

‘Saya / Kami* akui bahawa telah membaca
karya ini dan pandangan saya/kami* karya ini
adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal Bendalir)’

Tandatangan:.....

Nama Penyelia I:.....

Tarikh:.....

Tandatangan:.....

Nama Penyelia II:.....

Tarikh:.....

**MEMBANGUNKAN DANDANG TIUB AIR MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR
PEPEJAL BUANGAN**

MIOR SHAHRIL SULAIMAN

Laporan ini dikemukakan sebagai
memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal Bendalir)

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

MAC 2008

“ Saya akui laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang tiap-tiap satunya saya telah jelaskan sumbernya”

Tandatangan:.....

Nama Penulis:.....

Tarikh:.....

Untuk ayah dan ibu tersayang

PENGHARGAAN

Penulis ingin merakamkan penghargaan ikhlas kepada En Safarudin Ghazali Herawan atas bimbingan dan dorongan yang diberi sepanjang menjalani Projek Sarjana Muda ini.

Kerjasama daripada pihak juruteknik terutamanya juruteknik En. Asjufri dan En. Junaidi semasa proses fabrikasi dan eksperimen dijalankan amatlah dihargai.

Penghargaan ini juga ditujukan kepada semua yang terlibat samaada secara langsung atau tidak langsung membantu menjayakan projek penyelidikan ini. Semoga laporan ini akan menjadi sumber rujukan kepada pelajar yang lain.

ABSTRAK

Penyelidikan terhadap bahan bakar pada dandang telah lama dilakukan oleh pengkaji, akan tetapi biasanya penyelidikan bahan bakar pada dandang melibatkan bahan bakar yang tidak boleh diperbaharui seperti diesel dan gas semulajadi. Dalam kajian ini, bahan bakar yang digunakan pada dandang ini adalah dari pepejal buangan iaitu tempurung kelapa bagi menggantikan bahan bakar fosil. Tujuan kajian ini adalah untuk melihat keberkesanan bahan bakar dan mengkaji stim hasil dari rekabentuk dandang. Dua rekabentuk tiub air pada dandang dihasilkan untuk tujuan perbandingan dan kajian. Kadar pemindahan haba yang berlaku pada dandang ini turut dianalisis untuk mendapatkan kecekapan sebenar dandang yang telah direkabentuk. Rekabentuk saluran air kedalam dandang adalah penting supaya kecekapan dapat ditingkatkan dan boleh mencapai kecekapan dandang biasa. Kajian ini juga mengkaji penggunaan alat-alat sokongan yang sesuai untuk meningkatkan kecekapan dandang. Alat-alat ini seperti *blower* dan pam air digunakan untuk dalam sistem pengaliran tersebut supaya kecekapan meningkat. Apabila sistem ini digabungkan dan dibangunkan dalam skala yang besar berkemungkinan dapat dijadikan satu alternatif untuk penghasilan tenaga di dunia pada hari ini. Hasil dari kajian ini mendapati bahawa kedua-dua rekabentuk tiub air mempunyai kelebihan dan kekurangan di mana maklumat dari hasil penyelidikan ini dapat digunakan bagi menghasilkan dandang yang lebih kompleks dan berprestasi tinggi.

ABSTRACT

Research in boiler has been done by researchers long time ago, however the researcher used fuel for boiler only in nonrenewable fuel such as diesel and natural gas. Fossil fuel is replaced by coconut shell (solid waste material fuel) in this research. The purpose of this research is to observe the effectiveness of the fuel and analyzed steam as a product from the boiler. Two different design of water tube boiler for boiler has been design for comparison and analysis. Heat transfer rate that occur in boiler are analyzed to find out the actual efficiency of the boiler. Design for water flow to the boiler is important to increase the efficiency and achieve normal efficiency. This study also investigates about supporting tool of the boiler to improve the efficiency. Supporting tools are important to be used at the boiler to support the flow system in the boiler. This tool such as the blower and water pump can be used at boiler to improve efficiency. When this entire system combined and developed together in big scale, another alternative power resource can be produced. From this research's results, for future boiler's development, will produce a complex system boiler and increase its efficiency.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKASURAT
	PENGAKUAN	ii
	DEDIKASI	iii
	PENGHARGAAN	iv
	ABSTRAK	v
	<i>ABSTRACT</i>	vi
	KANDUNGAN	vii
	SENARAI RAJAH	xi
	SENARAI JADUAL	xiii
	SENARAI GRAF	xv
	SENARAI SIMBOL	xvi
	SENARAI LAMPIRAN	xvii
 BAB I	 Pengenalan	 1
	1.1 Dandang	2
	1.2 Bahan bakar	2
	1.2.1 Diesel	3
	1.2.2 Gas Semulajadi	3
	1.2.3 Biomass	4
	1.3 Sistem pangaliran	4
	1.3.1 Air	4
	1.3.2 Stim	5
	1.3.3 Udara	5
	1.4 Objektif	5

