

PERANCANGAN PROTOTIFE MINIATUR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP KAPASITAS 300 W

Wasiran

Universitas 17 Agustus 1945 Cirebon

Email : wasiran15@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian yang telah dibuat ini bertujuan untuk merancang prototype miniatur pembangkit listrik tenaga uap sebagai alat peraga. Pada umumnya alat peraga ini untuk mengetahui bagaimana listrik digerakan oleh uap. Maka peneliti merancang alat peraga yang sederhana berbentuk miniatur. Maka dari itu untuk menghasilkan produk berupa model miniatur pembangkit listrik tenaga uap yang dapat digunakan untuk sebagai sarana dan prasarana praktikum fenomena dasar mesin. Pada perancangan alat tersebut komponen-komponen yang dirancang sangat sederhana sekali, karena daya listrik yang digunakan kapasitasnya kurang lebih 300 W. bahan bakar yang digunakan dengan menggunakan gas elpiji 3 kg selama selang waktu kurang lebih 5 jam dalam pemakaian bahan bakar yang bertekanan 6 bar. Maka dari hasil perancangan model miniatur pembangkit listrik tenaga uap dapat mudah di desain dan di pahami langkah selanjutnya pada proses pembuatan dan perakitan. Jadi perancangan prototipe miniatur hanya untuk biaya perancangan sekitar Rp 1.815.000,-.

Kata kunci: Perancangan PProtoife Miniatur PLTU

1. PENDAHULUAN

Alat peraga prototype pembangkit tenaga uap sangat penting sekali. Oleh sebab itu mahasiswa lulusan teknik mesin universitas 17 agustus 1945 cirebon banyak yang bekerja di pembangkit listrik tenaga uap. Maka dari itu peneliti merancang alat peraga prototype PLTU untuk melatih dasar, nila mana akan masuk di suatu perusahaan pembangkit di wilayah lingkungan Cirebon. Sedangkan PLTU wilayah kabupaten Cirebon PLTU 1 dan 2.

Energi listrik sudah menjadi kebutuhan pokok dan memainkan peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia sehari-hari. Tanpa disadari manusia hidupnya sudah tergantung pada energi listrik, baik itu untuk penerangan, hiburan, memasak, mencuci, dan sebagainya. Bila suatu ketika terjadi matinya aliran listrik, maka pada saat itu akan terasa betapa listrik merupakan suatu kebutuhan yang tidak bisa dilepaskan dari kehidupan manusia.

Ketel uap adalah suatu alat yang digunakan untuk mengkonversikan air menjadi uap dengan cara pemanasan, dimana sumber panas tersebut berasal dari hasil pembakaran bahan bakar di ruang bakar. Uap diproduksi dengan penggunaan secara langsung kalor yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar padat, cair, gas, kalor energi listrik ataupun energi nuklir. Pada proses kenaikan suhu atau pembakaran ini berdasarkan pada prinsip termodinamika dan perpindahan panas yang disebabkan perbedaan temperatur, dari temperatur rendah menuju temperatur tinggi. Produksi uap harus dapat memenuhi kebutuhan pabrik, maka setiap komponen ketel uap harus berada dalam kondisi baik, untuk itu evaluasi terhadap prestasi kerja ketel uap perlu dilakukan, terutama untuk mengetahui efisiensi dari ketel uap tersebut. Ketel uap (boiler) sebagai sumber energi proses merupakan sistem

Peralatan yang banyak digunakan pada industri kecil menengah hingga kelas power plant yang bergerak pada bidang pengolahan dan pembangkitan yang memproduksi uap (steam). Ketel uap merupakan suatu alat yang biasanya digunakan untuk proses perebusan atau memasak, sterilisasi, penyulingan, pengering dan sebagainya. Penelitian pengembangan media ini juga sering dilakukan dalam upaya mencari solusi alternatif permasalahan. Penggunaan media pengembangan dalam penelitian ini membangkitkan keinginan dan minat yang lebih semangat

lagi, membangkitkan motivasi dan rangsangan kegiatan pembelajaran dalam mempelajari tentang system uap.

Pada penelitian ini penulis membuat perancangan prototipe miniatur pembangkit listrik tenaga uap yang menggunakan bahan bakar gas LPG sebagai bahan bakar utama untuk mendidihkan air pada boiler mini (tabung freon) hingga menghasilkan uap. Uap yang dihasilkan dari proses mendidihnya disalurkan ke mesin uap untuk menggerakkan piston pada mesin uap mini melalui alat regulator dan hose yang terhubung dari boiler ke mesin uap mini yang selanjutnya akan memutar generator guna menghasilkan energi listrik.

