

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 TINJUAN PUSTAKA

Untuk mendesain alat pembuat bahan bakar minyak dari limbah kantong plastik, dilakukan penelitian terhadap hasil penelitian serupa yang telah di buat sebelum tugas akhir ini dilakukan antara lain:

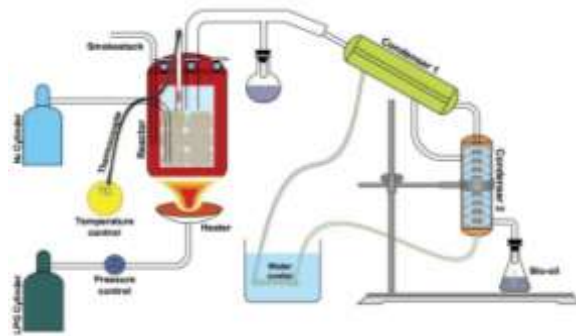
Nasrun, dkk(2015) telah melakukan proses pirolisis untuk pengolahan limbah yang berupa kantong plastik atau yang juga disebut dengan kresek. Dari penelitian yang dilakukan didapatkan kesimpulan bahwa nilai titik nyala yang diperoleh semakin menurun seiring dengan peningkatan suhu pirolisis. Namun hal tersebut tidak mengganggu mutu bahan bakar minyak yang masih mendekati standar. Apabila suhu pirolisis semakin tinggi akan mengakibatkan api semakin cepat menyambar saat disulut akibat pengaruh kandungan air dalam minyak.

Selain itu, dilakukan juga penelitian mengenai pengaruh suhu dan waktu pirolisis terhadap kadar abu yang disimpulkan bahwa kadar abu semakin naik seiring dengan peningkatan suhu pirolisis. Jumlah hidrokarbon C yang banyak pada hasil pirolisis merupakan penyebab utamanya. Banyaknya atom C berdampak pada jumlah kadar abu. Kadar abu semakin tinggi seiring banyaknya atom C yang terbentuk. Abu merupakan hasil reaksi oksidasi dari atom C yang tidak terkonversi. Semakin tinggi suhu pemanasan selama proses pirolisis maka proses penguraian zat-zat yang terkandung dalam plastik akan semakin sempurna. Zat-zat tersebut akan terurai menjadi gas dan cair (minyak) (Tjokrowisastro dkk, 1990).

Rafli, R., dkk (2017) juga melakukan penelitian serupa mengenai penerapan pirolisis untuk mengubah limbah plastik menjadi bahan bakar minyak. Penelitian tersebut menghasilkan sebuah alat pirolisis dengan komponen yang terdiri dari bagian utama yang berupa mesin pirolisis dan burner. Alat pirolisis tersebut telah dikembangkan secara terintegrasi dengan bahan bakar burner dengan cangkang nyamplung. Penggunaan bahan bakar burner dengan cangkang nyamplung menjadi ciri khas alat pirolisis ini karena daerah tersebut memiliki sisa cangkang nyamplung yang belum terolah sehingga dengan alat pirolisis tersebut selain jumlah sampah plastik berkurang, jumlah cangkang nyamplung juga ikut berkurang.

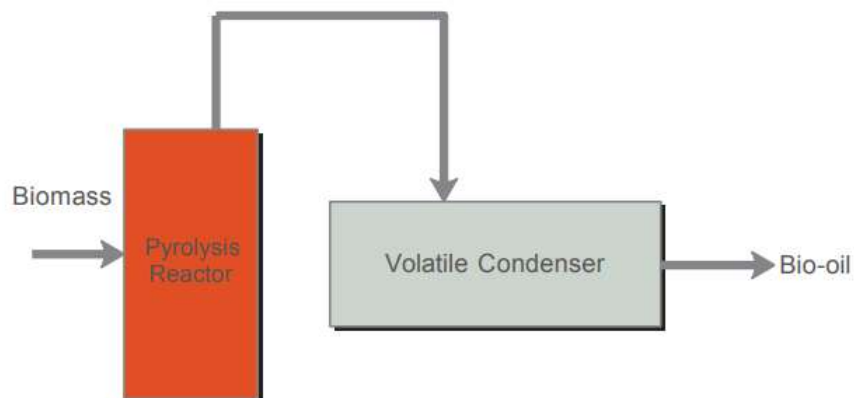
Selain penggunaan bahan bakar burner yang khas, alat pirolisis ini juga mengolah gas hasil pirolisis yang masih tersisa akibat belum terkondensasi untuk tambahan proses pemanasan. Sisa gas hasil pirolisis tersebut disalurkan ke ruang pembakaran di bagian bawah reaktor, yaitu tempat pemanasan. Hasil pengujian alat pirolisis tersebut dapat bekerja dengan baik dengan kapasitas 14kg/jam. Penambahan jumlah plastik dapat ditingkatkan. Selain itu, sistem pemompaan yang semakin cepat untuk mengalirkan dan mendorong plastik agar cepat keluar. Sistem dalam alat pirolisis terintegrasi ini telah diusulkan untuk dikembangkan dengan terdiri dari bagian utama yaitu alat pirolisis dan burner.