1.5	Skop	6
1.6	Penyataan masalah	6
1.7	Analisis masalah	7
	1.7.1 Sistem pengaliran air ke dalam dandang	7
	1.7.2 Bahan bakar	7
1.8	Kepentingan projek	8
BAB II	KAJIAN ILMIAH	9
2.1	Kitar Rankine	9
	2.1.1 Kitaran unggul untuk kitaran kuasa wap (kitar unggul Rankine)	10
	2.1.2 Analisis tenaga kitaran unggul Rankine	11
	2.1.3 Meningkatkan kecekapan terma pada kitaran Rankine	13
2.2	Klasifikasi dan kecekapan dandang	14
	2.2.1 Klasifikasi dandang	15
	2.2.1.1 Tekanan pada pengoperasian	15
	2.2.1.2 Kedudukan air dan api	15
	2.2.1.3 Kedudukan pembakar	18
	2.2.1.4 Jenis kitaran (<i>type of circulation</i>)	18
	2.2.1.5 Kecekapan dandang	19
2.3	Teori pembakaran	20
	2.3.1 Faktor yang berkesan terhadap kecekapan pembakaran	22
	2.3.1.1 Lebihan udara	22
	2.3.1.2 Kehilangan daripada bahan bakar yang tidak terbakar	23
	2.3.1.3 Kebimbangan alam sekitar	24

	2.3.2 3 Penjimatan kos apabila penyelarasan dandang	24
BAB III	METODOLOGI	26
3.1	Peringkat persediaan.	26
3.1.1	Kajian terhadap bahan bakar.	27
3.1.2	Kajian terhadap dandang	28
3.1.3	Rekabentuk	29
	3.1.3.1 Rekabentuk pada Tiub	31
	3.1.3.2 Pengiraan Bagi Tiub	34
3.2	Pembinaan dandang	35
3.2.1	Proses pembuatan	35
3.2.2	Komponen	38
	3.2.2.1 Sistem Pengepam Air	39
	3.2.2.2 Dandang	40
	3.2.2.3 Kebuk Pembakaran	42
	3.2.2.4 Pembekal Udara	43
3.3	Ujikaji Data Analisis	43
3.4	Carta Methodologi	48
BAB IV	KEPUTUSAN	49
4.1	Ujikaji Berdasarkan Jisim Bahan Bakar Dan Kadar Alir	49
4.2	Prestasi Dandang	63
BAB V	PERBINCANGAN	73

5.1	Bahan Bakar, Kadar Alir dan Masa.	73
5.2	Perbandingan Antara 2 Rekabentuk Tiub.	74
5.3	Kadar Pemindahan Haba Dan Kecekapan Terma (Kecekapan Dandang)	75
BAB V	KESIMPULAN	76
6.1	Kesimpulan	76
6.2	Ringkasan projek	76
6.3	Cadangan	77
	RUJUKAN	78
	BIBLIOGRAFI	80
	LAMPIRAN	81

SENARAI RAJAH

BIL.	TAJUK	MUKASURAT
2.1	Komponen utama dalam kitar Rankine	9
2.2	Kitaran unggul Rankine	11
2.3	Kesan apabila stim dipanaskan ke suhu yang lebih tinggi.	14
2.4	Dandang tiub air	16
2.5	Dandang Tiub Api	17
2.6	Jenis Kitaran	19
3.1	Carta Alir Ringkasan Metodologi	26
3.2	Perbezaan Suhu Pada Dandang	30
3.3	Lakaran Saluran Bendalir Bagi Rekabentuk A	32
3.4	Lakaran Saluran Bendalir Bagi Rekabentuk B	32
3.5	Model dandang	33
3.6	Lukisan Dandang	33
3.7	Rekabentuk Tiub Pada Dandang	35

