

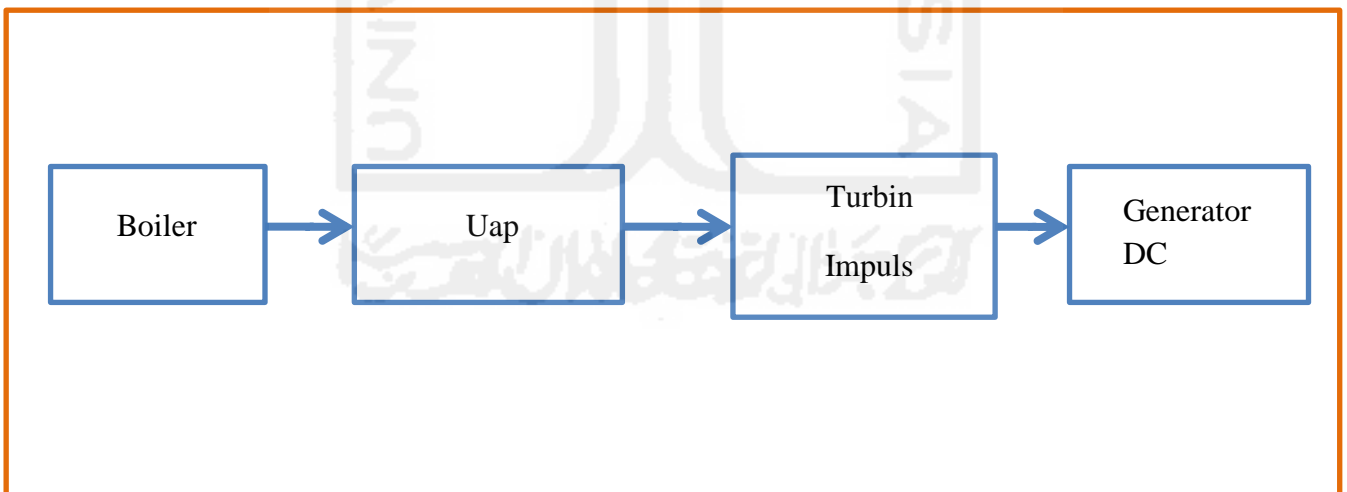
BAB III

PERANCANGAN SISTEM

3.1. Bahan Perancangan

Perancangan sistem pembangkit listrik Turbin Impuls menggunakan boiler mini yang sudah dirancang dengan anometer dan berfungsi sebagai pemasukan energi tenaga uap, dimana air akan dipanaskan dengan LPG (propana) dalam boiler dengan suhu mencapai 150°C tertentu untuk menghasilkan uap dengan tekanan kurang lebih 5 Bar. Keluaran uap dari boiler nantinya akan di salurkan melalui pipa yang sudah tersambung ke Turbin Impuls dan dari masukan uap akan memutar Turbin Impuls karena adanya tekanan.

Turbin Impuls akan berperan sebagai *prime mover* atau penggerak utama. Putaran poros dari Turbin Impuls akan di kopel dengan roda puley yang disambungkan ke motor DC. Motor DC berperan sebagai generator jadi ketika poros motor DC berputar maka akan menghasilkan tegangan dan arus.



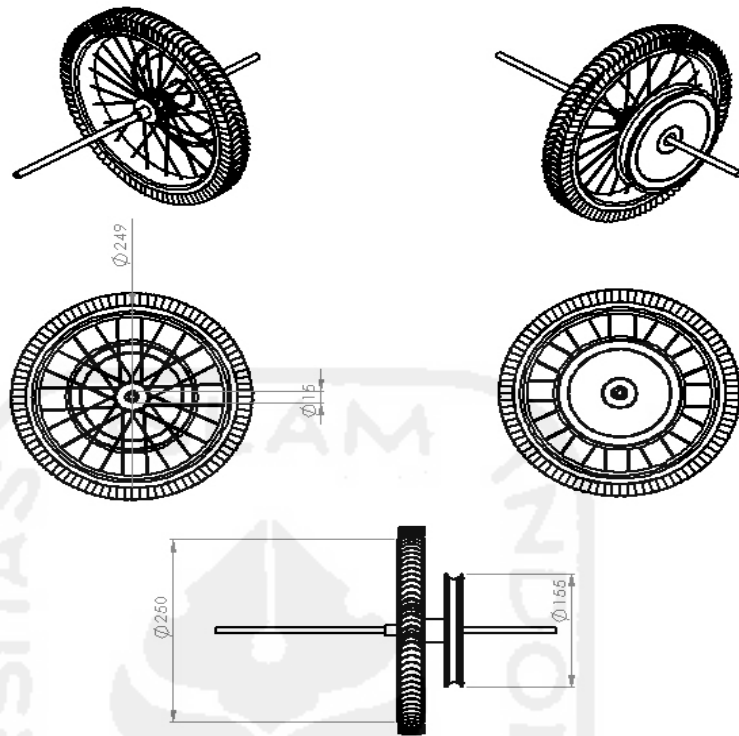
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

