

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN ALAT PIROLISIS SAMPAH PLASTIK MENJADI MINYAK DENGAN REAKTOR GANDA

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

Disusun Oleh:

MUHAMMAD NUR ADE HARTO
1407230071



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

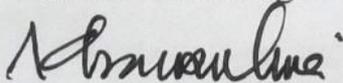
Nama : Muhammad Nur Ade Harto
NPM : 1407230071
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Perancangan Alat Pirolisis Sampah Plastik Menjadi Minyak
Dengan Reaktor Ganda
Bidang ilmu : Manufaktur

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, 29 September 2021

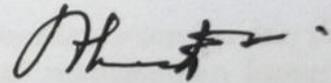
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I



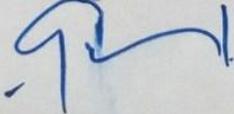
Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Pembimbing II



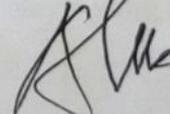
Ahmad Marabdi S.T., M.T

Dosen pembanding I



Chandra A Putra Siregar, S.T., M.T

Dosen Pembanding II



Sudirman Lubis, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin

Ketua,



Chandra A Putra Siregar, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Muhammad Nur Ade Harto
Tempat /Tanggal Lahir : Sei Bamban /09 januari 1994
NPM : 1407230071
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Perancangan Alat Pirolisis Sampah Plastik Menjadi Minyak Dengan Reaktor Ganda “

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 Tugas Akhir saya secara orisinil 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, Oktober 2021

Saya yang menyatakan,



Muhammad Nur Ade Harto

ABSTRAK

Meningkatnya jumlah polutan sampah plastik yang berbanding lurus dengan tidak seimbangnya antara jumlah produksi dengan daur ulang menjadi ancaman serius untuk lingkungan. Pirolisis plastik memiliki potensi untuk mengkonversi segala jenis limbah plastik menjadi bahan bakar kimia dengan proses yang relatif sederhana. Pirolisis merupakan dekomposisi termokimia melalui proses pemanasan tanpa atau sedikit oksigen atau pereaksi kimia lainnya, di mana material mentah akan mengalami pemecahan struktur kimia menjadi fase gas di dalam sebuah reaktor. Fokus spesifikasi desain akan menggunakan reaktor ganda dan dua buah kondensor dengan destilator tunggal, bahan bakar kimia akan di pisahkan berdasarkan berat jenisnya terhadap air dan bahan pirolisis menggunakan plastik jenis HDPE (high density polyethelene), dari seluruh desain akan di uji simulasi thermal, analisa pemuaian reaktor dengan aplikasi simulasi peraga SolidWorks.

Kata kunci: reaktor, kondensor, destilator, uji simulasi.

ABSTRACT

The increasing number of plastic waste pollution which is directly proportional to the imbalance between the amount of production with recycling becomes serious threat to the environment. Plastic pyrolysis has the potential to convert all type of plastic waste into chemical fuels with relative simple process. Pyrolysis is a thermochemical decomposition through a process of heating without or little oxygen or other chemical reagents, which the raw material will undergo chemical structure breakdown into a gas phase in reactor. The focus of the design specification will be to use double reactor and two condenser with a single chemical fuel distillator to be separated on their specific gravity to water and pyrolysis material using HDPE (high density polyethylene) plastic type, from all designs, there will be Thermal and expansion test with SolidWorks simulation application.

Keywords : condenser , distillator , reactor , simulation test.

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 “Perancangan Alat Pirolisis Sampah Plastik Menjadi Minyak Dengan Reaktor Ganda” 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 terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Khairul Ummurani ST .MT selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ahmad Marabdi ST . MT selaku Dosen Pimbimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Chandra Amirsyah Putra Siregar ST.,MT, selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Sudirman Lubis ST.,MT Selaku Dosen Pembanding II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Rahmatullah ST, MSc 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 ketekniksipilan kepada penulis.
7. Orang tua penulis: Sudarianto dan Tutik , 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: Riyanro Situmorang, Fahrizal ,Rendi Setiawan , dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil/Mesin/Elektro.

Medan, Oktober 2021



Muhammad Nur Ade Harto

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Ruang Lingkup	5
1.4. Tujuan	6
1.5. Manfaat	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Kajian Perancangan	7
2.2. Landasan Teori	
2.2.1. Bahan Plastik	7
2.2.2. Sifat Fisik Plastik	9
2.2.3. Kinerja dan Penggunaannya	10
2.2.4. Kandungan Berdasarkan Jumlah Rantai Karbonnya	11
2.2.5. Berdasarkan Sumbernya	11
2.2.6. Permasalahan lingkungan	12
2.2.7. Sifat thermal bahan plastik	14
2.3. Pirolisis	15
2.2.1 Produk Pirolisis	17
2.2.2 Sifat Asap Cair	17
2.2.3 Sifat Kimia	19
2.4. Destilasi.	20
2.5. Kajian Perancangan	20
2.5.1. Penggunaan Bahan	20
2.5.1.1. Reaktor	20
2.5.1.2. Pemipaan	25
2.5.1.3. Filter	26
2.5.1.4. Kondensor	26
2.6. Analisis Kerja	26
2.6.1. Berat dan Kapasitas Desain	26
2.6.2. Analisa Pemuaian Pada Reaktor	26
2.6.3. Rambat Panas Pada Reaktor	26

BAB 3	METODOLOGI	27
3.1	Tempat dan Waktu	27
3.2	Bahan dan Alat	27
3.3	Variabel perancangan	30
3.4	Langkah Perancangan	30
3.5	Bagan Alir Rencana Perancangan	31
3.6	Teknik Analisa Data	32
3.7	Konsep Rancangan Alat pirolisis	32
3.8	Langkah Desain Gambar	34
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1	Umum	35
4.2	Berat dan Kapasitas Desain	35
4.3	Mensimulasikan Keamanan Reaktor	38
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1.	Kesimpulan	41
5.2.	Saran	42

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

LEMBAR ASISTENSI

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan zaman dalam penggunaan energi dari minyak bumi semakin meningkat. Mayoritas energi tersebut dipenuhi dari sumber daya berbasis fosil. Minyak bumi sebagai sumber tersebut selama ini diolah untuk energi (42%), bahan bakar transportasi (45%), produksi plastik (4%), bahan baku industri petrokimia (4%), dan lain-lain (5%), di sisi lain sumber daya ini termasuk sumber daya tidak terbarukan yang cadangannya saat ini semakin menipis. Dalam kehidupan sekarang ini pandemi memaksa kita untuk tetap berada di rumah. Hampir semua aktivitas dilakukan secara daring, termasuk bekerja, bersekolah, bahkan membeli kebutuhan sehari-hari. Hal ini membuat belanja online meningkat. Data yang dihimpun oleh Indonesian E-commerce Association (idEA) dan We Are Social 2020 menunjukkan bahwa belanja daring bertambah 25-30 persen. Sedangkan hasil studi Pusat Penelitian Oseanografi dan Pusat Penelitian Kependudukan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) pada 20 April–5 Mei 2020 mencatat bahwa belanja online mayoritas warga Jabodetabek cenderung meningkat, dari 1-5 kali menjadi 1-10 kali per bulan.

Sayangnya, dari hasil penelitian LIPI tersebut, sebanyak 96 persen dari paket yang diterima dibungkus dengan bahan plastik, terutama selotip, bungkus plastik dan bubble wrap. Hal ini menyebabkan sampah plastik dan beban tempat pembuangan akhir bertambah selama pandemi. Padahal, plastik memiliki andil

besar terhadap pemanasan global. Sejak proses produksi hingga menjadi tahap pembuangan dan pengelolaannya, plastik menghasilkan banyak gas rumah kaca ke atmosfer.

Berdasarkan data yang diperoleh dari ton di antaranya merupakan sampah plastik yang dibuang ke laut Asosiasi Industri Plastik Indonesia (INAPLAS) dan Badan Pusat Statistik (BPS), terdapat fakta mengejutkan bahwa Indonesia menjadi penyumbang sampah plastik terbesar kedua di dunia. Sampah plastik di Indonesia mencapai 64 juta ton / tahun dimana 3,2 juta diantaranya merupakan sampah plastik yang dibuang ke laut. Menurut sumber yang sama, kantong plastik yang dibuang ke lingkungan sebanyak 10 miliar lembar per tahun atau sebanyak 85.000 ton kantong plastik. Menurut Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, Susi Pudjiastuti, sampah plastik yang masuk ke laut dapat terurai menjadi partikel-partikel kecil yang disebut microplastics dengan ukuran 0,3-5 milimeter. Hewan laut seringkali mengonsumsi microplastics ini (Puspita, 2018)

Setelah tidak lagi dipakai, plastik kemudian dibuang. Dibutuhkan waktu sampai 400 tahun agar plastik bisa terurai dengan sendirinya karena bakteri tidak mampu mengurai zat tersebut. Lantaran membutuhkan waktu yang sangat lama inilah, plastik biasanya dimusnahkan dengan cara dibakar di tempat pembuangan akhir (TPA). Padahal, metode ini lagi-lagi menambah emisi gas rumah kaca ke atmosfer.

Diperkirakan ada 500 juta sampai 1 miliar kantong plastik yang digunakan oleh penduduk dunia dalam satu tahun atau sekitar 1 juta kantong plastik per menit. Untuk memenuhi ini, diperlukan sekitar 12 juta barel bahan baku minyak

per tahun yang diproses dengan cara pembakaran. Metode pembakaran inilah yang menghasilkan gas rumah kaca.

The World Economic Forum memprediksi pada 2050 jumlah sampah plastik di lautan akan lebih banyak dibandingkan ikan. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) mencatat 80% sampah yang ada di lautan berasal dari daratan, termasuk plastik. Banyak hewan laut mengira bahwa sampah plastik yang terombang-ambing di lautan adalah makanan mereka. Sehingga banyak hewan, termasuk penyu dan paus mati karena memakan sampah plastik tersebut. Ikan-ikan kecil pun mengira bahwa mikroplastik-mikropasltik adalah makanan mereka. Makhluk hidup laut lain juga terkena dampak sampah plastik itu. Banyak yang terperangkap dan tercekik oleh plastik

Pengolahan daur ulang sampah plastik berkelanjutan merupakan solusi satu satunya dalam mengurangi dampak pencemaran lingkungan akibat sampah plastik , namun ada beberapa jenis sampah plastik yang tidak dapat di bentuk ulang karena sifat dan keadaannya (plastik kotor dan plastik thermoset), jika di daur ulang plastik tersebut akan mengalami penurunan kualitas hingga kurang menghasilkan profit yang baik .

Perlu adanya alternatif proses daur ulang yang lebih menjanjikan dan berprospek ke depan. Salah satunya mengonversi sampah plastik menjadi minyak. Hal ini bisa dilakukan karena pada dasarnya plastik berasal dari minyak bumi, sehingga tinggal dikembalikan ke bentuk semula. Selain itu plastik juga mempunyai nilai kalor cukup tinggi, setara dengan bahan bakar fosil seperti bensin dan solar . Beberapa penelitian seputar konversi sampah plastik menjadi produk cair berkualitas bahan bakar telah dilakukan dan menunjukkan hasil yang

cukup prospektif untuk dikembangkan . Namun pada umumnya desain alat pirolisis sederhana yang telah di buat sebelumnya menghasilkan bahan bakar minyak yang gelap dan pekat ,sebenarnya hal tersebut dapat di atasi dengan proses destilasi dan penyaringan namun prosesnya akan memperumit kerja , memakan biaya produksi tinggi dan konstruksi non portable . Maka dari pada itu penulis merasa perlunya mendesain alat konversi sampah plastik menjadi minyak yang cara kerjanya sederhana dan dapat menghasilkan minyak lebih bersih tanpa mengorbankan kompabilitas guna dapat mencakup lingkungan rumah tangga dan tempat yang tidak menunjang skala industri besar.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dapat di buat beberapa rumusan masalah . Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana proses perancangan alat pirolisis sampah plastik ?
2. Bagaimanakah cara mendesain alat pirolisis sampah plastik ?
3. Bagaimanakah cara mensimulasikan desain alat pirolisis sampah plastik?

1.3 Ruang lingkup

Penulisan laporan ini akan berfokus pada hal- hal sebagai berikut :

1. Melakukan perancangan alat pirolisis sampah plastik dengan dua buah reaktor dengan menggunakan aplikasi solidworks
2. Melakukan *heat transfer analysis* dan *yield strenght analysis* dengan aplikasi *Solidworks*
3. Mengambil kesimpulan dari desain yang telah di hasilkan

1.4 Tujuan

Tujuan yang akan menjadi titik fokus utama dalam penulisan skripsi ini adalah :

1. Mendesain alat pirolisis sampah plastik dengan reaktor ganda dengan kapasitas minimum 3 kg dan maksimum 11 kg
2. Membuat simulasi thermal alat pirolisis sampah plastik dengan aplikasi *Solidworks*.
3. Menganalisa titik stres komponen pada reaktor dengan aplikasi *Solidworks*.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang di harapkan setelah melakukan perancangan alat pirolisis sampah plastik adalah sebagai berikut:

1. Mahasiswa dapat memahami dan mengetahui prinsip kerja alat pirolisis sampah plastik
2. Mahasiswa mampu merancang alat pirolisis sampah plastik dengan baik
3. Mahasiswa dapat mempergunakan hasil perancangan sebagai sumber pembelajaran
4. Mahasiswa mampu mendesain alat pirolisis dengan baik untuk dapat di implementasikan ke dalam sebuah purwa rupa digital

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Perancangan

Untuk mendukung analisis pada skripsi ini , berikut di kemukakan hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan pirolisis sampah plastik. Mahendra Aji Wicaksono¹, Arijanto² Mahasiswa Program Studi S-1 Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro . Pengolahan Sampah Plastik Jenis PET (Polyethilene Perephthalathe)Menggunakan Metode Pirolisis Menjadi Bahan Alternatif. Judhid Adi Mursito, I Gusti Ketut Sukadana, I Gusti Ngurah Putu Tenaya dengan judul Perancangan dan Pengujian Alat Destilasi Minyak Dari Limbah Sampah Plastik.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Bahan Plastik

Plastik merupakan bahan yang terbentuk dari produk polimerisasi sintetik atau semi-sintetik yang mempunyai sifat-sifat unik dan luar biasa. Polimer sendiri adalah adalah rantai berulang dari atom yang panjang, terbentuk dari pengikat yang berupa molekul identik yang disebut monomer. Jika monomernya sejenis disebut homopolimer, dan jika monomernya berbeda akan menghasilkan kopolimer. Proses polimerisasi yang menghasilkan polimer berantai lurus mempunyai tingkat polimerisasi yang rendah dan kerangka dasar yang mengikat antar atom karbon dan ikatan antar rantai lebih besar dari pada rantai hidrogen.

Bahan yang dihasilkan dengan tingkat polimerisasi rendah bersifat kaku dan keras (Flinn and Trojan, 1975).

Bila rantai tersebut di kelompokkan bersama-sama dalam suatu pola acak, menyerupai tumpukan jerami maka disebut amorp, jika teratur hampir sejajar disebut kristalin dengan sifat yang lebih keras dan tegar (Syarief et al. 1988). Bahan baku pembuatan plastik adalah minyak dan gas sebagai sumber alami. Dalam perkembangannya minyak dan gas ini mulai digantikan oleh bahan-bahan sintetis sehingga dapat diperoleh sifat-sifat plastik yang diinginkan dengan cara kopolimerisasi, laminasi, dan ekstruksi (Syarief et al 1989). Polimer alam yang telah kita kenal antara lain: selulosa, protein, karet alam dan sejenisnya.

Pada awal mula perkembangannya polimer alam hanya digunakan untuk membuat perkakas dan senjata, tetapi keadaan ini hanya bertahan hingga akhir abad 19 dan selanjutnya manusia mulai memodifikasi polimer menjadi plastik. Plastik yang pertama kali dibuat secara komersial adalah nitroselulosa. Material plastik ini telah berkembang pesat dan sekarang mempunyai peranan yang sangat penting dibidang elektronika, pertanian, tekstil, transportasi, furniture, konstruksi, kemasan kosmetik, mainan anak-anak dan produk-produk industri lainnya, pengembangan plastik berasal dari penggunaan material alami (seperti: permen karet, shellac) sampai ke material alami yang dimodifikasi secara kimia (seperti: karet alami, nitrocellulose) dan akhirnya ke molekul buatan manusia (seperti: epoxy, polyvinyl chloride, polyethylene). Istilah plastik mencakup produk polimerisasi sintetik atau semi-sintetik. Mereka terbentuk dari kondensasi organik atau penambahan polimer dan bisa juga terdiri dari zat lain guna

meningkatkan performa atau ekonomi .Ada beberapa polimer alami yang termasuk plastik. Plastik pada umumnya terdiri dari polimer karbon .

Untuk membuat barang-barang plastik agar mempunyai sifat-sifat seperti yang dikehendaki, maka dalam proses pembuatannya selain bahan baku utama diperlukan juga bahan tambahan atau aditif. Penggunaan bahan tambahan ini beraneka ragam tergantung pada bahan baku yang digunakan dan mutu produkyang akan dihasilkan. Berdasarkan fungsinya maka bahan tambahan atau bahan pembantu proses dapat dikelompokkan menjadi: bahan pelunak (plastiksizer), bahan penstabil (stabilizer), bahan pelumas (lubricant), bahan pengisi (filler), pewarna (colorant), antistatic agent, blowing agent, flame. Bahan aditif yang ditambahkan tersebut disebut komponen non-plastik yang berupa senyawa anorganik atau organik yang memiliki berat molekul rendah. Bahan aditif dapat berfungsi sebagai pewarna, antioksidan, penyerap sinar UV, anti lekat dan masih banyak lagi (Winarno, 1994).

2.2.2. Sifat Fisik Plastik

- *Termoplastik*. Merupakan jenis plastik yang bisa didaur-ulang/dicetak lagi dengan proses pemanasan ulang. Contoh: polietilen (PE), polistiren (PS), ABS, polikarbonat (PC)
- *Termoset*. Merupakan jenis plastik yang tidak bisa didaur-ulang/dicetak lagi. Pemanasan ulang akan menyebabkan kerusakan molekul-molekulnya. Contoh: resin epoksi, bakelit, resin melamin, urea-formaldehida

2.2.3. Kinerja dan Penggunaanya

a. Plastik komoditas

- sifat mekanik tidak terlalu bagus
- tidak tahan panas
- Contohnya: PE, PS, ABS, PMMA, SAN
- Aplikasi: barang-barang elektronik, pembungkus makanan, botol minuman

b. Plastik teknik

- Tahan panas, temperatur operasi di atas 100 °C
- Sifat mekanik bagus
- Contohnya: PA, POM, PC, PBT
- Aplikasi: komponen otomotif dan elektronik

c. Plastik teknik khusus

- Temperatur operasi di atas 150 °C
- Sifat mekanik sangat bagus (kekuatan tarik di atas 500 Kgf/cm²)
- Contohnya: PSF, PES, PAI, PAR
- Aplikasi: komponen pesawat

2.2.4 Kandungan Berdasarkan Jumlah Rantai Karbonnya

- 1 ~ 4 Gas (LPG, LNG)
- 5 ~ 11 Cair (bensin)
- 9 ~ 16 Cairan dengan viskositas rendah
- 16 ~ 25 Cairan dengan viskositas tinggi (oli, gemuk)
- 25 ~ 30 Padat (parafin, lilin)
- 1000 ~ 3000 Plastik (polistiren, polietilen, dll)

2.2.5 Berdasarkan Sumbernya

- a. Polimer alami: kayu, kulit binatang, kapas, karet alam, rambut
- b. Polimer sintetis:
 - Tidak terdapat secara alami: nylon, poliester, polipropilen, polistiren
 - Terdapat di alam tetapi dibuat oleh proses buatan: karet sintetis
 - Polimer alami yang dimodifikasi: *seluloid*, *cellophane* (bahan dasarnya dari selulosa tetapi telah mengalami modifikasi secara radikal sehingga kehilangan sifat-sifat kimia dan fisika asalnya)

2.2.6 Permasalahan lingkungan

Sebagaimana yang diketahui, plastik yang mulai digunakan sekitar 50 tahun yang silam, kini telah menjadi barang yang tidak terpisahkan dalam kehidupan manusia. Diperkirakan ada 500 juta sampai 1 milyar kantong plastik digunakan penduduk dunia dalam satu tahun. Ini berarti ada sekitar 1 juta kantong plastik per menit. Untuk membuatnya, diperlukan 12 juta barel minyak per tahun, dan 14 juta pohon ditebang.

Konsumsi berlebih terhadap plastik, pun mengakibatkan jumlah sampah plastik yang besar. Karena bukan berasal dari senyawa biologis, plastik memiliki sifat sulit terdegradasi (non-biodegradable). Plastik diperkirakan membutuhkan waktu 100 hingga 500 tahun hingga dapat terdekomposisi (terurai) dengan sempurna. Sampah kantong plastik dapat mencemari tanah, air, laut, bahkan udara.

Kantong plastik terbuat dari penyulingan gas dan minyak yang disebut ethylene. Minyak, gas dan batu bara mentah adalah sumber daya alam yang tak dapat diperbarui. Semakin banyak penggunaan plastik berarti semakin cepat menghabiskan sumber daya alam tersebut.

Fakta tentang bahan pembuat plastik, (umumnya polimer polivinil) terbuat dari polychlorinated biphenyl (PCB) yang mempunyai struktur mirip DDT. Serta kantong plastik yang sulit untuk diurai oleh tanah hingga membutuhkan waktu antara 100 hingga 500 tahun. Akan memberikan akibat antara lain;

- Tercemarnya tanah, air tanah dan makhluk bawah tanah.
- Racun-racun dari partikel plastik yang masuk ke dalam tanah akan membunuh hewan-hewan pengurai di dalam tanah seperti cacing.
- PCB yang tidak dapat terurai meskipun termakan oleh binatang maupun tanaman akan menjadi racun berantai sesuai urutan rantai makanan.
- Kantong plastik akan mengganggu jalur air yang teresap ke dalam tanah.
- Menurunkan kesuburan tanah karena plastik juga menghalangi sirkulasi udara di dalam tanah dan ruang gerak makhluk bawah tanah yang mampu meyuburkan tanah.
- Kantong plastik yang sukar diurai, mempunyai umur panjang, dan ringan akan mudah diterbangkan angin hingga ke laut sekalipun.
- Hewan-hewan dapat terjatuh dalam tumpukan plastik.
- Hewan-hewan laut seperti lumba-lumba, penyu laut, dan anjing laut menganggap kantong-kantong plastik tersebut makanan dan akhirnya mati karena tidak dapat mencernanya.
- Ketika hewan mati, kantong plastik yang berada di dalam tubuhnya tetap tidak akan hancur menjadi bangkai dan dapat meracuni hewan lainnya.
- Pembuangan sampah plastik sembarangan di sungai-sungai akan mengakibatkan pendangkalan sungai dan penyumbatan aliran sungai yang menyebabkan banjir.

