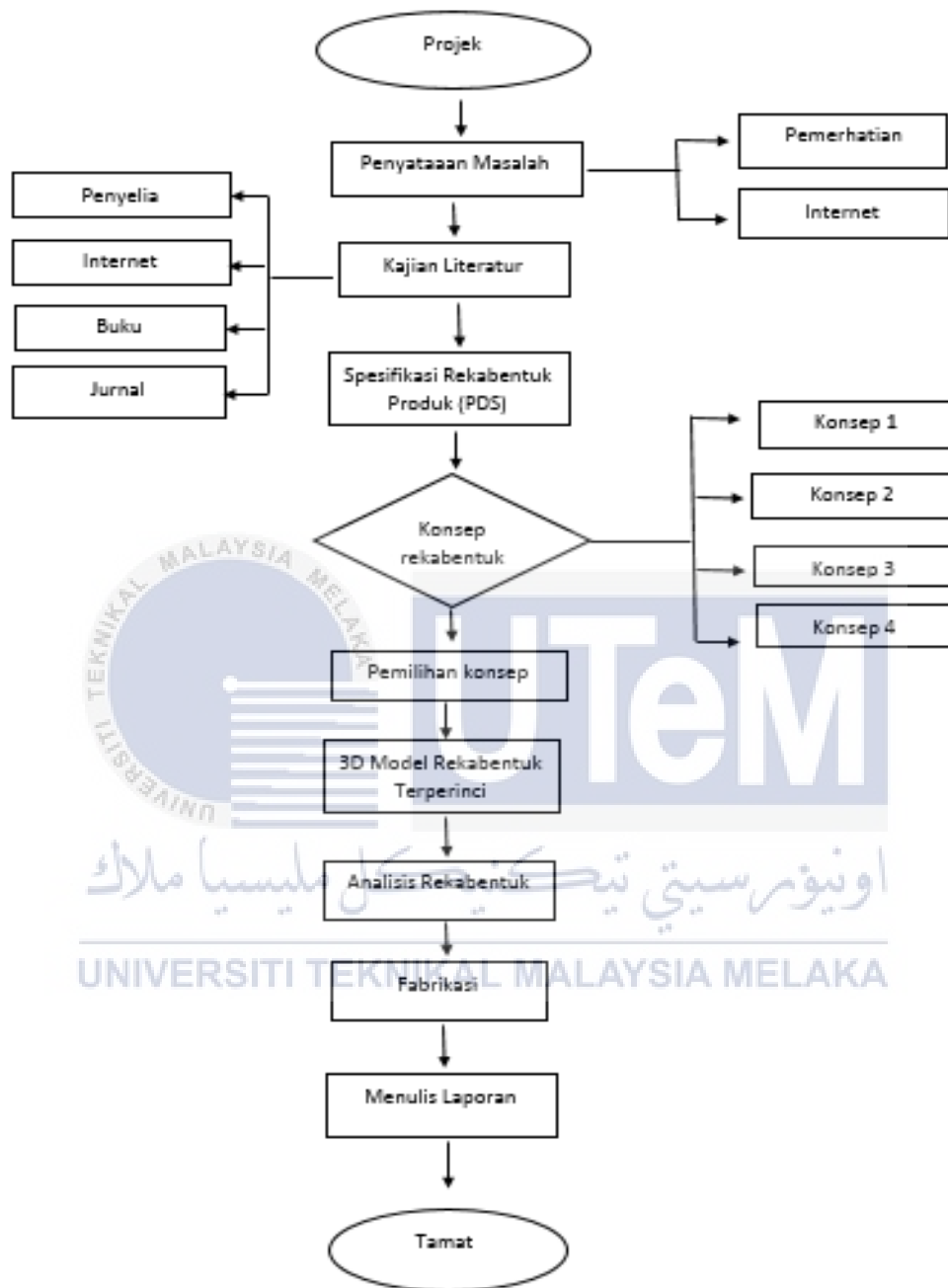
Di dalam projek ini, terdapat beberapa keterbatasan telah di buat :

- I. Untuk mereka bentuk mesin pintalan elektrik yang baharu menggunakan perisian CATIA.
- II. Untuk menghasilkan lukisan cantuman (*assembly*) dan bahagian (*part*) untuk proses pembuatan.
- III. Komponen utama dihasilkan menggunakan perspek dan keluli tahan karat.
- IV. Mencantumkan kabinet mesin pintalan elektrik.

1.5 Kaedah Umum

Projek ini dimulakan dengan mengenal pasti masalah pada Bab 1 yang mana pemerhatian dibuat bagi mencari masalah yang dihadapi oleh alat pemintal elektrik yang sedia ada. Kajian literatur dibuat pada Bab 2 dengan mencari maklumat mengenai alat pemintal elektrik melalui jurnal dan internet. Diteruskan dengan penerangan beberapa kaedah yang telah digunakan bagi menghasilkan sebuah kabinet pintalan elektrik pada Bab 3 seperti spesifikasi rekebentuk produk (PDS), pemilihan rekabentuk. Model 3 dimensi sebuah kabinet telah dibuat dengan menggunakan perisian CATIA. Pada Bab 4, penghasilan sebuah kabinet dijalankan dengan kaedah-kaedah yang dinyatakan pada Bab 3. Kerja fabrikasi dijalankan berpandukan lukisan yang telah dihasilkan. Pada Bab 5, beberapa analisis telah dibuat menggunakan perisian CATIA dan ANSYS.

Kaedah kajian ini diringkaskan dalam carta aliran seperti yang ditunjukkan pada Rajah 1.3



Rajah 1.3: Carta Aliran Garis Projek

BAB 2

KAJIAN LITERATUR

2.1 Gambaran Keseluruhan

Bab 2 merupakan rujukan yang boleh digunakan oleh pembaca untuk memahami teori dan butiran mengenai skop projek ini. Di dalam kajian literatur ini memberi tumpuan kepada pemintalan elektrik, penggunaan bahan- bahan kimia sebagai pelarut ,jenis mesin pintalan elektrik dan rekabentuk kabinet pemintal elektrik.

2.2 Pemintalan Elektrik

2.2.1 Latar Belakang Pemintalan Elektrik

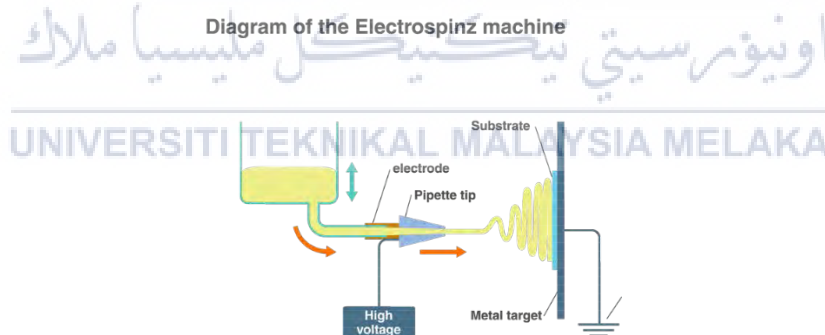
Kaedah pertama mengenai penggunaan proses pemintalan elektrik telah pun dihabarkan hampir seratus tahun lalu di Amerika Syarikat oleh John Francis Cooley pada tahun 1900. Namun, teknologi itu kurang mendapat perhatian pada masa itu. Pada tahun 1934, kaedah untuk menghasilkan benang dengan menggunakan proses pemintalan elektrik telah direkodkan oleh Anton Formhals. Formhals telah menggunakan pelarut cellulose acetate bagi menghasilkan serat halus untuk dijadikan benang pada masa itu. Pada awal tahun 1990-an, Darrel H. Reneker telah mempopularkan apa yang dikatakan ‘*electrospinning*’. Reneker telah menunjukkan banyak polimer organik yang boleh digunakan sebagai bahan pelarut untuk dijadikan serat nano melalui proses pemintalan elektrik. Sejak itu, penggunaan kaedah pemintalan elektrik telah meningkat dari tahun ke tahun (Tucker & Stanger 2012).

Pemintalan elektrik adalah satu kaedah untuk membuat serat yang berukuran sekecil diameter 10 μm ke 10 nm. Serat nano yang dihasilkan melalui proses pemintalan elektrik mempunyai ciri-ciri yang menarik dan unik seperti luas permukaan yang lebih besar dari isipadu, mengandungi sifat kimia, bahan konduktor yang baik dan mempunyai sifat optik

tertentu(Sugiyana & Tekstil 2011). Kaedah pemintalan elektrik adalah proses yang cepat, sederhana, dan murah dalam menghasilkan serat nano. Proses ini juga dapat menghasilkan serat nano yang cukup panjang. Alat yang digunakan dalam proses pemintalan elektrik disebut pemintal elektrik. **Rajah 2.1** menunjukkan contoh alat pemintal elektrik dan **Rajah 2.2** adalah gambar rajah skema pemintalan elektrik. Dengan alat tersebut, serat dapat dihasilkan sehalus diameter antara 2 nm sehingga 50 nm



Rajah 2.1 : Contoh Alat Pemintal Elektrik



Rajah 2.2 : Gambar Rajah Skema Pemintalan Elektrik

2.2.2 Proses Pemintalan Elektrik

Proses pemintalan elektrik dijalankan menggunakan 3 komponen utama iaitu bekalan arus voltan yang tinggi, lubang jarum dan pengumpul. Proses ini dimulakan dengan menggunakan cecair yang berupa larutan polimer yang dimasukkan kedalam picagari dan

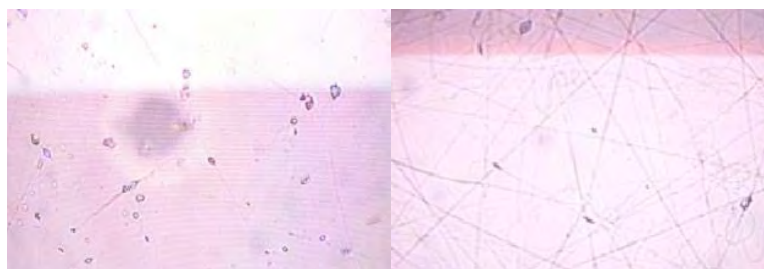
disembur tatkala semburan polimer tersebut dapat dikawal oleh pam picagari. Kemudiannya, larutan tersebut akan melalui *nozzle* atau lubang jarum dengan hujungnya yang kecil dan ditarik oleh medan elektrik arus terus. Larutan pada hujung *nozzle* itu akan berbentuk kon atau disebut sebagai *taylor cone* kerana pengaruh dari tegangan permukaan (Herdiawan et al. 2013). Dari *taylor cone*, ia akan membawa cas positif terus bergerak pada pengumpul yang merupakan cas negative maka disitulah terkumpulnya serat nano (Muhaimin et al. 2014).

2.2.3 Parameter

2.2.3.1 Kepekatan

Berdasarkan Rajah 2.3 jelas terdapat perbezaan antara morfologi serat komposit yang terbentuk hasil daripada proses pemintalan elektrik. Dengan kepekatan yang berlainan, gambaran morfologi serat juga berbeza. Semakin bertambah kepekatan, semakin bertambah baik serat yang dihasilkan. Pada Rajah 2.3 (a), serat yang terbentuk tidak seragam terdapat titisan cecair pada celah-celah fibernya yang disebut *beads*. Apabila bertambahnya kepekatan titisan cecair (*beads*) semakin berkurang dan hilang sehingga serat dihasilkan lebih baik, halus dan seragam seperti Rajah 2.3 (e).

اوتنور سیتی تکنیکل ملیسیا ملاک
UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA



(a) 14%

(b) 15%



(c) 17%

(d) 19%

(e) 21%

Rajah 2.3 : Morfologi Co-PVDF nanofiber komposit dilihat dengan mikroskop cahaya dari aspek kepekatan. Voltan 21kV. Jarak 12 cm. Halaju 0.05 mL/minit

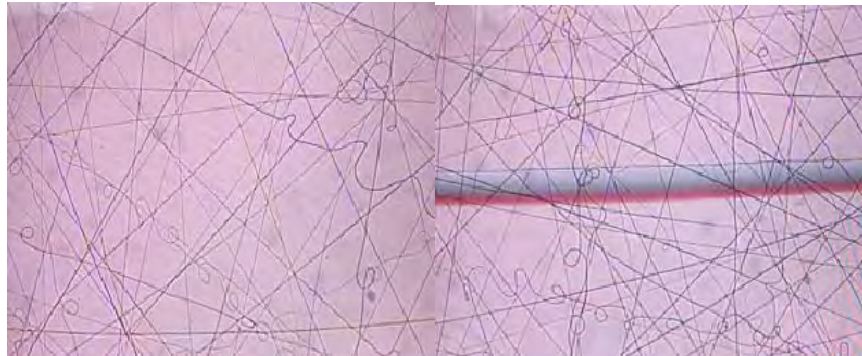
2.2.3.2 Voltan

Voltan merupakan komponen yang penting dalam pemintalan elektrik bagi menghasilkan serat. Beberapa nilai voltan digunakan bagi menghasilkan morfologi seperti Rajah 2.4. Pada Rajah 2.4 (a) voltan yang dikenakan adalah 10 kV telah menghasilkan bentuk morfologi kurang baik, tidak seragam, banyak terdapat *beads* dan tidak halus. Dengan adanya peningkatan voltan bentuk morfologi serat menjadi lebih seragam, *beads* nya hilang dan fiber yang dihasilkan cukup panjang. Hal ini disebabkan adanya perbezaan daya regangan *jet* larutan polimer dengan voltan elektrik yang dikenakan. *Beads* muncul pada serat apabila voltan rendah, hal ini disebabkan oleh kurangnya daya regangan *jet* polimer dengan medan elektrik. Akibatnya *beads* tidak cukup ditarik menjadi bentuk seperti serat. Pada saat voltan elektrik tinggi, daya regangan *jet* larutan polimer juga meningkat sehingga *beads* yang berbentuk titisan pada celah-celah serat akan ditarik menjadi bentuk lurus sehingga fiber yang dihasilkan terlihat lebih seragam seperti pada Rajah 2.4 (d).



(a) 10kV

(b) 15kV



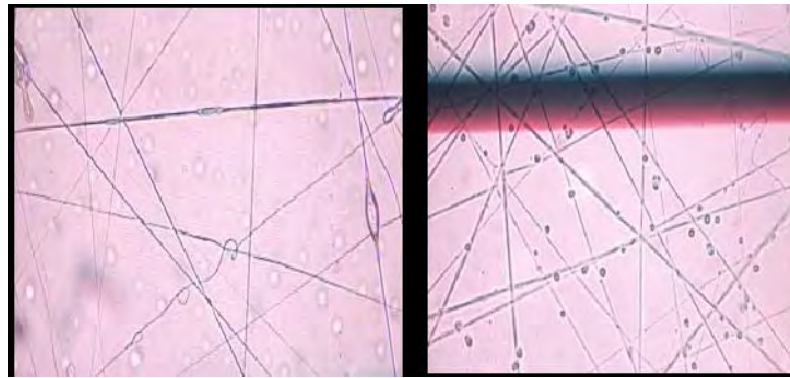
(c) 17kV

(d) 21kV

Rajah 2.4 : Morfologi Co-PVDF nanofiber komposit dilihat dengan mikroskop cahaya dari aspek voltan. Jarak 12 cm. Halaju 0.05 mL/minit. Kepekatan 19%.

2.2.3.3 Halaju

Pada saat halaju yang diberikan rendah titisan yang terdapat pada ujung jarum adalah kecil. Sehingga jumlah polarisasi pada permukaannya juga kecil. Dengan voltan elektrik yang sama, titisan pada ujung jarum tersebut cukup untuk ditarik menuju pengumpul bagi membentuk serat seperti ditunjukkan pada Rajah 2.5 (a). Semakin bertambah halaju, semakin besar titisan pada hujung jarum dan polarisasi pada permukaannya juga semakin banyak. Dengan voltan yang sama titisan tersebut akan ditarik menuju ke pengumpul, tetapi hanya sebahagian saja yang ditarik membentuk serat manakala sebahagian lagi membentuk titisan pada pengumpul. Hal ini disebabkan banyaknya jumlah polarisasi permukaan pada titisan di ujung jarum. Voltan tidak cukup untuk menarik titisan tersebut sehingga sebahagiannya tidak mengalami peregangan membentuk serat tetapi jatuh ke pengumpul seperti pada Rajah 2.5 (b).



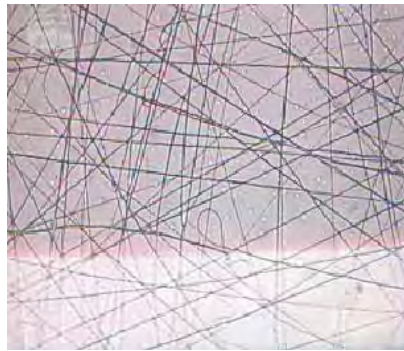
(a) 0.01ml/min

(b) 0.05 ml/min

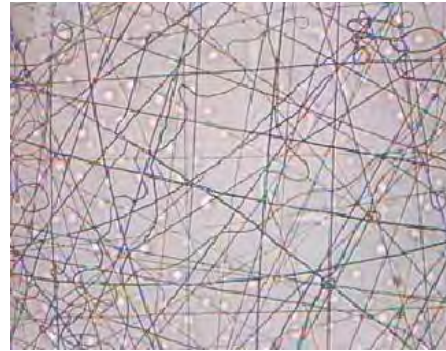
Rajah 2.5 : Morfologi Co-PVDF nanofiber komposit dilihat dengan mikroskop cahaya dari aspek Halaju. Jarak 12 cm. Voltan 15kV. Kepekatan 19%.

2.2.3.4 Jarak

Perbezaan jarak hujung jarum dengan pengumpul berpengaruh terhadap jarak laluan *jet* larutan polimer dan kekuatan medan elektrik. Contohnya seperti yang digambarkan dalam bentuk morfologi dalam Rajah 2.6. Ketika jarak dikurangkan, maka kekuatan medan elektrik yang berperan menarik larutan polimer meningkat. Hasilnya ia membentuk larutan polimer yang lurus dan saling berhubung seperti Rajah 2.6 (a). Apabila jarak dipanjangkan, kekuatan medan elektrik berkurang sehingga serat yang terbentuk kelihatan berbelok-belok dan tidak lurus seperti yang ditunjukkan Rajah 2.6 (b). Hal ini kerana daya peregangan terhadap larutan polimer berkurang tetapi pelarut didalam larutan polimer cukup teruap ketika perjalanannya menuju ke pengumpul sehingga *beads* tidak muncul dan serat cukup seragam, halus dan bersambung (Herdiawan et al. 2013).



(a) 12 cm



(b) 15 cm

Rajah 2.6 : Morfologi Co-PVDF nanofiber komposit dilihat dengan mikroskop cahaya dari aspek jarak.. Voltan 15kV. Kepekatan 19%. Halaju 0.05 ml/minit

2.2.4 Aplikasi Serat nano

Serat nano dan pemintalan elektrik merupakan bahan dan teknologi yang sangat penting untuk mengekalkan perkembangan nanoteknologi pada berbagai bidang produk industri seperti dalam bidang elektronik, kedokteran, farmasi, pembinaan, industri makanan, tekstil, pertanian dan lain-lain (Frenot & Chronakis 2003). Ciri-ciri nanofiber yang unik membuatkan ianya telah diaplikasikan dalam bidang-bidang tersebut. Di bawah akan menerangkan beberapa aplikasi dari penggunaa serat nano.

1. Tekstil Ruang Angkasa

National Aeronautics Space Administration (NASA) menggunakan serat nano sebagai pakaian ruang angkasa yang berfungsi sebagai kulit kedua. Lapisan tersebut akan memberikan perlindungan terhadap berbagai pengaruh di ruang angkasa seperti lapisan tahan api, tahan kimia, dan pengaruh cuaca.

2. Kedokteran dan farmasi

Serat nano dari bahan kolagen, alginate, vibroin dan sebagainya sangat membantu dalam menciptakan organ manusia, percantuman tulang dan berbagai keperluan farmasi. Misalnya, serat karbon nanotube berongga yang lebih kecil dari sel-sel darah berpotensi untuk membawa ubat menuju sel-sel darah.

3. Pertanian

Dalam industri pertanian serat nano dan teknologi nano sangat bermanfaat dalam pengawalan sistem pertanian modern seperti tanaman hidrofoni. Pengawalan produk, *biosecurity*, memerlukan peralatan yang sangat peka. Sering terjadi bahan

makanan yang mengandung bakteri dan virus telah menimbulkan penyakit yang serius. *Biosensor* akan dapat mengesan perubahan sel dan molekul bagi mengenalpasti bahan yang berbahaya meskipun kandungannya sangat kecil.

4. Penapisan

Serat nano amat sesuai digunakan dalam bidang penapisan kerana kawasan permukaannya lebih besar dan memiliki liang lebih kecil dari jaring *melt blown* (MB). Serat nano secara umumnya sesuai untuk menapis zarah submikron dalam udara atau air (Huang et al. 2003).

2.3 Penggunaan Bahan- Bahan Kimia Sebagai Pelarut

Penggunaan bahan kimia di dalam industri semakin hari semakin meningkat. Walaupun bahan kimia yang sangat bahaya sudah dilarang dan dihadkan pemakaiannya, pendedahan terhadap bahan kimia tidak dapat dielakkan dalam kawasan kerja. Sebahagian besar daripada bahaya adalah akibat terhidu wap, gas mahupun debu dari bahan kimia (Zaitunah & Hut 2002).

2.3.1 Penghasilan bahan kimia

2.3.1.1 Kobalt Asetat

Kobalt (II) klorida heksahidrat dilarutkan dalam 120 mL akuades, dikacau sehingga homogen. Kemudiannya tambahkan ammonia 20 mL dituruti dengan NaOH sebanyak 30 mL, dikacau sampai homogen. Endapan $\text{Co}(\text{OH})_2$ ditapis dan dilarutkan dalam 20 mL asam asetat, dikacau sampai larut homogen. Seterusnya, panaskan sehingga tepu dan ditapis lalu dikeringkan di dalam ketuhar dengan suhu 50°C (Herdiawan et al. 2013)

2.3.1.2 Polivinil Alkohol (PVA)

Dalam penghasilan larutan polivinil alkohol (PVA), kepekatan yang digunakan ada sebanyak 15 %. Larutan dibuat dengan melarutkan 15 gram PVA dalam aquades dan dikacau perlahan dengan menggunakan *magnetic stirrer* pada suhu 80°C . Kemudiannya dicairkan sehingga isipadu 100 mL (Rezaee et al. 2017).

2.3.1.3 Chitosan

Bahan utama dalam penghasilan chitosan adalah dari sisa kulit udang(*crustaceae*). Tahap pembuatan chitosan meliputi proses isolasi chitin, proses deproteinasi, proses dekalsinasidan proses deasetilasi chitin. Isolasi chitin dilakukan dengan mencuci kulit udang hingga bersih dengan air dan dijemur sehingga kering. Proses deproteinasi dilakukan dengan merendam 50 gram kulit udang yang telah dikeringkan dalam 2 liter larutan NaOH1% sambil dipanaskan pada suhu 80 °C dan dikacau selama 1jam. Seterusnya, bahan tersebut ditoskan dan dicuci. Kulit udang yang telah mengalami proses deproteinasi kemudian didekalsinasi dengan direndam dalam larutan HCl3% sambil dipanaskan pada suhu 50 °C serta selama 1 jam. Proses deasetilasi dilakukan dengan merendam kulit udang yang telah mengalami proses dekalsinasi dalam 1.5 liter larutan NaOH 50% yang mendidih sambil dikacau selama 2 jam. Kemudian chitosan yang diperoleh ditoskan dan dicuci lalu dikeringkan dalam ketuhar pada suhu 40-50°C. Dalam proses ini, larutan chitosan digunakan dengan kadar 2 %. Larutan tersebut dibuat dengan melarutkan 2gram chitosan dalam asam asetat (50 – 90 %) sehingga isipadu 100 mL. Akhir sekali, bahan itu dikacau menggunakan *magnetic stirrer* hingga chitosan larut (Tang et al. 2017).

2.3.1.4 Nylon - 6

Larutan nilon-6 dengan kepekatan 20% dibuat dengan melarutkan 20 gram nilon-6 dalam 100 mL asam formiat sambil dikacau menggunakan *magnetic stirrer* lalu dipanaskan pada suhu 80 °C secara perlahan sehingga nilon larut sempurna (Abdal-Hay et al. 2015).

2.3.2 Langkah- langkah mengelak daripada kemalangan bahan kimia

Pertama sekali perlulah mengenal kawasan kerja, bahan-bahan kimia yang digunakan, proses kajian dijalankan, dan hasil kajian. Semua maklumat mahupun prosedur tersebut boleh didapati dari label bungkusan bahan tersebut ataupun melalui perpustakaan dalam bentuk Material Safety Data Sheet (MSDS). Tahap bahayanya bahan kimia tersebut bergantung kepada faktor-faktor berikut :

- Bagaimana cara pelarut digunakan
- Jenis pekerjaan dan bagaimana pekerja itu terdedah
- Corak kerja
- Suhu kawasan kerja
- Tahap pengudaraan
- Tahap penguapan pelarut
- Kepekatan wap di udara
- Pemeliharaan dan kebersihan kawasan kerja

Pencegahan bagi mengelak kemalangan dapat dilakukan dengan menggunakan bahan kimia alternatif yang kurang toksik dan berisiko tinggi. Selain itu, usaha keselamatan perlu dilaksanakan seperti menyediakan tempat simpanan bahan toksik, tersedianya air pembilas di tempat-tempat strategik, menyediakan doktor syarikat, melengkapkan pekerja dengan topeng dan sarung tangan, dan sebagainya (Zaitunah & Hut 2002).

