

TUGAS AKHIR

PEMBUATAN KONDENSOR PIPA SPIRAL HORIZONTAL ALAT PENYULING LIMBAH PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR MINYAK BERKAPASITAS 3KG

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

GOGO PRIATAMA
1807230143



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Gogo Priatama
NPM : 1807230143
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Pembuatan Kondensor Pipa Spiral Horizontal Alat
Penyuling Limbah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak
Berkapasitas 3Kg
Bidang ilmu : Konstruksi Dan Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, April 2024

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen penguji I



Khairul Umurani, ST, MT

Dosen penguji II



Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT

Dosen penguji III



H. Muharnif M, ST, M.Sc

Ketua Prodi Teknik Mesin



Chandra A, Siregar, ST, MT

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Gogo Priatama
Tempat /Tanggal Lahir : Medan / 22 september 2000
NPM : 1807230143
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Pembuatan Kondensor Pipa Spiral Horizontal Alat Penyuling Limbah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak Berkapasitas 3Kg”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Proposal Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, April 2024

Saya yang menyatakan,



Gogo Priatama

ABSTRAK

Pirolisis adalah dekomposisi kimia bahan organik melalui pemanasan tanpa atau sedikit oksigen dimana limbah plastik dipanaskan pada suhu yang tinggi diatas 400°C sehingga fasenya akan berubah menjadi gas dan kemudian akan terjadi proses perengkahan. Setelah proses tersebut kemudian didinginkan kembali untuk mendapatkan bahan bakar cair dari limbah plastik. Adapun alat utama untuk mengolah limbah plastik menjadi bahan bakar cair terdiri dari dua komponen, yaitu reaktor sebagai tempat terjadinya pemanasan sampah plastik menjadi uap polimer tanpa udara atau dengan udara yang terbatas (pirolisis) dan Kondensor merupakan salah satu alat yang digunakan untuk penukar panas antara fluida dimana fluida padas dan fluida dingin terpisah atau tidak saling bercampur. Jenis kondensor yang telah dibuat adalah kondensor pipa spiral karena mempunyai kelebihan yaitu mudah dibentuk dan nilai efisiensi perpindahan panas yang baik. Pada pembuatan kondensor pipa spiral yang dirancang menggunakan pipa tembaga berdiameter 10 mm dengan ketebalan pipa 0,6 mm dengan jumlah lilitan sebanyak 8 lilitan, diameter lilitan pipa 150 mm dan panjang pipa setelah dibentuk spiral 380 mm, material tembaga dipilih karena karakternya yang fleksibel, memiliki sifat tahan panas dan menjamin kebersihan cairan yang akan dialirkan dan Tabung kondensor yang dibuat menggunakan material stainless steel dan memiliki ukuran panjang tabung 380 mm dan diameter tabung 200 mm.

Kata kunci : kondensor pipa spiral, horizontal, pengujian, pembuatan, konstruksi.

ABSTRACT

Pyrolysis is the chemical decomposition of organic materials through heating without or with little oxygen where plastic waste is heated at a high temperature above 400°C so that the phase changes to gas and then a cracking process occurs. After this process, it is then cooled again to obtain liquid fuel from plastic waste. The main tool for processing plastic waste into liquid fuel consists of two components, namely the reactor as a place for heating plastic waste into polymer vapor without air or with limited air (pyrolysis) and the condenser which is one of the tools used to exchange heat between fluids, where the dense fluid and cold fluid are separated or do not mix with each other. The type of condenser that has been made is a spiral pipe condenser because it has the advantages of being easy to shape and good heat transfer efficiency. In making the spiral pipe condenser which was designed using a 10 mm diameter copper pipe with a pipe thickness of 0.6 mm with a number of turns of 8 turns, a pipe winding diameter of 150 mm and a pipe length after forming the spiral of 380 mm, the copper material was chosen because of its flexible character, has heat resistant properties and guarantees the cleanliness of the liquid to be flowed. The condenser tube is made using stainless steel material and has a tube length of 380 mm and a tube diameter of 200 mm.

Keywords : spiral pipe condenser, horizontal, testing, manufacture, construction.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pembuatan Kondensor Pipa Spiral Horizontal Alat penyuling Limbah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak Berkapasitas 3Kg” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terima kasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak H. Muharnif M, ST.,M.Sc selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T dan Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T sebagai Ketua dan sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Khairul Umurani, S.T.,M.T selaku Dosen pembanding I dan penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ahmad marabdi siregar, S.T.,M.T selaku Dosen pembanding II dan penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T.,M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu teknik mesin kepada penulis.
7. Orang tua penulis: Nurlian dan Nurintan, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.

8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Sahabat-sahabat penulis : M. Chairul Fahmi, Syahban Lubis, Muhammad Kamilul Haykal, Rasyid Ali Akbar, yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan penulis tugas akhir ini.

Laporan Proposal Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadikan bahan pelajaran berkesinambungan penulis dimasa depan. Semoga Laporan Proposal Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia Konstruksi Manufaktur Teknik Mesin.

Medan, April 2024

Gogo Priatama

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	3
1.3. Ruang lingkup	4
1.4. Tujuan	4
1.5. Manfaat	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Pirolisis	5
2.1.1. Reaktor pirolisis	5
2.2. Alat penukar panas	6
2.2.1. Perpindahan panas	6
2.2.2. Konduksi	7
2.2.3. Konveksi	7
2.2.4. Radiasi	8
2.3. Kondensor	8
2.3.1. Prinsip kerja kondensor	8
2.3.2. Macam-macam kondensor	9
2.3.3. Proses manufaktur pembuatan kondensor	18
2.4. Pendingin	19
2.4.1. Unit alat pendingin dan kondensator	19
BAB 3 METODE PENELITIAN	21
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	21
3.1.1. Tempat	21
3.1.2. Waktu	21
3.2. Bahan dan Alat	22
3.2.1. Bahan	22
3.2.2.1. Stainless steel	22
3.2.2.2. Pipa Tembaga	22
3.2.2. Alat	23
3.2.2.1. Alat pengeroll pipa manual	23
3.2.2.2. Bor tangan	24

3.2.2.3. Las tembaga	24
3.2.2.4. Pemotong pipa tembaga	25
3.2.2.5. Gerinda tangan	25
3.2.2.6. Alat riped	26
3.2.2.7. Kuci 30 dan ring pas	26
3.2.2.8. Baut nepel	27
3.2.2.9. Sarung tangan	27
3.2.2.10. Termokopel	28
3.2.2.11. Stopwacth	28
3.2.2.12. Alat pengeroll plat manual	29
3.3. Bagan alur penelitian	30
3.3.1. Penjelasan diagramalur	31
3.4. Rancangan alat penelitian	32
3.4.1. Bagian alat penelitian	32
3.5. Prosedur penelitian	33
3.5.1. Tahapan pengujian	33
3.5.2. Alat ukur pengujian	34
3.6. Tahapan pembuatan kondensor	35
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1. Hasil pembuatan	36
4.1.1. Hasil pembuatan rangka	36
4.1.2. Hasil pembuatan kondensor pipa spiral	37
4.1.3. Pembuatan tabung penyimpan bahan bakar	38
4.1.4. Hasil pembuatan jalur pipa	39
4.1.5. Hasil pembuatan tabung reaktor	40
4.1.6. Hasil pembuatan tabung anti fire back	40
4.2. Pembahasan	41
4.2.1. Proses pembuatan pipa spiral	41
4.2.2. Pemotongan plat kondensor	42
4.2.3. Pengerollan plat tabung kondensor	42
4.2.4. Proses pengelasan tabung kondensor	43
4.2.5. Proses pengelasan jalur pipa	43
4.2.6. Pembengkokan pipa	44
4.2.7. Proses pemasangan pada nipple in	44
4.2.8. proses pemasangan pada nipple ex	45
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1. Kesimpulan	46
5.2. Saran	47

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

LEMBAR ASISTENSI

SURAT PENENTU TUGAS AKHIR

BERITA ACARA DAFTAR HADIR SEMINAR

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Rencana pelaksanaan penelitian

21

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Kondensor horizontal	10
Gambar 2.2. Kondensor vertikal	10
Gambar 2.3. Shell and tube condenser	11
Gambar 2.4. Shell and coil condenser	12
Gambar 2.5. Tube and tubes condenser	13
Gambar 2.6. Kondensor lamella	14
Gambar 2.7. Kondensor spiral	14
Gambar 2.8. Grafik hasil data distilasi	15
Gambar 2.9. Grafik hasil data berat ampas	16
Gambar 2.10. Pipa tembaga	17
Gambar 2.11. Pipa stainless steel	18
Gambar 2.12. Parallel flow	21
Gambar 2.13. Counter flow	21
Gambar 3.1. Stainless steel 304	22
Gambar 3.2. Pipa tembaga	23
Gambar 3.3. Alat pengerol pipa manual	23
Gambar 3.4. Bor tangan	24
Gambar 3.5. Las tembaga	24
Gambar 3.6. Pemotong pipa tembaga	25
Gambar 3.7. Gerinda tangan	25
Gambar 3.8. Alat riped	26
Gambar 3.9. Kunci 30 dan ring pas	26
Gambar 3.10. baut nepel	27
Gambar 3.11. Sarung tangan	27
Gambar 3.12. Thermokopel	28
Gambar 3.13. Stopwatch	29
Gambar 3.14. Alat pengeroll plat manual	29
Gambar 3.15. Bagan alur penelitian	31
Gambar 3.16. Sketsa Kondensor	32
Gambar 4.1. Hasil pembuatan alat pirolisis sampah plastik	35
Gambar 4.2. Hasil pembuatan rangka	36
Gambar 4.3. Hasil pembuatan kondensor	37
Gambar 4.4. Hasil pembuatan tabung penyimpan bahan bakar	38
Gambar 4.5. Hasil pembuatan jalur pipa	38
Gambar 4.6. Hasil pembuatan tabung reaktor	39
Gambar 4.7. Hasil pembuatan tabung anti fire back	40
Gambar 4.8. Pipa spiral	40
Gambar 4.9. Pemotongan plat untuk tabung kondensor	41
Gambar 4.10. Pembentukan tabung kondensor	41
Gambar 4.11. Proses pengelasan tabung kondensor	42
Gambar 4.12. Proses pengelasan pipa penghubung	42
Gambar 4.13. Proses pembengkokan pipa penghubung	43
Gambar 4.14. Proses pemasangan nipple in	43
Gambar 4.15. Proses pemasangan nipple ex	44

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
Q	Laju perpindahan panas	J/s
qr	Perpindahan panas radiasi	W
A	Luas perpindahan panas	m ²
hc	Koefisiensi perpindahan panas	W/m ² K
q	Laju perpindahan panas konveksi	W
ΔT	Perubahan temperatur	K
Δx	Tebal atau jarak	m
Mc	Aliran masa yang melalui tube	kg/s
Mh	Aliran massa yang melalui shell	kg/s
ρ	Massa jenis fluida	kg/m ³
v	Kecepatan aliran fluida	m/s
k	Konduksi thermal	W/m ²
D	Diameter efektif aliran fluida	m

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Plastik merupakan salah satu komoditas yang telah begitu luas digunakan dan disebut sebagai salah satu inovasi terbesar dalam era millennium, plastik bersifat ringan, harganya murah, fleksibel dan tidak berkarat, sehingga pemanfaatan plastik secara global semakin meningkat setiap tahun (Thahir, 2019). Plastik bekas akan dibuang ke lingkungan dan mencemari lingkungan karena sifat plastik sulit terdegradasi. Oleh karena itu, beberapa alternatif yang telah dikembangkan untuk mengolah sampah plastik yang efektif, seperti pemanfaatan sampah plastik menjadi bahan bakar (surono, 2013).

