

**BRIKUETING PANAS HABUK KAYU**

**AHMAD SUFI BIN ABDULLAH**

**UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA**

**‘Saya akui bahawa 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 (Struktur & Bahan)’**

**Tandatangan** : .....

**Nama Penyelia 1** : **EN. NOR AZMMI BIN MASRIPAN**

**Tarikh** : **OKTOBER 2008**

**BRIKUETING PANAS HABUK KAYU**

**AHMAD SUFI BIN ABDULLAH**

**Laporan ini dikemukakan sebagai  
memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan  
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Struktur & Bahan)**

**Fakulti Kejuruteraan Mekanikal  
Universiti Teknikal Malaysia Melaka**

**OKTOBER 2008**

## **PENGHARGAAN**

Alhamdulillah bersyukur ke hadrat Ilahi kerana dengan izinNya Projek Sarjana Muda ini berjaya diselesaikan. Pertama sekali, saya ingin merakamkan ribuan terima kasih kepada penyelia saya, Encik Nur Azmmi Bin Masripan kerana diatas bimbingan, bantuan dan dorongan beliau yang telah banyak membantu saya dalam menyiapkan projek ini.

Kerjasama daripada pihak pengurusan makmal, terutamanya juruteknik-juruteknik antaranya Encik Junaidi B Salam, Encik Mohd Kamil Anuar Bin Salam, Encik Rashdan dan lain-lain lagi yang sudi memberi bantuan dan kerjasama yang baik sepanjang perjalanan projek ini dijalankan.

Penghargaan ini juga turut ditujukan kepada semua pihak dan individu yang terlibat samada secara langsung atau tidak langsung membantu dalam menjayakan projek penyelidikan ini. Saya berharap agar laporan ini akan memberi manfaat dan menjadi sumber rujukan kepada pelajar lain kelak.

## ABSTRAK

Kajian ke atas ciri-ciri biomas dan arang-bio dari sifat mekanikal dan kekerasannya serta kesan proses penekanan pyrolisis ke atas tindakbalas arang dan strukturnya adalah isu utama dalam kajian ini. Dalam laporan ini, jenis teknologi dan kelebihan setiap teknologi di huraikan dan di klasifikasikan mengikut kesesuaian masing-masing. Penerangan mengenai ciri-ciri dan unsur pada habuk kayu yang dijadikan sebagai bahan kajian untuk kajian ini dan ciri-ciri arang-bio hasil daripada proses penekanan pyrolisis ini, memberi gambaran bagaimana proses pyrolisis ini berlaku dalam pengubahan biomas kepada bio-arang tersebut setelah dikarbonisasikan untuk menghasilkan bahan api yang sesuai dan boleh diguna pakai sebagai arang-bio. Kajian ini melengkap aspek membangun dan merekabentuk serta fabrikasi kelengkapan ujian yang akan digunakan dalam eksperimen ini. Kaedah penekanan piston yang ditekan menggunakan mesin penekan hidraulik dipraktikkan dimana biomas ditekan kedalam badan reaktor sambil dipanaskan oleh pemanas luaran kepada suhu antara 180 °C ke 200 °C dengan tekanan kepada 10 – 15 bar dan diuji menggunakan ujian kemampatan untuk menguji kekerasan bio-arang yang sesuai bagi dijadikan sumber bahan bakar alternatif.

## ABSTRACT

The study on the biomass and bio-coal characteristics in term of its mechanical properties, coal hardness and the effect of the pyrolysis pressing process over the coal and its structure is the main issue in this study. In this report, the type of technologies and the advantages of each of it have been explained and classified to their satisfaction. The explanation of the characteristics and the substances of the saw dust which had been used as the specimen in this studies and the characteristics of the bio-coal produce from the pyrolysis pressing process have been describe how the pyrolysis process were done in term of bio-coal changes and carbonizations process to produce the suitable coal that to be use as a bio-fuel. This study were completing the development, design and fabrication aspects of the test rig that will be used for this experiment. Piston press method which were pressed using the hydraulic machine presser were practicable where the biomass will be pressing into the reactor while being heating by the external heater to the temperature at 180 – 200 °C, at 10 – 15 bar, to obtained the desired coal which fulfill the bio-fuel characteristics as the alternative fuel..