2.4 Jenis Mesin Pintalan Elektrik

2.4.1 Pemintal Elektrik Biasa



Rajah 2.7 : Pemintalan Electric Biasa

Mesin pintalan ini terdiri daripada tiga komponen utama iaitu bekalan arus voltan yang tinggi, lubang jarum dan pengumpul. Proses ini dijalankan dengan arus voltan dikenakan kepada lubang jarum manakala polimer akan turun dari bikar disebabkan daya tarikan graviti kemudiannya terus ke lubang jarum. Walaupun mesin ini peruntukan kos yang rendah namun terdapat keburukannya iaitu polimer yang pekat akan tersangkut didalam tiub ketika menuju ke lubang jarum.

2.4.2 Pemintal Electric *The Stand-Alone Basic*



Rajah 2.8 : Pemintalan Electric *The Stand-Alone Basic*

Direka untuk kos rendah dan penyelidikan nanofiber berskala kecil. Mesin ini menghasilkan keputusan dari muncung tunggal dalam unit padat. Jarak putaran, kadar aliran dan voltan mudah dikawal dalam mod berputar keadaan mendatar atau menegak.

2.4.3 Pemintal Electric Nanospinner24-XP



Rajah 2.9 : Pemintal Electric Nanospinner24-XP

Direka untuk membangunkan sampel membran serat nano digunakan dalam penapisan terutamanya tekstil dan udara. Selain itu, mesin ini turut juga dalam bidang kimia, perubatan, perubatan, pembinaan dan industri pertanian. Universiti dan jabatan R & D syarikat yang mengkaji tentang nanofibers dan proses electrospinning boleh mengekalkan penelitian selama 24 jam dengan proses electrospinning stabil melalui Nanospinner24-XP. Semua parameter boleh berubah secara automatik semasa proses. Ia menyediakan keupayaan penyelidikan fleksibel. Antara ciri-ciri istimewa yang lain adalah :

- Berputar bawah - atas
- Panel skrin sentuh yang deprogram
- Laju putaran drum sehingga 2000rpm
- Pergerakan mendatar yang boleh laras antara 30-80mm dan 5-50 mm/ saat
- Peti pintu kunci dan lampu amaran untuk menghalang mana-mana pelepasan elektrik atau kecederaan

2.5 Rekabentuk Kabinet Pemintal Elektrik



Rajah 2.10 : Kebuk Pemintalan Elektrik

Kebuk pemintalan elektrik dibina menggunakan kepingan akrilik (0.5 cm tebal). Pertama, kepingan telah dibahagikan kepada enam bahagian diatas meja gergaji. Kemudian, dengan menggunakan mesin pengilangan (Birmingham BPS1649-C) bahagian-bahagian akrilik telah diukur kepada empat kepingan akrilik berukuran 79 cm panjang dan selebihnya 50 cm panjang. Seterusnya 60 x 29 cm lubang segi empat tepat dipotong di tengah-tengah salah satu daripada 79 x 51 cm kepingan untuk mewujudkan tingkap masuk yang telah ditutup dengan pintu berengsel segi empat tepat (61x30 cm). Di samping itu, lubang (1.5 cm d) telah digerudi di tengah-tengah salah satu daripada

kepingan 50 x 50cm untuk memasukkan penutup getah bertujuan untuk tercucuk oleh jarum di dalam keadaan tertutup. Kebuk segi empat tepat telah dipasang dengan bantuan pengapit sudut (Barraza et al. 2016) .



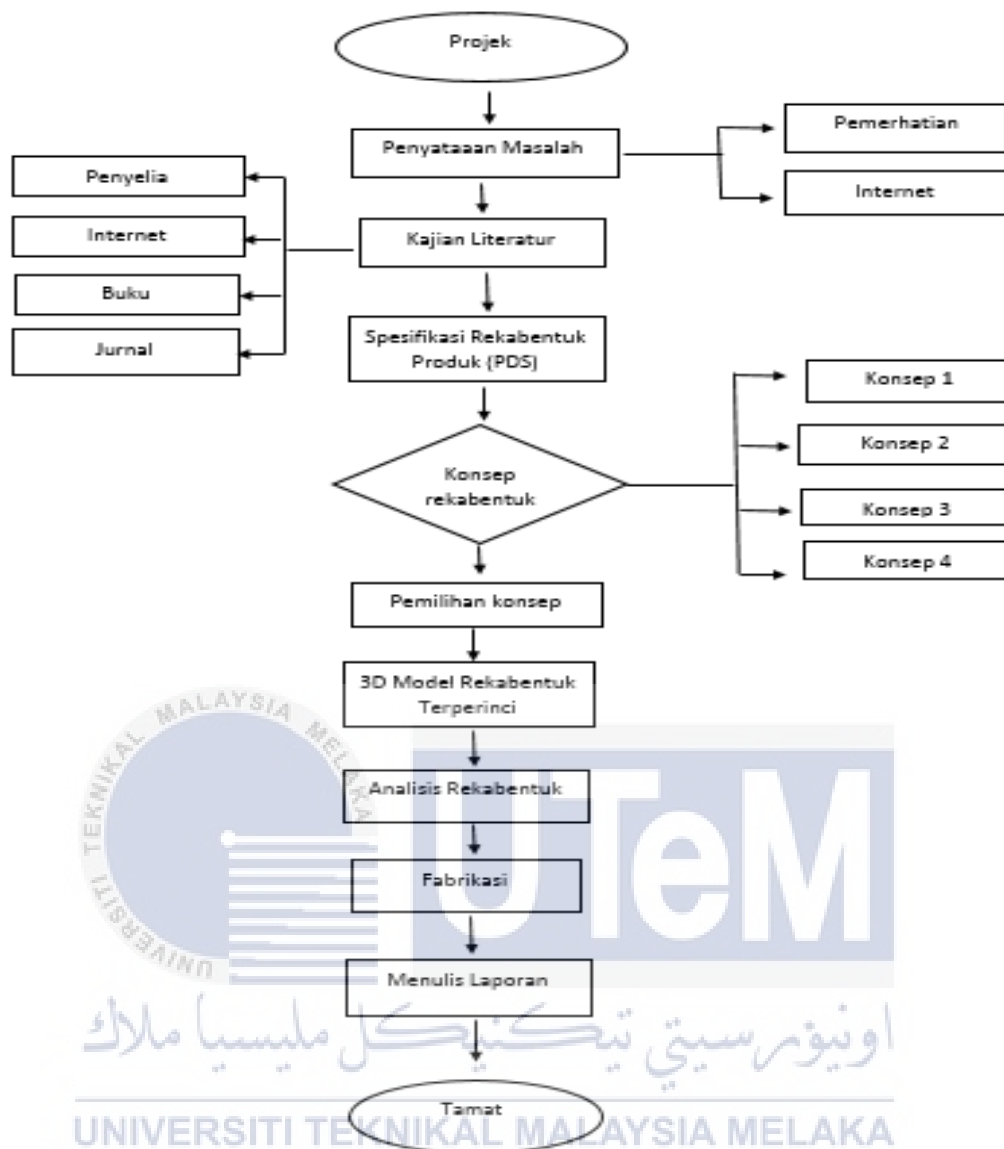
BAB 3

METODOLOGI

3.1 Pendahuluan

Metodologi boleh ditakrifkan sebagai cara sesuatu masalah yang dikaji dan sebab sesuatu kaedah dan teknik tertentu digunakan. Proses ini sedang menerangkan prosedur serta pendekatan pelaksanaan bagi menghasilkan kabinet ini. Carta alir pada Rajah 3.1 menunjukkan cara penghasilan kabinet pemintal elektrik bermula sehingga penghasilan mesin secara tidak langsung mencapai objektif projek ini. Dengan berpandukan carta alir ini dapat memudahkan kita menjalankan kerja mengikut kaedah-keadah yang telah ditetapkan.





Rajah 3.1 Carta Alir Baris Projek

3.2 Spesifikasi Rekabentuk Produk (PDS)

Spesifikasi rekabentuk digunakan untuk kita memilih produk yang terbaik. Ianya menjadi rujukan kepada jurutera untuk memilih produk terbaik sebelum menjalani proses konsep rekabentuk. Kaedah ini digunakan untuk menetapkan parameter produk. PDS dilakukan selepas mengenal pasti keperluan pelanggan dan sebelum konsep rekabentuk dijalankan. Berikut adalah langkah-langkah PDS dijalankan (Krishnapillai & Zeid 2006):

1. Menyenaraikan parameter produk berdasarkan elemen- elemen PDS
2. Elemen- elemen tersebut dijadikan sebagai titik ukur
3. Melakarkan produk berdasar elemen berikut

3.3 Pemilihan Rekabentuk (*Pugh Matrix*)

Konsep rekabentuk terdapat beberapa kaedah yang boleh digunakan untuk dalam proses pemilihan konsep seperti konsep Pugh matrix, Decision Matrix dan Analytical Heirarchy Process (AHP). Konsep pugh matrix telah digunakan bagi mendapat konsep terakhir. Konsep ini adalah sejenis rajah matrik yang membolehkan untuk membandingkan beberapa konsep rekabentuk terkemuka dengan rekabentuk yang sedia ada. Beberapa kriteria Rekabetuk yang dinyatakan pada PDS dijadikan sebagai garis panduan untuk menilai konsep reka bentuk yang lain. Konsep yang mengatasi kriteria rekabentuk asal akan ditanda (+) , manakala yang kurang memuaskan dibanding dengan rekabentuk asal akan ditanda (-) pada jadual Pugh. Bagi konsep yang mempunyai kriteria yang sama seperti konsep asal akan ditandakan (s). Konsep yang mendapat (+) akan dikira +1, bagi yang mendapat (-) pula akan dikira -1 tatkala yang ditanda sebagai s bersamaan dengan 0 ataupun malar. Kemudiannya, pemilihan konsep akan dipilih dengan cara (jumlah +) pada jadual akan ditambah dengan (jumlah -) bagi mendapat jumlah skor seperti mana contoh Rajah 3.2 (Burge 2009).

Jadual 3.1 : Penilaian Rajah Pugh

		Design Concepts					
		Weight	Electric 4-slit	Toasting Fork & Fire	Electric Conveyor	Gas Grill	
Pugh Concept Selection Matrix							
Selection Criteria	Good Toast Quality	Even Toasting	S	--	S	-	
		Good Taste	S	++	S	S	
		Repeatable	S	--	+	-	
		Quick	S	+	S	S	
	Capacity	Large Range of Bread Products	S	+	S	+	
		Multiple Slices/Units	S	--	+	+	
	Long Life	Reliable	S	+	-	S	
		Durable	S	+	S	S	
		Low Maintenance	S	--	-	S	
	Physical Attributes	Affordable	S	+	-	+	
		Attractive	S	+	-	-	
		Safe	S	--	-	--	
		Good Size	S	--	-	-	
	Easy to Use	Easy to use Controls	S	-	S	+	
		Easy to Load	S	-	+	-	
		East to Remove Toast	S	--	+	-	
TOTAL +			0	8	4	4	
TOTAL -			0	18	6	-8	
TOTAL SCORE			0	-8	-2	-4	

3.4 Perisian CAD (CATIA) dan *Finite Element Analysis* (ANSYS)

Konsep reka bentuk yang terbaik dilukis semula dengan lebih terperinci atau dalam bentuk model 3D. Segala ukuran dari setiap sudut dikenal pasti bagi menghasilkan lukisan yang sempurna dengan menggunakan CATIA. Kebanyakan orang menggunakan perisian CATIA kerana keupayaan perisian ini yang boleh digunakan dalam banyak sektor seperti industri, aeroangkasa, automotif dan banyak lagi. CATIA mempunyai banyak ciri-ciri khas seperti analisis, simulasi dan sintesis yang dapat membantu teknologi sistem 3D yang memastikan kualiti penerimaan produk dan pasaran.

Finite Element Analysis (FEA) adalah teknologi di mana produk dan sistem yang telah dimodelkan dalam bentuk persekitaran maya. Biasanya FEA akan digunakan oleh ahli matematik, ahli sains dan jurutera untuk menyelesaikan apa-apa struktur yang kompleks. FEA juga telah digunakan untuk menganalisis struktur produk untuk mengenal pasti kekukuhan dan kekuatan. Analisis ini juga membolehkan pengguna untuk mengenal pasti rangka pembinaan atau titik lemah struktur produk, yang membantu pengguna untuk menambah baik reka bentuk sebelum pembinaan dan fabrikasi dijalankan.

BAB 4

DATA DAN HASIL KAJIAN

4.1 Pendahuluan

Di dalam bab ini, menunjukkan data dan hasil kajian yang dibuat dari mulanya kajian sehingga proses fabrikasi mengikut carta aliran projek yang ditetapkan pada Bab 3. Berpandukan rekebentuk kejuruteraan bagi mendapat hasil produk yang terbaik, kaedah *brainstorming* dibuat dan kemudiannya diteruskan dengan kaedah PDS bagi menyenaraikan kriteria-kriteria yang perlu pada produk. Setelah itu, 4 konsep rekabentuk kabinet mesin pintalan elektrik telah dilakar bersama kriteria tertentu. Bagi mendapat konsep terakhir iaitu konsep pilihan, kaedah *Pugh Matrix* telah dibuat. Langkah diteruskan dengan menghasilkan produk dalam bentuk model 3D melalui perisian CATIA. Kemudiannya, analisis dibuat dengan menggunakan perisian ANSYS bagi menunjukkan system pengudaraan di dalam kabinet tersebut. Proses diteruskan dengan kerja fabrikasi sehingga siap dengan sempurna.

4.2 Spesifikasi Rekabentuk Kabinet Mesin Pintalan elektrik (PDS)

Berdasarkan kriteria- kriteria di dalam PDS, hanya 8 kriteria yang telah dipilih untuk menghasilkan kabinet ini. Semua kriteria ini diketengahkan berdasarkan objektif kajian dan suara permintaan pengguna. Kriteria dijadikan titik rujukan dan parameter bagi penghasilan kabinet ini.

Jadual 4.1: Kriteria PDS Dan Parameter

Kriteria PDS	Parameter
Kebolehan	• Mudah alih dan senang dikendalikan • Kedap udara • Tahan karat • Tahan lasak • Bahan tidak terhakis
Bahan	• Keluli tahan karat • Perspek • Getah
Kos	RM2300 – RM 2700
Keselamatan	• Terdapat butang kecemasan di bahagian pintu • Terdapat kipas ekzos bagi pengudaraan selamat di kawasan kerja • Terdapat sistem penggera
Penyelenggaraan	• Bahagian badan kabinet yang boleh dibuka dan dipasang semula • Tidak diikat mati dengan proses kimpalan
Berat	100kg- 120kg
Saiz	$\pm 1m \times 0.67m$
Ergonomik	• Sepasang lampu LED • Kedudukan kipas ekzos di atas tengah • Suis lampu yang berasingan • Panel yang berlubang di bahagian belakang slot • Bingkai kabinet daripada keluli yang berongga

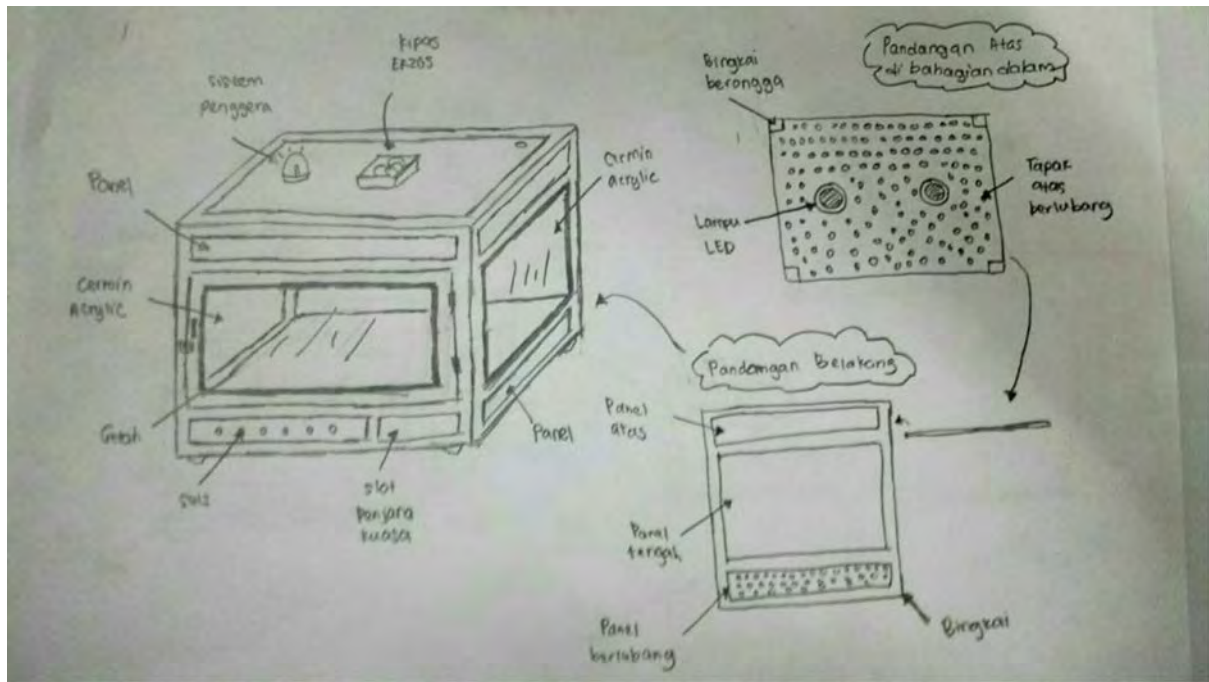
Jadual 4.1 menunjukkan kriteria yang di pilih serta parameter yang ditetapkan sebelum membuat pilihan konsep. Konsep yang dipilih hendaklah mengikut parameter yang ditetapkan. 4 konsep rekabentuk dihasilkan berdasarkan kriteria – kriteria PDS. Namun tidak semua konsep dapat menepati kriteria yang disenaraikan. Konsep yang paling menepati sasaran berdasar parameter yang akan dipilih dengan menggunakan kaedah *Pugh Matrix*.

4.3 Pemilihan Konsep Rekabentuk

Berikut adalah 4 konsep rekabentuk yang telah dihasilkan berdasarkan kriteria- kriteria PDS

4.3.1 Konsep Rekabentuk 1

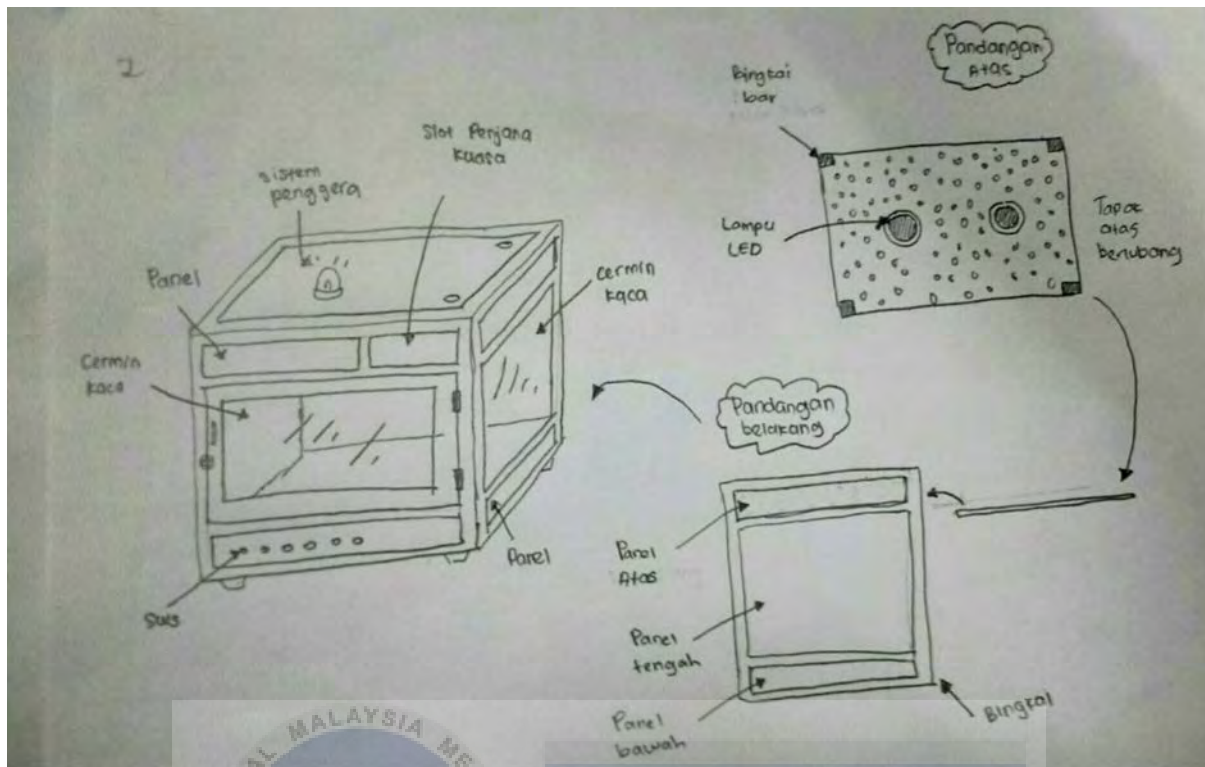
Di dalam Konsep 1, saiz kabinet adalah 1 meter panjang, 1 meter tinggi dan 0.67 meter lebar. Beratnya adalah dalam lingkungan 100kg. Majoriti bahan kabinet ini dihasilkan dengan keluli tahan karat tatkala cermin pula dari perspek (*acrylic*). Bingkai bagi kabinet ini pula dihasilkan dengan batang keluli tahan karat yang berongga. Hampir semua panel kabinet ini diikat dengan cara kimpalan namun terdapat 2 panel dibahagian atas dan bawah tidak di kimpal mati bertujuan untuk memudahkan kerja penyelenggaraan dan pembersihan. Kabinet ini dilengkapi dengan getah pada celahan cermin dan pintu supaya menjadi kedap udara. Bagi aspek keselamatan, sistem penggera dan butang kecemasan pada pintu dipasang pada kabinet tersebut. Panel di bahagian belakang bawah kabinet dan tapak di bahagian atas dihasilkan dengan berlubang-lubang bagi bertujuan untuk sistem pengudaraan yang baik. Kipas ekzos juga dipasang di bahagian atas kabinet bertujuan untuk sistem pengudaraan yang baik. Terdapat sepasang lampu LED di tapak bahagian atas untuk pencahayaan semasa ujikaji dijalankan.



Rajah 4.1: Konsep Rekabentuk 1

4.3.2 Konsep Rekabentuk 2

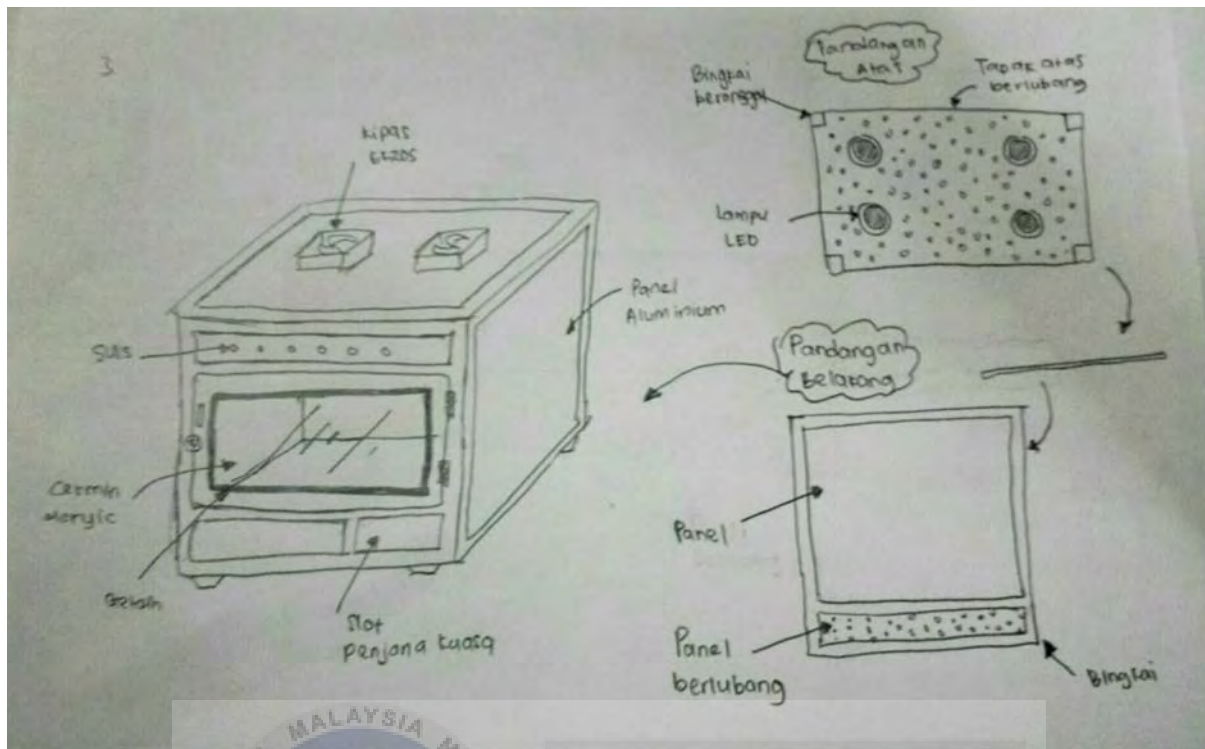
Di dalam konsep 2, saiz kabinet adalah 1 meter panjang, 1 meter lebar dan 1 meter tinggi. Beratnya pula adalah dalam lingkungan 150kg. Bahan bagi semua panel kabinet ini adalah keluli tahan karat manakala cermin pula adalah dari kaca. Bingkai kabinet adalah dari batang keluli tahan karat. Terdapat panel yang diikat dengan skru dan nut manakala ada juga diikat dengan cara kimpalan. Untuk sistem keselamatan, alat penggera kecemasan telah dipasang pada kabinet ini. Terdapat sepasang lampu LED di tapak bahagian atas untuk pengcahayaan semasa ujikaji dijalankan. Slot penjana kuasa direka pada bahagian atas manakala suis ditempatkan di bahagian bawah. Kos bagi kabinet ini ada lebih mahal jika dibandingkan dengan konsep 1.



