

## Perancangan Alat Destilasi Untuk Mengubah Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak Prospektif Melalui Proses Pirolisis Bertingkat

Nindi Putri Guswira<sup>1\*</sup>, Harpito<sup>2</sup>, Anwardi<sup>3</sup>, Nofirza<sup>4</sup>, Muhammad Ihsan Hamdy<sup>5</sup>, Misra Hartati<sup>6</sup>

<sup>1,2</sup>Fakultas Sains Dan Teknologi, Program Studi Teknik Industri, UIN Sultan Syarif Kasim Riau

JL. H.R. Soebrantas No. 155 KM.15 Simpang Baru Panam, Kota Pekanbaru, Riau 28293

Email: 11950224891@students.uin-suska.ac.id, harpito@uin-suska.ac.id, anwardi@uin-suska.ac.id

ihsanhamdy@gmail.com, misrahartati@gmail.com

\* Corresponding Author

### ABSTRAK

Permintaan akan bahan bakar terus meningkat seiring berjalannya waktu, namun ketersediaannya semakin terbatas. Selain itu, meningkatnya jumlah limbah plastik di lingkungan masyarakat menjadi masalah yang semakin mendesak. Salah satu solusi yang diusulkan untuk mengatasi tantangan ini adalah dengan mengubah limbah plastik menjadi bahan bakar melalui metode pirolisis plastik, sebuah pendekatan yang relatif sederhana. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah alat atau perangkat yang mampu mengubah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak melalui proses pirolisis. Jenis plastik yang digunakan termasuk PET (Polyethylene Terephthalate), HDPE (High Density Polyethylene), dan PP (Polypropylene). Pendekatan penelitian melibatkan studi literatur, eksperimen, dan pengamatan terkait pengembangan alat destilasi untuk pengolahan sampah plastik. Desain alat yang terpilih mencakup satu tabung reaktor sebagai tempat pemanasan sampah plastik, dilengkapi dengan pipa aliran uap dan dua tabung kondensor yang berfungsi untuk mengkondensasikan sampah plastik menjadi bahan bakar minyak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu dan desain yang tepat menjadi faktor kunci dalam kesuksesan alat destilasi. Proses konversi plastik menjadi minyak melalui metode pirolisis biasanya dilakukan pada suhu antara 200°C hingga 500°C. Oleh karena itu, perbaikan yang dapat dilakukan termasuk peningkatan suhu operasional alat destilasi dan penggunaan desain tungku yang dirancang khusus untuk menjaga stabilitas api meskipun terkena angin.

**Kata Kunci:** Destilasi, Kondensor, Pirolisis, Plastik.

### ABSTRACT

*The demand for fuel continues to increase over time, but its availability is becoming increasingly limited. Additionally, the growing amount of plastic waste in the community environment has become an increasingly urgent issue. One proposed solution to address this challenge is by converting plastic waste into fuel through the plastic pyrolysis method, a relatively simple approach. This research aims to design a device or apparatus capable of converting plastic waste into oil fuel through the pyrolysis process. The types of plastic used include PET (Polyethylene Terephthalate), HDPE (High Density Polyethylene), and PP (Polypropylene). The research approach involves literature review, experiments, and observations related to the development of distillation equipment for plastic waste processing. The selected device design includes a reactor tube for heating plastic waste, equipped with steam flow pipes and two condenser tubes designed to condense plastic waste into oil fuel. The research results indicate that temperature and proper design are key factors in the success of the distillation apparatus. The process of converting plastic into oil through the pyrolysis method is typically done at temperatures ranging from 200°C to 500°C. Therefore, improvements that can be made include increasing the operational temperature of the distillation apparatus and using specially designed furnace designs to maintain flame stability even when exposed to wind.*

**Keywords:** Distillation, Condenser, Pyrolysis, Plastic.

## I. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan zaman, populasi di suatu wilayah semakin meningkat dan teknologi serta industri berkembang pesat, menghasilkan sejumlah besar sampah dalam berbagai bentuk. Setiap hari sampah banyak dihasilkan dari rumah tangga/keluarga, rumah sakit, tempat hiburan, sekolah, dan kantor. Jika sampah dibiarkan tanpa pengelolaan yang baik, lingkungan akan mengalami penurunan kualitas yang berdampak negatif bagi masyarakat. Dalam konteks permasalahan sampah, salah satu fokus utama yang perlu dibahas secara khusus adalah masalah sampah plastik. Plastik adalah bahan yang terbuat dari nafta, yang merupakan hasil dari penyulingan minyak bumi. Plastik memiliki sifat ikatan kimia yang sangat kuat, sehingga banyak bahan yang digunakan dalam masyarakat berasal dari plastik. Namun, plastik tidak dapat terurai secara alami (*non biodegradable*), sehingga setelah digunakan, bahan-bahan plastik akan menjadi sampah yang sulit diuraikan oleh mikroba di tanah dan akan mencemari lingkungan. Terdapat 6 jenis plastik berdasarkan jenis produknya, yaitu *Polyethylene Terephthalate* (PET), *High Density Polyethylene* (HDPE), *Polyvinyl Chloride* (PVC), *Low Density Polyethylene* (LDPE), *Polypropylene* (PP), *Polystyrene* (PS), dan *Other*. Berdasarkan sifatnya, plastik dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori, yakni *thermoplastic* dan *thermosetting*. *Thermoplastic* merupakan jenis bahan plastik yang dapat didaur ulang dan dibentuk menjadi material lain melalui pemanasan. Beberapa contoh *thermoplastic* termasuk *Polyethylene*, *Polypropylene*, *Nylon*, dan *Polycarbonate*. Di sisi lain, *thermosetting* adalah jenis plastik yang, setelah diproses menjadi material tertentu, tidak dapat dilelehkan kembali atau didaur ulang untuk membuat produk lain. Contoh plastik yang masuk dalam kategori *thermosetting* meliputi *Phenol formaldehyde*, *Urea Formaldehyde*, dan *Melamine Formaldehyde* (Wahyudi et al., 2018).

