

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Perencanaan Alat

Alat pirolisator merupakan sarana pengolah limbah plastik menjadi bahan bakar minyak sebagai pengganti minyak bumi. Pada dasarnya sebelum melakukan penelitian dan membuat alat, terlebih dahulu rencanakan bentuk dan spesifikasi pada bahan yang akan dibuat untuk menjadikan suatu alat, khususnya alat pirolisator limbah plastik. Salah satu prosesnya adalah membuat dudukan tabung dan pengelasan sambungan pipa kondensor.

Pengelasan (*Welding*) adalah teknik penyambungan bahan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi.

Pengelasan merupakan cara utama dalam proses pembuatan alat pirolisator limbah plastik sebagai metode penyambungan pipa sambungan dan pemasangan

TUGAS AKHIR

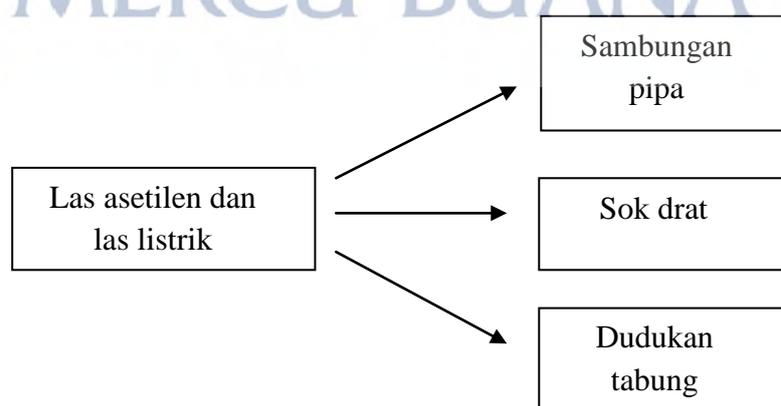
pipa kondensor jenis spiral. Ada dua metode pengelasan yang digunakan dalam proses pembuatan alat pirolisator limbah plastik, antara lain:

3.1.1 Las Listrik

Las listrik adalah suatu proses penyambungan logam dengan menggunakan elektroda dan tenaga listrik sebagai sumber panasnya. Jenis sambungan dengan metode las ini merupakan sambungan tetap. Las listrik dalam proses pembuatan alat destilasi limbah plastik ini digunakan untuk pembuatan dudukan tabung reaktor dan tabung kondensor.

3.1.2 Las Asetilen

Las asetilen adalah pengelasan yang dilakukan dengan pencampuran dua jenis gas sebagai pembentuk nyala api dan sebagai sumber panas. Dalam metode pengelasan jenis ini yang digunakan adalah campuran dari gas oksigen dan gas lain sebagai gas bahan bakar. Las asetilen dalam proses pembuatan alat destilasi limbah plastik ini digunakan untuk pemasangan pipa sambungan, sok drat, serta pemasangan pipa kondensor jenis spiral.



Gambar 3.1 Pengelasan komponen

3.2 Persiapan Alat Dan Bahan

Untuk melakukan proses pirolisis, sebelumnya dilakukan persiapan bahan dan alat. Adapun komponen atau *properties* yang digunakan antara lain:

3.2.1 Kantong Kresek

Kantong kresek merupakan bahan dasar untuk mengolah limbah plastik menjadi bahan bakar minyak. Dalam penelitian ini, kantong kresek yang digunakan sebanyak 3 kg.



Gambar 3.2 Kantong Kresek Hitam

3.2.2 Pipa spiral

TUGAS AKHIR

Pipa spiral merupakan salah satu komponen pada alat pirolisator. Jenis pipa inilah yang akan digunakan pada peralatan pirolisis yang akan dibuat.

Adapun keuntungan yang terdapat pada pipa spiral tersebut, antara lain:

1. Harganya murah karena mudah membuatnya
2. Kompak karena posisinya dan tidak ada sambungan pada spiral, yang memudahkan dalam proses pemasangan
3. Dalam proses pembersihan hanya semprot menggunakan air dan deterjen.