Rajah 4.2: Konsep Rekabentuk 2

4.3.3 Konsep Reka Pada konsep 3

Pada konsep 3, saiz kabinet adalah 1 meter panjang, 0.67 meter lebar dan 1 meter tinggi. Kabinet ini lebih ringan dan lebih mudah untuk dialihkan. Anggaran berat kabinet ini adalah 80kg. Kesemua panel dihasilkan dari aluminium, manakala cermin pula adalah daripada perspek (*acrylic*). Panel-panel diikat dengan cara skru dan nut pada bingkai kabinet. bingkai kabinet pula dihasilkan dari batang keluli tahan karat yang berongga. Kabinet ini dilengkapi dengan getah di setiap celahan panel dan cermin bertujuan menghalang udara di dalam keluar. Terdapat 4 biji lampu LED pada kabinet ini. Jumlah suis dalam kabinet ini lebih sedikit kerana pengwayaran pada 4 biji lampu LED kepada 1 suis dilakukan. Terdapat 2 biji kipas ekzos pada konsep ini bertujuan untuk sistem pengudaraan yang baik. Slot bagi penjana kuasa ditempatkan di bahagian bawah kabinet manakala suis di bahagian atas kabinet.



Rajah 4.3: Konsep Rekabentuk 3



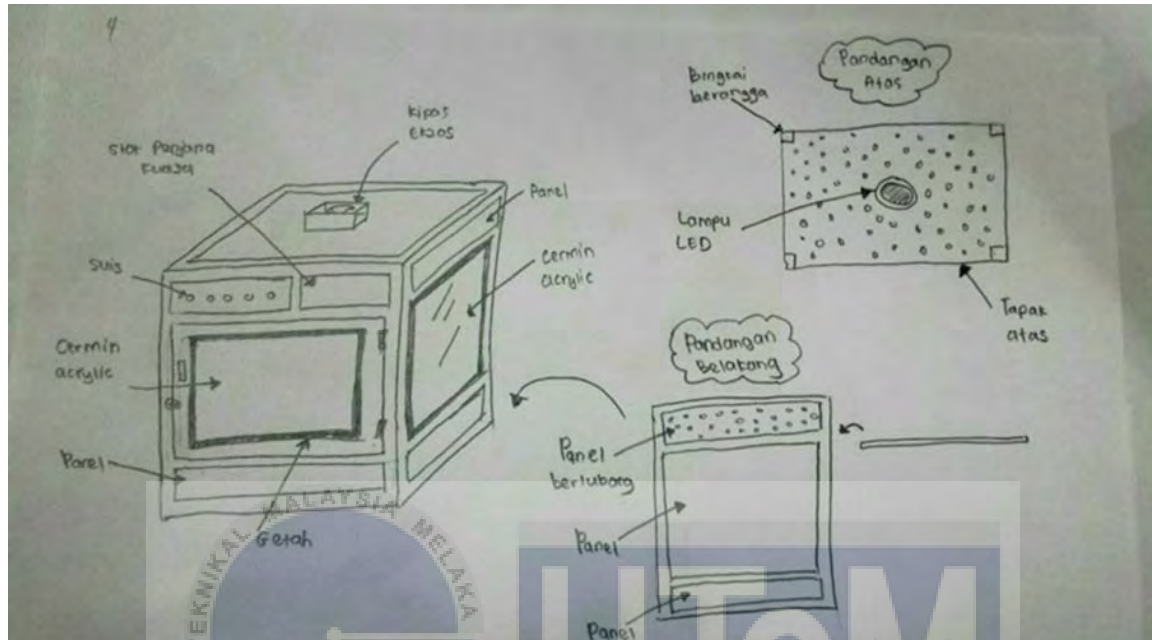
اوتيمر ستي تيكنيكل مليسيا ملاك

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

4.3.4 Konsep Rekabentuk 4

Bagi konsep rekebentuk 4, saiz bagi kabinet adalah 1 meter panjang, 1 meter lebar dan 1 meter tinggi. Anggaran berat bagi kabinet ini adalah 90kg. Setiap panel dihasilkan dari pada keluli lembut manakala cermin daripada perpek (acrylic). Bingkai pula dihasilkan dari batang keluli yang berongga. Getah dipasang di setiap celahan pintu dan cermin bagi mengelak untuk udara keluar. Panel di bahagian belakang bawah kabinet dan tapak di bahagian atas dibuatkan berlubang bagi sistem pengudaraan yang baik. Penjana kuasa dan suis ditempatkan pada bahagian atas kabinet. Panel di bahagian belakang atas kabinet dijadikan berlubang-lubang untuk pengudaraan di bahagian penjana kuasa. Kesemua panel diikat dengan cara kimpalan. Kipas ekzos ditempatkan di bahagian atas bertujuan menyerap udara dari

dalam keluar. Terdapat sebiji lampu LED di tapak bahagian atas untuk menjadi sumber cahaya ketika ujikaji dijalankan.



Rajah 4.4: Konsep Rekabentuk 4

اونيورسيتي تيكنيكل مليسيا ملاك

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

4.4 Pemilihan Konsep

4.4.1 Konsep Pugh Matrix

Jadual 4.2 : Jadual Pugh Bagi Pemilihan Konsep Rekabentuk Kabinet Mesin Pintal Elektrik

Kriteria PDS	Parameter	Konsep 1	Konsep 2	Konsep 3	Konsep 4
Kebolehan	Mudah alih dan senang dikendali	s	s	+	-
	Kedap udara	s	-	s	s
	Tahan lasak	s	s	-	s
	Tahan karat	s	s	-	-
	Bahan tidak terhakis	s	s	-	-
Bahan	Keluli tahan karat	s	s	-	-
	Perspek (acrylic)	s	+	-	s
	Getah	s	-	s	s
Kos	Rm 2300 – Rm 2700	s	-	+	+
Keselamatan	Butang kecemasan di pintu	s	s	-	-
	Kipas ekzos untuk pengudaraan yang selamat	s	-	+	s
	System penggera	s	s	-	-
Berat	100kg	s	-	s	+
Saiz	$\pm 1\text{m} \times 0.67\text{m} \times 1\text{m}$	s	-	s	-
Penyelenggaraan	Bahagian badan kabinet yang boleh dibuka dan dipasang semula	s	s	s	-
	Tidak diikat mati dengan proses kimpalan	s	s	s	-
Ergonomic	Sepasang lampu LED	s	s	+	-
	Kedudukan kipas ekzos di atas tengah	s	-	+	s
	Suis lampu yang berasingan	s	s	+	+
	Panel yang berlubang di bahagian belakang slot	s	-	s	s
	Bingkai kabinet daripada keluli yang berongga	s	-	s	s
	Slot penjana kuasa di bahagian bawah	s	-	s	-

	Suis di panel bawah	s	s	-	-
Jumlah +		0	1	6	4
Jumlah -		0	-10	-8	-12
Jumlah skor		0	-9	-2	-8

+ = lebih baik
 - = lebih teruk
 S = sama/ malar

Penilaian yang dapat di buat berdasarkan pada Jadual 4.2 adalah konsep yang mempunyai skor tertinggi iaitu 0 adalah konsep 1 dan telah menjadi konsep pilihan. Diikuti dengan konsep 3 dengan skor -2 dan diteruskan dengan konsep 4 dengan skornya -8. Konsep 2 mengikut rapat konsep 4 dengan skornya -9 dan secara tidak langsung mendapat tempat yang terakhir.

Konsep 1 menjadi konsep pilihan kerana konsep 1 melepasi kesemua parameter yang di tetapkan. Walaupun ada juga kriteria konsep 1 bukan yang terbaik contoh seperti bahan yang digunakan sebagai cermin, kos dan bilangan lampu LED namun keseimbangan keseluruhan kriterianya telah membuatkan konsep ini mendapat tempat yang pertama. Jika dibandingkan dengan konsep 4, terdapat banyak kelemahan yang membuatkan konsep tersebut jauh sekali untuk menjadi konsep pilihan. Pertama, bahan utama konsep 4 adalah keluli lembut. Sifat keluli lembut adalah tidak tahan karat dan akan menjadi masalah untuk mengekalkan kabinet tersebut untuk jangka masa yang lama. Selain itu, konsep 4 amat lemah dalam sistem keselamatan. Kesemua panel Konsep 4 diikat dengan kaedah kimpalan, hal ini menjadi masalah apabila kerja penyelenggaraan dan pembersihan.

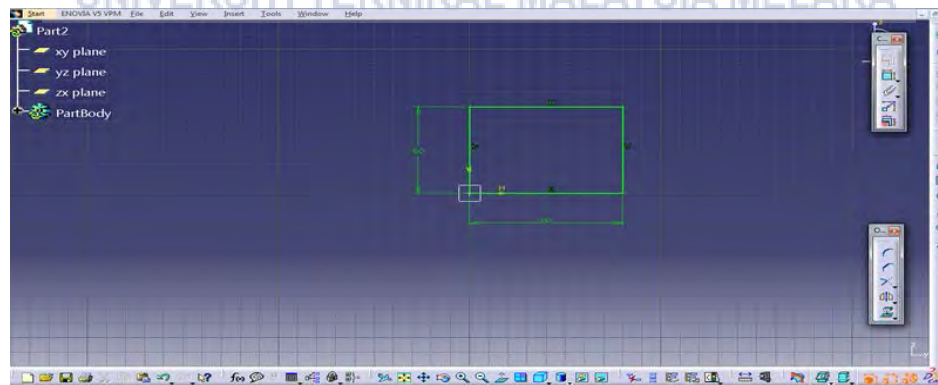
4.5 Model 3D Rekabentuk Terperinci

3D model rekebentuk konsep pilihan dihasilkan dengan menggunakan perisian CATIA. Dengan berpandukan lakaran konsep pilihan, mesin pintalan elektrik dilukis mengikut saiz yang ditetapkan. Setiap ukuran komponen diambil dengan tepat seperti penjana kuasa bervoltan tinggi, kipas ekzos, lampu LED dan suis supaya slot ataupun lubang yang dihasilkan bersesuaian dengan saiz komponen.

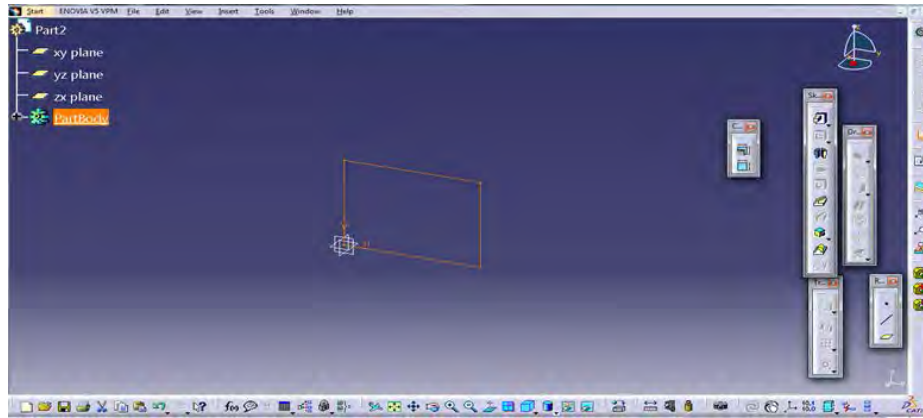
Langkah pertama adalah memulakan penghasilan pecahan bahagian kabinet seperti bingkai, panel, tapak, pintu dan cermin sisi pada *part design*. Kemudian adalah memilih paksi yang terdiri daripada *XY plane*, *YZ plane* dan *ZX plane* untuk menjadi tapak untuk lukisan. Langkah diteruskan dengan klik *sketch* serta melukis geometri serta meletakkan dimensi yang telah ditetapkan. Terdapat beberapa arahan yang sering digunakan dalam penghasilan bahagian- bahagian kabinet ini seperti *pad*, *pocket*, *edge fillet*, *chamfer* dan *rectangular pattern*.

4.5.1 Pad

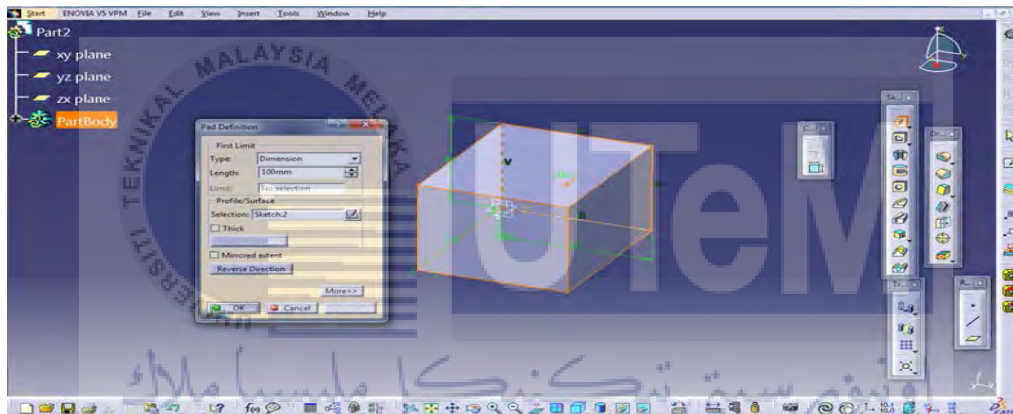
Arahan pad diguna untuk menjadikan lukisan 2D yang dilukispada *sketch* kepada satu bentuk 3D yang pejal. Setelah Lukisan 2D yang dilukis pada paksi XY, YZ ataupun ZX klik *exit workbench* dan kemudiannya memilih arahan *pad*. Tetapkan saiz pad dan klik ok seperti Rajah 4.5.



(1)



(2)

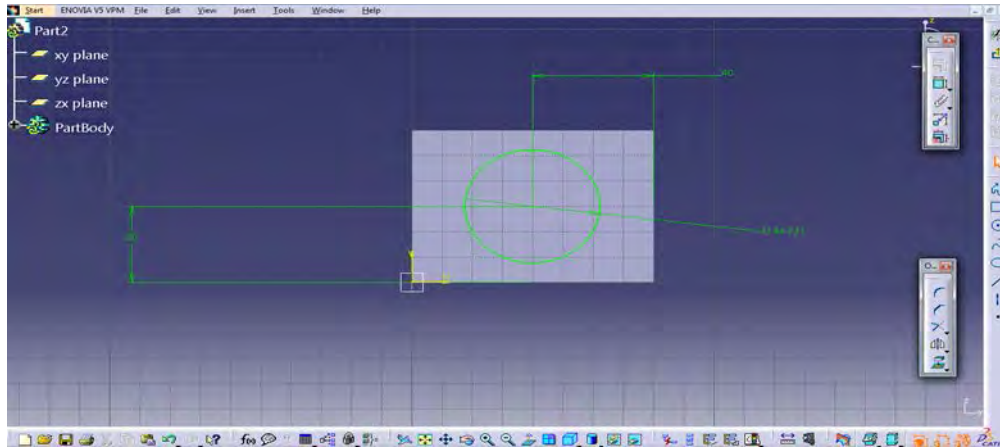


(3)

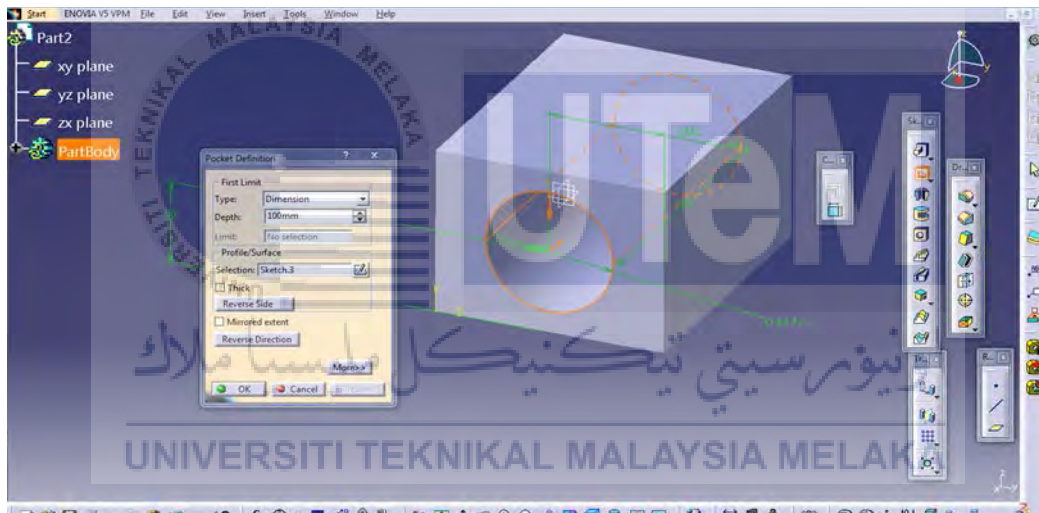
Rajah 4.5 : (1) Melukis pada paksi XY, YZ ataupun ZX, (2) Gambaran lukisan setelah exit workbench, (3) Nyatakan saiz pada arahan pad

4.5.2 Pocket

Pocket digunakan untuk menghasilkan lubang ataupun slot pada bahagian pejal. Lukisan 2D dilukis dan didimensikan pada permukaan kawasan pejal dengan arahan *sketch* kemudiannya *exit workbench* dan memilih arahan *pocket*. Seterusnya, nyatakan saiz kedalaman *pocket* seperti Rajah 4.6.



(1)

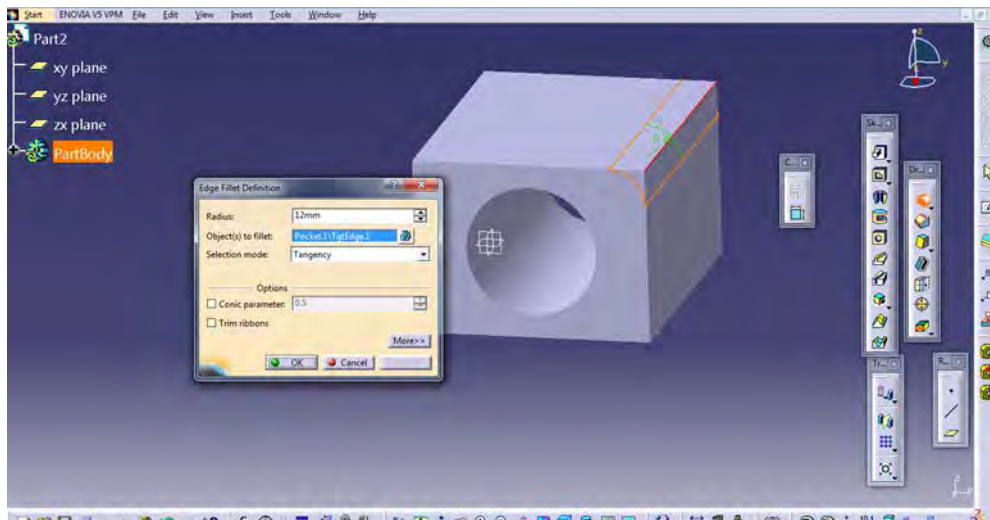


(2)

Rajah 4.6 : (1) Melukis lukisan 2D pada permukaan pejal, (2) Tetapan arahan pocket

4.5.3 Edge fillet

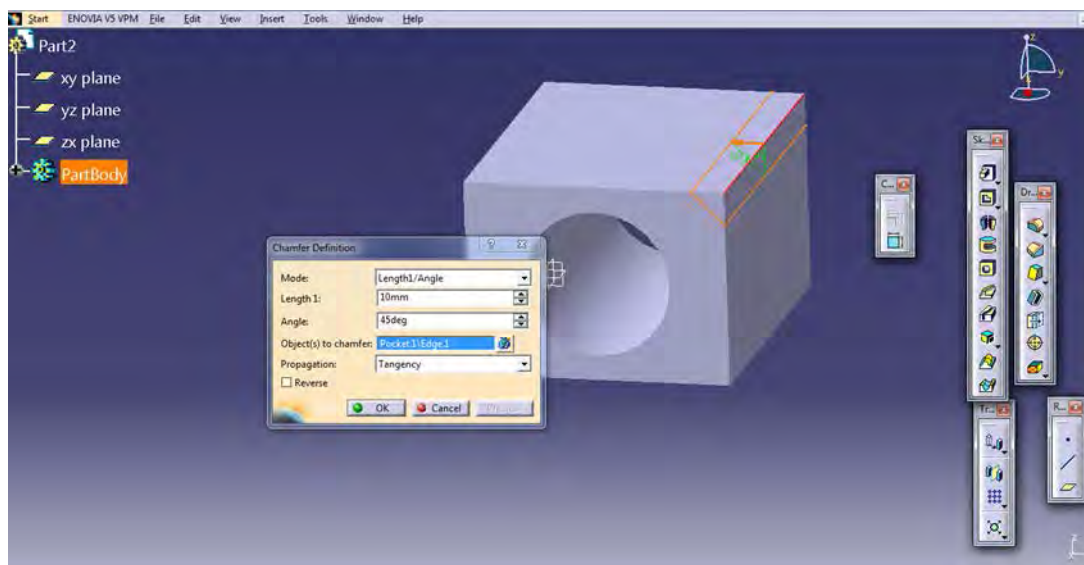
Edge fillet digunakan untuk menjadikan jejari pada bahagian bucu objek pejal yang telah dihasilkan. Arahan ini digunakan dengan cara klik *Edge fillet* dan pilih bahagian bucu yang hendak *fillet* seperti Rajah 4.7. Seterusnya nyatakan saiz jejari *fillet*.



Rajah 4.7 : Tetapan bagi *edge fillet*

4.5.4 Chamfer

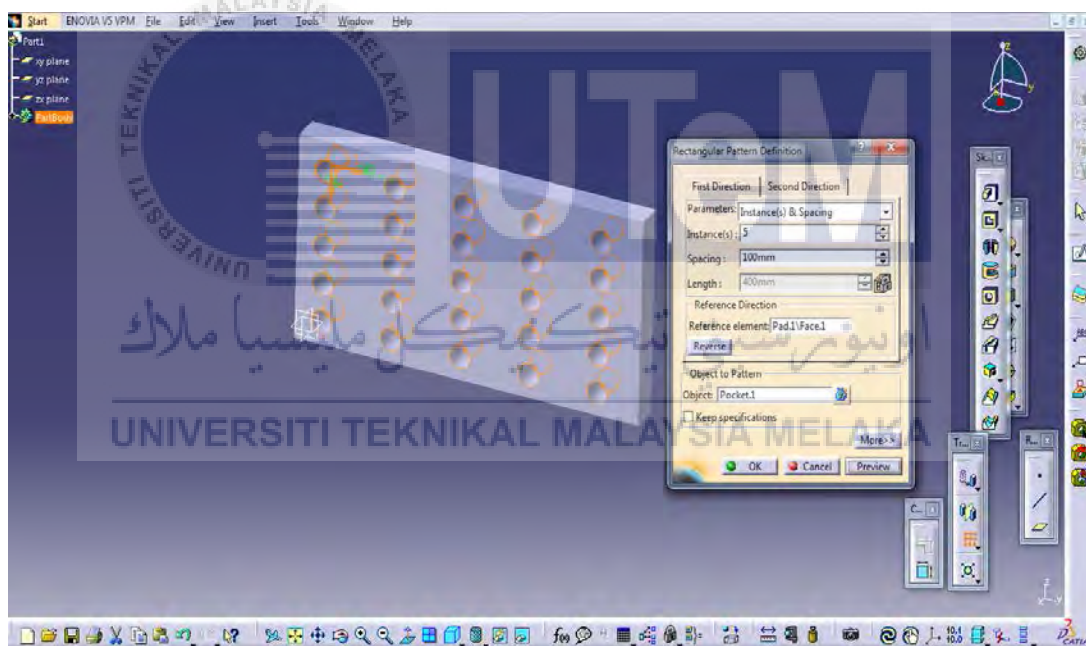
Chamfer digunakan untuk memotong bahagian bucu pepejal mengikut sudut dan panjang. Arahan ini digunakan dengan cara klik arahan *chamfer* dan akan muncul satu tetapan. Kemudian pilih bahagian untuk *chamfer* dan tentukan sudut dan panjang *chamfer* seperti mana Rajah 4.8.



Rajah 4.8 : Tetapan bagi *chamfer*

4.5.5 Rectangular Pattern

Rectangular pattern digunakan untuk menghasilkan sesuatu corak dalam jumlah yang banyak terhadap sesuatu permukaan. Arah ini digunakan untuk menghasilkan lukisan panel dan tapak yang berlubang di dalam projek ini. Cara penggunaannya adalah dengan klik pada *rectangular pattern* serta lengkap tetapanannya. Terdapat 2 kolom pada tetapan iaitu *first direction* dan *second direction*. Tentukan bahagian untuk menjadi rujukan dan objek yang hendak dicorakkan. Lengkap kolom *first direction* dengan menentukan arah corak bergerak, bilangan corak dan jarak antara corak ke corak. Seterusnya, lakukan langkah yang sama untuk *second direction* seperti yang ditunjukkan pada Rajah 4.9.