Untuk menanggulangi sampah plastik beberapa pihak mencoba untuk membakarnya. Tetapi proses pembakaran yang kurang sempurna dan tidak mengurai partikel-partikel plastik dengan sempurna maka akan menjadi dioksin di udara. Bila manusia menghirup dioksin ini manusia akan rentan terhadap berbagai

penyakit di antaranya kanker, gangguan sistem syaraf, hepatitis, pembengkakan hati, dan gejala depresi.

2.2.7 Sifat thermal bahan plastik

Pengetahuan sifat thermal dari berbagai jenis plastik sangat penting dalam proses pembuatan dan daur ulang plastik. Sifat-sifat thermal yang penting adalah titik lebur (T_m), temperatur transisi (T_g) dan temperatur dekomposisi. Temperatur transisi adalah temperatur di mana plastik mengalami perengganan struktur sehingga terjadi perubahan dari kondisi kaku menjadi lebih fleksibel. Di atas titik lebur, plastik mengalami pembesaran volume sehingga molekul bergerak lebih bebas yang ditandai dengan peningkatan kelenturannya.

Temperatur lebur adalah temperatur di mana plastik mulai melunak dan berubah menjadi cair. Temperatur dekomposisi merupakan batasan dari proses pencairan. Jika suhu dinaikkan di atas temperatur lebur, plastik akan mudah mengalir dan struktur akan mengalami dekomposisi. Dekomposisi terjadi karena energi thermal melampaui energi yang mengikat rantai molekul. Secara umum polimer akan mengalami dekomposisi pada suhu di atas 1,5 kali dari temperatur transisinya. Data sifat termal yang penting pada proses daur ulang plastik bisa dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1 Data temperatur transisi dan temperatur lebur plastik (Parnigotan DS. Medan 2006.)

Jenis Bahan	T _m (°C)	T _g (°C)	Temperatur Proses Maks (°C)
PP	168	5	80
HDPE	134	-110	82
LDPE	330	-115	260
PA	260	50	100
PET	250	70	100
ABS	-	110	85
PS	-	90	70
PMMA	-	100	85
PC	-	150	246
PVC	-	90	71

2.3 Pirolisis

Pirolisis berasal dari kata Pyro (Fire/Api) dan Lyo (Loosening/Pelepasan) untuk dekomposisi termal dari suatu bahan organik. Pirolisis merupakan suatu bentuk penguraian bahan organik secara kimia melalui pemanasan tanpa atau sedikit oksigen atau reagen lainnya. Proses pirolisis atau devolatilisasi merupakan proses perengkahan plastik pada suhu tinggi dimulai pada temperature sekitar 230⁰C. Perengkahan plastik pada suhu tinggi adalah proses paling sederhana untuk daur ulang plastik. Pada senyawa yang berderajat polimerisasi tinggi, pirolisis merupakan reaksi depolimerisasi dan pada suhu tinggi mengikuti mekanisme radikal bebas. Reaksi ini melalui tiga tahap yaitu, tahap memulai, tahap perambatan dan tahap penghentian. Pada proses ini material polimer atau

plastik dipanaskan pada suhu tinggi. Proses pemanasan ini menyebabkan struktur makro molekul dari plastik terurai menjadi molekul yang lebih kecil dan hidrokarbon rantai pendek terbentuk. Produk yang dihasilkan berupa fraksi gas, residu padat dan fraksi cair yang mengandung parafin, olefin, naphthan, dan aromatis. Hasil proses pirolisis ini dipengaruhi oleh jenis dan karakteristik bahan baku yang digunakan ,waktu dan suhu proses . Proses pirolisis dikategorikan menjadi 4 tipe yaitu:

a. Pirolisis lambat (slow pyrolysis).

Pirolisis yang dilakukan pada pemanasan rata-rata lambat (5-7 K/menit).Pirolisis ini menghasilkan cairan yang sedikit sedangkan gas dan arang lebih banyak dihasilkan.

b. Pirolisis cepat (fast pyrolysis).

Pirolisis ini dilakukan pada lama pemanasan 0,5-2 detik, suhu 400-600 °C dan proses pemadaman yang cepat pada akhir proses. Pemadaman yang sangat cepat penting untuk memperoleh produk dengan berat molekul tinggi sebelum akhirnya terkonversi menjadi senyawa gas yang memiliki berat molekul rendah. Dengan cara ini dapat dihasilkan produk minyak pirolisis yang hingga 75 % lebih tinggi dibandingkan dengan pirolisis konvensional.

c. Pirolisis Kilat (flash pyrolysis).

Proses pirolisis ini berlangsung hanya beberapa detik saja dengan pemanasan yang sangat tinggi. Flash pyrolysis pada biomassa membutuhkan pemanasan yang cepat dan ukuran partikel yang kecil sekitar 105 – 250µm.

d. Pirolisis katalitik biomassa.

Pirolisis ini untuk membuktikan kualitas minyak yang dihasilkan. Minyak tersebut diperoleh dengan cara pirolisis katalitik biomassa tidak memerlukan teknik pra-pengolahan sampel yang mahal yang melibatkan kondensasi dan penguapan kembali.

2.2.1 Produk Pirolisis

Produk utama dari proses pirolisis adalah arang, gas atau produk minyak yang dapat digunakan sebagai feedstocks petrokimia, dan bahan karbon untuk berbagai aplikasi. Minyak dapat dipergunakan sebagai bahan bakar untuk menghasilkan energi listrik melalui mesin pembakaran dalam atau *internal combustion engine* seperti motor bensin maupun motor diesel. Char atau arang merupakan sisa pirolis yang dapat dipergunakan sebagai bahan bakar padat. Juga dapat dipergunakan sebagai bahan bakar pada proses pembakaran langsung melalui ataupun tanpa melalui proses densifikasi. Sedangkan syngas dapat menghasilkan energi listrik melalui turbin gas. Namun komposisi produk hasil pirolisis dapat berbeda berdasarkan jenis limbah yang digunakan

2.2.2 Sifat asap cair

a. Sifat fisis

Densitas atau massa jenis adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Massa jenis rata-rata suatu benda adalah total massa dibagi dengan total volumenya. Sebuah benda yang memiliki massa jenis yang lebih tinggi akan memiliki volume yang lebih rendah daripada benda bermassa sama yang memiliki massa jenis lebih rendah [1].

Satuan SI massa jenis adalah kg/m^3 . Massa jenis berfungsi untuk menentukan suatu zat karena setiap zat memiliki massa jenis yang berbeda. Suatu zat berapapun massanya dan berapapun volumenya akan memiliki massa jenis yang sama. Massa jenis berbagai fluida dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.2. Massa jenis fluida (Jurnal Teknik Mesin S-1, Vol. 5, No. 1, Tahun 2017)

No	Jenis Minyak	Massa Jenis (kg/L)
1.	Bensin	0.68
2.	Alkohol Alkil	0.79
3.	Air Laut	1.025
4.	Raksa	13.6
5.	Air (4°C)	1
6.	Darah	1.05
7.	Udara	1.29
8.	Minyak Tanah	0.78-0.81

b. Sifat Kimia

- Nilai kalor

Nilai kalor rendah (LHV, Lower Heating Value) adalah jumlah energi yang dilepaskan dalam proses pembakaran suatu bahan bakar dimana kalor laten dari uap air tidak di perhitungkan atau setelah terbakar temperatur gas pembakaran dibuat 150⁰C. Pada temperature ini air berada dalam kondisi fasa uap. Jika jumlah kalor laten uap air di perhitungkan atau setelah terbakar temperatur gas hasil pembakaran di buat 25⁰C maka akan diperoleh nilai kalor atas (HHV, High Heating Value). Pada temperature ini air akan berada dalam kondisi fasa cair. Nilai kalor bahan bakar dapat diketahui dengan menggunakan bom kalorimeter. Bahan bakar yang akan di uji nilai kalornya dibakar menggunakan kumparan kawat yang dialiri arus listrik dalam bilik yang disebut bom dan dibenamkan di dalam air. Bahan bakar yang bereaksi dengan oksigen akan menghasilkan kalor, hal ini menyebabkan suhu kalorimeter naik. Untuk menjaga agar panas yang dihasilkan dari reaksi bahan bakar dengan oksigen tidak menyebar ke lingkungan luar maka kalorimeter dilapisi oleh bahan yang bersifat isolator .

Nilai kalor beberapa macam bahan bakar dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.3 Nilai kalor berbagai macam bahan bakar (Mulyadi, E., 2010,)

No	Bahan Bakar	Nilai Kalor (kJ/g)
1.	Minyak Tanah	43
2.	Bensin	47.3
3.	Aseton	29
4.	Batubara	15-27
5.	Kokas	28-31
6.	Minyak diesel	44.8
7.	Arang	29.6
8.	Butana	49.5
9.	Alkohol 96%	30
10.	Hidrogen	141.79

2.4 Destilasi

Distilasi atau penyulingan adalah suatu metode pemisahan bahan kimia berdasarkan perbedaan kecepatan atau kemudahan menguap (volatilitas) bahan. Dalam penyulingan, campuran zat dididihkan sehingga menguap, dan uap ini kemudian didinginkan kembali ke dalam bentuk cairan. Zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap terlebih dahulu. Metode ini termasuk sebagai unit operasi kimia jenis perpindahan panas. Penerapan proses ini didasarkan pada teori bahwa pada suatu larutan, masing-masing komponen akan menguap pada titik didihnya. Model ideal distilasi didasarkan pada hukum Raoult dan hukum Dalton.

2.5. Kajian Perancangan

2.5.1. Penggunaan Bahan

Pada rencana perancangan, mempertimbangkan penggunaan bahan baku merupakan hal yang perlu diperhatikan, hal ini disebabkan pemilihan bahan baku dapat mempengaruhi teknik proses produksi alat, ketersediaan bahan serta kemampuan alat untuk dapat bekerja sesuai dengan rencana. Berikut merupakan rencana penggunaan bahan yang akan didesain pada simulasi.

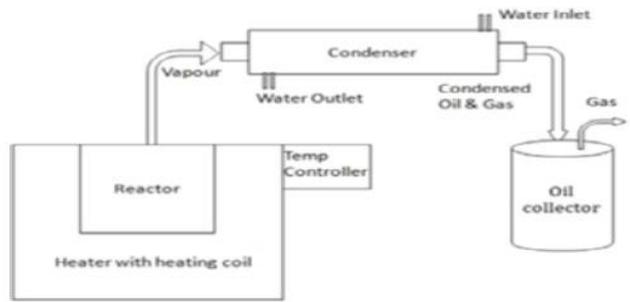
2.5.1.1. Reaktor

Reaktor merupakan suatu tempat atau bejana dimana terjadinya suatu reaksi kimia dan bukan fisika dengan reaksi inilah suatu bahan berubah ke bentuk bahan lainnya. Perancangan suatu reaktor harus mengutamakan efisiensi kerja dan sesuai dengan kebutuhan.

Jenis – jenis desain reaktor pirolisis adalah sebagai berikut:

a. Fixed Bed

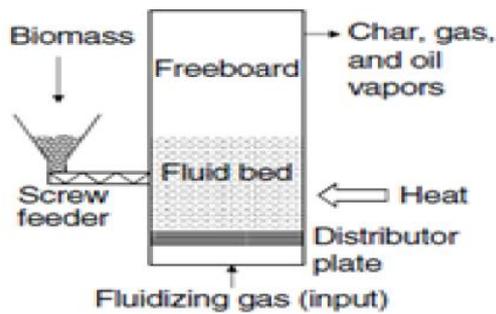
Fixed bed yang beroperasi pada reaktor tetap, keuntungan menggunakan reaktor ini adalah sederhana, lebih murah, teknologi yang sudah terbukti (*proven*), dan dapat menangani biomassa yang memiliki kandungan air dan mineral anorganik tinggi. Sedangkan kekurangan dari penggunaan reaktor ini adalah kandungan tar yang mencapai 10-20% berat massa bahan uji, sehingga perlu dibersihkan sebelum menggunakan ke pengoperasian berikutnya.



Gambar 2.1. Reaktor *fixed bed* (Sentilkumar, 2015)

b. Bubbling Fluidized Bed

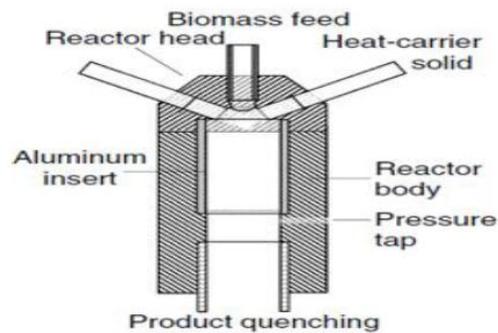
Reaktor yang bertipe *bubbling fluidized bed* merupakan salah satu reaktor paling baik. Reaktor ini dapat di operasikan pada tekanan udara normal 1 atm dengan temperatur sedang 450°C, dan dapat menghasilkan bio-oil hingga 75% dari massa, tergantung dari biomassa yang di gunakan sebagai sumber. Pada pirolisis ini menggunakan pasir silika sebagai fluidisasi karena pasir silika mempunyai titik lebur yang tinggi mencapai 1800°C maka sangat cocok untuk aplikasi gasifikasi *fluidized bed*.



Gambar 2.2. Reaktor *bubbling fluidized bed* (Basu, 2010)

c. Ultra – Rapid Pyrolyzer

Ultra – rapid pyrolyzer adalah reaktor dengan pemanasan yang tinggi mencapai 650°C, maka akan mendapatkan hasil 90% dari berat biomassa yang digunakan Hulet dkk, (2005). Gambar berikut adalah gambar reaktor ultra-rapid pyrolyzer.

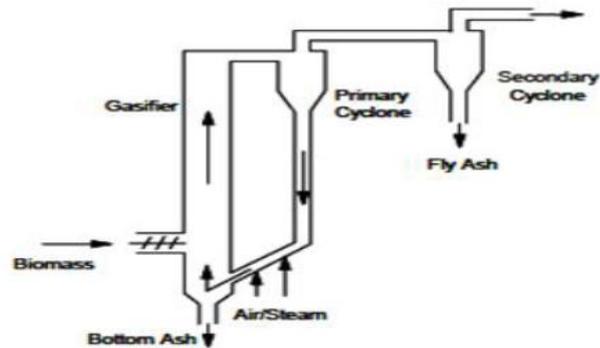


Gambar 2.3. Ultra – rapid pyrolyzerr (Basu, 2010)

d. Circulating Fluidized Bed

Circulating fluidized bed adalah reaktor dengan cara kerja seluruh padatan material terbawa oleh aliran, selanjutnya material di pisahkan dari gas menggunakan dusting equipment. Keuntungan menggunakan reaktor ini adalah cocok untuk reaksi berjalan cepat, memperoleh konversi cukup tinggi, dan

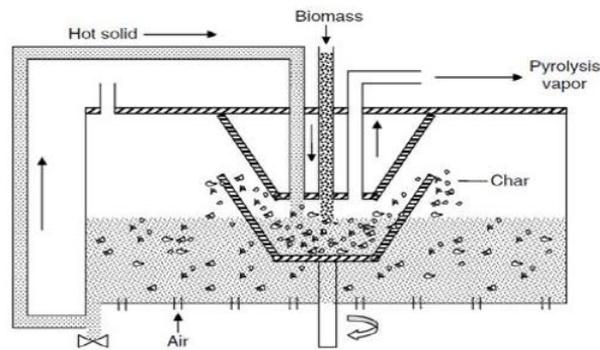
produksi tar yang rendah. Sedangkan kelemahan dari penggunaan reaktor jenis ini adalah terbentuknya gradient temperatur di arah aliran padatan, dan perpindahan panas tidak efisien.



Gambar 2.4 Reaktor circulating fluidized bed (Grabouski, 2004)

d. Rotating Cone

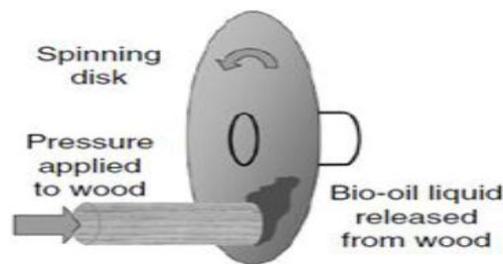
Rotating cone adalah reaktor yang menggunakan pasir silika sebagai media pemanas, dan akan bercampur langsung dengan biomassa di dalam wadah seperti yang terlihat pada gambar 2.7 Oleh karena itu biomassa akan mengalami pemanasan yang cepat, sehingga abu yang dihasilkan dari biomassa akan jatuh yang diakibatkan oleh putaran dari wadah.



Gambar 2.5. Reaktor *Rotating Cone* (Basu, 2010)

e. Ablative Pyrolyzer

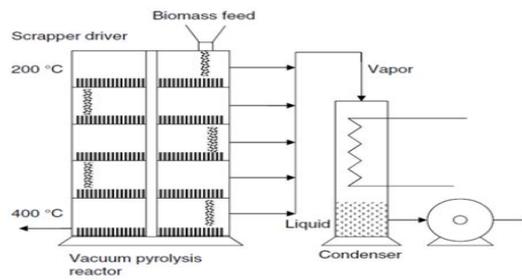
Ablative pyrolyzer adalah reaktor yang melibatkan tekanan tinggi antara partikel biomassa dan plat putar sebagai media pemanas. Hal ini memungkinkan perpindahan panas tanpa hambatan dari dinding ke biomassa yang menyebabkan produk cair dari biomassa meleleh keluar dari biomassa. Akibat dari transfer panas yang tinggi maka waktu yang dibutuhkan untuk proses pirolisis akan lebih cepat dengan hasil produk gas yang sedikit dan hasil cairan sebanyak 80% . (Diebold & Power (1988).



Gambar 2.6. Reaktor *Rotating Cone* Ablative pyrolyzer (Basu, 2010).

f. Vacuum Pyrolyzer

Vacuum pyrolyzer adalah reaktor yang terdiri dari beberapa tingkatan, tingkatan paling atas bersuhu 200°C dan tingkatan paling bawah bersuhu 400°C. Biomassa dimasukkan ke bagian atas dan akan mengalami pengeringan selama biomassa turun kebawah sehingga menjadi arang. Pemanasan yang lambat akan meningkatkan jumlah arang dan menghasilkan cairan yang banyak, hal ini disebabkan karena reaktor yang tekanannya kurang dari 1 atm akan disedot oleh vacuum sehingga kalor dan cairan dipaksa keluar dari reaktor (brown, 2006).



Gambar 2.7. Reaktor vacuum pyrolyzer (Basu, 2010).

Berdasarkan data yang telah di kumpulkan maka akan di gunakan desain fixed or moving bed sederhana sebagai acuan desain dengan beberapa improvisasi guna menambah kemampuan dan parameter pengujian alat .

2.5.1.2. Pemipaan

Pemipaan di rencanakan menggunakan pipa besi , besi di pilih karena walaupun kemampuannya dalam konduktifitas thermalnya tidak terlalu baik namun material tersebut mudah di bentuk dan di las sesuai dengan kebutuhan serta ketersediaan bahan baku tersebut tidak terlalu mahal. Berikut merupakan tabel konduktifitas thermal beberapa jenis logam.

Tabel 2.4 konduktifitas thermal .

Bahan Logam	k (W/m.C)	Bahan Non Logam	k (W/m.C)
Perak	410	Kuarsa	41,6
Tembaga	385	Magnesit	4,15
Aluminium	202	Marmar	2,08 – 2,94
Nikel	93	Batu pasir	1,83
Besi	73	Kaca, jendela	0,78
Baja karbon	43	Kayu	0,08
Timbal	35	Serbuk gergaji	0,059
Baja krom-nikel	16,3	Wol kaca	0,038
Emas	314	Karet	0,2
		Polystyrene	0,157
		Polyethylene	0,33
		Polypropylene	0,16
		Polyvinyl Chlorida	0,09
		Kertas	0,166
Zat cair		Gas	
Air raksa	8,21	Hidrogen	0,175
Air	0,556	Helium	0,141
Amonia	0,540	Udara	0,024
Minyak lumas SAE 50	0,147	Uap air (jenuh)	0,0206
Freon 12	0,073	Karbon dioksida	0,0146

2.5.1.3. Filter

Filter adalah perangkat atau alat yang berguna untuk menyaring zat atau material yang tidak diinginkan, filter direncanakan menggunakan pipa besi material ini dipilih karena bahan tersebut mudah diproses ketersediaannya yang melimpah juga murah, komponen ini diperlukan sebagai penyaring dan membantu pengkondensasian uap hasil pirolisis.

2.5.1.4. Kondensor

Kondensor merupakan perangkat penukar kalor (*Heat Exchanger*) yang bekerja dengan bantuan material yang mampu menghantarkan kalor dengan mudah, berguna untuk mengkondensasikan uap bertemperatur tinggi menjadi cairan yang bertemperatur lebih rendah.

