

**MERKA BENTUK DAN FABRIKASI MESIN PEMROSESAN BAGI PENGHASILAN
BIODIESEL**

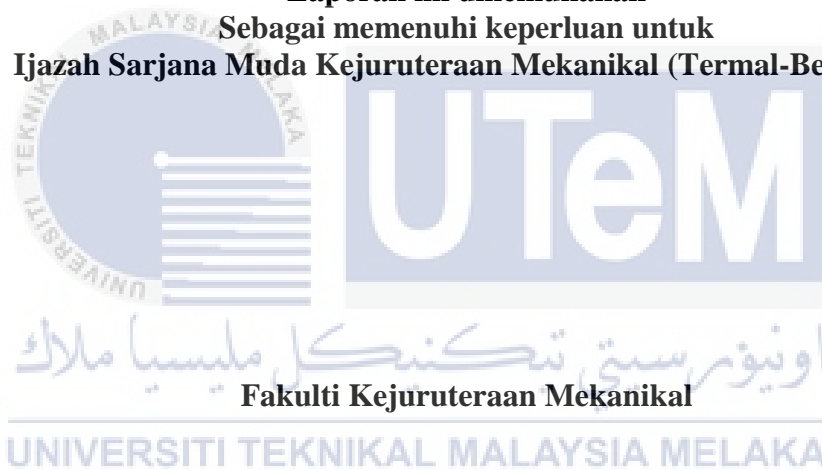


UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

**MERKA BENTUK DAN FABRIKASI MESIN PEMROSESAN BAGI
PENGHASILAN BIODIESEL**

AZFAR SOLIHIN BIN ABDILLAH

**Laporan ini dikemukakan
Sebagai memenuhi keperluan untuk
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal-Bendalir)**



UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

JUN 2017

DEKLARASI

Saya mengaku bahawa karya ini yang bertajuk "Mereka Bentuk dan Fabrikasi Mesin Pemprosesan Bagi Penghasilan Biodiesel" adalah hasil kerja saya sendiri kecuali seperti yang dipetik di dalam rujukan

Tandatangan :

Nama :

Tarikh :



اونيورسي تيكنيكل مليسيا ملاك

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA


KELULUSAN

Saya akui bahawa saya telah membaca karya ini dan pada pandangan saya karya ini adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal-Bendalir).

Tandatangan :

Nama Penyelia :

Tarikh :



اونيورسيتي تیکنیکل ملیسیا ملاک

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

ABSTRAK

Biodiesel merupakan satu sumber tenaga yang boleh diperbaharui dan mampan. Penggunaan biodiesel merupakan langkah mengurangkan kadar kebergantungan terhadap bahan api fosil seperti petroleum dan gas asli. Menerusi penggunaan biodiesel juga, kadar pencemaran dapat dikurangkan seterusnya dikategorikan sebagai tenaga hijau. Beberapa faktor yang dilihat sebagai punca untuk mewujudkan projek ini. Antaranya ialah kos untuk menghasilkan mesin pemprosesan biodiesel yang tinggi, kadar jumlah bahan api fosil yang kian membimbangkan dan lain-lain. Biodiesel dilihat mempunyai potensi yang tinggi dalam membangunkan sektor tenaga. Hal ini dapat dilihat kerana ciri-ciri biodiesel yang hampir sama dengan ciri-ciri diesel. Beberapa langkah telah diambil dalam mereka bentuk dan fabrikasi mesin pemprosesan biodiesel. Antaranya ialah carta morfologi, matrik pemeriksaan terhadap reka bentuk dan menjana reka bentuk konsep. Reka bentuk terperinci dibangunkan bermula dari reka bentuk konsep dengan menggunakan perisian “SolidWorks 2016” bagi mengetahui kekurangan dalam sistem dari segi bahan yang digunakan dan bentuk sistem mengikut piawaian dan spesifikasi yang ditetapkan. Satu litar elektronik dibangunkan bagi mengawal fungsi komponen elektronik bagi mengawal aliran cecair (bahan mentah dan pemangkin) untuk diadunkan menjadi biodiesel. Setelah reka bentuk terperinci dibangunkan dan litar elektronik lengkap disiapkan, satu fabrikasi mesin pemprosesan bagi penghasilan biodiesel dilakukan. Biodiesel dihasilkan dengan penggunaan mesin yang dicipta. Terdapat beberapa uji kaji yang diambil bagi menguji tahap ketahanan mesin dan ciri-ciri biodiesel yang terhasil. Ciri-ciri biodiesel yang terhasil dari mesin yang dicipta akan dilakukan perbandingan terhadap ciri-ciri biodiesel penyelidik lain iaitu dari aspek kelikatan kinematik dan ketumpatan. Hasil dapatan memperolehi nilai kelikatan kinematik yang lebih tinggi berbanding penyelidikan lain. Ini disebabkan kandungan lemak yang terkandung di dalam bahan mentah yang tinggi. Akan tetapi, nilai kelikatan kinematik masih lagi di dalam had yang ditetapkan oleh ASTM D445. Nilai ketumpatan memperolehi nilai yang ideal. Secara keseluruhan, mesin yang dibangunkan berjaya menghasilkan biodiesel.

ABSTRACT

Biodiesel is a renewable source of energy and sustainable. The use of biodiesel is a step to reduce dependency on fossil fuels such as petroleum and natural gas. Through use of biodiesel, the contamination can be reduced further categorized as green energy. Several factors are seen as a source for creating the project. Among them is the cost to produce biodiesel processing engine is high, the amount of fossil fuel that is a real concern and others. Biodiesel is seen as having a high potential in developing the energy sector. It can be seen as the characteristics of biodiesel are very similar to the characteristics of diesel. Beberapa steps have been taken in the design and fabrication of biodiesel processing machine. Among them is a chart morphological examination of the design matrix and generate the design concept. Detailed design developed starting from conceptual design using software "SolidWorks 2016" to find flaws in the system in terms of materials used and the design of the system according to standards and specifications. An electronic circuit is designed to control the function of electronic components for the control of fluid flow (raw materials and catalyst) to be blended into biodiesel. Once the detailed design developed and complete electronic circuit is completed, the fabrication processing machines for the production of biodiesel made. Biodiesel is produced with the use of a machine that is created. There are a number of experiments undertaken to test the durability of the engine and the characteristics of the resulting biodiesel. The characteristics of the resulting biodiesel machine that is created will compare the characteristics of biodiesel other researchers, namely in terms of kinematic viscosity and density. The findings obtained the kinematic viscosity higher than in other research. This is due to the fat content contained in the raw material is high. However, the kinematic viscosity is still within the limits specified by ASTM D445. The value of the density of their value as ideal. Overall, the machine developed successfully produced biodiesel.

PENGHARGAAN

Dengan nama Allah, yang Maha Pemurah lagi Maha Mengasihani, syukur ke hadrat Ilahi kerana memberikan saya kekuatan, keazaman dan kesabaran untuk menyiapkan Projek Tahun Akhir. Jutaan terima kasih yang tidak terhingga kepada keluarga saya yang sentiasa memberi kata-kata semangat dan sokongan yang tidak berbelah bahagi untuk saya meneruskan pengajian saya hingga tamat. Saya juga ingin merakamkan ucapan terima kasih saya kepada Dr. Md Isa bin Ali selaku penyelia Projek Tahun Akhir saya di atas tunjuk ajar, bimbingan serta bantuan yang diberikan sepanjang tempoh penyiapan projek ini. Sekalung penghargaan buat Pembantu Makmal dan Penolong Jurutera atas pertolongan dan tunjuk ajar yang diberikan sepanjang tempoh kajian ini dilakukan. Tidak lupa juga kepada rakan-rakan seperjuangan yang sentiasa memberi sokongan moral dan kenangan manis sepanjang pengajian saya di sini. Akhir sekali, saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada pihak Universiti Teknikal Malaysia Melaka (UTeM) kerana memberi peluang kepada saya untuk melengkapkan tesis ini sebagai salah satu syarat untuk menggenggam Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal-Bendalir). Hanya Yang Maha Esa sahaja yang dapat membalas jasa-jasa kalian.

DEDIKASI

Istimewa buat abah dan ma, keluarga tercinta, para pensyarah yang disayangi dan rakan-rakan yang dikasihi.



ISI KANDUNGAN

BAB	TAJUK	MUKA SURAT
	DEKLARASI	i
	KELULUSAN	ii
	ABSTRAK	iii
	ABSTRACT	iv
	DEDIKASI	v
	PENGHARGAAN	vi
	SENARAI RAJAH	x
	SENARAI JADUAL	xii
1	Pengenalan	1
	1.1 Latar Belakang	1
	1.2 Penyataan Masalah	3
	1.3 Objektif	6
	1.4 Skop Projek	6
	1.5 Kelebihan Kajian	7
2	KAJIAN LITERATUR	9
	2.1 Latar Belakang Penghasilan Biodiesel	9
	2.2 Reka Bentuk Mesin Pemprosesan Biodiesel	12
	2.3 Kos penghasilan mesin pemprosesan biodiesel.	14
	2.4 Kaedah Penapisan	15
	2.4.1 Penapisan Kasar	15
	2.4.2 Penapisan Halus	16
	2.5 Bahan Mentah Bagi Penghasilan Biodiesel	16
	2.5.1 Minyak Sawit	17
	2.6 Proses Penghasilan Biodiesel	17
	2.6.1 Penggunaan dan Adunan Secara	18

	Berterus	
	2.6.2 Proses Mikro-emulsi	19
	2.6.3 Proses Transesterifikasi	19
	2.6.3.1 Pemangkin	20
2.7	Sifat-sifat Biodiesel	21
	2.7.1 Ketumpatan	21
	2.7.2 Kelikatan Kinematik	22
	2.7.3 Nisbah Metanol Kepada Minyak	22
	2.7.4 Peratusan Berat Pemangkin	23
	2.7.5 Tindak Balas Suhu	23
3	METODOLOGI	24
	3.1 Pengenalan	24
	3.2 Komponen Asas Mesin Pemprosesan Biodiesel	27
	3.3 Spesifikasi Reka Bentuk Produk	27
	3.4 Penjanaaan Konsep	31
	3.4.1 Carta Morfologi	32
	3.4.2 Reka Bentuk Konsep	34
	3.4.3 Pemeriksaan Matrik Keatas Mesin Biodiesel	42
	3.5 Ketumpatan	44
	3.6 Transesterifikasi	46
	3.6.1 Purata Berat Molekul	46
	3.6.2 Nisbah Metanol dan Minyak	47
	3.6.2.1 Pengiraan Untuk 1 Mol Metanol	47
	3.6.2.2 Pengiraan 1 Mol Minyak	48
	3.6.2.3 Pengiraan Nisbah MetanolKepada Minyak	48
	3.6.3 Peratusan Berat Pemangkin	49
	3.6.4 Kaedah Transesterifikasi	49
	3.7 Kelikatan Kinematik	51
4	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	53
	4.1 Pengenalan	53
	4.2 Perisian Reka Bentuk Bantuan Komputer dan Penggubalan	53
	4.2.1 Komponen-komponen Mesin Pemprosesan Biodiesel.	54
	4.2.1.1 Solenoid Valve 12V DC	55

	4.2.1.2	Motor Gear 12V DC	56
	4.2.1.3	Tangki	57
	4.2.2	Reka Bentuk Terperinci	60
	4.2.3	Litar Elektronik dan Konfigurasi	62
4.3		Fabrikasi Mesin	65
4.4		Penghasilan Biodiesel	70
4.5		Perbincangan	72
5		KESIMPULAN DAN CADANGAN	75
		Rujukan	78



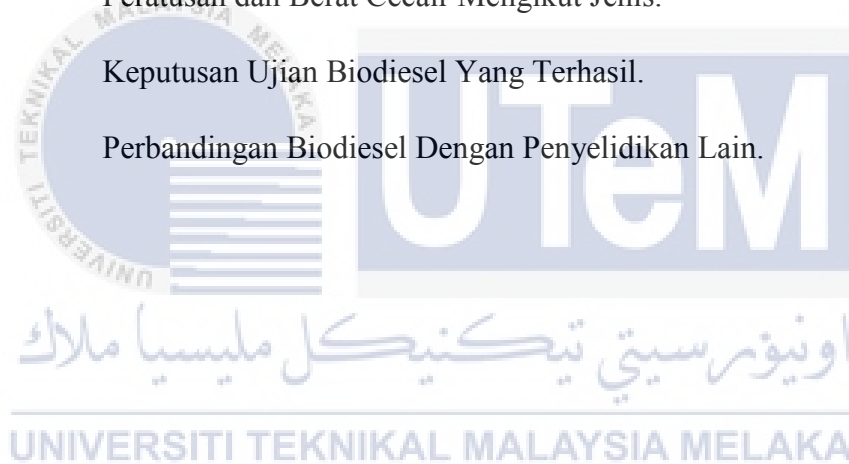
SENARAI RAJAH

Rajah	Tajuk	Muka Surat
2.1	Enjin Diesel	10
2.2	Mesin Biodiesel Senang Alih	12
2.3	Lakaran skematik mesin pemprosesan biodiesel	13
2.4	Mesin pemprosesan bagi penghasilan biodiesel	14
2.5	Kesan adunan nisbah biodiesel dan suntikan bahan api terhadap di dalam silinder.	18
3.1	Carta Aliran Penghasilan Mesin.	25
3.2	Carta Aliran Penghasilan Biodiesel	26
3.3	Perumah Kualiti Bagi Mesin Penghasilan Biodiesel	30
3.4	Reka Bentuk Konsep 1	34
3.5	Reka Bentuk Konsep 2	36
3.6	Reka Bentuk Konsep 3	39
3.7	Hidrometer	45
3.8	Carta Aliran Pemprosesan Biodiesel dan Gliserin	50
3.9	Mesin Brookfield Viscometer	51
4.1	Muka Dalaman Perisian “SolidWorks 2016”	54
4.2	Solenoid Valve 12V DC	55
4.3	Motor Gear 12V DC	56
4.4	Lukisan Tangki 1 menggunakan perisian “SolidWorks 2016”	58
4.5	Lukisan Tangki 2 menggunakan perisian “SolidWorks 2016”	58

4.6	Lukisan Tangki 3 menggunakan perisian “SolidWorks 2016”.	59
4.7	Lukisan reka bentuk terperinci mesin pemprosesan biodiesel.	60
4.8	Lukisan Reka Bentuk Terperinci Bersama Dimensi.	61
4.9	Litar Terhadap Komponen Elektronik	62
4.10	Carta aliran sistem kawalan mesin pemprosesan biodiesel	63
4.11	Kod konfigurasi Arduino (1)	64
4.12	Kod konfigurasi Arduino (2)	64
4.13	Kod konfigurasi Arduino (3)	65
4.14	Tangki	66
4.15	Semasa Fabrikasi Dilakukan	67
4.16	Mesin Pemprosesan Biodiesel Tanpa Perumah.	68
4.17	Mesin Pemprosesan Biodiesel Lengkap.	68
4.18	Pendawaian Litar Elektronik.	69
4.19	Biodiesel dan gliserin yang terhasil dari mesin yang cipta.	71

SENARAI JADUAL

Jadual	Tajuk	Muka Surat
3.1	Carta Morfologi	32
3.2	Matrik Pemeriksaan Terhadap Reka Bentuk Mesin Biodiesel	43
3.3	Suhu Mempengaruhi Ketumpatan Air Yang Disuling	45
4.1	Pengiraan Berat Molar Bersama Peratusan Lemak Asid.	70
4.2	Peratusan dan Berat Cecair Mengikut Jenis.	72
4.3	Keputusan Ujian Biodiesel Yang Terhasil.	72
4.4	Perbandingan Biodiesel Dengan Penyelidikan Lain.	74





اونيورسيتي تيكنيكل مليسيا ملاك

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan biodiesel merupakan satu langkah yang mampan bagi menjana tenaga baharu selain petroleum dan gas asli. Biodiesel juga adalah salah satu sumber tenaga yang boleh diperbaharui. Selain itu, biodiesel mampu meningkatkan peluang pekerjaan dan menjana ekonomi sesebuah negara. Akan tetapi, kos untuk menghasil atau mereka mesin bagi pengeluaran biodiesel agak tinggi dan berkemungkinan menjadi kekangan terhadap rakyat yang berminat untuk menghasilkan biodiesel.. Sumber petroleum di bumi di tahap membimbangkan. Penggunaan terhadap sumber tenaga baharu amatlah penting bagi mengurangkan kadar kebergantungan terhadap penggunaan sumber petroleum.

Menurut Timbalan Perdana Menteri, Datuk Seri Mohd Najib Tun Abdul Razak (2006), berdasarkan reputasi dan keupayaan penyelidik tempatan, Malaysia mampu menjadi pengeluar utama biodiesel dunia. Selain itu, beliau berpendapat Malaysia mampu menjadi pusat pertumbuhan industri biofuel dan rangkaian infrastruktur yang stabil. Tambahan pula, penghasilan bahan api dari sumber selain petroleum juga mampu

memperkukuhkan sektor kelapa sawit dan biofuel menerusi beberapa teras strategi. (Bernama, 2006).

Di dalam Dasar Biofuel Malaysia, Yang Amat Berhormat Perdana Menteri Malaysia, Datuk Seri Abdullah bin Haji Ahmad Badawi, (2006), menggalakkan penggunaan biofuel sebagai tenaga alternatif kepada minyak diesel yang berasaskan petroleum atau fosil. Biodiesel kelapa sawit B5 telah mula dijual pada tahun 2011. Penggunaan biodiesel semestinya akan mengurangkan kadar kebergantungan terhadap diesel yang seperti diketahui umum, bekalannya semakin berkurangan di seluruh dunia. Tenaga baharu dititik beratkan kerana kerajaan melihat bahawasanya tenaga baharu dapat memberikan peluang pekerjaan terhadap rakyat dengan mewujudkan sektor penghasilan bahan api alternatif seterusnya mengurangkan kadar pengangguran sesebuah negara.

Menurut J. Van Gerpen, (2004), penghasilan biodiesel, proses menyuntikkan larutan kimia adalah selamat dan pengasingan pemendapan gliserin dari biodiesel merupakan satu kegagalan yang sering dihadapi oleh individu dalam menghasil biodiesel. Melalui Polisi Kepelbagaian 5 Bahan Api (2000), sumber tenaga yang boleh diperbaharui turut disenaraikan sebagai salah satu sumber tenaga utama negara. Pengiktirafan biodiesel dalam Polisi Kepelbagaian 5 Bahan Api menunjukkan bahawa negara kita memandang serius terhadap sumber alternatif yang dapat membantu negara bukan sahaja ekonomi malah membuka sektor baharu dalam membantu kesusahan rakyat.

Petroleum dan gas asli merupakan elemen utama bagi menjana ekonomi Malaysia. Akan tetapi, kos penghasilan petroleum dan gas asli adalah tinggi dan merupakan satu bebanan terhadap rakyat mahupun negara. Bagi mengurangkan bebanan yang ditanggung, kerajaan mengusulkan beberapa langkah bagi mengurangkan kebergantungan terhadap petroleum dan gas asli. Maka dengan itu, tercetusnya idea tenaga baharu seperti biodiesel, tenaga solar dan biomas. Ini membantu meningkatkan kemajuan dalam sektor tenaga dan meningkatkan peluang pekerjaan dalam negara. Elemen yang penting bagi sesebuah kerajaan adalah membantu rakyat dalam meningkatkan pendapatan dan dapat menggunakan sepenuhnya sumber yang ada. Dengan adanya sektor tenaga baharu, rakyat dapat menambah pengetahuan dan meningkatkan kemahiran seseorang sejajar dengan teknologi zaman kini.