## KANDUNGAN

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
	<b>PENGAKUAN</b>	<b>i</b>
	<b>PENGHARGAAN</b>	<b>ii</b>
	<b>ABSTRAK</b>	<b>iii</b>
	<b>KANDUNGAN</b>	<b>iv</b>
	<b>SENARAI JADUAL</b>	<b>vii</b>
	<b>SENARAI RAJAH</b>	<b>ix</b>
<b>BAB I</b>	<b>Pengenalan</b>	
	1.1 Latar Belakang Projek	1
	1.2 Objektif	3
	1.3 Skop	5
<b>BAB II</b>	<b>Kajian Ilmiah</b>	
	2.0 Teknologi Brikueing	6
	2.1 Teknologi Penekan Piston dan Penekan Skru	6
	2.1.1 Kelebihan dan Kelemahan Penekan Piston	8

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
	2.1.2 Kelebihan dan Kelemahan Penekan Skru	8
2.2	Teknologi Lain Brikueing	9
2.3	Unsur dan Ciri-Ciri Habuk Kayu	10
2.4	Ciri-Ciri Arang Pyrolysis	
	2.4.1 Komposisi Tar	13
	2.4.2 Komposisi Arang	17
	2.4.3 Penghasilan Jelaga	21
	2.4.4 Kekerasan Arang-bio	22
2.5	Pyrolysis	25
	2.5.1 Pencirian Pyrolysis	27
2.6	Jenis-jenis pyrolysis	
	2.6.1 Pyrolysis Berkadar Pantas	29
	2.6.2 Pyrolysis Kinetik Non-Isotermal	29
<b>BAB III</b>	<b>KAEDAH KAJIAN</b>	
3.1	Peralatan	
	3.1.1 Mesin Penekan Hidraulik	31
	3.1.2 Pemanas Luaran	31
	3.1.3 Pengawal suhu dan termokapel.	32
	3.1.4 Reaktor	32
3.2	Proses Brikueing	34
	3.2.1 Penjelasan	35
3.3	Prosedur Penekanan Pyrolysis	36
3.4	Ujian Pemampatan	39



<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
<b>BAB IV</b>	<b>KEPUTUSAN</b>	
	4.1 Keputusan Karbonisasi Penekanan Panas	40
	4.2 Keputusan Ujian Pemampatan	43
<b>BAB V</b>	<b>PERBINCANGAN</b>	
	5.1 Penghasilan Bio-Arang	47
	5.2 Ujian Pemampatan	48
	5.3 Masalah dan Cadangan Penyelesaian	50
<b>BAB VI</b>	<b>KESIMPULAN</b>	51
	<b>RUJUKAN</b>	52
	<b>LAMPIRAN</b>	54

## SENARAI JADUAL

<b>BIL.</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
1	Perbezaan Teknologi Penekan Piston Piston dan Penekan Skru. (Food And Agriculture Organizations Of The United Nations Bangkok, April 1996)	7
2	Dua jenis utama pellet	10
3	Unsur dan Ciri-ciri Habuk Kayu. (Richard L. Bain, August 3-4,2004)	11
4	Peratus Jisim Bagi Tar Untuk Spesies Biomas Yang Berlainan. (Nadège Richard <sup>1,2</sup> , Henrik Thunman <sup>1</sup> , August 2002)	16
5	Peratus Jisim Bagi Komponen Arang Bagi Spesies Biomas Yang Berlainan. (Nadège Richard <sup>1,2</sup> , Henrik Thunman <sup>1</sup> , August 2002)	20
6	Kandungan jelaga untuk bahan bakar biomas yang berbeza (Sumber:A. Maciejewska, H. Veringa, J. Sanders, S.D. Peteves/DG JRC/Institute for Energy/2006)	21

7	Data Pelaksanaan Eksperimen	36
8	Keputusan Eksperimen	40
9	Keputusan Ujian Pemampatan	43
10	Perbandingan Kekerasan Arang-Bio Melalui Pelbagai Proses	49