2.6. Analisis Kerja

2.6.1. Berat dan Kapasitas Desain

Berat desain kosong dan berisi akan dianalisa melalui menu *Mass Property* pada aplikasi SOLIDWORKS

2.6.2. Analisa Pemuaian Pada Reaktor

Untuk pengujian faktor keselamatan uji pemuaian yang diterima oleh reaktor akan diuji pada simulasi static dengan aplikasi SOLIDWORKS

2.6.3. Rambat Panas Pada Reaktor

Analisa rambat panas pada reaktor dilakukan dengan menggunakan simulasi thermal simulation dengan aplikasi SOLIDWORKS

BAB 3

METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu

Dalam perancangan alat pirolisis sampah plastik dengan reaktor ganda ini penulis melakukan pengkajian rancangan di rumah penulis di Kecamatan Batang Serangan Kabupaten Langkat Dusun Sumberejo Jalan masjid Sumatera Utara. tempat tersebut di pilih karena perlengkapannya yang memumpuni guna menyelesaikan perancangan yang sedang di kerjakan. Waktu yang di perlukan dapat di lihat dari tabel 3.1 Berikut :

Tabel 3.1. jadwal perancangan alat pirolisis

NO	KEGIATAN	BULAN							
		DESEMBER	JANUARI	FEBRUARI	MARET	APRIL	MEI	JUNI	
1	PERSIAPAN PERANCANGAN	■							
	a penyusunan dan pengajuan judul		■						
	b pengajuan proposal			■					
2	TAHAP PELAKSANAAN				■				
	a pengumpulan data					■			
	b analisa data						■		
3	PENGOLAHAN DESAIN						■		
	a perakitan desain							■	
	b simulasi desain								
4	PENYUSUNAN LAPORAN							■	

3.2. Alat dan Bahan

Alat dan Bahan yang di gunakan untuk merancang alat pirolisis sampah plastik diantaranya :

a. White board

White board di gunakan sebagai alat visualisasi imajiner dari ide ataupun gagasan yang akan di gunakan dalam perancangan atau desain alat pirolisis sampah plastik yang akan di buat dengan komputer , *White board* di gunakan karena keunggulannya dalam kemudahan untuk merubah , menambah detail perancangan yang bersifat sementara.



Gambar 3.1. *White board*

b. *Board Marker/ Spidol*

Board marker atau di sebut dengan spidol merupakan alat tulis untuk *White Board* penggunaannya pada umumnya sudah satu set bersama *White board*.



Gambar 3.2. *Board Marker*

c. Perangkat Komputer

Perangkat komputer di gunakan sebagai media perancangan alat pirolisis sampah plastik , perangkat yang di gunakan kali ini mempunyai spesifikasi :

- Prosesor : Core i 7. Gen 6500
- Ram : 16 GB. Tipe DDR 3
- Grapic Card : Nvidia Ge Force GTX 750 Ti
- Motherboard : 7040 MT. LGA 1151
- Operating syistem : Windows 10



Gambar 3.3. Perangkat komputer

d. Software

Aplikasi yang di gunakan adalah Solidworks Premium 2017 64 bit dari developer Dassault Systemes



Gambar 3.4. Solidworks

3.3 Variabel Perancangan

Variabel prancangan adalah obyek perancangan yang menjadi titik perhatian suatu perancangan , dalam perancangan ini yang menjadi obyek atau variabel perancangan adalah :

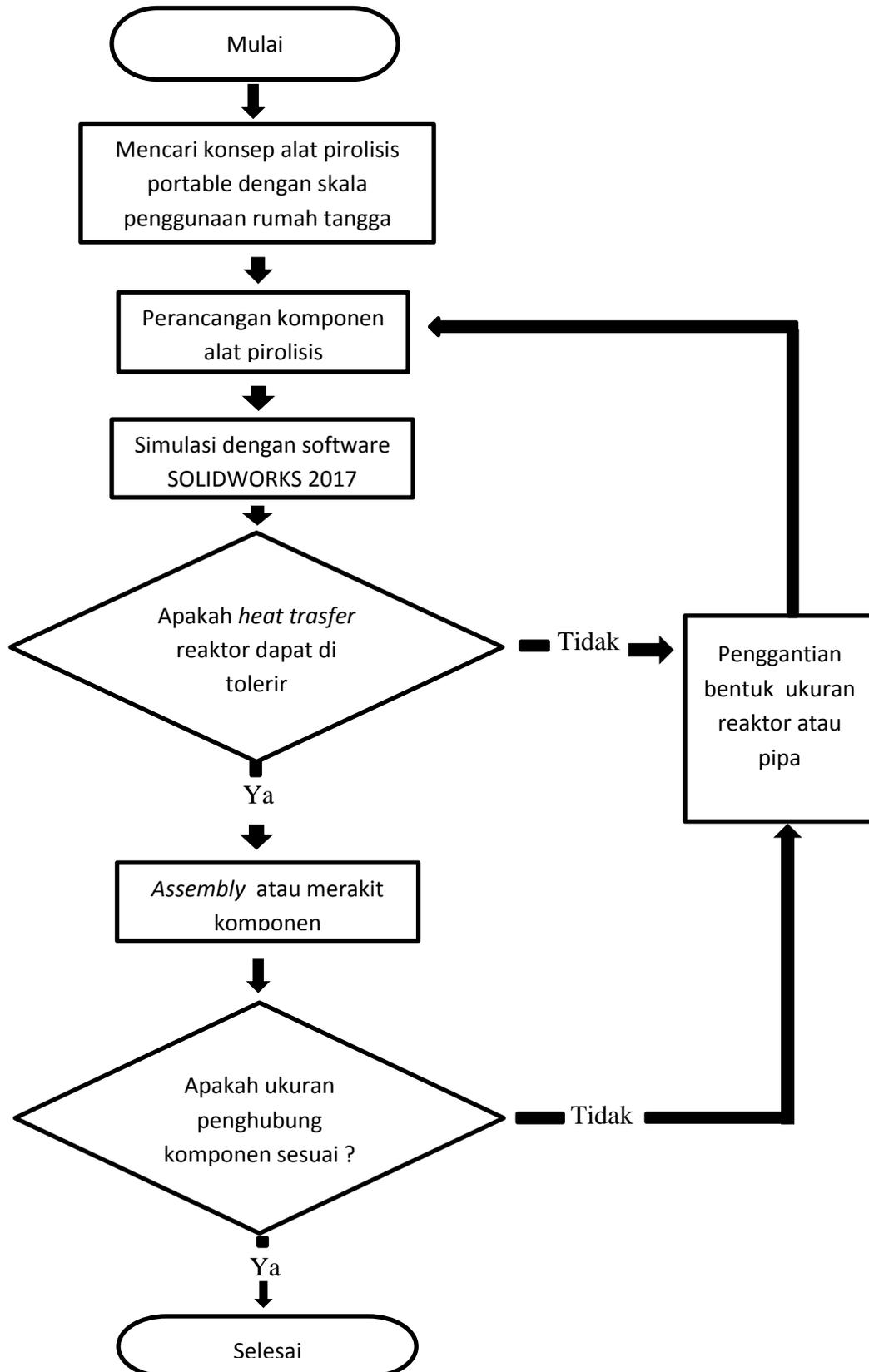
- a. Kapasitas reaktor
- b. Keamanan reaktor
- c. Perpindahan kalor pada komponen

3.4 Langkah Perancangan

Perancangan ini di lakukan dengan beberapa tahap dengan cara sebagai berikut :

1. Mempersiapkan alat yang di butuh kan
2. Menggambar konsep berdasarkan cara kerja alat pirolisis sampah plastik dengan tipe *fix bed* reaktor ganda pada *White Board*.
3. Menggambar desain berdasarkan konsep yang telah di buat sebelumnya dengan aplikasi Solidworks
4. Mensimulasikan kemampuan komponen /part dengan Solidworks Simulation
5. Merakit gambar komponen alat pirolisis sampah plastik dengan reaktor ganda.

3.5 Bagan Alir Rencana Perancangan



Gambar 3.5 Diagram Alir Rencana Perancangan

3.6 Teknik Analisa Data

Hal ini merupakan langkah penting dalam mendesain alat , terutama di gunakan sebagai simpulan tentang efesiensi desain yang di gunakan , dalam hal ini bersifat deskriptif

a. Analisa Berat dan Kapasitas Desain

Setelah desain gambar telah di buat , dengan menentukan jenis bahan yang akan di gunakan sebagai material bahan baku maka berat dan kapasitas desain dapat di ketahui dengan menu *Mass properties*

b. Analisa Simulasi Thermal

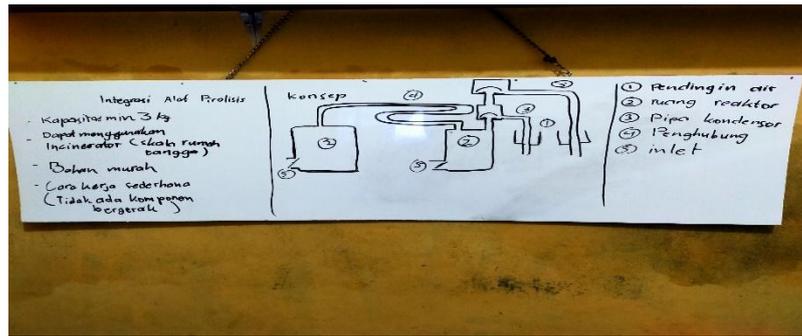
Jika permukaan bawah reaktor di beri energi thermal , energi thermal atau panas tersebut harus dapat mengalir pada dinding reaktor hingga cukup untuk melakukan dekomposisi thermal pada bahan plastik , dan panas pada pipa di harapkan turun agar minyak hasil pirolisis dapat terkondensasi dengan baik.

c. Analisa Statis

Panas dan tekanan pada reaktor dapat menyebabkan penambahan mulur , pemuaian yang terjadi di harapkan masih dlam kondisis aman di pakai

3.7 Konsep Rancangan Alat Pirolisis

Perencanaan perancangan pada mulanya mengatur konsep purwa rupa dengan berbagai pertimbangan dengan cara di gambarkan pada White Board sebagai acuan.



Gambar 3.7. Konsep rancangan alat prolisis sampah plastik fixed bed .

3.2.1 Konsep Cara Kerja Alat Pirolisis Sampah Plastik

- Pertama tama bahan mentah di masukkan ke dalam reaktor
- Berikutnya panaskan reaktor 1 (satu) dengan pembakaran maksimum, disini bahan plastik akan mengalami dekomposisi thermokimia dan gas hasil dekomposisi tersebut melewati pipa kondensor awal .
- Gas yang melalui kondensor awal di atur agar tidak langsung mengalami pertukaran kalor dengan cepat , hal ini di maksudkan agar pipa kondensor tidak mengalami penyumbatan oleh tar atau sisa plastik yang ikut terbawa bersama gas .
- Gas dan tar yang telah melewati kondensor 1 akan di tampung sementara di dalam tabung reaktor 2 (dua) guna diberikan preheated dengan temperatur yang di sesuaikan dengan titik didih bahan bakar.
- Gas hasil preheated akan di saring oleh filter dan di pisahkan berdasarkan berat jenis uapnya.
- Gas hasil penyaringan kemudian mengalir melewati pipa penghubung dan kemudian keluar dari pipa sparator.

- Pipa separator di selubungi oleh air yang dapat menyebabkan pertukaran kalor dan gas akan mengalami kondensasi menjadi minyak
- Minyak akan jatuh ke wadah yang telah di sediakan.

3.8 Langkah Desain Gambar

Perancangan di lakukan dengan melalui beberapa tahap sebagai berikut :

- a. Mempersiapkan alat dan bahan yang akan di pergunakan, dalam hal ini alat bersumber dari penulis sendiri dan bahan merupakan acuan desain dari internet dan perpustakaan Uneversitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- b. Melakukan perancangan konsep alat berdasarkan ketersediaan bahan dan sumberdaya yang ada.
- c. Membuat gambar komponen / *part* satu demi satu denga aplikasi Solidworks guna mempermudah penyesuaian ukuran dan pemasangan.
- d. Mensimulasikan kemampuan komponen alat pirolisis sampah plastik dengan Menu Simulation pada aplikasi Solidworks
- e. Merakit gambar komponen alat pirolisis sampah plastik dengan reaktor ganda

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

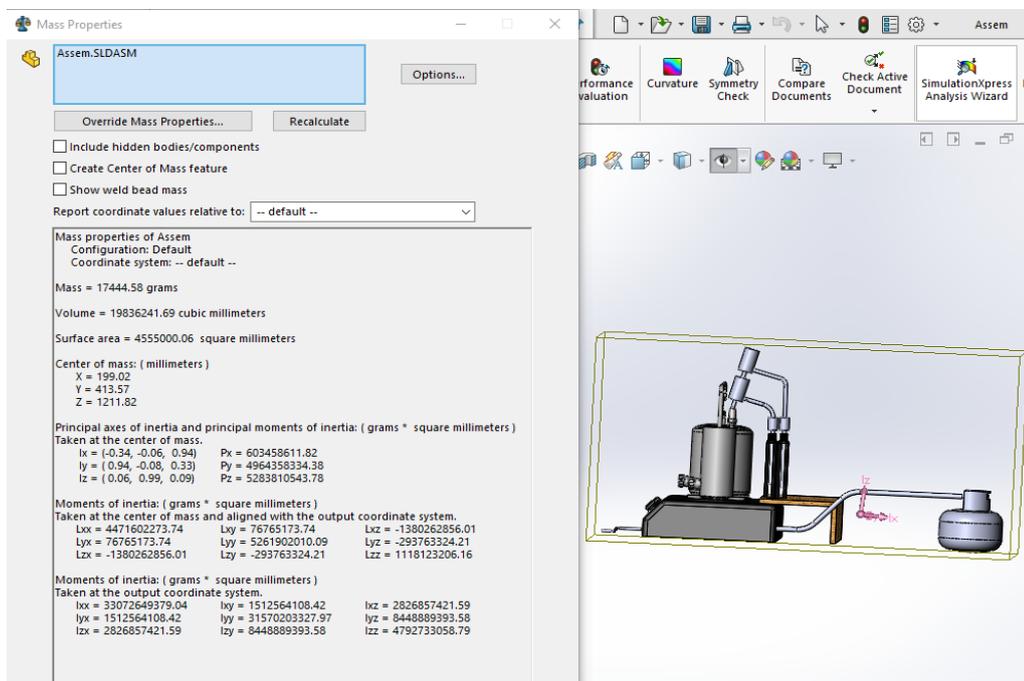
4.1 Umum

Analisa ini di aplikasikan pada kasus dimana hasil perancangan atau objek di berikan simulasi tekanan dan energi thermal sedikit melewati oprasional kerja guna menunjang keamanan dengan aplikasi Solidworks Simulation ,di mulai sejak tanggal 12 januari hingga 20 januari 2021 berempat di kediaman penulis rt1 rw1. Jl.Masjid Dsn.Sumberejo. Desa Sei bamban .Kec.Batang Serangan. Kab.Langkat .Sumatera Utara .Indonesia

4.2 Berat dan Kapasitas Desain

a. Berat total Desain

Berat desain dapat di ketahui dengan cara meng klik *Mass property* pada *assembly part* ,dengan syarat material part telah di tentukan keseluruhannya.

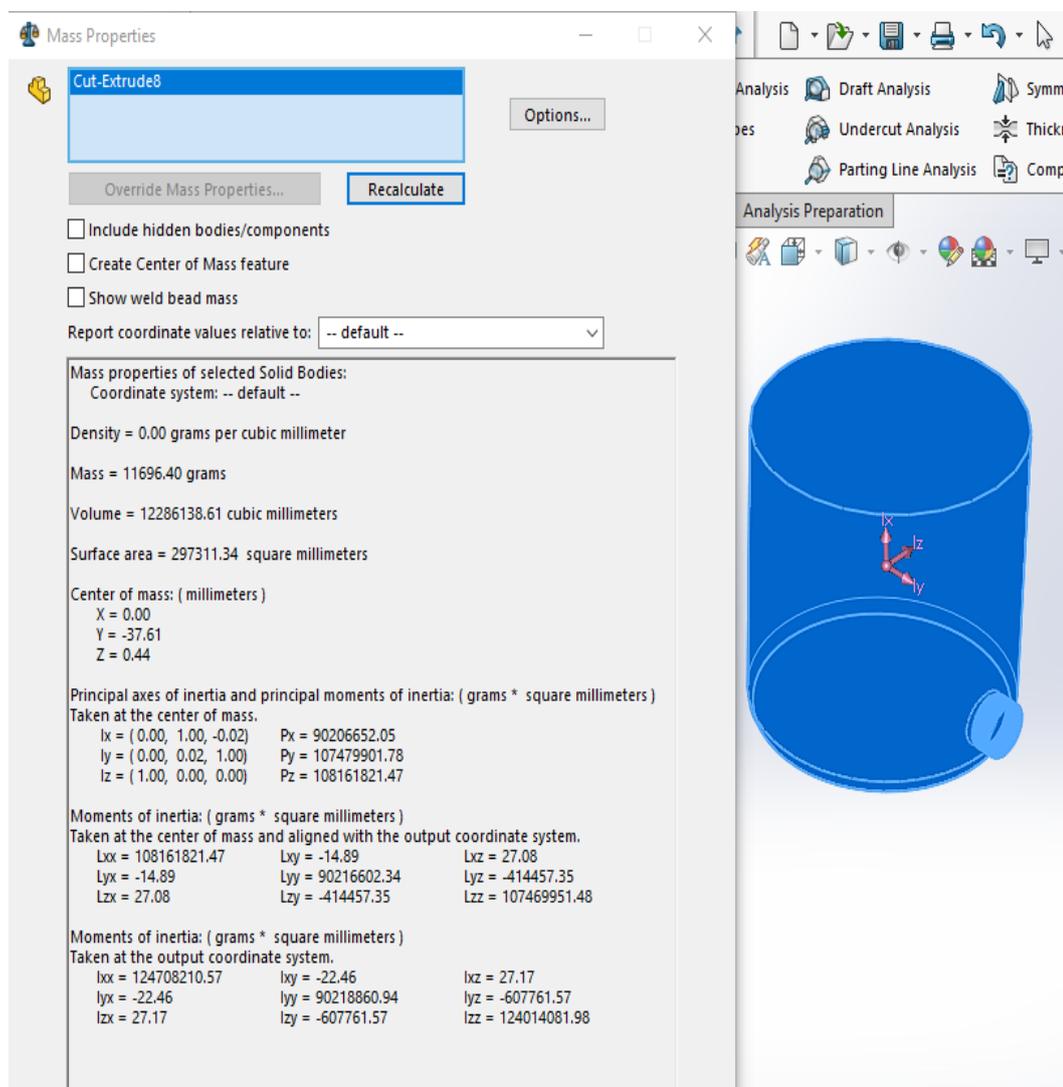


Gambar 4.1 . Berat desain

Berdasarkan gambar di atas di ketahui bahwa berat total desain adalah 17,4 kg

b. Kapasitas Reaktor 1

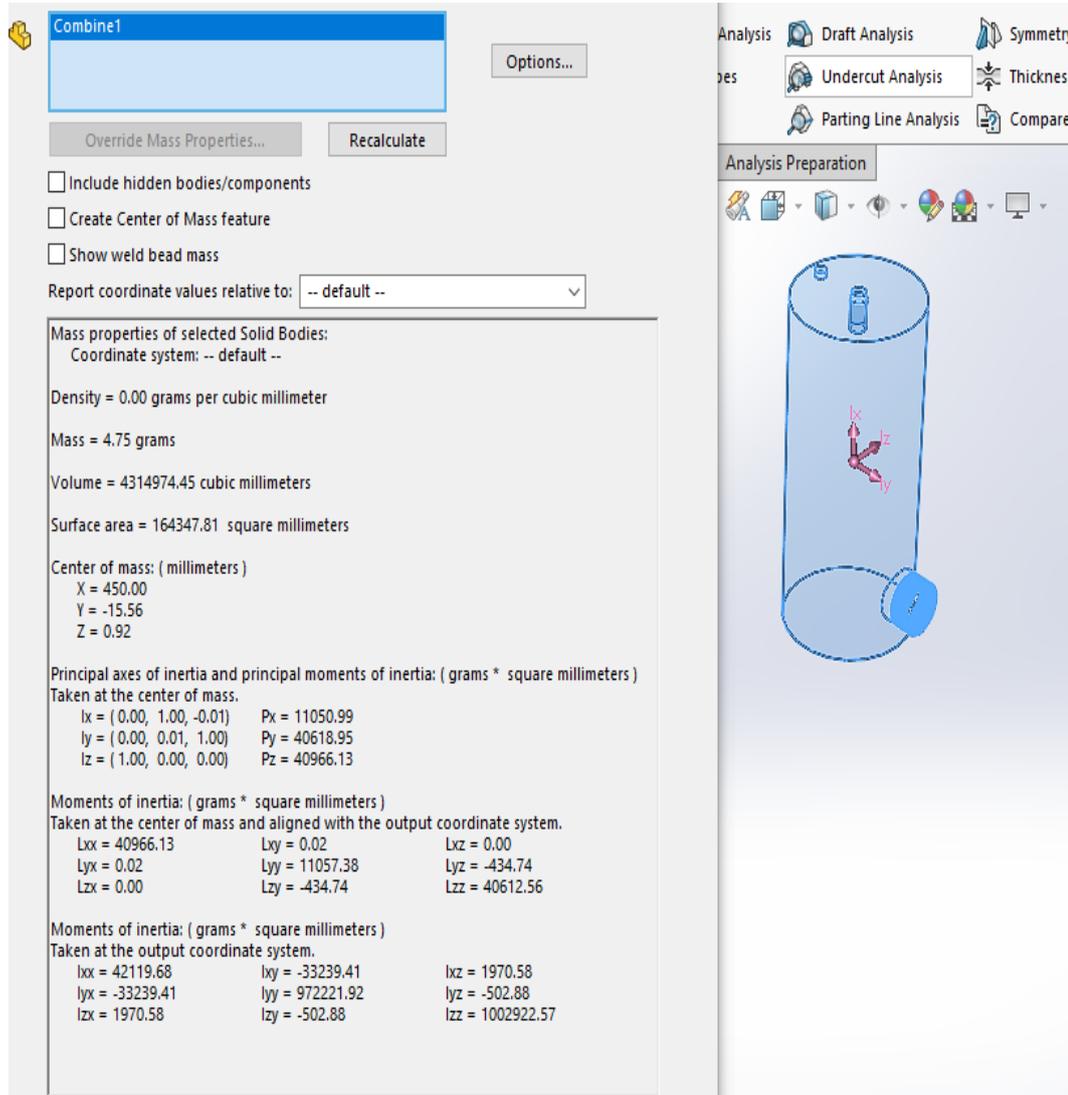
Pengukuran kapasitas reaktor 1 menggunakan menu evaluate pada solidwork , setelah membuat cetakan volume dengan extrude boss / base dan memotong gambar kepala cetakan sebagai ruang udara bebas maka di dapatkan volume bersih kapasitas total plastik jenis PET adalah 12,286138 cm³ dan dengan berat total 11,696 kg



Gambar 4.2 Kapasitas bersih dapur reaktor 1

c. Kapasitas reaktor 2

Dengan cara yang sama dengan pengukuran reaktor 1 maka di dapatkan volume total $4,315 \text{ cm}^3$. Dengan massa gas $4,75 \text{ gram}$.