3.8	Rekabentuk Sistem Pengaliran Air Dan Udara Serta Komponen.	38
3.9	Sistem Penghantaran Air	40
3.10	Injap Keselamatan	41
3.11	Tiub	42
3.12	Aliran udara melalui pembekal udara (<i>blower</i>)	43
3.13	Graf suhu melawan entropi bagi dandang dan pam.	45
3.14	Kebuk Pembakaran	46
3.15	Pengubah Haba Pada Dandang	46
3.16	Penyambung Tiub	47
3.17	Susun Atur Jalan Kerja Bagi Melengkapkan Projek Sarjana Muda	48

SENARAI JADUAL

BIL.	TAJUK	MUKASURAT
3.1	Nilai kalorik bagi bahan bakar [8]	28
3.2	Spesifikasi Bagi Tiub Dandang	31
4.1	Suhu dan tekanan yang terhasil daripada pembakaran 1kg (Rekabentuk A)	49
4.2	Suhu dan tekanan yang terhasil daripada pembakaran 1kg (Rekabentuk B)	50
4.3	Suhu dan tekanan yang terhasil daripada pembakaran 1kg (Rekabentuk A)	51
4.4	Suhu dan tekanan yang terhasil daripada pembakaran 1kg (Rekabentuk B)	52
4.5	Suhu dan tekanan yang terhasil daripada pembakaran 2kg (Rekabentuk A)	53
4.6	Suhu dan tekanan yang terhasil daripada pembakaran 2kg (Rekabentuk B)	54
4.7	Perbezaan tekanan bagi ujikaji rekabentuk A dan rekabentuk B.	61
4.8	Perbandingan Suhu Antara Rekabentuk A dan B pada	

pembakaran 1 kg tempurung kelapa	63
4.9 Perbandingan suhu antara rekabentuk A dan B bagi 1 liter per minut.	65
4.10 Entalpi dan entropi pada rekabentuk A	67
4.11 Entalpi dan entropi pada rekabentuk A	68
4.12 Kadar pemindahan haba bagi rekabentuk A dan B	68
4.13 Kecekapan terma bagi Rekabentuk A dan B	71

SENARAI GRAF

BIL.	TAJUK	MUKASURAT
4.1	Suhu melawan masa bagi pembakaran 1 kg bahan bakar pada kadar alir 0.5 liter per minit	55
4.2	Suhu melawan masa bagi pembakaran 1 kg bahan bakar pada kadar alir 1 liter per minit.	56
4.3	Suhu melawan masa bagi pembakaran 2 kg bahan bakar pada kadar alir 1 liter per minit	57
4.4	Tekanan melawan masa bagi pembakaran 1 kg bahan bakar pada kadar alir 0.5 liter per minit.	58
4.5	Tekanan melawan masa bagi pembakaran 1 kg bahan bakar pada kadar alir 1 liter per minit	59
4.6	Tekanan melawan masa bagi pembakaran 2 kg bahan bakar pada kadar alir 1 liter per minit	60
4.7	Tekanan melawan masa bagi rekabentuk A dan B.6	62
4.8	Suhu melawan masa bagi pembakaran 1 kg bahan bakar	64
4.9	Suhu melawan masa bagi kadae alir 1 liter per minit.	66
4.10	Kadar pemindahan haba berdasarkan rekabentuk	70
4.11	Kecekapan terma bagi setiap rekabentuk	72

SENARAI SIMBOL

h	=	Entalpi, kJ/kg
m	=	Kadar alir jisim kg/s
p	=	Tekanan, kPa
q	=	Haba, kJ/kg
s	=	Entropu, kJ/kg.k
T	=	Suhu, K
W	=	Tenaga, watt
x	=	Kualiti

SENARAI LAMPIRAN

BIL	TAJUK	MUKASURAT
A	Carta Gantt bagi PSM 1	79
B	Carta Gantt bagi PSM 2	80
C	Graf T-s bagi Air	81
D	Harga bahan api di Malaysia	82
E	Suhu dan tekanan pad penjana stim pulih Haba di Loji Jjanakuasa lumut	83
F	Harga bahan api di dunia	84

BAB I

PENGENALAN

Projek sarjana ini mengkhususkan kajian terhadap bahan bakar dan stim hasil dari dandang yang direka khas. Dandang merupakan alat yang mampu menghasilkan stim seterusnya menjana tenaga. Di Malaysia, dandang digunakan sebagai menghasilkan stim untuk tujuan pemprosesan dan juga untuk menjana tenaga elektrik. Kebanyakan dandang menggunakan petroleum, gas asli, arang batu dan biomass sebagai sumber bahan bakar.