Sampah plastik telah menjadi ancaman yang meresahkan lingkungan dan ekosistem di seluruh dunia. Banyak negara menghadapi tantangan besar dalam mengelola limbah plastik yang terus bertambah setiap tahunnya. Pemanfaatan bahan plastik dalam kehidupan manusia memang tak terhindarkan, sebagian besar penduduk di dunia menggunakan plastik dalam berbagai aktivitas mereka. Plastik memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan bahan lainnya. Namun, sayangnya, sampah plastik menjadi masalah yang tidak bisa diabaikan. Hal ini disebabkan oleh sifat plastik yang tidak dapat terurai secara alami di dalam tanah. Dibutuhkan puluhan tahun bagi tanah untuk menguraikan sampah-sampah plastik tersebut. Peningkatan penggunaan plastik dalam keperluan rumah tangga berkontribusi pada peningkatan timbunan sampah plastik, yang seringkali menjadi permasalahan di banyak kota besar.

Pekanbaru merupakan salah satu kota yang menghadapi masalah pengelolaan sampah khususnya sampah plastik sehingga penanganan sampah belum optimal dilakukan (Afriyanni et al., 2022). Jumlah limbah yang ada di kota Pekanbaru bisa dilihat berdasarkan tabel di bawah ini yaitu sebagai berikut:

Tabel 1. Jumlah Timbulan Sampah di Pekanbaru

Tahun	Timbulan Sampah (Ton)
2019	378,324.91
2020	400,461.54
2021	353,133.89
2022	356,503.31

Berdasarkan permasalahan ini perlu dilalukan perancangan suatu alat atau perangkat untuk merubah sampah plastik menjadi bahan bakar alternatif dan memahami proses pengolahan sampah plastik menggunakan alat destilasi sederhana melalui proses pirolisis. Destilasi merupakan suatu teknik pemisahan bahan kimia dengan memanfaatkan perbedaan volatilitas atau kecepatan menguap suatu zat. Dalam proses penyulingan, campuran zat dipanaskan hingga menguap, kemudian uap tersebut dikondensasikan kembali menjadi bentuk cairan. Zat dengan titik didih yang lebih rendah akan menguap terlebih dahulu. Metode ini termasuk dalam kategori unit operasi kimia yang melibatkan perpindahan massa. Penggunaan proses ini didasarkan pada prinsip bahwa dalam suatu larutan, setiap komponen akan menguap pada suhu didihnya masing-masing (Uwar & Soselissa, 2022).

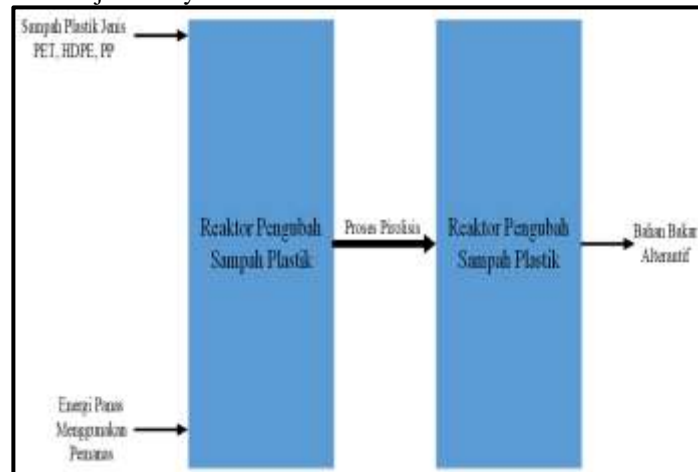
Pirolisis adalah suatu proses termokimia di mana material organik atau sintetis didekomposisi pada suhu tinggi dalam kondisi tanpa oksigen, dengan tujuan menghasilkan bahan bakar. Proses pirolisis melibatkan tiga mekanisme dekomposisi yang terjadi secara bersamaan. Mekanisme pertama adalah pemotongan rantai polimer menjadi rantai yang lebih pendek. Mekanisme kedua terjadi pada ujung rantai, di mana molekul-molekul kecil dan rantai panjang polimer terbentuk. Mekanisme ketiga melibatkan pemisahan rantai polimer, yang menghasilkan molekul-molekul kecil. Produk utama dari dekomposisi termal plastik melalui pirolisis adalah minyak yang dapat digunakan sebagai bahan bakar konvensional (Yasa & Siregar, 2023).