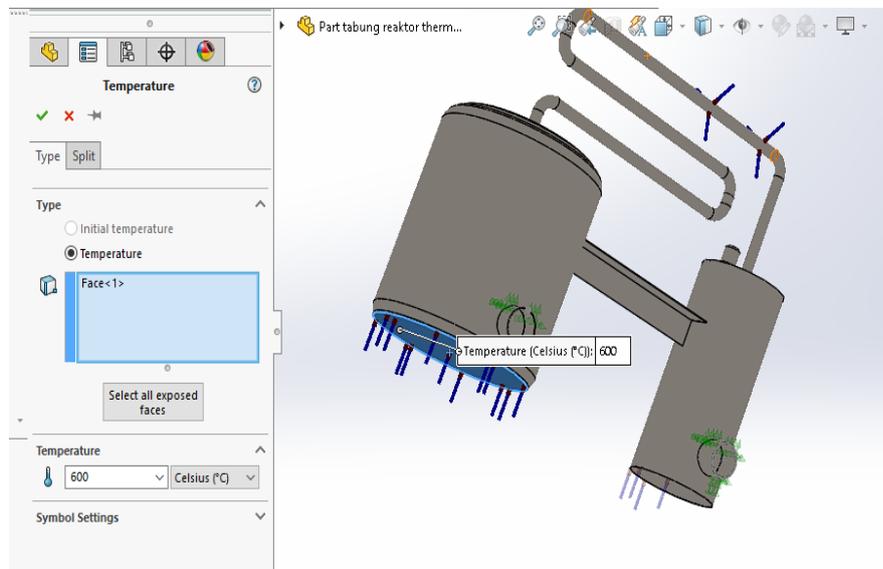


Gambar 4.2 Kapasitas bersih dapur reaktor 2

4.3. Mensimulasikan Keamanan Reaktor

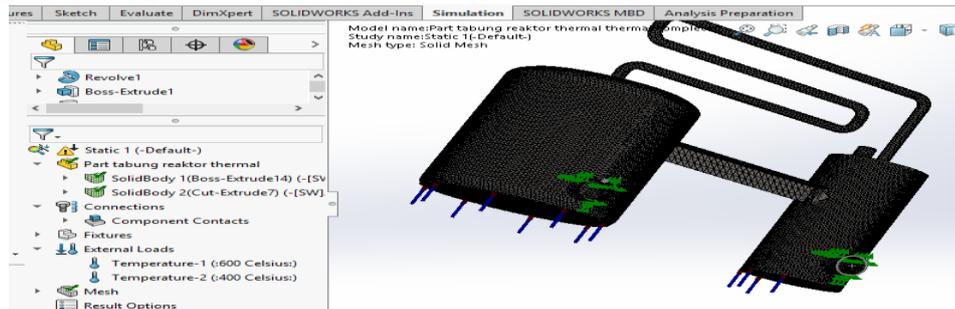
a. Simulasi Beban Statik dan Thermal

Peguajian simulasi statis akan menggunakan beberapa variabel titik perbedaan temperatur dan jenis bahan caranya dengan meng klik Fixture Advisor , pilih permukaan yang kemungkinan sifatnya statis , kemudian klik *simulation* selanjutnya klik Static lalu masukkan titik perbedaan temperatur pada permukaan desain dengan menu *temperature* di *External Loads Advisor* .



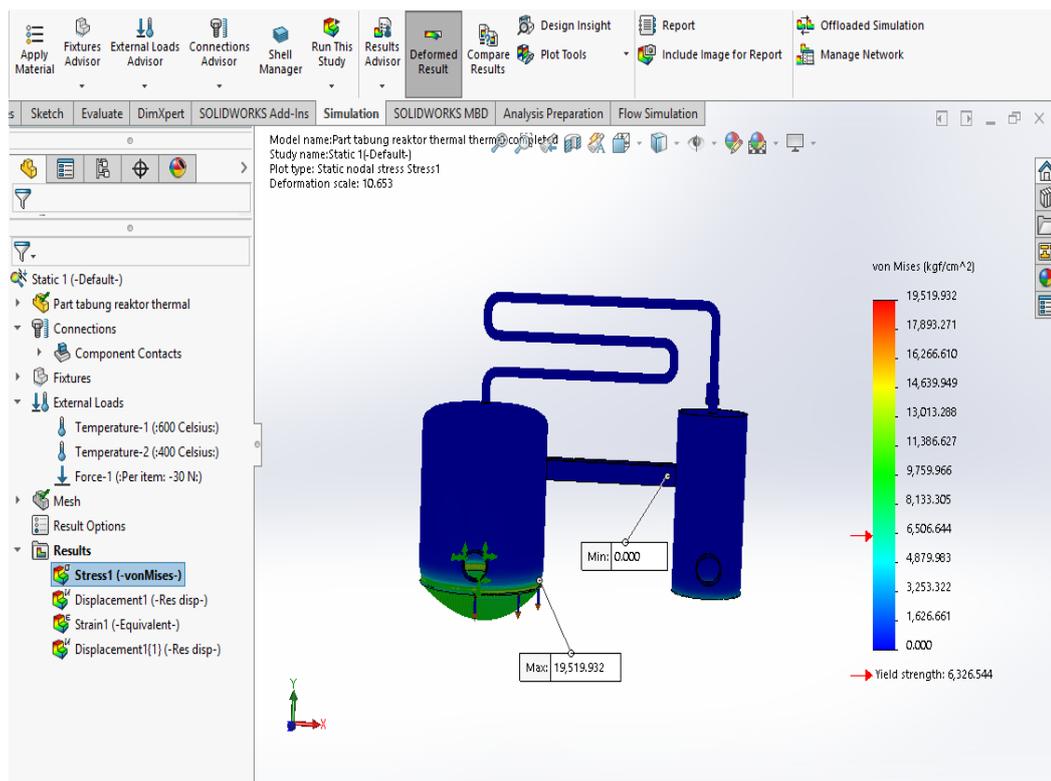
Gambar 4.3 Memasukkan data temperatur.

Temperatur untuk rektor satu di simulasikan 600°C dan rektor dua 400°C data temperatur tersebut di ambil berdasarkan temperatur maksimum proses pirolisis, kemudian masukkan tekanan / beban pada permukaan dasar reaktor 1 ke arah bawah sebesar 30 N ,lalu jika jenis bahan telah di pilih , maka yang perlu di lakukan selanjutnya adalah membuat Mesh.



Gambar 4.4 Meshing part.

Jika terjadi kegagalan mesh , gunakan menu *Apply Mesh Control* dan klik bagian yang bermasalah , gunakan pengaturan ke *Fine Mesh Density Selector* lalu klik *save* atau *enter* , kemudian klik kembali *Create Mesh* , jika tidak ada masalah klik *Run This Study*.

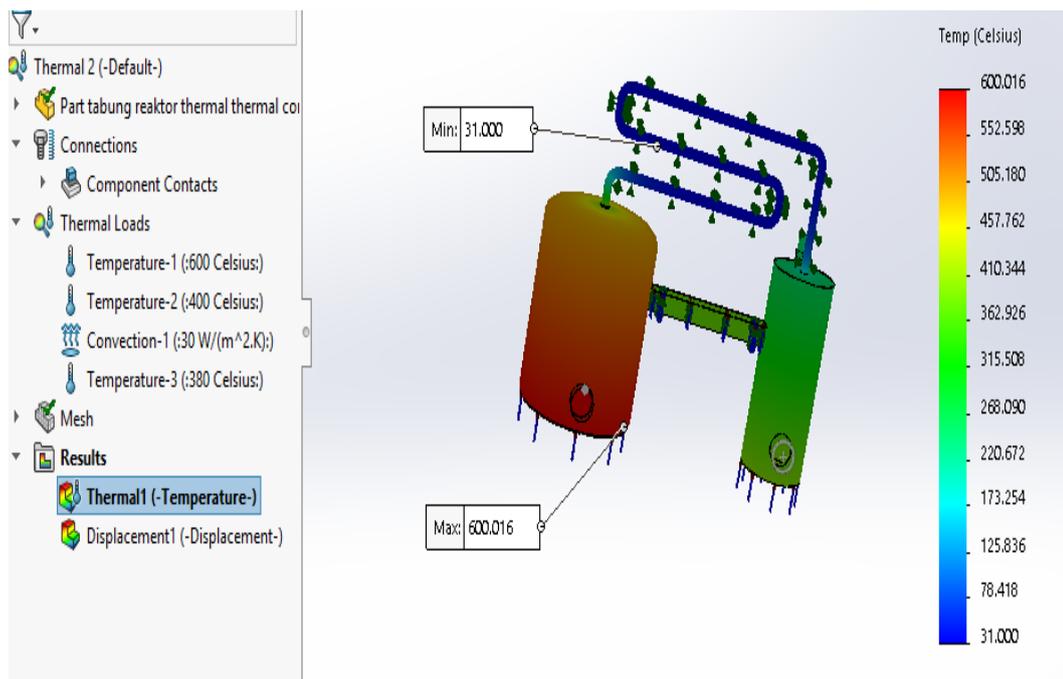


Gambar 4.5 Hasil simulasi reaktor

Setelah mengklik Show pada menu Result ,di dapatkan batas aman Yield Strength yang mampu di terima pada rektor dengan temperatur 600°C : $6,33 \text{ kgf/cm}^2$ dengan tekanan kritis maksimum $19,52 \text{ kgf/cm}^2$.

b. Simulasi Thermal

Langkah ini adalah pengujian temperatur dengan kembali meng klik New sturdy , kemudian memasukkan input Thermal Loads berupa temperaur dan konveksi thermal, dalam percobaan simulasi ini konveksi di atur $30\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ dan melakukan meshing lagi hingga icon result muncul



Gambar 4.6 Simulasi Thermal

Berdasarkan simulasi , temperatur yang di butuhkan reaktor dalam proses pirolisis cukup merata walaupun kalor yang di terima hanya permukaan bawah dari kedua reaktor

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Reaktor dapat dapat bekerja pada temperatur di atas 600°C d dengan *bulk ambient temperature* $304,15^{\circ}\text{K}$ atau pada suhu normal ruangan 31°C
2. Berdasarkan simulasi reaktor cukup aman di gunakan karena yield strength hingga $6,326544 \text{ kgf/cm}^2$ dengan rencana kapasitas ninimum 3 kg dan maksimum 11 kg.
3. Penggunaan jenis material yang berbeda dapat menghasilkan data simulasi yang berbeda .
4. Simulasi terkadang terkendala pada ketersediaan bahan untuk pembuatan unit nyata , maka perlu memeriksa ketersediaan material di pasar sebelum di lakukan pendesainan.
5. Spesifikasi perangkat komputer dapat mempengaruhi kemampuan aplikasi dalam mendesain alat pirolisis sampah plastik dengan reaktor ganda

5.2 Saran

Mengingat studi dilakukan dengan keterbatasan dan asumsi-asumsi , maka perlu untuk memperhatikan hal- hal berikut ini :

1. Alat ini di desain dengan peraga digital , sebaiknya perlu di buat purwa rupa nyata sebagai bahan perbandingan .
2. Penggunaan spesifikasi komputer yang tidak memadai dapat mempengaruhi rendering desain dan simulasi , maka di perlukan perangkat yang memumpuni dalam hal ini .
3. Dalam perancangan sistem harus dapat bekerja dalam lingkungan normal , karena ketika komponen sudah dalam bentuk purwa rupa nyata , maka sistem harus bisa di integrasikan dalam keadaan ketika terjadi gangguan yang tidak di ketahui sebelumnya.
4. Desain dan simulasi tidak dapat menentukan nilai aktual dari bahan bakar hasil pirolisis , di harapkan adanya pengembangan penelitian tentang LHV (lower heating value) , HHV (High heating value) dan flash point dari bahan bakar.
5. Penyempurnaan desain mutlak di butuhkan harapan kedepannya ada gagasan guna memperbaiki kekurangan yang mempengaruhi kinerja alat pirolisis ini.

Daftar Pustaka

- Al-Salem, S.M., Lettieri, P. and Baeyens, J. (2009). Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW): A review. *Waste Management*, **29**, 2625-2643. doi:10.1016/j.wasman.2009.06.004
- Aprian Ramadhan P. dan Munawar Ali .(2010). Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Minyak . Laporan TA Progd Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
- Burning of wood*, InnoFireWood's website. Diakses pada 6 Februari 2010.
- Cory A. Kramer, Reza Loloee, Indrek S. Wichman and Ruby N. Ghosh, (2009), Time Resolved Measurements of Pyrolysis Products From Thermoplastic Poly-Methyl-Methacrylate (PMMA) *ASME 2009 International Mechanical Engineering Congress and Exposition*
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Pyrolysis/History>
- I.A.Saputra, and A. Arijanto, (2017). "Pengujian Alat Konversi Ban Bekas Menjadi Bahan Bakar," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 5, no. 2, pp. 82-90, .
- Krisyanti ilona VOS dan Ajang Priliantini. (Vol. 9 No. 1 /Juni 2020) Pengaruh Kampanye #PantangPlastik terhadap Sikap Ramah Lingkungan (Survei pada Pengikut Instagram @GreenpeaceID)
- Nur Alfiansyah. (8 juli2021) Pandemi dan Meningkatnya Sampah Plastik . *EcoNusa Jakarta 10350*. Di akses pada20 september 2021
- Parnigotan DS.(Medan,2006) Kajian Performansi Mesin Diesel Dengan Menggunakan Variasi Campuran Bahan Bakar Pertadex Dan Minyak
- Ramirez, Jerome; Brown, Richard; Rainey, Thomas (1 July 2015). "A Review of Hydrothermal Liquefaction Bio-Crude Properties and Prospects for Upgrading to Transportation Fuels". *Energies*. **8**: 6765–6794. doi:10.3390/en8076765.
- Sudarno. Dan Fadela .(2015). “Peningkatan Efisiensi Kompor LPG Dengan Menggunakan Reflektor Radiasi Panas Bersirip” . *Jurnal ilmiah Semesta (Teknika 94 Vol. 18, No.1, 94-105, Mei 2015.)*

Surono, U. B. (2013). Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak. *Jurnal Teknik*, 3(1), 32-40

The Plastic to Oil Machine | AJ – Canada's Environmental Voice. *Alternativesjournal.ca* (2016-12-07). Retrieved on 2016-12-16.

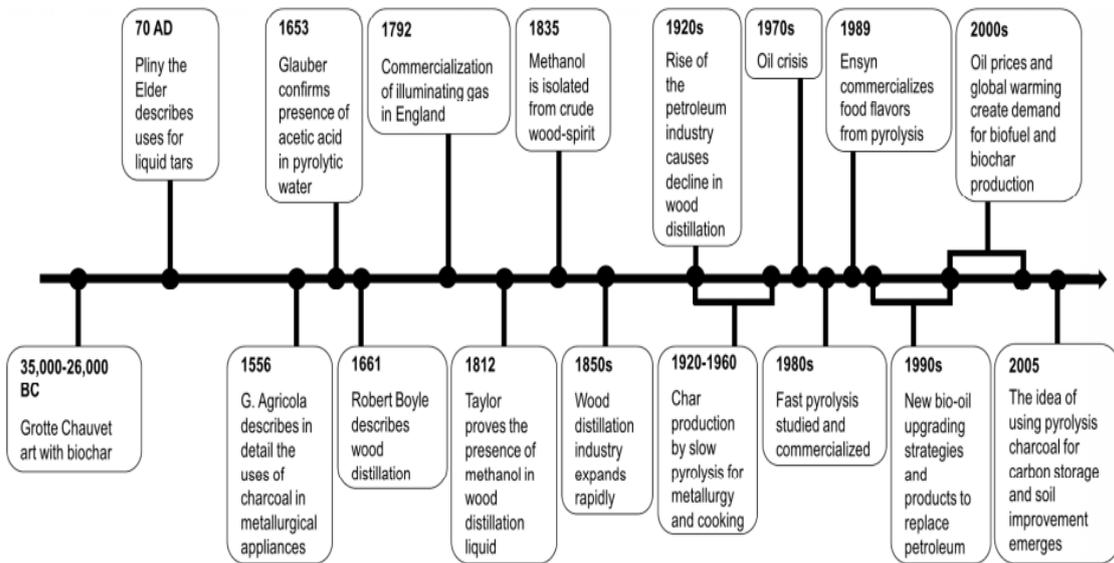
Westerhof, Roel Johannes Maria (2011). *Refining fast pyrolysis of biomass* (Thesis). University of Twente. Diakses pada 2012-05-30.

LAMPIRAN

Pirolisis telah digunakan untuk mengubah kayu menjadi arang sejak zaman kuno. Dalam proses pembalseman, orang Mesir kuno menggunakan metanol, yang mereka peroleh dari pirolisis kayu. Distilasi kering kayu tetap menjadi sumber utama metanol hingga awal abad ke-20.

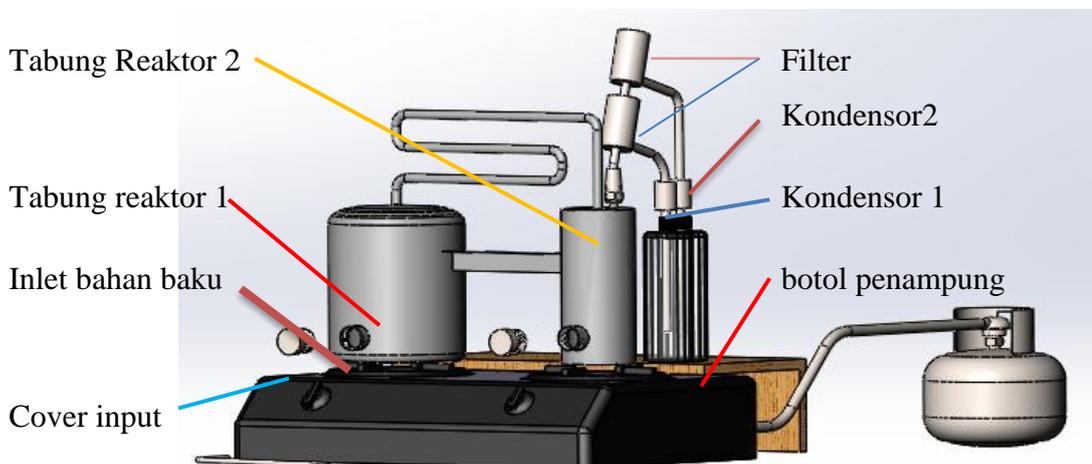
Filsuf kekhalifahan abad ke-8 Jabir ibn Hayyan (dikenal sebagai Geber di Barat) dapat dianggap sebagai bapak kimia eksperimental karena pengembangan retortnya, yang ia gunakan untuk menemukan asam sulfat, hidroklorik, dan nitrat, serta aqua regia, dengan distilasi kering vitriol yang dicampur dengan garam lain. Penemuan ini mulai dikenal di Eropa pada abad ke-14, melalui buku Pseudo-Geber. Pirolisis juga berperan penting dalam penemuan banyak zat kimia penting, seperti fosfor (dari amonium natrium hidrogen fosfat $\text{NH}_4\text{NaHPO}_4$ dalam urin pekat) dan oksigen (dari oksida merkuri dan berbagai nitrat).

Perkembangan sejarah industri karbonisasi adalah salah satu yang paling menarik dalam sejarah industri kimia. Industri distilasi kayu keras sering dianggap sebagai prekursor industri petrokimia modern. Bangkitnya industri perminyakan di awal abad kedua puluh, dengan produk yang lebih murah, menyebabkan penurunan pirolisis. Namun, krisis minyak selama tahun 1970-an memaksa untuk mempertimbangkan kembali pirolisis biomassa sebagai pertimbangan teknologi yang dapat berkontribusi untuk mengurangi ketergantungan kita pada minyak fosil. Pirolisis “cepat” reaktor diperkenalkan pada waktu itu, dengan tujuan untuk memaksimalkan produk bahan bakar cair. Kemajuan terbaru dalam bio-oil hydrotreatment, bio-oil *fractionation* dan produk turunan bio-oil baru (misalnya, bahan bakar transportasi, resin fenol formaldehida, serat karbon) mengkatalisasi perkembangan tersebut kilang minyak nabati. Gambar 5 menunjukkan tonggak perkembangan penting dari teknologi pirolisis.