Kebanyakan bahan bakar yang digunakan untuk tujuan pembakaran adalah dari sumber fosil terutamanya dandang yang digunakan di stesen janakuasa. Dandang yang akan digunakan dalam kajian ini menggunakan bahan bakar dari bahan buangan. Direka khas untuk tujuan kajian dan bahan bakar boleh dipelbagaikan mengikut keadaan. Kajian ini merupakan penyelidikan terhadap dandang yang telah direka pelajar terdahulu. Dandang tersebut dibina untuk mengkaji kecekapan dan kebolehan dandang tersebut menghasilkan stim dengan menggunakan bahan bakar dari bahan-bahan terbuang seperti biomass.

Sebelum ini, kajian terhadap penggunaan bahan bakar seperti tandan kelapa sawit dan kayu buangan dengan menggunakan dandang ini telah dijalankan. Hasil dari kajian tersebut mendapati stim yang dihasilkan hanyalah pada tekanan atmosfera. Penyelidikan kali ini bertujuan untuk membaikpulih dandang supaya dapat menghasilkan stim yang lebih baik. Rekabentuk saluran air pada dandang tersebut akan diubahsuai dan bahan bakar akan diganti untuk tujuan kajian ini.

Dalam kajian ini, proses rekabentuk saluran atau tiub dijalankan sebagai salah satu usaha pengubahsuaian terhadap dandang tersebut. Rekabentuk saluran ini berdasarkan analisa masalah terhadap kekurangan saluran yang lama. Stim yang dihasilkan dandang ini akan dianalisa suhu dan tekanan supaya dapat membuktikan teori berkaitan dengan termodinamik. Kajian ini dapat menentukan samada rekabentuk tiub yang baru dapat menghasilkan stim yang lebih baik atau tidak.

1.1.1 Dandang

Dandang atau penjana stim adalah satu alat dalam kejuruteraan untuk menghasilkan stim daripada air. Operasi ini memerlukan bekalan haba pada suhu yang tinggi. Kebiasaan dandang mempunyai ruang pembakaran untuk membakar bahan api dan mengeluarkan haba daripada pembakaran kemudian memindahkan melalui dinding besi untuk menghasilkan stim dalam paip saluran dalam saluran tersebut.

Dandang dalam satu definisi di bawah akta kilang dan alatan kilang adalah bermaksud sesuatu saluran tertutup yang boleh menghasilkan stim yang bertekanan lebih tinggi dari tekanan atmosfera yang dibakar ataupun diberi suhu hasil daripada pembakaran.

1.2 Bahan bakar

Dandang dibina dalam banyak keadaan berdasarkan penggunaan bahan bakar. Bahan bakar yang digunakan pada dandang itu termasuklah beberapa jenis bahan bakar yang berjenis gas, beberapa gred minyak, diesel, arang batu dan bekalan kuasa elektrik. Kebiasaan dandang dibina untuk satu bahan bakar dan apabila dimasukan bahan bakar

yang lain ia tidak dapat dibakar. Untuk dandang yang lebih besar, terutamanya yang digunakan di industri, kebanyakan dandang boleh menggunakan kedua dua bahan bakar seperti gas dan diesel bersama atau pun berselang seli. Dengan kata lain boleh diubah mengikut kesesuaian.

1.2.1 Diesel

Diesel adalah bahan bakar utama yang digunakan dalam setiap alat pembakaran seperti enjin jentera berat, kereta, pengangkutan awam dan tidak terkecuali digunakan untuk pembakaran dalam dandang. Kebanyakan dandang di Malaysia masih lagi menggunakan diesel sebagai bahan bakar. Penggunaan bahan bakar ini digunakan dengan meluas kerana kosnya tidak begitu mahal dan mudah diperolehi. Akan tetapi, penggunaan perlu dikurangkan kerana peningkatan harga dan punca semakin kurang.

1.2.2 Gas Semulajadi

Gas semulajadi adalah salah satu bahan bakar yang digunakan untuk menghasilkan haba yang diperlukan dandang. Gas semulajadi mempunyai peratusan metana melebihi 85% dan mempunyai juga etana, propana, butana dan inert (sejenis nitrogen, karbon dioksida). Penggunaan gas asli meluas dan digunakan sebagai penjana utama industri seperti penjana stim bagi industri pemprosesan dan industri penjana kuasa elektrik. Selain itu gas asli juga digunakan sebagai bahan bakar untuk kenderaan seperti penggunaan gas asli untuk teksi di Malaysia.