Berdasarkan jenis produknya, terdapat 6 jenis plastik yaitu Polyethylene Terephthalate (PET), High Density Polyethylene (HDPE), Polyvinyl Chloride (PVC), Low Density Polyethylene (LDPE), Polypropylene (PP), Polystyrene (PS) dan Other. (Hartulistiyoso, dkk, 2014). Umumnya sampah plastik memiliki komposisi 46% Polyethylene (HDPE dan LDPE), 16% Polypropylene (PP), 16% Polystyrene (PS), 7% Polyvinyl Chloride (PVC), 5% Polyethylene Terephthalate (PET), 5% Acrylonitrile-Butadiene-Styrene (ABS) dan polimer-polimer lainnya. Lebih dari 70% plastik yang dihasilkan saat ini adalah Polyethylene (PE), Polypropylene (PP), Polystyrene (PS), dan Polyvinyl Chloride (PVC) sehingga sebagian besar studi yang dilakukan berhubungan dengan keempat jenis polimer tersebut (Praputri, 2016).

Plastik adalah satu jenis makromolekul yang dibentuk dengan proses polimerisasi. Polimerisasi adalah suatu proses penggabungan molekul sederhana (monomer) melalui proses kimia menjadi molekul besar (makromolekul atau polimer). Plastik merupakan senyawa polimer yang penyusun utamanya adalah karbon dan hidrogen. Untuk membuat plastik, salah satu bahan yang sering digunakan adalah nafta, yaitu bahan yang dihasilkan dari penyulingan minyak bumi atau gas alam (Kumar, 2011).

Pirolisis adalah dekomposisi kimia bahan organik melalui pemanasan tanpa atau sedikit oksigen dimana limbah plastik dipanaskan pada suhu yang tinggi

diatas 400°C sehingga fasenya akan berubah menjadi gas dan kemudian akan terjadi proses perengkahan. Setelah proses tersebut kemudian didinginkan kembali untuk mendapatkan bahan bakar cair dari limbah plastik. Adapun alat utama untuk mengolah limbah plastik menjadi bahan bakar cair terdiri dari dua komponen, yaitu reaktor sebagai tempat terjadinya pemanasan sampah plastik menjadi uap polimer tanpa udara atau dengan udara yang terbatas (pirolisis) dan kondensor yaitu tempat terjadinya proses pengembunan dari uap menjadi cair (kondensasi) (Mafruddin, 2017).

Kondensasi adalah proses pelepasan kalor dari suatu sistem yang menyebabkan uap (*vapor*) berubah menjadi cair (*liquid*). Dalam proses merubah gas menjadi cair dapat dilakukan dengan cara menaikkan tekanannya atau dengan menurunkan temperaturnya. Jenis fenomena kondensasi dibagi menjadi dua yaitu kondensasi film (*film wise condensation*) dan kondensasi secara tetes (*dropwise condensation*).

Kondensor merupakan salah satu alat yang digunakan untuk penukar panas antara fluida dimana fluida padas dan fluida dingin terpisah atau tidak saling bercampur. Kondensor (*Heat Exchanger*) berdasarkan arah aliran fluida kerja dibagi menjadi tiga tipe yaitu aliran paralel atau aliran searah (*cocurrent*), aliran melawan arus atau aliran berlawanan (*countercurrent*) dan aliran silang (*crossflow*) (Yunus, 2003).

Jenis kondensor yang telah dibuat adalah kondensor tipe spiral, karena mempunyai kelebihan yaitu mudah dibentuk dan nilai efisiensi perpindahan panas yang baik (Siti nurazizah, 2018). Kondensor pipa spiral merupakan jenis kondensor yang mempunyai bidang perpindahan panas yang melingkar dan mempunyai efisiensi perpindahan panas yang baik Akan tetapi konstruksi seperti ini tidak dapat dioperasikan pada tekanan tinggi (Chandra Andromeda 2012).

Pada pembuatan kondensor alur spiral di gunakan 1 (satu) drum bekas yang mudah di dapatkan dan cepat dalam pembuatannya, selanjutnya pipa dengan panjang 3 meter dibentuk menjadi 3 (tiga) spiral dengan diameter lingkaran 10 cm, dengan alat pengerol pipa. Fungsi pipa spiral untuk mengalirkan uap panas yang berasal dari reaktor proses pirolisis, sedangkan air yang akan mendinginkan uap panas pada kondensor alur spiral berasal dari tanki air yang di sirkulasi

dengan pompa. Untuk memasukan pipa spiral sendiri perlu memotong bagian atas drum dan menutup kembali dengan cara pengelasan dan memberi pipa aliran pada drum menuju tanki penampung yang berfungsi untuk sirkulasi pendinginan pada uap yang ada pada pipa spiral. Dengan temperatur mencapai 100 °C, 160 °C dan 180 °C uap dari reaktor proses pirolisis yang dihasilkan selanjutnya dikondensasikan, tanki air yang berisi air pendingin bertujuan untuk mensirkulasi agar terjadi proses kondensasi uap, hasil kondensasi menghasilkan bahan bakar minyak (Moh arif batutah, 2021).

Reaktor adalah suatu alat atau proses tempat dimana terjadinya suatu reaksi berlangsung. Reaktor merupakan bagian alat yang penting dalam proses pembakaran sampah plastik, besar volume pada reaktor mempengaruhi berapa banyak sampah plastik yang dapat diolah, karena itu banyak sampah plastik yang diolah harus disesuaikan oleh besar volume reaktor yang digunakan karena dapat mengakibatkan kelebihan volume pada reaktor. Selain besar volume terdapat bagian penting dalam pembuatan reaktor yaitu bahan yang digunakan untuk membuat reaktor. Bahan membuat reaktor merupakan bagian penting karena, dapat mempengaruhi kualitas reaktor yang digunakan dalam hal ini kuat dan umur reaktor (Wasesa, 2016).

Penelitian yang dilakukan oleh (Moh arif batuta, dkk, 2021) menyatakan bahwa hasil Rancangan kondensor alur spiral yang telah dibuat dengan panjang 3 m, berdiameter 30 cm dan tinggi 34 cm menggunakan bahan besi galfanis ½ inch dan tebal plat 0.0127 mm, proses sirkulasi air pendingin menggunakan pipa besi spiral, dengan suhu uap yang masuk ke dalam kondensor 180°C dan temperatur air pada kondensor 40°C. dari 1000 gr sampah plastik dapat dihasilkan sebanyak 100 ml bahan bakar minyak.

Dengan latar belakang ini, maka penelitian yang dilakukan sebagai tugas sarjana dengan judul: **“Pembuatan Kondensor Pipa Spiral Horizontal Alat Penyuling Limbah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak Berkapasitas 3kg”**.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang masalah, dapat dirumuskan masalahnya yaitu:
Bagaimana membuat kondensor pipa spiral horizontal alat penyuling limbah plastik menjadi bahan bakar minyak.

1.3 Ruang lingkup

Agar pembahasan tidak terjebak dalam pembahasan yang tidak perlu maka dibuat ruang lingkup meliputi:

1. Tipe kondensor yang digunakan adalah kondensor pipa spiral
2. Material pipa spiral yang digunakan berjenis pipa tembaga berdiameter 10 mm dengan ketebalan pipa 0,6 mm dan panjang pipa 1,5 m.
3. Jumlah lilitan pipa spiral sebanyak 8 lilitan dengan diameter spiral 150 dan panjang pipa setelah dibentuk spiral 380 mm.
4. Tabung kondensor menggunakan material stainless steel dengan tipe 304.
5. Temperature media pendingin menggunakan temperature air.

1.4 Tujuan

1. Untuk membuat kondensor pipa spiral horizontal alat penyuling limbah plastik menjadi bahan bakar minyak berkapasitas 3kg.
2. Untuk membandingkan kondensor tipe pipa spiral dengan kondensor pipa besirip terhadap minyak yang dihasilkan dengan alat penyuling limbah plastik.

1.5 Manfaat

1. Untuk membantu perekonomian masyarakat seperti merubah sampah menjadi bahan bakar minyak (BBM).
2. Diharapkan menjadi solusi permasalahan sampah plastik serta menjadikan sampah plastik menjadi sampah memiliki nilai jual.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pirolisis

Pirolisis adalah pengembangan dari teknik karbonisasi kayu atau bahan sejenis yang berkembang di masyarakat umumnya dengan pembakaran kayu atau bahan sejenisnya langsung dalam suatu tungku, drum, lubang yang ditutup sehingga tidak menggunakan oksigen dengan suhu tinggi dalam waktu tertentu, dimana asap yang dihasilkan dari pembakaran tidak dilepaskan ke udara, tetapi dikondensasi sehingga terbentuk cairan hitam yang disebut asap cair atau cairan *pirolygneous liquor/crud* (Hendra, 1992).

Pirolisis berasal dari dua kata yaitu *pyro* berarti panas dan *lysis* berarti penguraian atau degradasi, sehingga pirolisis berarti penguraian biomassa karena panas pada suhu lebih dari 150°C (Kamaruddin et al. 1999). Menurutnya dalam pirolisis terdapat dua tingkatan proses, yaitu pirolisis primer dan pirolisis sekunder dan dapat didefinisikan sebagai berikut :

1. pirolisis primer adalah pirolisis yang terjadi pada bahan baku dan berlangsung pada suhu kurang dari 600°C, hasil penguraian yang utama adalah karbon (arang). Pirolisis primer dibedakan atas pirolisis primer lambat dan cepat. Pirolisis primer lambat terjadi pada proses pembuatan arang. Pada laju pemanasan lambat (suhu 150 °C-300 °C) proses pirolisis ini bekerja
2. pirolisis sekunder yaitu pirolisis yang terjadi atas partikel gas/uap hasil pirolisis primer dan berlangsung diatas suhu 600°C.

2.1.1 Reaktor Pirolisis

Reaktor Pirolisis adalah alat pengurai senyawa-senyawa organik yang dilakukan dengan proses pemanasan tanpa berhubungan langsung dengan udara luar dengan suhu 300-600 °C. Reaktor pirolisis dibalut dengan selimut dari bata dan tanah untuk menghindari panas keluar berlebih, memakai bahan bakar kompor minyak tanah atau gas. Proses pirolisis menghasilkan zat dalam tiga bentuk yaitu padat, gas dan cairan (Buckingham, 2010).

Cara penggunaan alat ini yaitu dengan memasukkan sampel ke dalam reaktor pirolisis dan ditutup rapat. Reaktor kemudian dipanaskan selama 5 jam. Destilat yang keluar dari reaktor ditampung dalam dua wadah. Wadah pertama untuk menampung fraksi berat, sedangkan wadah kedua untuk menampung fraksi ringan. Fraksi ringan ini diperoleh setelah dilewatkan tungku pendingin yang dilengkapi pipa berbentuk spiral.

2.2 Alat Penukar Panas

Alat penukar kalor merupakan suatu alat yang mengasikan perpindahan panas dari suatu fluida yang temperaturnya tinggi ke fluida yang temperaturnya rendah, proses perpindahan panas tersebut dapat dilakukan secara langsung dan tidak langsung. Maksudnya ialah:

1. alat penukar kalor kontak langsung pada alat ini fluida yang panas akan bercampur secara langsung dengan fluida dingin (tanpa adanya pemisah) dalam suatu bejana atau ruangan misalnya ejector, daerator dan lain-lain.
2. alat penukar kalor kontak tidak langsung pada alat ini fluida panas tidak berhubungan langsung (indirect contact) dengan fluida dingin. Jadi proses perpindahan panasnya itu mempunyai media perantara, seperti pipa, plat, atau peralatan jenis lainnya. Misalnya kondensor, ekonomiser air.

2.2.1 Perpindahan Panas

Perpindahan panas adalah ilmu untuk memprediksi perpindahan energi yang terjadi karena adanya perbedaan temperatur diantara benda atau material. Perpindahan panas tidak hanya mencoba menjelaskan bagaimana energi panas itu berpindah dari satu benda ke benda lain, tetapi juga dapat meramalkan laju perpindahan panas yang terjadi pada kondisi-kondisi tertentu (Holman, 1993).