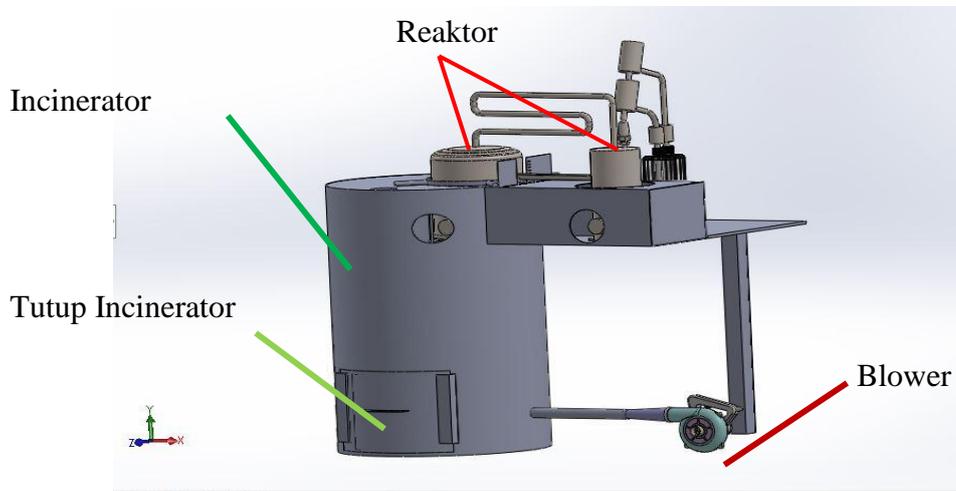


Gambar . Sejarah perkembangan Pirolisis

Arsitektur dasar dari alat pirolisis fixed bed cukup sederhana tanpa perangkat bergerak , alat bekerja hanya membutuhkan energi eksoterm untuk memproses bahan baku , Konsep alat bekerja dengan dua kali proses pemanasan di harapkan dapat memperbaiki kualitas bahan bakar hasil pirolisis sederhana yang pada umumnya pekat dan berjenis tunggal



Gambar Desain alat pirolisis dengan menggunakan gas stove



Gambar Desain alat pirolisis dengan menggunakan incinerator

Teknik Desain

Perancangan menggunakan dua cara pendekatan ,yaitu menggunakan rancangan struktur standar dan rancangan struktur non standar

a.Rancangan struktur standar

Yaitu metode perancangan yang menggunakan dimensi gambar komponen atau rancangan umum yang sudah ada sebelumnya ,contoh :

- Baut Nepel
- Mur Nepel
- Kompor
- Tabung gas lpg
- Botol
- Blower elektrik

b.Rancangan struktur non standar

Yaitu metode perancangan yang menggunakan dimensi gambar komponen atau rancangan umum yang belum ada sebelumnya ,contoh :

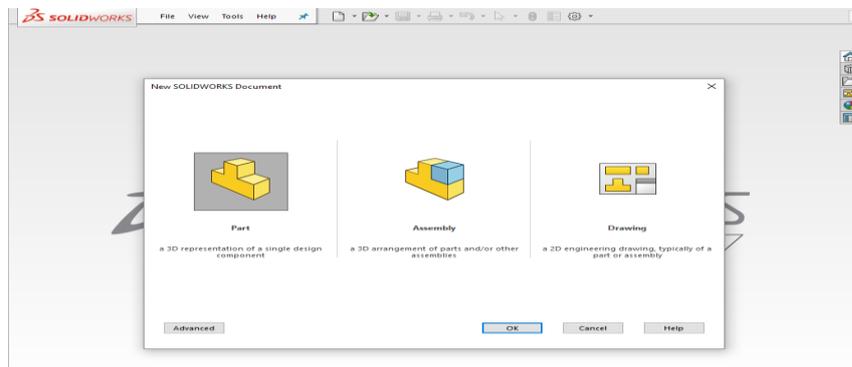
- Reaktor
- Pipa destilator
- Destilator
- Cover input
- Incinerator

Langkah Perancangan

Perancangan desain di buat secara bertahap , *part* demi *part* untuk menyesuaikan komponen yang akan di pasangkan , berikut merupakan langkah langkahnya :

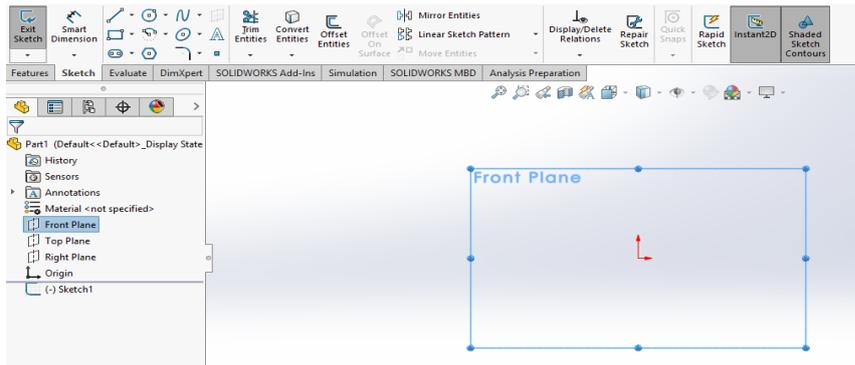
Part 1 . Membangun Desain Reaktor

Pertama-tama buka aplikasi Solidworks dan kemudian klik file dan pilih new lalu klik *part* .



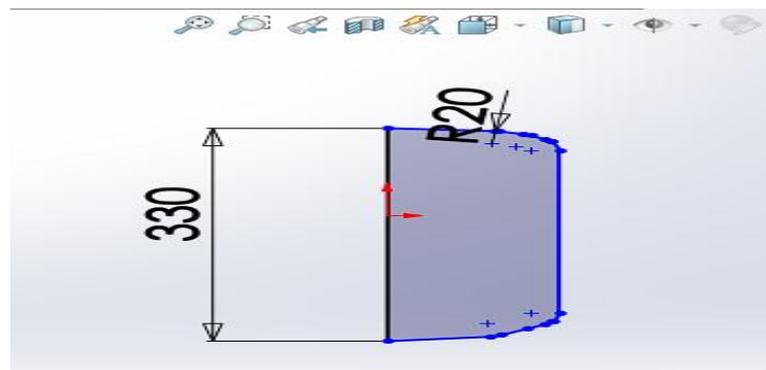
Gambar Tahap 1*part 1*.Menu start solidworks.

Kemudian klik kanan *Front Plan* dan klik ikon *sketch* pada *task bar* tersebut.



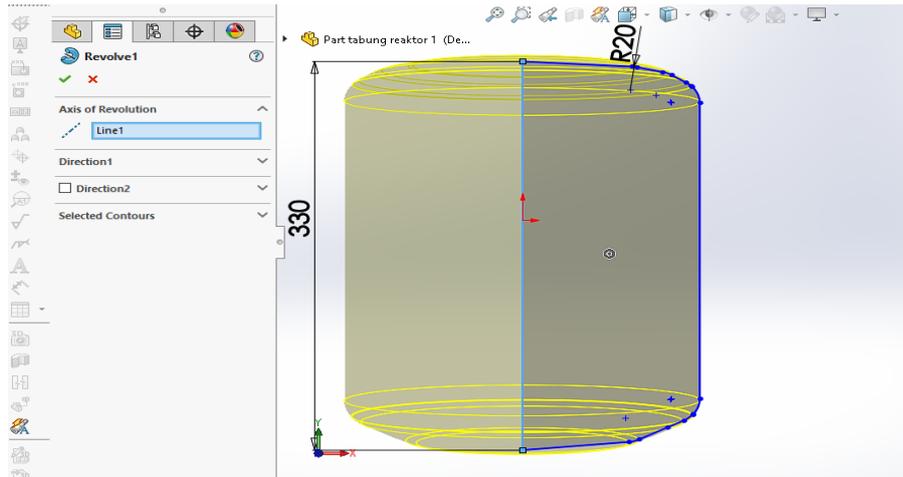
Gambar Tahap 2 part 1. menu *plane* solidworks.

Setelah itu buat bidang gambar dengan menggunakan menu sketch seperti *line* ,*circle* ,*centerpoint art* , *smart dimension* dan *center line* untuk membuat dasar gambar dari setengah material yang telah di ukur



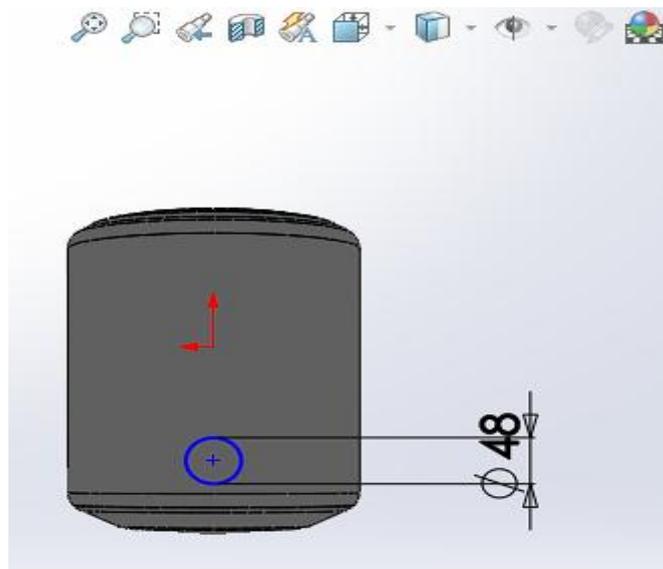
Gambar Tahap 3 part 1.pola separuh sisi reaktor.

Gunakan menu *Features* untuk membuat bentuk tabung .pilih *revolve* *bos/base* kemudian input *Axis of revolution* pada sisi dalam desain yang akan di buat dan klik centang hijau pada menu.



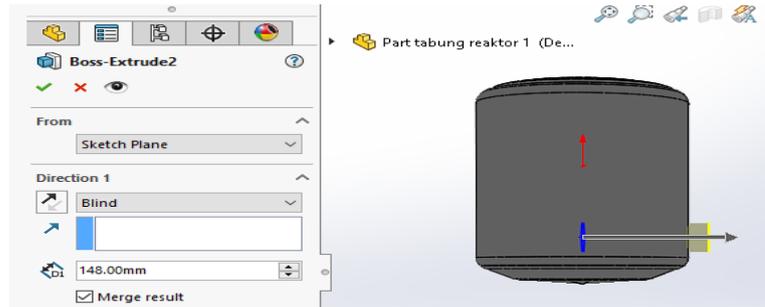
Gambar Tahap 4 part 1. 3d dasar tabung reaktor.

Langkah berikutnya adalah membuat saluran input bahan baku pada reaktor dengan cara klik front plane dan pilih circle kemudian gambarkan lingkaran tersebut dekat dasar reaktor , atur diameter hingga 48 mm .



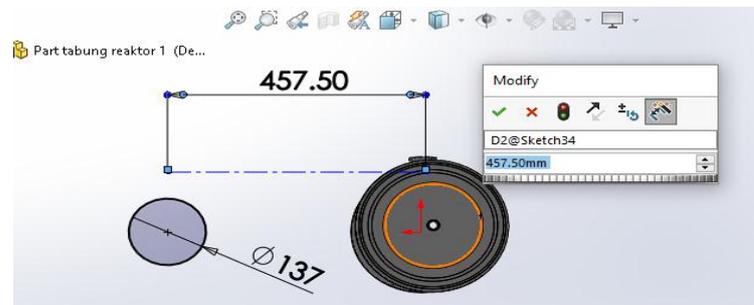
Gambar Tahap 5 part 1. Gambar dasar lubang input bahan baku.

Kemudian klik features dan klik *Bos-Extrude* , atur D1 hingga 148mm lalu klik centang hijau atau enter .



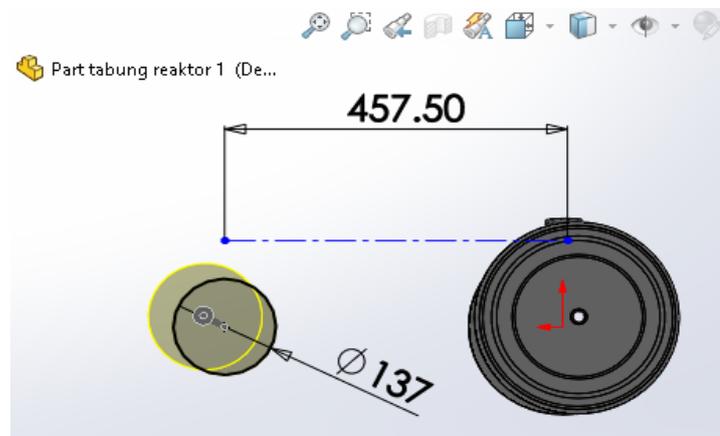
Gambar Tahap 6 part 1. . Extrude *boss/base* pola input bahan baku.

Dengan memastikan panjang sumbu tungku kompor ,pada *top plane* gambarkan sebuah garis penanda sepanjang 457,5 mm dan gambarkan sebuah lingkara pada sisi lainnya dengan dimeter 137mm.



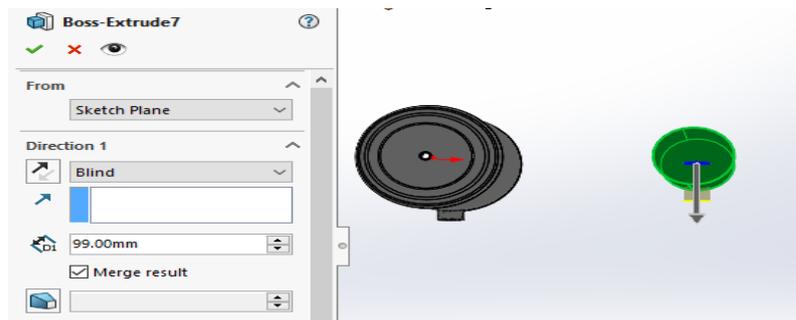
Gambar Tahap 7 part 1 Dasar tabung reaktor ke dua.

Langkah berikutnya klik *feature* dan pilih *Boss Extrude* , atur ketinggian hingga 30 cm.



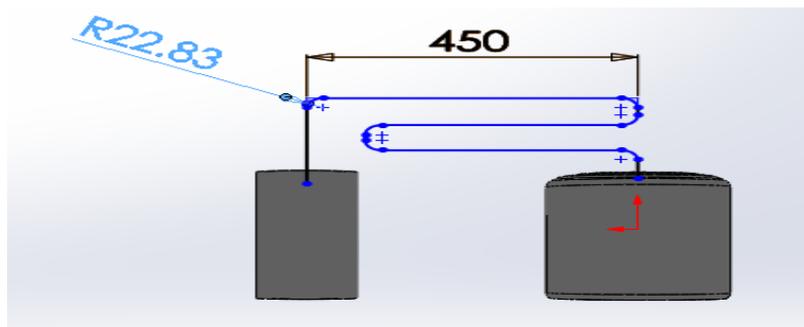
Gambar Tahap 8 *part* 1 reaktor ke dua .

Berikutnya gambar lingkaran dasar input bahan baku pada reaktor ke dua dengan ukuran dan letak yang sama dengan reaktor yang pertama kemudian klik *feature* dan pilih *Boss extrude* dan atur panjang hingga 99 mm lalu klik centang hijau atau *enter*.



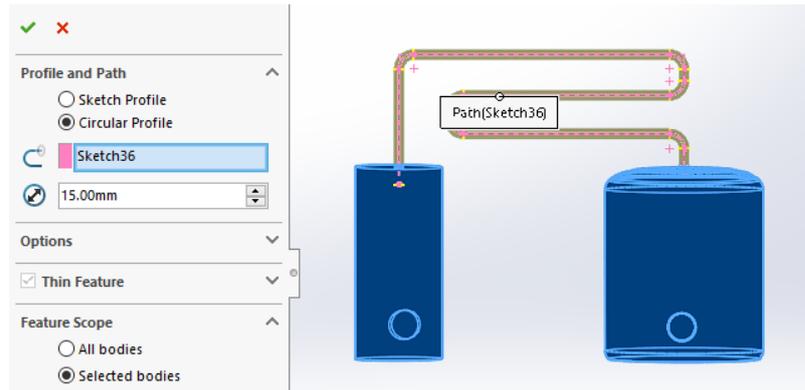
Gambar Tahap 9 part 1 input reaktor ke dua

Langkah selanjutnya menggambar pipa kondensor dengan mengklik *from plane* dan memilih line pada *sketch*, gambarkan pola dasar pipa dan berikan *Sketch fillet*



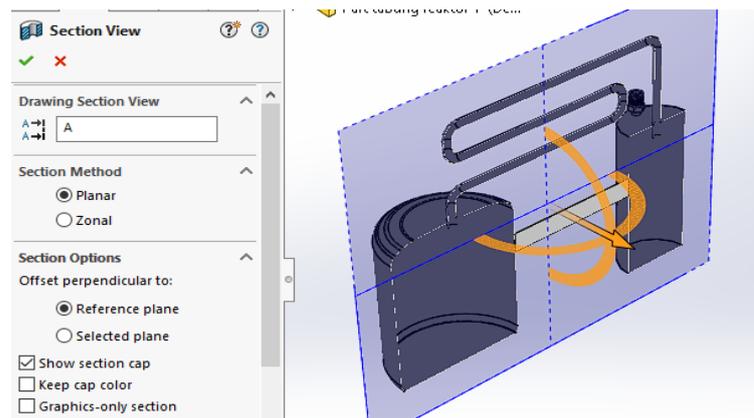
Gambar Tahap 10 part 1 pola dasar pipa kondensor

Tahap berikutnya adalah mengklik *Features* dan memilih *Swept Bos/Base*, atur path dan diameter luar hingga 15 mm



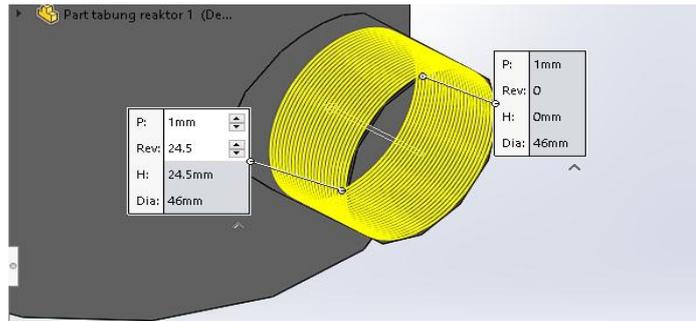
Gambar Tahap 11 *part 1* pengaturan diameter pipa kondensor.

Langkah berikutnya adalah membuat ruang dengan mengklik *Features* kemudian pilih menu *Shell* dan atur ketebalan hingga 2mm , untuk melihat hasilnya dapat menggunakan *Section view*.



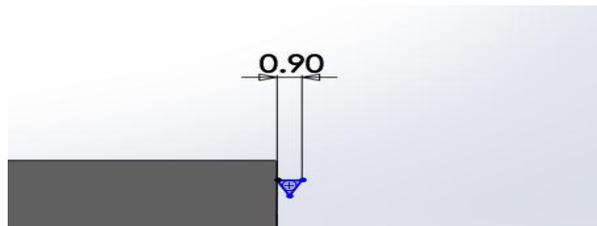
Gambar Tahap 12 *part 1* pembuatan ruang pada reaktor .

Selanjutnya adalah membuat ulir pada kedua lubang input bahan bakar dengan mengklik permukaan depan dari bibir lubang input kemudian menggambarkan lingkaran diameter dasar ulir lalu klik *Insert* , pilih *Helix/Spiral* dan atur *Pitch* 1 mm ,*Revolutions* 24,5 dan *Start angle* 90^0 .



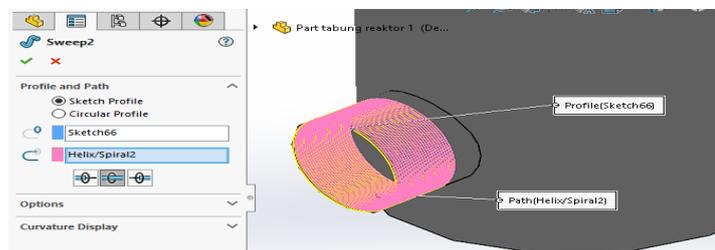
Gambar Tahap 13 *part 1* pola dasar ulir (root) saluran input bahan baku .

Berikutnya klik titik pada *Start angle* kemudian klik insert, pilih *Reference geometry* lalu klik Plane, atur posisi sesuai dengan *Start angle* ,berikutnya gambarkan sebuah segitiga sama sisi dengan panjang sisi 0.9mm



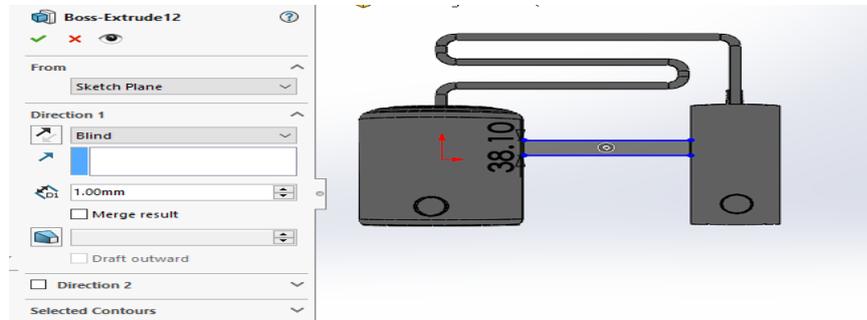
Gambar Tahap 14 *part 1* pembuatan pola dasar *thread angle* .

Langkah selanjutnya dengan menggunakan *Sweep boss/base* atur *Profile and Path* pada Sketch Profile dan isi kolom profilnya pada kedua lubang input bahan baku.



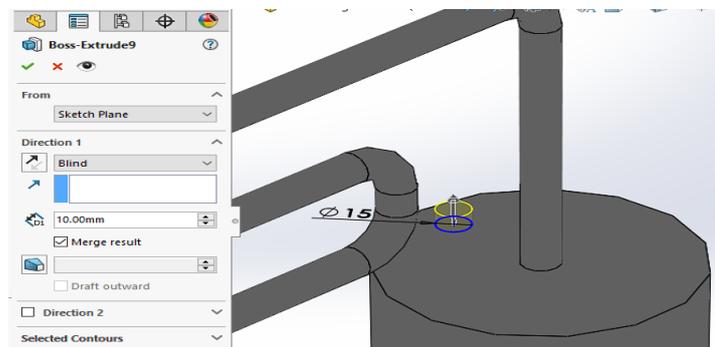
Gambar Tahap 15 *part 1* pembuatan gambar ulir saaluran bahan baku.

Langkah selanjutnya adalah menggambar plat penahan pada tabung dengan meng klik Front plane dan gabarkan persegi dengan lebar 1,5 inci dan tebal 1mm pada Boss Extrude di menu Features.



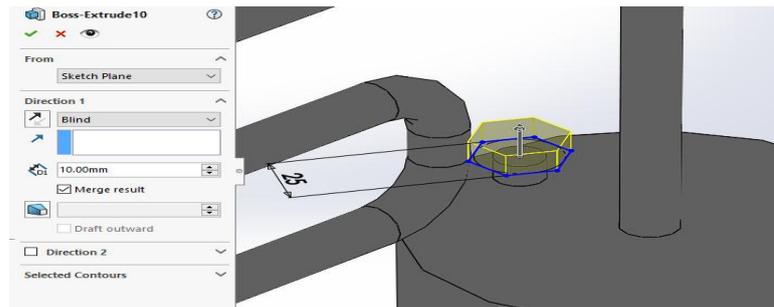
Gambar Tahap 15 *part 1* pembuatan gambar ulir saluran bahan baku.

Selanjutnya untuk saluran ataupun adaptor / nepel kondensor 2 dan 3 gambar sebuah lingkaran pada permukaan atas reaktor ke dua dengan diameter 15 cm dan atur tingginya hingga 10 mm dengan menu Boss Extrude pada Features .



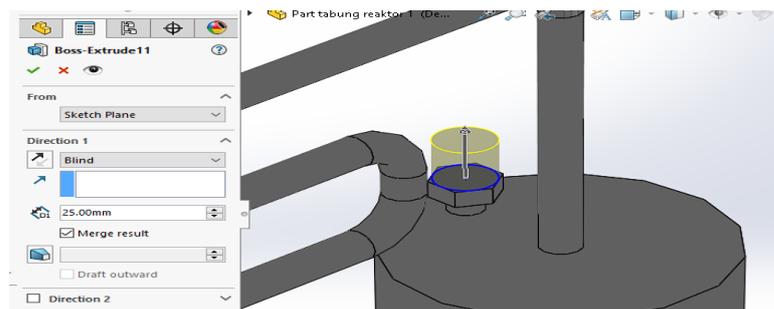
Gambar Tahap 16 *part 1* pola dasar adaptor / nepel kondensor .