Beberapa desain alat pirolisis telah dirancang sebelum tugas akhir ini. Berikut beberapa desain alat pirolisis yang telah ada. Andi Aladin, dkk (2017) dalam *jurnal Design of pyrolysis reactor for production of bio-oil and bio-char simultaneously* telah merancang alat pirolisis seperti berikut



Gambar 2.1 Alat Pirolisis Rancangan Andi Aladin, dkk (2017)

Reaktor pirolisis yang dirancang memiliki desain yang sederhana dan perawatan yang mudah. Selain itu, sistem reaktor juga tidak memiliki persyaratan komponen yang rumit. Perancangan alat pirolisis tersebut didasarkan pertimbangan konsep sistem pirolisis.

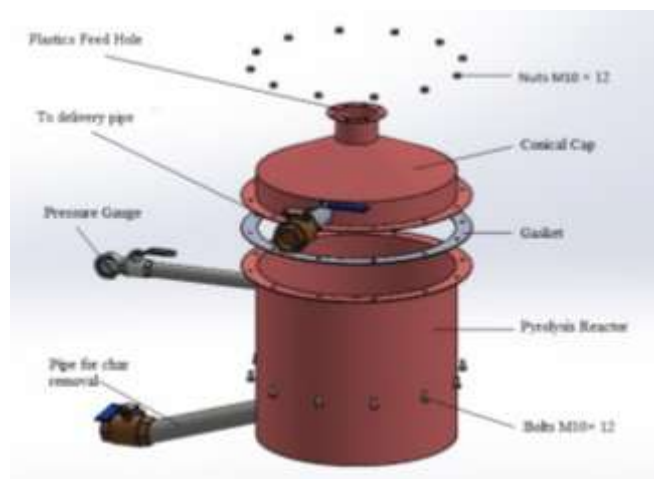


Gambar 2.2 Ilustrasi Konsep Sistem Pirolisis

Reaktor pirolisis dirancang untuk produksi bio-minyak dan bio-char dari limbah biomassa atau limbah pertanian. Reaktor berbentuk silinder, batch type, dan dudukan reaktor tetap. Bagian atas reaktor dapat terbuka untuk memasukkan bahan baku, pada akhir percobaan, bio-char dapat dihilangkan dengan mudah. Suhu di dalam reaktor diukur dengan menggunakan termokopel. Selama proses pirolisis, sisi atas dijaga tetap tertutup oleh pelat penutup yang diikat rapat untuk mencegah

udara atmosfer masuk ke reaktor untuk mencapai kondisi pirolisis terbaik. Berat reaktor sekitar 20-30 kg, dan untuk mencegah kehilangan panas di sekitarnya, reaktor dilengkapi dengan lapisan isolator di bagian luar. Kompor gas bertekanan terletak di bagian bawah reaktor. Perubahan temperatur diatur dengan pengaturan kompor gas bertekanan. Dua kondensator volatil disediakan untuk kondensasi gas volatil yang kemudian dikenal sebagai bio-oil atau minyak pirolitik. Gas panas melewati tabung kondensor bagian dalam dan terkondensasi dengan bantuan sirkulasi air dingin yang mengelilingi tabung.

Selain desain di atas, Darlami, H. B., dkk (2017) juga merancang sebuah alat pirolisis. Alat pirolisis tersebut terdiri dari dua bagian yaitu reaktor pirolisis dan kondensor.



Gambar 2.3 Reaktor Pirolisis Rancangan Darlami, H. B., dkk (2017)



Gambar 2.4 Kondensor Rancangan Darlami, H. B., dkk (2017)

Alat ini memiliki volume reaktor yang diprediksi dapat memproses 10 kg plastik. Reaktor pirolisis dirancang memiliki penampang silindris vertikal, yang disebut shell. Kepala, yang merupakan penutup ujung reaktor, dipilih agar tetap rata untuk mengurangi biaya pembuatan, untuk memastikan perawatan yang mudah dan untuk memungkinkan tingkat perpindahan panas yang lebih besar. Reaktor dirancang untuk beroperasi pada tekanan atmosfer normal. Titik-titik khusus ditempatkan untuk memasang pengukur tekanan, untuk menghubungkan pipa untuk mengarahkan uap ke kondensor dan untuk menghilangkan arang.