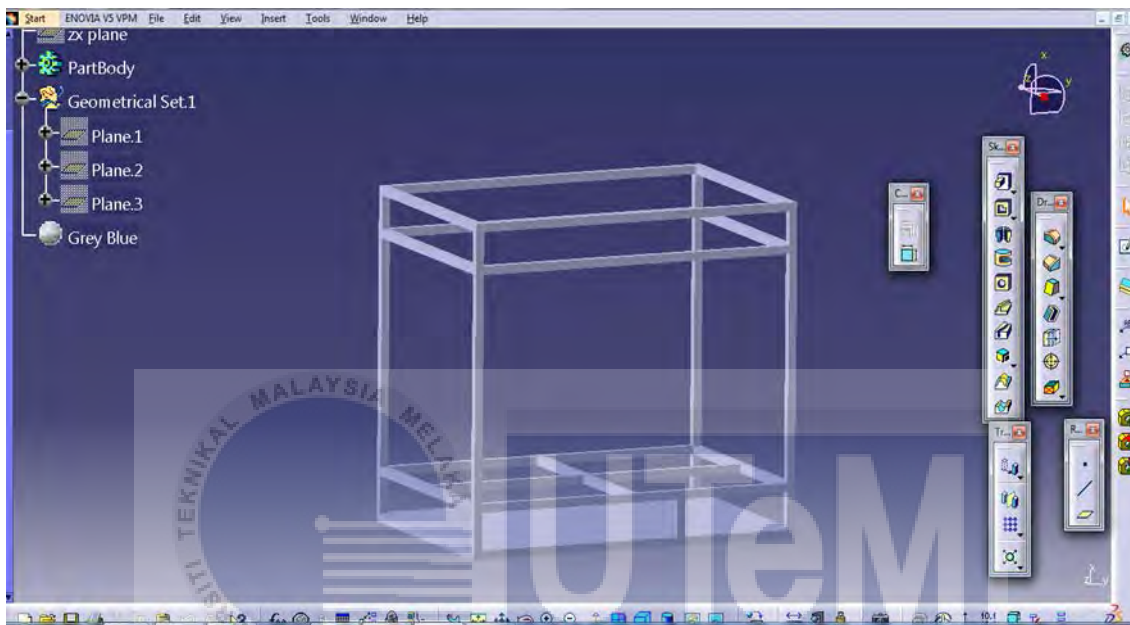
Rajah 4.9 : Tetapan bagi *Rectangular pattern*

4.6 Hasil lukisan Kabinet Mesin Pintalan Elektrik

Berikut merupakan model 3D dan lukisan CATIA yang diasingkan kepada beberapa bahagian untuk menjadikan sebuah kabinet mesin. Terdapat 12 buah model 3D yang

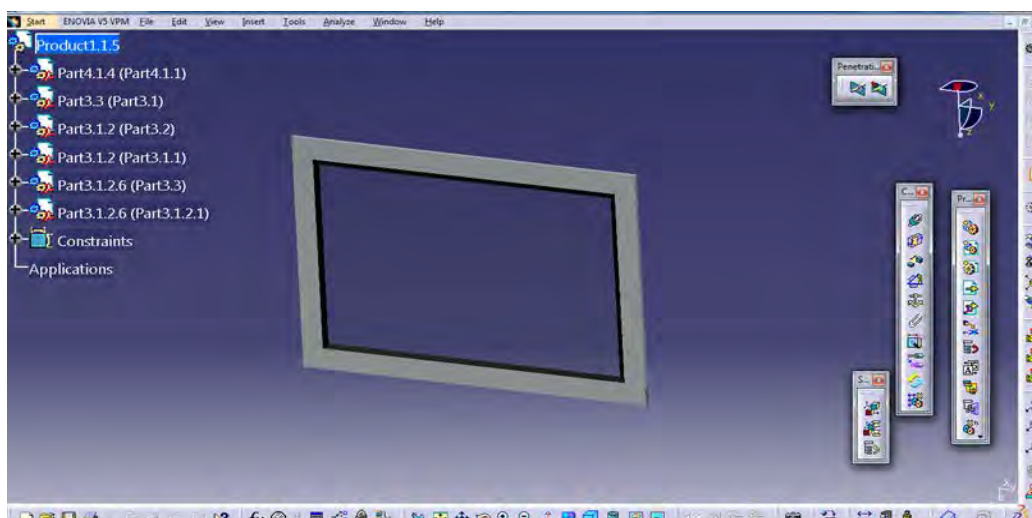
perlu dicantumkan menjadi sebuah kabinet mesin. Kesemua model 3D tersebut dihasil mengikut arahan- arahan yang dinyatakan pada 4.5.

4.6.1 Bingkai Kabinet



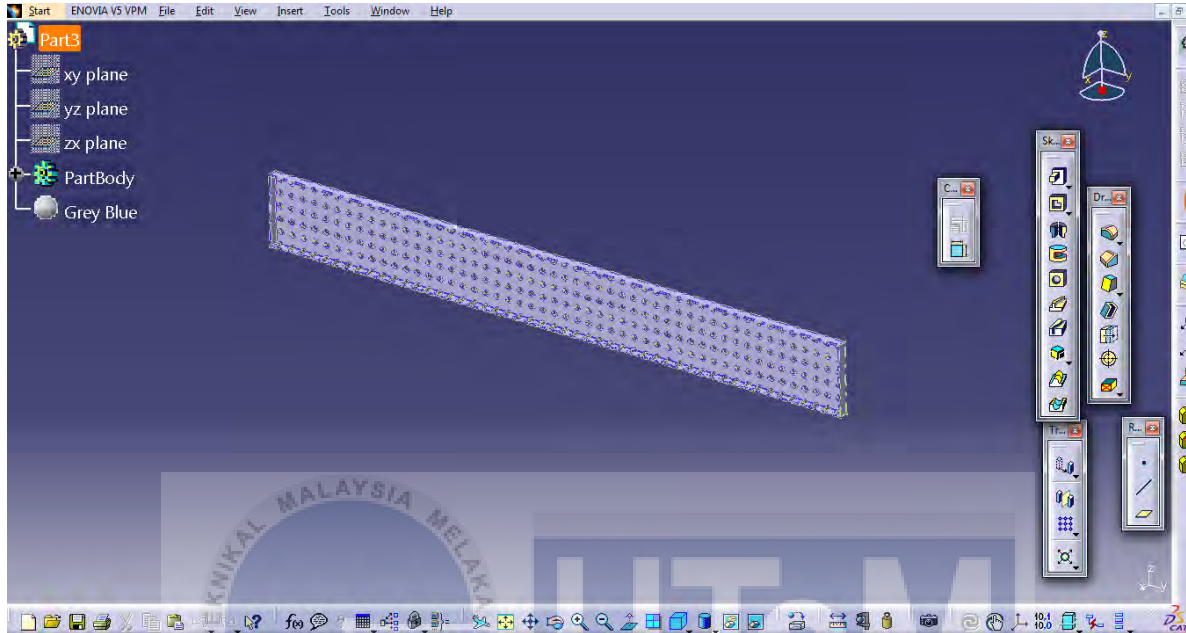
Rajah 4.10: Model 3D Bingkai Kabinet

4.6.2 Pintu Kabinet



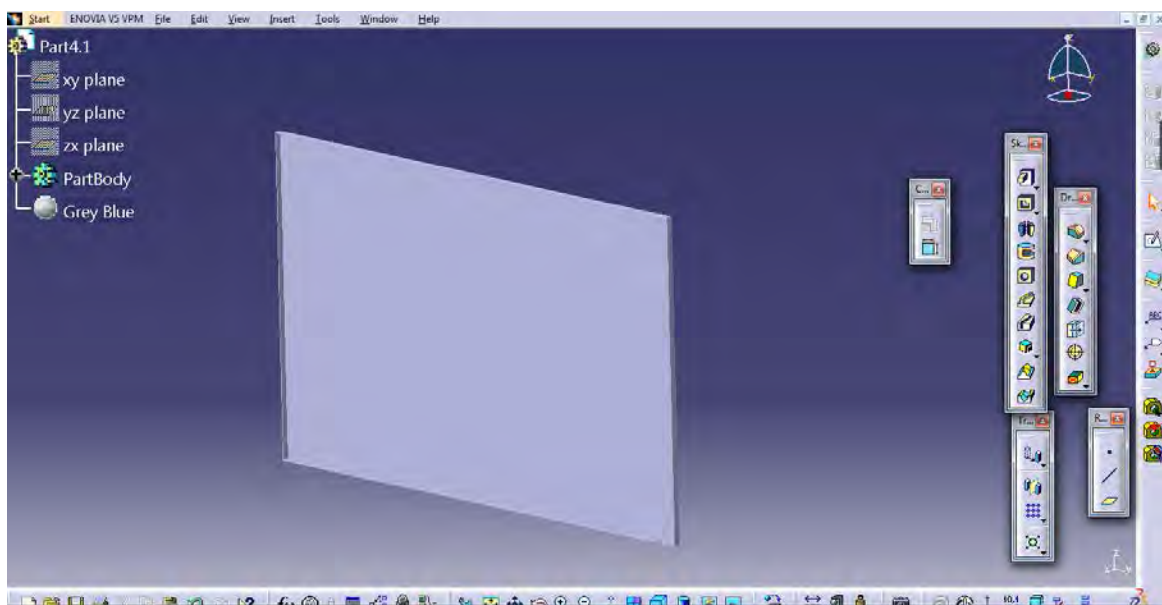
Rajah 4.11: Model 3D Pintu Kabinet

4.6.3 Panel Belakang (BWH)



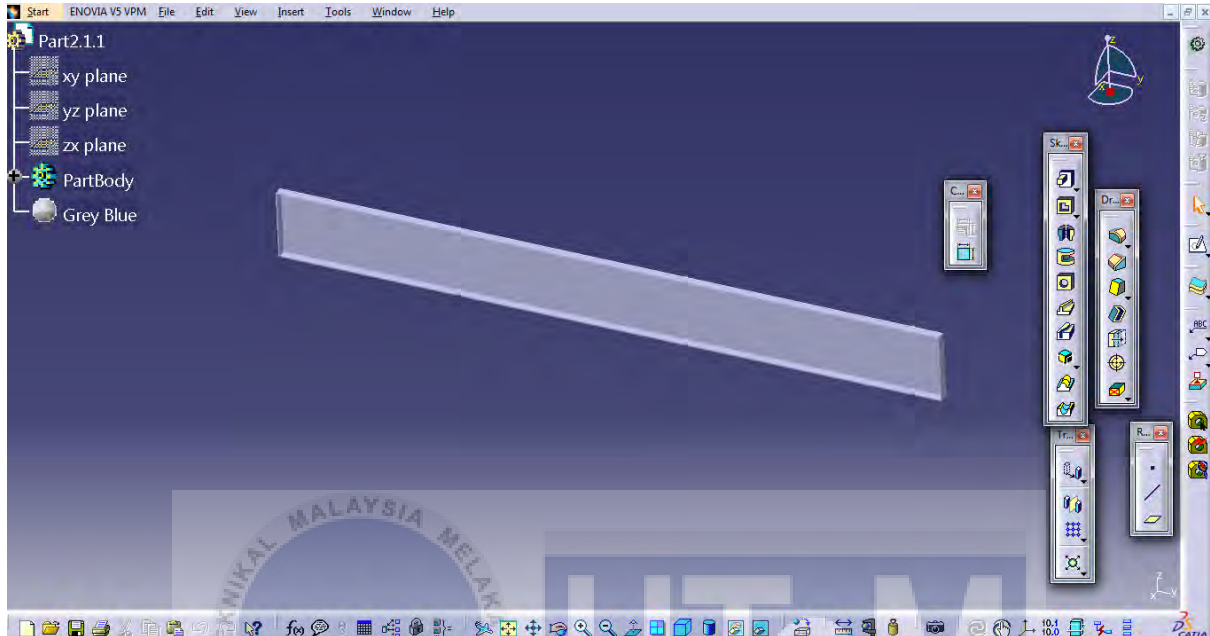
Rajah 4.12: Model 3D Panel Belakang (BWH)

4.6.4 Panel Belakang (TGH)



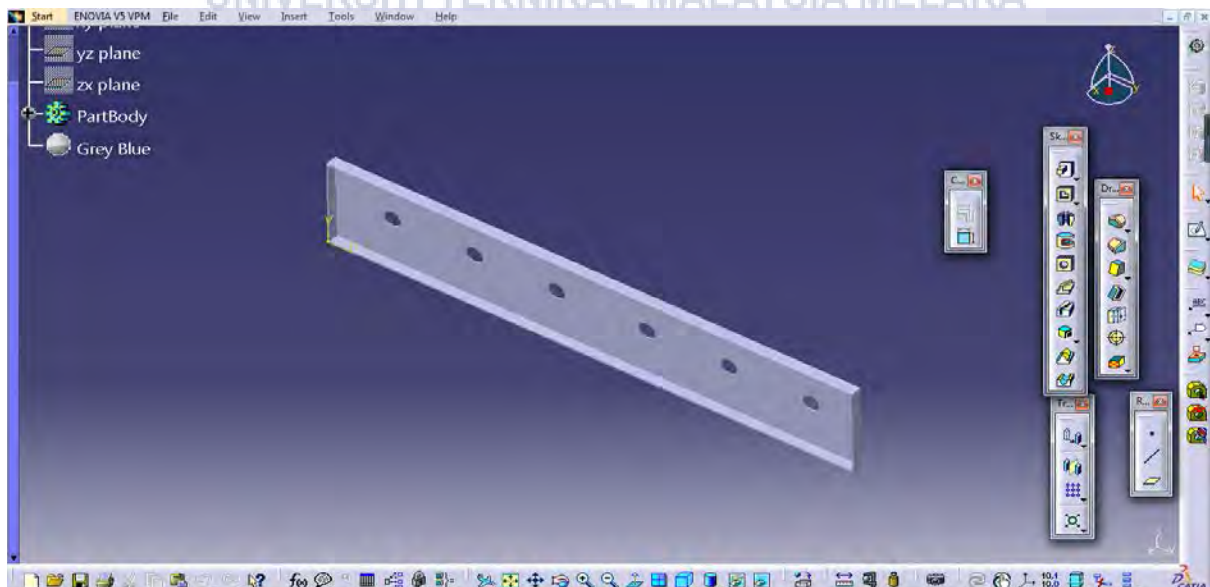
Rajah 4.13: Model 3D Panel Belakang (TGH)

4.6.5 Panel Hadapan / Belakang (ATS)



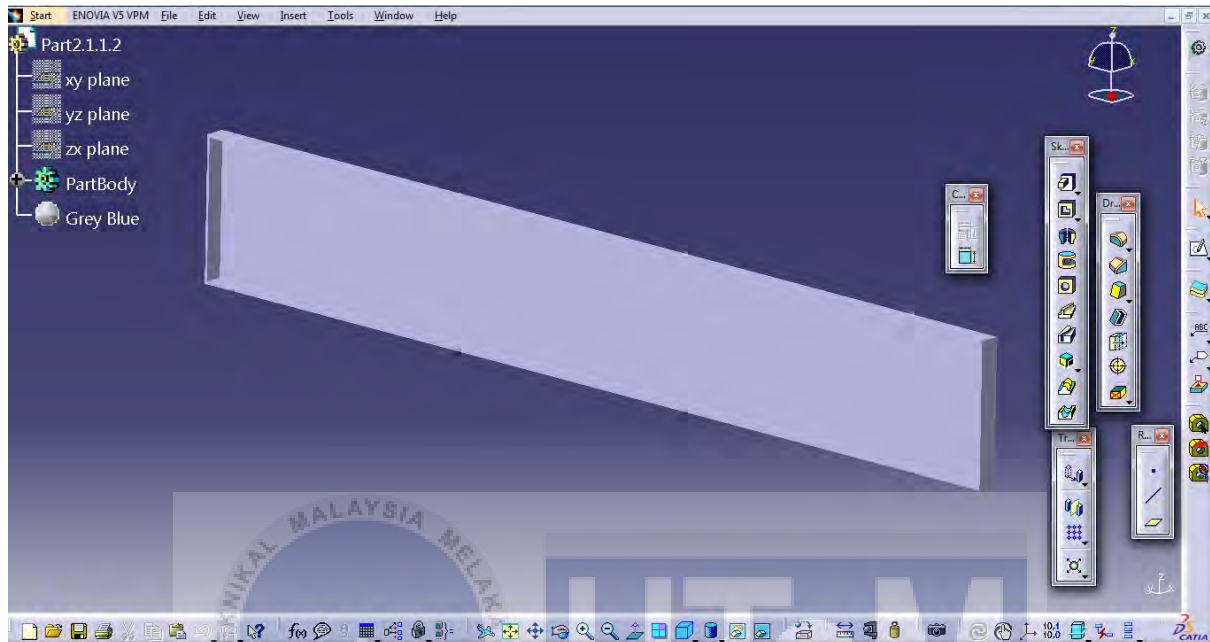
Rajah 4.14: Model 3D Panel Hadapan / Belakang (ATS)

4.6.6 Panel Hadapan (BWH)



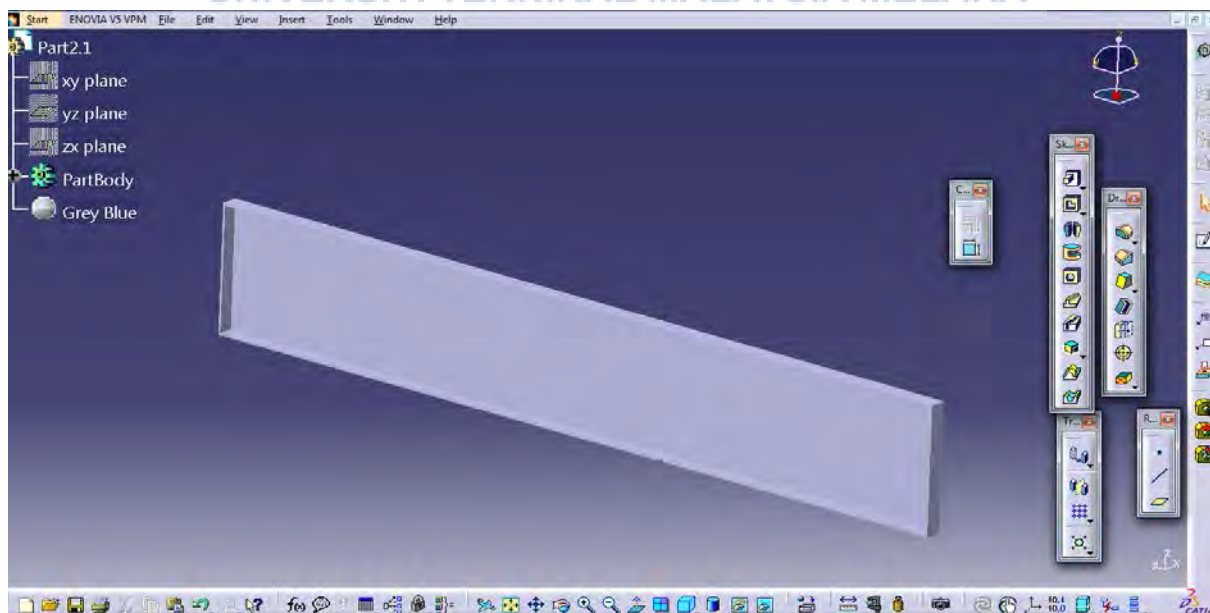
Rajah 4.15: Model 3D Panel Hadapan (BWH)

4.6.7 Panel Tepi (ATS)



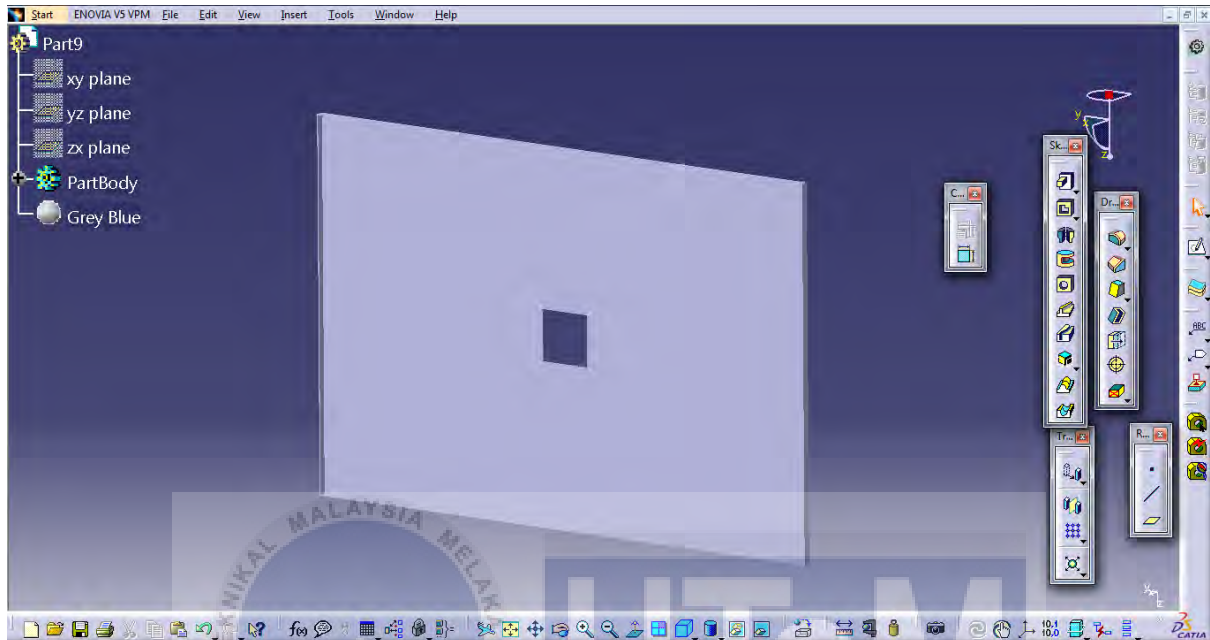
Rajah 4.16: Model 3D Panel Tepi (ATS)

4.6.8 Panel Tepi (BWH)



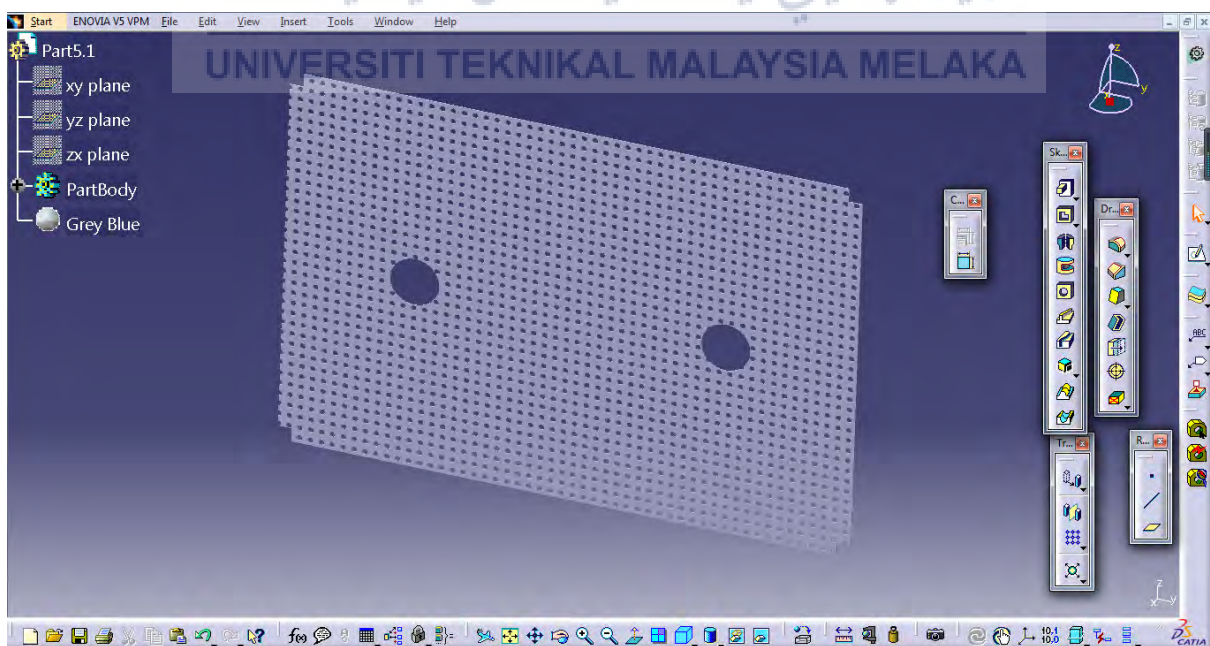
Rajah 4.17: Model 3D Panel Tepi (BWH)