Hubungan antara boiler, Turbin Impuls dan motor DC dapat dijadikan sebagai pembangkit listrik. Mencari efisien Turbin Impuls sebagai pembangkit listrik adalah tujuan utama dari penelitian saya untuk mengetahui apakah layak Turbin Impuls untuk dijadikan sebagai pembangkit listrik tenaga uap? Jika tidak, apa saja yang bisa dikembangkan supaya mendapatkan efisiensi yang maksimal untuk menjadi pembangkit listrik yang baik.

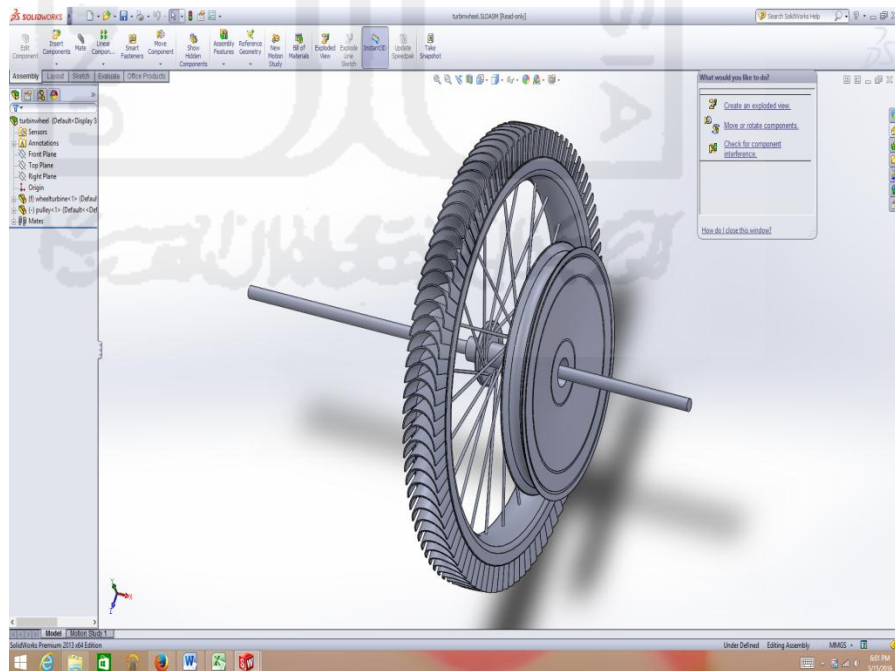
3.2. Perancangan dan Pembuatan Turbin Impuls (De Laval)

Perancangan Turbin Impuls yang dipilih adalah turbin De Laval yang bekerja sebagai penggerak utama atau *prime mover*. Ketika masukan uap dari boiler maka turbin De Laval harus bisa berputar dengan spesifikasi yang diinginkan. Turbin De Laval terdiri dari sudu yang berbentuk lengkungan “U” dan berjumlah banyak yang mengelilingi sudu rotor. Rotor penggerak dari turbin dan nantinya akan di kopel dengan roda van belt yang tersambung ke motor DC 24 volt.

Perancangan pertama kali dibuat dengan menggunakan program komputer *Solidwork 2013* yang menghasilkan gambar 3D dalam komputer. Cara ini dapat memudahkan untuk mendesain Turbin yang akan dibuat tanpa harus membeli bahan-bahan yang diperlukan sebelum direalisasikan.



Gambar 3.2 Desain 2D Turbin De Laval di Solidwork 2013



Gambar 3.3 Desain 3D Turbin De Laval di Solidwork 2013

Sesudah mendapatkan desain yang sesuai maka dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya yaitu pembuatan. Dalam tahap pembuatan ada beberapa bahan yang dibutuhkan untuk membuat turbin De Laval menjadi model pembangkit listrik, yaitu antara lain bisa dilihat di tabel 3.1. Masalah ukuran dan diameter perancangan pembuatan alat disesuaikan dengan adanya di pasar, karena desain awal hanya berfungsi sebagai gambaran supaya mempermudah ketika pembuatan nyata.