## SENARAI RAJAH

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
1	Arang bio dari habuk kayu ( <a href="http://www.ciptacharcoal.com.my/services.html">www.ciptacharcoal.com.my/services.html</a> )	12
2	Brikuet Biomas (Sumber:A. Maciejewska, H. Veringa, J. Sanders, S.D. Peteves/DG JRC/Institute for Energy/2006)	12
3	Peratus jisim tar bagi bahagian pembakaran bahan api berkaitan dengan suhu. (Nadège Richard <sup>1,2</sup> , Henrik Thunman <sup>1</sup> , August 2002)	14
4	Peratus jisim karbon dalam tar berhubung dengan suhu (Nadège Richard <sup>1,2</sup> , Henrik Thunman <sup>1</sup> , August 2002)	14
5	Peratus jisim hidrogen dalam tar berhubung dengan suhu. (Nadège Richard <sup>1,2</sup> , Henrik Thunman <sup>1</sup> , August 2002)	15
7	Peratus jisim oksigen dalam tar berhubung dengan suhu. (Nadège Richard <sup>1,2</sup> , Henrik Thunman <sup>1</sup> , August 2002)	15

<b>BIL</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
8	Peratus jisim arang bagi bahagian pembakaran untuk bahan bakar berhubung dengan suhu (Nadège Richard <sup>1,2</sup> , Henrik Thunman <sup>1</sup> , August 2002)	17
9	Peratus molar bagi karbon dalam arang berhubung dengan suhu. (Nadège Richard <sup>1,2</sup> , Henrik Thunman <sup>1</sup> , August 2002)	18
10	Peratusan molar bagi hydrogen dalam arang berhubung dengan suhu. (Nadège Richard <sup>1,2</sup> , Henrik Thunman <sup>1</sup> , August 2002)	19
11	Peratusan molar bagi oksigen dalam arang berhubung dengan suhu. (Nadège Richard <sup>1,2</sup> , Henrik Thunman <sup>1</sup> , August 2002)	19
11	Ujian Pemampatan ke atas Arang	23
12	Kesan kelembapan arang biological Borodino terhadap kekuatan briquet diperolehi dibawah tekanan mampat 100 (1) dan 140 MPa (2) (Ivan P. Ivanov, Irina G. Sudakova /Institute of Chemistry and Chemical Technology, Russian Academy of Sciences,)	24
13	Kesan kandungan pengikat-bio terhadap kekuatan briquet yang diperolehi dari arang Borodino. (Ivan P. Ivanov, Irina G. Sudakova /Institute of Chemistry and Chemical Technology, Russian Academy of Sciences,)	24

14	Carta hasil pyrolysis (Aston University (UK), BHF-IWCT (GE), Wellman (UK), KARA (NL), Ormrod Diesels (UK), 1998-2001)	28
15	Graf perolehan produk lawan suhu (Aston University (UK), BHF-IWCT (GE), Wellman (UK), KARA (NL), Ormrod Diesels (UK), 1998-2001)	28
16	Carta alir asas bagi proses pyrolysis. (National Renewable Energy Laboratory)	30
17	Mesin Penekan Hidraulik	33
18	Pengawal suhu	33
19	Termokapel	33
20	Pemanas Luaran	33
21	Piston	33
22	Reaktor	33
23	Tapak Reaktor	34
24	Kelengkapan eksperimen	38

<b>BIL</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
26	Habuk Kayu	38
27	Proses Penyejukan	38
28	Arang-Bio Eksperimen 1	41
29	Arang-Bio Eksperimen 2	41
30	Arang-Bio Eksperimen 3	42
31	Arang-Bio Eksperimen 4	42
32	Graf ujian pemampatan untuk arang-bio 2	44
33	Graf ujian pemampatan untuk arang-bio 3	45
34	Graf ujian pemampatan untuk arang-bio 4	46
35	Graf Suhu Lawan Masa	47