Perpindahan panas merupakan perpindahan energi yang diakibatkan oleh perbedaan temperature. Panas akan mengalir dari tempat yang bertemperatur tinggi, ke tempat yang bertemperatur lebih rendah. Mekanisme perpindahan panas dapat dibagi menjadi 3 jenis perpindahan panas yaitu : konduksi, konveksi, dan radiasi (Ramdan, 2012).

2.2.2 Konduksi

Perpindahan panas secara konduksi adalah perpindahan panas dimana panas mengalir dari daerah yang bertemperatur tinggi ke daerah yang bertemperatur rendah dalam suatu medium (padat, cair, atau gas) atau antara medium-medium yang berlainan yang bersinggungan secara langsung sehingga terjadi pertukaran energi dan momentum. Pertukaran energi sebagai kalor melalui sebuah proses medium stasioner, seperti tembaga, air, dan udara. Di dalam benda-benda padat maka perpindahan energi timbul karena atom-atom pada temperatur yang lebih tinggi bergetar dengan lebih bergaira, sehingga atom-atom tersebut dapat memindahkan energi kepada atom-atom yang lebih lemah yang berada didekatnya dengan melalui panas. Di dalam logam-logam, elektron bebas juga membuat kontribusi kepada proses hantaran panas. Di dalam sebuah cairan atau gas, molekul bergerak, dan energi dihantar oleh tumbukantumbukan molekul.

Hubungan dasar untuk perpindahan panas dengan cara konduksi yang diusulkan oleh Fourier, menyatakan bahwa laju perpindahan panas dengan cara konduksi dalam suatu bahan itu sama dengan hasil kali dari konduksi termal bahan, luas penampang yang mana panas mengalir dengan cara konduksi dan gradien temperatur pada penampang (Ramdan, 2012).

2.2.3 Konveksi

Konveksi merupakan proses perpindahan panas yang dihubungkan dengan pergerakan fluida. Perpindahan panas secara konveksi terjadi antara permukaan padat dengan fluida yang mengalir disekitarnya, dengan menggunakan media penghantar berupa fluida (cair/gas).

Banyaknya parameter yang mempengaruhi perpindahan panas konveksi di dalam sebuah geometris khusus. Parameter-parameter ini termasuk luas permukaan (A), konduktivitas termal fluida (k), biasanya kecepatan fluida (v), kerapatan (ρ), viskositas (μ), panas jenis (C_p), dan faktor yang lain yang berhubungan dengan cara-cara pemanasan (temperatur dinding seragam atau temperatur dinding berubah-ubah). Fluks kalor dari permukaan padat akan bergantung juga pada temperatur permukaan (T_s) dan temperatur fluida (T_f), tetapi biasanya dianggap bahwa ($\Delta T = T_s - T_f$) yang penting. Akan tetapi, jika sifat-sifat fluida berubah dengan nyata pada daerah pengkonveksi, maka

temperatur absolut T_s dan T_f dapat juga merupakan faktor-faktor penting didalam korelasi. Perpindahan panas secara konveksi dibagi menjadi dua, yaitu konveksi alamiah (Natural Convection) dan konveksi paksa (Force Convection).

2.2.4 Radiasi

Radiasi merupakan proses perpindahan panas yang terjadi akibat adanya pancaran gelombang elektromagnetik tanpa memerlukan media perantara. Menurut hukum Stefan-Boltzman persamaan radiasi.

2.3 Kondensor

Kondensor adalah alat yang digunakan untuk memindahkan sejumlah panas dari sebuah bahan atau zat ke bahan atau zat lain. Air atau udara digunakan sebagai media pendingin. Uap panas akan melepaskan kalor pada pendingin, lalu dikondensasikan menjadi kondensat.

Hampir disemua kondensor, perpindahan panas didominasi oleh konveksi dan konduksi dari fluida panas ke fluida dingin, dimana keduanya dipisahkan oleh dinding. Perpindahan panas secara konveksi sangat dipengaruhi oleh bentuk geometri kondensor dan tiga bilangan tak berdimensi, yaitu bilangan Reynold, bilangan Nusselt dan bilangan Prandtl fluida.

Pada penelitian yang telah dilakukan menyebutkan bahwa semakin luas perpindahan panas pada kondensor, maka akan semakin banyak pula uap hasil pembakaran yang dapat terkondensasi. Semakin banyak jumlah pipa pada kondensor yang digunakan, maka akan menyebabkan luas permukaan perpindahan panas semakin besar. Luas perpindahan panas akan mempengaruhi volume asap cair yang dihasilkan (Ramdan, 2012).

2.3.1 Prinsip Kerja Kondensor

Kondensor merupakan alat yang berfungsi untuk mengubah uap menjadi air. Prinsip kerja kondensor proses perubahannya dilakukan dengan mengalirkan uap atau gas ke dalam suatu ruangan yang berisi pipa-pipa (tubes). Uap mengalir didalam pipa-pipa (tube side), sedangkan air sebagai pendingin mengalir diluar pipapipa (shell side).

Didalam kondensor, uap bertemperatur tinggi mengalir kedalam pipa, sedangkan air yang mempunyai temperatur lebih rendah mengalir diluar pipa. Uap

yang bertemperatur tinggi akan melepaskan panas dan ditangkap oleh air sebagai pendingin sehingga terjadi perubahan fasa dari fasa gas menjadi fasa cair.

2.3.2 Macam – Macam Kondensor

Kondensor memiliki beberapa jenis yang dapat di kelompokkan dari tipe aliran, bidang kontak kondensor, dan media pendinginnya.

A. Surface Condensor

Prinsip kerja surface kondensor steam masuk ke dalam shell kondensor melalui steam inlet connection pada bagian atas kondensor. Temperatur rendah pada *tube* dijaga dengan cara mensirkulasikan air yang menyerap kalor dari *steam* pada proses kondensasi. Kalor yang dimaksud disini disebut kalor laten penguapan dan terkadang disebut juga kalor kondensasi (*heat of condensation*) dalam lingkup bahasan kondensor kondensat yang terkumpul di *hotwell* kemudian dipindahkan dari kondensor dengan menggunakan pompa kondensat ke *exhaust* kondensor ketika meninggalkan kondensor, hampir keseluruhan *steam* telah terkondensasi kecuali bagian yang jenuh dari udara yang ada di dalam sistem. Udara yang ada di dalam sistem secara umum timbul akibat adanya kebocoran pada pemipaan, *shaft seal*, katup-katup, dan sebagainya.

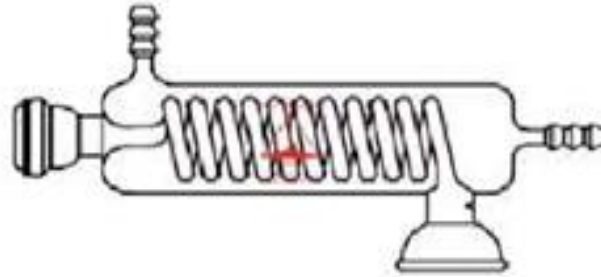
Udara ini masuk ke dalam kondensor bersama dengan *steam*. Udara dijenuhkan oleh uap air, kemudian melewati air *cooling section* dimana campuran antara uap dan udara didinginkan untuk selanjutnya dibuang dari kondensor dengan menggunakan air *ejectors* yang berfungsi untuk mempertahankan vakum di kondensor. Untuk menghilangkan udara yang terlarut dalam kondensat akibat adanya udara di kondensor, dilakukan *de-aeration*. *De-aeration* dilakukan dikondensor dengan memanaskan kondensat dengan steam agar udara yang terlarut pada kondensat akan menguap. Udara kemudian ditarik ke air *cooling section*. Air *ejector* kemudian akan memindahkan udara dari sistem.

Surface Condenser dibedakan menjadi dua jenis lagi, yaitu :

a. Horizontal Condensor

Air pendingin masuk kondensor melalui bagian bawah, kemudian masuk kedalam pipa-pipa pendingin dan keluar pada bagian atas sedangkan arus panas

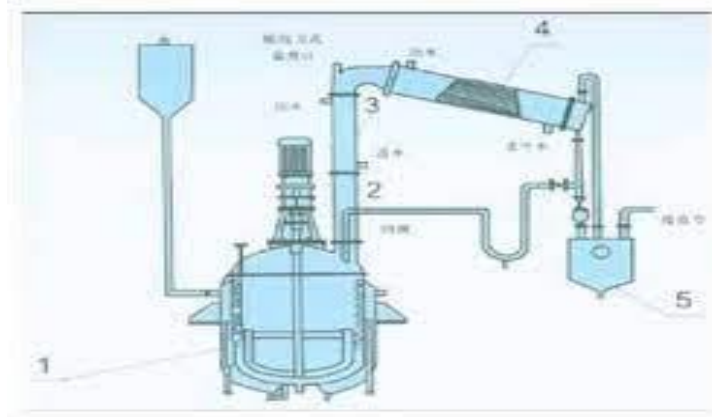
masuk lewat bagian tengah kondensor dan keluar sebagai kondensat pada bagian bawah kondensor.



Gambar 2.1. Kondensor horizontal (Chandra Andromeda 2012).

b. Vertical Condenser

Air pendingin masuk kondensator melalui bagian bawah, kemudian masuk ke dalam pipa-pipa pendingin dan keluar pada bagian atas. Sedangkan arus panas masuk lewat bagian atas kondensator dan keluar sebagai kondensat pada bagian bawah kondensator.



Gambar 2.2. Kondensator Vertikal (Chandra Andromeda 2012).

Keterangan :

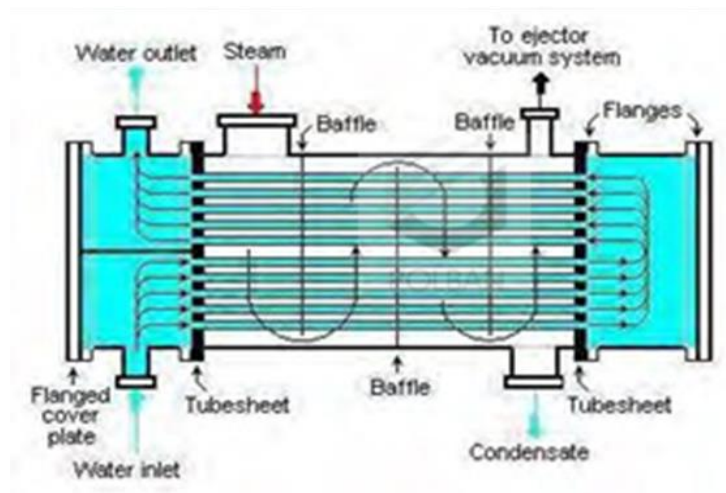
1. Esterification reactor.
2. Vertikal fractional column.
3. Vertikal kondensator.
4. Horizontal kondensator.

Kelebihan kondensor vertikal adalah :

1. Harganya murah karena mudah pembuatannya.
2. Kompak karena posisinya yang vertikal dan mudah pemasangannya.
3. bisa dikatakan tidak mungkin mengganti pipa pendingin, pembersihan harus dilakukan dengan menggunakan deterjen.

B. Shell and Tube Condenser

Kondensor pada tipe ini terdapat banyak pipa-pipa kecil (*tube*) yang di selubungi oleh pipa besar (*shell*). Pada tipe *shell and tube* memiliki luas perpindahan panas yang lebih besar dibandingkan dengan tipe yang lainnya (Chandra Andromeda 2012).



Gambar 2.3. Shell and Tube Condenser (Chandra Andromeda 2012).