Jenis penukaran kalor inilah yang akan digunakan didalam tabung kondensor, dan akan disambungkan pada tabung masak.



Gambar 3.3 Pipa Spiral

Keterangan:

1. Panjang : 2,9 m
2. Diameter lubang : Θ 5 mm
3. Jumlah pipa perbaris: 9 baris

TUGAS AKHIR

Dalam melakukan proses pirolisis dari plastik kantong kresek yang telah dipanaskan, maka pipa spiral di las dengan sambungan pipa yang menghubungkan antara tabung masak dengan tabung kondensor.

Uap yang masuk melalui pipa sambungan akan masuk melalui lubang refrigerant dan mengalir melalui pipa spiral dan keluar menuju lubang refrigerant keluar.

3.2.3 Tabung Reaktor

Komponen lain yang terdapat pada alat pirolisator limbah plastik kantong kresek yaitu tabung reaktor. Tabung reaktor yang akan digunakan terbuat dari seng yang tahan terhadap panas, gunanya untuk mendapatkan hasil yang maksimal dalam proses memasak. Pada tutup tabung reaktor tersebut, terdapat klem atau perekat yang berfungsi sebagai penahan uap. Untuk mengurangi *losses* pada saat dilakukannya proses pirolisis.



Gambar 3.4 Tabung Reaktor dan Klem

Keterangan tabung reaktor:

1. Diameter : \varnothing 300 mm
2. Tinggi : 530 mm

TUGAS AKHIR

3. Kapasitas tabung : ± 5 kg

3.2.4 Tabung Kondensor

Komponen lain yang terdapat pada alat pirolisator adalah tabung kondensor. Komponen ini berfungsi sebagai wadah untuk menaruh pipa spiral dan air.



Gambar 3.5 Tabung Kondensor

Keterangan :

1. Tinggi : 350 mm
2. Diameter Tabung : Θ 400 mm

3.2.5 Kompor Gas

Kompor gas berfungsi sebagai alat pemanas untuk meleburkan Objek plastik kantong kresek menjadi uap. Adapun kelebihan kompor gas dibandingkan dengan kompor minyak, yaitu:

TUGAS AKHIR

1. Tekanan api yang dihasilkan lebih besar dibandingkan kompor minyak.
2. Lebih cepat dalam melakukan proses peleburan plastik.
3. Keluaran api yang dikeluarkan dari lubang kompor gas lebih besar dibandingkan dengan kompor minyak.
4. Lebih hemat biaya.



Gambar 3.6 Kompor Gas

3.2.6 Regulator Gas

Regulator manual pada kompor gas berfungsi sebagai alat pengatur dari gas yang keluar dari tabung menuju kompor melalui selang. Keunggulan alat pengaman regulator gas, yaitu:

1. Mencegah kebocoran gas elpiji yang bisa menyebabkan ledakan dan kebakaran pada tabung gas elpiji (LPG).
2. Dapat menghemat gas elpiji hingga 30%.



Gambar 3.7 Regulator Gas Manual

3.2.7 Termometer Bimetal (Model Payung)

Berfungsi untuk mengukur suhu di dalam ruang tabung pembakaran. Bukan hanya untuk mengukur suhu, termometer bimetal di gunakan sebagai acuan peneliti dalam mengatur besar kecilnya api. Jika termometer menunjukkan suhu yang melebihi batas maksimal maka api harus segera di kecilkan, hal ini bertujuan supaya tidak terjadi over heat di dalam ruang pembakaran.



Gambar 3.8 Termometer Bimetal

TUGAS AKHIR

3.2.8 KRAN *BALL VALVE*

Ball valve merupakan salah satu bagian dari alat pirolisator. Ball valve dalam alat pirolisator ini mempunyai fungsi utama yaitu mengatur penghentian uap yang dihasilkan dari peleburan plastik.