Tujuan penelitian ini adalah merancang kontruksi model miniatur pembangkit listrik tenaga uap dengan turbin sebagai penggerak generator dan api sebagai alat pemanas. Bagi peneliti menambah wawasan dan pengetahuan mengenai perancangan Prototipe Miniatur Pembangkit Listrik Tenaga Uap. Bagi pihak akademis hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi pengetahuan dan referensi perpustakaan bagi penelitian-penelitian selanjutnya.

2. STUDI LITERATUR

1.1 Teori Perancangan

Perancangan alat adalah proses desain dan pengembangan alat, metode dan teknik untuk memperbaiki efisiensi dan produktifitas manufaktur. Dengan menyiapkan mesin dan alat khusus untuk kebutuhan manufaktur saat ini. Faktor ekonomi dan kualitas akan memastikan harga produk yang kompetitif. Karna alat tidak dapat menjawab segala proses manufaktur, perancangan alat adalah permasalahan yang selalu bergerak dan dinamis (Hoffman, 1996, p. 1).

Tujuan dari perancangan alat adalah untuk meminimalisir biaya yang dikeluarkan dalam proses manufaktur dengan menjaga kualitas dan menambah produktifitas. Perancangan alat berada diantara desain produk dan manufaktur produk. Karena posisinya perancangan alat menjadi sangat penting dan butuh penanganan khusus dalam mencapai tujuannya (Hoffman, 1996, p. 2).

2.2 Konsep Dasar Pembangkit Listrik Tenaga Uap

PLTU adalah suatu pembangkit listrik tenaga termal yang menggunakan uap untuk fluida kerjanya. Uap yang digunakan adalah hasil dari proses pemanasan air pada katel uap (boiler). Boiler di PLTU umumnya menggunakan bahan bakar fosil sebagai bahan bakar untuk menghasilkan energi panasnya.

Boiler adalah bejana yang digunakan untuk memanaskan air menjadi uap yang memiliki tekanan dan temperatur yang tinggi. Uap yang dihasilkan boiler tadi digunakan untuk menggerakkan sudu-sudu turbin dimana turbin yang digerakkan ini telah terkopling dengan generator dan generator ini mengubah energigerak pada turbin menjadi energilistrik. Selanjutnya uap sisa menggerakkan turbin ini mengalami penurunan tekanan dan temperatur dan masuk ke kondensor untuk dikondensasikan. Air kondensat sebagai hasil dari proses kondensasi di kondensor dialirkan kembali menuju boiler dengan pompa air umpan (Boiler Feed Water Pump), secara garis besarnya sistem di PLTU dapat dilihat pada dibawah ini.

1. Pompa

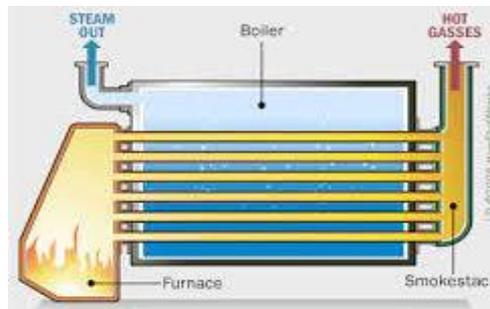
Pompa yaitu suatu alat untuk menaikkan tekanan fluida dari tekanan terendah menjadi tekanan tinggi. Pompa ini dalam perancangan menggunakan pompa aquarium yang sesuai debit yang diperlukan pada saat pengisian ketel.



Gambar 2.1 Pompa

2. Ketel Uap

Boiler atau dalam Bahasa Indonesia sering disebut dengan ketel uap adalah kombinasi antara sistem dan peralatan yang dipakai untuk perubahan energy kimia bahan bakar menjadi energy termal dan pemindahan energy termal yang dihasilkan ke fluida kerja sehingga berubah dari air menjadi uap. Boiler berbentuk bejana tertutup yang digunakan untuk menghasilkan uap.