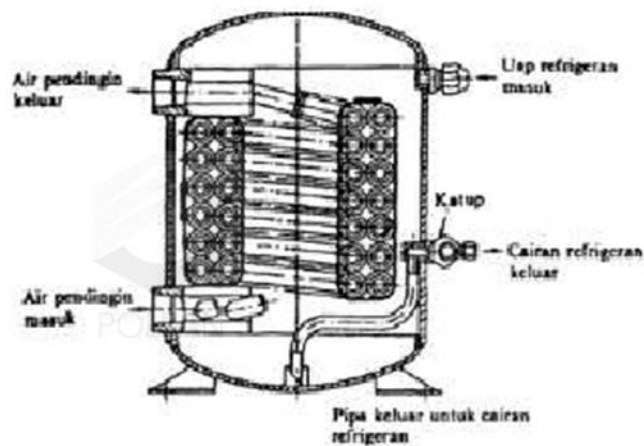
Pada *shell and tube* air pendingin masuk melalui pipa bagian bawah kemudian keluar melalui pipa pada bagian atas. Air pendingin mengalir dalam pipa tersebut, sedangkan uap yang akan dikondensasikan mengalir didalam pipa-pipa kecil (*tube*). Ciri-ciri kondesor tipe *shell and tube* adalah:

1. Dapat dibuat dengan pipa pendingin yang bersirip, sehingga ukuran akan lebih kecil dan ringan.
2. Pipa pendingin mudah dibersihkan.
3. Bentuknya sederhana dan mudah dalam pemasangannya.
4. Pipa dapat dibuat dengan mudah.

C. Shell and coil condenser

Kondensor tabung dan koil banyak digunakan pada unit pendingin dengan Freon refrigerant berkapasitas lebih kecil, misalnya untuk penyegar udara, pendingin air, dan sebagainya. Kondensor tabung dan koil dengan tabung pipa pendingin tersebut didalam tabung yang pada posisi vertikal. Koil pipa pendingin tersebut biasanya dibuat dari tembaga, berbentuk tanpa sirip maupun dengan sirip. Pipa tersebut mudah dibuat dan murah harganya.

Pada Kondensor tabung dan koil, aliran air mengalir di dalam koil pipa pendingin. Disini, endapan dan kerak yang terbentuk di dalam pipa harus dibersihkan menggunakan zat kimia (*detergent*).



Gambar 2.4. Shell and coil condenser (Chandra Andromeda 2012).

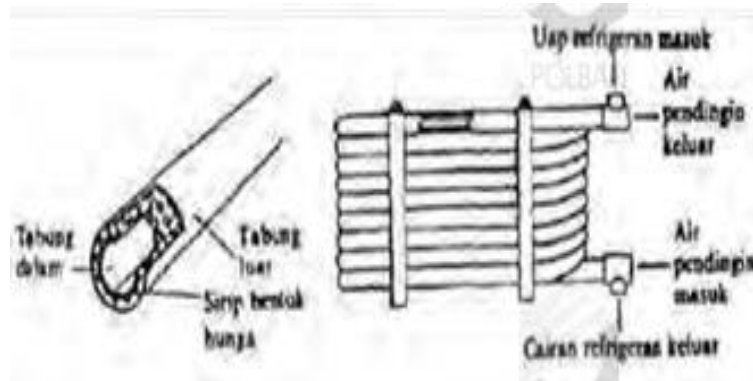
Adapun ciri-ciri kondensor tabung tank oil sebagai berikut:

1. Harga murah karena mudah dalam pembuatannya.
2. Kompak karena posisinya yang vertical dan mudah dalam pemasangannya.
3. Tidak perlu mengganti pipa pendingin, tetapi hanya perlu pembersihan dengan menggunakan detergen.

D. Tube and Tubes condenser

Kondensor jenis pipa ganda merupakan susunan dari dua pipa koaksial dimana refrigerant mengalir melalui saluran yang terbentuk antara pipa dalam dan pipa luar yang melintang dari atas ke bawah. Sedangkan air pendingin mengalir di dalam pipa dalam arah berlawanan, yaitu refrigerant mengalir dari atas ke bawah.

Pada mesin pendingin berkapasitas rendah dengan freon sebagai refrigerant, pipa dalam dan pipa luarnya terbuat dari tembaga. Gambar dibawah ini menunjukkan kondensor jenis pipa ganda dalam bentuk koil. Pipa dalam dapat dibuat bersirip atau tanpa sirip.



Gambar 2.5. Tube and Tubes Condensor (Chandra Andromeda 2012)

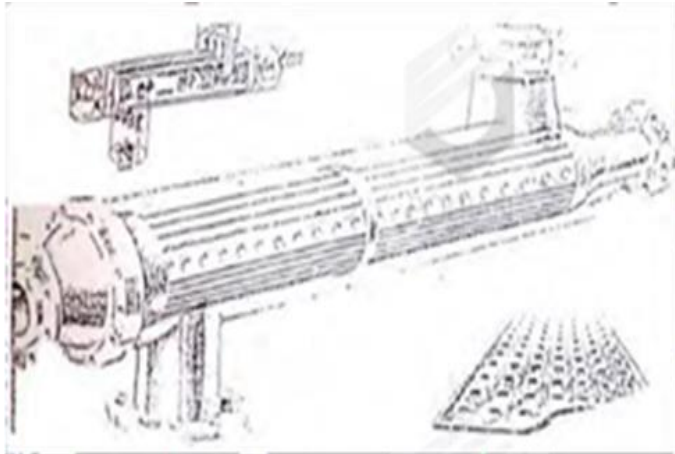
Kecepatan aliran di dalam pipa pendingin kira-kira antara 1-2 m/s. sedangkan perbedaan temperatur air keluar dan masuk pipa pendingin (kenaikan temperatur air pendingin di dalam kondensor) kira-kira mencapai suhu 10°C . laju perpindahan panas relatif besar. Adapun ciri-ciri kondensor jenis pipa ganda adalah sebagai berikut :

1. Konstruksi sederhana dengan harga yang memadai.
2. Dapat mencapai kondisi yang super diinginkan karena arah aliran refrigerant dan air pendingin yang berlawanan.
3. Penggunaan air pendingin relatif kecil
4. Sulit dalam membersihkan pipa, harus menggunakan detergen.

Kecepatan aliran di dalam pipa pendingin kira-kira antara 1-2 m/s. sedangkan perbedaan temperatur air keluar dan masuk pipa pendingin (kenaikan temperatur air pendingin di dalam kondensor) kira-kira mencapai suhu 10°C . laju perpindahan panas relatif besar.

E. kondensor lamella

biasanya digunakan untuk memindahkan panas dari gas ke pada tekanan rendah. Jenis ini memiliki koefisien perpindahan panas yang baik/tinggi. Jenis lamella dapat ditunjukkan pada gambar.



Gambar 2.6. Jenis lamella kondensor (Chandra Andromeda 2012).

F. Kondensor spiral

menpunyai bidang perpindahan panas yang melingkar dan mempunyai efisiensi perpindahan panas yang baik. Akan tetapi konstruksi seperti ini tidak dapat dioperasikan pada tekanan tinggi.

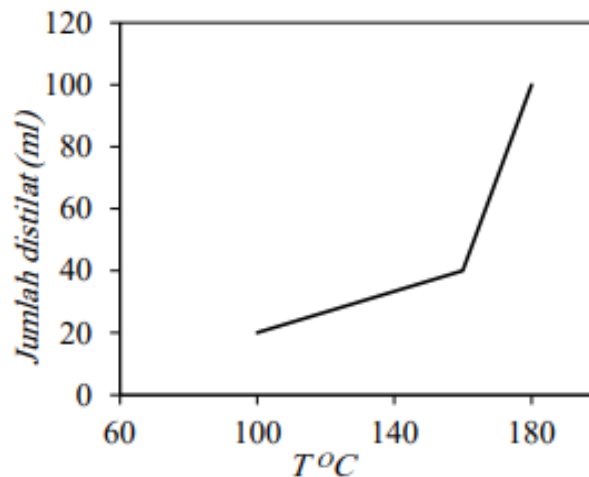


Gambar 2.7. Kondensor tipe spiral (Moh Arif Batutah, 2021).

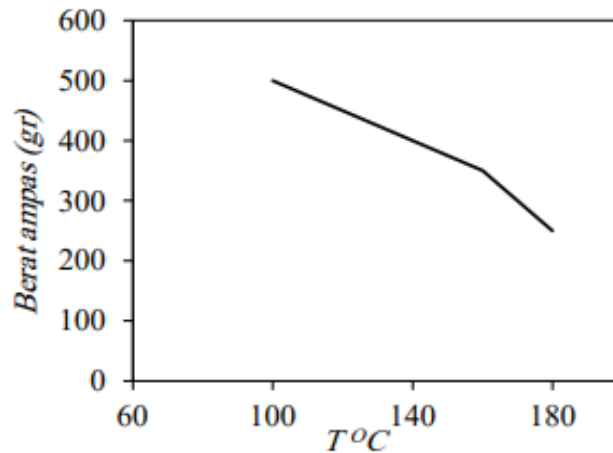
Alur spiral adalah alur yang dibuat melingkar kebawah menggunakan bahan pipa stainless steel. Alat ini mempunyai tujuan untuk mendinginkan uap panas yang melalui pipa sehingga menjadi cair kembali, umumnya digunakan sebagai alat penyulingan, misalnya pada alat penyulingan minyak nilam, alat penyulingan bioetanol, dan lain-lain.

Dalam proses penyulingan ini untuk pendinginan uap tersebut menggunakan media air, karena air mudah menyerap dan melepas panas. Pada pembuatan kondensor alur spiral di gunakan 1 (satu) drum bekas yang mudah di dapatkan dan cepat dalam pembuatannya, selanjutnya pipa dengan panjang 3 meter dibentuk menjadi 3 (tiga) spiral dengan diameter lingkaran 10 cm, dengan alat pengerol pipa. Fungsi pipa spiral untuk mengalirkan uap panas yang berasal dari reaktor proses pirolisis, sedangkan air yang akan mendinginkan uap panas pada kondensor alur spiral berasal dari tanki air yang di sirkulasi dengan pompa. Untuk memasukan pipa spiral sendiri perlu memotong bagian atas drum dan menutup kembali dengan cara pengelasan dan memberi pipa aliran pada drum menuju tanki penampung yang berfungsi untuk sirkulasi pendinginan pada uap yang ada pada pipa spiral.

Dengan temperatur mencapai 100 °C, 160 °C dan 180 °C uap dari reaktor proses pirolisis yang dihasilkan selanjutnya dikondensasikan, tanki air yang berisi air pendingin bertujuan untuk mensirkulasi agar terjadi proses kondensasi uap, hasil kondensasi menghasilkan bahan bakar minyak.



Gambar 2.8. Grafik hasil data distilasi (Moh Arif Batutah, 2021).



Gambar 2.9. Grafik hasil data berat ampas (Moh Arif Batutah, 2021).

Gambar 2.7 menunjukkan jumlah distilat bahan bakar minyak yang diperoleh pada temperatur 100 °C menghasilkan 20 ml, temperatur 160 °C menghasilkan 40 ml dan temperatur 180 °C menghasilkan 100 ml, semakin tinggi temperatur yang di gunakan semakin tinggi perolehan hasil distilat,. Hal ini menunjukkan bahwa temperatur sangat berpengaruh terhadap hasil distilat yang diperoleh.

Sedangkan pada Gambar 2.8 menunjukkan bahwa semakin rendah suhu proses pirolisis, ampas yang di hasilkan lebih besar, temperatur 100 °C menghasilkan ampas 500 gr, temperatur 160 oC menghasilkan 350 gr ampas dan temperatur 180 °C menghasilkan 250 gr ampas sisa proses pirolisis, dari gambar tersebut menunjukkan bahwa proses pirolisis sampah plastik menjadi bahan bakar cair semakin optimal di temperatur yang lebih tinggi dibandingkan dengan temperatur yang lebih rendah.

Pemilihan Material kondensor tipe spiral

1. Pipa tembaga

Pipa ini sangat diandalkan dalam proyek instalasi, air, *water heater*, dan *air conditioner* (AC) karena keunggulannya yang tidak mudah bocor. Apalagi jika mengingat material tembaga merupakan jenis logam yang dikenal elastis dan mudah dibentuk. Ketika tembaga digunakan sebagai

pipa, maka karakternya yang tidak reaktif menjadikannya lebih tahan terhadap korosi. Secara kualitas, jika Pips dibandingkan dengan jenis pipa lainnya, maka pipa ini memang lebih baik walaupun secara harga relatif lebih mahal.