# **BAB I**

## **PENGENALAN**

### **1.1 Latar Belakang Projek**

Di masa kini, hampir separuh populasi dunia menghadapi masalah lambakan bahan buangan sisa bio, yang sedikit sebanyak telah menyebabkan tekanan kepada alam sekitar. Sebahagian besar daripada kumpulan negara membangun mempunyai banyak kekurangan dalam penyelenggaraan atau mengurangkan bahan buangan sisa pepejal ini dan telah menggunakan sebahagian besar kawasan tanah bagi menempatkan atau melupuskan sisa pepejal tersebut. Bagi mengekalkan pengurusan bahan buangan ini dengan keseluruhan matlamat bagi mengecilkan atau mengurangkan kesannya kepada persekitaran dengan perbelanjaan dan penerimaan masyarakat yang sesuai, merupakan satu cabaran pada masa depan.

Sisa bio utama yang dikeluarkan adalah seperti sekam padi dan kopi, hampas kelapa, jerami, kulit kacang tanah, batang biji sawi dan batang kapas. Sisa kisanan seperti habuk kayu juga dihasilkan dalam kuantiti yang besar. Selain daripada masalah pengangkutan, penyimpanan dan pengendalian, pembakaran terbuka bahan sisa buangan ini menggunakan cara lama secara berleluasa dengan menggunakan kuasa pembakaran yang rendah dan telah menyebabkan pencemaran udara tersebar luas, Kebolehan penukaran tenaga adalah serendah 40% dengan penyebaran terperinci melalui cerobong asap dengan akses sebanyak 3000mg/Nm<sup>3</sup>. Sebagai perkara tambahan, peratusan tinggi bagi karbonan yang tidak terbakar terpaksa di buang. Bagi kes sekam padi, kuantitinya adalah lebih tinggi daripada 40% hasil pembakaran tersebut. Sebagai contoh, 800 tan



sekam padi telah dihasilkan setiap hari hasil daripada pembakaran 2000 tan sekam. Membrikuetingkan sekam tersebut dapat mengurangkan kadar pencemaran disamping menggunakannya sebagai sumber tenaga domestik yang penting dalam perindustrian. [Food And Agriculture Organizations Of The United Nations Bangkok, April 1996]

Menurut sejarah, teknologi brikueting sisa bio telah dikembangkan dalam dua cara berlainan. Negara eropah dan Amerika Syarikat telah meneruskan dan menyempurnakan kaedah penekan piston manakala Jepun pula dengan sendirinya telah mencipta dan meningkatkan teknologi penekan skru. Kedua-dua teknologi ini mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing. Secara umum, kaedah brikueting penekan skru ini adalah jauh lebih baik berbanding kaedah penekan piston brikueting pepejal ini dari segi penyimpanan dan pembakaran. Kini, mesin-mesin Jepun ini telah dilaporkan banyak di kilangkan di negara-negara Eropah di bawah perjanjian perlesenan manakala tiada pula maklumat dilaporkan mengenai mesin-mesin dari eropah ini di hasilkan di Jepun.

Di seluruh dunia, kedua-dua teknologi ini telah banyak digunakan bagi membrikuetkan habuk-habuk kayu dan hasil sisa agro tempatan. Walaubagaimanapun, kepentingan brikueting sisa bio ini, seperti menghasilkan minyak dari kayu, arang dan lignit telah lama di perkenalkan dan banyak kegagalan pada mesin-mesin brikueting ini di banyak negara-negara membangun telah menghalang penggunaannya secara meluas.

Teknologi brikueting kini semakin kukuh bertapak di kebanyakan negara-negara membangun berikutan oleh desakan dalam penglibatan bidang teknikal dan kekurangan pengetahuan dalam menyelesaikan banyak masalah operasi yang melibatkan teknologi ini, dan dalam memastikan kualiti bahan mentah yang digunakan adalah faktor penting dalam memastikan kejayaan komersial. Sebagai tambahan kepada aspek komersial ini, kepentingan teknologi ini bergantung kepada pemuliharaan kayu, dimana ianya adalah satu komoditi yang luas digunakan di negara-negara membangun yang mendahului dalam pemusnahan hutannya yang meluas.