Gambar 3.9 Kran *Ball Valve*

3.2.9 *SEAL TAPE*

Berfungsi untuk mencegah kebocoran pada sambungan pipa yang memiliki ulir. Pemakaian *seal tape* pipa air berbeda dengan pipa gas dan juga *seal tape* air bertekanan rendah berbeda dengan tekanan tinggi.



Gambar 3.10 *seal tape*

TUGAS AKHIR

3.2.10 Selang Gas

Sebagai sarana yang berfungsi untuk mengalirkan gas dari tabung menuju kompor. Sebelum menyalakan kompor, periksa terlebih dahulu selangnya, hal ini dilakukan untuk mencegah kebocoran gas supaya tidak terbakar pada saat menyalakan kompor.



Gambar 3.11 Selang Gas

3.2.11 Pipa Penyambung

Pipa besi sepanjang 300 mm berfungsi untuk menghubungkan tabung pembakaran dengan kondensor yang berada di dalam tabung pendingin, selain itu pipa penyambung ini langsung di lewati uap hasil pembakaran dari tabung pembakaran menuju kondensor.



Gambar 3.12 Pipa Penyambung

TUGAS AKHIR

3.2.12 Jerigen

Jerigen dengan kapasitas 2 liter berfungsi sebagai tempat minyak yang telah dihasilkan dari proses pirolisis.



Gambar 3.13 Jerigen

3.2.13 Dudukan Tabung

Dudukan ini berfungsi sebagai wadah untuk meletakkan tabung kondensor dan tabung masak dalam proses pirolisis.



Gambar 3.14 Dudukan tabung

TUGAS AKHIR

3.2.14 Gelas Ukur

Gelas ukur merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mengukur volume larutan minyak yang dihasilkan dari proses pirolisis guna mengetahui hasil yang lebih tepat dan maksimal.



Gambar 3.15 Gelas ukur

3.2.15 Sok Drat Luar Dan Dalam

Komponen ini berfungsi sebagai alat yang menghubungkan tabung masak dengan tabung kondensor melalui pipa penyambung untuk mengalirkan uap yang dihasilkan dari proses peleburan plastik.



Gambar 3.16 Sok drat luar dalam

TUGAS AKHIR

3.2.16 Kran Air

Komponen ini berguna sebagai alat pengatur buka tutup aliran minyak yang dihasilkan dari proses pirolisis dan mengalir dari pipa spiral (kondensor) menuju gelas ukur.



Gambar 3.17 Kran Air

3.2.17 Corong Minyak

Corong minyak disini digunakan untuk memasukan minyak yang ada ditempat penampungan, dan dimasukkan ke dalam gelas ukur yang penampangnya cukup kecil.



Gambar 3.18 Corong Minyak

TUGAS AKHIR

3.2.18 Suntikan

Disini suntikan digunakan untuk memisahkan antara minyak dengan air yang terdapat di tempat penampungan minyak dari hasil proses pirolisis.



Gambar 3.19 Suntikan

(Sumber Google)

3.2.19 Gas LPG (*LIQUID PETROLEUM GAS*)

Penggunaan Gas elpiji biasa digunakan pada kompor gas karena hemat dalam pemakaiannya dibandingkan dengan minyak tanah. Karena elpiji merupakan sarana penghemat energi. Di bandingkan dengan minyak tanah, elpiji jauh lebih cepat dan praktis karena tekanannya lebih besar.



Gambar 3.20 Tabung gas elpiji

(Sumber Google)

3.3 Proses Perakitan Alat

Perakitan adalah proses penggabungan dari beberapa bagian komponen untuk membentuk suatu konstruksi yang diinginkan. Proses perakitan untuk komponen-komponen yang dominan terbuat dari pelat-pelat tipis dan pelat tebal ini membutuhkan teknik-teknik perakitan tertentu yang biasanya dipengaruhi oleh beberapa faktor.