Dengan mengklik permukaan atas pola dasar adptor gambar sebuah persegi enam sebagai pegangan kunci ketika mengikat nepel dengan diameter 25 mm , kemudian dengan *feature Boss Extrude* atur ketebalan hingga 10 mm lalu klik centang hijau atau enter .



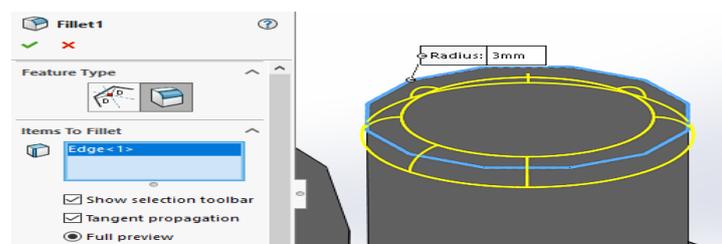
Gambar Tahap 17 *part 1* pola dasar kepala adaptor / nepel kondensor .

Berikutnya adalah membuat body dasar ulir kepala nepel dengan menggambar sebuah lingkaran dengan diameter 25mm pada permukaan atas komponen yang telah di kerjakan sebelumnya , kemudian atur tinggi hingga 25 mm.



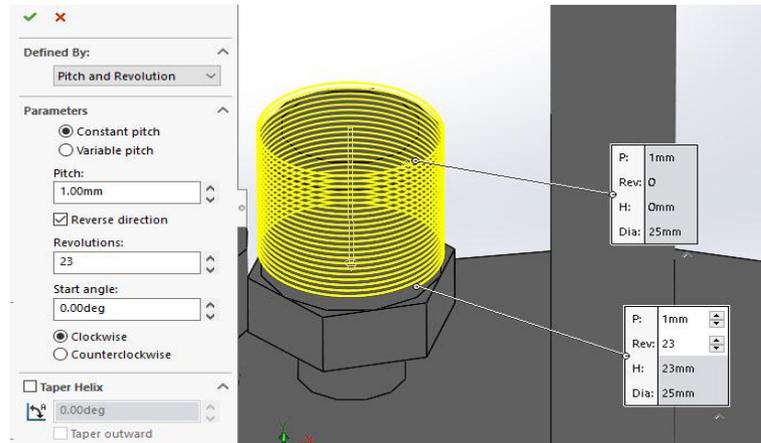
Gambar Tahap 18 *part 1* pola dasar *body* adaptor / nepel kondensor .

Langkah berikutnya klik menu Fillet pada Features dan atur radius hingga 3 mm .



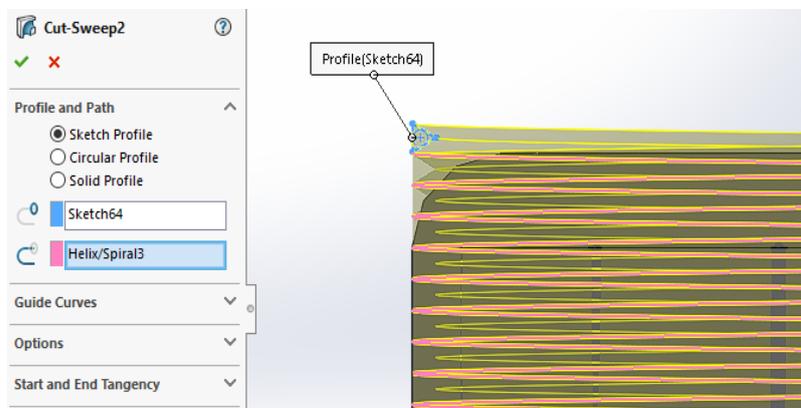
Gambar Tahap 19 *part 1* fillet kepala baut nepel

Selanjutnya gambar sebuah lingkaran di atas gambar yang sebelumnya dengan diameter yang sama, klik *Insert* dan pilih *curve* kemudian klik *Helix /Spiral*.



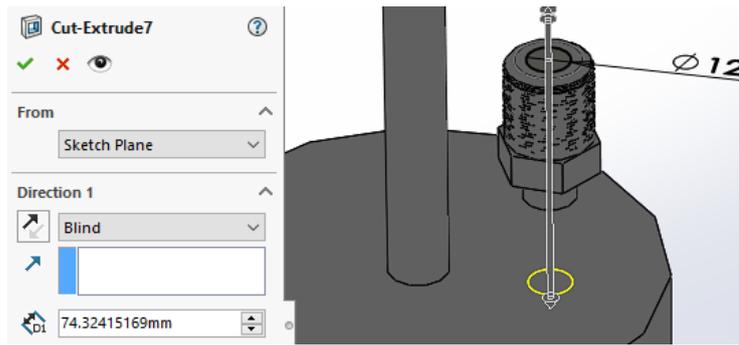
Gambar Tahap 20 part 1 pola dasar drat baut nepel.

Berikutnya klik front plane dan gambarkan segi tiga sama sisi dengan panjang sisi 0,9 mm, dan gunakan sebagai pola dasar untuk Cut Sweep.



Gambar Tahap 20 part 1 pola dasar drat baut nepel.

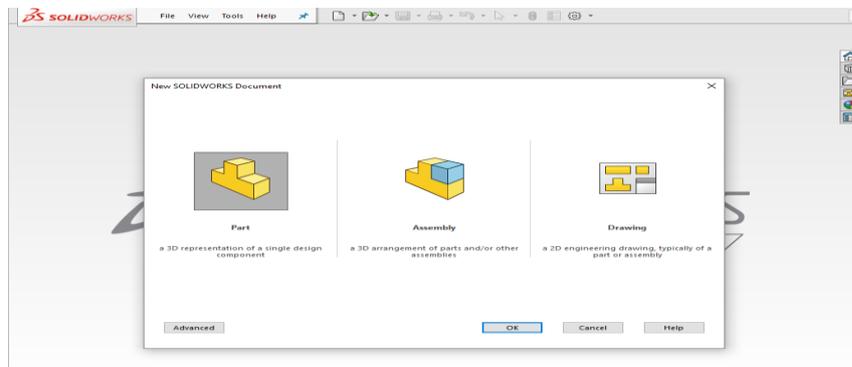
Langkah selanjutnya adalah membuat lubang pada saluran nepel dengan mengklik permukaan paling atas dan gambarkan sebuah lingkaran dengan diameter 12 mm kemudian gunakan *Feature Cut Extrude* dan atur hingga saluran terhubung kemudian klik centang hijau atau enter.



Gambar Tahap 21 *part 1* lubang saluran nepel.

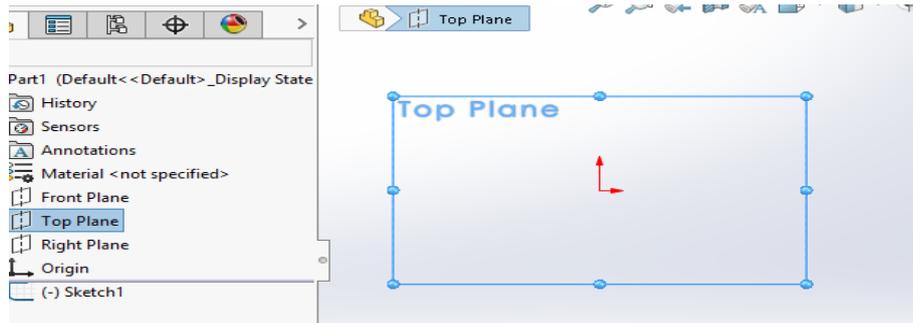
Part 2 . Membangun Desain Kondensor Final

Pertama-tama buka aplikasi Solidworks dan kemudian klik file dan pilih new lalu klik *part* .



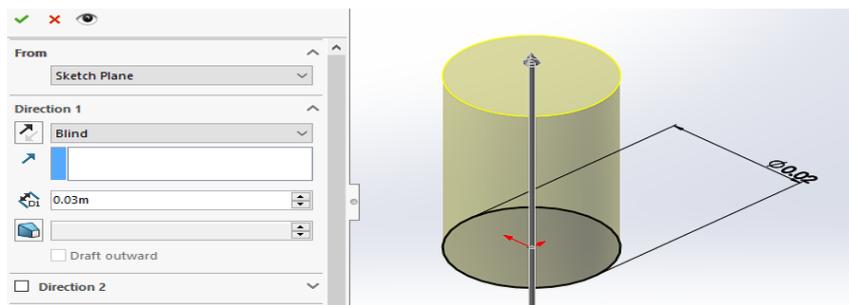
Gambar Tahap 1 *part 2*. Menu start solidworks.

Kemudian klik kanan *Top Plane* dan klik ikon *sketch* pada *task bar* tersebut.



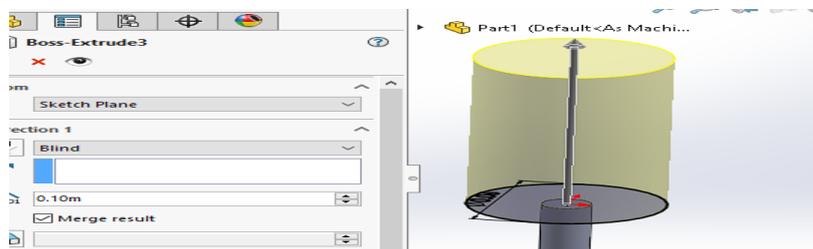
Gambar Tahap 2 part 2. menu *plane* solidworks.

Berikutnya membuat sebuah lingkaran dengan diameter 20mm lalu klik Features dan klik *Extrude Boss /Base* ,atur ketinggian hingga 30mm



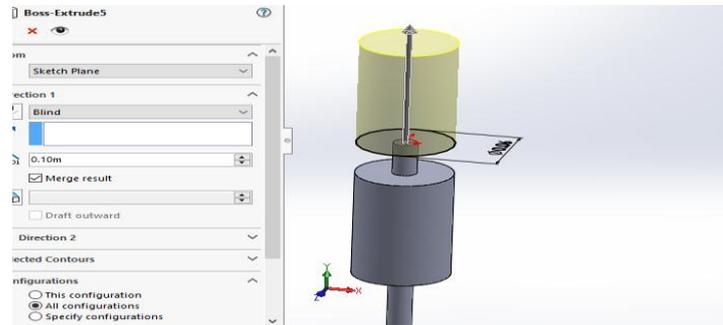
Gambar Tahap 3 part 2 lubang saluran nepel.

Langkah berikutnya dengan mengklik permukaan atas gambar sebelumnya buat sebuah lingkaran berdiameter 6 cm dan atur tingginya hingga 10 cm



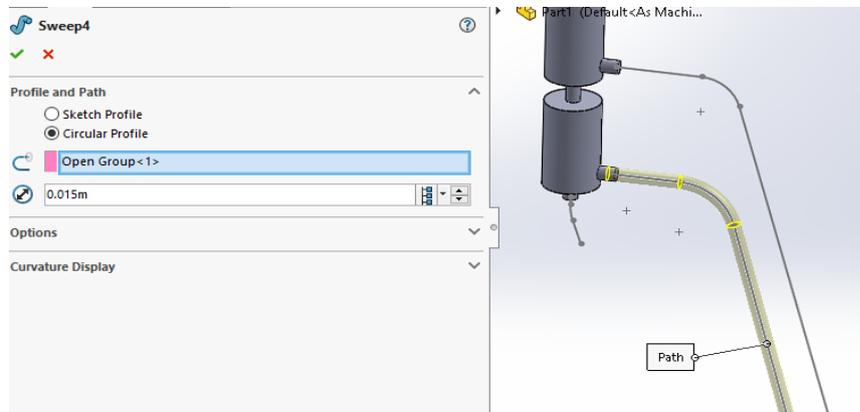
Gambar Tahap 4 part 2 Tabung kondensor pertama.

Berikutnya ulangi langkah tahap 3 dan 4 hingga di dapatkan hasil seperti berikut :



Gambar Tahap 5 *part 2* Tabung kondensor ke dua

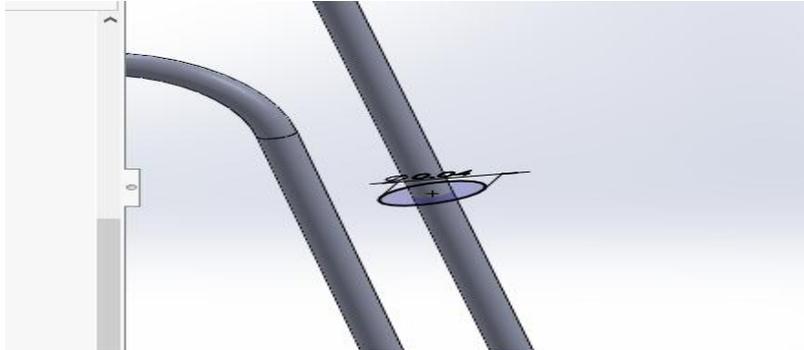
Selanjutnya adalah menggambar pola dasar pipa kondensor , pertama tama klik *front plane* kemudian buat pola jalur pipa , atur kemiringan dengan sudut yang sama kemudian klik features dan klik Sweep , gunakan Circular Profile dan atur ketebalan hingga 15 mm , kemudian klik centang hijau atau enter.



Gambar Tahap 6 *part 2* Pola pipa tabung kondensor

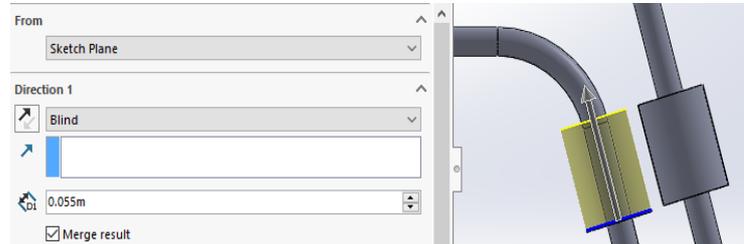
Berikutnya klik permukaan ujung pipa output kondensor dan buat plane baru pada jarak 25 cm dari bawah , pada plane tersebut buat dua buah lingkaran

pada masing masing pipa dengan diameter 4 cm , lalu klik features dan klik Boss/
Base Extrude dan atur ketebalan hingga 1mm



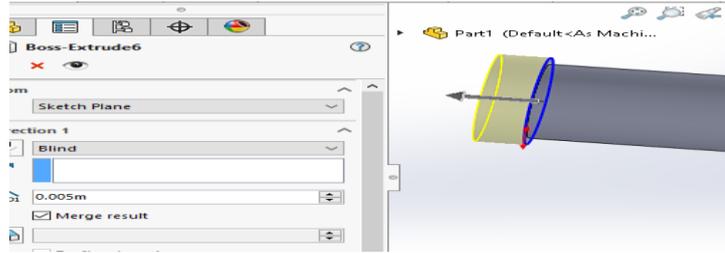
Gambar Tahap 7 part 2 dasar tabung air pendingin pipa output kondensor

Selanjutnya gambarkan gambar dua buah lingkaran dinding tabung pendingin pada kedua permukaan gambar yang di buat sebelumnya , klik *Features* kemudian klik *Extrude Boss/Base* ,atur tinggi hingga 5,5 cm kemudian klik centang hijau atau enter



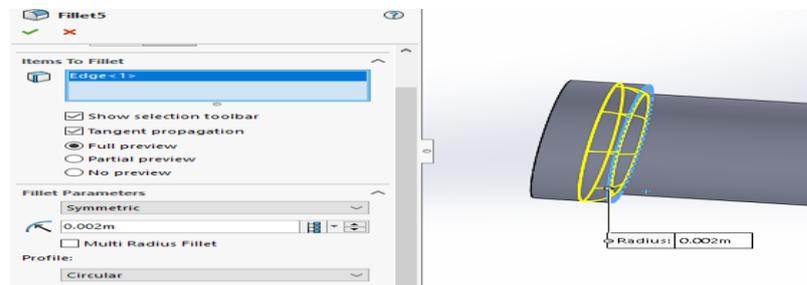
Gambar Tahap 7 part 2 dasar tabung air pendingin pipa output kondensor

Langkah selanjutnya kembali klik permukaan dasar pipa dan buat gambar lingkaran dengan diameter 17,6 mm kemudian klik *Features* dan klik *Boss Extrude* , atur ketinggian hingga 5mm.



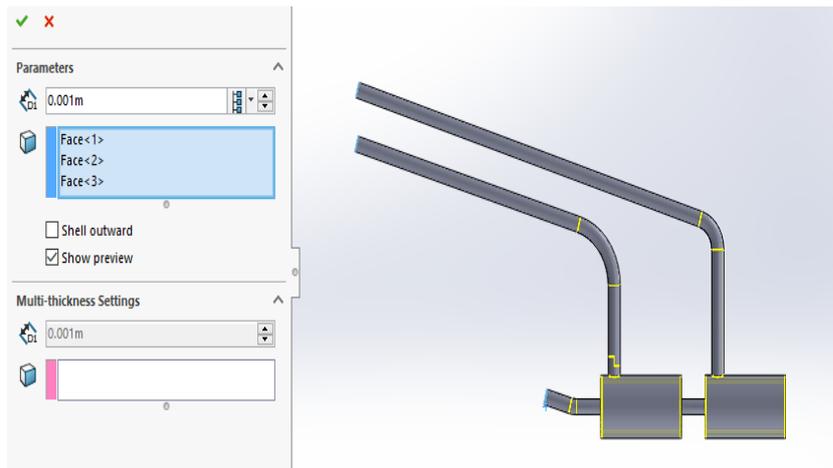
Gambar . Tahap 8 *part 2* dasar pipa nepel

Selanjutnya gunakan menu Fillet untuk merapikan pinggiran pipa dasar nepel, atur radius hingga 2 mm..



Gambar Tahap 9 *part 2* Fillet dasar pipa nepel

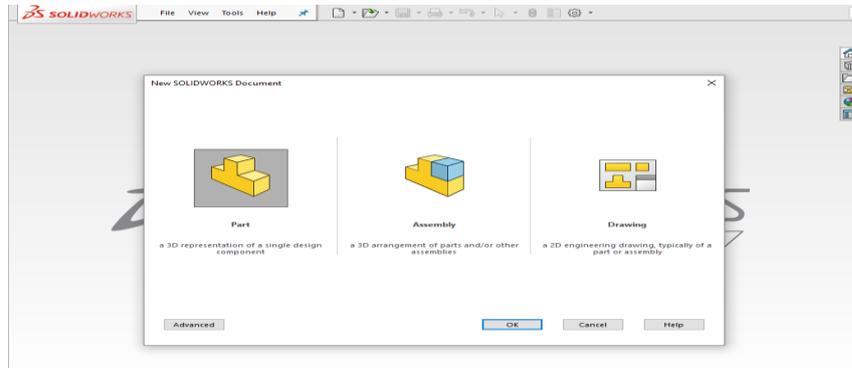
Langkah selanjutnya klik Features dan pilih Shell , atur lubang pada ujung pipa dan atur ketebalan hingga 1mm , kemudian klik save atau enter.



Gambar Tahap 10 *part 2* gambar ruang tabung kondensor

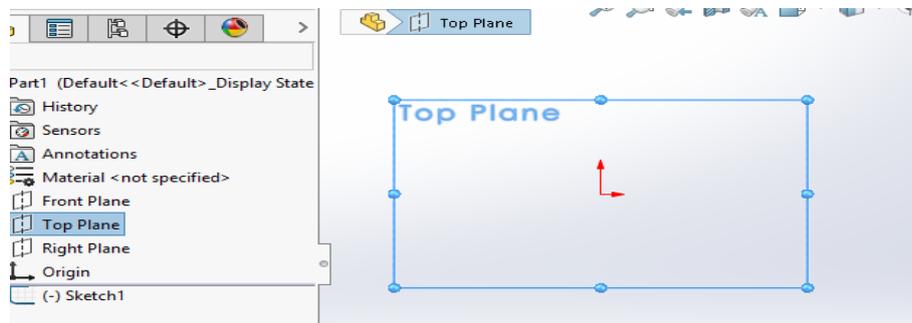
Part 3 . Membangun Desain Nepel pipa Kondensor

Pertama-tama buka aplikasi Solidworks dan kemudian klik file dan pilih new lalu klik *part* .



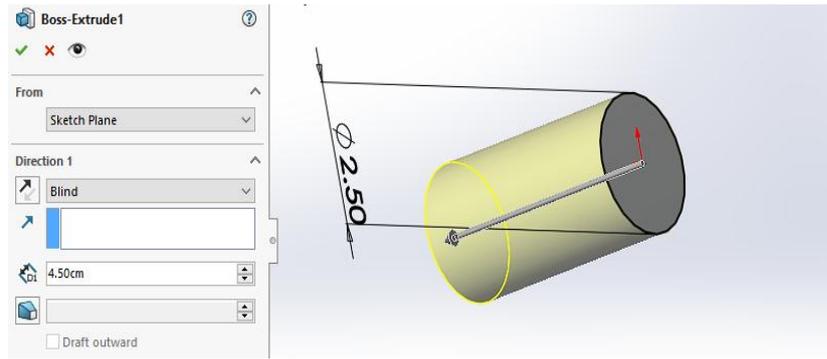
Gambar Tahap 1 part 3. Menu start solidworks.

Kemudian klik kanan *Top Plane* dan klik ikon *sketch* pada *task bar* tersebut.



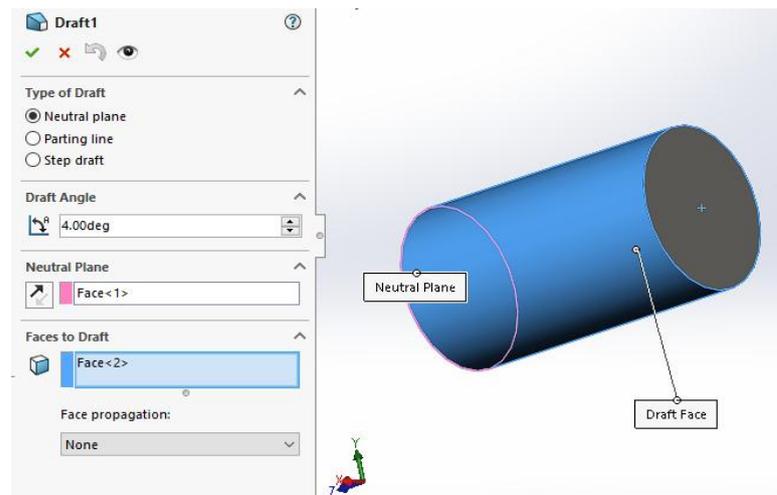
Gambar Tahap 2 part 3. menu *plane* solidworks.