Cangkang dan tabung Kondensor digunakan untuk proses kondensasi uap dan sebagian besar digunakan dalam industri proses kimia. Cangkang dan tabung Kondensor dengan kecenderungan sangat kecil terhadap horizontal dirancang untuk digunakan dalam percobaan untuk memfasilitasi dukungan yang tepat dan agar minyak cair mengalir secara alami di bawah aksi gravitasi untuk pengumpulan yang mudah dalam labu.

Fabrikasi Reaktor Pirolisis rancangan dari proyek yang dilakukan oleh Acharya, dkk(Darlami, H. B., dkk (2017) banyak digunakan untuk pembuatan reaktor dan kondensor. Baja ringan dengan ketebalan 3 mm digunakan untuk pembuatan

kepala, cangkang dan tutup kerucut melalui Proses fabrikasi pemotongan dan pengelasan. Berbagai spesifikasi tersebut dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Spesifikasi Reaktor Pirolisis

Specifications	Value
Outer Diameter	500 mm
Inner Diameter	494 mm
Height of reactor	476 mm
Capacity/Volume	91 liters (approx.)

Dua pipa air besi cor dengan diameter 1,5cm dan 2,5cm dilas ke reaktor, yang pertama pada ketinggian 396 mm dan yang terakhir, tepat di atas pangkalan. Katup bola dihubungkan ke setiap pipa. Pengukur tekanan dipasang di bekas dan yang terakhir digunakan sebagai jalur untuk penghapusan arang. Pipa air 2,5 juga terhubung di sisi tutup kerucut untuk memungkinkan uap plastik memasuki cangkang kondensor. Asbestos gasket dan silikon suhu tinggi digunakan untuk menyegel reaktor dan tutup kerucut. Akhirnya, mur dan baut digunakan untuk menghubungkannya. Sensor alat pengukur suhu elektronik dimasukkan ke dalam reaktor melalui lubang umpan.

Shell kondensor, *baffle*, dan pelat penutup terbuat dari baja ringan. Tabung tembaga diatur dalam lembaran tabung dan kemudian dipateri untuk membentuk bundel tabung. Gasket dan silikon suhu tinggi digunakan untuk menutup pelat penutup dan cangkang kondensor. Berbagai spesifikasi kondensor tercantum dalam Tabel 2

Tabel 2.2 Spesifikasi kondensor pirolisis

Specifications	Value
Condenser type	Shell and Tube
Flow type	Counter flow
Shell side	Plastic Vapor
Copper tube side	Water
Copper tube size	Outer diameter = 12.7 mm Inner diameter = 10.92 mm
Tube length per pass	1.5 m
No. of passes	1
No. of copper tubes	12
No. of baffles	28
Baffle Spacing	52 mm

Reaktor dan kondensor dihubungkan melalui tabung air besi cor berdiameter 2.5cm. Kompor LPG yang tersedia secara lokal digunakan sebagai sumber pemanas. Reaktor ditempatkan di atas kompor dan tungku sederhana yang terbuat dari batu bata dan lumpur dibangun di atasnya. Perakitan akhir pabrik ditunjukkan pada Gambar berikut



Gambar 2.5 Contoh Alat Pirolisis

2.2 LANDASAN TEORI

2.2.1 Perancangan inventor

Inventor adalah sebuah aplikasi yang berguna untuk merancang atau mendesain obyek dua dimensi dan tiga dimensi. Autodesk inventor adalah suatu

program CAD dalam bidang teknik yang digunakan untuk perancangan mekanik dalam bentuk 3D. Program ini merupakan rangkaian dari program penyempurnaan dari Autocad dan Autodesk Mechanical Desktop.

Lebih lanjut, program ini sangat cocok bagi pengguna Autodesk Autocad karena memiliki konsep yang hampir sama dalam menggambar 3D. Dalam Autodesk Inventor terdapat beberapa template yang dapat digunakan. Masing-masing template mempunyai kegunaan dan fungsi sesuai pekerjaan yang diinginkan. Berikut adalah penjelasan pada masing-masing template, yaitu:

- *Sheet Metal.ipt*

Membuat bidang kerja baru untuk part atau komponen berjenis metal seperti benda-benda yang terbuat dari plat besi yang ditekuk-tekuk.

- *Standard.dwg*

Membuat bidang kerja baru untuk gambar kerja.