Tujuan penelitian ini yaitu merancang suatu alat atau perangkat untuk mengubah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak melalui proses destilasi. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat dikembangkan suatu teknologi yang mampu mengatasi kebutuhan akan energi alternatif serta menangani permasalahan lingkungan yang disebabkan oleh sampah plastik sebagai sumber polusi.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini, pendekatan yang digunakan meliputi studi literatur, eksperimen, dan pengamatan terkait alat destilasi pengolahan sampah plastik. Tahap awal melibatkan analisis literatur dan referensi yang relevan untuk memahami konsep dan teori yang terkait dengan pengolahan sampah plastik. Selanjutnya, dilakukan serangkaian eksperimen dan pengamatan langsung terhadap alat destilasi tersebut. Selama tahap ini, dilakukan perancangan bentuk dan pembuatan komponen-komponen alat sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasi yang ditentukan. Setelah alat selesai dibuat, dilakukan pengujian untuk menguji kinerja dan efektivitasnya. Selama pengujian, berbagai parameter dan faktor yang relevan diamati dan dicatat untuk evaluasi dan analisis lebih lanjut.

Blok fungsi dalam alat destilasi pengolahan sampah plastik menjadi minyak adalah serangkaian proses atau tahapan yang saling terkait dan bekerja bersama untuk mencapai tujuan pengolahan tersebut. Setiap blok fungsi memiliki peran khusus dalam proses destilasi dan berkontribusi dalam mengubah sampah plastik menjadi minyak. Berikut adalah penjelasan mengenai beberapa blok fungsi yang umumnya ada dalam alat destilasi pengolahan sampah plastik menjadi minyak:



Gambar 1. Blok Fungsi Alat Destilasi

Keterangan:

1. Sampah Plastik Jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) HDPE (*High Density Polyethylene*), dan PP (*Polypropylene*): Pada blok fungsi ini, sampah plastik dimuat ke dalam alat destilasi setelah melalui proses persiapan seperti pencacahan menjadi ukuran yang sesuai. Sampah plastik ini kemudian siap untuk diolah lebih lanjut.
2. Energi Panas Menggunakan Pemanas: Blok fungsi ini melibatkan pemanasan sampah plastik dalam suhu tinggi kisaran 100-500°C, dalam lingkungan bebas oksigen.
3. Proses Pirolisis: Blok fungsi ini yaitu proses pirolisis dari pemanasan sampah plastik untuk memecahkan molekul-molekul plastik menjadi uap.
4. Bahan Bakar Alternatif: Blok fungsi ini menjelaskan: Blok fungsi bahan bakar alternatif dalam alat destilasi bertujuan untuk menghasilkan bahan bakar alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil.

### 2.1 Komponen Alat

Alat destilasi pengolahan sampah plastik ini memiliki beberapa komponen penting yaitu sebagai berikut (Situmorang, 2022) :

1. Tabung Reaktor

Tabung reaktor merupakan komponen utama yang berfungsi untuk melakukan proses destilasi sampah plastik. Di dalam ruang reaktor, sampah plastik dipanaskan pada suhu tinggi untuk memisahkan komponen-komponen plastik menjadi fraksi-fraksi yang berbeda.

2. Pemanas  
Pemanas merupakan komponen yang digunakan untuk memberikan energi panas yang diperlukan dalam proses destilasi. Pemanas dapat berupa elemen pemanas elektrik, pemanas gas, atau pemanas berbahan bakar lainnya.
3. Sistem Kontrol Suhu  
Sistem kontrol suhu diperlukan untuk memantau dan menjaga suhu optimal dalam ruang reaktor. Pengaturan suhu yang tepat penting untuk memastikan proses destilasi berjalan dengan baik dan menghasilkan produk yang diinginkan.
4. Pipa Aliran Uap  
Pipa ini berfungsi untuk mengalirkan uap yang dihasilkan dari proses destilasi ke komponen-komponen lainnya, seperti kondensor atau pemisahan produk.
5. Kondensor  
Kondensor merupakan komponen yang berperan dalam mengubah uap atau gas panas menjadi cairan. Kondensor mendinginkan uap atau gas sehingga dapat mengembun dan mengalir keluar sebagai bahan bakar minyak cair.
6. Penampung hasil  
Penampung hasil berfungsi untuk mengumpulkan bahan bakar cair yang dihasilkan dari proses destilasi sampah plastik. Bahan bakar cair ini dapat berupa minyak bakar, bahan bakar alternatif, atau bahan baku untuk industri lainnya.

## 2.2 Persiapan Penelitian

Sebelum melaksanakan penelitian ini, tahap persiapan dilakukan terlebih dahulu. Persiapan tersebut meliputi perancangan bentuk dan ukuran alat, serta pengadaan bahan-bahan dan peralatan yang akan digunakan dalam penelitian.