Buat sebuah lingkaran dengan menu *sketch* , atur diameter hingga 2,5 cm kemudian klik *Features* dan klik *Extruden Boss/Base* kemudian atur *expansi* hingga 4,5 cm.



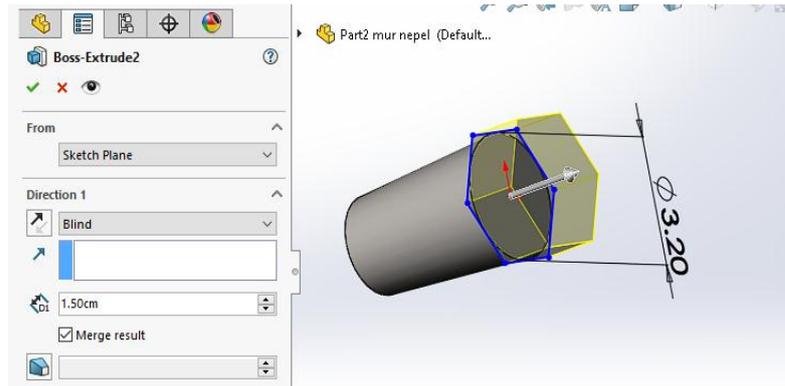
Gambar Tahap 3 part 3. Pola dasar kepala nepel.

Berikutnya kembali klik *Features* dan pilih *Draft* ,Klik permukaan sisi samping tabung pada kolom *Face to Draft* dan atur *Draft Angle* pada 4 derajat , kemudian klik *save* atau *enter*.



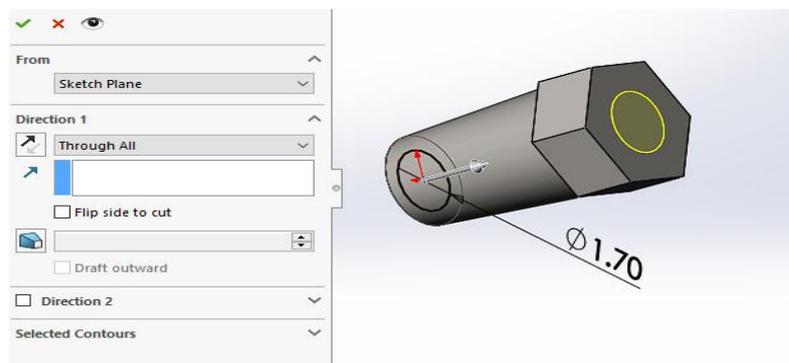
Gambar Tahap 4 part 3. *Draft Angle* nepel.

Langkah selanjutnya Klik permukaan bawah , atau gambar dengan lingkaran diameter terbesar kemudian gambarkan sebuah persegi enam dengan diameter 32 mm, gunakan menu Boss Extrude pada Features untuk mengatur ketebalan hingga 1,5 cm dan selanjutnya klik *save* atau *enter*.



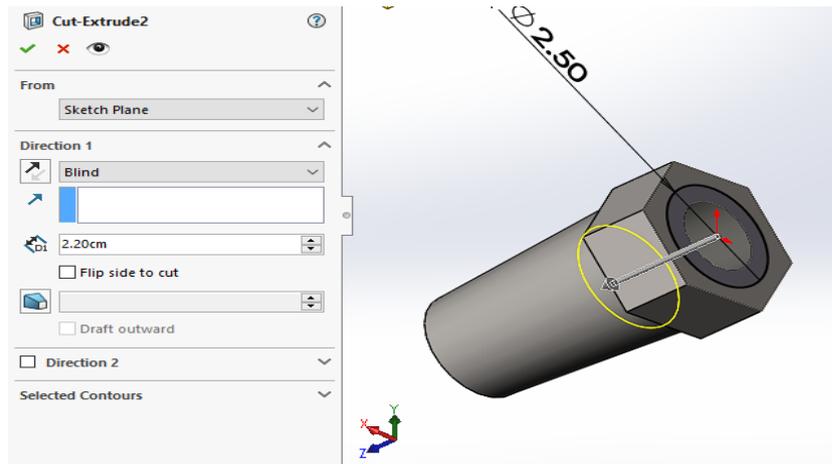
Gambar Tahap 5 part 3. Kepala mur nepel

Berikutnya klik permukaan persegi lima sebelumnya dan gambarkan sebuah lingkaran berdiameter 1,7 cm dengan *Sketch* pada bagian tengahnya, kemudian gunakan menu *Extruded Cut* pada *Features* dan atur *Direction* menu pada *Through All* selanjutnya klik save atau enter



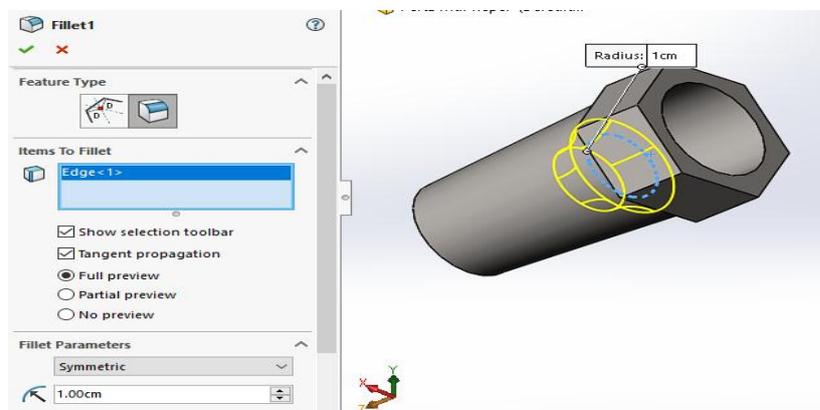
Gambar Tahap 6 part 3. Lubang saluran nepel.

Langkah selanjutnya gambarkan lingkaran pada kepala mur nepel dengan diameter 2,5 cm dan gunakan menu *Cut Extrude* pada menu *Features* , atur pemakanan hingga 2,2 cm , kemudian klik *enter* atau *save* .



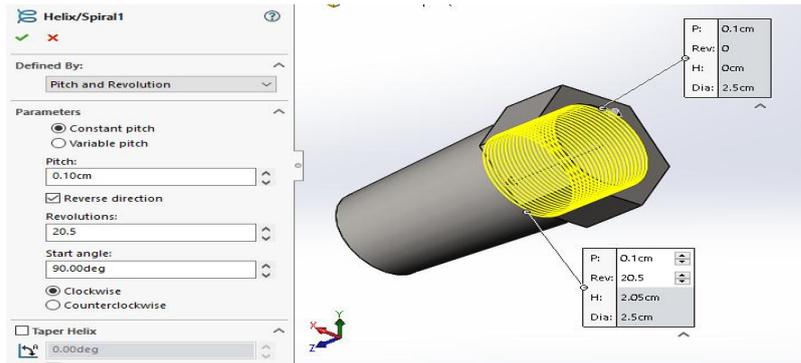
Gambar Tahap 7 part 3. Lubang drat nepel.

Berikutnya geser view point hingga terlihat lubangnya dengan jelas dan gunakan menu *Fillet* pada *Features* di sudut diameter dalam dan atur radius hingga 1cm kemudian klik *enter* atau *save* .



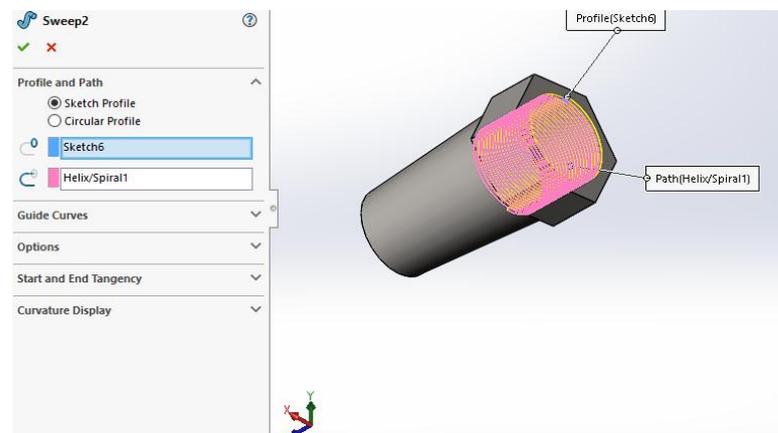
Gambar Tahap 8 part 3. *Fillet* radius dalam nepel

Langkaha selanjutnya adalah membuat pola drat dengan menu *Helix / Spiral* di menu insert , gunakan sebuah gambar lingkaran sebagai dasar pola dengan diameter yang sama dengan lubangnya, atur pitch nya hingga 1mm dan start angle 90^0 kemudian klik *save* atau *enter* .



Gambar Tahap 9 part 3.pola dasar ulir.

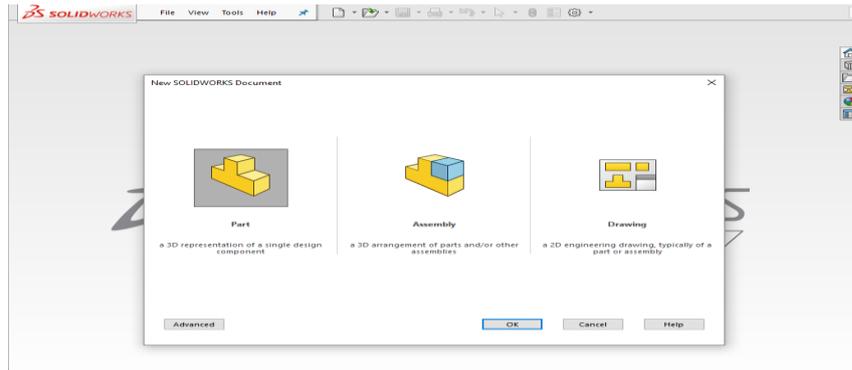
Selanjutnya gambarkan sebuah segi tiga sama sisi pada side plane dengan sisi sepanjang 0,9mm , atur posisinya pada titik mula ulir , kemudian klik *Features* dan pilih *Sweep Boss/Base* dan atur Sketch profile pada gambar yang sebelumnya telah di buat kemudian klik save atau enter.



Gambar Tahap 10 part 3.ulir pada nepel.

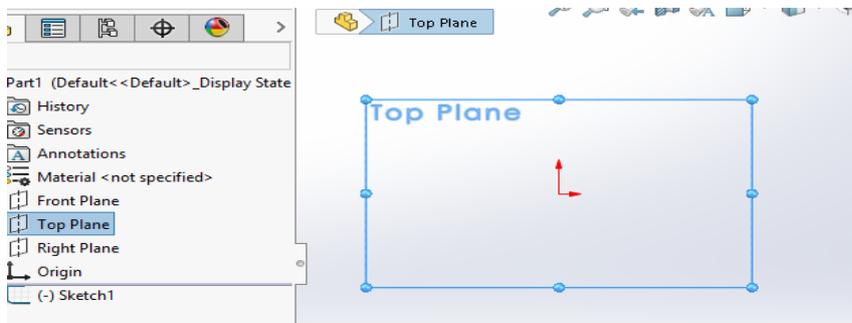
Part 4 . Membangun Desain Filter Kondensor

Pertama-tama buka aplikasi Solidworks dan kemudian klik file dan pilih new lalu klik *part* .



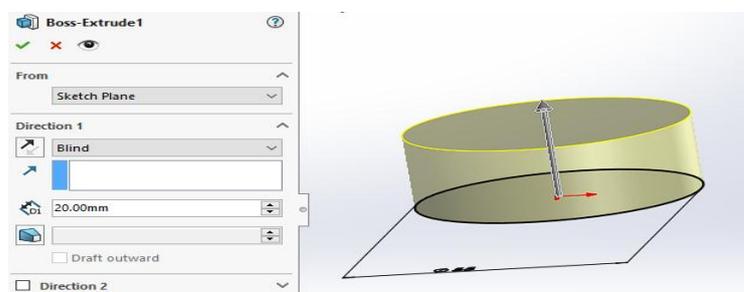
Gambar Tahap 1 part 4. Menu start solidworks.

Kemudian klik kanan *Top Plane* dan klik ikon *sketch* pada *task bar* tersebut.



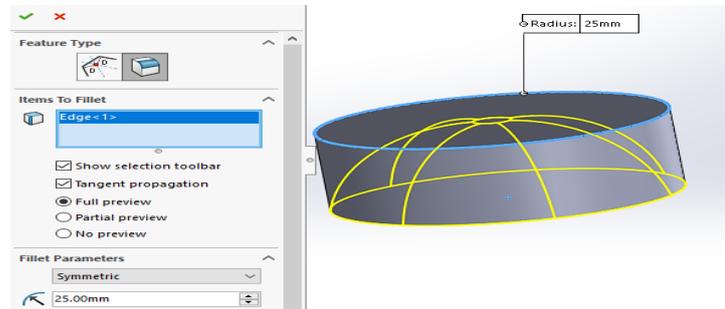
Gambar Tahap 2 part 4. menu *plane* solidworks.

Buat sebuah lingkaran dengan menu *sketch* , atur diameter hingga 5,5 cm kemudian klik *Features* dan klik *Extruden Boss/Base* lalu atur *expansi* hingga 20mm, berikutnya klik *save* atau *enter*.



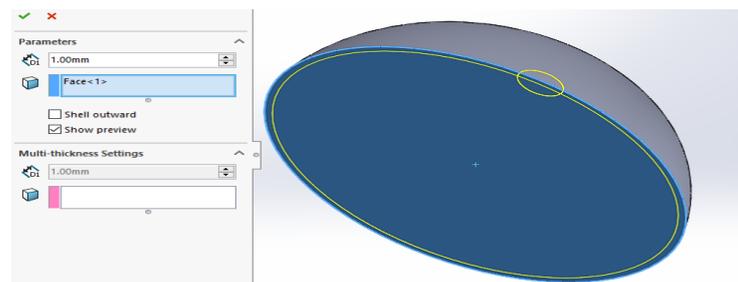
Gambar Tahap 3 part 4. *Extrude Boss /base* diameter dasar filter.

Langkah selanjutnya gunakan menu *fillet* untuk membuat radius pemotongan sebesar 20 mm kemudian klik *save* atau *enter* .



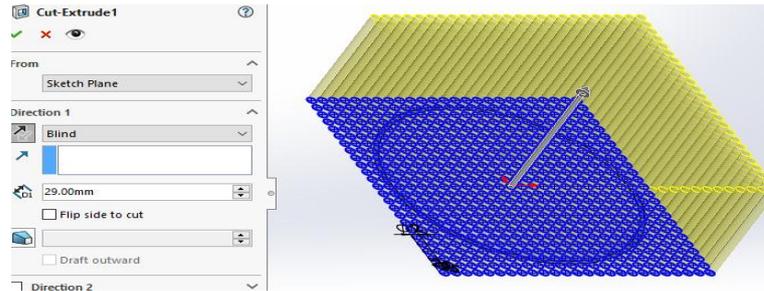
Gambar Tahap 4 part 4. Fillet pola lengkungan filter

Berikutnya gunakan Menu *shell* pada *Features* pada permukaan bawah gambar dan atur ketebalan hingga 1 mm , kemudian klik *save* atau *enter* .

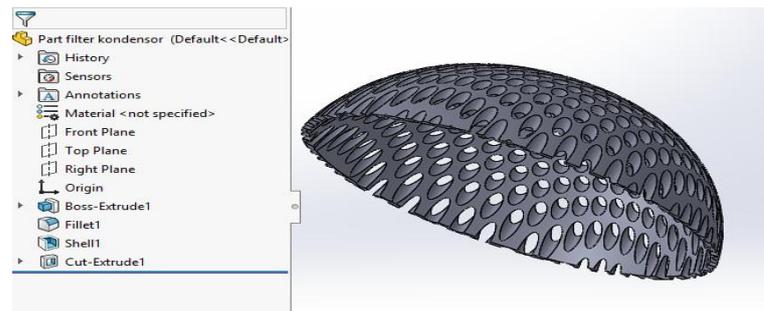


Gambar Tahap 5 part 4. Membentuk pola kubah filter .

Langkah selanjutnya kembali klik Front plane dan buat sebuah lingkaran dengan diameter 2mm gandakan dengan Linear Sketch Patern hingga menutupi seluruh permukaan , atur antar jarak lingkaran sebesar 2,5mm kemudian kembali klik Extrude Cut pada menu Features ,lalu atur pemakanan hingga gambar tertembus , kemudian klik *save* atau *enter*.



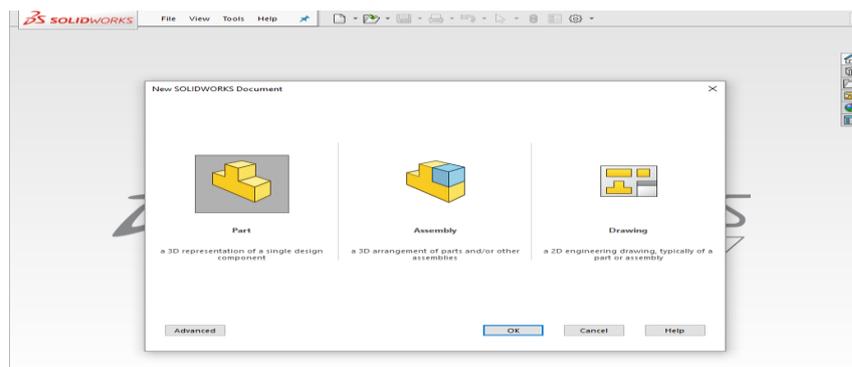
Gambar . Tahap 6 *part* 4. Membuat lubang filter.



Gambar Filter kondensor

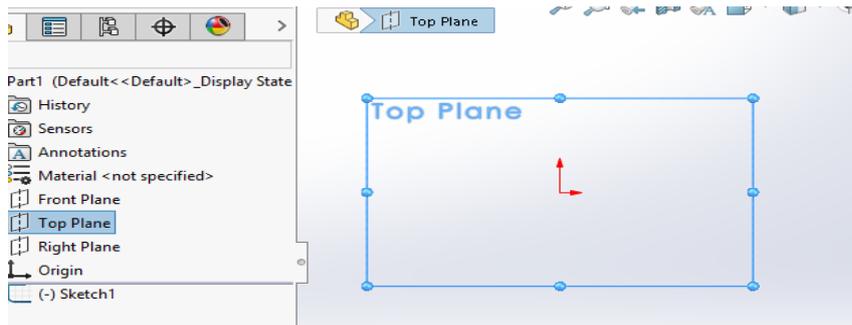
Part 5 . Membangun Desain Cover Input

Pertama-tama buka aplikasi Solidworks dan kemudian klik file dan pilih new lalu klik *part* .



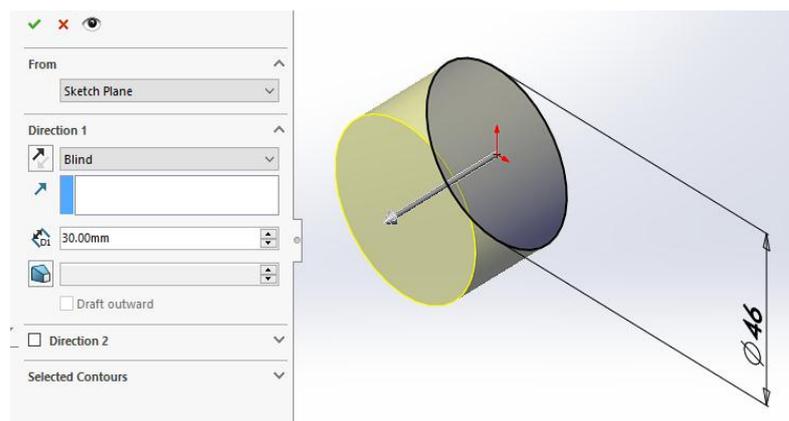
Gambar . Tahap 1 *part* 5. Menu start solidworks.

Kemudian klik kanan *Top Plane* dan klik ikon *sketch* pada *task bar* tersebut.



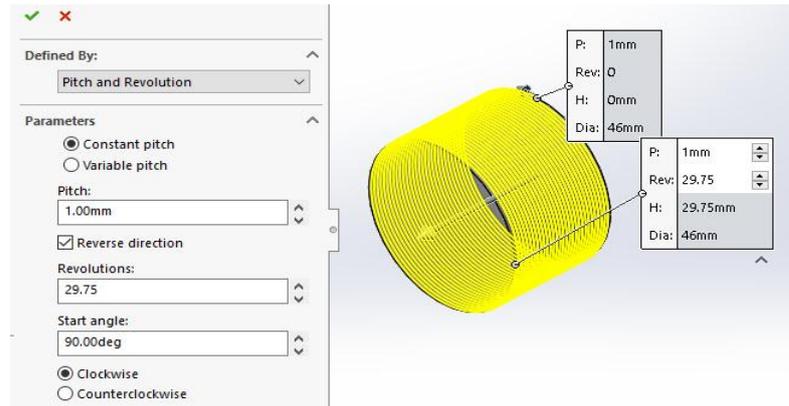
Gambar Tahap 2 part 5. menu *plane* solidworks.

Buat sebuah lingkaran dengan menu *sketch* , atur diameter hingga 46mm kemudian klik *Features* dan klik *Extruden Boss/Base* lalu atur *expansi* hingga 30 mm, berikutnya klik *save* atau *enter*.