4.6.9 Penutup Kabinet



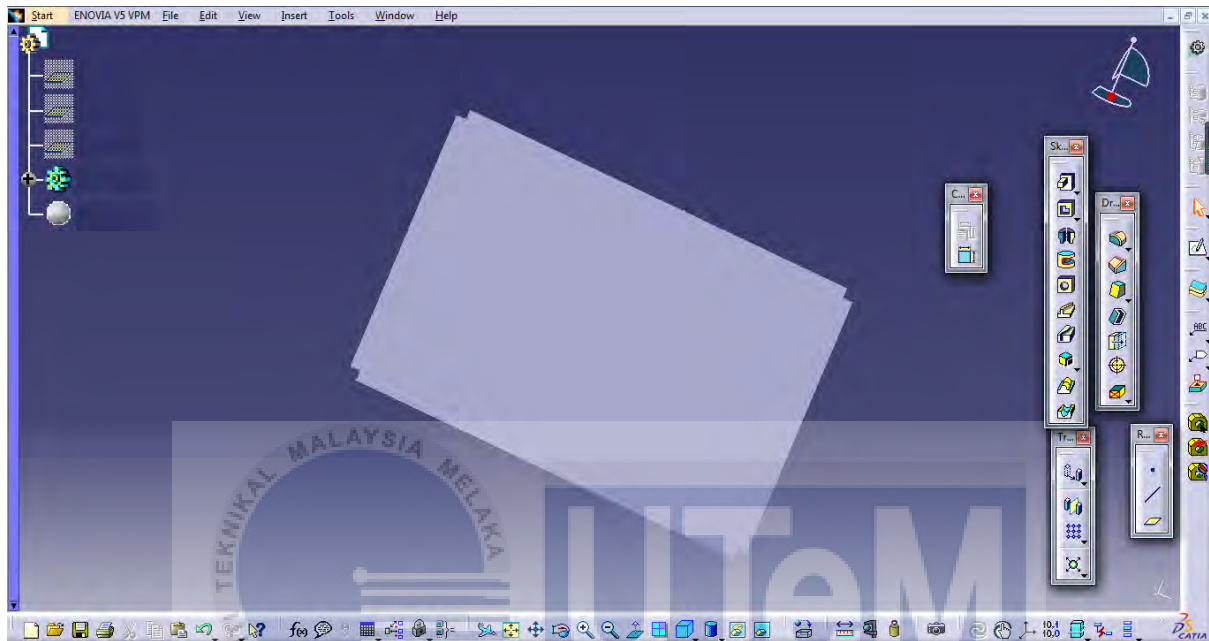
Rajah 4.18: Model 3D Penutup Kabinet

4.6.10 Tapak (ATS) kabinet



Rajah 4.19: Model 3D Tapak (ATS)

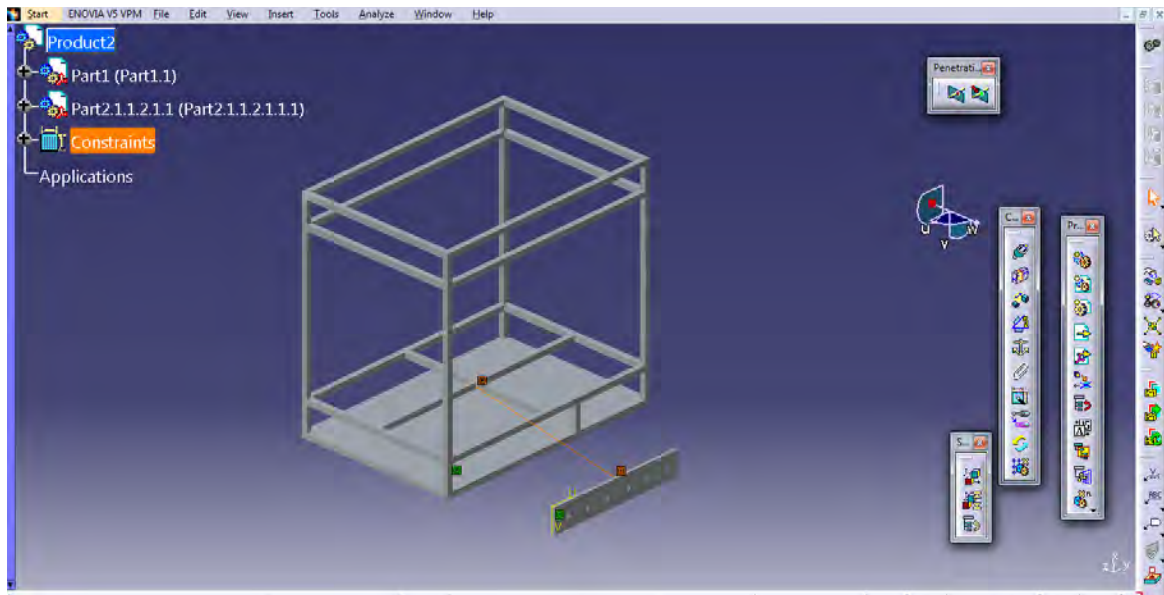
4.6.11 Tapak Kerja



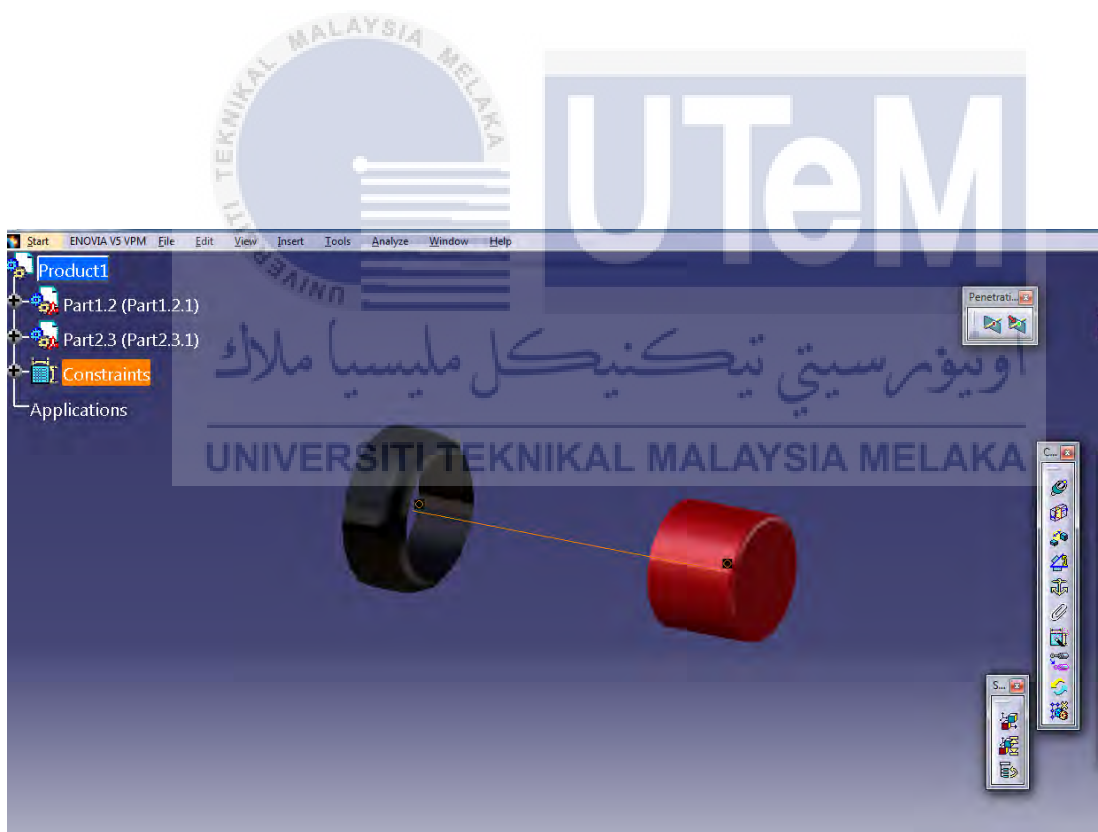
Rajah 4.20: Model 3D Tapak Kerja

4.7 Cantuman Bahagian Model 3D Dan *Product Structure Tree*

Model 3D bahagian yang dinyatakan diatas digabungkan dengan cara *assembly design*. Langkah pertama adalah dengan klik pada existing component kemudian masukkan semua bahagian kabinet satu per satu. Jadikan bingkai sebagai komponen yang tetap dengan klik pada *fix component*. Kemudian, pasangkan permukaan ke permukaan yang hendak dicantum dengan menggunakan arahan *contact constraint* dan *update* seperti Rajah 4.21. Bagi cantuman objek berbentuk bulatan ke lubang pula gunakan arahan *coincidence constraint* klik pada bahagian tengah bulat dan klik update seperti contoh yang ditunjukkan pada Rajah 4.22.



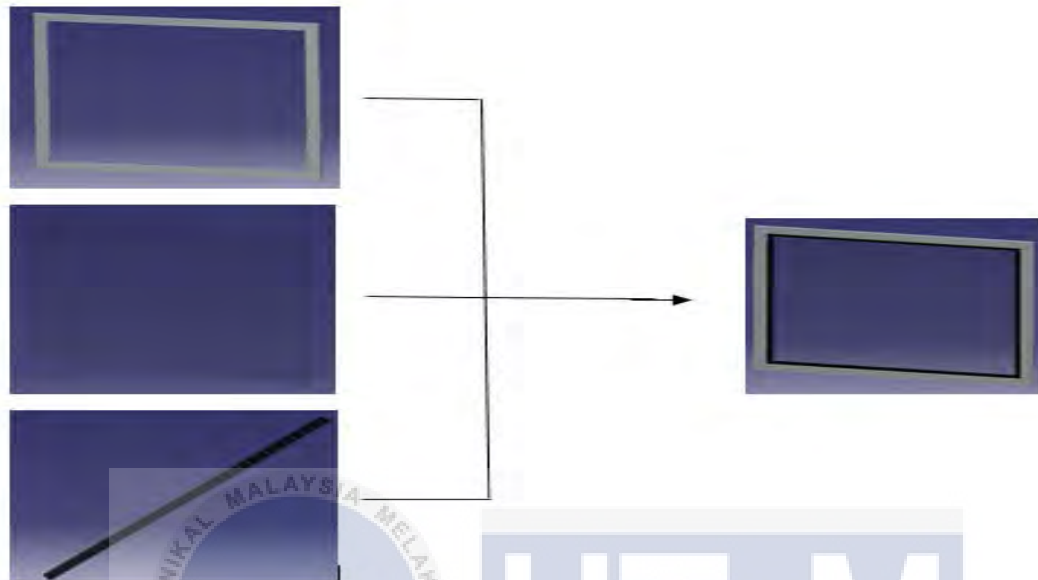
Rajah 4.21: Cantuman Permukaan Rata



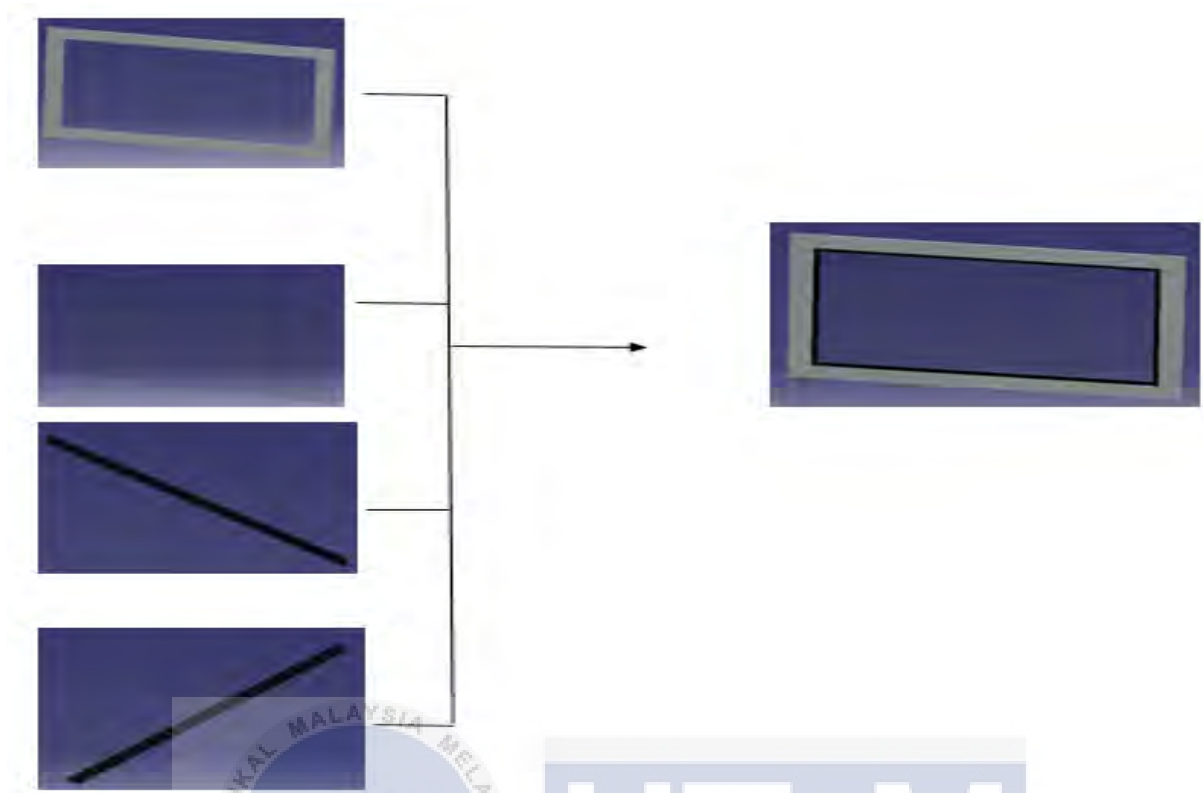
Rajah 4.22: Cantuman dari komponen bulatan ke lubang

Product structure tree adalah satu kaedah yang menunjuk aliran pemasangan pecahan bahagian sesuatu produk. Di dalam projek ini, terdapat dua bahagian *sub-assembly* dan

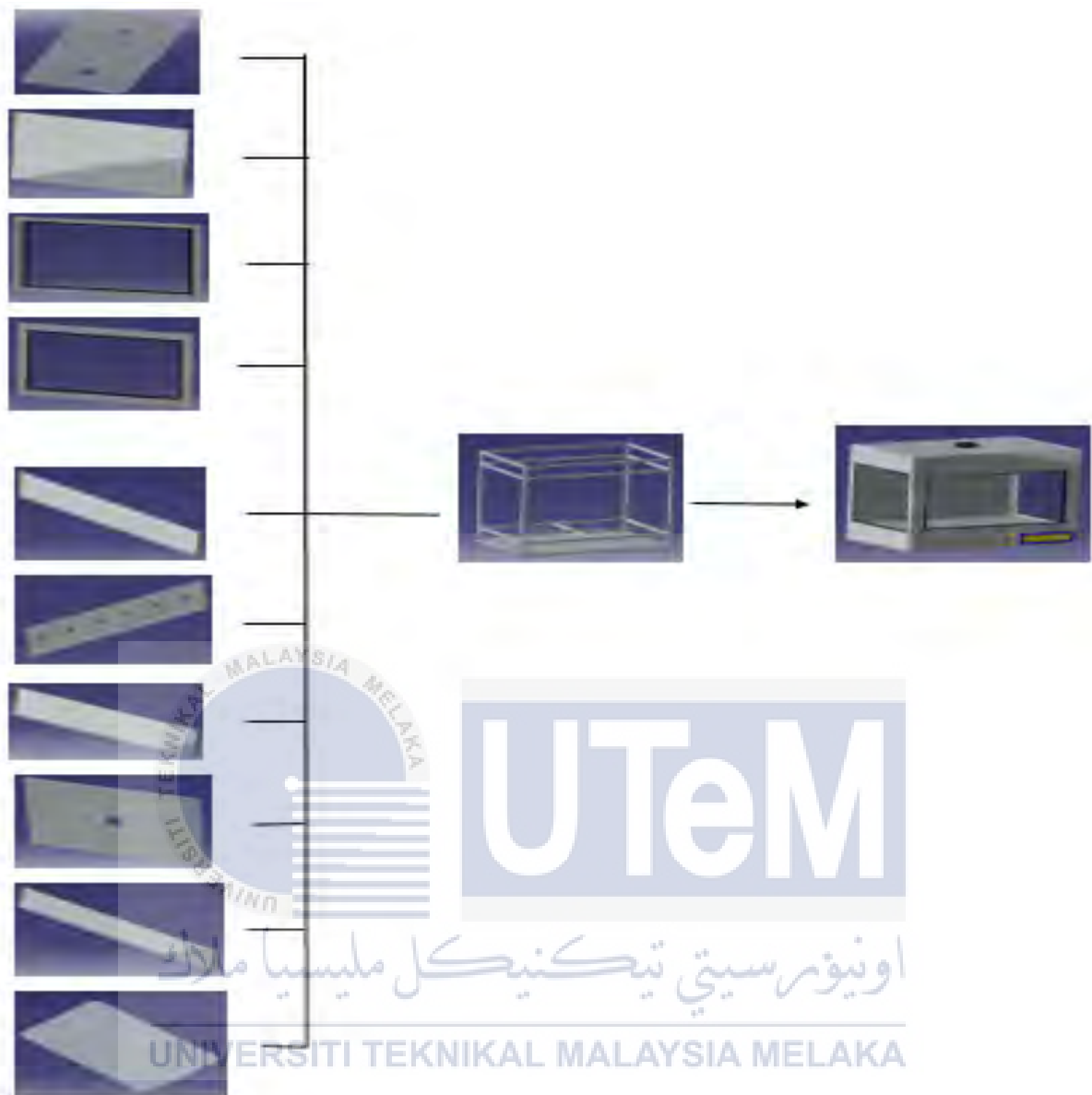
10 bahagian lagi adalah pemasangan terus ke bingkai kabinet. Semua akan ditunjukkan pada rajah di bawah.



Rajah 4.23 Sub-Assembly Pertama



Rajah 4.24 Sub-Assembly Yang Kedua



Rajah 4.25 Assembly keseluruhan

4.8 Kerja Fabrikasi

Berdasarkan semua lukisan yang dihasilkan, kerja fabrikasi dijalankan bagi menghasilkan kabinet tersebut dalam bentuk nyata. Kerja dimulakan dengan pemilihan saiz bahan serta pembelian bahan dan barangan untuk digunakan semasa kerja fabrikasi. Kerja fabrikasi diteruskan dengan menghasilkan bahagian – bahagian kabinet seperti yang telah di lukis. Semua panel dihasilkan dengan cara membengkok (*bending*) kepingan keluli tahan karat mengikut saiz yang ditetapkan. Bahagian lubang seperti suis dan lubang skru pula dihasilkan dengan menggunakan mesin gerudi. Setelah semua bahagian siap dihasilkan kerja pemasangan dijalankan. Bahagian- bahagian tersebut diikat melalui 2 cara iaitu kimpalan serta skru dan nut. Kerja diteruskan dengan melakukan pewayaran bagi lampu LED, suis dan kipas ekzos. Akhir sekali adalah kerja mengkilapkan kabinet supaya kelihatan baik. Dalam proses menyiapkan kabinet ini, faktor keselamatan diri perlu diutamakan semasa melakukan kerja-kerja fabrikasi.

4.8.1 Proses Bending

4.8.1.1 Pendahuluan

Proses bending adalah proses pembengkokan atau penekukan. Proses bending plat ataupun kepingan logam adalah proses penekukan plat dengan menggunakan alat bending baik manual mahupun dengan menggunakan mesin Bending. Contoh mesin bending adalah seperti Rajah 4.26.



Rajah 4.26 : Kerja Pembengkokkan Plat Menggunakan Mesin Bending

Material plat biasanya dibengkokkan dengan menggunakan pisau bending dan dies. Terdapat 2 jenis bending iaitu yang pertama adalah bending lurus yang mana yang hasil pembengkokannya berbentuk garis atau lurus. Kedua pula adalah bending jejari yang menghasilkan pembengkokkan berbentuk jejari. Perkara yang perlu diperhatikan sebelum proses bending adalah:

- Bahan bending haruslah bahan yang boleh dibengkokkan
- Tebal bahan masih berada dalam had alat bending
- Pemilihan acuan yang digunakan mestilah tepat

4.8.1.2 Jenis Jenis Bending

Plat dapat menjadi bengkok akibat tekanan mesin sederhana dengan menggunakan pres yang disebut bending. Kebiasaannya kerja bending menggunakan potongan besi, lembaran logam ataupun piring. Bending biasanya memakai die berbentuk V, U, dan W. Bending menyebabkan logam pada sisi luar paksi neutral mengalami tarikan, sedangkan pada sisi lainnya mengalami tekanan. Terdapat 8 bahagian proses bending iaitu:

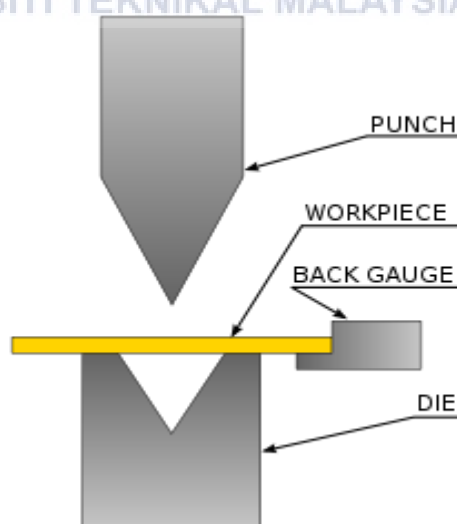
➤ Pembengkokan bersudut



Rajah 4.27 : Panel yang mengalami proses pembengkokan bersudut

Pembengkokan bersudut adalah pembentukan plat atau besi dengan mengetuk bahagian tertentu plat untuk mendapatkan hasil bengkakkan yang diinginkan. Selain mengetuk, kerja ini juga dapat memotong plat yang disisipkan dan juga boleh membuat lengkungan yang bersudut lebih kurang 150° pada lebar logam.

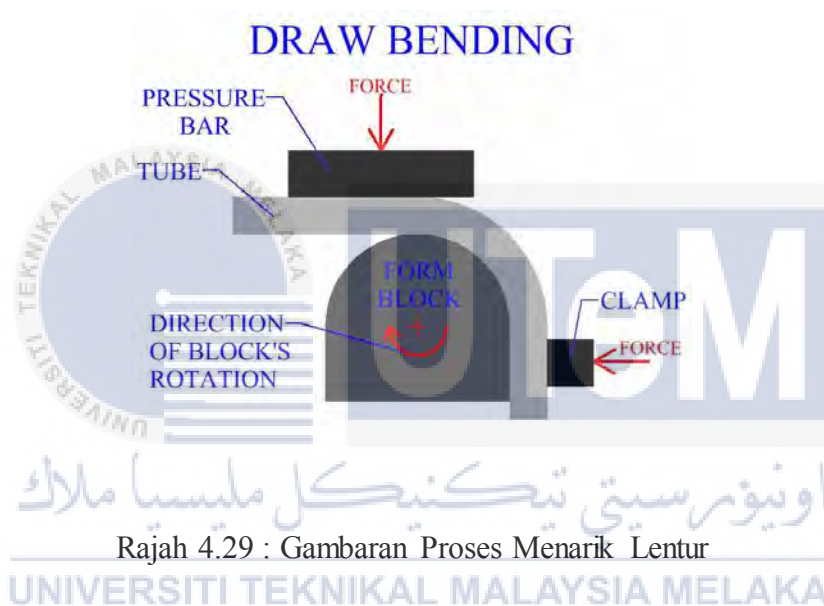
➤ Tekan brek lenturan



Rajah 4.28 : Gambaran Proses Tekan Brek Lenturan

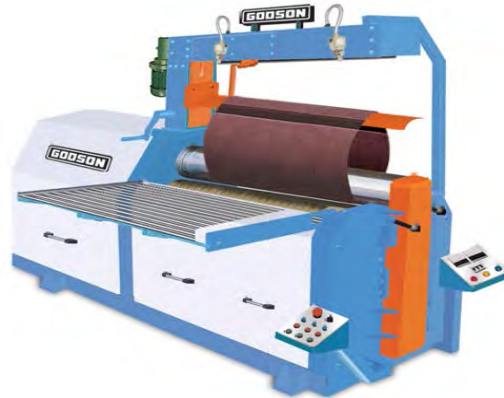
Tekan brek lenturan adalah satu kerja bending yang menggunakan penekan dan sebuah cetakan (die). Proses ini membentuk plat yang diletakkan diatas die lalu ditekan oleh penekan dari atas sehingga mendapatkan hasil tekukan yang serupa dengan bentuk die. Umumnya die berbentuk U, W, dan ada juga yang mempunyai bentuk tertentu (Fei & Hodgson 2006).

➤ Menarik lentur



Menarik lentur adalah proses mencetak plat dengan menggunakan roda penekan dan cetakan. Roda yang berputar menekan plat dan terdorong ke arah cetakan. Pembentukan dengan draw bending ini sangat cepat dan menghasilkan hasil banyak, tetapi kelemahannya adalah pada benda yang terjadi bidasan yang terlalu besar sehingga hasil menjadi kurang maksimum.

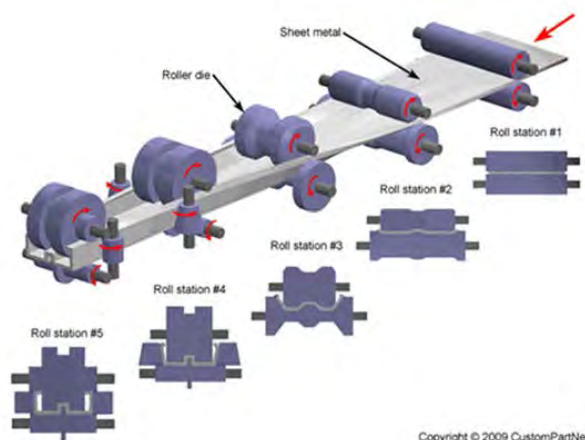
➤ Lenturan Gulung



Rajah 4.30 : Mesin Lenturan Gulung

Lenturan gulung yang biasanya digunakan untuk membentuk silinder, atau bentuk-bentuk lengkung lingkaran dari plat logam yang disisipkan pada suatu silinder yang berputar. Silinder tersebut mendorong dan membentuk plat yang berputar secara terus menerus hingga terbentuklah silinder.

➤ Pembentukan Gulung



Rajah 4.31 : Gambaran proses Pembentukan Gulung

Dalam pembentukan gulungan, bahan kerja adalah bersifat panjang dan setiap bahagian akan dibengkokkan secara satu per satu oleh penggulung.