Brikueting dapat dihasilkan dengan ketumpatan 1.2 g/cm<sup>2</sup> daripada sisa-bio yang terbebas dengan ketumpatan pukal sebanyak 0.1-0.2 g/cm<sup>3</sup>. Pembakaran adalah bersih

dan mesra alam serta kebaikan lain yang berkaitan dengan penggunaan sisa-bio dalam brikueting. [Food And Agriculture Organizations Of The United Nations Bangkok, April 1996]

Dengan pemerhatian untuk meningkatkan bidang brikueting di India, Indian Renewable Energy Development Agency (REDA), iaitu sebuah agensi kewangan dan bantuan, telah membelanjakan kepada banyak projek briquetting, di mana kebanyakan daripadanya menggunakan teknologi penekan piston bagi tujuan brikueting. Kenyataannya, ia tidak dapat digunakan sebaiknya disebabkan oleh kekurangan dalam bidang teknikal dan kurangnya pemahaman ke atas ciri-ciri sisa bio itu sendiri. Hasil daripada pengusaha yang mempunyai kapakaran yang lebih baik, telah mewujudkan sokongan pada bidang teknikal dan pengusaha yang berpendidikan ini turut memberikan bantuan yang luas dalam perancangan untuk mencapai keuntungan dan harapan dalam memulihkan sektor ini.

Di negara Asia lain, walaupun brikueting tidak memberi impak berguna dalam melahirkan keyakinan kepada para pengusaha, perkembangan terbaru dalam teknologi ini telah bermula bagi merangsangkan minat mereka. Di Indonesia, kerja-kerja penyelidikan dan pembangunan (R&D) telah di ambil alih oleh pelbagai universiti, Agensi Tenaga Kebangsaan dan pelbagai institusi penyelidikan semenjak tahun 70-an. Buat masa kini, fokus utama adalah kepada teknologi penukaran biomas. Kerja R&D terhadap penempatan sisa-bio secara relatifnya jarang berlaku.

Terdapat sejumlah kegiatan eksport habuk kayu dan arang dari tempurung kelapa hasil daripada brikueting. Pada masa sekarang, penempatan sisa bio tertentu seperti yang bukan karbonan, bukanlah minyak yang popular di negara tersebut. Jumlah yang terhad bagi arang brikuet yang menghasilkan kurang asap, selalunya diimport bagi digunakan bagi rumah-rumah di beberapa bandar-bandar besar. Walaubagaimanapun, prospek bagi penempatan industri biomas di Indonesia khususnya yang di eksport, semakin menampakkan perkembangan yang menggalakkan.

Jabatan Tenaga Filipina, baru-baru ini semakin menggalakkan perkembangan dan penggunaan yang meluas bagi sumber biomas sebagai langkah untuk menggalakkan percubaan-pilot, demonstrasi dan kegunaan komersial bagi sistem pembakaran sisa bio seperti pengubahan kepada gas dan sistem lain untuk tenaga, stim dan penjana haba. Ia adalah hasil komersial yang telah menghasilkan hampir 1 hingga 50 tan sehari. Brikueting dijanakan daripada habuk kayu, arang dan sekam padi. Di Filipina, kos bagi penukaran bahan tenaga ini adalah sangat tinggi.

[Food And Agriculture Organizations Of The United Nation Bangkok, April 1996]

Di Malaysia, beberapa syarikat milik anak tempatan turut giat memanfaatkan teknologi ini dalam menghasilkan pelbagai produk arang dari teknologi brikueting. Sebagai contoh, Cipta Briquettes Sdn Bhd, sebuah syarikat yang berpangkalan di Bintulu, Sarawak, adalah salah sebuah syarikat menghasilkan arang terbesar di sini. Perniagaan utama syarikat ini adalah menghasilkan pelbagai produk arang untuk di eksport seperti hasil arang brikuet dari habuk kayu, arang kayu keras dan lain-lain.

Kilang pertama terletak di Kemena Industrial Park (KIE), Bintulu, Sarawak, Malaysia, telah dibina pada tahun 1997 dan telah memulakan produksi pada May 1998. Kapasiti penghasilan adalah sebanyak 8000 metrik tan arang brikuet habuk kayu dan produk tersebut telah dieksport ke Jepun, Korea, Amerika Syarikat, Australia dan Asia Tengah sejak tahun 1998.