## 2.3 Identifikasi Kebutuhan

Untuk mencapai hasil yang optimal, diperlukan identifikasi yang teliti terhadap kebutuhan alat destilasi pengolahan sampah plastik. Memahami komponen yang relevan, teknologi yang tepat, serta parameter kritis lainnya menjadi langkah awal yang sangat penting untuk merancang alat yang efektif dan efisien. Berikut ini adalah beberapa identifikasi yang diperlukan untuk merancang alat destilasi pengolahan sampah plastik:

1. Tabung reaktor memiliki kemampuan untuk menahan suhu hingga 500°C.
2. Memiliki sistem pengaturan pemanasan pada tabung reaktor.
3. Memiliki pipa yang mampu mengalirkan uap panas.
4. Memiliki kondensor sebagai tempat terjadinya kondensasi.
5. Perlindungan pipa uap terhadap korosi dan kontaminasi yang mungkin terjadi selama proses destilasi.
6. Mudah dirakit dan dibongkar pasang.
7. Mudah untuk dirawat dan diperbaiki apabila terjadi kerusakan pada komponen.
8. Mudah dalam pengoperasiannya.
9. Memiliki dimensi dan bobot yang tidak terlalu besar.
10. Komponen mudah didapat dan tidak mudah rusak.
11. Aman terhadap pengguna dan lingkungan.

## 2.4 Langkah-Langkah Pembuatan Alat

Langkah-langkah dalam membuat alat destilasi pengolahan sampah plastik yaitu sebagai berikut:

1. Perencanaan dan Perancangan  
Tentukan tujuan dan spesifikasi alat destilasi yang ingin dibuat. Buatlah desain dan perancangan alat destilasi yang sesuai dengan kebutuhan. Pertimbangkan ukuran, material, dan komponen-komponen yang diperlukan.
2. Pengadaan Bahan dan Peralatan  
Siapkan bahan-bahan yang dibutuhkan untuk pembuatan alat destilasi, seperti tabung reaktor, pipa-pipa, pemanas, termometer, tempat penampung, dan peralatan pengukuran lainnya.
3. Pembuatan Komponen-Komponen

Mulailah membangun komponen-komponen alat destilasi sesuai dengan desain yang telah dibuat. Ini termasuk memotong, membentuk, dan merakit tabung reaktor, pipa-pipa, pemanas, serta komponen lainnya sesuai dengan spesifikasi.

4. Perakitan Alat Destilasi

Setelah komponen-komponen dibuat, lakukan perakitan alat destilasi. Pastikan semua komponen terpasang dengan baik dan aman.

5. Pengujian

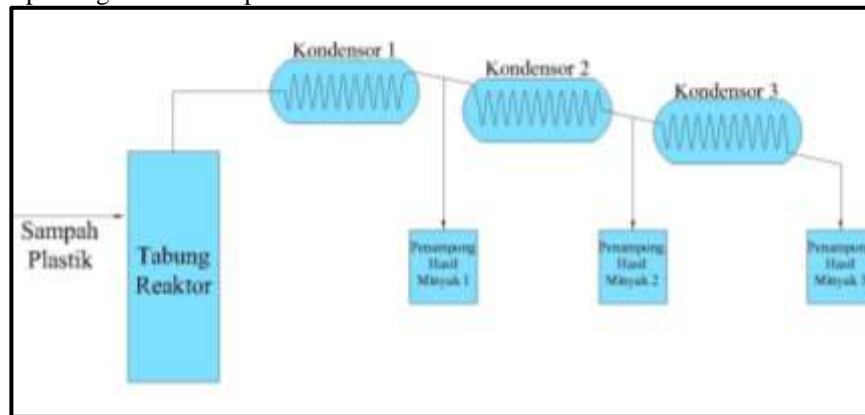
Setelah alat destilasi pirolisis selesai dirakit, lakukan pengujian untuk memastikan fungsionalitas dan kinerjanya. Uji alat destilasi dalam kondisi operasional dengan menggunakan sampah plastik yang telah disiapkan sebelumnya.

## 2.5 Rancangan Design Alternatif

Berikut ini adalah tiga pilihan rancangan alternatif yang telah diidentifikasi

1. Konsep desain A

Berikut merupakan gambar konsep Desain A:

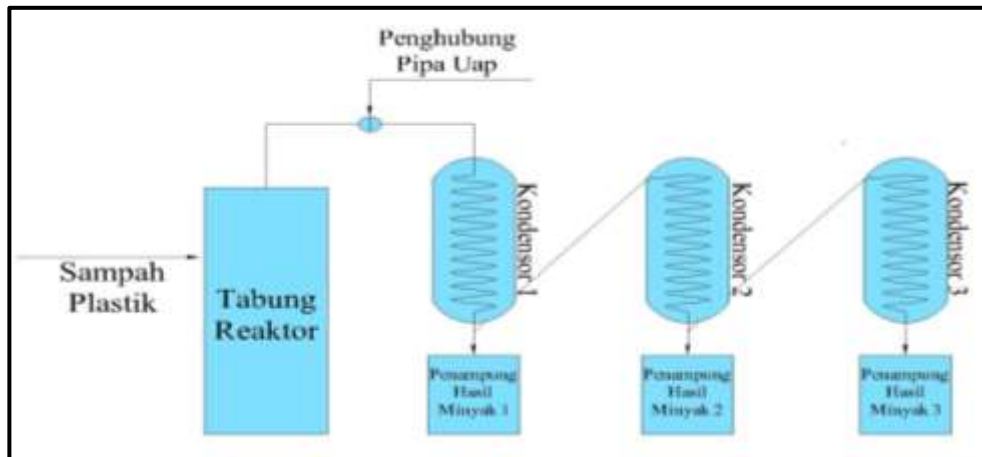


Gambar 2. Desain A

Dapat dilihat pada gambar rancangan alternatif I alat destilasi pengolahan sampah plastik dirancang dengan menggunakan tabung reaktor yang terbuat dari plat besi dengan ketebalan 4 mm. Desain ini mempertimbangkan kebutuhan untuk menahan suhu tinggi dan menangani reaksi kimia yang terjadi selama proses pirolisis. Menggunakan tiga tabung freon AC yang dimodifikasi sebagai kondensor untuk media kondensasi yang ditempatkan dengan posisi horizontal dan sedikit miring yang bertujuan untuk mengoptimalkan transfer panas, meningkatkan efisiensi, dan memastikan pengumpulan kondensat yang optimal dalam pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar minyak (Sirun et al., 2023). Desain ini juga menggunakan pipa uap yang terbuat dari *stainless steel* dibentuk secara spiral di dalam kondensor. Bentuk spiral tersebut bertujuan untuk memaksimalkan area permukaan kontak antara uap panas yang naik dan pipa kondensor yang lebih dingin. Hal ini memungkinkan transfer panas yang efektif dan mempercepat proses kondensasi uap menjadi cairan. Pemilihan *stainless steel* sebagai bahan pipa uap memiliki keunggulan dalam ketahanan terhadap panas, korosi, dan reaksi kimia yang terjadi selama proses destilasi. Material ini juga memastikan kebersihan dan ketahanan terhadap kontaminasi yang mungkin ada dalam sampah plastik (Rina et al., 2023).

2. Konsep desain B

Berikut merupakan gambar konsep Desain B:

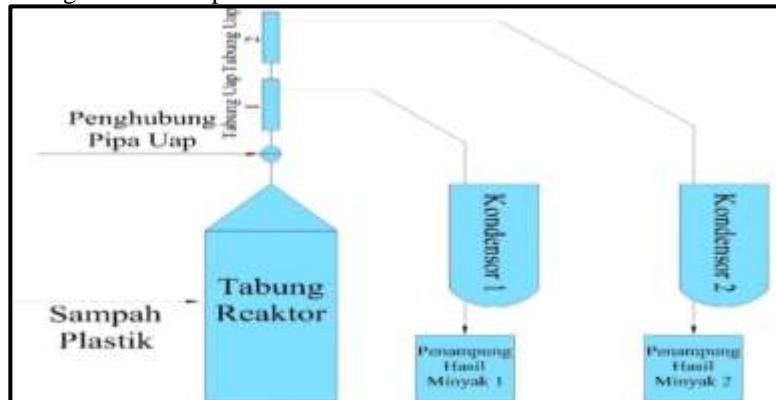


Gambar 3. Desain B

Pada rancangan alternatif II memiliki perbedaan dengan rancangan sebelumnya yaitu, memiliki penghubung menggunakan baut antara pipa uap dari tabung reaktor ke tabung kondensor. Penggunaan baut sebagai penghubung memungkinkan pengguna untuk dengan mudah memasang atau melepas pipa uap dari tabung kondensor sesuai kebutuhan. Selain itu juga mempertimbangkan kekokohan dan keamanan penghubungan. Dengan memilih baut yang sesuai dengan kekuatan dan ukuran yang tepat, penghubungan antara pipa uap dan tabung kondensor dapat menjadi kuat, mencegah kebocoran, dan menjaga integritas sistem secara keseluruhan. Desain ini memiliki kondensor dan pipa spiral posisi vertikal dengan dirancang untuk mempercepat penurunan uap menjadi cairan. Dalam desain ini, tabung kondensor vertikal memiliki spiral yang membentang dari atas ke bawah di sepanjang permukaan dalam tabung. Posisi spiral dalam kondensor vertikal juga mempengaruhi pergerakan aliran cairan. Cairan yang terbentuk dari kondensasi uap akan mengalir turun melalui spiral, yang mendorong aliran cairan dalam pola spiral atau berputar. Pola ini membantu mempercepat pergerakan cairan ke bawah dengan gaya gravitasi, sehingga memungkinkan proses pendinginan dan pemisahan yang lebih cepat (Batutah et al., 2021).