➤ *Seaming*

Seaming adalah operasi bending yang digunakan untuk menyambung ujung lembaran logam sehingga membentuk benda kerja, sambungan dibentuk dengan silinder-silinder kecil yang disusun secara berurutan.

➤ *Melurus*

Melurus merupakan proses yang berlawanan dengan bending, digunakan untuk meluruskan lembaran logam. Pada umumnya melurus dilaksanakan sebelum benda kerja dibengkokkan.

➤ *Flanging*

Proses *Flanging* sama sahaja dengan proses seaming cuma dijalankan bagi melipat dan membentuk suatu permukaan yang lebih besar.

4.8.2 Proses Menggerudi

Gerudi ialah yang digunakan untuk membuat lubang diatas permukaan logam. Proses menggerudi lubang biasanya dibuat dengan menggunakan mesin gerudi atau mesin larik. Gerudi diperbuat daripada keluli tahan lasak dan tungsten karbida.

4.8.2.1 Cara Menentukan Saiz Mata Gerudi

Saiz gerudi terdapat dalam empat sistem ukuran iaitu:

1. Saiz dalam sistem matrik

Bagi gerudi jenis kecil, saiznya ialah daripada 0.04 mm hingga 0.09 mm dalam langkauan 0.01 mm. Sementara saiz gerudi biasa ialah daripada 0.5 mm hingga 20mm bagi jenis batang lurus dan 8 mm hingga 80 mm bagi jenis batang tirus.

2. Saiz dalam sistem pecahan

Gerudi mempunyai julat saiz daripada $\frac{1}{64}$ inci hingga $3 \frac{1}{4}$ inci dalam langkauan $\frac{1}{64}$ inci atau $\frac{1}{32}$ inci.

3. Saiz dalam sistem angka

Dalam sistem ini, saiz diberi dengan angka 1 atau bersamaan dengan 0.228 inci hingga angka 97 atau 0.0059 inci.

4. Saiz dalam sistem huruf

Gerudi juga mempunyai saiz daripada huruf A hingga Z. Gerudi yang bersaiz A merupakan saiz yang paling kecil dalam set gerudi iaitu 0.234 inci manakala saiz Z pula merupakan saiz yang paling besar iaitu 0.413 inci.

4.8.2.2 Pengendalian Mesin Gerudi

Berikut adalah langkah-langkah yang perlu dibuat untuk mengendalikan mesin gerudi dengan betul:

- 1) Tandakan pusat lubang dengan penebuk cucuk
- 2) Tebuk pusat lubang tadi dengan penebuk pusat
- 3) Hidupkan mesin dan pastikan mata gerudi betul-betul diatas pusat lubang
- 4) Periksa sama ada gerudi berputar sepusat atau tidak sepusat. Cara mengujinya ialah dengan melihat kesan mata gerudi, sama ada diatas pusat lubang atau terkeluar dari pusat lubang
- 5) Gunakan bendalir penyejuk untuk menyejukkan mata gerudi.
- 6) Sekiranya pemotongan terkeluar dari pusat lubang, maka pusat lubang hendaklah diperbetulkan dengan cara membuat satu lurah atau alur dengan menggunakan pahat mata bulat. Ini bermakna kedudukan pusat diubah.
- 7) Teruskan kerja menggerudi sehingga selesai
- 8) Matikan suis dan bersihkan kawasan gerudi

4.8.2.3 Langkah Keselamatan Semasa Menggerudi

Mesin gerudi perlu dikendalikan dengan berhati-hati untuk mengelakkan sebarang kemalangan yang boleh berlaku semasa mengendalikan proses menggerudi. Berikut adalah beberapa panduan yang perlu diikuti semasa menggunakan mesin gerudi:

- 1) Gunakan pakaian yang selamat dan sentiasa menggunakan cermin mata keselamatan.
- 2) Pastikan kawasan sekeliling mesin bersih dan tidak menyebabkan jurum mesin terjatuh. Bersihkan minyak, bendalir pemotong dan tatal pada lantai.
- 3) Pastikan hanya seorang jurum mesin yang bekerja sewaktu mesin beroperasi.
- 4) Gunakan berus dan bukannya kain untuk membersihkan tatal selepas mata gerudi berhenti.
- 5) Pastikan mata gerudi dengan benda kerja mempunyai ruang kelegaan sebelum memulakan kerja.
- 6) Pastikan spindal tidak berputar semasa kerja pengukuran atau pengujian dilakukan.
- 7) Matikan suis ketika menukar mata gerudi dan selepas operasi menggerudi dilakukan.

4.8.3 Proses Kimpalan

Kimpalan adalah satu proses pencantuman sesuatu bahan dengan bahan yang lain dengan menggunakan suatu bahan khas, contohnya logam ataupun thermoplastik. Proses pengimpalan ini melibatkan pencairan sesuatu jenis logam tersebut untuk menjadikannya sebagai pengikat di antara sesuatu struktur dengan struktur yang lain. Terdapat banyak proses kimpalan contohnya adalah kimpalan arka, kimpalan MIG, kimpalan TIG dan kimpalan plasma. Dalam projek ini proses kimpalan MIG digunakan sebagai pengikat komponen. MIG (Metal Inert Gas Welding) ataupun dikenali sebagai Kimpalan logam Gas Lengai, dalam proses ini elektrod akan melebur dan bercampur dengan leburan logam induk untuk membentuk kopak kimpal. Oleh yang demikian,

Rajah 4.32 Litar Kimpalan MIG

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

- Bekalan kuasa bagi mesin kimpalan MIG ialah penjana motor atau penerus jenis bekalan kuasa bervoltan malar yang membekalkan arus terus sehingga 25 ampere. Secara automatiknya voltan akan berubah-ubah mengikut jarak celahan diantara hujung dawai elektrod dengan kerja, manakala arus pula berubah secara songsang ketika kerja dilakukan.

- 56

Penembak bekalan biasanya digunakan untuk mengeluarkan dawai elektrod dan gas pelindung. Kaedah mengeluarkan dawai elektrod dari muncung penembak ialah secara tarik atau tolak.

3) Gas pelindung

Untuk MIG, gas karbon dioksida digunakan. Gas karbon digunakan untuk mengimpal MIG keluli karbon.

4) Dawai elektrod

Sangat penting dan mestilah dari logam yang mempunyai kerencaman yang sama dengan bahan kerja yang dikimpal.

4.8.3.2 Kelebihan Kimpalan MIG

Antara kelebihan penggunaan kimpalan MIG adalah:

- 1) Proses boleh di automasikan (digabungkan dengan robot)
- 2) Proses lebih cepat
- 3) Hasil kimpalan bermutu tinggi
- 4) Arka dan kubang kimpal mudah dilihat semasa melakukan pengimpalan
- 5) Kimpalan boleh dibuat pada semua kedudukan
- 6) Boleh mengimpal semua jenis logam utama

4.8.4 Pewayaran

Bagi menyempurnakan kabinet mesin pintalan elektrik, kerja pewayaran telah dibuat pada kabinet tersebut bagi memasang lampu LED, kipas ekzos dan suis. Berikut adalah gambaran litarnya



Rajah 4.33 : Litar Pewayaran Kabinet Pintalan Elektrik



BAB 5

ANALISIS DAN PERBINCANGAN

5.1 Analisis Beban

5.1.1 Pendahuluan

Statik analisis dijalankan menggunakan CATIA V5 *Generative Structural Analysis module*. Semua komponen dipasang dan dimodelkan dalam bentuk pejal yang kukuh. Setelah itu, model tersebut di analisis dan data diambil dan dikira bertujuan untuk pembaikan produk.

5.1.2 Analisis bingkai kabinet mesin pintalan elektrik

Bingkai merupakan komponen penting dalam sesuatu produk. Begitu juga bingkai kabinet mesin pintalan elektrik yang memainkan peranan penting dalam aspek tahan lasak. Bingkai ini mempunyai fungsi untuk memegang kesemua panel yang dicantumkan kepadanya termasuk pintu, cermin sisi dan beban yang dikenakan terhadap kabinet tersebut. Dalam projek ini, anggaran jumlah beban yang dikenakan terhadap kabinet adalah 196N. Analisis dijalankan pada bar yang berongga di kawasan tapak kerja. Persamaan asas beban digunakan dalam analisis ini

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$\sigma = \text{normal stress}$

$F = \text{force}$

$A = \text{area}$

Persamaan di atas menunjukkan bagaimana untuk mengira tekanan ataupun beban dengan menggunakan persamaan berikut. Beban akan meningkat jika peningkatan daya. Selain daripada itu, saiz persegi kawasan juga memainkan peranan bagi nilai beban. Semakin bertambah saiz persegi kawasan semakin berkurang nilai beban. Nilai beban yang diagih sepanjang bar beronggap perlu dicari untuk memasukan nilai tersebut pada *generative structural analysis*. Bagi mendapatkan pengalihan beban, persama di bawah digunakan.

$$\text{Pengalihan beban} = \frac{\text{Jumlah beban}}{\text{Panjang bar}}$$

$$= \frac{196}{1000}$$

$$= 0.196 \text{ N/m}$$

$$\text{Tekanan permukaan} = \frac{F}{A}$$

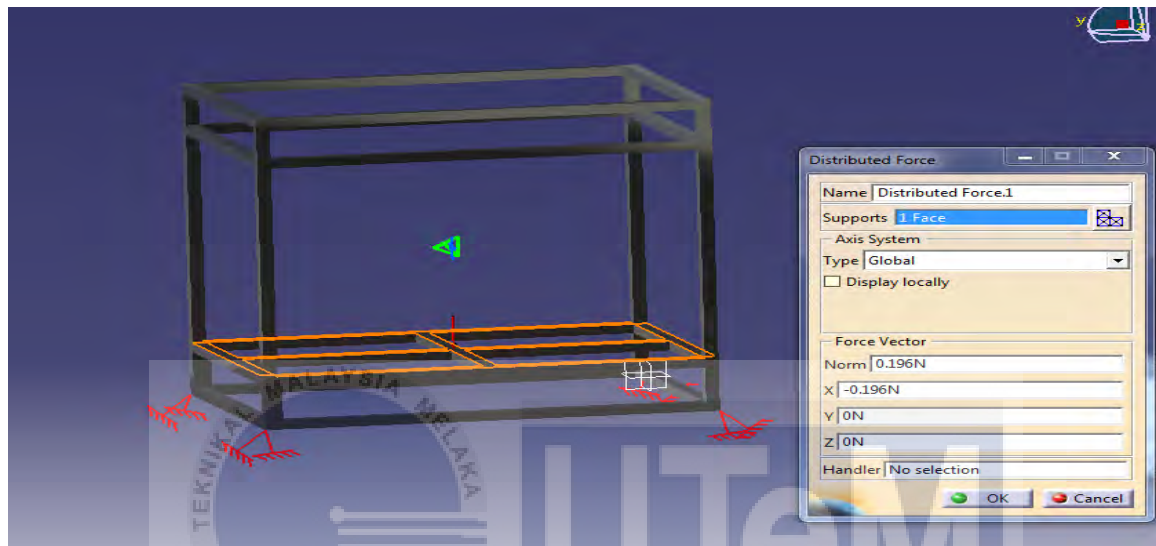
F = Pengalihan Beban

A = Luas

$$\text{Tekanan permukaan} = \frac{0.196}{0.67}$$

$$= 0.292 \text{ N/m}^2$$

Nilai pengagihan beban kemudiannya dimasukkan pada *generative structural analysis* sebagai *distribute force* seperti Rajah 5.1.

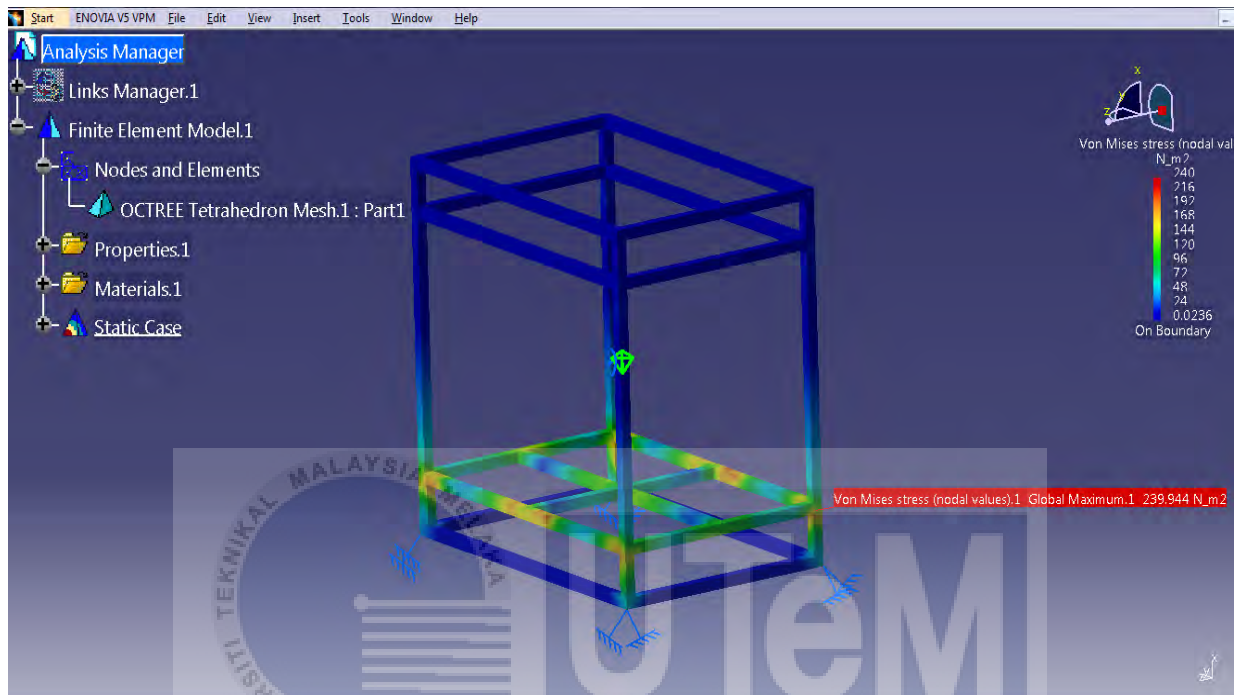


Rajah 5.1 : Menentukan Lokasi Pengagihan Beban

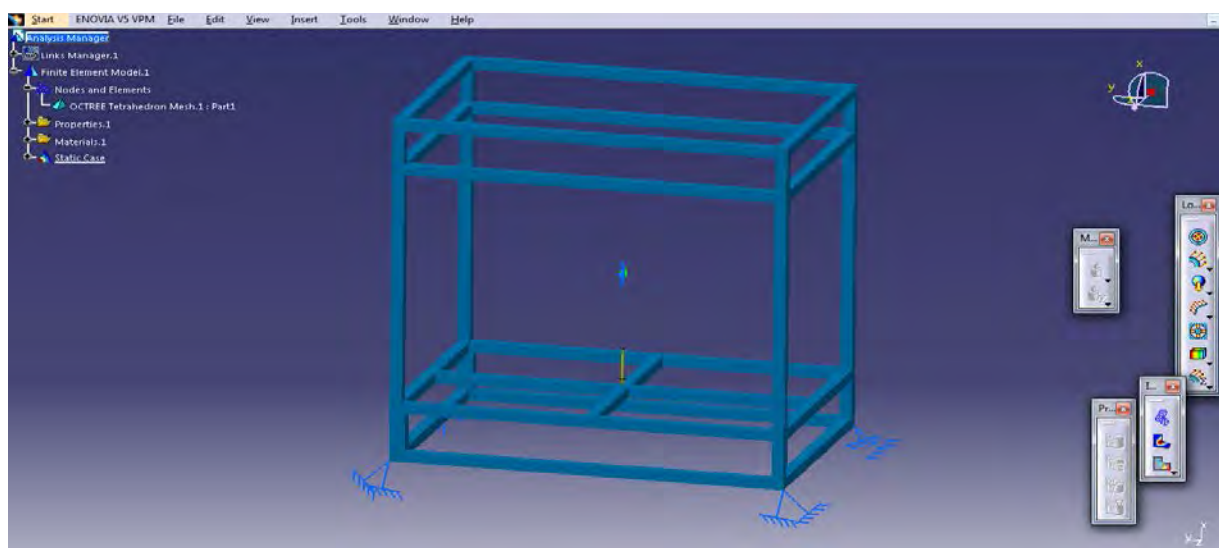
Rajah 5.2 adalah nilai Von Mises hasil daripada analisis yang dijalankan. Nilai Von Mises yang tertinggi adalah 240 Mpa. Nilai tersebut digunakan untuk mencari nilai *Factor of safety*. F.O.S digunakan dalam bidang kejuruteraan untuk menentukan tahap keselamatan sesuatu produk. Sekiranya, nilai F.O.S tidak melebihi 1 maka produk tersebut adalah dalam keadaan yang selamat. Berikut adalah pengiraannya:

$$\begin{aligned} \text{F.O.S} &= \frac{\text{kekuatan alah bahan}, \sigma}{\text{Von Mises}} \\ &= \frac{215}{240} \\ &= 0.89 \end{aligned}$$

Berdasarkan jawapan diatas iaitu 0.89, menunjukkan bahawa bingkai ini kuat dan selamat digunakan. Gambaran pada Rajah 5.3 juga menunjukkan tiada perubahan bentuk apabila beban dikenakan.



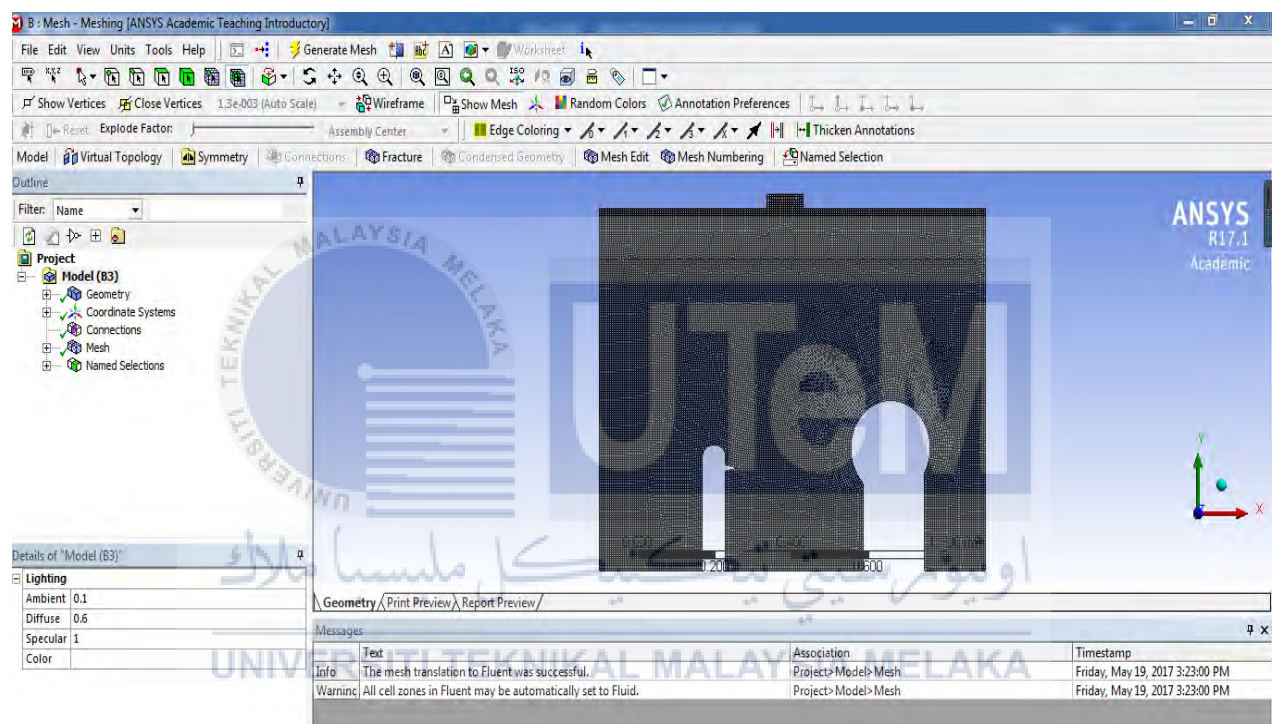
Rajah 5.2 : Nilai Von Misses Dalam Unit Mpa



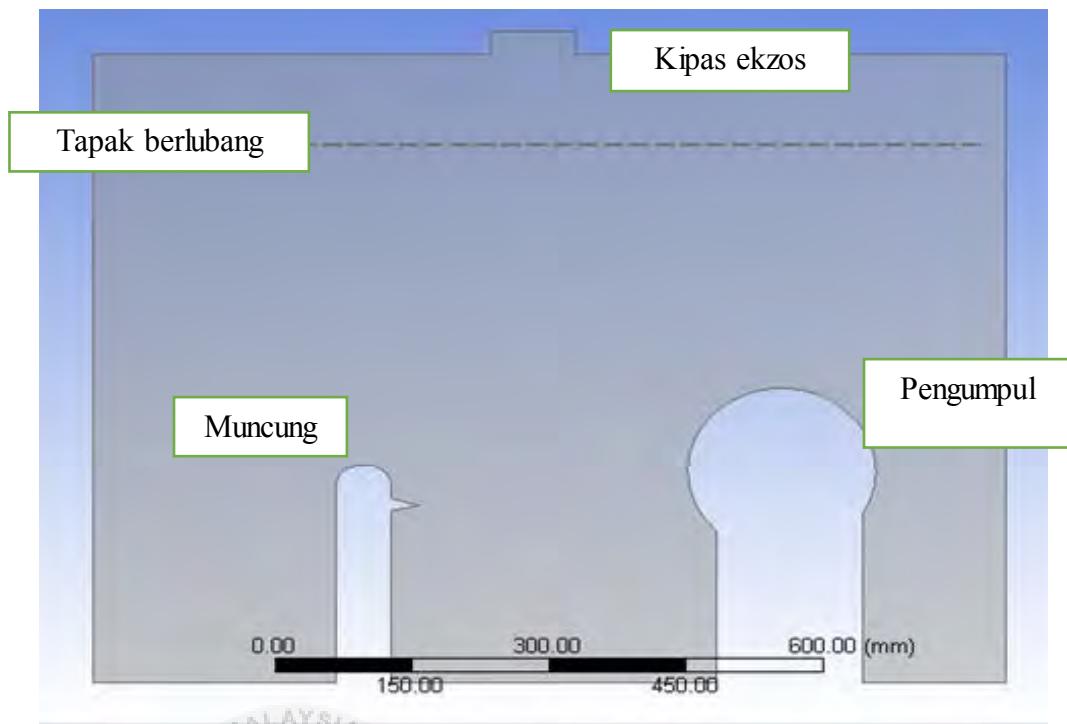
Rajah 5.3 : Struktur Deformation

5.2 Analisis Pengudaraan

Di dalam projek ini, *Finite Element Analysis* (FEA) digunakan menggunakan perisian ANSYS bagi menentukan corak perubahan pengudaraan di dalam kabinet. Model dilukis pada *geometry* dalam bentuk 2D dan diteruskan dengan *meshing* seperti Rajah 5.4. pada *meshing* juga setiap perimeter perlu dinamakan.



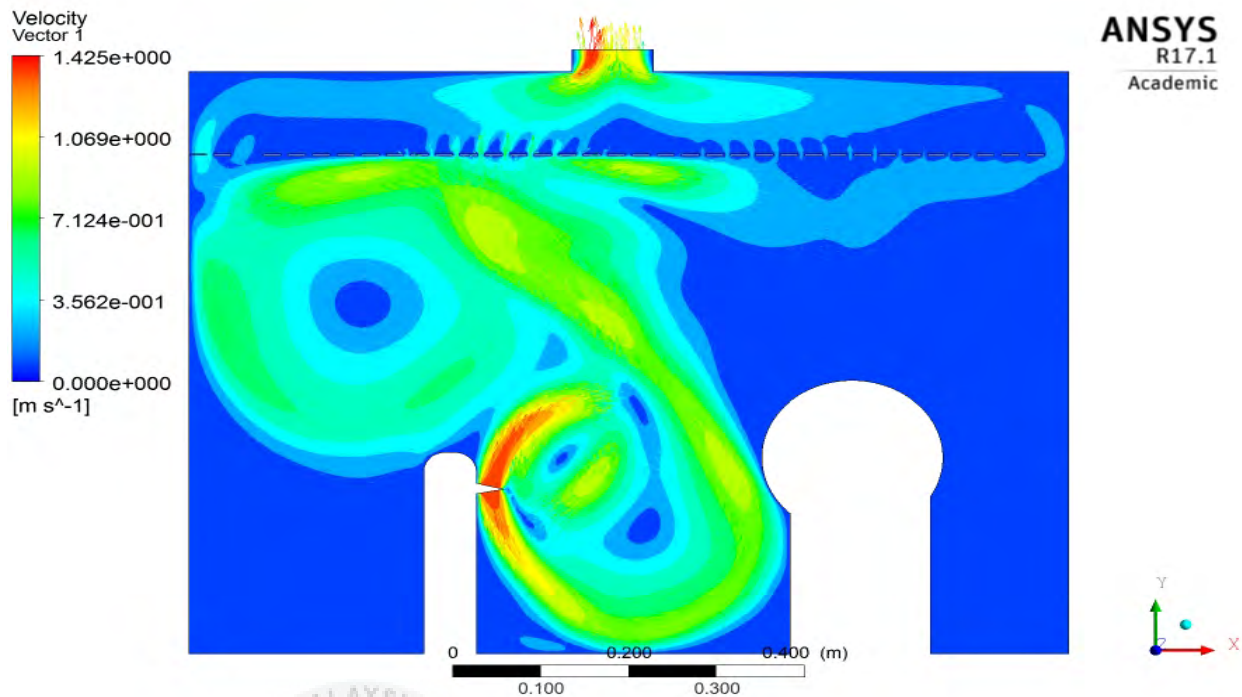
(1)



(2)

Rajah 5.4 : (1) Proses Meshing, (2) Lukisan 2D

Berikut adalah keputusan yang terhasil melalui analisi ini. Muncung pada model tersebut dijadikan sebagai inlet yang mempunyai kadar aliran jisim 0.002 kg/s manakala kipas ekzos dijadikan sebagai outlet yang mempunyai tekanan sebanyak 65.7 pascal.