1.2 Penyataan Masalah

Penghasilan biodiesel adalah perlu untuk mengurangkan kadar kebergantungan kepada sumber utama negara iaitu sumber petroleum dan gas asli. Permintaan terhadap petrol dan diesel semakin hari semakin meningkat dan kini berada di tahap yang membimbangkan. Seperti yang diketahui umum, bekalan diesel dan petrol semakin berkurangan. Oleh yang demikian, penghasilan biodiesel amatlah diperlukan bagi menggantikan penggunaan petroleum. Tenaga yang diperbaharui telah diperkenalkan pada tahun 2001 untuk mencari alternatif kepada sumber yang sedia ada seperti biodiesel untuk menggantikan diesel.

Menurut Baser et al. (2007), kebanyakan syarikat menggunakan diesel sebagai sumber jana tenaga terhadap mesin dandang dan pada masa yang sama menggunakan minyak sawit untuk pemprosesan makan berasaskan soya dan kerepek. Minyak sawit yang telah digunakan dibuang begitu sahaja. Namun, minyak sawit yang telah digunakan itu boleh diproses untuk dijadikan biodiesel dimana boleh menggantikan diesel bagi mesin dandang.

Disebabkan penggunaan biodiesel adalah kurang, kaedah penghasilan biodiesel tidak diketahui umum. Penghasilan mesin bagi pemprosesan biodiesel juga tidak didedahkan terhadap umum secara jelas dan terang. Sisa minyak masak yang berasaskan minyak sawit dibuang begitu sahaja tanpa mengetahui bahawa sisa minyak tersebut boleh mendatangkan keuntungan dan menjimatkan wang melalui penggunaan biodiesel.

Umum mengetahui kadar kebergantungan terhadap petroleum dan gas asli di Malaysia adalah di tahap yang tinggi. Bagi mengurangkan kebergantungan terhadap petroleum dan gas, biodiesel diperkenalkan pada tahun 1977 oleh Expedito Parente dan diperkenalkan di Malaysia pada 21 Mac 2006 melalui Malaysia Biofuel Annual Wahab et al. (2016). Kini, Malaysia masih lagi mencari sumber bahan api terbaik bagi menggantikan sumber utama seperti petroleum dan gas, Laupa Junus, (2016). Akan tetapi, kos mesin pemprosesan biodiesel adalah tinggi. Hasil dari rujukan terhadap jurnal dan laman sesawang menunjukkan harga yang tinggi bagi mesin pemprosesan biodiesel.

Kebanyakan penghasil mesin biodiesel mengambil jalan mudah dengan menggunakan bahan yang tidak berkualiti kerana mengutamakan kos dan keuntungan. Pemilihan bahan yang tepat bagi penghasilan mesin biodiesel adalah penting untuk menghasilkan jumlah biodiesel yang banyak dan mengikut spesifikasi biodiesel. Selain itu, keselamatan pengguna mesin juga harus diutamakan. Mesin kini yang ada dijual di pasaran tidak mempunyai keselamatan yang menyeluruh (Murray, 2008).

Kini, penyelidik masih menggunakan pengendalian manual dimana pengadunan bahan mentah, penapisan dan pemanasan dilakukan sendiri untuk proses penghasilan biodiesel. Bagi mendapatkan spesifikasi yang berkualiti, pengendalian manual digunakan kerana penggunaan mesin automatik akan mengakibatkan perbezaan terhadap ciri-ciri biodiesel yang dihasilkan. Ini disebabkan oleh perbezaan pengiraan dari segi teori dan praktikal dimana berlakunya kehilangan sewaktu proses dijalankan. Pengiraan secara teori tidak mengambil kira kehilangan sewaktu proses dijalankan seperti campuran yang tertinggal dalam sistem (tangki atau paip) mahupun terdapat kebocoran terhadap sistem pemprosesan. Ini merupakan satu faktor yang menyebabkan ciri-ciri biodiesel yang terhasil berbeza. Selain itu, kandungan minyak yang digunakan sebagai bahan mentah juga boleh menyebabkan perbezaan terhadap ciri-ciri yang terhasil.

Teknik manual digunakan dimana setiap tahap dari pemanasan, penapisan dan pengasingan dilakukan sendiri. Bagi mengikut arus peredaran zaman yang berteknologi

kini, biodiesel boleh dihasilkan dengan penggunaan mesin automatik. Akan tetapi, mesin yang dihasilkan kini mempunyai saiz yang besar dan kos yang tinggi. Hal ini dapat mengurangkan kadar penggunaan tenaga kerja dan masa yang diperlukan untuk menghasilkan biodiesel adalah singkat.

1.3 Objektif

Objektif bagi penyelidikan ini adalah:

- 1) Mereka bentuk dan fabrikasi mesin pemprosesan biodiesel.
- 2) Menguji ciri-ciri biodiesel terhasil dari mesin yang dihasilkan.
- 3) Perbandingan ciri-ciri biodiesel yang dihasilkan dengan ciri-ciri biodiesel daripada penyelidik lain.



1.4 Skop projek.

Projek ini merangkumi reka bentuk dan fabrikasi mesin pemprosesan biodiesel dimana proses ini meliputi jenis-jenis bahan yang digunakan serta kos yang rendah. Mesin yang dihasilkan itu akan dilakukan pengujian bagi mengetahui tahap kemampuan dan juga masalah yang dihadapi. Selain itu, di dalam projek ini juga melakukan pengujian terhadap ciri-ciri biodiesel yang terhasil daripada mesin yang dicipta. Setelah itu, ciri-ciri biodiesel tersebut dilakukan perbandingan dengan ciri-ciri biodiesel yang dihasilkan daripada

penyelidik lain. Pengujian dan analisis terhadap ciri-ciri biodiesel merangkumi ketumpatan dan kelikatan kinematik

1.5 Kelebihan kajian.

Minyak sawit boleh dirawat bagi penghasilan biodiesel. Penghasilan biodiesel boleh menyebabkan pengurangan terhadap pencemaran alam sekitar. Ini adalah kerana, penggunaan biodiesel lebih menjurus terhadap teknologi hijau dan ini dibuktikan dari kajian yang telah dijalankan.

Pengetahuan tentang penghasilan biodiesel dapat membantu penduduk di luar bandar yang tidak mendapat pendidikan secara saintifik tentang penghasil biodiesel. Dengan penghasilan mesin ini, penduduk luar bandar boleh menghasilkan biodiesel dan tidak membazirkan sisa minyak yang telah digunapakai. Bukan sahaja penduduk luar bandar, malah para peniaga dapat menghasilkan biodiesel dari minyak masak yang digunakan. Selain itu, dengan penghasilan biodiesel juga, penduduk di luar bandar dan pengusaha kilang dapat meningkatkan ekonomi dengan menggunakan biodiesel sebagai pengganti diesel.

Penghasilan biodiesel juga, dapat mengurangkan pencemaran bukan sahaja terhadap pencemaran air, malah dapat mengurangkan pencemaran udara. Kalam et al. (2011) menyatakan dunia kini perlu mencari sumber alternatif bagi mengurangkan kadar

kebergantungan terhadap bahan api fosil yang boleh menyebabkan pemanasan global dan mencemarkan alam sekitar. Oleh itu, dengan penghasilan biodiesel, kadar kebergantungan terhadap sumber fosil iaitu petroleum dan diesel dapat dikurangkan.

Penggunaan biodiesel juga boleh diaplikasikan dalam sistem pembakaran pada kenderaan. Ini dilihat melalui ciri-ciri biodiesel yang sama dengan ciri-ciri diesel. Ini menjadikan kenderaan lebih mesra alam tanpa mengeluarkan gas yang mencemarkan alam sekitar.

Mesin pemprosesan biodiesel dapat membantu penyelidik dari melakukan secara manual kepada automatik tanpa menggunakan tenaga yang banyak serta membuang masa. Ini adalah kerana, dengan hanya memasukkan minyak sawit sebagai bahan mentah dan kalium hidroksida serta natrium hidroksida sebagai pemangkin, biodiesel dapat dihasilkan dengan penggunaan mesin automatik. Ini menjimatkan masa serta tenaga.

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

BAB 2

Kajian Literatur

Bahagian ini merangkumi rujukan terhadap reka bentuk dan fabrikasi mesin pemrosesan biodiesel. Selain itu, ciri-ciri biodiesel juga disertakan supaya lebih memahami dan mengurangkan masalah ketika projek ini dijalankan.

2.1 Latar Belakang Penghasilan Biodiesel

Rekod pertama penggunaan minyak sayuran sebagai cecair bahan api di dalam pembakaran dalam enjin adalah dari tahun 1900 apabila Rudolf Diesel menggunakan minyak kacang tanah sebagai bahan api (Griffin. 1993). Di awal abad ke-20, enjin diesel umumnya digunakan di dalam bidang marin dan dipasangkan di enjin berkapasiti berat di Eropah. Kini, enjin diesel banyak digunakan di dalam bidang automotif seperti kereta penumpang, kenderaan komersial, bas, perkilangan, agrikultur, peralatan pembinaan, kedai dan banyak aplikasi kuasa pegun (Akbaba dan Kurt 2004). Rajah 2.1 menunjukkan enjin diesel.



Rajah 2.1: Enjin Diesel.

Tenaga bahan api fosil merupakan satu tenaga yang tidak boleh diperbaharui. Rezab dunia semakin pupus dan pelepasan gas rumah hijau yang berkaitan bagi penggunaannya menyumbang terhadap pemanasan global. Terdapat pelbagai inisiatif penyelidikan yang bertujuan untuk membangunkan sumber bahan api alternatif iaitu mempunyai daya mampan dan karbon neutral. Berdasarkan kajian, bahan api bio generasi ketiga diperolehi daripada mikroalga dimana ia diambil sebagai sumber tenaga boleh diperbaharui yang cekap dan bebas daripada masalah utama yang dihadapi dalam penggunaan bahan api fosil (Ishmam et al. 2016)

Menurut Fatiha Ouanji et al. (2016), Maghribi mengimport sebanyak 95% tenaga untuk keperluannya. Walau bagaimanapun, kebergantungan yang berterusan terhadap bahan api fosil untuk memenuhi permintaan tenaga negara perlu dikurangkan secara beransur-ansur dengan meningkatkan sebahagian daripada sumber tenaga yang boleh

diperbaharui dalam penggunaannya. Minyak masak yang digunakan harian mampu dihasilkan dalam skala yang besar bagi mengurangkan kebergantungan yang berterusan terhadap bahan api fosil. Dengan itu, minyak masak tersebut boleh menghasilkan biodiesel dan mengurangkan pencemaran terhadap alam sekitar dan membantu meningkatkan tenaga yang diperlukan oleh sesebuah negara.

Penghasilan biodiesel menyediakan solusi kos efektif untuk ekonomi dan permasalahan persekitaran menerusi pengurusan sisa. Biodiesel yang dihasilkan dapat beroperasi pada enjin pecucuhan mampatan tanpa sebarang pengubahsuaian padanya (Aamir dan Shehzad 2014). Selain itu, banyak negara mencari jalan keluar dari bergantung terhadap sumber fosil petroleum dan diesel. Mereka menemui sumber tenaga boleh diperbaharui seperti angin, solar dan biodiesel dimana ia dapat mengurangkan kadar kebergantungan terhadap petroleum dan diesel, seterusnya mengurangkan pencemaran terhadap alam sekitar (Martin et al. 2016).

Di dalam bidang sumber tenaga boleh diperbaharui, biodiesel merupakan salah satu langkah bagi mengurangkan kadar kebergantungan terhadap petroleum dan diesel. Biodiesel mendapat sambutan dan pandangan serius sepanjang tahun. Penghasilan biodiesel adalah berdasarkan proses yang dinamakan transesterifikasi iaitu minyak sayuran yang mengandungi trigliserida bertindak balas dengan rantaian alkohol metanol yang lebih pendek (De et al. 2016).

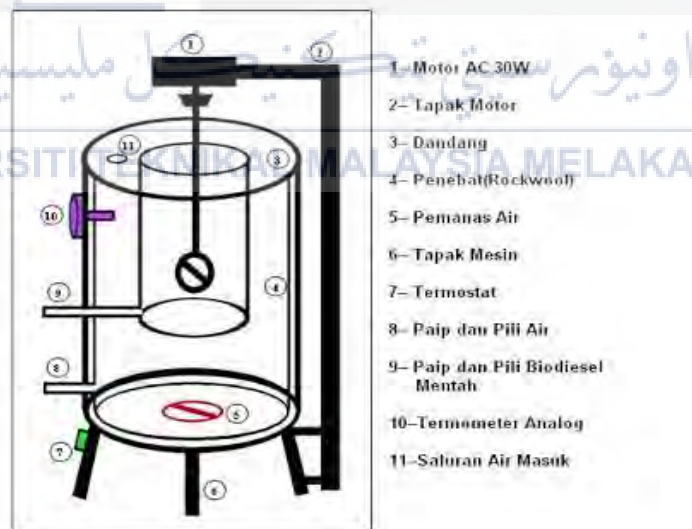
2.2 Reka Bentuk Mesin Pemprosesan Biodiesel.

Unit pemprosesan mempunyai tiga sub-pemasangan berasingan sebelum beroperasi. Komponen yang senang dicabut disambungkan bersama penyambung elektrik dan membolehkan pemasangan yang cepat. Selain itu, penyelenggaraan juga mudah dilakukan. Sub-pemasangan, dari kiri ke kanan, disebut sebagai input manakala bahagian penapisan berada di kawasan output. Jika penggunaan mesin tersebut secara individu, mesin tersebut mempunyai tayar bagi menyenangkan pengguna untuk mengalihkannya. Bahagian yang paling berat berada di bahagian penapisan pusat iaitu jisimnya melebihi 180 kilogram jika penuh. Jika jisim sewaktu kekosongan ialah lebih kurang 36 kilogram. Penggunaan mesin tersebut mampu menghasilkan sehingga 76 kiloliter biodiesel bagi setiap tahun, Mowry,(2015). Rajah 2.2 menunjukkan mesin biodiesel senang alih yang telah dihasilkan.



Rajah 2.2: Mesin Biodiesel Senang Alih.

Selain itu, terdapat juga mesin pemrosesan biodiesel yang mempunyai satu sub-pemasangan. Di dalam sub-pemasangan tersebut mengandungi input dan output dimana kesemua proses penghasilan biodiesel dilakukan. Akan tetapi, kelemahan bagi sistem ini adalah proses penghasilan biodiesel dilakukan secara manual iaitu mengadun campuran bahan mentah dan pemangkin dilakukan menggunakan tangan. Setiap 4 liter minyak masak dan 800 ml methanol yang digunakan akan menghasilkan 4484 ml minyak biodiesel mentah dan juga 316 ml gliserol (produk sampingan). Reka bentuk yang tidak mempunyai sistem penebat haba boleh mengakibatkan kecederaan. Oleh itu, faktor keselamatan perlu dipertingkatkan. Seterusnya, reka bentuk ini tidak mempunyai peralatan bagi pengasingan air, Mohd Dahlan et al. (2011). Rajah 2.3 menunjukkan lakaran skematik mesin pemrosesan biodiesel dan Rajah 2.4 menunjukkan mesin pemrosesan bagi penghasilan biodiesel yang telah siap.



Rajah 2.3: Lakaran skematik mesin pemrosesan biodiesel.



Rajah 2.4: Mesin pemrosesan bagi penghasilan biodiesel.

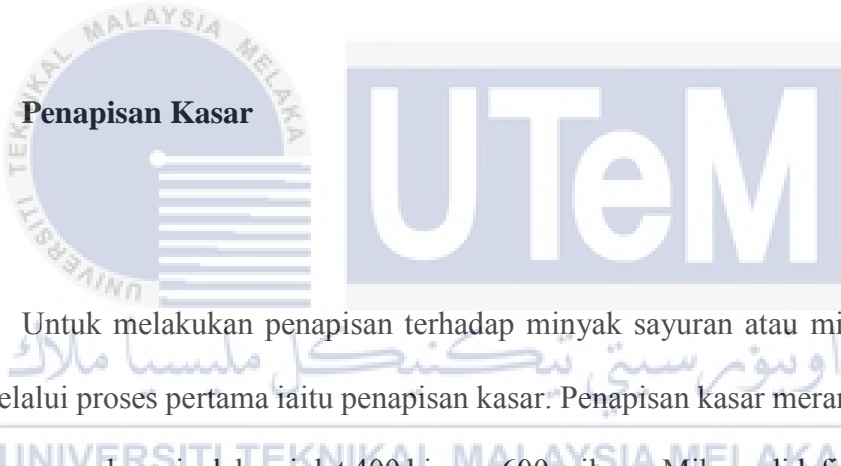
2.3 Kos penghasilan mesin pemrosesan biodiesel.

Kos penghasilan mesin pemrosesan biodiesel bergantung kepada bahan dan komponen yang digunakan dalam mesin. Bagi mesin pemrosesan biodiesel berskala kecil, kosnya tidak besar kerana komponen yang digunakan tidak mahal. Kos bagi penghasilan biodiesel berskala kecil tidak mencecah RM1000 jika pemilihan bahan dan komponen yang tepat. Akan tetapi, untuk mewujudkan sebuah mesin pemrosesan biodiesel berskala besar boleh mencecah jutaan ringgit malaysia. Mohd Dahlan et al. (2011).

2.4 Kaedah penapisan

Untuk minyak sayuran dan biodiesel, bahan cemar seharusnya dikeluarkan atau diasingkan sebelum memasuki sistem enjin. Penyuntik pam dan piston akan menghancurkan zarah besar atau cecair yang tidak betul apabila memasuki sistemnya. Kaedah penapisan yang berkesan dan baik dapat mengelakkan dari penyuntik menyuntik bahan api ke dalam sistem dari berlakunya kerosakan.

2.4.1 Penapisan Kasar



Untuk melakukan penapisan terhadap minyak sayuran atau minyak sawit, ia perlu melalui proses pertama iaitu penapisan kasar. Penapisan kasar merangkumi penapis yang lubangnya bersaiz dalam julat 400 hingga 600 mikron. Mikron didefinisikan sebagai 1×10^{-6} meter. Zarah di dalam minyak sayuran terlalu kecil dan tidak mungkin dapat dilihat dengan mata kasar. Oleh itu, seeloknya bermula dengan penapisan yang bersaiz 400 mikron. 600 mikron dan 1000 mikron digunakan untuk membuang semua bahan yang tidak dikehendaki seperti sisa masakan yang ada pada minyak tersebut, Brian James Duda, (2008).

2.4.2 Penapisan Halus

Penapisan halus bermula pada 100 mikron atau kurang. Perlu menggunakan beg penapis poliester untuk mencapai nilai yang lebih kecil. Poliester adalah murah dan baik untuk menapis serpihan kecil. Ia boleh menahan suhu sehingga $300^{\circ}C$ dan mengendalikan jumlah tekanan yang tinggi. Selain itu, poliester juga tahan terhadap bahan kimia. Ada yang mendakwa, polipropilena iaitu bahan yang lebih baik untuk digunakan sebagai penapis halus dan dakwaan itu adalah salah. Hanya kualiti penapisan yang sama dengan penarafan suhu yang lebih rendah dan pada harga yang lebih tinggi. Polipropilena yang dimaksudkan untuk aplikasi khas iaitu melibatkan penapisan asid dan asas tertentu, Brian James Duda, (2008).