- *Standard.iam*

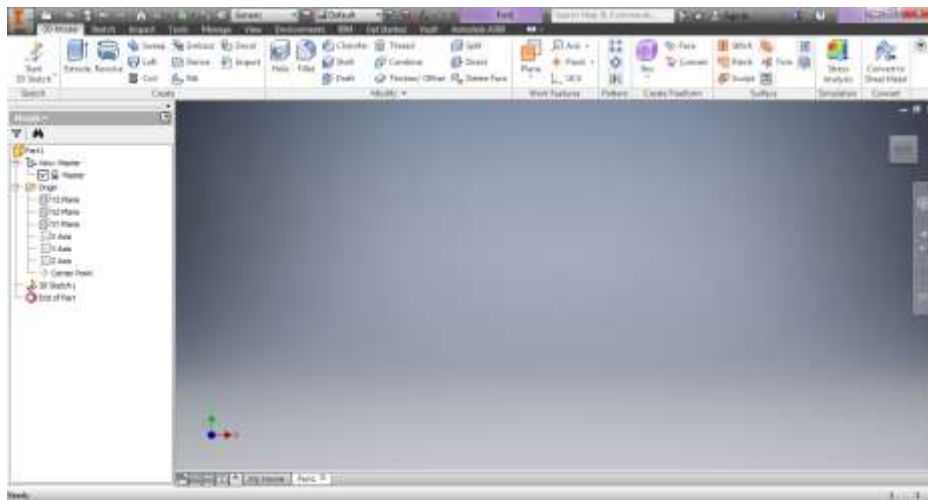
Membuat bidang kerja baru untuk gambar assembly yang terdiri atas beberapa part atau komponen.

- *Standard.idw*

Membuat bidang kerja baru untuk gambar kerja atau 2D.

- *Standard.ipn*

Membuat bidang kerja baru untuk animasi urutan perakitan dari gambar assembly yang telah dirakit. Kita dapat memanfaatkannya untuk membuat gambar *Explode View*.



Gambar 2.8 Tampilan gambar autodesk inventor

2.2.2 Stress analysis

Autodesk inventor memiliki sebuah *add-in* bernama stress analysis yang berdasarkan pada *Finite Element Method* (FEM). FEM adalah “a numerical calculation method that finds approximate solutions for problem ranging from easy to very complex the problem are partial differensial equation”. Apa yang dilakukan FEM adalah membagi masalah besar menjadi lebih kecil dan menjadi bagian yang lebih simpel.

Ketika menggunakan autodesk proses analisis secara teori dilakukan dengan membawa sebuah struktur kompleks dan mengubahnya menjadi bagian bagian kecil, selanjutnya penyelesaian otomatis di belakang *scene* dengan sebuah sistem persamaan. Sistem memiliki input yang berbeda seperti batasan, material beban. FEM juga disebut *Finite Element Analysis*(FEA).

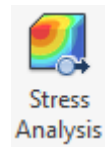
Adapun cara penyelesaian stress analysis menggunakan autodesk inventor adalah sebagai berikut

1. Membuat objek untuk dianalisis

Hal pertama membuat suatu objek, objek dibuat serealistik mungkin dengan ukuran IPS (*english sistem of units*) atau SI(*international sistem of units*).

2. Memulai stress analysis

Setelah membuat objek yang akan dianalisis langkah selanjutnya adalah menuju *environment tab* dengan icon berikut



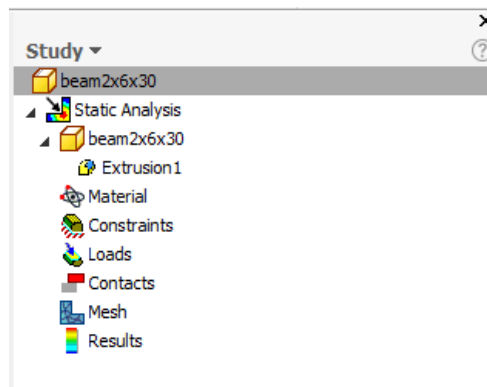
Gambar 2.9 Icon stress analysis

Setelah mengklik icon stress analysis akan muncul set baru di toolbar. Klik pada icon create study untuk memulai stress analysis



Gambar 2.10 Icon create study

Kemudian akan muncul jendela berisi setting seperti gambar berikut



Gambar 2.11 Setting property

3. Menetapkan material untuk stress analysis

Setelah objek selesai dibuat dan properti stress analysis sudah dimulai, selanjutnya adalah memilih material. Sebagai objek yang telah dibuat, untuk memilih material dapat dilakukan dengan *regular autodesk inventor interface* atau dengan klik kanan *material tab* disetting. Selain itu juga dapat dilakukan dengan meng klik *assign material* di *toolbar* atas.