Sifat pipa tembaga adalah tahan panas dan api, serta tidak akan melepaskan gas beracun ketika terjadi kebakaran. Selain itu, tembaga juga bersifat biostatik atau tidak mendukung pertumbuhan bakteri. Hal ini tentu menjadikan kualitas kebersihan dan pasokan dari air yang dialirkan dapat terjaga kebersihan dan keamanannya. Adapun kandungan timbal pada tembaga sudah terlebih dahulu dibersihkan ketika proses produksi.



Gambar.2.10. Pipa tembaga

2. Pipa Stainless stell

Stainless stell adalah material yang mengandung senyawa besi dan setidaknya 12% kromium untuk mencegah proses korosi (pengaratan logam).kemampuan tahan karat diperoleh dari terbentuknya lapisan film oksida kromium yang menghalangi proses oksidasi besi (ferum).



Gambar 2.11. stainless steel

2.3.3 Proses Manufaktur Pembuatan Kondensor

Pada dasarnya proses pembuatan kondensor pipa spiral dapat dikelompokkan menjadi:

1. Proses permesinan

Permesinan adalah proses yang paling banyak dilakukan untuk menghasilkan suatu produk jadi yang berbahan baku logam. Diperkirakan sekitar 60% sampai 80% dari seluruh proses pembuatan suatu mesin yang komplit dilakukan dengan proses permesinan, salah satunya menggunakan mesin *bending*. Mesin ini digunakan sebagai alat untuk membuat/membengkokkan bentuk plat dan pipa yang digunakan sebagai reaktor dan pipa penyalur minyak hasil pembakaran sampah plastik.

2. Proses Penyambungan

Pengelasan (*welding*) adalah teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan logam *continue* (Wiryo Sumarto, 2000). Metode las MIG (*Metal Inert Gas*) dipilih mengingat material yang dipilih berupa stainless steel 304, dimana bahan ini memerlukan penanganan atau peralatan khusus dalam penyambungan.

3. Proses Pengeboran

Pengeboran (*boring*) adalah pekerjaan memperbesar diameter pada benda, pekerjaan dilakukan dengan menggunakan mesin bor dengan mata bor sebagai pisau penyayatnya. Proses *boring* selain digunakan untuk mengebor pada

mesin bor juga bisa digunakan untuk memperhalus suatu lubang. Perluasan lubang yang dipakai pada proses *boring* biasanya disebut dengan *reamer* (Daryanto, 2006).

2.4 Pendingin

Pendingin pada dasarnya merupakan usaha untuk melepaskan panas dari suatu bahan ke lingkungan yang bersuhu lebih rendah, tetapi kadang-kadang pada proses tertentu dapat melepaskan panasnya pada suhu yang lebih tinggi. Pendinginan juga berarti menurunkan suhu bahan sesuai kebutuhan sehingga kandungan air dalam bahan tidak perlu sampai membek.

Proses pendinginan suatu bahan dapat dilakukan dengan mendekati pada suatu fluida yang lebih dingin dari bahan itu sendiri. Menurut (Kamarudin 1976), fluida yang lebih dingin (refrigeran) dapat disirkulasikan dengan cara yang memungkinkan untuk memindahkan panas yang diambil dari bahan yang akan didinginkan. Ditambahkan bahwa proses perpindahan panas dapat terjadi secara konduksi, konveksi, dan radiasi.

2.4.1 Unit alat pendingin dan kondensator.

Semua sistem pendinginan melakukan pertukaran kalor dengan cara melepaskan kalor ke udara, tetapi ada juga dengan cara lain yaitu dengan melepaskan kalor ke udara melalui kontak langsung dengan air (Firmansya, 2004). Ditambahkan bahwa berdasarkan zat pendingin yang dipakai, dapat dibedakan menjadi dua, yaitu :

1. Alat pendingin dengan udara

Udara sebagai zat pendingin dialirkan ke dalam pendingin dengan bantuan kipas angin. Pendingin udara mempunyai komponen utama pipa bersirip yang berliku-liku. Udara mengalir melalui bagian dalam pipa sedangkan pendingin mengalir di luarnya. Kebanyakan pendingin jenis ini dilengkapi dengan kipas angin.

2. Alat pendingin dengan air

Air sebagai zat pendingin dipompakan ke dalam pendingin. Biasanya air ini setelah keluar dari alat pendingin dialirkan lagi ke pendingin. Jika tersedia air yang banyak, air yang keluar dari alat pendingin langsung dibuang. Alat

pendingin dengan air umumnya berbentuk suatu tabung silindris dengan jajaran pipa- pipa yang terpasang di dalamnya.

Kondensor berfungsi sebagai tempat kondensasi refrigeran pada saat proses *desorpsi*, yaitu untuk membuang kalor dan mengubah wujud bahan pendingin dari gas menjadi cair (Heldman, 1981). Kondensor merupakan alat untuk membuat kondensasi dengan suhu dan tekanan tinggi. Kondensor didinginkan dengan udara dingin dan air yang di pompakan dan di sirkulasi dalam tabung pada suhu ruang sewaktu bahan pendingin bentuk gas dengan suhu dan tekanan tinggi mengalir dalam pipa sepanjang kondensor. Gas tersebut dari luar didinginkan oleh udara dingin sehingga suhunya turun. Setelah suhunya mencapai suhu kondensasi kemudian terjadi proses pengembunan. Wujudnya sedikit demi sedikit berubah menjadi cair tetapi tekanannya masih tetap tinggi. Waktu bahan pendingin keluar dari bagian bawah kondensor wujudnya telah seluruhnya menjadi cair. Jenis-jenis kondensor berdasarkan media/zat yang mendinginkannya dapat dibagi menjadi tiga macam, yaitu:

1. Air cooled condensor, menggunakan udara sebagai media pendinginnya.
2. Water cooled condensor, menggunakan air sebagai media pendinginnya.
3. Evaporative condensor, menggunakan campuran air dan udara sebagai media pendinginnya.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1. Tempat

Tempat pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Prestasi Mesin Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan.

3.1.2. Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian ini yaitu di mulai tanggal di sah kannya usulan judul penelitian oleh Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan akan di kerjakan selama kurang lebih 6 bulan sampai dinyatakan selesai.

Tabel 3.1. Rencana Pelaksanaan Penelitian

No.	Kegiatan	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan Judul						
2	Studi Literatur						
3	Pembuatan Alat						
4	Pengujian Alat						
5	Penyelesaian Penulisan						

3.2. Bahan dan Alat

3.2.1. Bahan

3.2.1.1. Stainless steel

Stainless steel digunakan untuk dijadikan tabung kondensor. Tabung kondensor yang akan dibuat tentunya menyesuaikan dengan ukuran pipa yang ada didalam tabung kondensor tersebut.



Gambar 3.1. Stainless steel tipe 304

3.2.1.2. Pipa Tembaga

Pipa Tembaga digunakan ebagai media penyaluran air pada instalasi kulkas, AC, saluran air dingin dan air panas, gas, udara, hingga oksigen dan untuk dibentuk menjadi pipa spiral.



Gambar 3.2. Pipa tembaga

3.2.2. Alat

3.2.2.1. Alat pengerol pipa manual

Alat pengerol pipa digunakan untuk mengerol pipa yang semula dalam bentuk lonjoran lurus berubah menjadi melengkung dan melengkungnya pipa ini disesuaikan kebutuhan dan kegunaan.



Gambar 3.3. Alat pengerol pipa manual

3.2.2.2. Bor tangan

Bor tangan digunakan untuk membuat lubang yang digunakan sebagai sirkulasi air masuk dan air keluar, membuat alur, perluasan dan menghaluskan secara presisi dan akurat.



Gambar 3.4. Bor tangan

3.2.2.3. Las tembaga

Las tembaga digunakan untuk pengelasan pada pipa tembaga, untuk keperluan industri dan bahan baku las.



Gambar 3.5. Las tembaga

3.2.2.4. Pemotong pipa tembaga

Pemotong pipa tembaga digunakan untuk memotong pipa tembaga, karena sebuah pipa tembaga tidak bisa langsung dipotong dengan alat sejenis gergaji atau pemotong biasa.



Gambar 3.6. Pemotong pipa tembaga

3.2.2.5. Gerinda tangan

Gerinda tangan digunakan untuk memotong pelat stainless steel, menghaluskan ataupun memotong benda logam dan non logam.



Gambar 3.7. gerinda tangan

3.2.2.6. Alat riped

Alat riped digunakan untuk untuk menyambungkan pelat besi dan dilakukan dengan penghitungan cermat serta kehati-hatian.



Gambar 3.8. Alat riped

3.2.2.7. Kunci 30 dan ring pas

Berfungsi sebagai alat untuk membuka atau mengencangkan sebuah baut yang di gunakan.



Gambar 3.9. Kunci 30 dan Ring pas

3.2.2.8. Baut nepel

Berfungsi sebagai penyambung baut nepel corong.



Gambar 3.10. baut nepel

3.2.2.9. Sarung tangan

Berfungsi sebagai alat pelindung diri agar menghindari dari hal-hal yang tidak diinginkan.



Gambar 3.11. Sarung tangan

3.2.2.10. Termokopel

Termokopel berfungsi untuk mengukur suhu fluida dingin dan fluida panas yang masuk dan keluar pada heat exchanger. Termokopel yang digunakan adalah termokopel tipe T. Termokopel tipe ini merupakan persambungan antara dua logam yaitu tembaga (Cu) dengan suatu konstanta. Termokopel tipe T ini mampu untuk mengukur suhu antara - 184,4oC hingga 371,1oC. (Kern, D.Q. hal.299).



Gambar 3.12. Thermokopel

3.2.2.11. Stopwatch

Stopwatch berfungsi untuk mengukur lamanya waktu yang diperlukandalam kegiatan.