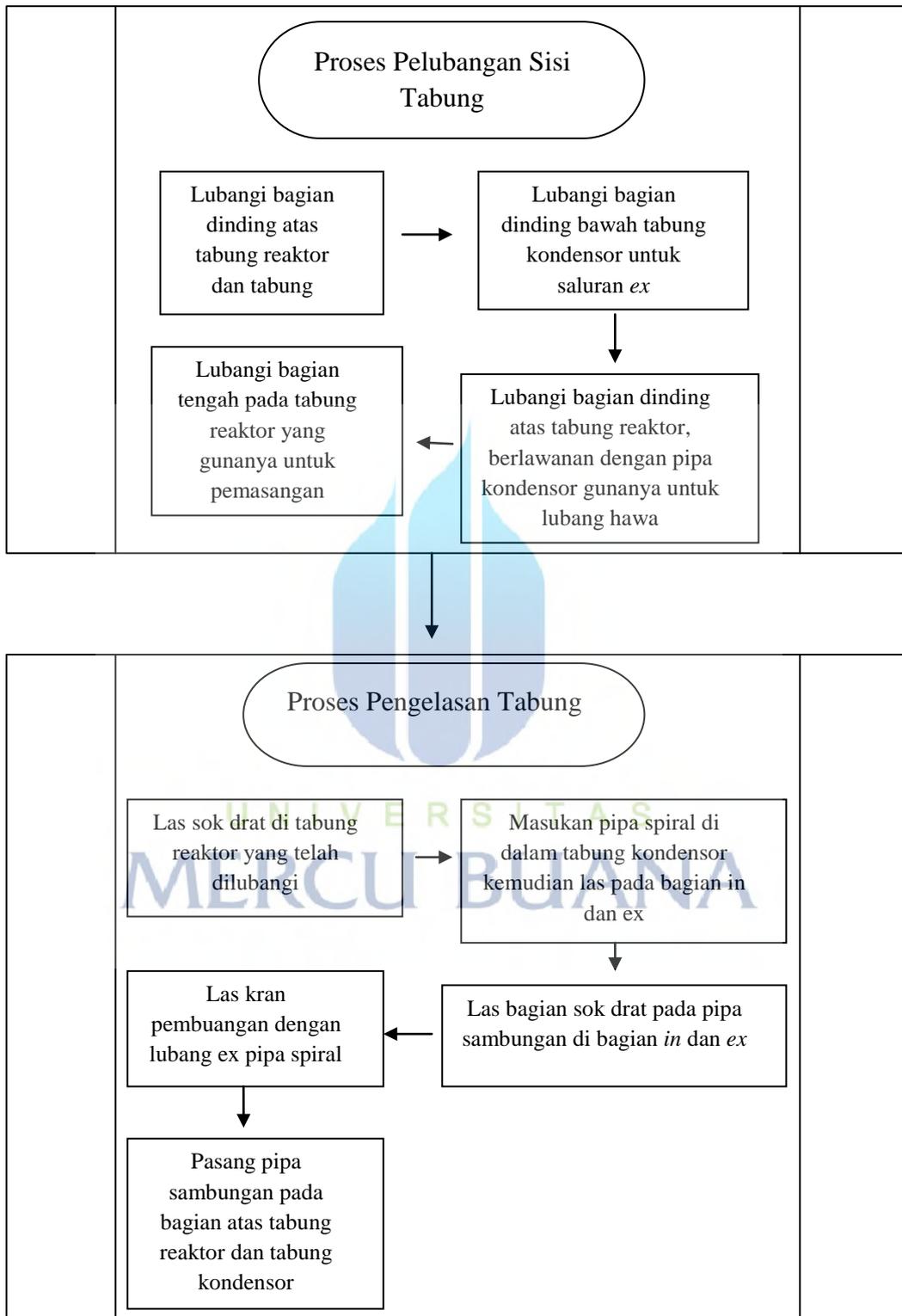
Diantaranya faktor-faktor yang paling berpengaruh adalah :