4. Memilih batasan

Langkah selanjutnya adalah membuat batasan pada objek. Sebenarnya ini adalah proses yang cukup menarik untuk memilih batasan yang berbeda karena mereka melambangkan bagaimana objek yang sebenarnya mungkin melekat pada struktur yang berbeda dan dengan mekanisme yang berbeda. Ada dua batasan yang dapat digunakan yaitu pin dan tanpa gesekan. Ketika menetapkan batasan, batasan tersebut dapat diterapkan pada sebuah *face*, *vertex* atau *line*.

5. Simulasi beban untuk dianalisis

Ketika batasan telah ditetapkan langkah selanjutnya adalah memilih beban yang diinginkan. Beban tersebut melambangkan gaya yang akan berkerja pada objek.

6. Kontak batasan diantara bagianbagiannya

Kontak batasan digunakan jika terdapat lebih dari satu bagian misalnya dua buah bagian yang permukaannya saling berhubungan. Kontak terkadang dapat ditetapkan secara otomatis tetapi penetapan secara manual akan menghasilkan hasil yang lebih akurat.

7. *The finite element analysis mesh.*

Semakin besar jumlah *mesh divisions* yang diinginkan semakin sulit perhitungannya. Namun dengan jumlah *mesh division* yang banyak akan dihasilkan perkiraan yang akurat. Dan hal ini dilakukan dengan menggunakan *autodesk inventor stress analysis module*. Hasil dari stress analysis kemudian dapat dilihat berupa zonasi warna sesuai analisis yang dihasilkan.

2.2.3 Desain

Secara umum pengertian desain dapat diartikan sebagai rancangan "sesuatu" atau "sistem" dari *mechanical nature* seperti mesin, komponen, struktur, peralatan, instrumentasi, dan lain lain. Desain adalah sebuah perancangan suatu rencana untuk memenuhi kebutuhan manusia. Proses desain umumnya dimulai dari keluhan masyarakat, yang kemudian disusun secara spesifik untuk menghasilkan ide untuk mengatasi keluhan tersebut. Ide tersebut lalu dianalisis dan diuji, jika hasilnya sudah memenuhi kemudian dibuat *prototype*.

Proses desain dimulai dengan identifikasi masalah dan keputusan untuk melakukan sesuatu pada masalah tersebut. Dalam penentuan keputusan, diperlukan studi literasi agar keputusan yang dipilih dapat menyelesaikan masalah yang terjadi. Dalam prosesnya, perancangan biasanya dilakukan berulang-ulang (*iteration*) hingga diperoleh hasil desain terbaik. Tahap pertama yaitu *problem definition*. Pada tahap ini semua spesifikasi yang berhubungan dengan sistem yang akan didesain harus dilibatkan. Spesifikasi tersebut antara lain kuantitas *input* dan *output*, karakteristik dan dimensi serta ruangan yang diperlukan, dan semua kendala atau batasan desain. Selanjutnya tahap *synthesis* yaitu menggali dan mempertimbangkan semua kemungkinan solusi. Tahap ini disebut juga tahap *ideation* and *invention*. Kemudian desain yang didapatkan, dianalisis dan dioptimasi untuk mengetahui apakah desain tersebut telah memenuhi spesifikasi, dan performansi yang diinginkan, ditolak, atau perlu dimodifikasi. Jika desain yang dihasilkan belum optimum maka perlu dilakukan iterasi sehingga pada tahap ini akan didapatkan hasil desain yang paling optimum. Hasil desain tersebut selanjutnya dapat dilakukan *detailed design* yaitu gambar teknik yang lengkap, spesifikasi material, identifikasi vendor, spesifikasi *manufacturing*, dan sebagainya.

Tahap evaluasi meliputi pembuatan *prototype* dan pengujian yang dapat diaplikasikan melalui komputer. Hasil pengujian ini akan membuktikan apakah desain yang dihasilkan memenuhi spesifikasi dan performansi yang diinginkan. Data hasil pengujian *prototype* dapat digunakan untuk *iteration* berikutnya dalam penyempurnaan desain. Tahap presentasi merupakan tahap dimana hasil desain dikomunikasikan untuk proses selanjutnya seperti *manufacturing*, *assembling*, dan

Terdapat berbagai macam kriteria yang telah ditetapkan dalam AISC. Pada penelitian ini, kriteria yang digunakan antara lain *allowable span*, *allowable stress*, dan *safety factor*. Nilai *allowable span* dapat diperoleh melalui persamaan berikut

$$\text{allowable span} = \frac{\text{Lenght (mm)}}{200} \dots \dots \dots (2.1)$$