### 3. Konsep desain C

Berikut merupakan gambar konsep Desain C:



Gambar 3. Desain C

Pada rancangan alternatif III pada bagian atas tabung reaktor berbentuk kerucut yang bertujuan untuk membantu dalam mengarahkan aliran gas atau uap secara lebih terarah. Aliran yang terkendali dan optimal ini membantu mencapai pemisahan dan kondensasi yang lebih efektif, serta meningkatkan kualitas produk akhir (Arifianto et al., 2023). Desain pipa uap bertingkat yang bertujuan agar uap panas dari reaktor dipindahkan ke pipa uap tingkat pertama. Kemudian, uap yang belum terkondensasi dipindahkan ke tingkat berikutnya untuk proses kondensasi lebih lanjut (Nugroho, 2020). Desain tabung kondensor terbuka memfasilitasi sirkulasi udara yang lebih baik di sekitar alat destilasi. Ini membantu dalam mempercepat proses pendinginan dan mencegah penumpukan panas berlebih di dalam tabung kondensor. Pipa uap didalam kondensor yaitu menggunakan pipa besi lurus ukuran  $\frac{3}{4}$  inch yang dapat mengalir dengan lancar dan minim hambatan karena tidak ada tikungan atau

sudut yang tajam. Hal ini membantu menjaga efisiensi transfer panas dan aliran uap yang stabil, desain pipa lurus mempermudah pemantauan visual terhadap aliran uap dan memungkinkan inspeksi yang lebih mudah untuk perawatan dan pemeliharaan rutin (Sukadi & Novarini, 2019).

## 2.6 Hasil Pengujian Alat

Setelah dilakukan pengujian terhadap masing-masing rancangan alternatif dari alat destilasi pengolahan sampah plastik didapatkan hasil seperti berikut:

### 1. Desain A

Hasil pengujian pada rancangan Desain A yaitu pembakaran dilakukan dengan menggunakan tungku berbahan bakar oli bekas sebagai alat pemanasan. Plastik yang diolah jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) sebanyak 2 Kg. Pada waktu 8 menit suhu tabung reaktor mulai naik menjadi  $100^{\circ}\text{C}$  dan uap sudah keluar pada kondensor pertama, pada waktu 46 menit suhu mencapai  $130^{\circ}\text{C}$  dan mulai terlihat hasil minyak yang berbentuk gumpalan-gumpalan disekitar kran pengeluaran. Waktu 1 jam 30 menit suhu tetap  $130^{\circ}\text{C}$  dan uap sudah keluar dari ketiga kondensor. Pada waktu 3 jam 35 menit pembakaran dihentikan karena proses pemisahan komponen plastik tidak berjalan dengan baik, terjadinya penyumbatan pada pipa spiral yang ada didalam kondensor. Penyebabnya adalah aliran uap atau hasil cairan kondensasi yang tidak lancar karena pipa spiral dan kondensor yang diposisikan horizontal. Dalam posisi horizontal, gaya gravitasi tidak membantu aliran cairan atau uap dalam pipa spiral. Ketika uap bergerak melawan gravitasi, terutama jika pipa spiral memiliki panjang yang cukup, aliran uap dapat melambat dan menjadi tidak lancar. Hal ini dapat menyebabkan penumpukan uap yang berpotensi menyebabkan penyumbatan.



Gambar 4. Desain A

### 2. Desain B

Hasil pengujian pada rancangan Desain B yaitu pembakaran dilakukan menggunakan gas LPG 3 kg yang diharapkan mampu mencapai suhu diatas  $130^{\circ}\text{C}$  seperti pengujian pada rancangan Desain A. Plastik yang diolah jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) HDPE (*High Density Polyethylene*), dan PP (*Polypropylene*) sebanyak 2 Kg. Pada waktu 40 menit suhu tabung reaktor mencapai  $160^{\circ}\text{C}$  dan uap sudah mulai keluar dari kondensor pertama, setelah 2 jam pembakaran terdapat beberapa titik kebocoran yaitu pada bagian atas tabung reaktor, pipa spiral aliran uap menyebabkan air masuk ke dalam pipa tersebut dan mengganggu proses destilasi secara keseluruhan. Air dapat menghambat perpindahan panas antara uap dan sampah plastik yang sedang diproses. Selain itu yang menjadi kekurangan pada Desain B adalah pada bagian atas reaktor berbentuk datar yang mengakibatkan aliran uap yang tidak terkontrol dan tidak terarah di dalam reaktor, mengurangi efisiensi reaksi dan distribusi yang merata. Sehingga dalam pengujian Desain B tidak menghasilkan cairan minyak dan alat destilasi masih perlu dilakukan perbaikan agar mendapatkan hasil yang efisien dan efektif.



Gambar 5. Desain B

### 3. Desain C

Hasil pengujian pada rancangan Desain C yaitu pembakaran menggunakan gas LPG 5,5 Kg. Plastik yang diolah jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) HDPE (*High Density Polyethylene*), dan PP (*Polypropylene*) sebanyak 2 Kg. Pada waktu 1 jam suhu mencapai  $170^{\circ}\text{C}$  dan pada kondensor pertama telah menghasilkan cairan hasil kondensasi sebanyak 10 tetes. Pada saat proses pembakaran terjadi kebocoran pada selang regulator, hal ini disebabkan oleh tekanan gas yang berlebih karena tekanan regulator yang tidak berfungsi dengan baik atau pengaturan katup yang tidak tepat. Akibatnya, api yang kuat dapat merembes keluar dari burner dan mencapai bagian selang regulator.