2.5 Bahan mentah bagi penghasilan biodiesel.

Terdapat banyak bahan mentah yang sesuai digunakan dalam penghasilan biodiesel seperti minyak yang tidak boleh dimakan, lemak haiwan, dan minyak sayuran. Bagaimanapun, minyak sayuran yang diabstrak daripada tumbuhan yang terdiri daripada trigliserida telah digunakan kerana mengandungi sifat bahan api yang sama dengan bahan api diesel kecuali kelikatan dan oksidatif rendah kestabilan yang perlu dihadapi sebelum ianya ditukarkan kepada biodiesel. Tujuan melakukan penyelidikan terhadap kesan kepelbagaian campuran bahan mentah merupakan langkah bagi menentukan kepentingan

ciri-ciri biodiesel. Selain itu, dengan melakukan penyelidikan terhadap bahan mentah, penghasilan biodiesel dapat dijalankan dengan menggunakan segala sumber yang ada.

2.5.1 Minyak sawit

Pelbagai jenis minyak telah diperiksa untuk diproses sebagai biodiesel. Misalnya, minyak sayuran, lemak haiwan, minyak alga dan sisa minyak sayuran. Salah satu potensi bahan mentah untuk menghasilkan biodiesel adalah minyak sawit. Malaysia dan Indonesia adalah pengeluar utama minyak sawit di dunia serta mampu membangunkan biodiesel berasaskan minyak sawit. Bilangan pokok sawit yang banyak membolehkan penghasilan minyak sawit yang banyak dan berpotensi menghasilkan biodiesel Maulidiyah et al. (2017)

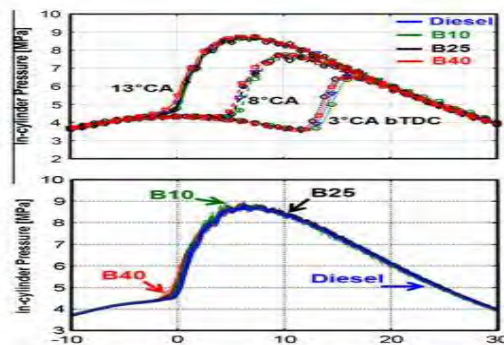
2.6 Proses penghasilan biodiesel

Terdapat pelbagai proses yang berbeza dimana proses tersebut boleh digunakan dalam mensintesis biodiesel seperti penggunaan secara langsung dan pengadunan, proses emulsi mikro, dan cara yang paling konvensional adalah proses transesterifikasi. Tambahan pula, proses transesterifikasi mempunyai kecekapan pengeluaran yang lebih tinggi dan kos pengeluaran yang lebih rendah berbanding proses tradisional yang

berasaskan pemangkin homogen. Secara ringkas, proses transesterifikasi dapat menggalakkan pengeluaran biodiesel dan berpotensi tinggi (Wu et al. 2016).

2.6.1 Penggunaan secara langsung dan adunan secara berterus.

Kesan yang disebabkan oleh variasi masa suntikan bahan api dan kesan nisbah adunan biodiesel secara berterus menyebabkan perbezaan daya tekanan di dalam silinder. Kesan tersebut dilihat sebagai kurang penting. Ini menunjukkan bahawa kawalan pembakaran berperingkat menggunakan variasi suntikan bahan api akan menambah kuasa bagi adunan biodiesel secara berterus kerana ia adalah untuk diesel dan petroleum. Walau bagaimanapun, pemeriksaan yang teliti ke atas kesan tekanan sekitar awal kenaikan tekanan B40 (baris dot) cenderung untuk menunjukkan permulaan awal kenaikan tekanan tanpa mengira masa suntikan (Woo et al. 2016). Rajah 2.2 menunjukkan kesan adunan nisbah biodiesel dan suntikan bahan api dalam silinder.



Rajah 2.5: Kesan adunan nisbah biodiesel dan suntikan bahan api terhadap di dalam silinder.

2.6.2 Proses mikro-emulsi

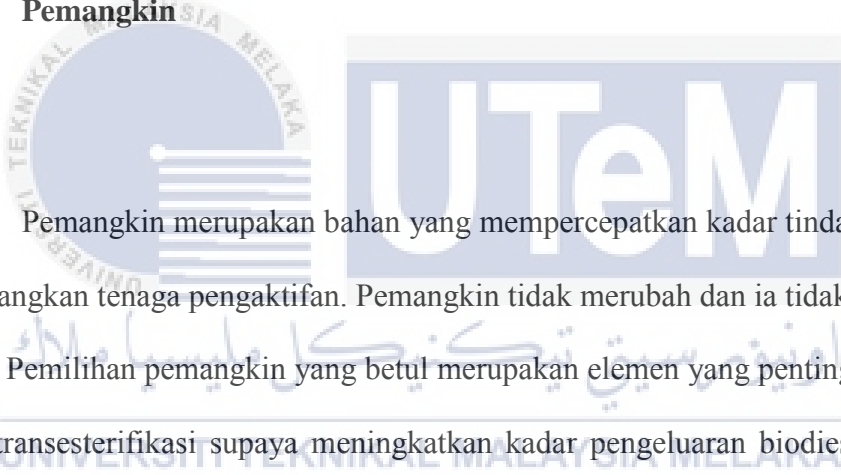
Biodiesel yang dihasilkan daripada minyak mentah kacang soya boleh dibentuk menjadi jelas, telus dan diagihkan oleh mikro-emulsi dengan penggunaan air serta sebatian yang mengurangkan ketegangan permukaan antara dua cecair, bahan kimia yang ditambah kepada proses untuk meningkatkan lagi pengurangan ketegangan permukaan antara dua cecair (etanol). Dengan kuantiti Span 80 semakin meningkat, semakin bertambah kandungan air yang maksimum untuk mengekalkan kestabilan mikro-emulsi (Qi et al. 2010).

2.6.3 Proses Transesterifikasi

Proses transesterifikasi dilakukan terhadap minyak sawit dan metanol. Terdapat beberapa pembolehubah yang penting seperti jumlah pemangkin, nisbah metanol dan minyak sawit, suhu dan masa. 15 gram minyak sawit dicampurkan dengan 1.13 gram pemangkin CaO dan dipanaskan pada suhu 65°C serta dikacau pada kelajuan 1400 rpm sehingga campuran tindak balas adalah seragam. Selepas itu, 7.3gram metanol yang kering (bersamaan dengan 15: 1 daripada nisbah molar metanol-kepada-minyak) digunakan sebagai bahan tindak balas yang lain dan ditambah ke dalam campuran yang diperolehi. Reaksi transesterifikasi itu kemudian dijalankan. Selepas tindak balas berlaku, pemangkin pertama dipisahkan dengan menggunakan penapis picagari dan metanol yang

berlebihan telah sejat daripada produk biodiesel. Gliserol (yang merupakan satu-satunya produk sampingan daripada reaksi transesterifikasi) pada dasarnya tidak larut dalam biodiesel. Oleh itu gliserol tersebut boleh diasingkan dengan mudah daripada produk biodiesel dengan kaedah penapisan. Satu corong pemisah kemudiannya digunakan untuk memisahkan dua fasa iaitu fasa yang lebih ringan yang mengandungi biodiesel dan yang lebih padat yang mengandungi gliserol. Gliserol kemudiannya dipisahkan dan biodiesel dihasilkan. (Maneerung et al. 2016)

2.6.3.1 Pemangkin



Pemangkin merupakan bahan yang mempercepatkan kadar tindak balas dengan mengurangkan tenaga pengaktifan. Pemangkin tidak merubah dan ia tidak muncul dalam produk. Pemilihan pemangkin yang betul merupakan elemen yang penting untuk melalui proses transesterifikasi supaya meningkatkan kadar pengeluaran biodiesel, Sano et al. (2017).

Pemangkin terbahagi kepada dua jenis iaitu heterogen dan homogen. Pemangkin homogen dilihat mempunyai kelebihan berbanding pemangkin lain dan kelebihan itu seperti kadar pengaktifan yang tinggi, kos efektif, dan senang untuk mencapai keadaan tindak balas. Akan tetapi, minyak yang mempunyai tahap asid bebas lemak dan kandungai

air yang tinggi seperti minyak sawit tidak boleh diadunkan bersama pemangkin secara menerus untuk menghasilkan biodiesel, Olutoye et al. (2016).

Sifat-sifat biodiesel dengan penggunaan pemangkin homogen alkali dan heterogen pelbagai dinding karbon tiub nano seperti nilai kalori (36.18 MJ/kg, 33.78MJ/kg), takat kilat ($160^{\circ}C$, $156^{\circ}C$) dan sifat-sifat lain seperti kelikatan, titik awan, titik tuangan, dan ketumpatan didapati menentukan kualiti biodiesel yang dihasilkan, Shankar, Pentapati dan Prasad (2016).



Ketumpatan adalah satu hal yang penting dalam biodiesel iaitu memberikan kepentingan terhadap penggunaan dalam kenderaan. Pada suhu yang tertentu untuk cecair, jisim per unit cecair adalah dikenali sebagai ketumpatan bagi cecair tersebut. Ketumpatan biodiesel mengakibatkan tekanan gelombang terhadap sistem kereta api biasa yang secara langsung memberi kesan terhadap jumlah jisim yang disuntik (Boudy and Seers 2009)

2.7.2 Kelikatan Kinematik

Alasan utama mengapa biodiesel menggunakan pengganti minyak lemak haiwan dan minyak sayuran adalah kelikatan kinematik. Rintangan ricih atau aliran boleh disifatkan sebagai kelikatan cecair. Minyak yang mempunyai kelikatan yang tinggi seperti minyak sayuran atau lemak haiwan akan menghasilkan deposit apabila menggunakan secara langsung sebagai bahan api (Knothe and Steidley 2005).

2.7.3 Nisbah metanol kepada minyak

Untuk transesterifikasi homogen, secara praktikalnya, nisbah metanol kepada minyak adalah 1:6. Bagi transesterifikasi heterogen pula, peningkatan yang ketara terhadap lemak asid matil ester dilihat apabila berlaku penukaran nisbah dari 1:1 kepada 1:18. Pada nisbah 1:18, kadar penukaran adalah pada 96.78% dan ia bermula lebih rendah dari luaran titik (Obadiah et al. 2012). Penyelidikan oleh (Ngamcharussrivichai et al. 2010), menunjukkan bahawa nisbah 1:15 hingga 1:30 yang mengandungi lemak asid metil ester meningkat dari 66.5% kepada 98.6%. Ujikaji dilakukan pada nisbah 1:50 dan 1:70 penurunan terhadap lemak asid metil ester boleh dilihat kerana transesterifikasi merupakan proses pembalikan secara semula jadi dalam kehadiran alkohol yang tinggi, seterusnya mengurangkan kadar metil ester.

2.7.4 Peratusan berat pemangkin.

Jumlah pemangkin yang digunakan didalam tindak balas minyak terhadap metanol memberi kesan terhadap masa (Ebiura et al. 2005). Penggunaan berat pemangkin yang melebihi 6% menunjukkan tiada perubahan terhadap penukaran metil ester (Ngamcharussrivichai et al. 2010).

2.7.5 Tindak Balas Suhu

Secara amnya, kadar reaksi meningkat apabila reaksi suhu meningkat. Menurut (Gimbun et al. 2013), penukaran kadar minyak meningkat dari 65.4% kepada 96.9% apabila suhu juga meningkat dari 40°C kepada 60°C. Kecekapan proses transesterifikasi menjadi lebih baik apabila suhu yang lebih tinggi digunakan serta dapat meningkatkan kadar penukaran. Selain itu, penyelidikan oleh (Obadiah et al. 2012) menunjukkan kadar penukaran yang tinggi dicapai pada 65°C iaitu sedikit rendah dari takat didih untuk metanol. Pemanasan terhadap minyak melebihi 65°C iaitu lebih tinggi dari takat didih bagi metanol tidak menunjukkan perubahan yang ketara dan kadar penukaran terdapat sedikit penurunan. Suhu yang sesuai adalah kurang dari 65°C tetapi hampir dengan 65°C.

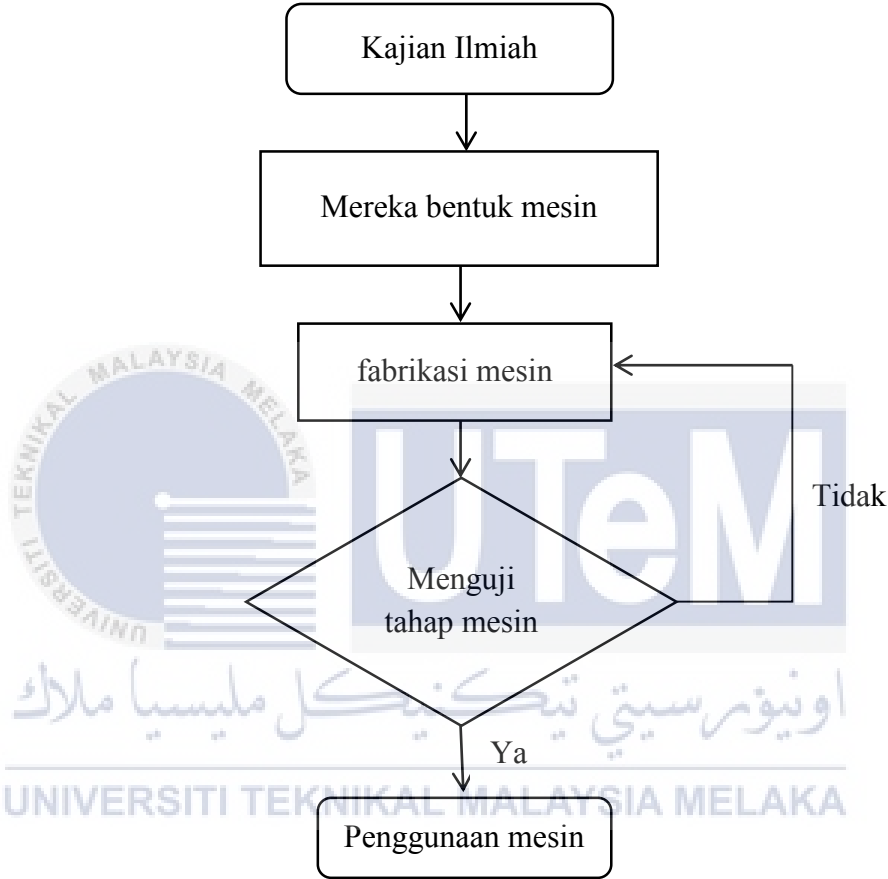
Bab 3

Metodologi

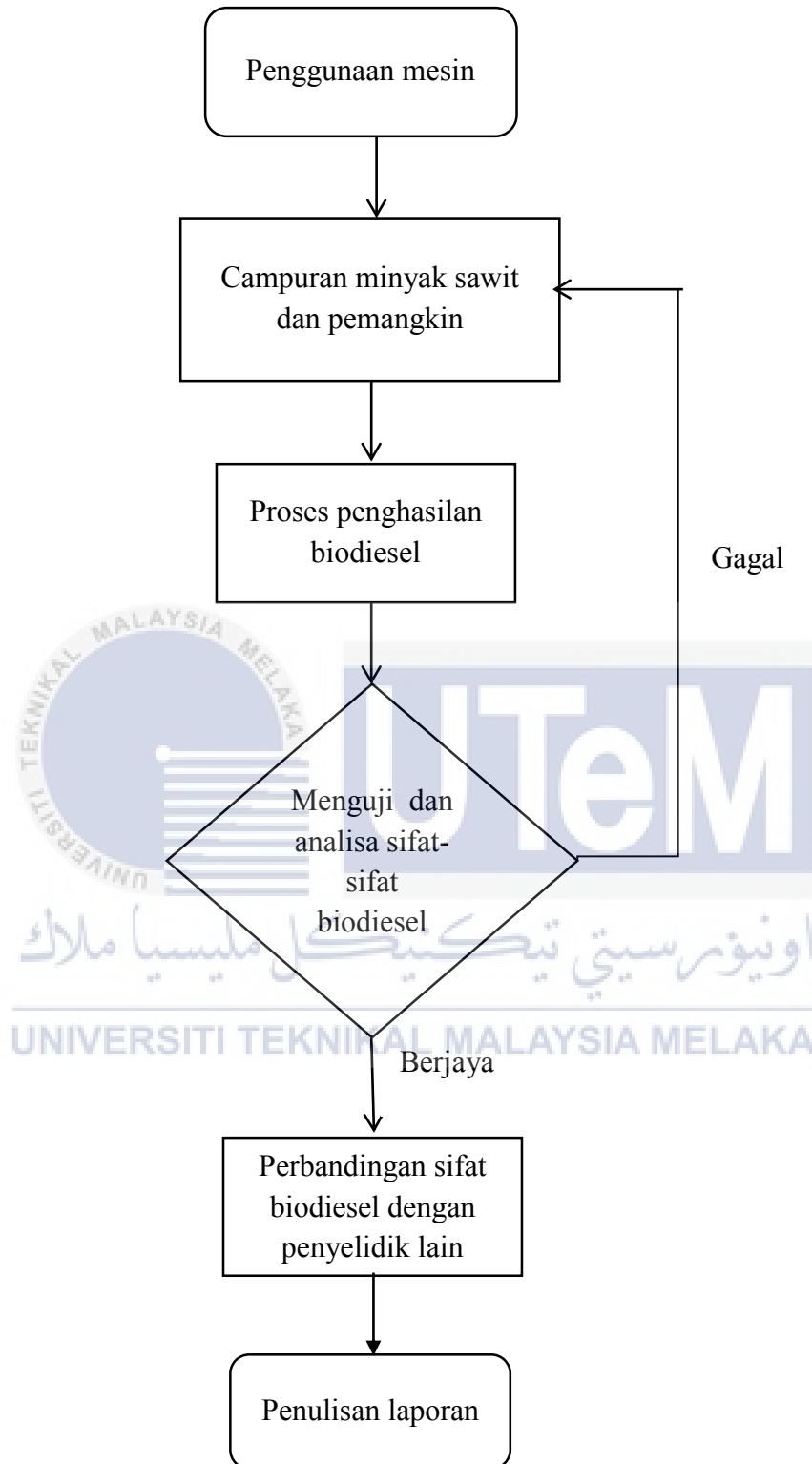
3.1 Pengenalan

Di dalam mereka bentuk konsep, pemikiran secara kritis dan kreatif diperlukan bagi memilih reka bentuk yang paling baik. Spesifikasi bagi mereka bentuk mesin berdasarkan kehendak pengguna dan keperluan kejuruteraan. Selain itu, penjanaan produk konsep diwujudkan dan konsep yang terbaik dipilih dan dibangunkan. Tambahan pula, biodiesel yang terhasil daripada mesin yang dihasilkan, diuji berdasarkan beberapa sifat seperti suhu, kelikatan kinematik, kepekatan pemangkin dan ketumpatan. Rajah 3.1 dan Rajah 3.2 menunjukkan metodologi berkaitan kajian ini yang dirumuskan dengan penggunaan carta aliran.