Gambar 3.13 Stopwatch

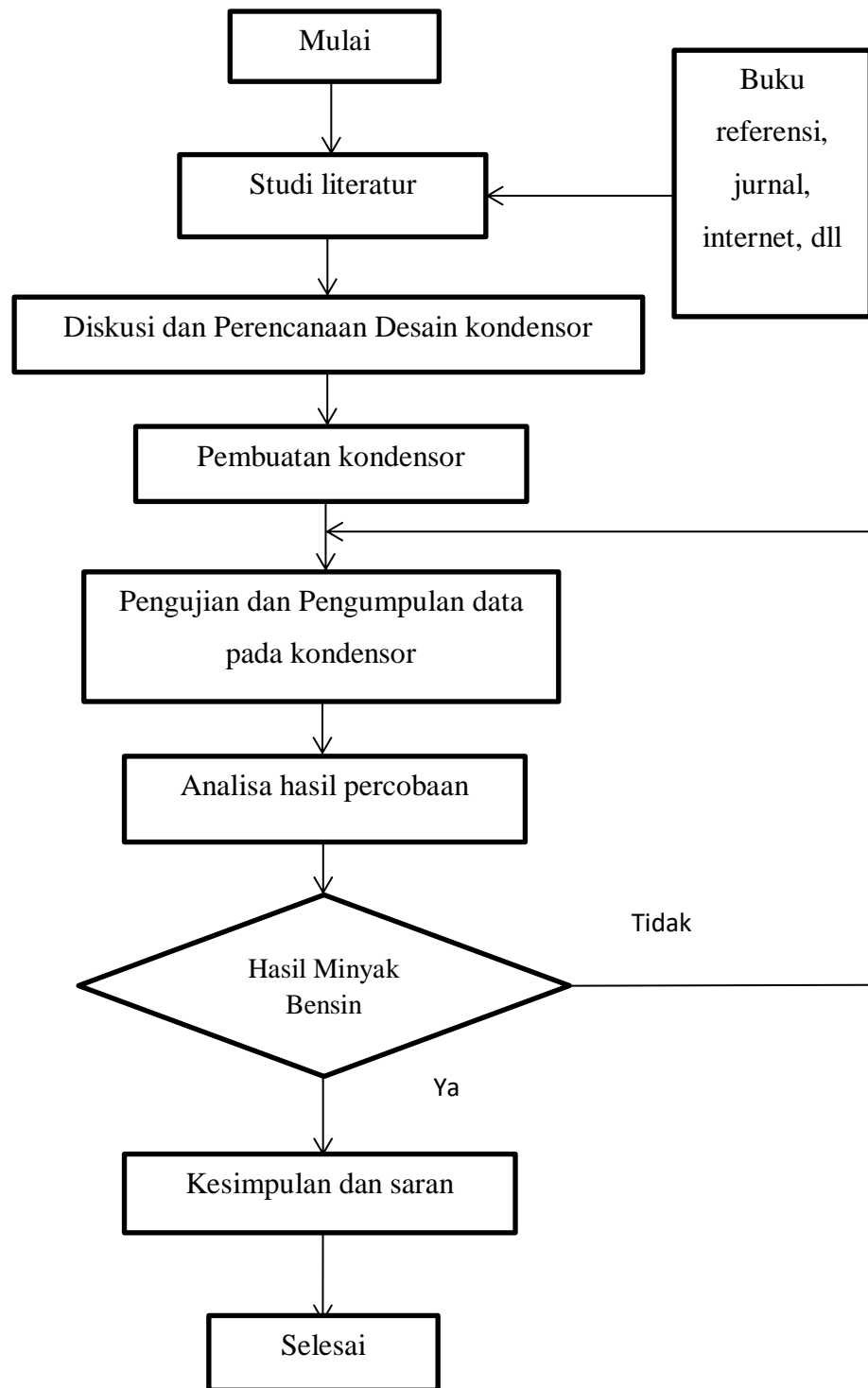
3.2.2.12. Alat pengeroll plat manual

Alat pengeroll plat manual digunakan untuk mengerol plat yang semula dalam bentuk lurus berubah menjadi melengkung dan melengkungnya plat ini disesuaikan kebutuhan dan kegunaan



Gambar 3.14. alat pengeroll plat manual

3.3. Bagan Alur Penelitian

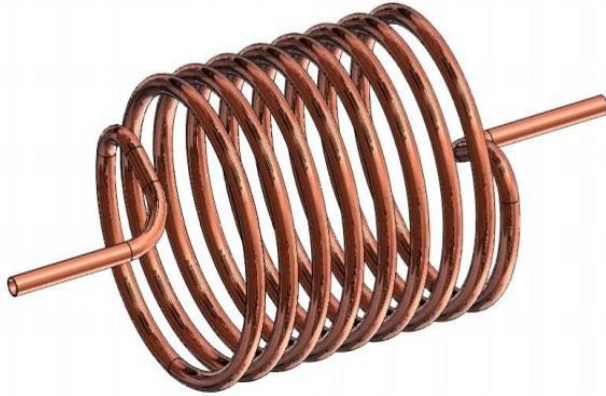


Gambar 3.15. Bagan alur penelitian

3.3.1. Penjelasan Diagram Alur

1. Study Literature, merupakan bagian sangat penting dari sebuah proposal atau laporan penelitian, teori-teori yang melandasi dilakukannya. penelitian, penelitian. Studi literature dapat diartikan sebagai kegiatan yang meliputi, mencari, membaca dan menelaah laporan-laporan penelitian dan bahan pustaka yang memuat teoriteori yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan.
2. Perencanaan Desain merupakan suatu perencanaan atau perancangan yang dilakukan sebelum pembuatan suatu objek, sistem, komponen, atau struktur.
3. Pembuatan merupakan kegiatan menciptakan atau memproses sesuatu kegiatan yang bertujuan untuk menciptakan sesuatu dengan beberapa cara atau langkah yang sesuai dengan mesin Penggiling yang akan dibuat.
4. Pengujian merupakan pengambilan hasil data hasil dari mesin Penggiling yang telah selesai dibuat.
5. Analisa merupakan suatu kegiatan untuk memeriksa atau menyediakan suatu peristiwa melalui keadaan yang sebenarnya.
6. Hasil merupakan suatu yang diadakan (dibuat, dijadikan, dan sebagainya).
7. Kesimpulan adalah hasil yang didapat dari pembuatan kondensor pipa spiral tersebut apakah sudah layak untuk dioperasikan.

3.4. Rancangan Alat Penelitian
3.4.1. Bagian alat perancangan



Gambar 3.16. Sketsa Kondensor

Pipa spiral pada kondensor yang dirancang menggunakan pipa tembaga berdiameter 10 mm dengan ketebalan pipa 0,6 mm dengan jumlah lilitan sebanyak 8 lilitan, diameter lilitan pipa 150 mm dan panjang pipa setelah dibentuk spiral 380 mm, material tembaga dipilih karena karakternya yang fleksibel, memiliki sifat tahan panas dan menjamin kebersihan cairan yang akan dialirkan, rancangan pipa spiral ini dapat dilihat pada gambar 3.16.

3.5. Prosedur Penelitian

Pada pengujian kondensor kali ini, diperlukan beberapa parameter yang akan digunakan dalam memperoleh nilai energi yang terjadi pada proses kondensasi dan nilai efektifitas kondensor. Parameter-parameter untuk dapat memperoleh nilai tersebut yaitu :

1. Temperatur air masuk ke kondensor.
2. Temperatur air keluar dari kondensor.
3. Temperatur awal air pendingin.
4. Temperatur akhir air pendingin.
5. Laju alir massa (m).

3.5.1. Tahapan Pengujian

1. Persiapkan alat-alat yang akan digunakan dalam pengujian.
2. Masukkan air kedalam tabung kondensor melalui selang dari kran dan catat waktunya.
3. Ukur temperatur air yang masuk ke kondensor dengan menggunakan thermocouple.
4. Ukur temperatur air yang keluar dari kondensor dengan menggunakan thermocouple.
5. Pengambilan data setiap 10 menit sekali.
6. Maka pengujian selesai.
7. Buang air yang ada didalam kondensor.
8. Bereskan kembali semua peralatan, proses pengujian selesai.

3.5.2. Alat ukur pengujian

1. Thermocouple

Thermocouple merupakan alat ukur jenis sensor temperatur yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur temperatur melalui dua jenis logam konduktor yang digabung pada ujungnya. Termokopel digunakan untuk mengukur temperatur dalam asap yang masuk ke kondensor dan temperatur akhir air pendingin.

2. Stopwatch

Stopwatch merupakan alat ukur dengan besaran waktu yang dapat diaktifkan dan dinonaktifkan. Pada saat pengujian menggunakan *stopwatch* yang sudah tersedia didalam aplikasi *handphone*

- 3.6. Tahapan pembuatan pembuatan kondensor tipe spiral
1. Menyiapkan pipa tembaga berukuran diameter 10 mm dengan panjang 1,5 meter.
 2. Setelah pipa siap, dibentuk menjadi pipa spiral dengan menggunakan alat pengerol pipa manual, dengan diameter 150 mm.
 3. Siapkan pelat stainless steel yang akan dijadikan tabung kondensor serta tutup atas dan bawah tabung kondensor, tabung kondensor yang akan dibuat memiliki ukuran panjang tabung 380 mm dan diameter tabung 200 mm.
 4. Setelah siap, tandai pada bagian yang akan dipotong dengan menggunakan penggores baja. Hal ini dilakukan untuk memasukan pipa kondensor ke dalam tabung kondensor.
 5. Pemotongan stainless steel menggunakan mesin gerinda.
 6. stainless steel yang sudah disiapkan dibentuk menjadi tabung menggunakan alat pengerol plat manual, setelah dibentuk menjadi tabung kemudian las bagian sampingnya menggunakan mesin las.
 7. Kemudian buat tutup atas dan bawah tabung kondensor, tutup atas dan bawah kondensor ukurannya disesuaikan dengan tabung kondensor.
 8. Masukkan pipa spiral yang telah dibuat sebelumnya kedalam tabung kondensor.
 9. Setelah pipa dimasukan kedalam tabung tutup bagian atas, bawah tabung kondensor kemudian las keliling bagian tutup tabung kondensornya.
 10. Selanjutnya pembuatan dua lubang yang digunakan sebagai sirkulasi air masuk dan air keluar dengan menggunakan bor tangan.
 11. Dan buat juga lubang kecil pada pipa kondensor. Hal ini dilakukan untuk pemasangan termokapel untuk mengukur temperatur kondensor.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. 4.1. Hasil Pembuatan

Hasil pembuatan alat penyuling limbah plastik menjadi bahan bakar minyak berkapasitas 3 kg berdasarkan desain seperti yang terlihat pada gambar 4.1.

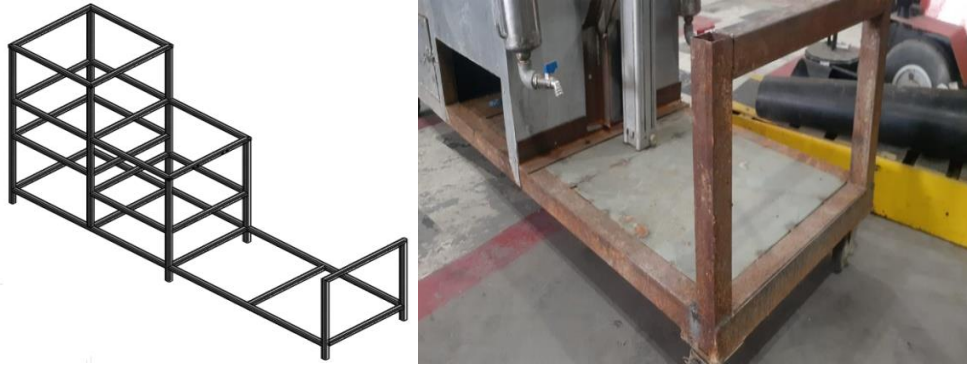


Gambar 4.1 Hasil Pembuatan Alat Pirolisis Sampah Plastik

Dalam pembuatan alat pirolisis sampah plastik berkapasitas 3 kg dibutuhkan beberapa hal, yaitu :

4.1.1. Hasil Pembuatan Rangka

Proses pembuatan rangka utama alat pirolisis sampah plastik berdasarkan desain dilakukan dengan cara pemilihan material rangka yang menggunakan baja hollow dengan ukuran 30 x 30 mm. Metode penyambungan rangka dilakukan menggunakan metode pengelasan SMAW menggunakan elektroda $\text{Ø}2,6$ mm dengan besar arus las 75 ampere dengan pengelasan yang dilakukan pada setiap sudut dan sambungan rangka seperti yang terlihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Hasil Pembuatan Rangka

4.1.2. Hasil Pembuatan Kondensor pipa spiral

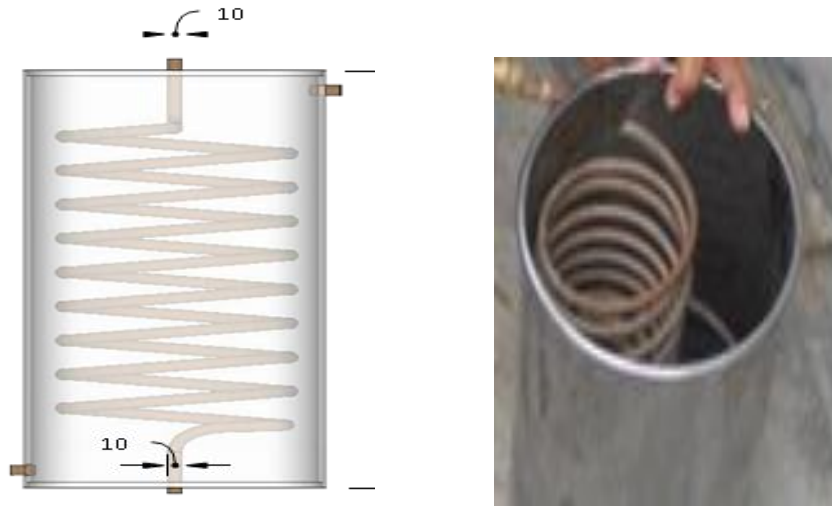
Pembuatan kondensor pada alat pirolisis sampah plastik berdasarkan perancangan yang telah dibuat. Kondensor yang dibuat sebagai alat pengalir minyak dan gas hasil pembakaran pada tabung reaktor dengan tipe penukar kalor arah berlawanan.