1.2.3 Biomass

Biomass adalah bahan organik yang datangnya daripada tumbuhan dan binatang, biomass mengandungi tenaga yang disimpan daripada cahaya matahari. Biomass adalah tenaga yang boleh diperbaharui puncanya kerana pokok- pokok dan tumbuhan meningkat setiap hari. Contoh biomass boleh dilihat seperti kayu, hasilan dari buah buahan seperti tandan kelapa sawit, baja asli daripada sisa buangan haiwan dan bahan buangan seperti sampah sarap.

1.3 Sistem pengaliran

Sistem pengaliran sangat penting dalam operasi dandang. Tiga bentuk bendalir yang mengalir dalam dandang iaitu air, stim dan udara. Sistem pengaliran yang baik dapat membantu untuk menghasilkan stim yang baik kerana ia membantu dalam pemindahan haba dan proses pembakaran.

1.3.1 Air

Dandang memerlukan air untuk menghasilkan stim apabila dipanaskan dengan suhu yang panas. Air perlu dialirkan dengan kadar alir tertentu supaya dapat menghasilkan stim yang tepu dan bertekanan tinggi. Sistem pengaliran air yang direka khas untuk kajian bahan bakar ini memerlukan alat bantu untuk menghantar air ke dalam sistem saluran tersebut.

1.3.2 Stim

Stim adalah hasil daripada perubahan air apabila dikenakan suhu yang tinggi. Terdapat 3 jenis stim iaitu campuran tepu wap air, wap tepu dan wap terpanas lampau. Penebat digunakan pada luar paip atau tiub untuk stim untuk mengurangkan kehilangan haba pada stim.

1.3.3 Udara

Udara adalah bahan yang digunakan untuk membantu proses pembakaran di dalam kebuk pembakaran dalam dandang tersebut. Udara juga membantu penghantaran tenaga atau haba yang dikeluarkan daripada pembakaran. Dalam proses ini, kipas atau *blower* digunakan supaya pengudaraan berjalan lancar. Pengudaraan yang baik dapat membantu proses pembakaran sekaligus menjimatkan kos bahan bakar.

1.4 Objektif

Penyelidikan ini dijalankan bertujuan seperti berikut;

- a) Membina dandang tiub air menggunakan bahan bakar dari bahan buangan bertujuan untuk kajian.
- b) Melihat keberkesanan bahan bakar menghasilkan stim dengan menggunakan dandang yang telah direkabentuk.
- c) Mendapatkan kecekapan dandang tiub air menggunakan bahan bakar dari bahan buangan.

1.5 Skop

Pengkhususan terhadap kajian ini adalah seperti berikut;

- a) Mereka bentuk tiub air bagi dandang
- b) Penyelidikan tempurung sebagai bahan bakar
- c) Kajian terhadap stim yang dihasilkan
- d) Membuat bandingan terhadap rekabentuk tiub

1.6 Penyataan Masalah

Kebanyakan dandang menggunakan bahan api fosil untuk tujuan pembakaran. Tetapi sumber ini semakin berkurangan dari perut bumi dan harganya tidak menentu. Ditambah pula ketidakstabilan politik dirantau yang kaya dengan sumber bahan api fosil. Ini sudah tentu merisaukan pengilang-pengilang yang menggunakan dandang sebagai alat utama dalam industri mereka. Negara juga menghadapi masalah akibat kenaikan harga bahan api ini kerana kebanyakan dandang yang ada di stesen janakuasa elektrik bersumberkan bahan api fosil seperti arang batu, gas asli dan diesel. Dari penyataan masalah ini, secara umumnya penyelidikan ini bertujuan untuk mencari pengganti kepada bahan bakar yang sedia ada.

Apabila dilihat dalam aspek yang lebih kecil, kajian ini adalah untuk menganalisis stim yang dihasilkan dan mendapatkan kecekapan selaras dengan objektif kajian. Pada masa yang sama kajian ini turut mengkaji bahan bakar yang digunakan dan sistem pengaliran air ke dalam dandang tersebut. Kajian ini adalah satu percubaan untuk meningkatkan kecekapan dan juga kebolehan dandang tersebut. Berdasarkan kajian terdahulu terhadap dandang ini, stim yang dihasil tidak mencapai apa yang dikehendaki. Masalah ini mungkin disebabkan oleh pembakaran bahan bakar yang tidak sempurna, rekabentuk tiub kurang efisien dan kehilangan haba sewaktu pemindahan haba berlaku.