Metodologi berkaitan projek ini dirumuskan di dalam carta aliran di bawah:



Rajah 3.1: Carta Aliran Penghasilan Mesin.



Rajah 3.2: Carta Aliran Penghasilan Biodiesel.

3.2 Komponen Asas bagi Sesebuah Mesin Biodiesel.

Sesebuah mesin pemprosesan biodiesel seharusnya mempunyai sekurang-kurangnya tiga tangki dimana tangki tersebut akan digunakan bagi proses pencampuran dan pengadunan bahan mentah bersama-sama pemangkin. Selain itu, tangki tersebut perlulah tahan pada suhu yang tinggi bagi proses pemanasan. Pam merupakan elemen yang boleh diubah kerana ada reka bentuk tidak memerlukan pam. Elemen yang paling penting bagi penghasilan biodiesel adalah sewaktu penapisan dimana penapisan perlu dilakukan mengikut peringkat. Maka, penapis yang tepat perlu dipilih bagi mendapatkan kualiti dan kuantiti biodiesel yang tinggi.

3.3 Spesifikasi reka bentuk produk

Spesifikasi reka bentuk produk dihasilkan berdasarkan permintaan yang dikehendaki oleh pengguna. Keperluan yang diperlukan bagi memenuhi spesifikasi dikenalpasti dan ditetapkan. Spesifikasi reka bentuk produk merupakan perkara yang penting dalam proses mereka bentuk kerana meliputi segala informasi yang penting bagi membantu pereka bentuk untuk mencari penyelesaian masalah. Setiap masalah diasingkan kepada kategori terperinci supaya memudahkan untuk menyelesaikan masalah. Semua keperluan perlulah diketengahkan secara jelas dan terang.

Berdasarkan objektif yang dinyatakan bagi projek ini, keperluan bagi mereka bentuk mesin meliputi fungsi iaitu untuk menghasilkan biodiesel dan senang untuk diuruskan. Mesin tersebut perlulah berkebolehan untuk berfungsi dalam keadaan suhu dan tekanan yang tinggi. Selain itu, mesin yang dihasilkan juga mampu menampung beban yang berat.

Dari segi kawalan persekitaran pula, mesin yang dihasilkan dapat berfungsi dalam pelbagai persekitaran tidak kira panas atau sejuk. Tambahan pula, mesin tersebut perlulah menahan proses penghakis dan kalis air yang boleh menyebabkan kerosakan luaran atau dalaman. Bagi memudahkan penyimpanan mesin tersebut, reka bentuk mesin perlulah fleksibel dan ringkas serta senang untuk dialihkan. Had geometri bagi mesin yang dihasilkan membolehkan mesin tersebut melalui kawasan yang kecil.

Bagi elemen penyelenggaraan, alat ganti bagi setiap komponen mesin perlulah senang untuk didapatkan dan tidak memerlukan penyelenggaraan berkala.

Dari aspek ekonomi, kadar kos penggunaan, penyelenggaraan dan pembuatan perlulah murah dan berkualiti. Kadar kekuatan dan kemampuan mesin seharusnya melebihi tempoh hayat yang telah ditetapkan.

Reka bentuk mesin yang dihasilkan perlulah padat tetapi masih memenuhi kehendak dan keperluan pengguna. Tambahan pula, bahan bagi menghasilkan mesin tersebut boleh dikenakan daya yang tinggi tanpa mengubah bentuk asal mesin. Bahan yang digunakan juga perlulah tahan karat dan suhu yang tinggi bergantung pada pertimbangan kos. Mesin tersebut perlulah selamat digunakan dan tidak mendatangkan bahaya kepada pengguna.

Terjemahan keperluan pengguna kepada keperluan reka bentuk bukanlah terjemahan satu-kepada-satu terjemahan. Satu keperluan pengguna boleh dikaitkan dengan lebih dari satu keperluan reka bentuk dan keperluan reka bentuk boleh mempengaruhi beberapa keperluan pengguna. Oleh itu, satu matrik yang dinamakan Rumah Kualiti (RK) digunakan.

RK merupakan perancangan produk grafik yang sistematik dimana produk grafik tersebut membentangkan informasi reka bentuk produk dianjurkan oleh matrik “bilik”, “atap” dan “tapak”. RK sangat berguna dan ringkasan ilustrasi kepada informasi produk. Rajah 3.3 menunjukkan perumah kualiti bagi mesin penghasilan biodiesel.

Struktur produk grafik RK yang sistematik mengikut informasi seperti keperluan pengguna, berat kepentingan pengguna, ciri kejuruteraan, penilaian kepuasan penanda aras, gandingan antara ciri-ciri kejuruteraan, nilai penanda aras prestasi dan sasaran nilai

reka bentuk baru. Rajah 3.3 menunjukkan Perumah kualiti Bagi Mesin Penghasilan Biodiesel.

	Berat Kepentingan	Dimensi (panjang x tinggi x lebar)	Berat(kg)	Jumlah tenaga yang digunakan(kj)	Suhu (° c)	Kos (RM)	Ketahanan bahan	Masa diperlukan (s)	Kadar Kepuasan Pelanggan (0.00-1.00)
Suhu dan tekanan yang tinggi	0.2			7	9	6	9		0.9
Penghasilan biodiesel	0.2			9				9	0.8
Senang untuk beroperasi	0.15			9		6		6	0.7
Boleh diselenggara dengan mudah	0.1					8			0.6
Ketahanan terhadap beban	0.1					3	9		0.5
Tahan dari karat atau hakisan	0.1		5			7	6		0.4
Mudah disimpan	0.05	7							0.3
Boleh melalui ruangan yang sempit	0.05	7							0.2
Harga yang rendah	0.05	5				9	4		0.1
Skor		0.95	0.5	4.55	1.8	4.35	3.5	2.7	
Wajaran relatif		5.18%	2.72%	24.8%	9.8%	23.71%	19.07%	14.71%	

Rajah 3.3: Perumah Kualiti Bagi Mesin Penghasilan Biodiesel.

3.4 Penjanaan Konsep

Di dalam bahagian ini, beberapa reka bentuk konsep telah direka bagi memenuhi keperluan pengguna. Konsep tersebut direka berdasarkan spesifikasi yang dikehendaki dimana reka bentuk itu dibangunkan dan mengikut senarai matrik.

Idea bagi menjana konsep tersebut berdasarkan penyelidikan luaran dan dalaman. Kaedah yang digunakan bagi penyelidikan luaran termasuklah temuduga terhadap pengguna utama. Ini dapat dilihat melalui komen dan masalah yang dihadapi bagi reka bentuk kini. Selain itu, nasihat dari pakar merupakan kaedah yang penting bagi mendapatkan reka bentuk yang bersesuaian bagi menjana kualiti reka bentuk tersebut. Bagi menambah pengetahuan dan informasi, pencarian terhadap artikel yang telah diterbitkan dan penanda aras bagi produk diwujudkan.

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

Di dalam projek ini, reka bentuk mesin mengikut proses aliran mereka bentuk dan kebiasaannya, konsep yang dihasilkan lebih dari satu konsep dan konsep yang terbaik akan dipilih. Proses pemilihan menggunakan keputusan matrik dimana proses tersebut akan diaplikasi di dalam peringkat seterusnya untuk menentukan konsep yang terbaik sebelum dipindahkan kepada proses perincian.

Oleh itu, tiga reka bentuk konsep yang memenuhi kesemua keperluan spesifikasi dinyatakan daripada kehendak pelanggan dan juga senarai matrik. Konsep yang dihasilkan daripada carta morfologi merupakan idea asas kepada penjanaan konsep.

3.4.1 Carta Morfologi

Carta morfologi terdiri dari idea-idea yang boleh digunakan secara sendiri atau menggabungkan idea-idea untuk membangunkan konsep. Jadual 3.1 menunjukkan carta morfologi.



Jadual 3.1: Carta Morfologi

Komponen	Pilihan 1	Pilihan 2	Pilihan 3
Bentuk Tangki			
Bahan perumah	Kepingan Besi	Papan lapis	Kepingan Perspektif
Pam		-tiada	-tiada

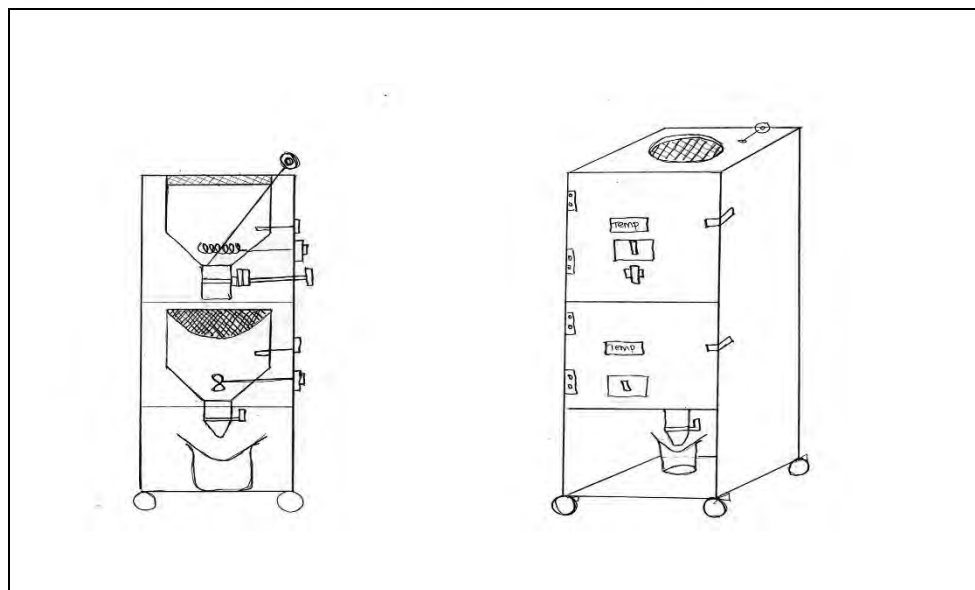
			
Penapis			
Bentuk perumah			-tiada-
Tayar			-tiada-

			
Bekalan kuasa	Bateri	Kuasa luar (TNB atau Penjana)	-tiada-

3.4.2 Reka Bentuk Konsep

Daripada pilihan yang dihasilkan untuk setiap komponen, akhirnya kesemua komponen akan digabungkan dan menghasilkan satu reka bentuk konsep yang memenuhi keperluan dan kehendak pelanggan. Terdapat tiga reka bentuk konsep yang dihasilkan dari carta morfologi sebagai panduan reka bentuk mesin biodiesel. Rajah 3.4, Rajah 3.5 dan Rajah 3.6 masing-masing menunjukkan reka bentuk konsep 1,2 dan 3.

Reka Bentuk Konsep 1



Rajah 3.4: Reka Bentuk Konsep 1

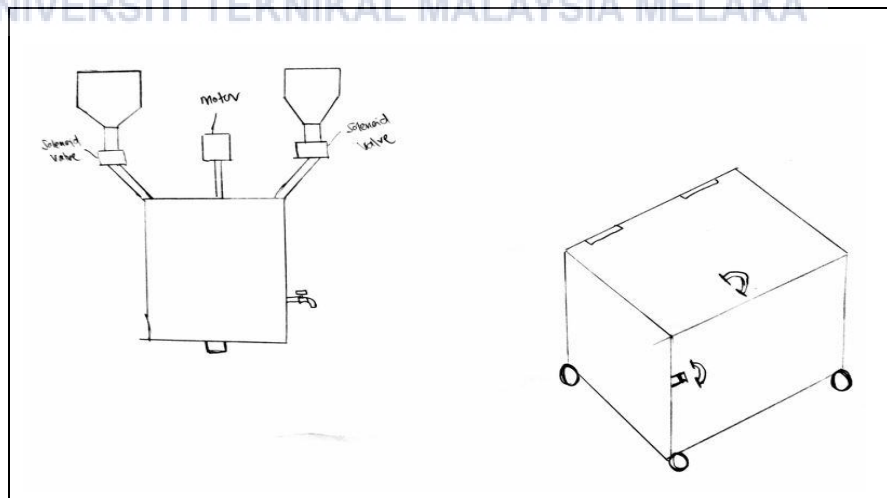
Reka bentuk konsep 1 menggunakan pilihan dua sebagai bentuk tangki manakala bahan perumah menggunakan pilihan satu iaitu kepingan besi. Selain itu, pam tidak digunakan di dalam reka bentuk konsep 1. Bagi penapis pula, terdapat dua pilihan dimana pilihan satu dan tiga dipilih sebagai jenis penapis. Pilihan bentuk perumah dan tayar, masing-masing diambil dari pilihan satu dan dua. Akhir sekali, pilihan dua dipilih sebagai penjana kuasa.

Untuk reka bentuk konsep 1, bentuk kon dipilih sebagai bentuk tangki kerana bentuk tersebut akan menyebabkan cecair atau minyak tertumpu di bahagian keluar. Perumah berfungsi sebagai pelindung komponen-komponen dalaman daripada karat atau rosak dimana pilihan satu iaitu kepingan besi dipilih dan akan disalut dengan bahan anti-karat. Pam tidak digunakan dalam reka bentuk konsep 1 kerana pam akan menyebabkan peningkatan terhadap kadar kos pembuatan. Dua jenis penapis digunakan dalam reka bentuk konsep 1 iaitu penapis kasar dan halus iaitu berfungsi sebagai pengasingan kekotoran yang ada di dalam minyak serta memperhaluskan struktur minyak. Bentuk perumah yang sesuai bagi reka bentuk konsep 1 adalah bentuk menegak dimana ia komponen-komponen itu akan disusun secara menegak yang berkait rapat dengan daya graviti. Bagi mengelakkan mesin bergerak ketika digunakan, tayar yang mempunyai brek sesuai untuk digunakan. Penjana kuasa secara luaran iaitu dari Tenaga Nasional Berhad (TNB) dipilih bagi mengelakkan kekurangan kuasa sewaktu beroperasi.

Bagi reka bentuk 1, terdapat beberapa kelebihan iaitu mempunyai tangkah yang berbentuk tirus di bawah. Hal ini dilihat memudahkan aliran cecair ke tangki seterusnya. Selain itu, reka bentuk 1 ini senang untuk diselenggara kerana mempunyai pintu yang boleh dibuka untuk penyelenggaraan. Reka bentuk ini tidak menggunakan pam kerana daya graviti yang menyebabkan bahan mentah(minyak sawit) dan pemangkin akan jatuh ke bawah. Impaknya, penjimatan pada kos pembuatan dapat diwujudkan. Reka bentuk yang mempunyai tayar memudahkan pengguna untuk mengalihkan mesin ini kemana-mana sahaja.

Kekurangan bagi mesin ini adalah reka bentuknya adalah tinggi. Hal yang demikian menyebabkan reka bentuk ini kurang stabil. Bahan yang digunakan untuk membuat perumah mesin ini diperbuat daripada kepingan besi dimana meningkatkan jisim mesin tersebut.

Reka Bentuk Konsep 2



Rajah 3.5: Reka Bentuk Konsep 2

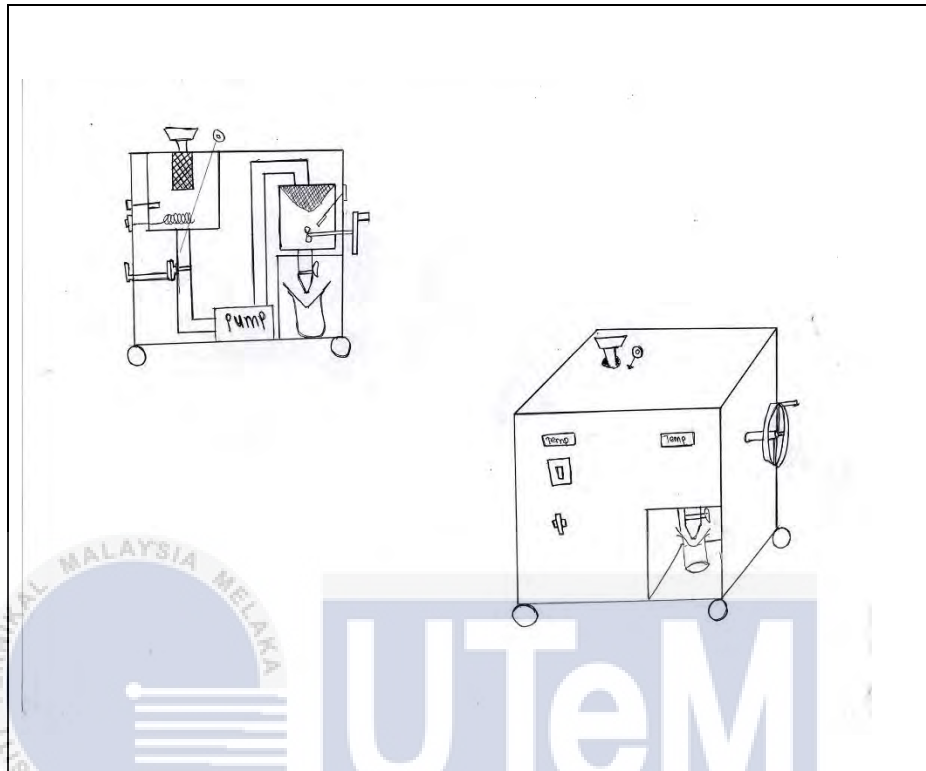
Reka bentuk konsep 2 menggunakan pilihan satu sebagai bentuk tangki manakala bahan perumah menggunakan pilihan satu iaitu kepingan besi. Selain itu, pam tidak digunakan di dalam reka bentuk konsep 2. Bagi penapis pula, terdapat dua pilihan dimana pilihan satu dan dua dipilih sebagai jenis penapis. Pilihan bentuk perumah dan tayar, masing-masing diambil dari pilihan dua. Akhir sekali, pilihan dua dipilih sebagai penjana kuasa.

Untuk reka bentuk konsep 2, bentuk kon iaitu tirus di bawah dipilih sebagai bentuk tangki kerana bentuk tersebut akan menyenangkan proses pengadunan dan pengacauan. Perumah berfungsi sebagai pelindung komponen-komponen dalaman daripada karat atau rosak dimana pilihan tiga iaitu kepingan perspek menjadi pilihan dan tidak memerlukan salutan bahan anti-karat. Pam tidak digunakan dalam reka bentuk konsep 2 kerana solenoid valve akan memindahkan minyak dari tangki pertama dan tangki kedua ke tangki ketiga. Dua jenis penapis digunakan dalam reka bentuk konsep 2 iaitu penapis kasar dan halus iaitu berfungsi sebagai pengasingan kekotoran yang ada di dalam minyak serta memperhaluskan struktur minyak. Bentuk perumah yang sesuai bagi reka bentuk konsep 2 adalah bentuk mendatar dimana ia komponen-komponen itu akan disusun secara mendatar. Bagi mengelakkan mesin bergerak ketika digunakan, tayar yang mempunyai brek sesuai untuk digunakan. Penjana kuasa secara luaran iaitu dari Tenaga Nasional Berhad (TNB) dipilih bagi mengelakkan kekurangan kuasa sewaktu beroperasi.