Rajah 5.5 : Halaju Udara Di Dalam Kabinet

Berdasarkan Rajah 5.5, halaju yang tertinggi adalah pada bahagian muncung dan kipas ekzos iaitu 1.425 m/s. Hal ini disebabkan hasil semburan dari muncung dan sedutan udara keluar dari kipas ekzos. Kelihatan udara bergerak dalam keadaan mendatar sebanyak 7.124×10^{-1} m/s ketika menghala ke pengumpul dan terus naik ke bahagian kiri melalui tapak yang berlubang. Halaju kelihatan rendah semasa melepasi tapak berlubang dan kembali meningkat menuju ke kipas ekzos. Majoriti halaju paling rendah adalah pada bahagian belakang pengumpul dan belakang muncung iaitu 0 m/s. Keadaan ini berlaku kerana kawasan semburan berlaku di antara hadapan dan pengumpul menyebabkan kawasan di belakang terhalang.

5.3 Kos Penghasilan Produk

Kesemua kos dikira dari mula pembelian barang sehingga kabinet siap dihasilkan. Harga pembelian kabinet tersebut adalah RM 2350. Harga tersebut termasuk dengan kos upah, kos overhead dan juga kos keuntungan. Kesemua anggaran kos pengiraan tersebut ditunjukkan di bawah.

$$\text{Kos Jualan} = \text{Kos Bahan} + \text{Kos Upah} + \text{Kos Overhead} + \text{Kos Keuntungan}$$

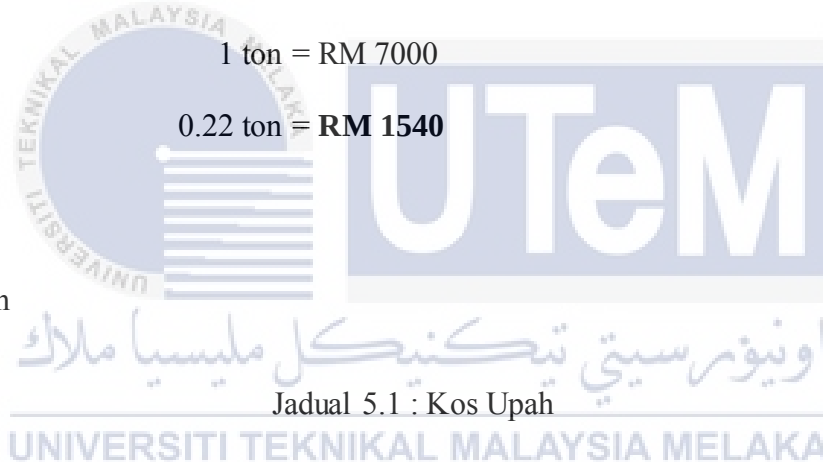
5.3.1 Kos Bahan (Keluli tahan karat)

Total berat keluli tahan karat = 0.22 ton

1 ton = RM 7000

0.22 ton = **RM 1540**

5.3.2 Kos Upah



Jadual 5.1 : Kos Upah

Kos Upah				
Bilangan Pekerja	Jam kerja	Bilangan Hari	Kadar / Jam	Jumlah
2	4	5	5	RM 200

5.3.3 Kos Overhead

Jadual 5.2 : Kos Overhead

Kos Overhead	
Elektrik	30
air	5
Peralatan gantian	100
Penyelenggaraan	65
Jumlah	RM 200

5.3.4 Kos Keuntungan

Keuntungan yang diambil oleh kilang adalah 20 %, oleh yang demikian

Kos keuntungan = (kos bahan + kos upah + kos overhead) x 20%

$$= (1540 + 200 + 200) \times 20\%$$

$$= \text{RM } 388$$

$$\text{Kos jualan} = 1540 + 200 + 200 + 388$$

$$= \text{RM } 2328$$

5.3.5 Kos keseluruhan

Jadual 5.3 : Kos Keseluruhan

Bahan	Kuantiti	RM / unit	Jumlah (RM)
- Keluli tahan karat 1" x 1" - Keluli tahan karat 1.2mm - Perspek (acrylic) 4mm - Keluli tahan karat 1mm - Engsel - Termasuk kos upah, kos overhead dan kos keuntungan	1	2328	2328
Lampu LED	2	20	40
Kipas ekzos	1	30	30
Wayar	10	1	10
Suis	6	2.50	15
Mata gerudi	1	30	30
Sarung wayar	4	1	4
Lain- lain		30	30
Jumlah			2487

BAB 6

KESIMPULAN

Kesimpulannya, objektif bagi projek ini tercapai dengan penghasilan kabinet yang dilengkapi dengan kipas ekzos. Semua komponen dan rekabentuk dipilih mengikut nilai ergonomik dan kos penghasilannya. Setelah semua kriteria menepati semua parameter yang ditetapkan, pemilihan jenis keluli tahan karat telah dibuat. Perkara tersebut dibincang terlebih dahulu dengan pihak kilang supaya hasil projek sempurna mengikut kos yang dihadkan. Walaupun penghasilan kabinet ini makan masa yang agak lama namun kerja-kerja fabrikasi telah dijalankan dengan baik sehingga membuahkan hasil yang memuaskan hati. Hasilnya, kabinet ini dapat berfungsi dengan baik dan ujikaji bagi menghasilkan serat nano dapat dijalankan dengan lebih sistematik dan selamat dengan adanya kabinet ini.

CADANGAN

Pemerhatian telah dibuat seiring penghasilan projek ini, terdapat beberapa cadangan yang boleh diketengahkan pada masa hadapan untuk penambahbaikan ke tahap yang lebih baik.

Contohnya adalah :

- I. Suis dua biji lampu LED boleh disatukan untuk mengurangkan pewayaran serta menjimatkan ruangan bahagian suis.
- II. Menghasilkan lubang pada bahagian bingkai yang berongga supaya sistem pewayaran dapat lakukan melalui lubang tersebut. Cara ini akan menampakkan hasil yang lebih kemas.
- III. Tidak mematikan panel di bahagian suis supaya mudah untuk penyelenggaraan.
- IV. Menghasilkan roda yang boleh dikunci di bahagian bawah supaya kabinet tersebut mudah dialihkan.

RUJUKAN

- Abdal-Hay, A., Hamdy, A.S. & Khalil, K.A., 2015. Fabrication of durable high performance hybrid nanofiber scaffolds for bone tissue regeneration using a novel, simple in situ deposition approach of polyvinyl alcohol on electrospun nylon 6 nanofibers. *Materials Letters*, 147, pp.25–28.
- Barraza, R.D.V. et al., 2016. Designing a Low Cost Electrospinning Device for Practical Learning in a Bioengineering Biomaterials Course. , 37(1), pp.27–36.
- Burge, S., 2009. The Systems Engineering Tool Box. , pp.1–15.
- Fei, D. & Hodgson, P., 2006. Experimental and numerical studies of springback in air v-bending process for cold rolled TRIP steels. , 236, pp.1847–1851.
- Frenot, A. & Chronakis, I.S., 2003. Polymer nanofibers assembled by electrospinning. , 8, pp.64–75.
- Herdiawan, H., Juliandri & Nasir, M., 2013. PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI Co-PVDF NANOFIBER KOMPOSIT MENGGUNAKAN METODE ELEKTROSPINNING. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir PTNBR- BATAN Bandung*, 4 Juli 2013, pp.110–116.
- Huang, Z.M. et al., 2003. A review on polymer nanofibers by electrospinning and their applications in nanocomposites. *Composites Science and Technology*, 63(15), pp.2223–2253.
- Krishnapillai, R. & Zeid, A.B.E., 2006. Mapping product design specification for mass customization. , pp.29–43.
- Muhaimin, M. et al., 2014. Fabrikasi Nanofiber Komposit Nanoselulosa / PVA dengan Metode Electrospinning. *Prosiding Pertemuan Ilmiah HFI XXVIII*, (April), pp.62–65.
- Rezaee, O. et al., 2017. Preparation of PVA nanofibers containing tungsten oxide nanoparticle by electrospinning and consideration of their structural properties and photocatalytic activity. *Journal of Alloys and Compounds*, 690, pp.864–872.
- Sugiyana, D. & Tekstil, B.B., 2011. PEMBUATAN SERAT NANO MENGGUNAKAN

METODE. , pp.29–34.

Tang, J. et al., 2017. Applied Surface Science Preparation of paclitaxel / chitosan co-assembled core-shell nanofibers for drug-eluting stent. *Applied Surface Science*, 393, pp.299–308.

Tucker, N. & Stanger, J., 2012. The History of the Science and Technology of Electrospinning from 1600 to 1995. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 7(SPECIAL ISSUE), pp.63–73.

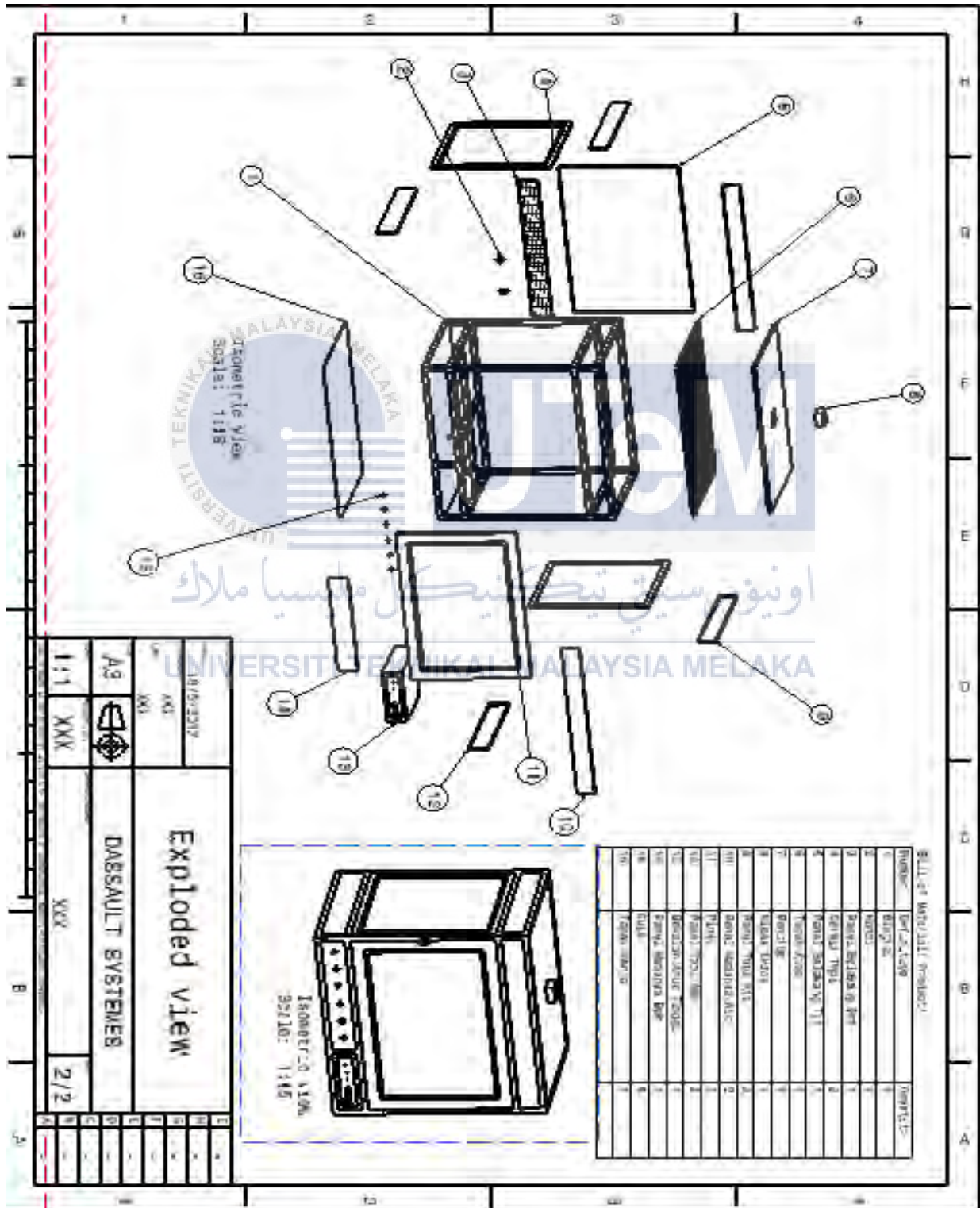
Zaitunah, A. & Hut, S., 2002. digitized by USU digital library 1. *Seminar*, (1987), pp.1–7.

[http://anekamesin.com/produk/mesin-pengering-cabinet-dryer#pphoto\[gal\]/0/](http://anekamesin.com/produk/mesin-pengering-cabinet-dryer#pphoto[gal]/0/)