1. Jenis bahan pelat yang akan dirakit
2. Kekuatan bahan yang dibutuhkan untuk konstruksi perakitan
3. Pemilihan metode penyambungan yang tepat
4. Pemilihan metode penguatan pelat yang tepat
5. Penggunaan alat-alat bantu perakitan
6. Keindahan bentuk
7. Finishing



TUGAS AKHIR

Adapun langkah atau proses perakitan dalam pembuatan alat pirolisator limbah plastik kantong kresek, antara lain seperti pada flow chart dibawah ini:



Gambar.3.21 Flow Chart Proses Perakitan



3.22 Alat Pirolisator

3.4 Proses Pengujian

Sebelum melakukan proses pengujian pirolisis, terlebih dahulu harus dipersiapkan peralatan-peralatan sangat diperlukan untuk mendukung proses pirolisis. Untuk itu hal-hal yang perlu di perhatikan yaitu:

3.4.1 Tempat Pirolisis

Alat pirolisator sedapat mungkin diletakan pada tempat terlindung dari hujan dan angin sehingga proses pirolisis tidak terganggu, dan dilakukan pada tempat yang terbuka sehingga polusi asap udara yang keluar dari proses pirolisis tidak mengganggu pernapasan.

TUGAS AKHIR

3.4.2 Persiapan Bahan

Sebelum memulai proses destilasi, hal yang perlu dilakukan adalah mempersiapkan bahan-bahan yang akan didestilasikan dengan terlebih dahulu perlu menimbang berat bahan, supaya dapat mengetahui berapa bahan yang akan di destilasi, dan memotong bahan menjadi ukuran kecil tujuannya adalah supaya bahan yang lebih cepat melebur dan juga tabung dapat lebih banyak menampung bahan, sehingga tidak menggagu waktu proses pengujian.

3.4.3 Pengecekan Tabung, Selang, Dan Regulator

Langkah ini bertujuan untuk meminimalisir terjadinya kebocoran pada selang yang mengakibatkan terjadinya kebakaran dan ledakan pada tabung gas elpigi. Untuk itu, perlu dilakukan pengecekan klem selang yang menyambung pada regulator dan kompor.

3.4.4 Pemasukan Bahan Material

Setelah bahan yang akan dipirolisis sudah di persiapan, kemudian Bahan dimasukan kedalam tabung reaktor dan juga tidak menekan bahan terlalu padat supaya uap dapat berpenetrasi dengan baik. Selanjutnya tabung reaktor ditutup rapat dengan menggunakan tutup tabung reaktor, Kemudian tutup tabung reaktor di kunci dengan menggunakan pengunci klem.

3.4.5 Mengatur Posisi Tabung

Setelah tutup tabung reaktor di kunci dengan klem sampai rapat, tabung reaktor di tempatkan di atas dudukan atau tungku yang tepat di bawah tabung reaktor terdapat sumber kalor atau kompor. Selanjutnya mengatur posisi pipa

TUGAS AKHIR

sambungan agar tabung reaktor dan kondensor tersambung dengan baik, sehingga uap dari tabung reaktor dapat mengalir secara sempurna menuju kondensor tanpa ada kebocoran.

3.4.6 Pemasukan Air Kondensor

Setelah pengaturan posisi tabung reaktor dan tangki kondensor selesai, masukan air pendingin ke dalam tangki kondensor sampai *tube* kondensor terendam air.

3.4.7 Proses Pembakaran (Pirolisis)

Proses pembakaran dilakukan dilakukan pada tabung reaktor yang didalamnya sudah terisi bahan plastik kantong kresek dan perlu diamati waktu dan suhu pada saat proses pirolisis berlangsung.

3.4.8 Proses Peleburan

Proses peleburan adalah proses perubahan fase padat menjadi fase cair. Dalam penelitian ini, zat padat yang diubah adalah plastik kantong kresek.