[<http://www.ciptacharcoal.com.my/services.html>]

## **1.1 Objektif**

1. Untuk menghasilkan bahan arang bio yang berkualiti dan sesuai digunakan pakai sebagai sumber bahan api untuk proses pembakaran dengan mengkaji sifat mekanikal, unsure dan ciri-cirinya.
2. Merekabentuk dan fabrikasi peralatan ujikaji

## **1.2 Skop**

1. Menyediakan dan membangunkan proses penekanan pyrolysis, kaedah kajian dan kelengkapan kajian.
2. Pencirian arang bio dengan tujuan untuk pemastian sifat mekanikal arang bio tersebut.

## **BAB II**

### **KAJIAN ILMIAH**

#### **2.0 Teknologi-teknologi Brikueeting**

##### **2.1 Teknologi Penekan Piston dan Penekan Skru**

Teknologi kepadatan tinggi atau teknologi tanpa pengikat terdiri daripada penekan piston dan penekan skru. Kebanyakan daripada unitnya yang telah dipasang di India baru-baru ini adalah jenis kitaran penekan di mana biomas di mampatkan di dalam blok oleh pemantik panas dengan tekanan yang sangat tinggi. Untuk mampatan penekan skru pula, biomas ini di tonjolkan secara berterusan oleh skru melalui blok yang panas dan tirus. Bagi kaedah pemampatan piston, ketahanan pada bahagian yang bersentuhan seperti pemampat dan blok adalah kurang berbanding skru dan blok bagi penekan skru. Penggunaan tenaga pada masa lepas pula adalah lebih kurang berbanding dengan sekarang, tetapi dari segi kualiti brikueeting dan prosedur pengeluaran penekan skru adalah jauh lebih baik dari teknologi pemampatan piston, Pusat liang yang bergabung dalam proses brikueeting hasil daripada penekan skru membantu dalam mencapai pembakaran yang sempurna dan sekata dan brikuet ini dapat menjadi karbonisasi. Berikut adalah senarai perbezaan di antara penekan piston dan penekan skru.

Jadual 1 : Perbezaan Teknologi Penekan Piston dan Penekan Skru  
 (Sumber : Food And Agriculture Organizations Of The United Nations  
 Bangkok, April 1996)

	Penekan piston	Penekan Skru
Kelembapan kandungan bahan mentah yang optimum	10-15%	8-9%
Ketahanan bahagian yang bersentuhan	Rendah bagi kes pemantak dan blok	Tinggi bagi kes skru
Hasil pengeluaran mesin	Berperingkat	Berterusan
Penggunaan tenaga	50 kWh/tan	60 kWh/tan
Ketumpatan brikuet	1-1.2 gm/cm <sup>3</sup>	1-1.4 gm/cm <sup>3</sup>
Penyelenggaraan	Tinggi	Rendah
Prestasi pembakaran brikuet	Tidak berapa baik	Sangat baik
Karbonisasi kepada arang	Tidak mungkin	Menghasilkan arang baik
Kesesuaian Pengubahan Gas	Tidak sesuai	Sesuai
Homoginiti dalam brikuet	Non-homogenous	Homogenous

Penekan piston dimana pada masa kini beroperasi di India, juga dikenali sebagai pemantak dan teknologi blok. Dalam kes ini, biomas akan ditekan ke dalam pemantak melalui kendalian pemantak dengan tekanan tinggi oleh kerana itu biomas dapat dimampatkan untuk mengekalkan satu brikuet. Brikuet ini menghasilkan 66mm dalam diameter luaran. Mesin ini mempunyai 700 kg/hr kapasiti dan kuasa yang diperlukan pula adalah sebanyak 25 kW. Pemantak ini bergerak sebanyak 270 kali / min dalam proses ini. [Food And Agriculture Organizations Of the United Nations Bangkok, April 1996]

### **2.1.1 Kelebihan dan Kelemahan Penekan Piston**

1. Kurangnya pergerakan yang relatif di antara pemantak dan biomass dan kerana itu ketahanan pada pemantak di timbangkan berkurangan.
2. Teknologi yang paling murah sekarang yang ditawarkan di pasaran India.
3. Pengalaman dalam pengendalian dapat diperolehi dengan menggunakan jenis-jenis biomas yang berbeza.
4. Kelembapan kandungan bahan mentah mesti kurang dari 12% untuk mendapatkan keputusan yang terbaik.
5. Kualiti bahan brikuet berkurangan dengan peningkatan hasil apabila menggunakan kuasa pada tahap yang sama,
6. Karbonisasi untuk lapisan luar tidak boleh berlaku. Brikuet adalah agak rapuh.