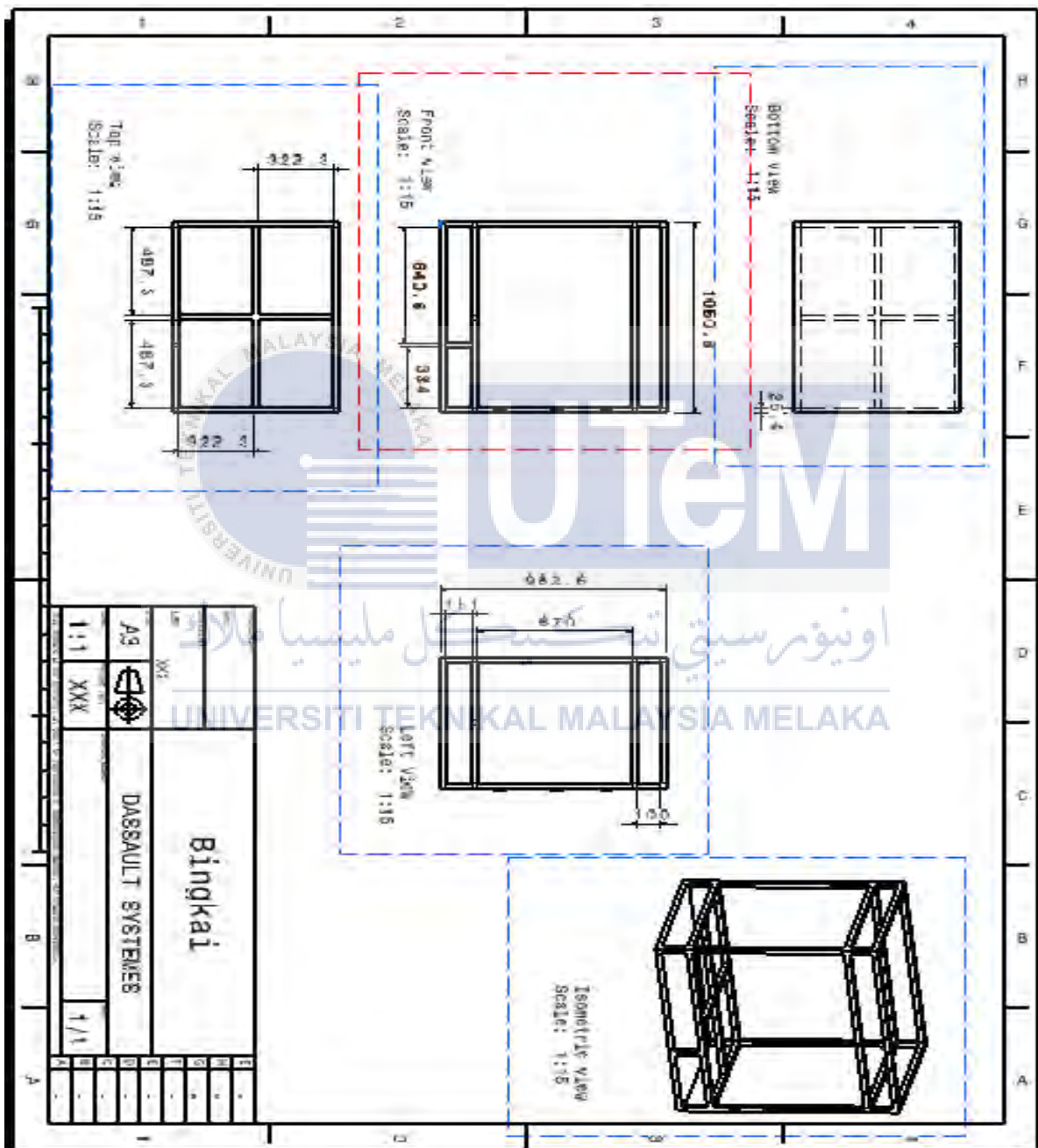
<http://inovenso.com/>



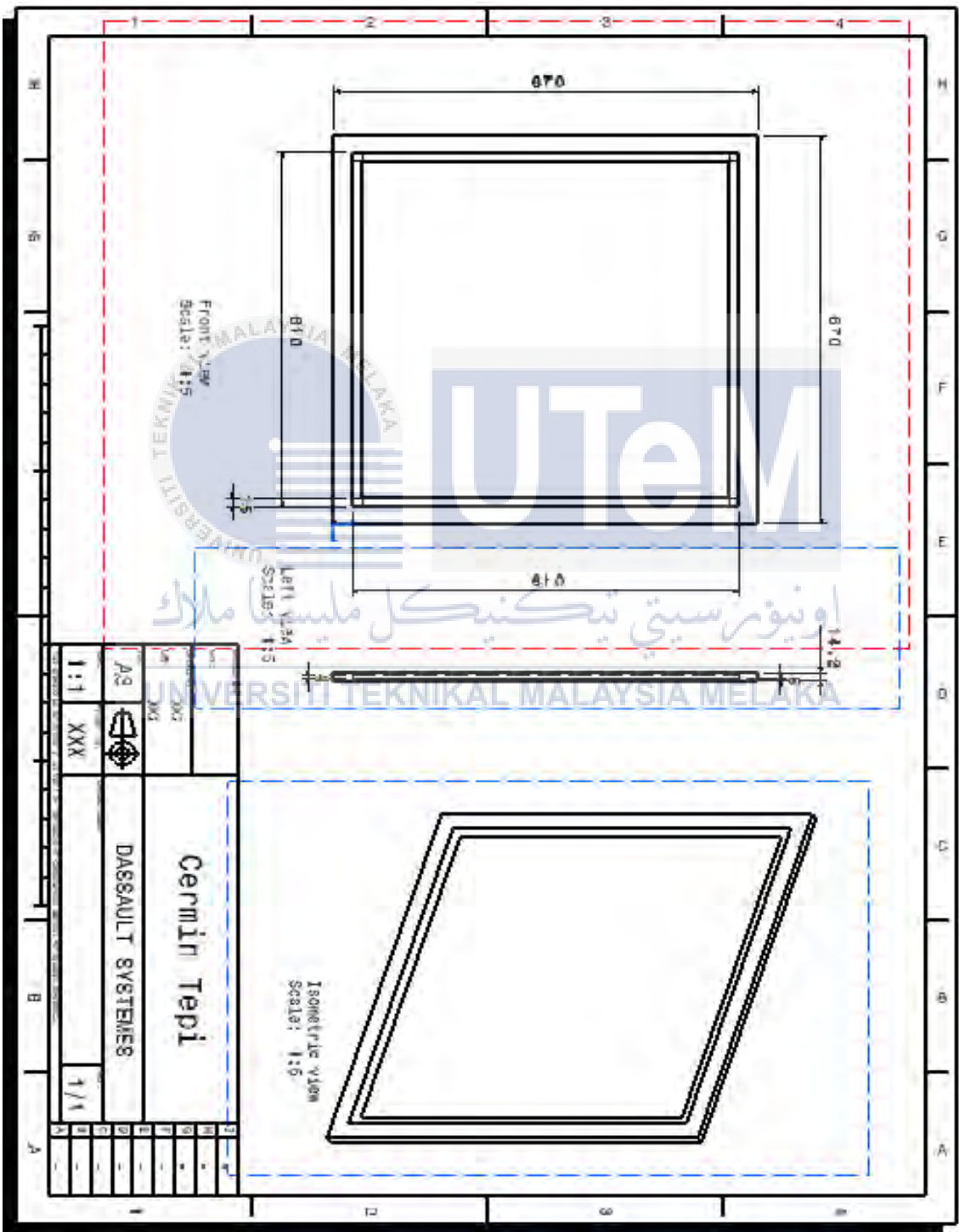
LAMPIRAN A



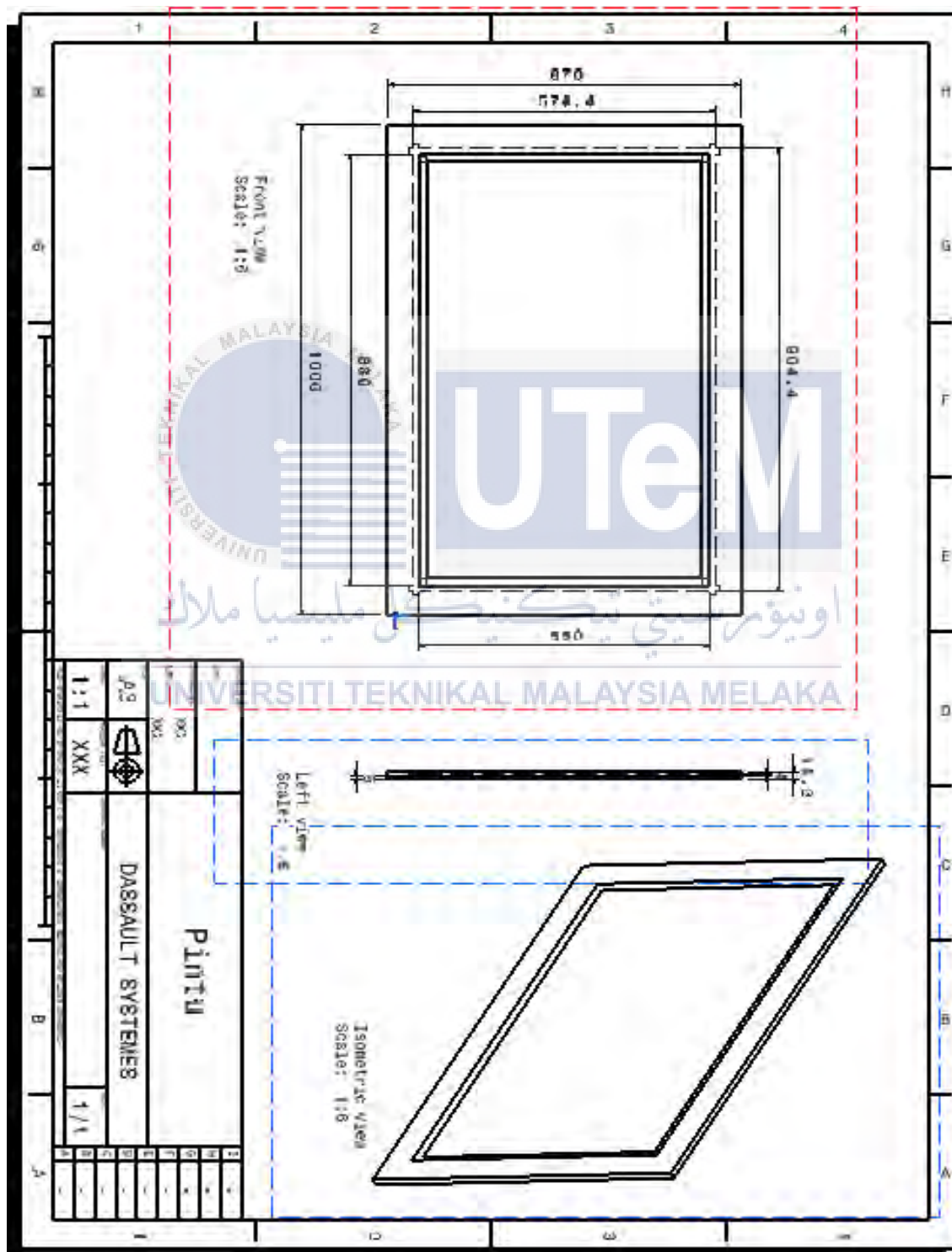
LAMPIRAN B



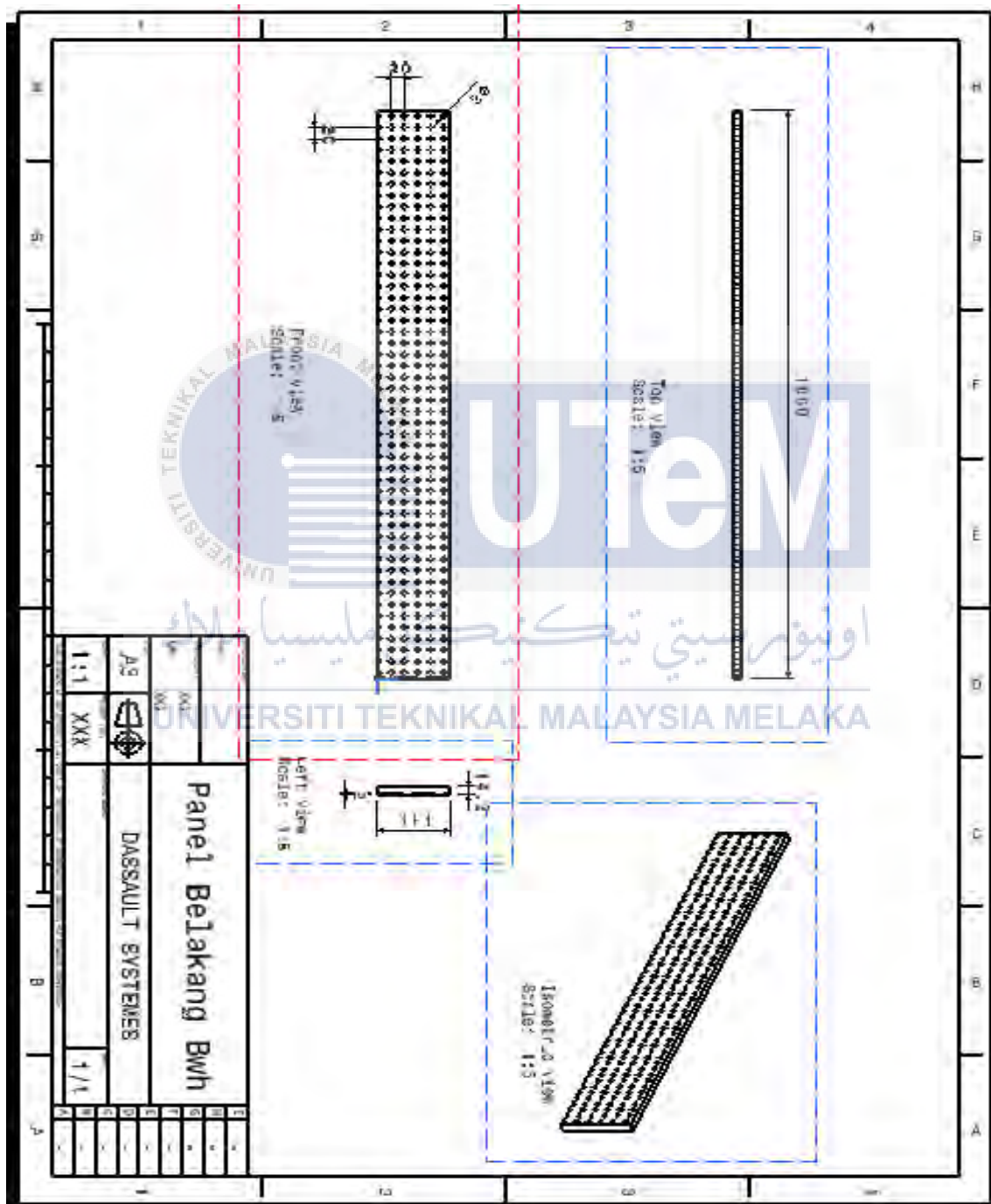
LAMPIRAN C



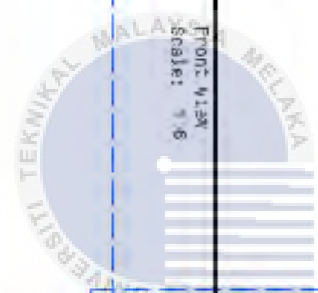
LAMPIRAN D



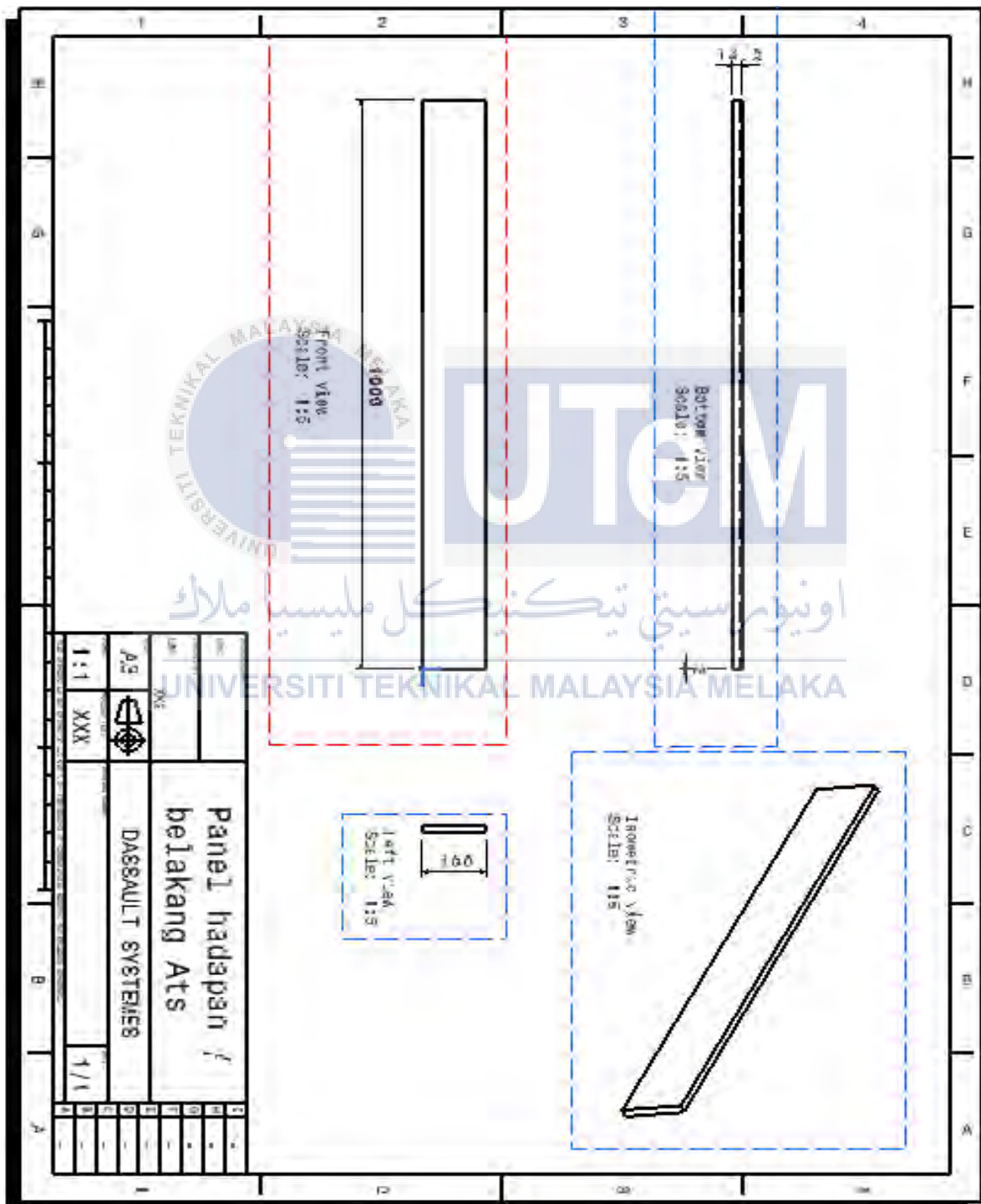
LAMPIRAN E



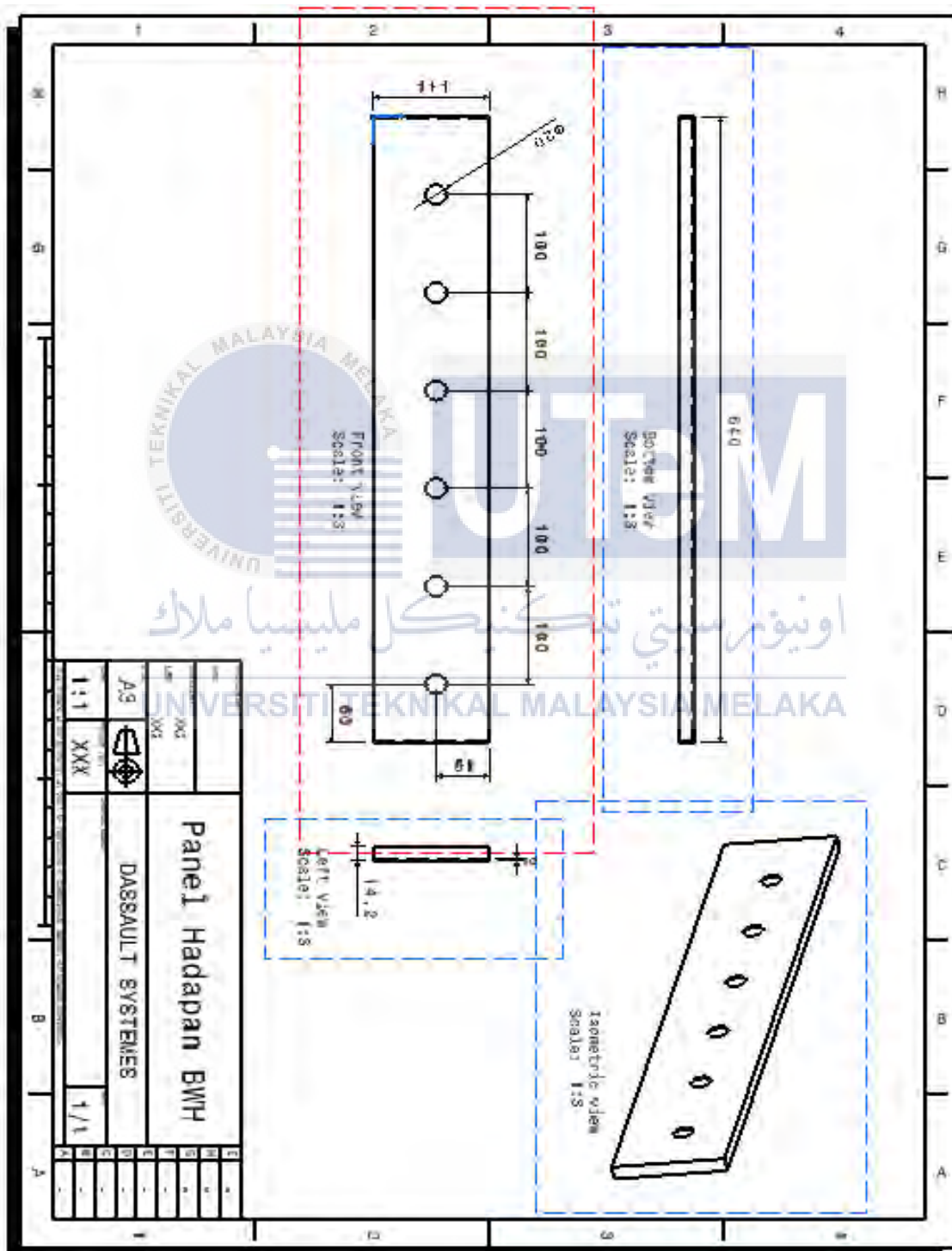
UTeM



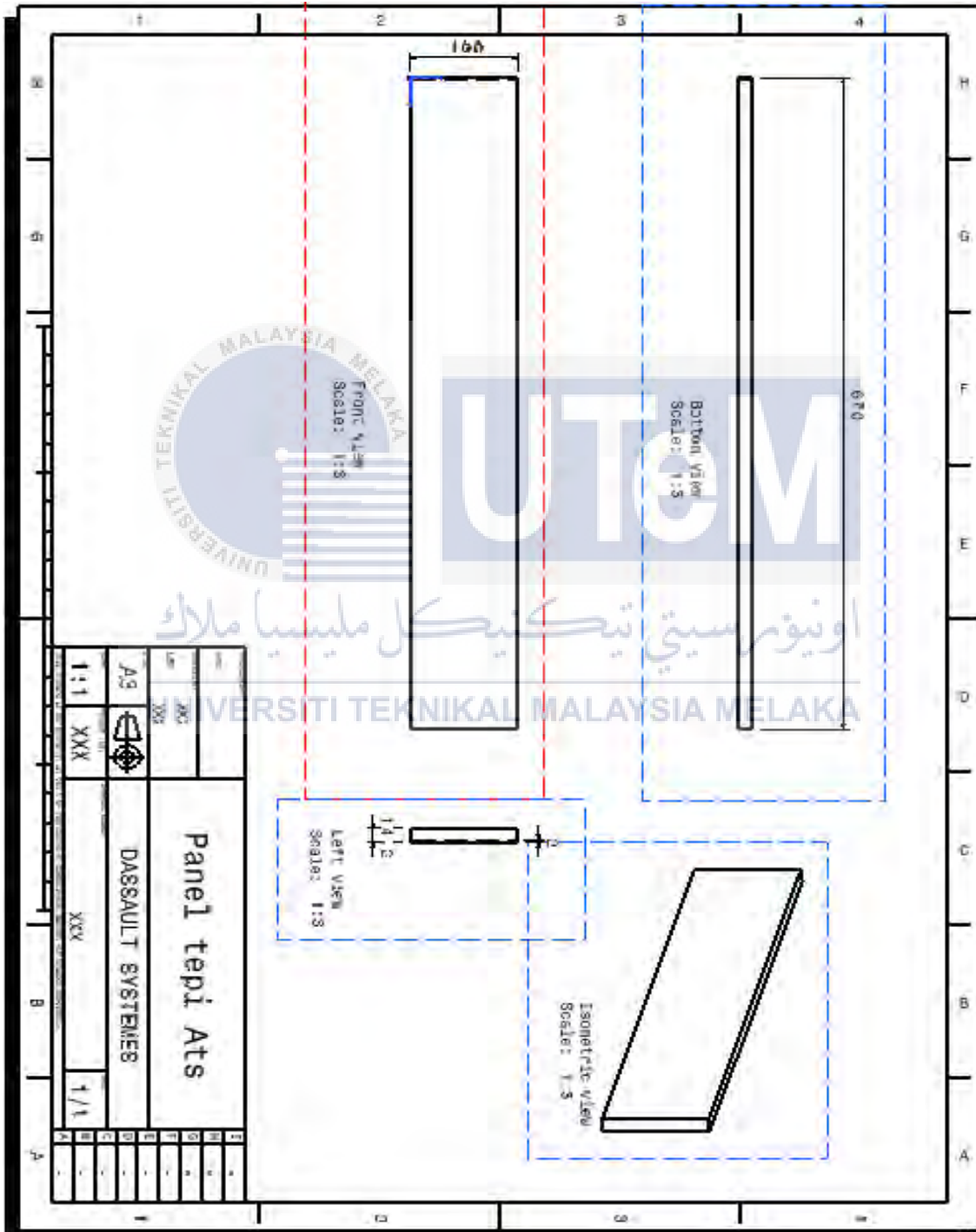
LAMPIRAN G



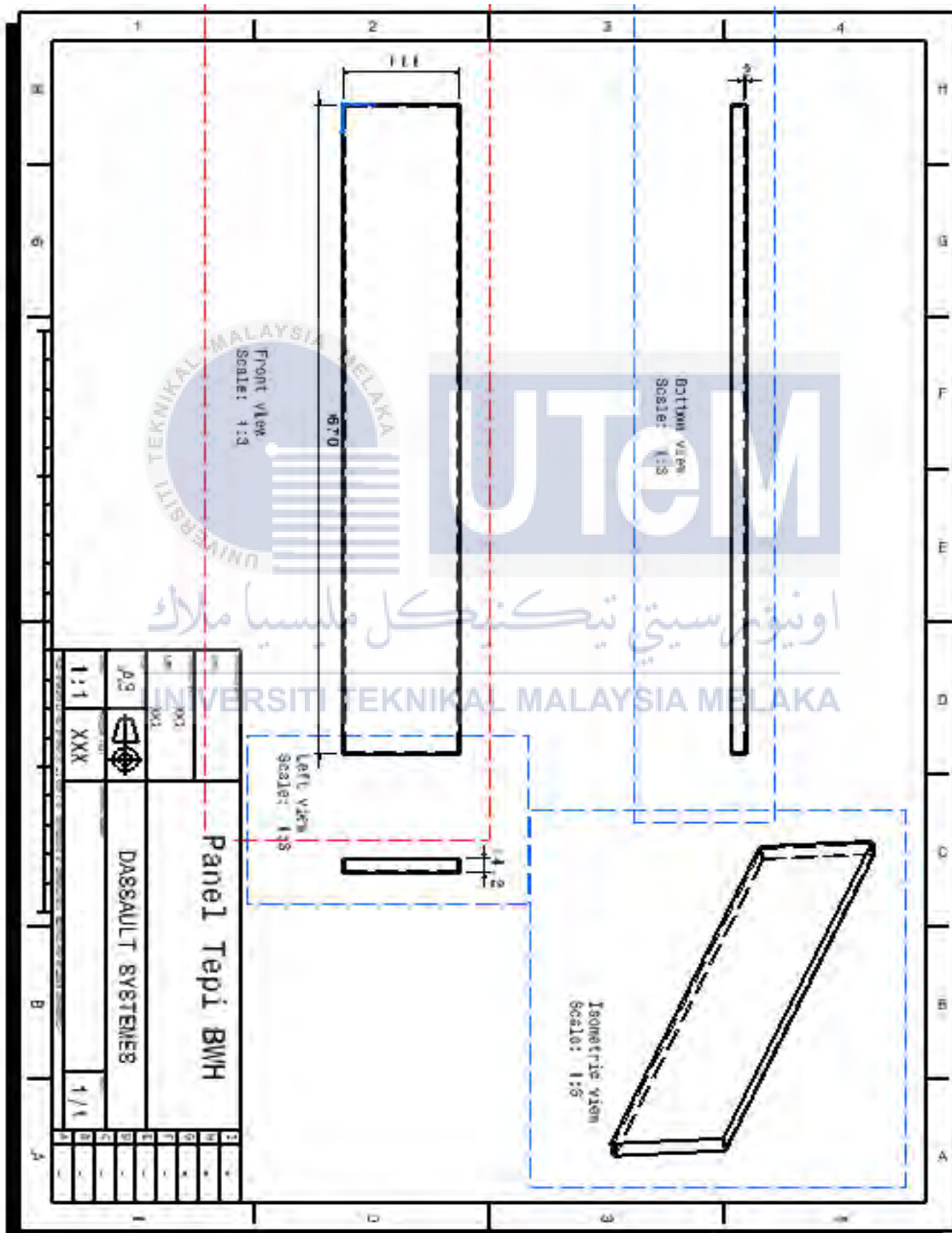
LAMPIRAN H



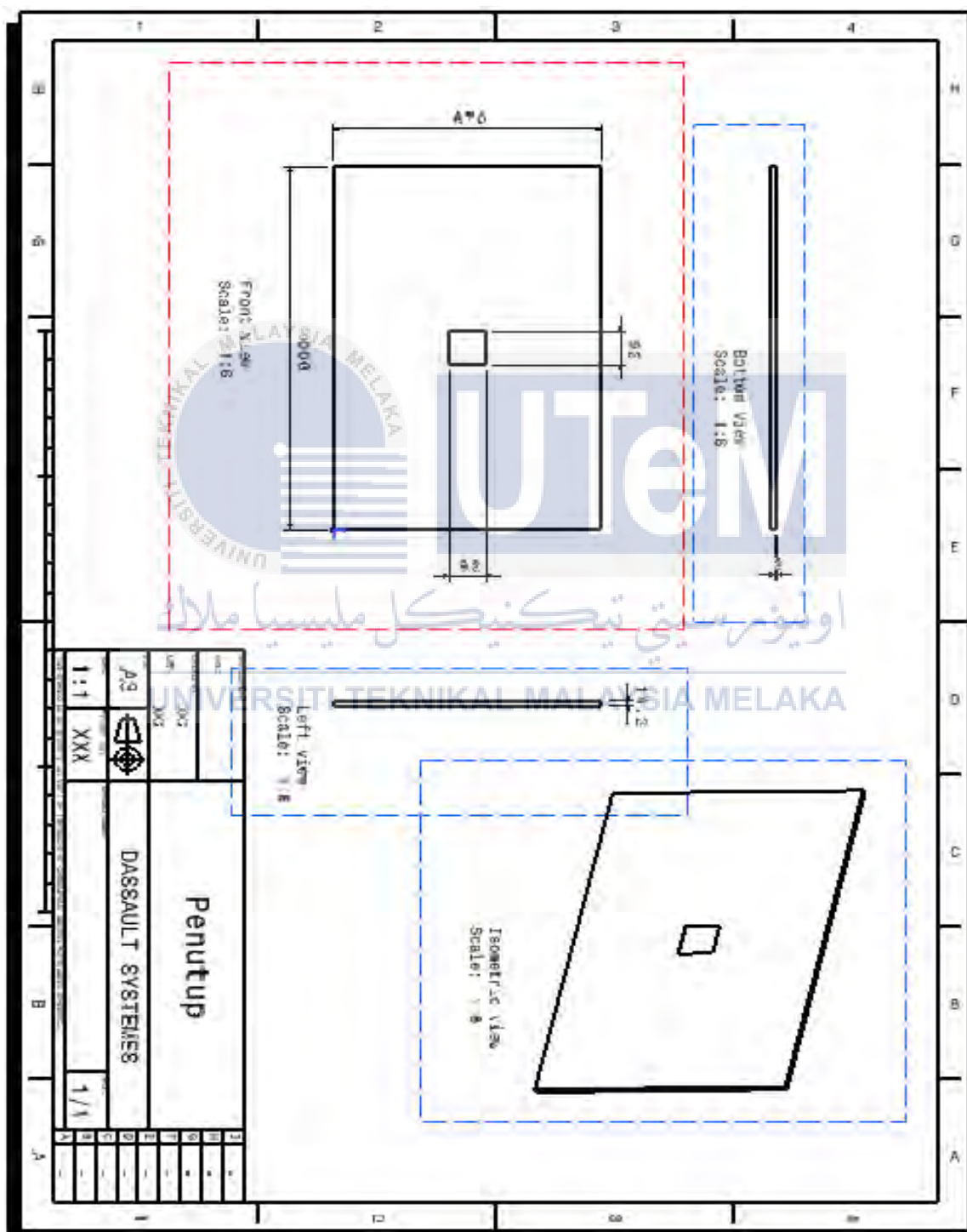
LAMPIRAN I



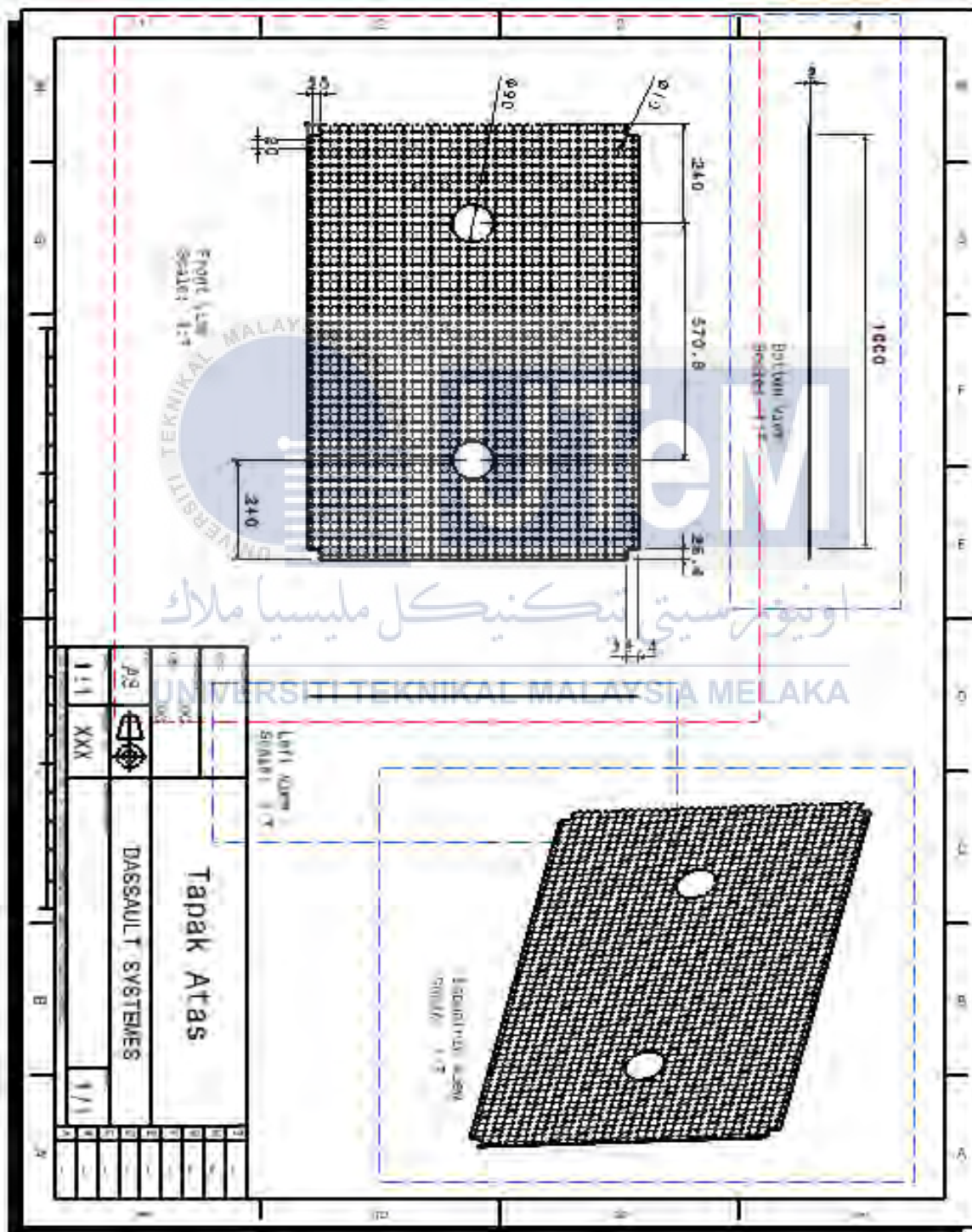
LAMPIRAN J



LAMPIRAN K



LAMPIRAN L



LAMPIRAN M