Tabel 3.1 Bahan Pembuatan Turbin De Laval

Nama Bahan	Jumlah	Fungsi
Pelek Sepeda	1 Buah	Badan Turbin
Pulley	1 Buah	Penyambung Bagian Turbin
Van Belt motor DC	1 Buah	Penyambung Turbin Ke Motor
Pipa Besi	1 Buah x 1 meter	Bagian Sudu-Sudu Turbin
Tiang Besi	1 Buah x 1.2 meter	Penyangga Turbin
Baut Panjang	1 Buah x 60 cm	Rotor Turbin
Mur	6 Buah	Memperkuat dudukan Rotor
Baut	4 Buah	Memperkuat dudukan Motor

Setelah semua bahan pembuatan lengkap, tahap selanjutnya adalah membuat turbin De Laval sesuai dengan desain yang telah direncanakan.

Langkah pertama, membuat sudu-sudu pada pelek sepeda untuk membuat badan Turbin. Untuk mendapatkan jumlah sudu-sudu maka harus di ukur diameter pelek sepeda yaitu 64 cm keliling maka dari itu jumlah sudu-sudu adalah 64 karena jarak antara sudu ke sudu adalah 1 cm, supaya ketika menglas dari sudu ke pelek akan mudah.

Langkah kedua, membuat dudukan pulley di badan turbin dengan menglas silinder aluminium ke badan turbin dan membubut pulley supaya dapat masuk kedalam silinder. Fungsi pulley untuk meng sambungkan van belt ke motor DC.

Langkah ketiga, membuat penyangga turbin agar dapat berdiri dengan tegak dan ketika di semburkan dengan uap struktur turbin tidak akan goyang, maka dari itu penyangga dibuat dari tiang besi yang berat.

Langkah keempat, membuat dudukan motor DC agar dapat di kopel dengan turbin. Letak dari motor DC adalah di bawah turbin.

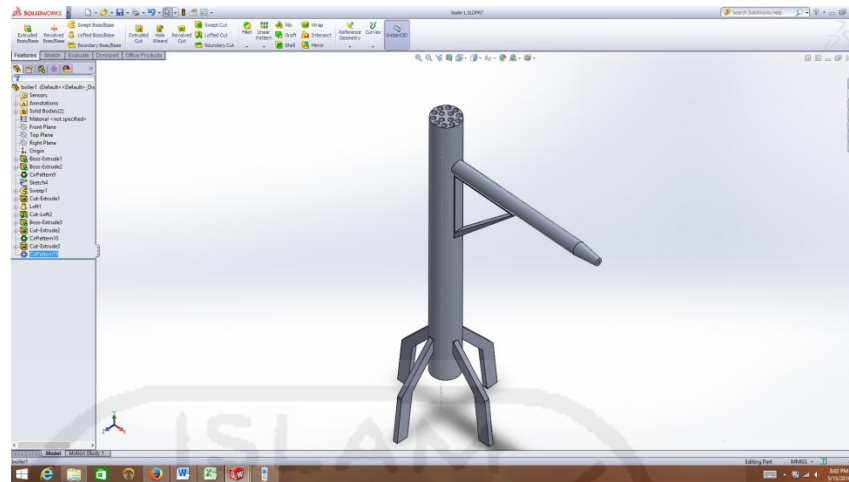
3.3. Perancangan dan Pembuatan Boiler

Agar turbin De Laval dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik maka diperlukan sumber energi yang berupa uap. Boiler dapat menghasilkan uap dengan melalui proses pemanasan air, dimana air dalam boiler akan dibakar menggunakan bahan bakar yang kemudian air tersebut akan mendidih dan menghasilkan uap.

Pertimbangan yang perlu dilihat dalam perancangan boiler adalah sebagai berikut:

1. Desain boiler sederhana dan mudah dibuat.
2. Menggunakan bahan yang bisa menahan tekanan didalamnya.
3. Dapat tahan ketika dibakar dengan api yang besar dan panas.
4. Bisa menampung air yang relatif banyak.
5. Dapat mengukur suhu dan tekanan.