Sedangkan untuk nilai *allowable stress* dapat diperoleh dengan persamaan berikut

$$\text{allowable stress} = 0,75 \times \text{yield strength(Mpa)} \dots \dots \dots (2.2)$$

Setelah nilai *allowable span* dan *allowable stress* telah diperoleh, langkah selanjutnya adalah membandingkan nilai tersebut dengan nilai yang diperoleh dari hasil simulasi. Apabila nilai dari hasil simulasi tidak melebihi nilai *allowable span* dan *allowable stress* maka desain tersebut dinyatakan lolos. Standar kondisi yang harus dipenuhi antara lain Von Mises gagal jika nilai maksimum von mises stress material melebihi kekuatan bahan (*strength of the material*). Beban yang terjadi harus lebih kecil dari tegangan yang diijinkan.

Selain *allowable span* dan *allowable stress* terdapat *safety factor* yang juga digunakan dalam penelitian ini. *Safety factor* ditujukan untuk membatasi kemungkinan runtuh sesuai pertimbangan variabel yang diperhitungkan. Nilai beban sebenarnya melampaui beban lerja sebesar S dan daya tahan sebenarnya lebih kecil dari daya tahan yang dihitung sebesar R, struktur yang tepat harus memenuhi persamaan $SF = \frac{R}{S}$. Adapun standar kondisi yang harus dipenuhi *safety factor* adalah *safety factor* minimum diperoleh harus melebihi poisson ration. Apabila kondisi tersebut dipenuhi maka desain dinyatakan lolos.

2.2.5 Pirolisis

Pirolisis berasal dari dua kata yaitu *pyro* yang berarti panas dan lisis berarti penguraian atau degradasi, sehingga pirolisis berarti penguraian biomassa karena panas pada suhu lebih 150°C (kamaruddin, dkk, 1999). Pembakaran tidak sempurna pada tempurung kelapa, serabut, serta cangkang sawit menyebabkan senyawa karbon kompleks tidak teroksidasi menjadi karbon dioksida dan peristiwa tersebut disebut pirolisis. Pada saat pirolisis, energi panas mendorong terjadinya oksidasi sehingga molekul karbon yang kompleks terurai, sebagian besar menjadi karbon atau arang.

Sedangkan menurut Merza, M. M. (2014) pirolisis atau devolatilisasi adalah proses fraksinasi material oleh suhu. Selain bahan yang disebutkan di atas, pirolisis juga dapat diterapkan pada plastik. Proses pirolisis dimulai pada temperatur sekitar 230 °C, ketika komponen yang tidak stabil secara termal, dan *volatile matters* pada sampah akan pecah dan menguap bersamaan dengan komponen lainnya. Produk pirolisis pada sampah berupa cair yang menguap mengandung tar dan *polyaromatichydrocarbon*. Produk pirolisis umumnya terdiri dari tiga jenis, yaitu gas (H₂, CO, CO₂, H₂O, dan CH₄), tar (*pyrolitic oil*), dan arang. Parameter yang berpengaruh pada kecepatan reaksi pirolisis mempunyai hubungan yang sangat kompleks, sehingga model matematis persamaan kecepatan reaksi pirolisis yang diformulasikan oleh setiap peneliti selalu menunjukkan rumusan empiris yang berbeda (Trianna, N. W. (2002).

Istilah lain dari pirolisis adalah "*destructive distillation*" atau destilasi kering, adalah proses penguraian dari bahan-bahan organik yang disebabkan oleh adanya pemanasan tanpa berubungan dengan udara luar. Hal tersebut mengandung pengertian bahwa apabila tempurung dipanaskan tanpa adanya gangguan udara luar dan diberi suhu yang tinggi maka akan menghasilkan rangkaian reaksi penguraian dari senyawa-senyawa kompleks yang terdapat pada tempurung dan menghasilkan zat dalam tiga bentuk yaitu padat, cair, dan gas. Jadi disimpulkan bahwa pirolisis adalah dekomposisi kimia bahan organik melalui sebuah proses pemanasan tanpa udara atau sedikit udara, dimana material akan mengalami pemecahan struktur kimia menjadi fase gas, yang hanya meninggalkan karbon sebagai residu.

Alat pirolisis sudah banyak digunakan di industri kimia, untuk menghasilkan arang, karbon aktif metanol dan bahan kimia lainnya dari kayu, kertas, dan plastik. Proses pengubahan limbah menjadi benda yang siap pakai dan aman digunakan, diperlukan proses pemanggangan dalam ruang tertutup tanpa berhubungan udara dari luar.