Gambar 6. Desain C

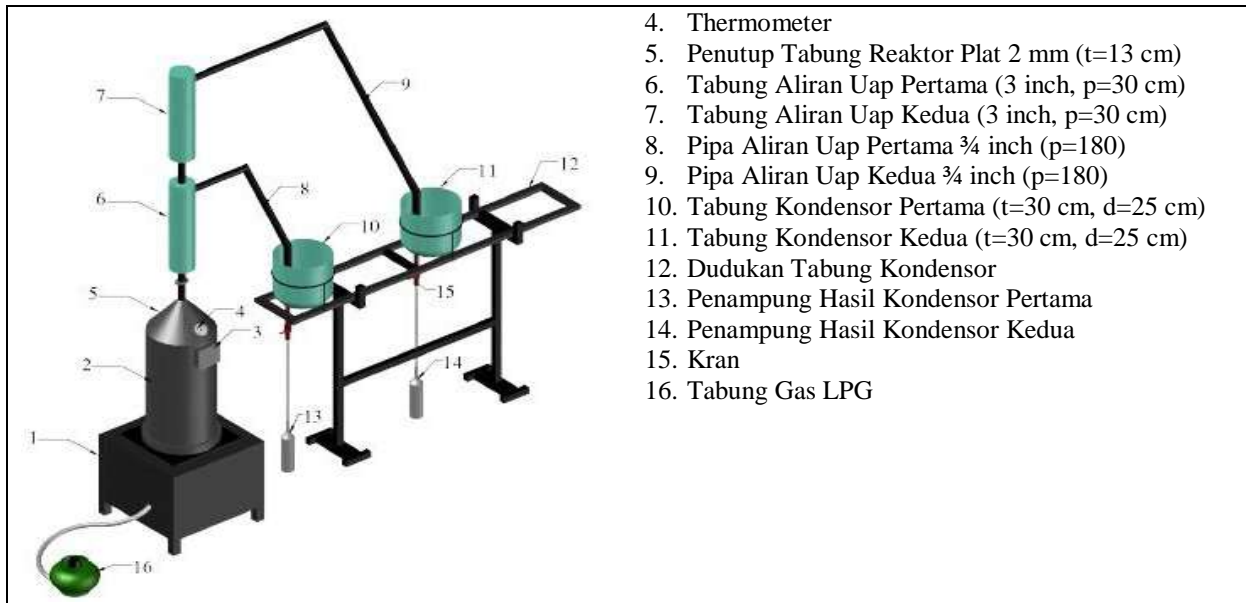
### 2.7 Konsep Desain Terpilih

Dalam pengujian tiga desain alat destilasi yang berbeda, telah dipilih sebuah konsep yang menonjol dan dianggap paling efektif yaitu Desain C

**KETERANGAN:**

1. Dudukan Alat Destilasi
2. Tabung Reaktor Pipa Besi 12 Inch ( $t=50$ ,  $d=30$  cm)
3. Tempat Pemasukan Sampah Plastik





Gambar 7. Desain Terpilih

Desain ini terpilih karena memiliki beberapa karakteristik yang membuatnya menjadi pilihan yang lebih baik dibandingkan dengan dua desain lainnya. Dalam desain ini, pipa uap dibuat dengan bertingkat, artinya terdapat beberapa tingkat pipa yang saling terhubung secara vertikal. Setiap tingkat pipa uap memiliki ruang tabung di dalamnya untuk menampung uap yang dihasilkan selama proses destilasi. Hal ini memungkinkan pengumpulan uap yang lebih efisien dan penggunaan kembali uap yang tidak terkondensasi. Desain ini juga memanfaatkan pipa uap yang memiliki bentuk lurus di dalam kondensor sebagai salah satu keunggulannya. Pipa uap lurus ini dipilih untuk mengurangi risiko penyumbatan seperti yang terjadi pada Desain A dan Desain B yang menggunakan pipa spiral. Desain ini memanfaatkan kondensor yang tidak membutuhkan penutup dan tidak menggunakan aliran air sebagai pendingin. Metode pendinginan yang digunakan adalah dengan langsung memasukkan es ke dalam tabung kondensor. Keunggulan utama dari desain ini adalah kemudahan penggunaan, efisiensi, dan fleksibilitas dalam proses destilasi sampah plastik.