Sama halnya dengan perancangan turbin De Laval, perancangan awal boiler dibuat terlebih dahulu dalam desain 3D di Solidwork.



Gambar 3.4 Desain 3D Boiler

Dengan desain yang ada maka dapat dilanjutkan ke tahap pembuatan dengan mencari bahan yang sesuai dengan pertimbangan yang ada diatas. Bahan yang sesuai dapat dilihat di tabel 3.2.

Tabel 3.2 Bahan Pembuatan Boiler

Nama Bahan	Jumlah	Fungsi
Tiang Listrik	1 Buah x 60 cm	Badan Boiler
Pipa Tembaga	12 Buah x 60 cm	Penyalur Panas dalam Boiler
Pipa Besi	1 Buah x 40 cm	Penyambung Turbin Ke Motor
Manometer	1 Buah (10 Bar)	Alat Ukur Tekanan
Termometer	1 Buah (300°C)	Alat Ukur Suhu
Nosel	1 Buah	Penyembur Uap
Kompor	1 Buah	Pembakaran Gas
Tabung LPG	1 Buah (3 Kg)	Sumber Pembakaran

Sesudah semua bahan didapatkan maka lanjut ke tahap berikutnya yaitu tahap pembuatan boiler.

Langkah pertama, memotong tiang listrik sepanjang 60 cm dan tutup atas dan bawahnya dengan menglas lingkaran besi sehingga berwujud seperti tabung.

Langkah kedua, melubangi atas dan bawah tabung dengan diameter sebesar 10 cm yang sejajar maka dapat memasang dan menglas pipa tembaga. Fungsi pipa tembaga supaya air didalam boiler dapat ikut panas atau mendidih dengan cepat, dibandingkan tanpa pipa tembaga maka panas akan hanya berada pada permukaan boiler yang mengakibatkan air mendidih dengan pelan.

Langkah ketiga, membuat *furnace* atau tempat pembakaran dengan cara membuat 4 kaki boiler sebagai penyangga, kemudian ditutup dengan aluminium agar tidak terkena angin ketika pembakaran.

Langkah keempat, membuat 3 lubang pada boiler dengan masing-masing lubang buat dudukan Manometer, pipa keluran (*outlet*) tersambung dengan nosel, dan lubang masukan air (*inlet*). Penempatan Termometer ada pada atas boiler.

3.4. Pengujian dan Pengukuran

Pada tahap pengujian akan dilakukan menjadi dua jenis pengujian yaitu:

a. Pengujian turbin De Laval tanpa generator

Pengujian ini dimaksud untuk mengukur kecepatan putar maksimal turbin De Laval tanpa dikopel dengan generator. Alat ukur pengujian ini berupa Tachometer yang berfungsi mengukur kecepatan putar turbin. Turbin nantinya akan diukur kecepatan putarnya selama penurunan tekanan 5 bar sampai 2 bar, sehingga dapat diketahui grafik kinerjanya. Bahan baar yang digunakan adalah tabung gas LPG 3 Kg.

b. Pengujian turbin De Laval terkopel dengan generator

1. Pengujian tanpa beban

Pengujian ini bermaksud untuk mengetahui perbedaan kecepatan putar serta tegangan keluaran sebelum dihubungkan dengan beban. Alat ukur yang digunakan adalah multimeter.

2. Pengujian dengan beban

Pengujian ini adalah untuk mengetahui nilai arus yang ada ketika diberi beban. Beban yang digunakan berupa resistor 10 ohm yang di paralel untuk mendapatkan beban 1 ohm.

3.5. Perhitungan Efisiensi

Perhitungan efisiensi ini untuk mengetahui energi yang masuk dan energi yang dihasilkan dari keluaran generator. Energi yang masuk belum tentu sama dengan energi yang keluar. Hal tersebut diakibatkan oleh beberapa faktor, baik itu dari sisi bahan bakar, mekanis turbin, maupun rugi-rugi yang terjadi pada generator. Sehingga perlu dilakukan perhitungan efisiensi dengan membandingkan energi yang masuk, yaitu berupa bahan bakar LPG dan energi keluaran dari generator.

1. Energi Masuk (P_{in}) = Daya yang dihasilkan LPG
2. Energi keluar (P_{out}) = Daya maksimum keluaran generator

sehingga perhitungan efisiensi dapat dihitung dengan rumus tersebut:

$$\text{Efisiensi Pembangkit } (\eta) = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \% \quad (3.1)$$