Kelebihan bagi reka bentuk 2 ini adalah stabil dimana reka bentuknya adalah mendatar. Kecekapan dalam menyalurkan cecair adalah tinggi kerana cecair akan turun ke bawah dengan daya tarikan graviti. Sistemnya pula tidak kompleks dan mempunyai tayar yang memudahkan pengguna untuk mengalihnya. Komponennya juga senang untuk diselenggara kerana mempunyai pintu yang boleh dibuka.

Kekurangan bagi reka bentuk 2 adalah kos penghasilannya tinggi kerana mempunyai perumah dari kepingan besi dan solenoid valve. Struktur rangka yang kukuh disebabkan bahan yang digunakan adalah daripada kepingan besi sebagai perumah. Reka bentuk yang mendatar menyebabkan reka bentuk ini akan menggunakan ruang yang banyak. Seterusnya tangki yang tidak tertumpu di bawah menyebabkan ada kehilangan sedikit pada cecair. Penapis yang diperbuat daripada polister memerlukan tekanan yang tinggi untuk mencucinya dan ini merupakan kekurangan pada reka bentuk 2.

Reka Bentuk Konsep 3



Rajah 3.6: Reka Bentuk Konsep 3

Reka bentuk konsep 3 menggunakan pilihan tiga sebagai bentuk tangki manakala bahan perumah menggunakan pilihan dua iaitu papan lapis. Selain itu, pam digunakan di dalam reka bentuk konsep 3. Bagi penapis pula, terdapat dua pilihan iaitu pilihan dua dan tiga dipilih sebagai jenis penapis. Pilihan bentuk perumah dan tayar, masing-masing diambil dari pilihan dua dan satu. Akhir sekali, pilihan satu dipilih sebagai penjanaan kuasa.

Untuk reka bentuk konsep 3, bentuk segi empat sama dipilih sebagai bentuk tangki kerana bentuk tersebut akan menyenangkan untuk disusun dan menjimatkan ruang.

Perumah berfungsi sebagai pelindung komponen-komponen dalaman daripada karat atau rosak dan pilihan dua iaitu papan lapis dipilihan dan memerlukan bahan salutan bagi mengelakkan papan lapis itu dari mengembang jika terkena air. Pam digunakan dalam reka bentuk konsep 3 kerana pam akan memindahkan minyak dari tangki pertama ke tangki kedua. Dua jenis penapis digunakan dalam reka bentuk konsep 3 iaitu penapis kasar dan halus iaitu berfungsi sebagai pengasingan kekotoran yang ada di dalam minyak serta memperhaluskan struktur minyak. Bentuk perumah yang sesuai bagi reka bentuk konsep 3 adalah bentuk mendatar iaitu komponen-komponen itu akan disusun secara mendatar. Selain itu, komponen dalaman juga dapat dilihat melalui kepingan perspek dimana keadaan adalah lut sinar. Tayar bagi reka bentuk konsep 3 adalah tayar yang tidak mempunyai brek kerana mesin tersebut akan diletakkan di kawasan yang tetap dan tidak bergerak. Penjana kuasa menggunakan bateri dipilih kerana tidak bergantung kepada soket elektrik dan boleh digunakan di mana-mana sahaja.

Kelebihan pada reka bentuk 3 adalah kadar kos pembuatan yang rendah kerana bahan yang digunakan sebagai perumah adalah diperbuat daripada kepingan perspek. Reka bentuk 3 juga tidak menggunakan pam dan hanya menggunakan daya graviti bagi menyalurkan cecair ke bawah. Bagi mengadunkan campuran cecair, reka bentuk tiga menggunakan gear dimana gear tersebut disambungkan ke roda tenaga. Hal ini dapat mengurangkan penggunaan alatan elektronik.

Kekurangan reka bentuk 3 adalah masih menggunakan pengadun manual. Selain itu, tayar yang tidak mempunyai brek akan mengakibatkan mesin yang akan dihasilkan tergelincir dan bergerak sewaktu beroperasi. Reka bentuk yang tinggi mengakibatkan kestabilan terhadap produk kurang. Susah untuk diselenggara kerana tidak mempunyai pintu untuk penukaran komponen dalaman.

Pemilihan Konsep

Di dalam fasa ini, satu reka bentuk konsep akan dipilih daripada tiga reka bentuk konsep yang dirancang. Reka bentuk konsep yang terbaik daripada semua reka bentuk yang dibangunkan dipilih berdasarkan process keputusan matrik. Di sini, keseluruhan senarai konsep digabungkan di dalam satu jadual bersama spesifikasi yang berkaitan dengannya. Reka bentuk konsep yang memiliki markah tertinggi akan dipilih sebagai reka bentuk yang terbaik.

Walaupun bagaimanapun, terdapat lebih daripada satu kaedah dalam pemilihan dan percaturan dalam pemilihan reka bentuk konsep yang terbaik. Keputusan yang akan dibuat berdasarkan keputusan luaran, juara produk, gerak hati, undian pelbagai, kelebihan dan kekurangan, prototaip dan ujian dan keputusan matrik.

Akan tetapi, untuk pemilihan reka bentuk konsep yang terbaik bagi produk ini, perlu menggunakan kaedah keputusan matrik iaitu akan melalui proses pemeriksaan dan permarkahan dalam kaedah keputusan matrik.

3.4.3 Pemeriksaan matrik ke atas mesin biodiesel

Kaedah pemeriksaan matrik adalah menyediakan matrik pilihan. Ini merangkumi penyediaan jadual pemeriksaan konsep matrik, menyenaraikan kriteria pemilihan dan konsep di setiap baris.



Bagi menilai konsep, skor untuk setiap kriteria dinilai dengan meletakkan tanda “ + ” yang bermaksud lebih bagus serta tanda “ 0 ” sama dan tanda “ - ” kurang bagus. Ini memberi penjelasan bahawa setiap skor memberi informasi bahawa reka bentuk tersebut perlu dibangunkan atau tidak.

Selepas skor diberikan, kedudukan kriteria akan dikenalpasti melalui penambahan terhadap semua markah konsep. Penyusunan kedudukan berdasarkan markah daripada tinggi ke rendah.

Menggabungkan dan menambahbaik konsep iaitu mengenalpasti keputusan berdasarkan kedudukan. Gabungan dua atau lebih konsep berkemungkinan menambahbaik dan meningkatkan penilaian berbanding konsep lain.

Reka bentuk konsep akan dipilih berdasarkan penilaian terhadap skor. Skor yang tertinggi akan dipilih sebagai reka bentuk konsep dan skornya adalah tinggi dan terbaik. Berikut merupakan Jadual 3.2 iaitu matrik pemeriksaan terhadap reka bentuk mesin pemprosesan biodiesel.

Jadual 3.2: Matrik Pemeriksaan Terhadap Reka Bentuk Mesin Biodiesel.

PEMILIHAN KRITERIA	SKOR KONSEP UNTUK REKA BENTUK MESIN BIODISEL		
	REKA BENTUK KONSEP 1	REKA BENTUK KONSEP 2	REKA BENTUK KONSEP 3
	Kestabilan	-	+
Kecekapan	+	+	-
Kurang penggunaan bahan/ bahan mekanikal yang digunakan	-	+	0
Kebolehubatan	0	0	0
Mudah diselenggara	+	+	-
Senang digunakan	+	+	+

Jumlah +	3	5	2
Jumlah 0	1	1	2
Jumlah -	2	0	2
Skor bersih	3	5	2
Kedudukan	2	1	3

Berdasarkan Jadual 3.2 di atas, pengiraan nilai utiliti untuk 3 reka bentuk konsep yang berbeza bagi mereka bentuk mesin bagi penghasilan biodiesel dapat ditentukan. Nilai kedudukan ditentukan melalui penambahan jumlah “+”. Reka bentuk konsep 2 memiliki kedudukan yang pertama dan nilai “+”nya di kadar yang tertinggi iaitu 5 diikuti oleh reka bentuk konsep 1 dan 3. Reka bentuk konsep 1 dan 3 masing-masing memiliki nilai “+” iaitu 3 dan 2. Maka, reka bentuk konsep 2 dipilih sebagai reka bentuk yang terbaik dalam penghasilan mesin bagi penghasilan biodiesel.



3.5 Ketumpatan

Hidrometer disediakan di makmal bagi digunakan untuk mengukur nilai ketumpatan dari sampel biodiesel yang diperolehi. Hidrometer merupakan alatan asas yang digunakan untuk mengukur nisbah ketumpatan cecair ke ketumpatan air.

Proses penentuan ketumpatan bahan cecair iaitu biodiesel dimulakan dengan mengisi silinder kaca dengan sampel biodiesel sehingga titik tenggelam ke dalam silinder dan terapung dengan sendirinya. Seterusnya, meletakkan hidrometer kedalam silinder yang berisikan biodiesel. Hidrometer tersebut diputarkan secara lembut bagi mengeluarkan udara atau buih yang terperangkap di hujung hidrometer. Hidrometer akan

terapung di dalam sampel biodiesel. Hidrometer perlu dipastikan tidak bersentuhan dengan kawasan tepi silinder kerana akan memberi kesan terhadap bacaan ketumpatan. Akhir sekali, bacaan ketumpatan diambil dan direkodkan. Semua bacaan direkodkan dengan teratur. Rajah 3.7 menunjukkan alatan hidrometer.



Rajah 3.7: Hidrometer.

3.6 Transesterifikasi

Untuk melakukan proses transesterifikasi, perkara yang paling penting adalah menentukan nisbah minyak serta metanol dan peratusan berat pemangkin kepada minyak. Kesemua parameter akan menjejaskan jumlah penghasilan yang dihasilkan dari tindak balas minyak, metanol dan pemangkin. Untuk menentukan nisbah metanol dan minyak, berat molekul bahan mentah perlu dikira terlebih dahulu sebelum mengira jumlah nisbah.

3.6.1 Purata berat molekul.

Purata berat molekul bendalir boleh ditentukan dengan melakukan ujian kromatografi gas pada bendalir. Dari keputusan yang diperolehi, lipid di dalam minyak boleh ditentukan berasingan dan berat molekul minyak boleh diperolehi dengan menjumlahkan kesemua berat molekul lipid ke kawasan peratusan relatif dengan menggunakan formula (Atapour et al, 2011).

$$\text{Berat molekul minyak sawit} = 3 \times \sum(MW_i \times X_i) + 38$$

MW_i = berat molekul untuk setiap lemak asid

X_i = Pecahan jisim lemak asid bagi kedudukan i

38 merupakan berat gliserol.

3.6.2 Nisbah metanol dan minyak

Untuk menentukan nilai nisbah metanol dan minyak, nisbah minyak dan metanol perlu dikira menggunakan nisbah 1:1. Selepas menentukan nisbah 1:1, nisbah yang diperlukan metanol kepada minyak boleh dikira.

3.6.2.1 Pengiraan untuk 1 mol metanol

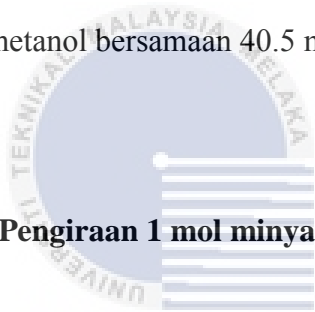
$$\text{Berat molekul metanol} = 32.04 \text{ g/mol}$$

$$\text{Ketumpatan metanol} = 0.792 \text{ kg/l}$$

$$32.04 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \times 1 \text{ mol} = 32.04 \text{ gram}$$

$$\frac{32.04}{1000} \text{ kg} \times \frac{1}{0.792} \frac{\text{l}}{\text{kg}} = 0.04045 \text{ l} = 40.5 \text{ ml}$$

1 mol metanol bersamaan 40.5 mililiter.



3.6.2.2 Pengiraan 1 mol minyak

$$\text{Berat molekul minyak} = 974.82 \text{ g/mol}$$

$$\text{Ketumpatan minyak} = 0.9185 \text{ kg/L}$$

$$974.82 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \times 1 \text{ mol} = 974.82 \text{ gram}$$

$$\frac{974.82}{1000} \text{ kg} \times \frac{1}{0.9185} \frac{\text{l}}{\text{kg}} = 1.06137 \text{ l} = 1061.37 \text{ ml}$$

1 mol minyak bersamaan 1061.37 mililiter.

3.6.2.3 Pengiraan nisbah metanol kepada minyak

Dalam menggunakan mililiter, untuk nisbah 6:1,

$$\frac{6 \times 40.5}{1 \times 919.73} = 0.27$$

Dalam menggunakan gram, untuk nisbah 6:1,

$$\frac{6 \times 32.04}{1 \times 832.82} = 0.23$$

Berdasarkan pengiraan di atas, nisbah metanol kepada minyak dalam milliliter adalah 0.27 dimana ia memberikan nisbah 1:37 dan 0.23 untuk gram yang menyatakan nisbah 1:44. Nilai ini adalah gandaan dengan jumlah minyak untuk menentukan jumlah metanol yang akan digunakan dalam unit milliliter atau gram dalam penggunaan proses transesterifikasi.

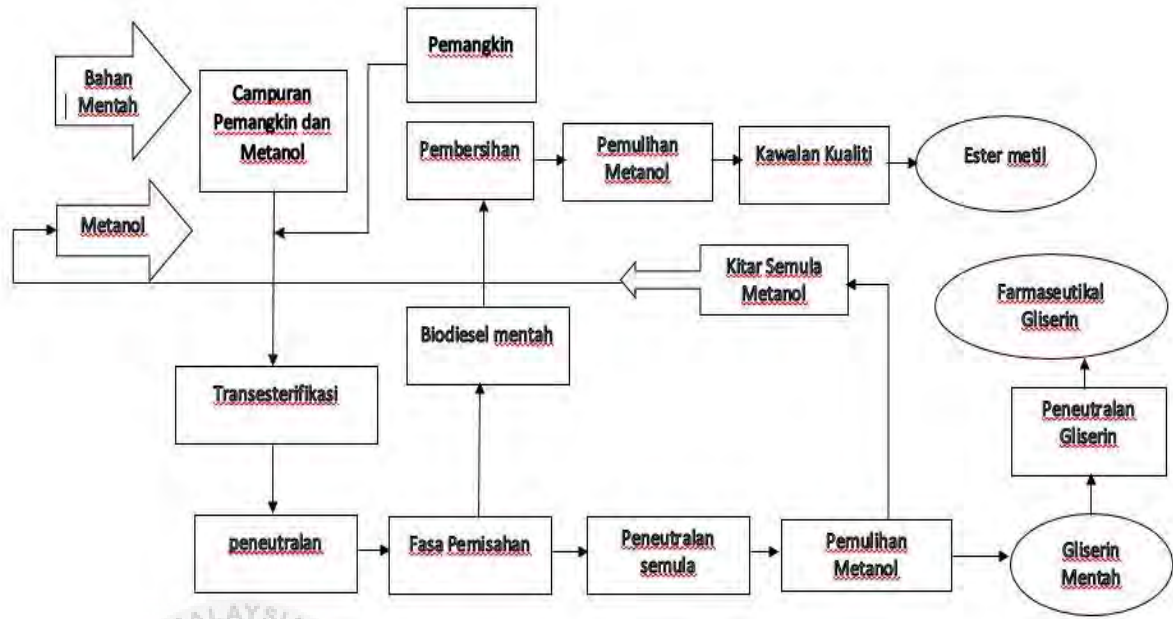
3.6.3 Peratusan berat pemangkin

Untuk peratusan berat pemangkin, berat minyak yang digunakan dalam transesterifikasi perlulah dikira. Nilai yang diperolehi adalah gandaan dengan peratusan pemangkin yang dipilih untuk proses transesterifikasi seperti yang ditunjukkan di bawah,

$$\text{Berat minyak (gram)} \times \text{peratusan pemangkin (\%)} = \text{berat pemangkin (gram)}$$

3.6.4 Kaedah Transesterifikasi

Kaedah transesterifikasi dilakukan dengan penggunaan mesin yang dihasilkan. Pertama, minyak sawit akan dimasukkan di tempat yang disediakan. Minyak sawit tersebut akan ditapis dengan adanya penapis yang bersaiz 500-600 mikron. Penapisan tersebut dilakukan untuk mengasingkan segala sisa yang terdapat di dalam minyak sawit tersebut. Kemudian, minyak sawit tersebut akan dipanaskan sehingga suhu 100°C bagi mengeluarkan kelembapan dalam minyak. Seterusnya, minyak sawit yang telah dipanaskan dan ditapis tersebut akan dialirkan ke tangki kedua. Dalam aliran minyak sawit ke tangki kedua, minyak sawit yang dipanaskan dan ditapis tersebut akan ditapis sekali lagi dengan menggunakan penapis yang lebih halus (100 atau lebih kecil). Setelah kesemua minyak sawit ditapis, minyak akan dibiarkan sehingga suhu turun kepada 64°C . Kemudian, campuran metanol dan pemangkin akan dituang masuk melalui corong yang disediakan dan akan dicampurkan dengan minyak sawit. Seterusnya, campuran metanol dan pemangkin akan dikacau bersama-sama minyak sawit. Semasa proses transesterifikasi dilakukan, kesemua campuran tersebut akan dikacau dan memastikan suhu berada antara $60^{\circ}\text{C} - 64^{\circ}\text{C}$. Setelah tindak balas berakhir, campuran tersebut akan dibiarkan semalaman dan proses penapisan akan dilakukan. Dalam proses penapisan, gliserin akan diasingkan dengan biodiesel. Gliserin akan berada di bawah biodiesel kerana kadar ketumpatan gliserin lebih tumpat berbanding biodiesel. Carta 3.8 menunjukkan carta aliran penghasilan biodiesel dan gliserin.



Rajah 3.8: Carta Aliran Pemprosesan Biodiesel dan Glycerin

3.7 Kelikatan Kinematik

Bagi mengukur tahap kelikatan kinematik biodiesel, mesin Brookfield Viscometer digunakan. Sebelum memulakan ujikaji, program operasi perlu ditetapkan kepada bersendirian “Self”. Gelendong digantikan dengan jenis gelendong yang dipilih. Penggantian atau penukaran gelendong adalah penting untuk menggunakan gelendong yang betul kerana kesemua pengiraan terhadap kadar kelikatan, tegasan ricih dan ricih akan berdasarkan gelendong. Pergi ke menu unit pengukuran dan pilih mm^2 untuk kelikatan kinematik. Untuk mengukur kelikatan kinematik, ia akan memerlukan nilai ketumpatan cecair. Hidupkan motor dan tetapan kelajuan gelendong berdasarkan cecair

yang akan diuji. Kelajuan maksimum adalah pada 100 rpm. Letakkan bekas dan hidupkan motor. Ambil bacaan setiap 2 minit dan puratakan bacaan tersebut. Sebaik sahaja proses itu selesai, tutup motor, keluarkan bekas dan bersihkan dengan air suling. Apabila data ukuran am tidak boleh diambil atau jauh daripada julat yang disediakan, cuba ubah kelajuan gelendong atau tukar gelendong itu sendiri. Rajah dibawah menunjukkan mesin Brookfield Viscometer.



Rajah 3.9: Mesin Brookfield Viscometer.