Tabel 3.1 Tabel Titik lebur plastik

(Sumber Wikipedia)

Proses temperatur lebur Polimer	
Material	°C
ABS	180-240
Acetal	185-225
Acrylic	180-250
Nylon	260-290
Poly Carbonat	280-310
LDPE	160-240
HDPE	200-280
PP	200-300
PS	180-260
PVC	160-180

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

3.4.9 Proses Kondensasi

Proses kondensasi terjadi setelah bahan didalam tabung reaktor melebur menjadi uap. Kemudian uap itu akan mengalir menuju kondensor melalui pipa sambungan kurang lebih 1 jam setelah proses pirolisis berlangsung. Indikasi jika akan terjadi proses kondensasi yaitu apabila sudah terjadi kenaikan suhu pada termometer.

TUGAS AKHIR

3.4.10 Penampungan Minyak

Setelah terjadi proses kondensasi, kemudian minyak mengalir melalui pipa spiral dan keluar menuju keran dan tempat penampungan. Didalam minyak tersebut masih mengandung banyak timbal, untuk itu perlu adanya proses penyulingan agar minyak tersebut menjadi murni. Ada 2 metode penampungan minyak yaitu dengan cara mencampurkan minyak dengan penampung yg berisi air dan di atasnya terdapat saluran untuk langsung dapat memisahkan minyak dengan air. Cara lainnya yaitu dengan cara membiarkan minyak yang bercampur dengan air tersebut hingga proses destilasi selesai, kemudian dipisahkan dengan menggunakan pipet ukuran.



Gambar 3.23 Proses Penampungan minyak

3.4.11 Pengambilan minyak

Setelah proses penampungan minyak sudah selesai, kemudian minyak yang masih bercampur air dipisahkan dengan pipet ukuran untuk dipindahkan

TUGAS AKHIR

kedalam gelas ukur guna mengetahui volume minyak yang dihasilkan dari proses destilasi tersebut.



Gambar 3.24 Hasil Minyak Pirolisis Plastik

3.5 Proses Pengambilan Data Operasi

Untuk lebih mengetahui kondisi kerja alat pirolisis limbah plastik menjadi bahan bakar, maka dilakukan percobaan untuk mengambil data operasi yang akan memberikan gambaran kinerja alat tersebut. Parameter yang di ambil dalam langkah percobaan tersebut yaitu:

3.5.1 Berat Bahan Material

Sebelum melakukan proses pirolisis, langkah yang diambil terlebih dahulu yaitu dengan melakukan penimbangan bahan material plastik untuk dapat mengetahui jumlah dan berat bahan yang akan dimasukkan kedalam tabung reaktor.

TUGAS AKHIR

3.5.2. Waktu dan Proses Pirolisis

Cara pengambilan waktu pada saat melakukan proses pirolisis yaitu dengan mencatat waktu, Pada saat dimulainya proses destilasi dan juga pada saat proses destilasi selesai.