2.2.6 Limbah kantong plastik

Umumnya kantong plastik terbuat dari bahan baku HDPE (High Density Polyethylene). Kantong plastik HDPE dapat berwarna-warni dan transparan dengan berbagai ukuran. HDPE merupakan polietilena termoplastik yang terbuat dari minyak bumi. HDPE memiliki kekuatan tensil dan gaya antar molekul yang tinggi serta dapat bertahan pada temperatur yang tinggi. Dengan berkembangnya pengetahuan masyarakat, penggunaan kantong plastik saat ini mulai dibatasi,

bahkan dihindari. Kantong plastik diketahui mengandung bahan-bahan kimia yang merugikan bagi kesehatan.

Melihat kandungan yang berbahaya pada plastik, banyak upaya telah dilakukan untuk mengolah plastik yang telah terpakai agar tidak merusak lingkungan dan kesehatan. Penerapan 3R ini belum mampu mengimbangi penambahan volume sampah plastik yang terus meningkat dari hari ke hari. Selain itu, dilakukan pula *upcycle* yaitu mendaur ulang sampah menjadi suatu karya seni. Akan tetapi tidak semua jenis sampah dapat di-*upcycle*. Oleh karenanya, diperlukan solusi efektif dalam mengolah dan mendaur ulang sampah, khususnya sampah kantong plastik. Mengubah limbah kantong plastik bisa menjadi kerajinan tangan yang sangat unik dan bernilai.



Gambar 2.7 Limbah Kantong Plastik Yang Danyam Bisa Menghasilkan Karia Seni Yang Ada Harganya.

2.2.7 Pengubahan Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak Menggunakan Teknologi Pirolisis.

Pirolisis adalah proses pemanasan tanpa menggunakan udara/oksigen dari luar, dimana teknologi ini saya gunakan untuk membuat limbah kantong sampah

menjadi bahan bakar minyak. Proses ini umumnya berlangsung pada suhu temperatur 400-800°C tergantung jenis plastik yang digunakan.

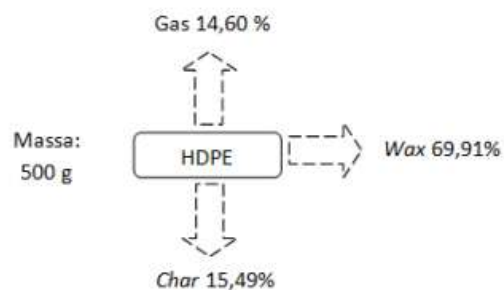
Teknologi pirolisis ini memiliki beberapa bagian utama yaitu mesin pirolisis, yang terdiri dari

1. Reaktor berfungsi sebagai tempat yang akan menampung plastik untuk dipanaskan agar berubah menjadi bahan bakar minyak. Reaktor ini berukuran diameter 300mm dan memiliki ketinggian 400mm dengan menggunakan satu tutup untuk memasukan plastik.
2. Kondensor berfungsi sebagai pendingin gas hasil pirolisis untuk mengubahnya menjadi cair(BBM). Pada tahap ini, gas hasil dari reaktor pirolisis akan dialirkan melewati kondensor. Kondensor ini memiliki dua sistem untuk mendinginkan gas menggunakan media air dan udara. Rancangan bangun ini akan menggunakan pipa berdiameter 100mm untuk kondensor berpendingin air, diameter 150mm untuk kondensor berpendingin udara dan berbahan stainless.
3. Pompa air berfungsi untuk mensuplai dan menyedot air pada kondensor air agar berputar, agar dapat mendinginkan gas hasil pirolisis.
4. Burner berfungsi untuk memanaskan mesin pirolisis dengan suhu 400c sehingga kantong plastik mencair dan menjadi uap gas, lalu gas tersebut akan mengalir melewati pipa lalu didinginkan dikondensor.

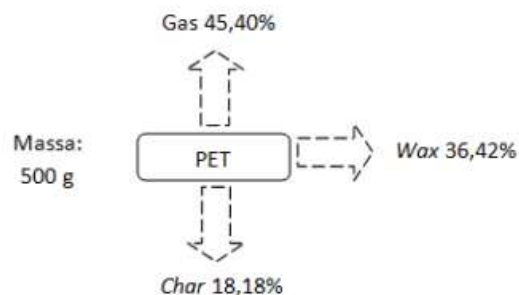
Proses perubahan kantong plastik menjadi bahan bakar minyak menggunakan teknologi pirolisis merupakan proses fraksinasi material plastik.