Bab 4

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

4.1 Pengenalan.

Bahagian ini merangkumi reka bentuk terperinci yang dibangunkan dengan penggunaan perisian reka bentuk bantuan komputer dan penggubalan (CADD). Selain itu, litar yang dihasilkan juga dibincangkan di dalam bahagian ini bagi mengetahui sistem operasi mesin. Tambahan pula, bagi mencapai objektif kajian ini, beberapa pengujian dilakukan terhadap biodiesel yang terhasil dari mesin yang dihasilkan. Pengujian tersebut merangkumi ketumpatan dan kelikatan biodiesel tersebut.

4.2 Perisian Reka Bentuk Bantuan Komputer dan Penggubalan

Reka bentuk terperinci dibangunkan dengan menggunakan perisian reka bentuk bantuan komputer dan penggubalan (CADD). Langkah ini digunakan bagi melakukan analisa untuk membuktikan reka bentuk yang terhasil mencapai piawaian kejuruteraan serta mengikut kehendak pengguna. Untuk menyediakan satu reka bentuk yang terperinci, perisian “SolidWorks 2016” telah digunakan. Rajah 4.1 menunjukkan muka dalaman perisian “SolidWorks 2016”. Analisis dilakukan terhadap reka bentuk tersebut dan analisis tersebut merangkumi bentuk untuk difabrikasi.



Rajah 4.1: Muka Dalam Perisian “SolidWorks 2016”.

Perisian ini dapat menghasilkan satu reka bentuk yang lengkap kerana perisian “SolidWorks 2016” ini mampu menghasilkan bahagian-bahagian projek. Bahagian-bahagian tersebut kemudiannya dicantumkan seterusnya satu lukisan lengkap dapat dihasilkan. Lukisan lengkap tersebut merangkumi dimensi, lukisan hadapan, lukisan atas, lukisan tepi dan lain-lain.

4.2.1 **Komponen-komponen Mesin Pemrosesan Biodiesel.**

Terdapat beberapa komponen yang digunakan dalam penghasilan mesin pemrosesan biodiesel. Antaranya ialah Solenoid valve 12V, Motor Gear 220AC, 3 jenis tangki berbagai saiz, paip, dan pembancuh. Kesemua komponen tersebut lukis dan dibangunkan dengan menggunakan perisian “SolidWorks 2017” bagi menganalisa reka bentuk dan faktor keselamatan yang mengikut spesifikasi yang ditetapkan.

4.2.1.1 Solenoid Valve 12V DC

Solenoid valve 12V DC digunakan bagi mengawal pengaliran cecair dari satu tempat ke satu tempat. Dalam sistem mesin pemrosesan biodiesel ini, penggunaan solenoid valve adalah menyekat pengaliran cecair dari tangki satu dan tangki kedua menerus ke tangki ketiga. Rajah 4.2 menunjukkan Solenoid Valve 12V DC yang digunakan untuk mengfabrikasi mesin pemrosesan bagi penghasilan biodiesel.



Rajah 4.2: Solenoid Valve 12V DC.

Solenoid Valve 12V DC ini digunakan bagi mengawal sistem aliran cecair. Solenoid Valve ini berfungsi mengikut arahan komponen elektronik Arduino dimana komponen elektronik Arduino tersebut mengikut tatapan yang telah ditetapkan. Solenoid Valve ini memerlukan 12V arus menerus untuk berfungsi. Akan tetapi, sumber janaan elektrik dari soket dinding mengeluarkan arus seli. Oleh itu, satu komponen penukaran arus digunakan. Arduino berfungsi sebagai komponen yang mengawal komponen elektronik lain dan mampu menukar arus dari arus seli kepada arus menerus. Komponen Solenoid Valve ini mempunyai saiz paip yang menyambung kepada komponen lain dan

saiznya adalah 19.05 mm. Saiz keseluruhan komponen ini adalah 19.5 mm lebar dan ketinggianya adalah 42.5 mm.

4.2.1.2 Motor Gear 12V DC

Komponen motor gear digunakan dalam sistem mesin ini bagi memusingkan pembancuh. Motor gear dipilih kerana motor ini mampu memusingkan beban yang tinggi dan mempunyai ketahanan yang lasak. Ini kerana perumahan motor gear ini menggunakan bahan yang tahan lasak seperti keluli tahan karat. Motor gear yang dipilih berdasarkan spesifikasinya iaitu berkelajuan 30 rpm, mempunyai ketahanan terhadap pelbagai situasi, saiz yang kecil dan kos yang rendah. Rajah 4.3 menunjukkan Motor Gear 12V DC yang digunakan dalam membangunkan mesin pemprosesan bagi penghasilan biodiesel.

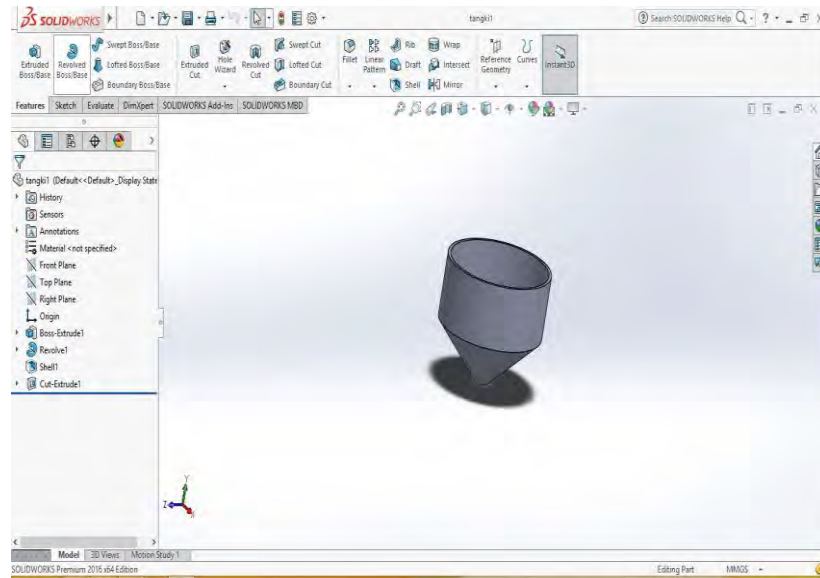


Rajah 4.3: Motor Gear 12V DC.

Motor Gear 12V DC (MG12VDC) digunakan untuk memusingkan pengacau bagi pengadunan bahan mentah (minyak sawit) dan pemangkin. Motor gear ini mempunyai kelajuan iaitu 30 rpm dan kelajuan tersebut mencukupi bagi mengadunkan bahan mentah dan pemangkin. Jika kelajuan terlalu laju, campuran yang diadun diputarakan dengan cepat dan mengakibatkan percikan cecair keluar dari tangki. Motor gear ini memerlukan 12V DC untuk berfungsi dan arahan untuk berfungsi dikelolakan oleh komponen elektronik Arduino. Saiz keseluruhan motor gear ini adalah 24.25 mm lebar dan 69.15 mm ketinggian.

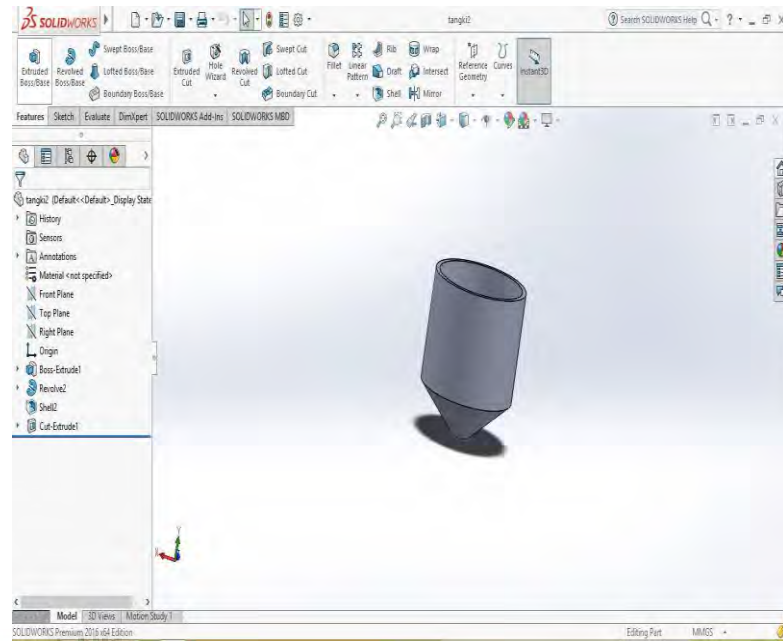
4.2.1.3 Tangki

Dalam merangka reka bentuk mesin pemprosesan biodiesel ini, terdapat 3 jenis tangki yang harus dibina. Ketiga-tiga jenis tangki tersebut mempunyai saiz dan fungsi yang tersendiri. Tangki merupakan elemen yang penting bagi menentukan kadar kapasiti campuran dan tempat membancuh bahan mentah dan pemangkin. Akan tetapi, bentuk tangki yang berbeza menentukan tahap kehilangan atau kerugian cecair yang tidak dapat mengalir ke tangki yang lain. Rajah 4.4, Rajah 4.5 dan Rajah 4.6 menunjukkan lukisan tangki mengikut saiz yang berbeza.



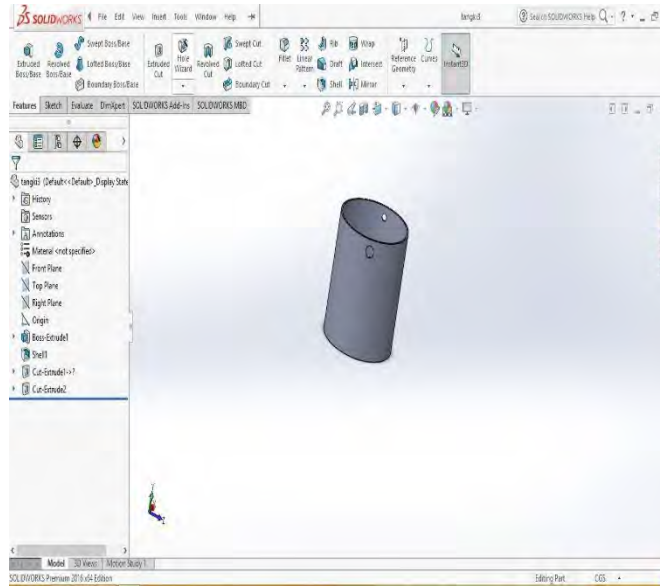
Rajah 4.4: Lukisan Tangki 1 menggunakan perisian “SolidWorks 2016”.

Tangki 1 merupakan tangki yang dimasukkan minyak sawit. Minyak tersebut melalui proses pemanasan bagi mengeluarkan kelembapan dalam minyak. Maka, apabila proses pemanasan berlaku, bahan yang digunakan untuk tangki perlulah tahan terhadap suhu yang tinggi. Bagi meminimumkan tahap kehilangan kuantiti sewaktu minyak mengalir ke tangki seterusnya, reka bentuk tangki perlulah tirus dibawah. Ini membantu pengaliran minyak kebawah. Saiz diameter tangki 1 ini adalah 200 mm dan ketinggian 187.44 mm. Dalam proses membangunkan tangki 1 ini dengan menggunakan perisian “SolidWorks 2016”, beberapa langkah perlu diambil. Langkah pertama ialah melakukan bulatan atas bagi pengeluar asas. Seterusnya, muncung yang tirus di bawah hanya melakukan putaran asas (Revolve base). Lubang di bawah bagi pengaliran cecair bersaiz 19.05 mm.



Rajah 4.5: Lukisan Tangki 2 menggunakan perisian “SolidWorks 2016”.

Tangki 2 mempunyai fungsi yang sama seperti tangki 1. Perbezaan antara tangki 1 dan 2 ini adalah tangki 2 tidak berlaku pemanasan. Maka, tangki 2 tidak mempunyai masalah dengan bahan. Bagi menyenangkan pembaikan dilakukan, bahan yang sama digunakan bagi membangunkan tangki 2. Bentuk yang tirus di bawah membantu kadar pengaliran cecair ke bawah dan meminimumkan kadar kehilangan kuantiti cecair (minyak sawit dan pemangkin). Saiz tangki ini lebih kecil berbanding tangki 1. Diameter bulatan bagi tangki 2 ini adalah 120 mm dan ketinggian keseluruhan tangki 2 ini adalah 141.43 mm. Dalam proses membangunkan tangki 2 ini dengan menggunakan perisian “SolidWorks 2016”, beberapa langkah perlu diambil. Langkah pertama ialah melakukan bulatan atas bagi pengeluar asas. Seterusnya, muncung yang tirus di bawah hanya melakukan putaran asas (Revolve base). Lubang dibawah bagi pengaliran cecair bersaiz 19.05 mm.



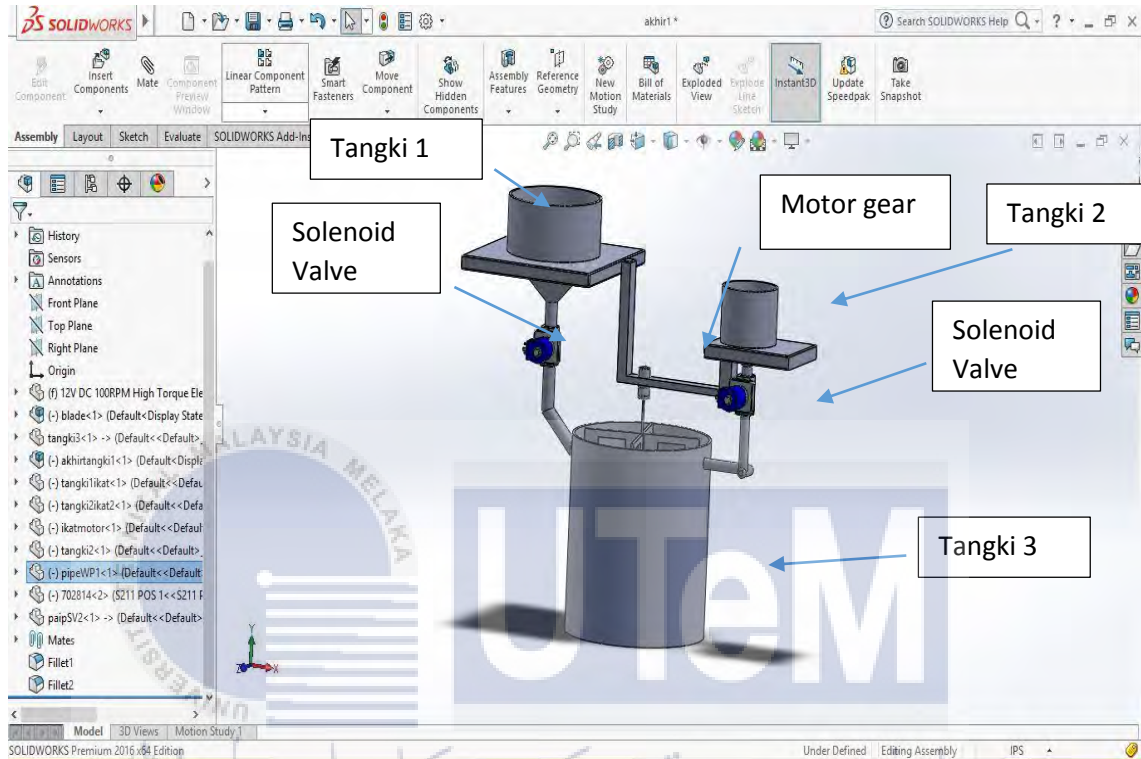
Rajah 4.6: Lukisan Tangki 3 menggunakan perisian “SolidWorks 2016”.

Tangki 3 merupakan tempat yang kritikal dalam sistem dimana berlakunya pemanasan dan pembancuhan. Tangki 3 tidak memerlukan bentuk tirus dibawah kerana tiada pengaliran keluar dari tangki 3. Akan tetapi, bahan yang mempunyai ketahanan suhu yang tinggi diperlukan dan kuat dari segi daya untuk pembancuhan. Mempunyai 3 lubang bagi pengaliran cecair iaitu dari tangki 1 dan 2 serta satu lubang pengaliran keluar minyak biodiesel. Ketiga-tiga lubang tersebut bersaiz 19.05 mm. Diameter bulatan bagi tangki 3 ini adalah 300 mm dan ketinggiannya adalah 350 mm. Bagi penghasilan lukisan dengan menggunakan perisian “SolidWorks 2016” ini, beberapa langkah perlu dilakukan iaitu, proses “*Extruded*” dan “*Extruded cut*”.

4.2.2 Reka Bentuk Terperinci

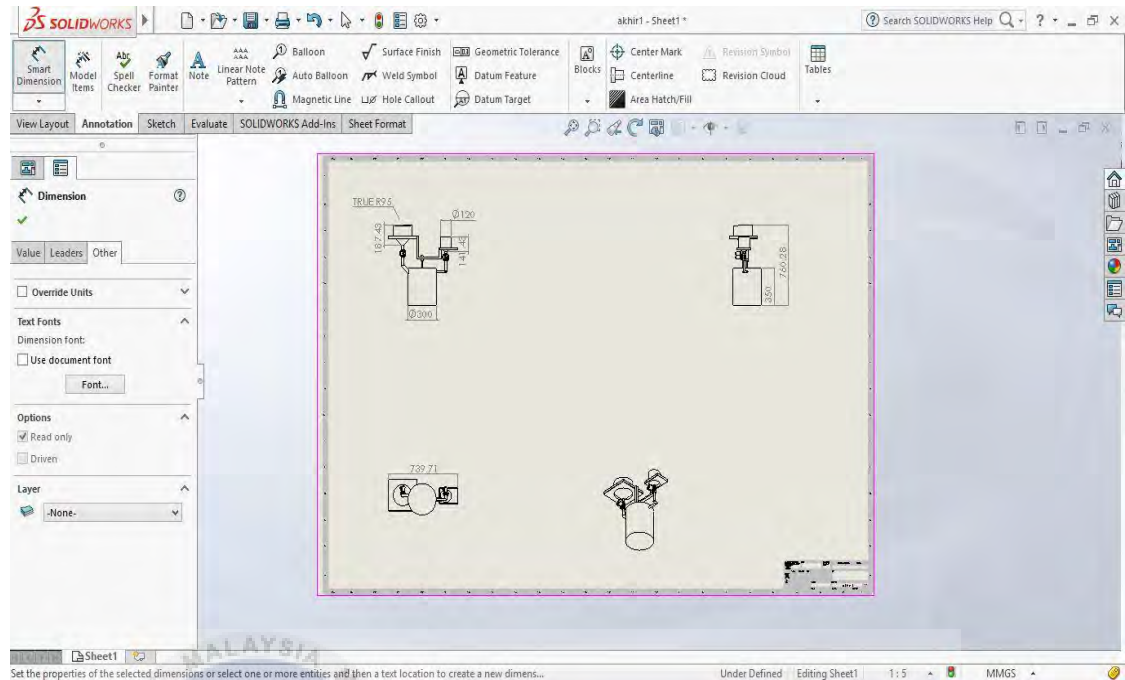
Bagi membangunkan sesuatu reka bentuk, ketelitian terhadap faktor kesalامت dan spesifikasi amat penting bagi mengikut piawaian dan keperluan yang dikehendaki. Satu reka bentuk terperinci telah dibangunkan dengan mencantumkan kesemua komponen-komponen. Rajah di bawah merupakan reka bentuk terperinci yang telah dibangunkan

setelah semua komponen dicantumkan. Rajah 4.7 dan Rajah 4.8 menunjukkan reka bentuk terperinci yang dibangunkan dengan menggunakan perisian “SolidWorks 2016”.