3.5.3. Jumlah Bahan Bakar Gas LPG

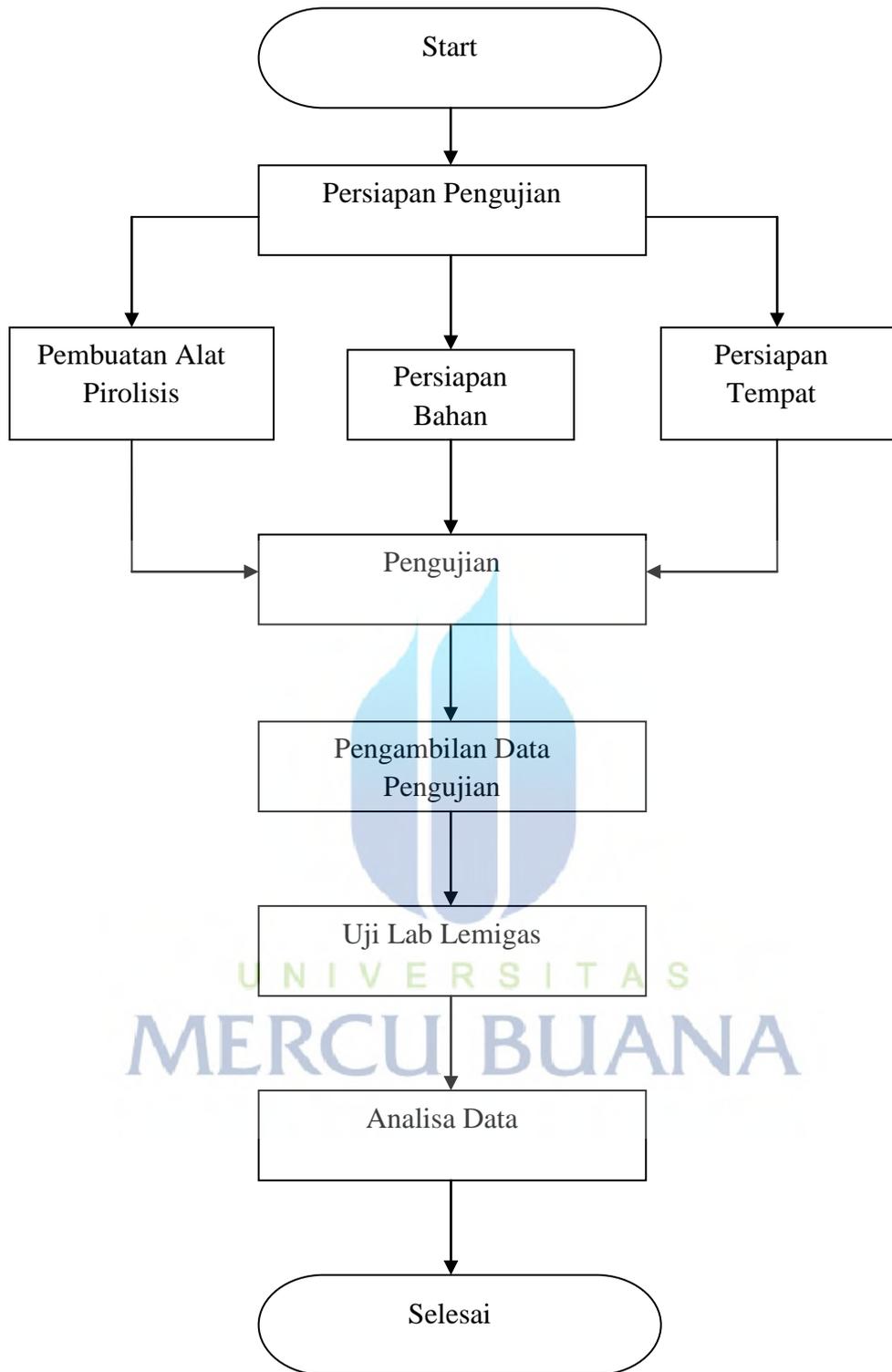
Jumlah bahan bakar yang di gunakan untuk proses pemanasan tabung reaktor, Diketahui dari berapa banyak bahan bakar gas yang di perlukan pada saat dimulainya proses pirolisis dan juga pada saat proses pirolisis selesai.

3.5.4. Suhu Ruangan

Suhu Ruangan diukur disekitar alat destilasi.

3.5.5. Jumlah Yang Dihasilkan

Volume minyak yang dihasilkan dari proses pirolisis diketahui dengan menggunakan gelas ukur.



Gambar 3.25 Flow Chart Penelitian

TUGAS AKHIR

Tabel 3.2 Data pengujian

NO	Parameter	Nilai	Satuan
1.	Bahan Baku	3	kg
2.	Bahan bakar gas elpiji	3	kg
3.	Waktu Pirolisis	6	Jam
4.	Suhu lingkungan	23	⁰ C
5.	Suhu air pendingin masuk	-	⁰ C
6.	Suhu air pendingin atas	-	⁰ C
7.	Suhu air pendingin keluar	-	⁰ C
8.	Hasil minyak	2	Liter
9.	Suhu kondensat	-	⁰ C
10.	Laju aliran kondensat	-	CC/jam