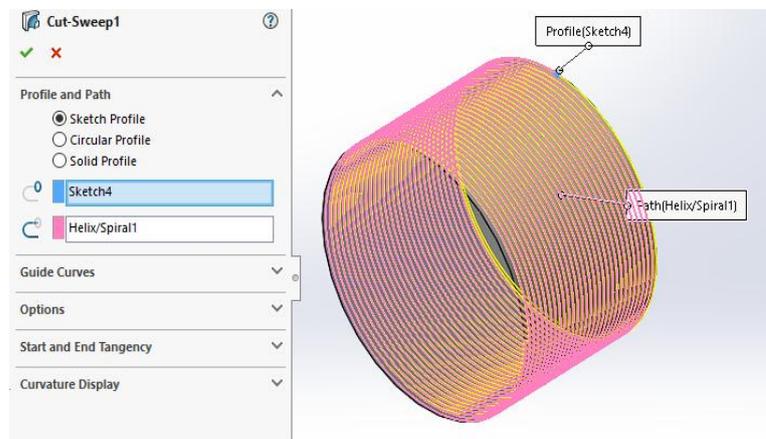
Gambar Tahap 3 part 5. Dasar *cover input*.

Selanjutnya gambarkan kembali sebuah lingkaran pada permukaan dasar *cover input* dan klik *Helix / Spiral* pada menu *Insert* ,selanjutnya atur sudut mulai di 90^0 , pitch 1mm dan revolusi 29,75. Kemudian klik *enter* atau *save* .



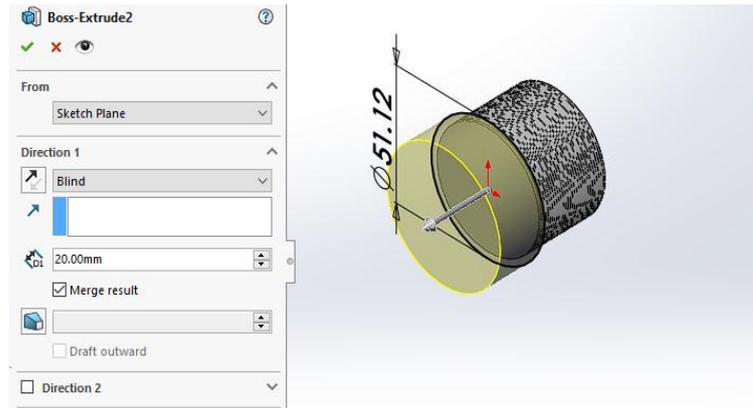
Gambar . Tahap 4 part 5. Pola ulir cover input

Berikutnya menggambarkan sebuah segitiga sama sisi dengan panjang sisi 0,9 mm pada side plane , kemudian atur posisi segitiga tersebut pada titik mula ulir dan klik Cut Sweep pada menu *Features*, atur jalur dan pola pemakanan pada menu *Profile and Patch* kemudian klik *save* atau *enter*.



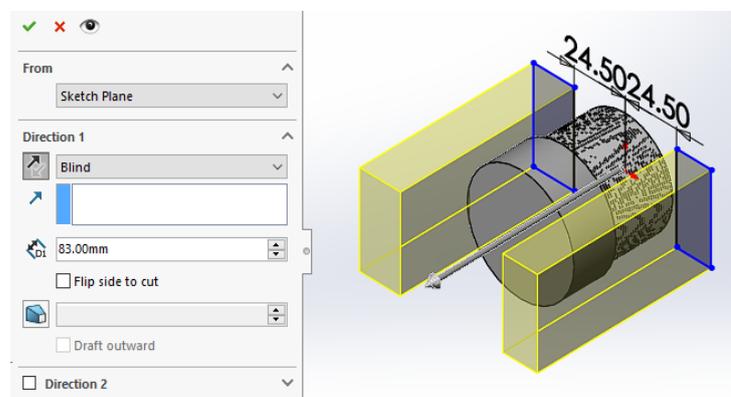
Gambar Tahap 5 part 5. Ulir cover input

Langkah selanjutnya klik kembali permukaan atas gambar sebelumnya dan gambarkan sebuah lingkaran dengan diameter 51,12 mm , kemudian klik *Boss Extrude* pada menu *Features* , atur *D1* pada 20mm lalu klik *save* atau *enter*.



Gambar Tahap 6 *part 5*. Kepala *input cover*.

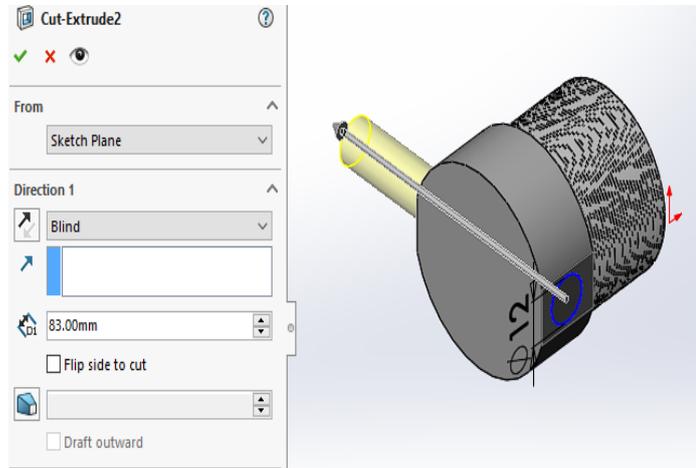
Berikutnya klik front plane dan gambarkan dua buah persegi panjang dengan masing masing berjarak 24,5 mm dari pusat gambar dan sedikit bersinggungan dengan gambar utama, kemudian klik *Extrude cut* pada menu Features , atur pemakanan hingga melewati kepala *input cover* kemudian klik *save* atau *enter*.



Gambar Tahap 7 *part 5*. Membentuk *side flat surface*.

Langkah berikutnya adalah menggambar sebuah lingkaran di permukaan samping Kepala *input cover* dengan diameter 15mm , kemudian klik *Extrude cut*

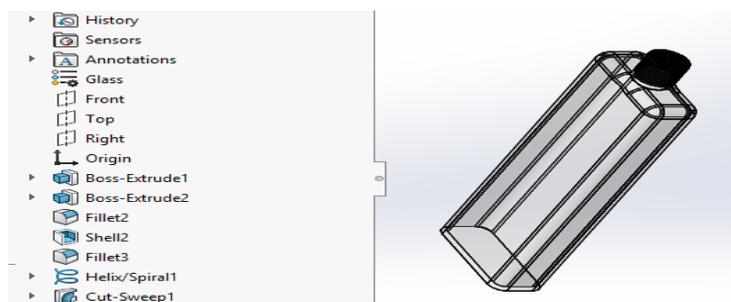
pada menu *Features* dan atur pemakanan hingga tembus ke samping , kemudian klik *save* atau *enter*.



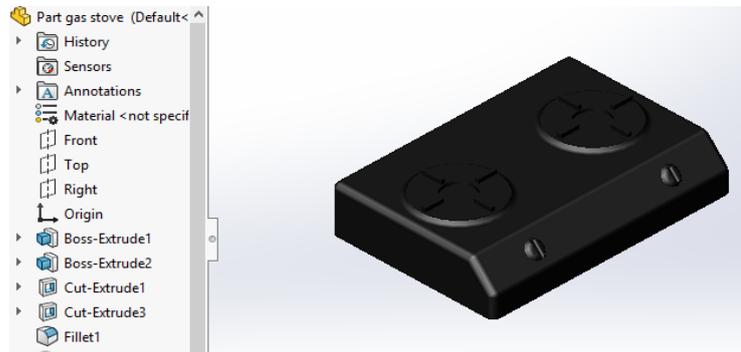
Gambar Tahap 7 *part 5*. Lubang kepala input cover .

Part 6, 7 dan 8. Komponen Pendukung

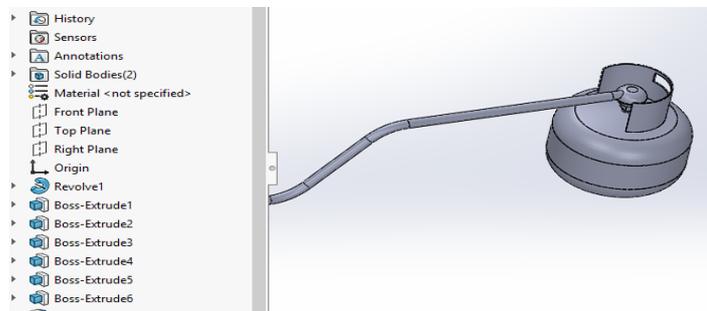
Komponen ini adalah perangkat tambahan yang tidak di desain oleh penulis , data yang di ambil hanya berupa dimensi sumbu dan tinggi , diantaranya : Botol penampung , kompor (*stove*) dan Tabung gas LPG beserta regulatornya.



Gambar Botol



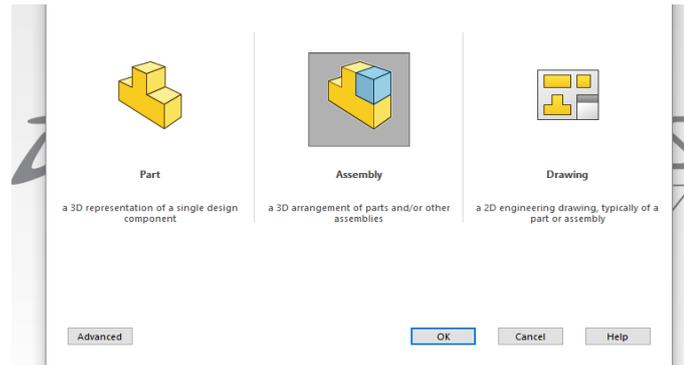
Gambar . Kompor



Gambar. Tabung gas LPG dan regulator

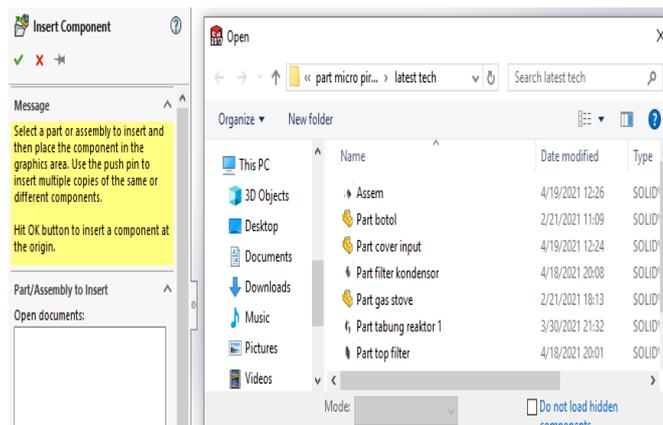
Langkah Perakitan Model

Pertama tama buka aplikasi solidworks dan klik file kemudian klik new , pilih icon Assembly pada menu yang muncul setelahnya kmudian tekan enter atau klik ok

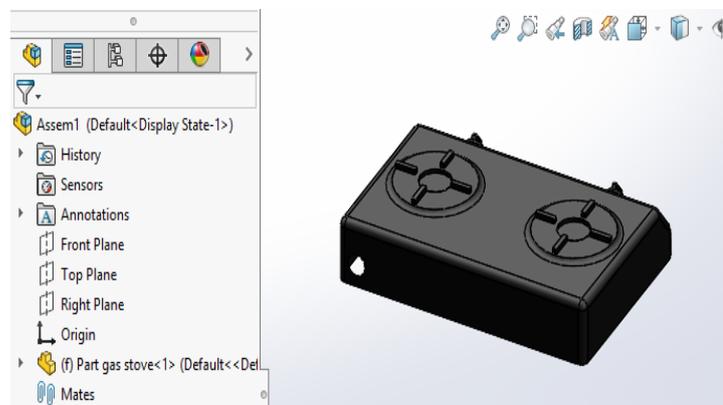


Gambar Menu *Assembly*.

Berikutnya klik Insert Component dan pilih gas stove component ,
komponen tersebut di gunakan sebagai dasar jarak sumbu reaktor .

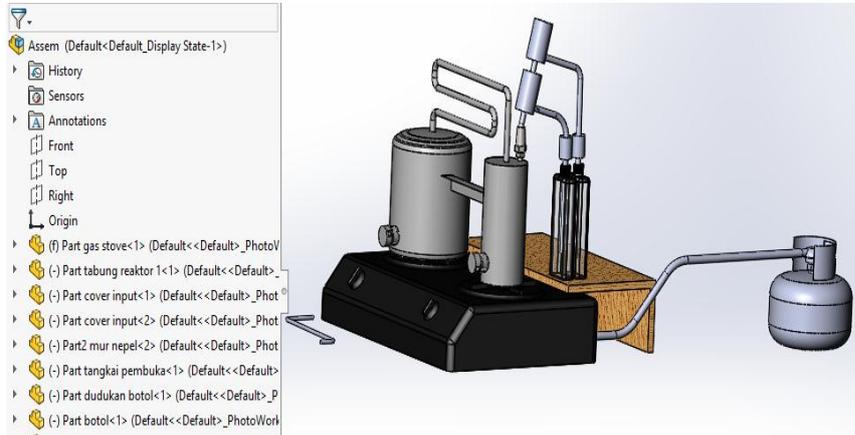


Gambar Menu *input Assembly*.



Gambar Gas Stove.

Untuk langkah berikutnya gunakan fitur *View Temporary Acces* pada *Icon Visibility* untuk menghubungkan seluruh komponen dan *atur limit movementnya* keudian klik *save* .



Gambar *Full Assembly design*.

Pengujian dan hasil uji prototipe

Pegujian di lakukan dengan bahan uji berupa kantong plastik HDPE sebanyak 2 kg yang di masukkan pada reaktor 1.



Gambar langkah percobaan 1. Bahan percobaan dan proses memasukkan bahan.

Selanjutnya pasang *cover input/inlet* dan *mur nepel kondensator* dengan kunci 22 pas.



Gambar langkah percobaan 2. Memasang mur nepel kondensator.

Langkah berikutnya adalah memasang botol penampung dan meletakkan alat pirolisis di atas kompor dan menyalakan tungku pertama.



Gambar langkah percobaan 3. pemanasan reaktor 1.

Setelah sepuluh menit, dilakukan pemanasan pada reaktor 2 dengan knob kompor terbuka 25%.



Gambar langkah percobaan 4. pemanasan reaktor 1 dan 2.

Masuk ke menit ke 20 minyak dan gas mulai keluar dari pipa reaktor 1



Gambar langkah percobaan 5. minyak mulai keluar dari kondensator.



Gambar langkah percobaan 6. minyak hasil pirolisis.

Berikut merupakan tabel hasil percobaan yang telah di lakukan di lapangan :

Percobaan Alat Pirolisis Sampah Plastik Reaktor Ganda							
25 Maret . 11:30 . Temperatur cuaca 31°C.Bahan LDPE 2Kg							
no	waktu	temperatur air kondensator °C		posisi knop kompor		hasil minyak	
		kondensator 1	kondensator 2	reaktor 1	reaktor 2	kondensator 1	kondensator2
1	0 "	27°	27°	on (full throttle)	off	0 ml	0ml
2	10'	28°	27°	on (full throttle)	on (1/4 Throttle)	0ml	0ml
3	20'	29°	28°	on (full throttle)	on (1/2 Throttle)	5ml	0ml
4	30'	30°	29°	on (full throttle)	on (1/2 Throttle)	10ml	4ml
5	45'	32°	30°	on (full throttle)	on (full throttle)	27ml	10ml
6	60'	32°	31°	on (full throttle)	on (full throttle)	68ml	45ml

Tabel 5.1 . Hasil percobaan 1 di Kawasan Industri Medan 2.

10 april . 1:20 .Temperatur cuaca 30°C.Bahan LDPE 2 Kg							
no	waktu	temperatur air kondensator °C		posisi knop kompor		hasil minyak	
		kondensator 1	kondensator 2	reaktor 1	reaktor 2	kondensator 1	kondensator2
1	0 "	25°	25°	on (full throttle)	off	0ml	0ml
2	10'	27°	26°	on (full throttle)	on (1/4 Throttle)	0ml	0ml
3	20'	28°	27°	on (full throttle)	on (1/2 Throttle)	3ml	0ml
4	30'	29°	28°	on (full throttle)	on (1/2 Throttle)	9ml	5ml
5	45'	31°	30°	on (full throttle)	on (full throttle)	20ml	9ml
6	60'	32°	31°	on (full throttle)	on (full throttle)	54ml	27ml

Tabel 5.2 . Hasil percobaan 2 di Lapangan Basket Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Perhitungan Masa jenis bahan bakar

Dengan menggunakan rumus

$$\rho = m/V$$

Keterangan Rumus:

ρ = massa jenis,

m = massa,

V = volume.

Maka diketahui berat jenisnya

Minyak kondensor 1 =

$$\rho 1 = \frac{57,8 \text{ gr}}{68 \text{ ml}}$$

$$P 1 = 0,850 \text{ gr/cm}^3$$

atau

$$= \underline{850 \text{ kg/m}^3}$$

Minyak kondensor 2 =

$$\rho 1 = \frac{35,19 \text{ gr}}{45 \text{ ml}}$$

$$P 1 = 0,782 \text{ gr/cm}^3$$

atau

$$= \underline{782 \text{ kg/m}^3}$$

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

PERANCANGAN ALAT PIROLISIS SAMPAH PLASTIK MENJADI MINYAK DENGAN REAKTOR GANDA

Nama : Muhammad Nur Ade Harto
NPM : 0407230071

Dosen Pembimbing I : Khairul Umurani, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
	13 Januari 2020	Pemberian spesifikasi tugas	u
	15 Februari 2021	Perbaiki pendahuluan	u
	16 Maret 2021	Perbaiki tinjauan pustaka	u
	24 Maret 2021	Perbaiki metode	u
	31 Maret 2021	Perbaiki prosedur	u
	14 April 2021	Perbaiki analisa data	u
	28 April 2021	Lanjut ke pembimbing 2	u
	16 Juni 2021	Acu Seminar	u

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

PERANCANGAN ALAT PIROLISIS SAMPAH PLASTIK MENJADI MINYAK DENGAN REAKTOR GANDA

Nama : Muhammad Nur Ade Harto
NPM : 0407230071

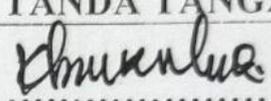
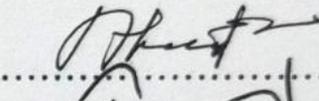
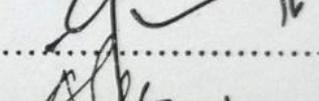
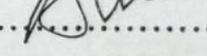
Dosen Pembimbing 2 : Ahmad Marabdi ST . MT

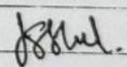
No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
		- perbaiki tujuan - - perbaiki prosedur - perbaiki Hasil & kesimpulan	} AH.
	¹³ / ₇ 2021	: A@@ . persiapan Seminar	AH.

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2021 – 2022**

Peserta seminar

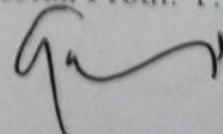
Nama : Muhammad Nur Ade Harto
 NPM : 1407230071
 Judul Tugas Akhir : Perancangan Alat Pirolis Sampah Plastik Menjadi Minyak Dengan Reak
 Tor Ganda.

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Khairul Umurani.S.T.M.T	: 
Pembimbing-II : Ahmad marabdi Srg.s.T.M.T	: 
Pemanding – I : Chandra A Siregar.S.T.M.T	: 
Pemanding – II : Sudirman Lubis.S.T.M.T	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1607230112	Khairul Abdi	
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 20 Shafar 1443 H
21 September 2021 M

Ketua Prodi. T.Mesin



Chnadra A Siregar.S.T.M.T

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Muhammad Nur Ade harto
NPM : 1407230071
Judul T.Akhir : Perancangan Alat Pirolisir Sampah Plastik Menjadi Minyak Dengan Reaktor Ganda.

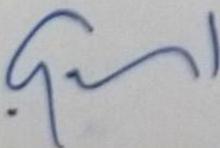
Dosen Pembimbing - I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing-II : Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Chandra A Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
*dapat mengikuti sidang sarjana litrat
setelah memperbaiki isi ngac akhir.*
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

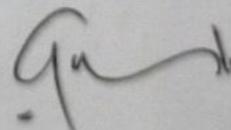
Medan 20 Shafar 1443 H
21 September 2021M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Chandra A Siregar.S.T.M.T

Dosen Pembanding- I



Chandra A Siregar.S.T.M.T

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Muhammad Nur Ade harto
NPM : 1407230071
Judul T.Akhir : Perancangan Alat Pirolisir Sampah Plastik Menjadi Minyak Dengan Reaktor Ganda.

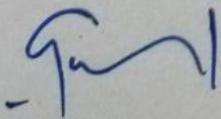
Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing-II : Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Chandra A Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
 - Perbaiki grafik
 - Perbaiki data tahun terakumulasi minyak sampai ke data terakhir.
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....
.....

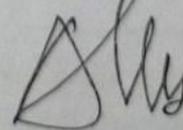
Medan 20 Shafar 1443 H
21 September 2021M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Chandra A Siregar.S.T.M.T

Dosen Pembanding- II



SudirmanLubis.S.T.M.T



UMSU

Regul | Cerdas | Terpercaya

Menjawab surat ini agar disebutkan
dan tanggalnya

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

Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12
Website : <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail : fatek@umsu.ac.id

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 32/II.3AU/UMSU-07/F/2020

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 08 Januari 2020 dengan ini Menetapkan :

Nama : MUHAMMAD NUR ADE HARTO
Npm : 1407230071
Program Studi : TEKNIK Mesin
Semester : XI (SEBELAS)
Judul Tugas Akhir : PERANCANGAN ALAT PIROLISIS SAMPAH PLASTIK MENJADI
MINYAK DENGAN REAKTOR GANDA

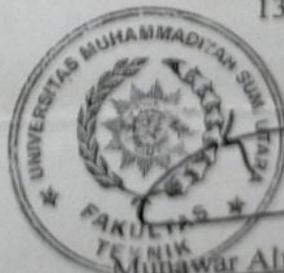
Pembimbing I : KHAIRUL UMURANI ST.MT
Pembimbing II : AHMAD MARABDI SIREGAR ST. MT

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, 17 jumadil Awal 1441 H
13 Januari 2020 M



Dekan

Muhawar Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202

Cc. File

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama	:	Muhammad Nur Ade Harto
Jenis Kelamin	:	Laki-laki
Tempat,Tanggal Lahir	:	Sei Bamban, 09 januari 1994
Alamat	:	Jl. Masjid Dsn. Sumberejo Kab.Langkat
Agama	:	Islam
E-mail	:	adecrossword@gmail.com
No.Hp	:	085296651141

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SDN	01 Batang serangan	Tahun 2000-2006
2. SMPN	02 Padangtualang	Tahun 2006-2009
3. SMK	Tamansiswa Sawit Seberang	Tahun 2009-2012
4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara		Tahun 2014-2021