Dalam teknologi penekan skru, biomas di tekan secara berterusan oleh skru melalui blok yang runcing yang dipanaskan secara luaran bagi mengurangkan geseran.

### **2.1.2 Kelebihan dan Kelemahan Penekan Skru**

1. Hasil pengeluaran adalah berterusan dan saiz brikuet adalah seragam.
2. Permukaan luar bagi brikuet sebahagiannya karbonan melancarkan nyalaan dan pembakaran yang mudah.
3. Lubang pada pusat brikuet membantu dalam pembakaran kerana peredaran udara yang mencukupi.
4. Mesin beroperasi dengan sangat senyap tanpa gegaran daripada beban.
5. Mesinnya adalah lebih ringan berbanding penekan piston disebabkan ketiadaan bahagian penimbal dan cakera tenaga.
6. Bahagian-bahagian mesin dan minyak yang digunakan adalah bebas dari habuk atau kotoran bahan mentah.
7. Mesin memerlukan kuasa yang tinggi berbanding penekan piston.

Pada masa sekarang, penekan piston dan skru menjadi semakin penting secara komersial. Walaupun teknologi penekan piston lebih tua berbanding teknologi penekan skru, tetapi lebih banyak teknologi penekan skru beroperasi hari ini di India. Walaupun demikian, sama seperti teknologi penekan skru memperoleh kepentingannya dengan pesat, lebih banyak penekanan telah diberikan kepada teknologi ini. Kurangnya penyelidikan asas untuk meningkatkan penekan piston, ketidakbolehan pembuat untuk memahami teknologi adalah dua alasan utama kenapa penekan ini tidak dilaksanakan dengan baik untuk asas komersial.

Pengusaha menghadapi pelbagai masalah, selalunya berkaitan dengan ketahanan pada pemantak dan blok. Jangka hayat bagi pemantak dan blok akan diperhatikan dari 33 hingga 300 jam. Ini adalah peralatan brikueting yang selalu di gunakan dan di hasilkan di seluruh dunia. Ia mengandungi cakera tenaga yang menjanakan piston yang akan menekan bahan melalui blok yang runcing dimana brikuet di bentuk. Tetapi penekan piston ini masih tidak berjaya ekoran daripada kurangnya pemahaman kepada ciri-ciri bahan mentah yang memberi kesan kepada parameter rekabentuk mesin seperti saiz dan kelajuan cakera tenaga, saiz batang engkol dan panjang kayuhan piston. Dalam kes ini, mekanisma saluran juga perlulah sempurna berikutan kepada ketumpatan pukal bahan mentah tersebut. Walaupun teknologi yang lebih sesuai adalah penting untuk brikueting, ciri-ciri kepadatan biomas turut memainkan peranan yang sama.

## **2.2 Teknologi Lain Brikueting**

Jenis lain bagi mesin brikuet adalah “penekan piston hidraulik”. Ia adalah berbeza daripada penekan piston mekanikal di mana tenaga kepada piston dihantar daripada motor elektrik melalui sistem minyak hidraulik bertekanan tinggi. Mesin ini juga padat dan ringan kerana tekanan rendah silinder berbanding dengan mesin mekanikal, dimana hasil daripada keputusannya adalah rendah. Brikuet menghasilkan kepadatan saiz kurang daripada 1000 kg/m bersesuaian dengan had tekanan iaitu 40-135 kg/h. Mesin ini juga boleh dilaraskan dengan kelembapan muatan yang tinggi pada kebiasaannya menerima 15% muatan kelembapan untuk penekan piston mekanikal.