a. Pembuatan pipa spiral

Pipa spiral kondensor yang dibuat menggunakan material pipa tembaga dengan panjang pipa berukuran 1,5 m dan diameter 10 mm dengan ketebalan pipa 0,6 mm dan jumlah lilitan sebanyak 8 lilitan, diameter lilitan pipa 150 mm dan panjang pipa setelah dibentuk spiral 380 mm seperti yang terlihat pada gambar 4.3.

b. Pembuatan tabung kondensor

Tabung kondensor yang dibuat menggunakan material stainless steel. Tabung kondensor yang akan dibuat memiliki ukuran panjang tabung 380 mm dan diameter tabung 200 mm seperti yang terlihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Hasil Pembuatan Kondensor

4.1.3. Pembuatan Tabung Penyimpan Bahan Bakar

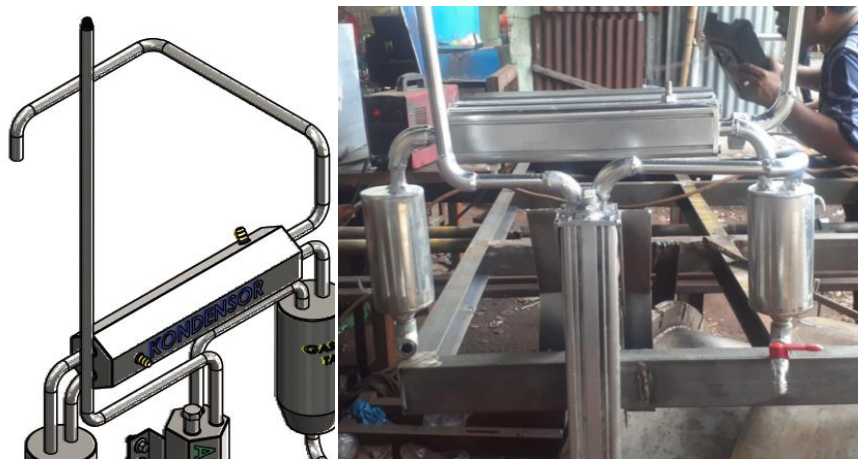
Pembuatan tabung penyimpanan bahan bakar hasil pembakaran sampah plastik pada reaktor dibuat berdasarkan perancangan dan perhitungan laju aliran minyak dalam pipa. Tabung penyimpanan bahan bakar dibuat menggunakan material plat stainless steel dengan ketebalan plat 1 mm berbentuk silinder dengan metode penyambungan menggunakan las, tabung penyimpanan bahan bakar di buat dengan 2 fungsi yaitu menyimpan bensin dan solar hasil pembakaran minyak mentah (*crude oil*) berdasarkan suhu dari masing-masing pembakaran untuk mendapatkan bensin pembakaran dilakukan pada suhu 50 - 85°C dan untuk mendapatkan solar pembakaran dilakukan pada suhu 105 - 135 °C, bensin akan di tampung pada tabung pertama berwarna kuning dan solar akan di tampung pada tabung kedua berwarna cokelat. Adapun bentuk dari hasil pembuatan tabung penyimpanan bahan bakar hasil pirolisis seperti yang terlihat pada gambar 4.4



Gambar 4.4 Hasil Pembuatan Tabung Penyimpan Bahan Bakar

4.1.4. Hasil Pembuatan Jalur Pipa

Pembuatan jalur pipa menggunakan pipa stainless steel berdiameter 0,5 *inchi* dan ketebalan pipa 2 mm dengan sistem kerja saat pembakaran didalam tabung reaktor 1, uap panas akan mengalir melalui pipa menuju kondensor untuk merubah uap menjadi cair sehingga menjadi minyak mentah (*crude oil*) yang akan di tampung pada reaktor 2, adapun hasil pembuatan jalur pipa seperti yang terlihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Hasil Pembuatan Jalur Pipa

4.1.5. Hasil Pembuatan Tabung Reaktor

Tabung reaktor dibuat menggunakan material plat *stainless steel* AISI 304 dengan ketebalan 3 mm, tabung reaktor berfungsi sebagai tabung utama dalam pembakaran sampah plastik dengan suhu 370°C. Tabung ini juga dilengkapi dengan thermometer bimetal dengan pengukuran maksimal hingga 500°C. Plat *stainless steel* dipilih karena mampu menahan temperatur pemanasan yang tinggi, pembuatan tabung ini menggunakan 2 metode yaitu, metode roll guna membuat lengkungan pada plat *stainless steel* dan metode pengelasan guna menyambung plat *stainless steel* seperti yang terlihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 hasil Pembuatan Tabung Reaktor

4.1.6. Hasil Pembuatan Tabung Anti *Fire Back*

Komponen ini dibuat menggunakan plat *stainless steel* dengan bentuk persegi panjang dengan ukuran panjang 280 mm, lebar 70 mm dan ketebalan 2 mm, komponen ini dibuat untuk menyaring gas metane yang dihasilkan oleh pembakaran sampah plastik yang terjadi pada reaktor 1, bentuk komponen ini seperti yang terlihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Hasil Pembuatan Tabung Anti *Fire Back*

4.2. Pembahasan

Pembuatan komponen dan bagian kondensor pipa spiral horizontal alat penyuling limbah plastic menjadi bahan bakar minyak berkapasitas 3kg dilakukan dengan beberapa tahap yaitu :

4.2.1. Proses pembuatan pipa spiral

Proses pembuatan pipa spiral menggunakan alat pengerol pipa manual dengan cara memasukan pipa ke alat pengeroll pipa manual lalu dilakukan pengerollan secara manual hingga pipa membentuk spiral dengan 8 - 10 lilitan seperti yang terlihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8. pipa spiral

4.2.2. Pemotongan Plat tabung kondensor

Proses pemotongan plat yang akan digunakan sebagai tabung kondensor dengan ukuran panjang tabung 380 mm dan diameter 200 mm proses pemotongan plat seperti yang terlihat pada gambar 4.9.



Gambar 4.9. Pemotongan Plat Untuk Tabung kondensor

4.2.3. Pengerollan Plat tabung kondensor

Proses pembuatan tabung kondensor menggunakan alat *roll* manual dengan cara memasukkan plat pada mesin *roll*, lalu dilakukan pengerolan secara manual hingga plat membentuk silinder kemudian di las menggunakan mesin las seperti yang terlihat pada gambar 4.10.



Gambar 4.10. Pembentuk tabung kondensor Menggunakan Mesin *Roll* manual

4.2.4. Proses pengelasan tabung kondensor

Proses pengelasan tabung kondensor berfungsi sebagai alat untuk pengaliran minyak ke kondensor setelah di panaskan di tabung reaktor kecil dengan menggunakan, seperti yang terlihat paada gambar 4.11.



Gambar 4.11. Proses Pengelasan Tabung Kondensor

4.2.5. Proses pengelasan jalur pipa

Proses pengelasan pipa penghubung dari reactor menuju kondensor berfungsi sebagai alat penyalur sirkulasi uap atau miyarak hasil pembakaran pada tabung reaktor, proses pengelasan pipa seperti yang terlihat pada gambar 4.12.



Gambar 4.12. Proses pengelasan pipa penghubung

4.2.6. Pembengkokan pipa

Proses pembengkokan pipa ini berfungsi untuk pipa penghubung antara tabung reaktor dan Kondensor seperti pada gambar 4.13.



Gambar 4.13. Proses Pembengkokan pipa Penghubung

4.2.7. Proses Pemasangan Pada Nipple In

Proses pemasangan pada nipple in berfungsi sebagai alat untuk mengalir nya air yang masuk didalam kondensor sebagai media pendingin seperti gambar 4.14.



Gambar 4.14. proses pemasangan nipple in

4.2.8. Proses Pemasangan Pada Nipple Ex

Proses pemasangan pada nipple ex berfungsi sebagai alat untuk mengalir nya air yang masuk dari nipple in menuju nipple ex sebagai media pendingin di kondensor seperti gambar 4.15.



Gambar 4.15. pemasangan nipple ex pada kondenso

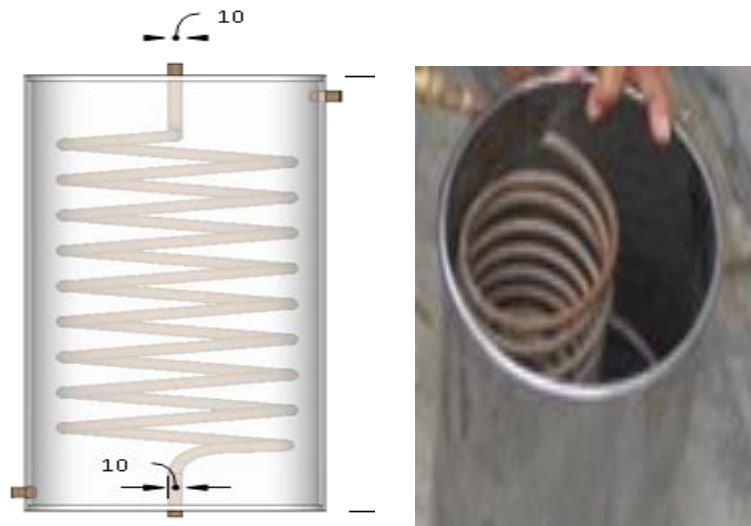
BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Pada kesimpulan pembuatan kondensor spiral alat penyuling limbah plastic jadi bahan bakar minyak 3 kg ini dapat beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Pembuatan kondensor spiral ini terdapat beberapa proses permesinan yaitu : pemotongan, pengerolan, pengelasan, dan pengeboran.
2. Pembuatan kondensor pada alat pirolisis sampah plastik berdasarkan perancangan yang telah dibuat. Kondensor yang dibuat sebagai alat pengalir minyak dan gas hasil pembakaran pada tabung reaktor dengan tipe penukar kalor arah berlawanan. Pipa spiral kondensor yang dibuat menggunakan material pipa tembaga dengan panjang pipa berukuran 1,5 m dan diameter 10 mm dengan ketebalan pipa 0,6 mm dan jumlah lilitan sebanyak 8 lilitan, diameter lilitan pipa 150 mm dan panjang pipa setelah dibentuk spiral 380 mm. Tabung kondensor yang dibuat menggunakan material stainless steel, Tabung kondensor yang akan dibuat memiliki ukuran panjang tabung 380 mm dan diameter tabung 200 mm.



Gambar. Hasil pembuatan kondensor

3. Telah dilakukan perbandingan antara kondensor pipa spiral dengan kondensor pipa bersirip dan hasil yang diperoleh adalah kondensor pipa spiral lebih mudah dibentuk dan mamiliki nilai efisiensi perpindahan panas yang lebih baik dari kondensor pipa bersirip.

4. Temperature media pendingin menggunakan temperature air.

5.2. Saran

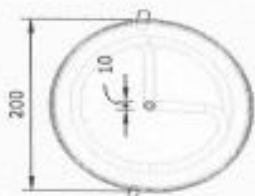
Adapun beberapa saran yang perlu disampaikan oleh penulis, yaitu :

1. Pada pembuatan kondensor ini proses pengelassannya harus rapih dan hati – hati, agar tidak terjadi hal-hal yang tidak diinginkan.
2. Pastikan selalu teliti pada saat melakukan pembuatan kondensor spiral
3. Saat melakukan pengerjaan utamakan selalu kesehatan dan keselamatan kerja.