### III. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian terhadap ketiga rancangan yang telah dibuat, diketahui bahwa suhu dan desain yang baik merupakan salah satu faktor penyebab keberhasilan alat destilasi. Maka dari ketiga pengujian, disimpulkan bahwa Desain C yang memenuhi faktor keberhasilan alat destilasi. Desain ini menggunakan 2 kondensor daripada 3 kondensor seperti pada desain A dan desain B karena terdapat keterbatasan pada ukuran atau kapasitas tabung reaktor yang digunakan untuk memproses sampah plastik. Penggunaan 2 kondensor memungkinkan penggunaan ruang yang lebih efisien dalam desain sistem. Dengan hanya menggunakan 2 kondensor, ruang yang diperlukan untuk instalasi dan pengaturan kondensor dapat diminimalkan, sehingga memungkinkan untuk lebih fleksibel dalam menempatkan komponen-komponen lain dari sistem, seperti reaktor. Dengan membatasi jumlah kondensor yang digunakan, biaya pembelian, instalasi, dan pemeliharaan kondensor dapat dikurangi secara signifikan. Ini bisa menjadi pertimbangan yang sangat penting, terutama dalam proyek-proyek yang memiliki anggaran terbatas. Selain itu, pengurangan jumlah kondensor juga dapat menyederhanakan pengoperasian sistem secara keseluruhan, mengurangi kemungkinan kerusakan atau kegagalan yang disebabkan oleh penggunaan terlalu banyak komponen. Namun, rancangan ini masih memerlukan perbaikan untuk mencapai hasil yang optimal. Perbaikan yang dapat dilakukan yaitu upaya untuk meningkatkan suhu operasional alat destilasi dengan penggunaan desain tungku yang dirancang khusus untuk menjaga stabilitas api meskipun terkena angin. Dalam proses destilasi, stabilitas api sangat penting untuk menjaga suhu dan tekanan dalam reaktor agar tetap konsisten. Ketika tungku terkena angin, aliran udara yang tidak terkontrol dapat menyebabkan perubahan drastis pada intensitas dan arah api. Hal ini mengakibatkan fluktuasi suhu yang tidak terduga di dalam reaktor destilasi. Untuk mengatasi masalah ini, sangat penting untuk memastikan bahwa tungku destilasi terlindung dengan baik dari angin. Langkah-langkah seperti memasang penyekat, menggunakan layar tambahan, atau memilih lokasi yang lebih terlindung dapat membantu mengurangi dampak angin pada stabilitas api. Selain

itu, mempertimbangkan penggunaan tungku gas atau listrik yang lebih stabil dalam kondisi angin juga bisa menjadi solusi yang lebih baik untuk menjaga stabilitas proses destilasi secara keseluruhan. Dengan memperhatikan faktor-faktor ini, dapat diharapkan bahwa kegagalan alat destilasi akibat penggunaan tungku yang kurang optimal dapat diminimalkan, dan proses destilasi dapat berjalan dengan lebih lancar dan efisien.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Afriyanni, A., Hayati, K., Kusumaningrum, N. R., & Amri, K. (2022). Kinerja Pengelolaan Persampahan Di Kota Pekanbaru. *Inovasi Pembangunan: Jurnal Kelitbangan*, 10(01), 81–94.
- Arifianto, D., Suwondo, A. J., Abdullah, M. H., Octavia, C. W., Hindratmo, A., & Purnamayudhia, O. (2023). Perancangan Alat Destilasi Limbah Ampas Tahu Menjadi Bahan Bakar Bioethanol Melalui Metode Quality Function Deployment (Qfd). *Journal Of System Engineering And Technological Innovation (Jisti)*, 2(01), 118–130.
- Batutah, M., Arifin, D., Poniman, P., & Solikin, S. (2021). Perancangan Spiral Kondensor Untuk Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak Dengan Proses Pirolisis. *Reka Buana*, 6(2), 174–183.
- Nugroho, A. S. (2020). Pengolahan Limbah Plastik Ldpe Dan Pp Untuk Bahan Bakar Dengan Cara Pirolisis. *Jurnal Litbang SUKOWATI*, 4(1), 91-10.  
<https://doi.org/10.32630/Sukowati.V4i1.166>
- Rina, R., Yetri, Y., Putra, R. K., Adriansyah, A., Telaumbanua, T. Y., Khairiyah, A., & Syukri, S. (2023). Penerapan Tabung Bahan Baku Destilasi Minyak Nilam Berbahan Stainless Steel Pada Penghasil Minyak Nilam. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Polmanbabel*, 3(01), 1–7.
- Sirun, A., Priyono, P., Bawano, F., & Pinangkaan, N. (2023). Uji Performansi Alat Destilasi Untuk Pemurnian Minyak Dari Limbah Plastik. *Otopro*, 44–48.
- Situmorang, R. (2022). Prosedur Perakitan Alat Pirolisis Sampah Plastik Dengan Reaktor Ganda. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik [Jimt]*, 2(3).
- Sukadi, S., & Novarini, N. (2019). Rancang Bangun Alat Pirolisis Untuk Daur Ulang Sampah Kantong Plastik. *Teknika: Jurnal Teknik*, 5(2), 96–102.
- Uwar, N. A., & Soselessa, E. R. (2022). Pengaruh Penggunaan Air Pendingin Kondensor Terhadap Hasil Destilasi Sampah Plastik Kapasitas 3 Kg. *Armatur: Artikel Teknik Mesin & Manufaktur*, 3(1), 11–18.
- Wahyudi, J., Prayitno, H. T., & Astuti, A. D. (2018). Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan Dan Iptek*, 14(1), 58–67.
- Yasa, M., & Siregar, I. (2023). Pengaruh Jumlah Lilitan Pipa Kondensor Terhadap Kuantitas Minyak Pirolisis Sampah Plastik. *Jurnal Teknik Mesin*, 11(01), 71–78.