Nasrun, N (2017) mengemukakan bahwa jenis sampah plastik yang menghasilkan gas tertinggi yaitu jenis plastik PET sebesar 45,40% dan jenis plastik yang menghasilkan wax tertinggi yaitu jenis plastik HDPE sebesar 69,91%.

Selain komposisi gas yang dihasilkan juga perlu disesuaikan dengan kriteria standar emisi yang telah ditentukan. Berdasarkan Keputusan Menteri LHK No 20/2017 menetapkan bahan bakar bensin harus memenuhi standar emisi gas buang setara dengan Euro IV. Euro IV adalah sebuah standar baku emisi gas buang motor kendaraan bermotor yang digunakan untuk mengurangi dampak polusi udara yang bersumber dari kendaraan bermotor. Untuk memenuhi standar tersebut, bahan bakar yang dihasilkan harus memiliki kadar sulfur dibawah 50 ppm, Cetane Number minimum 51, dan Ash Content maksimal 0,01.



Gambar 1. Skema Pirolisis Plastik HDPE



Gambar 2.12 Skema Pirolisis Plastik PET

Plastik merupakan polimer yang berat molekulnya tidak terdefinisi atau tidak bisa dihitung. Karena itu, kecepatan reaksi dekomposisi yang terjadi didasari pada perubahan massa atau fraksi massa per satuan waktu. Produk pirolisis selain dipengaruhi oleh suhu dan waktu, juga oleh laju pemanasan. Merza, M. M. (2014).

Rodiansono, R (1999) melakukan perengkahan sampah plastik jenis polipropilena dari kemasan air mineral dalam reaktor pirolisis terbuat dari stainless steel, dilakukan pada temperatur 475°C dengan dialiri gas nitrogen (100 mL/menit). Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi pirolisis antara lain:

1. Waktu

Faktor waktu berpengaruh pada proses pirolisis dengan hubungan durasi waktu proses pirolisis berlangsung akan mempengaruhi hasil pirolisis. Hasil pirolisis (residu padat, tar, dan gas) akan bervariasi sesuai dengan durasi waktu proses pirolisis berlangsung. Adapun terjadi kenaikan hingga waktu tak hingga (t) yaitu waktu yang diperlukan sampai hasil padatan residu, tar, dan gas mencapai konstan.

2. Suhu

Suhu sangat mempengaruhi hasil pirolisis. Hubungan suhu terhadap hasil pirolisis tertuang pada persamaan Arrhenius, yang mengemukakan bahwa semakin tinggi suhu maka makin besar nilai konstanta dekomposisi termal akibatnya laju pirolisis bertambah dan konversi naik.

3. Ukuran Partikel

Selain dua faktor di atas, ukuran partikel juga berpengaruh terhadap hasil pirolisis. Semakin kecil luas permukaan per satuan berat maka durasi waktu proses pirolisis akan menjadi lambat (Wahyudi, 2001).

4. Berat Partikel

Jumlah bahan yang dimasukkan semakin banyak akan menghasilkan bahan bakar cair (tar) dan arang meningkat. (Wahyudi, 2001)

Sebuah alat pengolahan sampah plastik menjadi minyak telah dirancang oleh Merza, M. M. (2014). Dari hasil rancangan tersebut dihasilkan alat pengolahan sampah plastik menjadi minyak dengan

1. Hasil dekomposisi dengan efisiensi yang terbaik dalam menguraikan sampah plastik terjadi pada suhu 420°C dengan waktu operasi 60 menit
2. Hasil produk minyak terbanyak pada plastik LDPE dan HDPE terjadi pada suhu 400°C dengan waktu operasi 60 menit
3. Kinematika pada plastik HDPE mempunyai nilai $k = 0,12468 \exp(-95842/RT)$ sedangkan Kinematika pada plastik LDPE mempunyai nilai $k = 0,02004 \exp(-7660/RT)$
4. Minyak Pirolisis dari sampah plastik ini memiliki karakteristik yang tidak jauh berbeda dengan dengan karakteristik minyak diesel

Beberapa penelitian serupa juga telah dilakukan Rafli, R. (2017). Alat tersebut dirancang dengan kapasitas 20 kg per 6 jam. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa alat yang dikembangkan dapat bekerja dengan baik pada

kapasitas 14 kg/jam. Peningkatan kapasitas dapat dilakukan dengan menambah jumlah plastik yang dimasukkan. Selain itu, mempercepat aliran air pada kondensor air untuk mendorong gas hasil pirolisis keluar lebih cepat. Sistem pirolisis terintegrasi yang terdiri dari beberapa bagian utama yaitu alat pirolisis dan burner tersebut diusulkan untuk dikembangkan.