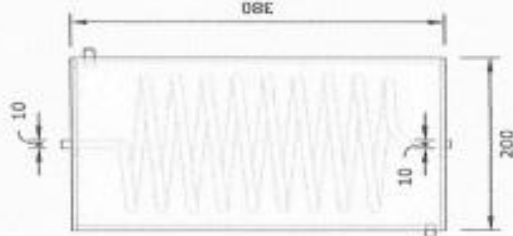
DAFTAR PUSTAKA

- Surono, U. B. 2013. Berbagai metode konversi sampah plastik menjadi bahan bakar minyak. *Jurnal Teknik*, 3(1), 32-40.
- Kumar, S., Panda, A. K., & Singh, R. K. (2011). A review on tertiary recycling of high-density polyethylene to fuel. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(11), 893-910.
- S. Haryadi, "Pengaruh Arah Aliran Air Pendingin Pada Kondensor Terhadap Hasil Pengembunan Proses Pirolisis Limbah Plastik," Fak. Tek. Univ. Negeri Semarang, p. 92, 2015.
- Nugraha, M.F., Wahyudi, A., dan Gunardi, I., (2013). Pembuatan Fuel dari Liquid Hasil Pirolisis Plastik Polipropilen Melalui Proses Reforming Dengan Katalis NiO/ γ -Al₂O₃. *Jurnal Teknik Pomits Vol. 2, No. 2, (2013) Issn: 2337-3539 (2301- 9271 Print)*.
- Wasesa, R.S., Hilal, N., dan Triyantoro, B., (2016). Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Dengan Alat Pengolahan Sampah Plastik Fixed-Bed Reaktor Dua Kondensor Tahun 2016. *Jurnal Keslingmas Vol. 35 Hal. 152-277*.
- Yunus A Cengel., Michael A Boles, 2003. *Thermodynamics And Engineering Approach*. New York: Edisi ke Lima. Penerbit Mc Grow Hill.
- D. Setiawan and D. Irawan, "Analisa Pipa Alur Spiral Pada Alat Penyuling Bioetanol," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 1, no. 2, pp. 42445–42454, 2012, doi: 10.24127/trb.v1i2.654.
- A. Arwizet, "Mesin Destilasi Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak Menggunakan Kondensor Bertingkat Dan Pendingin Kompresi Uap," *INVOTEK J. Inov. Vokasional dan Teknol.*, vol. 17, no. 2, pp. 75–88, 2017, doi: 10.24036/invotek.v17i2.34.
- Mafruddin, M., Dharma, U. S., & Nuryanto, A. (2017). Pengaruh Geometri Pipa Kondensor Terhadap Perpindahan Panas Pada Destilasi Minyak Plastik. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 6(2), 193-197.
- Batutah, M., Arifin, D., Poniman, P., & Solikin, S. (2021). Perancangan Spiral Kondensor untuk Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak dengan Proses Pirolisis. *Reka Buana*, 6(2), 174-183.

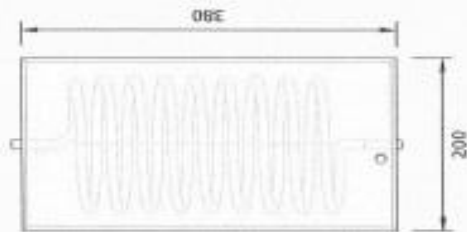
- Holman, P. Jack, 1997. Perpindahan Kalor. Jakarta: Edisi ke Enam. Penerbit Erlangga.
- Ramdan, Sugie Taofik, 2012. Pembuatan dan Pengujian Reaktor Pirolisa Pada Alat Penghasil Asap Cair dengan Bahan Baku Tempurung Kelapa. Jurusan Teknik Konversi Energi. Politeknik Negeri Bandung.
- Siti nuraziza 2018. Pembuatan dan pengujian kondensor tipe spiral untuk menghasilkan asap cair. Polieknik Negeri Bandung.



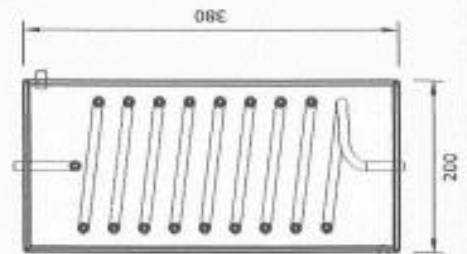
1.



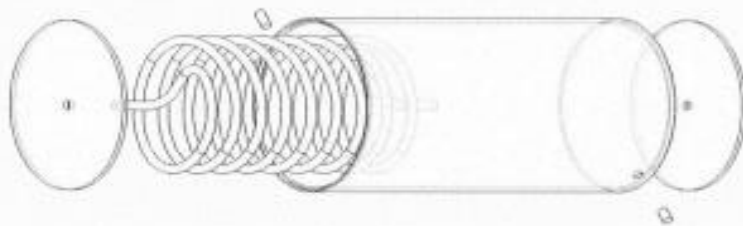
2.



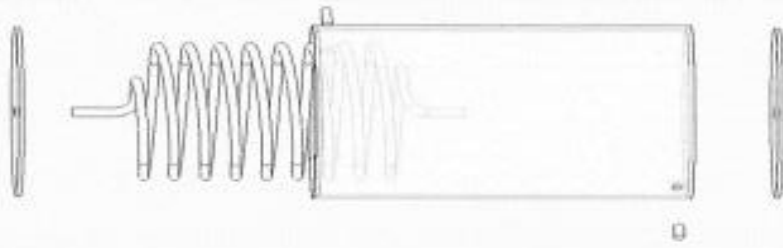
3.



4.

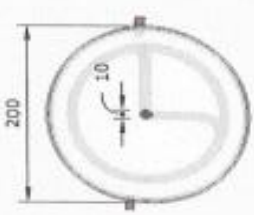


5.

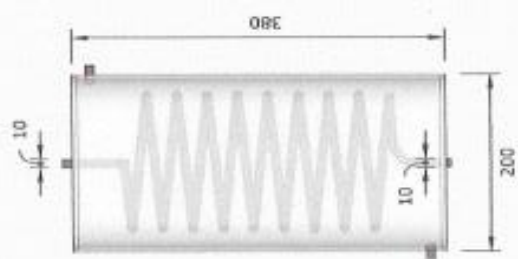


6.

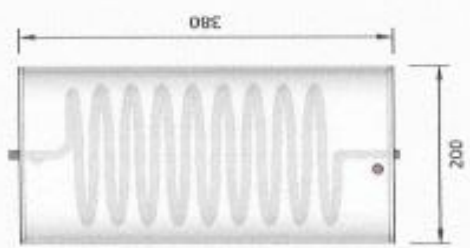
5	Pipa kondensor	Tembaga	1:5
4	Tabung kondensor	Stainless steel	1:5
3	Tampak depan kondensor	Stainless steel	1:5
2	Tampak samping kondensor	Stainless steel	1:5
1	Tampak atas kondensor	Stainless steel	1:5
No.			
	NAMA	SARAN	ESKA
	Skala :	digambar : Gogo priatama	
	Satuan ukuran :	NPM : 1907230143	
	tanggal :	Dipenlisa : H. Muhanif M. ST.	
		M.SC	
	UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA	KONDENSOR PIPA SPIRAL	



1.



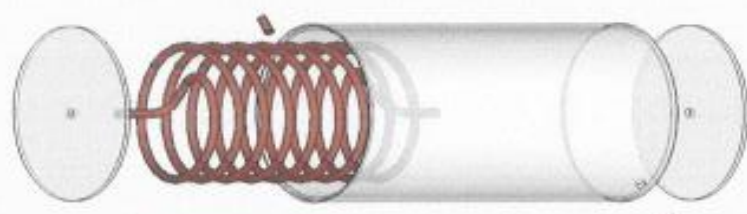
2.



3.




4.



5.

6.

5	Pipa kondensor	Tembaga	1:5
4	Tabung kondensor	Stainless steel	1:5
3	Tampak depan kondensor	Stainless steel	1:5
2	Tampak samping kondensor	Stainless steel	1:5
1	Tampak atas kondensor	Stainless steel	1:5
NA	NAMA	BAHAN	SKALA
		digambar : Gogo priatama NPM : 1807230143 Diperiksa : H. Muhamrif M. ST. M.SC	
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA		KONDENSOR PIPA SPIRAL	
		keterangan :	

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

PEMBUATAN KONDENSOR PIPA SPIRAL HORIZONTAL ALAT PENYULING LIMBAH PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR MINYAK BERKAPASITAS 3KG.

Nama : GOGO PRIATAMA

NPM : 1807230143

Dosen Pembimbing : H. MUHARNIF M, ST.,M.Sc.

NO	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	11/8-23	lengkapi pengerjaan Pembuatan kondensor	f
2.	23/9-23	Acc sempro	f
3.	4/10-23	Perbaikan bab 5	f
4.	1/11-23	Tambahan desain gambar	f
5.	17/11-24	Acc seminar hasil	f
6.	24/11-24	Acc sidang	f



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya
Bila mengubah surat ini agar diartikan
sementara dan langgarnya

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 1913/SK/BAN-PT/Ak.KP/PT/XV/2022
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
<https://fatek.umsu.ac.id> fatek@umsu.ac.id [umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor :1195/3AU/UMSU-07/F/2023

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin pada Tanggal 22 November 2023 dengan ini Menetapkan :

Nama : GOGO PRATAMA
NPM : 1807230143
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : V111 (DELAPAN)
Judul Tugas Akhir : PEMBUATAN KONDENSOR PIPA SPIRAL HORIZONTAL .
ALAT PENYULING LIMBAH PLASTIK MENJADI BAHAN
BAKAR MINYAK BERKAPASITAS 3 KG .

Dosen Pembimbing : H. MUHARNIF ST.M.Sc.

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik MESIN
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.
Medan, 09 Jum Awal 1445 H
23 November 2023 M

Dekan



Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202



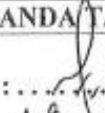
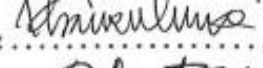
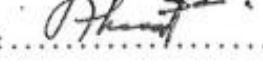

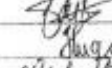
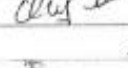



**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2023 – 2024**

Peserta seminar

Nama : Gogo Priatama

NPM : 1807230143

Judul Tugas Akhir : Pembuatan Kondensor Pipa Spiral Horizontal Alat Penyulingan Limbah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak Berkapasitas 3 Kg

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN	
Pembimbing – I : H. Muharnif, ST, M.Sc		:..... 	
Pembanding – I : Khairul Umurani, ST, MT		:..... 	
Pembanding – II : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT		:..... 	
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1807230073	M. Dimas Aditya Nugraho	
2	1807230117	IRFANSYAH	
3	2107230167	M. Fiqri Haqal Lubis	
4	2007230142	HARUY ARYANTO	
5	2007230027	Muhammad Fauzari	
6	2007220004	MUHAMMAD FAUZI	
7			
8			
9			
10			

Medan, 23 Ramadhan 1445 H
02 April 2024 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chaira A. Singa, ST, MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Gogo Priatama
NPM : 1807230143
Judul Tugas Akhir : Pembuatan Kondensor Pipa Spiral Horizontal Alat Penyulingan Limbah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak Berkapasitas 3 Kg

Dosen Pembanding – I : Khairul Umurani, ST, MT
Dosen Pembanding – II : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : H. Muharnif, ST, M.Sc

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
- ② Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
perbaiki :
- Sesuaikan format dengan
kesimpulan
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....
.....

Medan 23 Ramadhan 1445 H
02 April 2024 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- II



Chandra A Siregar, ST, MT



Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT

RIWAYAT HIDUP



Nama : Gogo Priatama
NPM : 1807230143
Tempat/Tanggal lahir : Medan, 22 September 2000
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Alamat : JL. Kawat 7 No.41F LK.IX
Kelurahan/Desa : Tanjung mulia hilir
Kecamatan : Medan deli
Kabupaten/kota : Kota medan
Provinsi : Sumatera Utara
Kode Pos : 20241
No.HP/WA : 081396827906
Email : gogopriatama@gmail.com
Nama orang tua
Ayah : Nurlian
Ibu : Nurintan

PENDIDIKAN FORMAL

2006-2012 : SD Budi Mulia
2012-2015 : SMP Negeri 24 Medan
2015-2018 : SMK Al-fattah Medan
2018-2024 : Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin fakultas
Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