Rajah 4.7: Lukisan reka bentuk terperinci mesin pemrosesan biodiesel.

Reka bentuk terperinci ini mencantumkan kesemua komponen mesin seperti tangki, solenoid valve, motor dan lain-lain. Paip yang digunakan juga telah dicantumkan mengikut aliran cecair dari tangki 1 dan 2 seterusnya ke tangki 3. Tangki 1, tangki 2 dan motor diikat bersama-sama agar tidak berada di bawah. Kesemua cantuman ini menjadikan reka bentuk yang terperinci. Analisis telah dilakukan bagi mendapatkan dimensi keseluruhan reka bentuk ini.

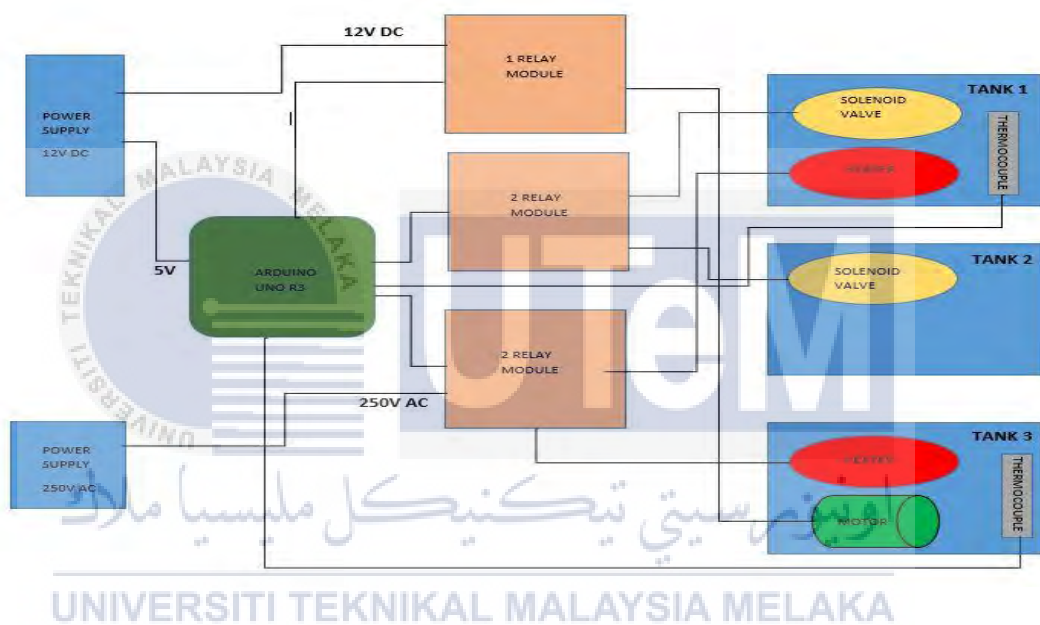


Rajah 4.8: Lukisan Reka Bentuk Terperinci Bersama Dimensi.

Rajah 4.8 menunjukkan lukisan penuh dari atas, tepi, hadapan dan lukisan isometrik. Keseluruhan cantuman komponen bersaiz lebar 739.1 mm dan ketinggian 760.29 mm. Saiz yang kecil membantu pengguna untuk menyimpan dan menyusun. Saiz yang kecil juga dapat mengurangkan kos bahan. Dari analisis yang dapat dilakukan dari lukisan ini, reka bentuk ini senang untuk dibawa kemana-mana kerana saiz yang tidak begitu besar dan mampu menghasilkan biodiesel. Pemanas akan berada di tangki 1 dan 3 manakala tangki 2 tidak memerlukan apa-apa pemanas kerana di situ akan dimasukkan metanol dan kalium hidroksida. Tangki 1 yang bersaiz lebih besar kerana kuantiti minyak sawit lebih banyak dari campuran methanol dan kalium hidroksida. Kesemua campuran iaitu minyak sawit dan pemangkin akan di kacau di dalam tangki 3. Maka, tangki 3 saiznya lebih besar dan bersesuaian untuk dicampurkan kesemua campuran iaitu minyak sawit dan pemangkin.

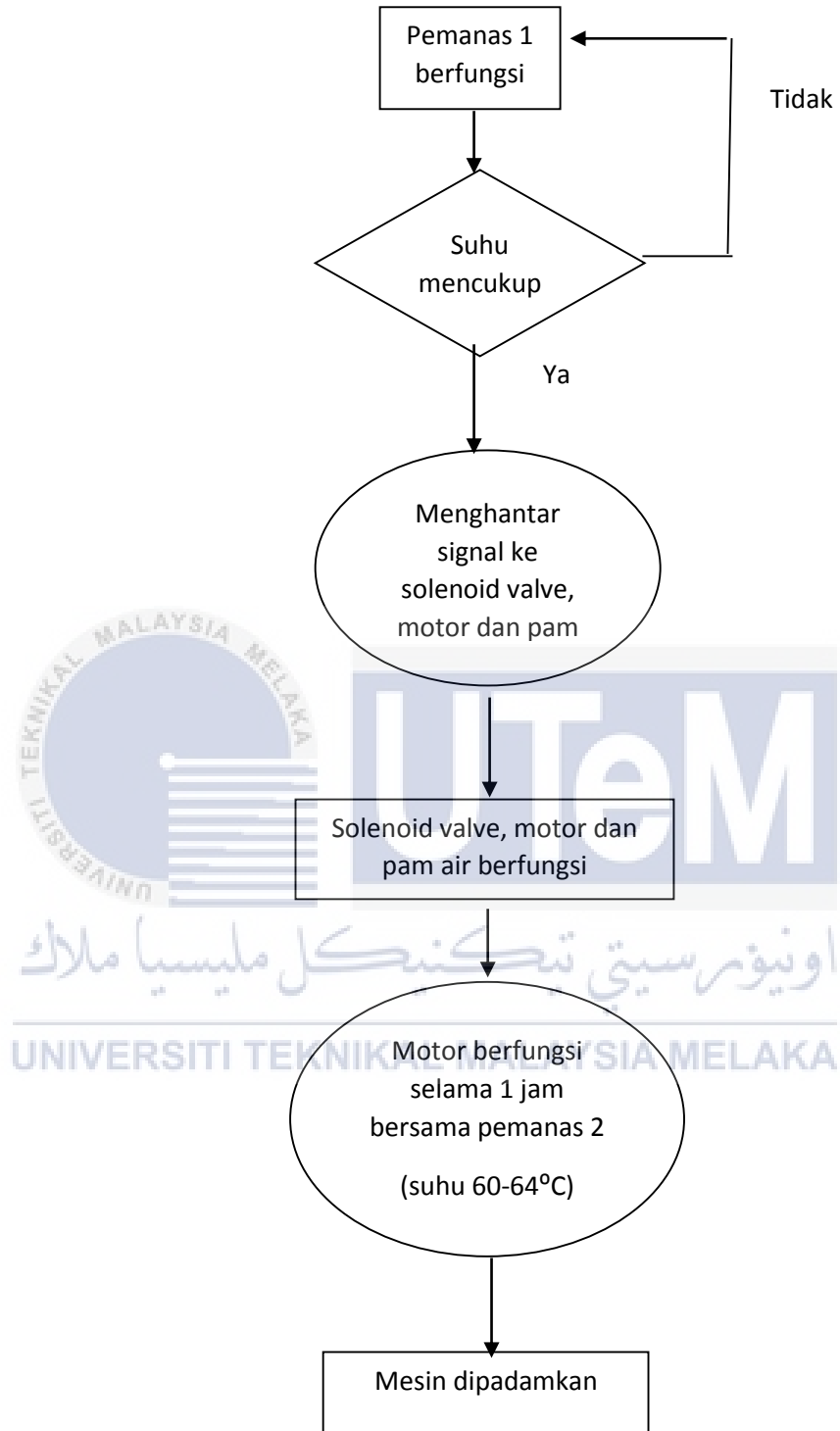
4.2.3 Litar Elektronik dan Konfigurasi.

Sistem automatik diperlukan dalam menghasilkan mesin pemrosesan bagi penghasilan biodiesel. Pemasangan litar elektronik diperlukan bagi mengawal sistem kawalan. Sistem tersebut menggunakan Arduino bagi memberi signal terhadap komponen elektronik untuk berfungsi. Rajah 4.9 menunjukkan pemasangan litar dan komponen.



Rajah 4.9: Litar Terhadap Komponen Elektronik.

Sistem kawalan Arduino perlu dikonfigurasi dengan memasukkan kod. Kod tersebut memainkan peranan sebagai tetapan terhadap kesemua komponen yang dihubungkan. Kod yang tidak tepat akan mengakibatkan kondisi yang berbeza dan tidak berjaya. Rajah 4.11, Rajah 4.12 dan Rajah 4.13 menunjukkan konfigurasi terhadap kod yang telah diolah bagi mengikut kondisi yang dikehendaki. Kondisi yang dikehendaki mengikut carta pada Rajah 4.10.



Rajah 4.10: Carta aliran sistem kawalan mesin pemprosesan biodiesel.


```

sketch_mar05a | Arduino 1.6.7
File Edit Sketch Tools Help

sketch_mar05a
1 #include "max6675.h"
2
3 //SENSOR 1 MAX6675
4 int ktcSO = 8;
5 int ktcCS = 9;
6 int ktcCLK = 10;
7
8
9 //SENSOR 2 MAX6675
10 int ktcSOs = 5;
11 int ktcCSs = 6;
12 int ktcCLKs = 7;
13
14
15 //RELAY      NOTES >>>>>>> //RELAY WHEN LOW = OFF //RELAY WHEN HIGH = ON
16 int relay1 = 11;
17 int relay2 = 12;
18 int relayheater1 = A0;
19 int relayheater2 = A1;
20
21 // FORMULA LIBRARY sensor 1 MAX6675
22 MAX6675 temp1(ktcCLK, ktcCS, ktcSO);
23
24
25 // FORMULA LIBRARY sensor 2 MAX6675
26 MAX6675 temp2(ktcCLKs, ktcCSs, ktcSOs);
27

```

Rajah 4.11: Kod konfigurasi Arduino (1)

```

sketch_mar05a | Arduino 1.6.7
File Edit Sketch Tools Help

sketch_mar05a
28 float range1;
29 float range2;
30
31
32 void setup()
33 {
34   Serial.begin(9600);
35   //wait for sensorMAX6675 stabilize
36   delay(500);
37
38   pinMode(relay1, OUTPUT); //Setting relay 1
39   pinMode(relay2, OUTPUT); //Setting relay 2
40   pinMode(relayheater1, OUTPUT); //Setting relay relayheater1
41   pinMode(relayheater2, OUTPUT); //Setting relay relayheater2
42
43   digitalWrite(relay1, LOW); // relay1 OFF
44   digitalWrite(relay2, LOW); // relay2 OFF
45   digitalWrite(relayheater1, LOW); // relayheater1 OFF
46   digitalWrite(relayheater2, LOW); // relayheater2 OFF
47
48 }
49
50 void loop()
51 {
52
53   Serial.print("Temp1: ");
54   Serial.println(temp1.readCelsius());
55   Serial.print("Temp2: ");

```

Rajah 4.12: Kod konfigurasi Arduino (2)

```
sketch_mar05a | Arduino 1.6.7
File Edit Sketch Tools Help

sketch_mar05a
56 Serial.println(temp2.readCelsius());
57 delay (150);
58
59 //CONDITION FOR SENSOR 1
60
61 range1= temp1.readCelsius(); //formula for sensor1
62
63 if (range1 >=40 && range1 <=43)
64 {
65   delay (5000);
66   digitalWrite(relayheater1, LOW); // Turn relayheater1 OFF
67   digitalWrite(relay1, HIGH); // Turn relay1 ON when the temperature is 33 < t < 35
68 }
69
70 else if (range1 >=0 && range1<=39)
71 {
72   digitalWrite(relayheater1, HIGH); // Turn relayheater1 ON
73   digitalWrite(relay1,LOW); // Turn relay1 OFF when the temperature NOI 33 < t < 35
74 }
75
76
77
78 //CONDITION FOR SENSOR 2]
79
80 range2= temp2.readCelsius(); //formula for sensor2
81
82 if (range2>=45 && range2 <=50 )
83 {
```

Rajah 4.13: Kod konfigurasi Arduino (3)

4.3 Fabrikasi Mesin

Fabrikasi prototaip mesin pemrosesan bagi penghasilan biodiesel dijalankan setelah sebuah reka bentuk yang lengkap diperolehi. Prototaip dibangunkan mengikut skala sebenar prototaip. Rajah 4.13 menunjukkan tangki-tangki yang telah difabrikasi.



Rajah 4.14: Tangki.

Ketiga-tiga tangki menggunakan bahan zink (G26) kerana bahan tersebut mempunyai ketahanan terhadap suhu dan kos yang rendah. Kesemua tangki yang difabrikasi ditampal dengan timah. Penggunaan bahan timah sebagai penampal dan kimpalan kerana zink tidak tahan terhadap suhu yang terlalu tinggi. Jika penggunaan kimpal seperti besi, ini akan mengakibatkan kebocoran terhadap zink. Bagi mengikut spesifikasi dan keperluan yang ditetapkan iaitu kos yang rendah, keselamatan yang tinggi dan tahan terhadap haba yang tinggi, bahan Zink (G26) sudah memadai bagi

membangunkan mesin pemrosesan bagi penghasilan biodiesel. Rajah 4.15 menunjukkan penggunaan bingkai semasa fabrikasi dilakukan.



Rajah 4.15: Semasa Fabrikasi dilakukan.

اونيورستي تيكنيك ماليسيا ملاك
UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

Untuk menggantung atau mengikat kesemua tangki bagi menjadi satu sistem yang lengkap, bingkai yang berkualiti harus dibangunkan. Ini memberi sokongan terhadap sistem untuk dialihkan atau digerakkan dari satu tempat ke tempat yang lain. Jika penggunaan bingkai yang tidak berkualiti, ini mengakibatkan bingkai tersebut patah. Dalam pembangunan mesin ini, besi tahan karat jenis austenite nikel kromium 316 digunakan. Besi tahan karat tersebut diambil dari sisa-sisa pembangunan bagi menjimatkan kos. Setiap tangki tidak diikat tetap kerana menyenangkan kerja-kerja penyelenggaraan dilakukan. Akan tetapi, tangki-tangki tersebut tidak dapat bergerak kerana terdapat bingkai yang memegang tangki tersebut agar berada tetap di tempatnya. Rajah 4.16 menunjukkan sistem mesin yang telah disiapkan tanpa perumah dan 4.17 menunjukkan mesin pemrosesan bagi penghasilan biodiesel yang telah lengkap.



Rajah 4.16: Mesin Pemprosesan Biodiesel Tanpa Perumah.



Rajah 4.17: Mesin Pemprosesan Biodiesel Lengkap.

Perumah bagi mesin ini menggunakan bahan zink (G24) dimana harga yang lebih murah dan mempunyai ketahanan dan kualiti yang tinggi. Selain itu, bagi menyenangkan pergerakan untuk mengalih mesin ini, 4 roda disediakan. Terdapat 2 pintu yang boleh dibuka. Fungsi pintu tersebut boleh dibuka adalah untuk menyenangkan kerja-kerja penyelenggaraan dilakukan dan untuk memasukkan minyak sawit dan pemangkin untuk penghasilan biodiesel. Pintu-pintu tersebut boleh dikunci bagi faktor keselamatan dan mengelakkan komponen-komponen dalaman terdedah dengan persekitaran.

Bagi pemasangan litar elektronik, pendawaian perlu dilakukan bagi mengelakkan berlakunya litar pintas. Setiap wayar dipasang dengan cermat dan tertib mengikut komponen dan fungsi masing-masing. Komponen-komponen elektronik di kawal oleh sistem kawalan Arduino. Ini membantu kadar keberkesanan sistem yang boleh menghasilkan biodiesel. Pemanas dikawal untuk tangki 1 iaitu suhu tidak melebihi 50 °C manakalah tangki 3 antara 60-64 °C.



Rajah 4.18: Pendawaian Litar Elektronik.

Pendawaian litar elektronik dilakukan bagi mengawal sistem kawalan iaitu terhadap pemanas, motor dan solenoid valve. Kawalan secara automatik diwujudkan agar menyenangkan pengguna untuk menghasilkan biodiesel.

4.4 Penghasilan Biodiesel.

Penghasilan biodiesel yang berasaskan minyak sawit dilakukan dengan menggunakan mesin yang telah dicipta. Berat molar dikira bagi mendapatkan nisbah campuran. Berikut merupakan pengiraan minyak sawit super olein.

Jadual 4.1: Pengiraan berat molar bersama peratusan lemak asid.

Nama Asid*	% Asid*	g/mol	%/(g/mol)	2(%/(g/mol))(mol)
Asid Laurik	0.40	200.3178	1.997×10^{-3}	3.994×10^{-3}
Asid Myristik	1.10	228.3709	4.8167×10^{-3}	9.6334×10^{-3}
Asid Palmitik	31.5	256.4241	0.1228	0.2456
Asid Palmitoleik	-	254.4100	-	-
Asid Stearik	3.20	284.4772	0.01125	0.0225
Asid Oleik	49.2	282.4614	0.1742	0.3484
Asid Linoleik	13.7	280.4455	0.0489	0.0978
Asid Linoleik	0.30	278.4300	1.0775×10^{-3}	2.155×10^{-3}
Asid Arakidonik	0.40	312.5400	1.2800×10^{-3}	2.5600×10^{-3}
Jumlah				0.7326mol

Sumber *: W.Lin et al. (2017), Palm oil and fraction, MPOB.

Dari hasil pengiraan berat molar, pengiraan nisbah campuran metanol, potassium hidroksida dan minyak sawit dapat dikenalpasti.

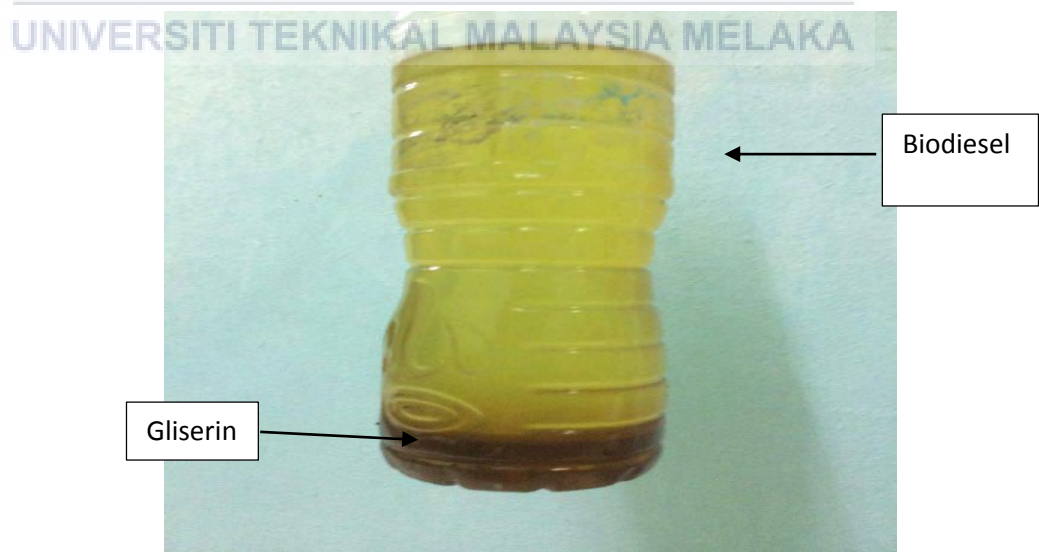
0.7326 mol untuk alcohol.

32 g/mol untuk metanol.

$= 32 \times 0.7326 = 23.4432\%$ metanol

$= 0.75\%$ potassium hidroksida

Dengan melihat pengiraan di atas, 23.4432% metanol diperlukan bagi 0.75% Potassium hidroksida. Keseluruhan peratusan tersebut iaitu peratusan Metanol dan Potassium Hidroksida bergantung kepada kuantiti minyak sawit yang digunakan. Bagi 1 Liter minyak sawit bersamaan 912.28 gram berat. Bagi menjalan kajian, 4L minyak sawit digunakan dalam penghasilan biodiesel menggunakan mesin yang dihasilkan. Berikut merupakan jadual Metanol, Potassium Hidroksida dan minyak sawit. Rajah 4.19 menunjukkan biodiesel dan gliserin yang terhasil dari mesin yang cipta dan Jadual 4.2 menunjukkan peratusan serta berat cecair mengikut jenis.



Rajah 4.19: Biodiesel dan gliserin yang terhasil dari mesin yang dicipta.

Jadual 4.2: Peratusan dan berat cecair mengikut jenis.

Jenis Cecair	Peratusan(%)	Berat(gram)
Minyak Sawit	100	3,649.12
Metanol	23.4432	855.47
Potassium Hidroksida	0.75	27.37

Setelah berlaku pemendapan antara biodiesel dan gliserin, biodiesel diambil sebanyak 300 ml bagi melakukan ujian terhadap ketumpatan dan kelikatan kinematik. Ujian dilakukan menggunakan mesin Brookfield Viscometer untuk mendapatkan kelikatan dinamik. Berikut merupakan keputusan kelikatan dinamik dan ketumpatan minyak biodiesel yang dihasilkan. Jadual 4.3 menunjukkan keputusan ujian biodiesel yang terhasil.

Jadual 4.3: Keputusan Ujian Biodiesel Yang Terhasil.

Jenis Ujian	Keputusan
Kelikatan Dinamik (mm^2/s)	4.40
Ketumpatan (g/cm^3)	0.875
Kelikatan Kinematik (mm^2/s)	5.02

4.5 Perbincangan

Dari hasil kajian terhadap reka bentuk terperinci yang dilakukan, beberapa faktor perlu diambil kira seperti faktor keselamatan, reka yang bentuk yang memudahkan pengguna serta mampu menghasilkan biodiesel. Satu reka bentuk yang terperinci telah dibangunkan dengan menggunakan perisian “SolidWorks 2016”. Dengan menggunakan perisian, kita dapat mengurangkan kos serta dapat menjimatkan masa. Selain itu, penggunaan perisian juga membantu pereka untuk mengenalpasti masalah dan kekurangan reka bentuk yang dicipta tanpa memerlukan prototaip yang sebenar.

Tambahan pula, dengan menggunakan perisian “SolidWorks 2016”, keseluruhan saiz sistem dapat dikenalpasti. Ini menyenangkan kerja untuk fabrikasi.

Litar elektronik diperlukan bagi mengawal sistem kawalan. Sistem kawalan tersebut mengawal komponen elektronik seperti solenoid valve, motor dan pemanas. Ini merupakan elemen penting dalam menghasilkan biodiesel kerana sistem kawalan yang tidak tepat mampu merosakkan struktur penghasilan biodiesel. Komponen elektronik Arduino digunakan untuk menjadi pengawal terhadap semua komponen elektronik. Penjanaan elektrik juga dikawal agar tiada arus elektrik yang tinggi diuruskan.

Fabrikasi mesin pemprosesan biodiesel dijalankan mengikut reka bentuk terperinci yang dibangunkan. Bahan zink G26 digunakan untuk menghasilkan tangki. Bahan zink G26 mempunyai tahap kepanasan yang limit. Akan tetapi, zink G26 sudah mencukupi dalam menghasilkan biodiesel iaitu suhu maximum 64 darjah selsius. Dari reka bentuk terperinci, satu mesin pemprosesan bagi penghasilan biodiesel telah berjaya dibangunkan tanpa sebarang masalah. Kesemua aspek mengikut spesifikasi dan keperluan yang ditetapkan.

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

Penghasilan biodiesel telah dijalan menggunakan mesin yang dibangunkan. Keputusan menunjukkan biodiesel tersebut berjaya dihasilkan akan tetapi nilai kelikatan kinematik agak tinggi. Ini disebabkan bahan mentah minyak sawit (super olein) mengandungi nilai lemak yang sangat tinggi. Dapat dilihat, kadar lemak monotaktepu dan politaktepu yang tersangat tinggi. Hampir 50 peratus kandungan lemak. Ini memberi kesan terhadap penghasilan biodiesel dan menyebabkan nilai kelikatan kinematik yang tinggi. Biodiesel yang dihasilkan tidak sesuai digunakan di dalam enjin kerana akan menyebabkan daya tekanan yang tinggi. Boleh menyebabkan kerosakkan dalaman enjin. Akan tetapi, nilai kelikatan kinematik bagi kajian ini masih didalam had limit yang ditetapkan oleh American Society for Testing and Material (ASTM) Berikut merupakan

perbandingan nilai kelikatan kinematik dari biodiesel yang dihasilkan dengan penyelidikan lain.

Secara keseluruhan, kajian ini berjaya dari aspek reka bentuk dan fabrikasi mesin pemprosesan bagi penghasilan biodiesel. Reka bentuk dan fabrikasi yang dibangunkan mengikut spesifikasi dan keperluan yang ditetapkan. Sistem kawalan yang efisien membolehkan pengguna menghasilkan biodiesel dengan lebih senang. Mesin yang difabrikasi mampu menghasilkan biodiesel dan ciri-cirinya diuji. Antara ciri-ciri yang diuji adalah ketumpatan dan kelikatan kinematik yang masih berada di dalam limit yang dihadkan mengikut kaedah ASTM D1298 dan D445. Ciri-ciri yang diuji dibandingkan dengan penyelidikan oleh penyelidik lain. Jadual 4.4 menunjukkan perbandingan ciri-ciri biodiesel yang dihasilkan dengan penyelidikan lain.

Jadual 4.4 : Perbandingan ciri-ciri biodiesel dengan penyelidikan lain.

Jenis Ujian	Biodiesel Yang Terhasil	Penyelidikan Lain			Kaedah ASTM	Had
		1	2	3		
Kelikatan Kinematik (mm^2/s)	5.02	4.900	4.430	4.620	D445	1.0-6.0
Ketumpatan (g/cm^3)	0.875	0.813	0.880	0.880	D1298	0.8-1.0

Nama penyelidik yang dibandingkan :

- 1)(Kareem et al. 2016)
- 2)(Verma, Sharma, and Dwivedi 2016)
- 3)(Chuah et al. 2015)

BAB 5

KESIMPULAN DAN CADANGAN

Analisa terhadap reka bentuk dan fabrikasi mesin pemprosesan biodiesel ini menunjukkan hasil yang baik dan berjaya. Ini merangkumi reka bentuk mesin pemprosesan biodiesel dan fabrikasi terhadap reka bentuk yang dipilih. Reka bentuk mengikut keperluan dan kehendak kejuruteraan memainkan peranan yang penting. Reka bentuk diwujudkan dan reka bentuk yang terbaik dipilih. Selain itu, bahan yang sesuai juga amat penting bagi mengikut spesifikasi yang ditetapkan.

Reka bentuk terperinci dilukis menggunakan perisian “SolidWorks 2016”. Pelbagai langkah diambil bagi menghasilkan lukisan yang terbaik. Analisis dilakukan dan modifikasi dijalankan bagi mendapatkan struktur sistem yang bagus. Faktor yang memainkan peranan dalam reka bentuk mesin adalah faktor keselamatan, menyenangkan kerja-kerja penyelenggaraan serta kos yang rendah. Oleh itu, setiap reka bentuk yang dihasilkan perlulah mengikut faktor yang dikehendaki. Satu reka bentuk terperinci mengikut reka bentuk konsep dibangunkan dan menjadi panduan sewaktu fabrikasi dijalankan. Satu litar elektronik lengkap diwujudkan bagi menjadi sistem kawalan terhadap mesin. Terdapat beberapa komponen penting digunakan dalam mengawal aliran cecair dalam sistem.

Setelah reka bentuk siap dibangunkan, kerja-kerja fabrikasi dimulakan. Bahan zink G26 dijadikan bahan untuk mengfabrikasi tangki. Bahan zink G26 menjadi pilihan kerana spesifikasinya mengikut kehendak seperti kos yang rendah, mempunyai ketahanan terhadap suhu dan mampu menahan beban. Bingkai diperbuat dari austenite nikel kromium 316 dan perumah menggunakan zink G24.

Penilaian terhadap biodiesel yang terhasil dari mesin yang dicipta menunjukkan mesin ini mampu menghasilkan biodiesel. Antara faktor yang memainkan peranan adalah asid lemak yang terkandung dalam bahan mentah minyak sawit. Kesannya mengakibatkan kelikatan kinematik dan ketumpatan yang berbeza dari piawaian yang ditetapkan. Nisbah yang betul menyebabkan penghasilan biodiesel yang berkualiti dan boleh digunakan dalam sistem enjin. Dari kajian ini, penggunaan alkohol seperti metanol dan potassium hidroksida sebagai pemangkin dicampurkan dengan minyak sawit menghasilkan biodiesel dan gliserin. Biodiesel tersebut mempunyai nilai kelikatan kinematik dan ketumpatan. Nilai kelikatan kinematik yang diperolehi dari kajian ini adalah $5.02 \text{ (mm}^2/\text{s)}$ manakala nilai ketumpatannya ialah $0.875 \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right)$. Ciri-ciri yang diperolehi dilakukan perbandingan dengan penyelidikan lain.

Untuk meneruskan penyelidikan ini, sangat dicadangkan untuk meningkatkan lagi mutu bahan. Ini kerana, terdapat sedikit kekurangan dari kualiti bahan yang digunakan untuk fabrikasi mesin pemrosesan bagi penghasilan biodiesel. Bajet yang diperuntukkan perlulah lebih besar bagi membantu kajian ini dijalankan. Selain itu, reka bentuk yang lebih menarik perlu dipergiatkan lagi bagi menarik minat pengguna untuk menggunakan mesin ini. Teknologi yang canggih mampu membantu pengguna dalam menghasilkan sesuatu. Oleh itu, mesin yang dihasilkan ini perlu dipertingkatkan lagi teknologinya. Seterusnya, penggunaan sensor dalam mengenalpasti tahap sukatan perlu ada bagi mendapatkan sukatan yang benar. Pengiraan kehilangan kuantiti iaitu minyak sawit dan pemangkin yang tertinggal di dalam paip perlu dilakukan bagi meminimakan jumlah kehilangan. Untuk aspek komersial, mesin ini boleh digunakan oleh sesiapa sahaja. Oleh itu, kajian yang lebih mendapat dari aspek teknologi, reka bentuk dan lain-lain hendaklah diwujudkan.

Tambahan pula, negara kita merupakan pengeluar minyak sawit yang besar. Ciri-ciri minyak sawit perlulah dikaji semula iaitu tahap asid lemak yang terkandung bagi menghasilkan biodiesel. Biodiesel yang dihasilkan bagi penggunaan enjin masih belum

menepati syarat. Nilai yang diperolehi masih lagi tinggi berbanding kelikatan yang dibenarkan oleh enjin diesel. Maka, kajian lebih mendalam perlu dilakukan bagi mendapatkan kelikatan yang dibolehkan digunakan dalam enjin. Nilai kelikatan kinematik yang dibenarkan digunakan dalam enjin diesel adalah $2.8 \text{ (mm}^2/\text{s)}$. Oleh itu. Nilai yang diperolehi dari kajian ini sewajarnya dikaji semula dengan melihat nisbah kandungan bahan mentah, pemangkin dan kawalan yang digunakan.



Rujukan

- Aamir, Junaid Bin, and Akmal Shehzad. 2014. "Design and Fabrication of Pilot Plant for the Production of Biodiesel from Waste Cooking Oil at Domestic Level." (4): 1–5.
- Akbaba, Muhsin, and Burak Kurt. 2004. "The Turkish Journal of Occupational / Environmental Medicine and Safety." 1(1): 4711.
- Baser, Jamil Abd et al. 2007. "BIO-45D MACHINE (BIO-DIESEL PROCESSING MACHINE FROM WASTE COOKING OIL)." (M).
- Boudy, Frédéric, and Patrice Seers. 2009. "Impact of Physical Properties of Biodiesel on the Injection Process in a Common-Rail Direct Injection System." *Energy Conversion and Management* 50(12): 2905–12.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.enconman.2009.07.005>.
- Brian James Duda. 2008. "How to Filter Vegetable Oil, Biodiesel and Other Liquids." Dari laman sesawang "<http://www.dudadiesel.com/filtering.php>".
- Chuah, Lai Fatt et al. 2015. "Intensification of Biodiesel Synthesis from Waste Cooking Oil (Palm Olein) in a Hydrodynamic Cavitation Reactor: Effect of Operating Parameters on Methyl Ester Conversion." *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification* 95: 235–40.
- De, Riju, Sharad Bhartiya, and Yogendra Shastri. 2016. "Dynamic Optimization of a Batch Transesterification Process for Biodiesel Production." (Icc): 0–5.
- Dong, Joani, Abdul Ghani Wahab, and Kuala Lumpur. 2016. "Malaysia Biofuels Annual." : 1–9.
- Ebiura, Takahiro et al. 2005. "Selective Transesterification of Triolein with Methanol to Methyl Oleate and Glycerol Using Alumina Loaded with Alkali Metal Salt as a Solid-Base Catalyst." 283: 111–16.
- Gimbun, Jolius et al. 2013. "Biodiesel Production from Rubber Seed Oil Using Activated Cement Clinker as Catalyst." *Procedia Engineering* 53: 13–19.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2013.02.003>.
- Griffin, E. 1993. "DIESEL FUEL FROM VEGETABLE OILS : STATUS AND OPPORTUNITIES." 4(4).
- Ishmam, Shitab et al. 2016. "From Strain to Extraction-A Review to Produce Biodiesel from Microalgae in Bangladesh." *ICDRET 2016 - 4th International Conference on the Developments in Renewable Energy Technology*.
- Kalam, M. A., H. H. Masjuki, M. H. Jayed, and A. M. Liaquat. 2011. "Emission and Performance Characteristics of an Indirect Ignition Diesel Engine Fuelled with Waste Cooking Oil." *Energy* 36(1): 397–402.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2010.10.026>.

- Kareem, S.O. et al. 2016. "Enzymatic Biodiesel Production from Palm Oil and Palm Kernel Oil Using Free Lipase." *Egyptian Journal of Petroleum*.
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S111006211630112X>.
- Knothe, Gerhard, and Kevin R. Steidley. 2005. "Kinematic Viscosity of Biodiesel Fuel Components and Related Compounds. Influence of Compound Structure and Comparison to Petrodiesel Fuel Components." *Fuel* 84(9): 1059–65.
- Maneerung, Thawatchai, Sibudjing Kawi, Yanjun Dai, and Chi Hwa Wang. 2016. "Sustainable Biodiesel Production via Transesterification of Waste Cooking Oil by Using CaO Catalysts Prepared from Chicken Manure." *Energy Conversion and Management* 123: 487–97. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enconman.2016.06.071>.
- Martin, Soro Sielle, Ahmed Chebak, and Nourredine Barka. 2016. "Development of Renewable Energy Laboratory Based on Integration of Wind, Solar and Biodiesel Energies through a Virtual and Physical Environment." *Proceedings of 2015 IEEE International Renewable and Sustainable Energy Conference, IRSEC 2015*.
- Maulidiyah et al. 2017. "Characterization of Methyl Ester Compound of Biodiesel from Industrial Liquid Waste of Crude Palm Oil Processing." *Analytical Chemistry Research* 12: 1–9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ancr.2017.01.002>.
- Mowry, Greg. "A Portable , Automated and Environmentally Friendly Biodiesel Processing System." : 1–15.
- Ngamcharussrivichai, Chawalit, Pramwit Nunthasanti, Sithikorn Tanachai, and Kunchana Bunyakiat. 2010. "Biodiesel Production through Transesterification over Natural Calciums." *Fuel Processing Technology* 91(11): 1409–15.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.fuproc.2010.05.014>.
- Obadiah, Asir et al. 2012. "Biodiesel Production from Palm Oil Using Calcined Waste Animal Bone as Catalyst." *Bioresource Technology* 116: 512–16.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2012.03.112>.
- Olutoye, M. A. et al. 2016. "Synthesis of Fatty Acid Methyl Esters via the Transesterification of Waste Cooking Oil by Methanol with a Barium-Modified Montmorillonite K10 Catalyst." *Renewable Energy* 86: 392–98.
- Ouanji, Fatiha et al. 2016. "Large-Scale Biodiesel Production from Moroccan Used Frying Oil." *Proceedings of 2015 IEEE International Renewable and Sustainable Energy Conference, IRSEC 2015 (Tank D)*: 1–3.
- Qi, D. H., H. Chen, R. D. Matthews, and Y. ZH Bian. 2010. "Combustion and Emission Characteristics of Ethanol-Biodiesel-Water Micro-Emulsions Used in a Direct Injection Compression Ignition Engine." *Fuel* 89(5): 958–64.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.fuel.2009.06.029>.
- Sano, Noriaki, Kohei Yamada, Shoichi Tsunauchi, and Hajime Tamon. 2017. "A Novel Solid Base Catalyst for Transesterification of Triglycerides toward Biodiesel Production: Carbon Nanohorn Dispersed with Calcium Ferrite." *Chemical Engineering Journal* 307: 135–42.

<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S138589471631083X>.

Shankar, A Arun, Prudhvi Raj Pentapati, and R Krishna Prasad. 2016. "Biodiesel Synthesis from Cottonseed Oil Using Homogeneous Alkali Catalyst and Using Heterogeneous Multi Walled Carbon Nanotubes : Characterization and Blending Studies." *Egyptian Journal of Petroleum*.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ejpe.2016.04.001>.

Verma, Puneet, M. P. Sharma, and Gaurav Dwivedi. 2016. "Evaluation and Enhancement of Cold Flow Properties of Palm Oil and Its Biodiesel." *Energy Reports 2*: 8–13. <http://dx.doi.org/10.1016/j.egy.2015.12.001>.

Woo, Changhwan et al. 2016. "Dependency of Engine Combustion on Blending Ratio Variations of Lipase-Catalysed Coconut Oil Biodiesel and Petroleum Diesel." *Fuel* 169: 146–57. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fuel.2015.12.024>.

Wu, Lian et al. 2016. "Process Intensification of NaOH-Catalyzed Transesterification for Biodiesel Production by the Use of Bentonite and Co-Solvent (Diethyl Ether)." *Fuel* 186: 597–604. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fuel.2016.08.106>.

W.Lin et al. 2017. "Palm Oil and Fractions" MPOB.