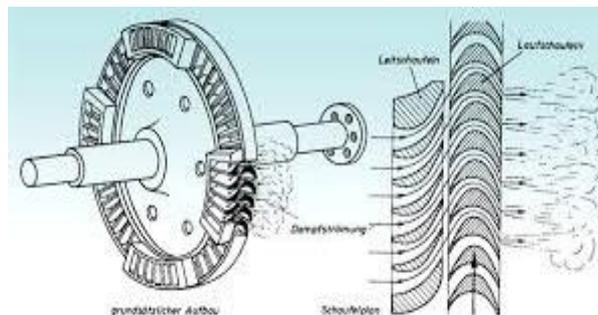


Gambar 2. 2 Ketel Uap

3. Turbin

Turbin adalah suatu mesin rotari yang berfungsi untuk mengubah energi dari aliran fluida menjadi energi gerak yang bermanfaat. Mesin turbin yang paling sederhana terdiri dari sebuah bagian yang berputar disebut rotor, yang terdiri atas sebuah poros/shaft dengan sudu-sudu atau blade yang terpasang disekelilingnya. Rotor tersebut berputar akibat dari tumbukan aliran fluida atau berputar sebagai reaksi dari aliran fluida tersebut.

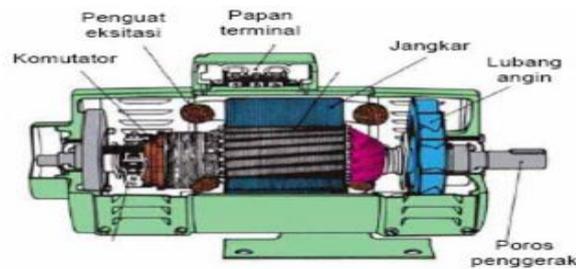
Pada unit trainer pembangkit listrik tenaga uap disini menggunakan jenis turbin impuls dengan 16 sudu pada rotornya. Prinsip kerja turbin uap terletak pada perubahan energi panas yang terkandung dalam uap air yang dikonversi menjadi energi mekanik yang disalurkan ke rotor turbin.



Gambar 2.3 Turbin uap

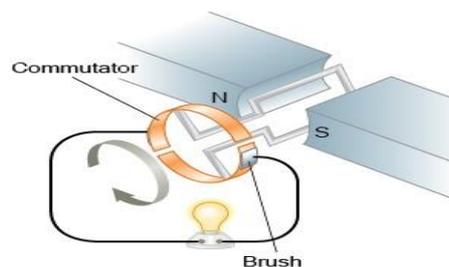
4. Alternator

Pengertian Alternator adalah adalah sebuah mesin yang dapat mengubah energi gerak (mekanik) menjadi energi listrik (elektrik). Energi yang menggerakkan alternator sendiri sumbernya bermacam macam. Pada pembangkit listrik tenaga angin misalnya alternator bergerak karena adanya kincir yang berputar karena angin demikian pula pada pembangkit pembangkit listrik tenaga air yang memanfaatkan energi gerak dari air. Sedang pada pembangkit listrik gerak dari alternator didapatkan dari proses pembakaran bahan bakar.



Gambar 2. 4 Alternator

Pada Unit trainer pembangkit listrik tenaga uap disini menggunakan generator DC. Generator arus searah yaitu generator dimana tegangan yang dihasilkan (tegangan output) berupa tegangan searah, karena di dalamnya terdapat sistem penyearahan yang di lakukan bisa berupa oleh komutator atau menggunakan diode.



Gambar 2. 5 Generator Dc

5. Tachometer

Tachometer berfungsi sebagai pengukur kecepatan (RPM) pada turbin yang berputar. Kecepatan turbin tergantung dari berapa tekana uap yang dilepaskan oleh ketel uap mini yang bisa divariaskan oleh valve.



Gambar 2. 6 Tachometer Digital

6. Multitester

Jenis Multitester yang dipakai untuk mengukur tegangan, ampere dari output generator mini adalah multitester digital. Dengan multitester peneliti dapat mengukur dan mengetahui hasil dari ouput generator mini saat menerima beban dan juga saat tanpa beban.



Gambar 2. 7 Multitester Digital

7. Pressure Gauge (Manometer)

Pressure Gauge adalah alat pengukur sebuah tekanan fluida (gas atau cair) dalam suatu tabung tertutup, peneliti menggunakan Pressure Gauge dengan kapasitas maksimal tekanan 300psi. Fungsi Pressure Gauge pada alat penelitian ini sebagai pengukur tekanan yang dihasilkan oleh ketel uap mini.



Gambar 2. 8 Pressure Gauge

8. Thermometer

Thermometer adalah alat pengukur suhu (temperatur). Pada penelitian ini Thermometer digunakan sebagai pengukur suhu pada ketel uap mini. Thermometer adalah alat pengukur suhu (temperatur). Pada penelitian ini Thermometer digunakan sebagai pengukur suhu pada ketel uap mini.



Gambar 2.9 Thermometer

3. METODOLOGI PENELITIAN

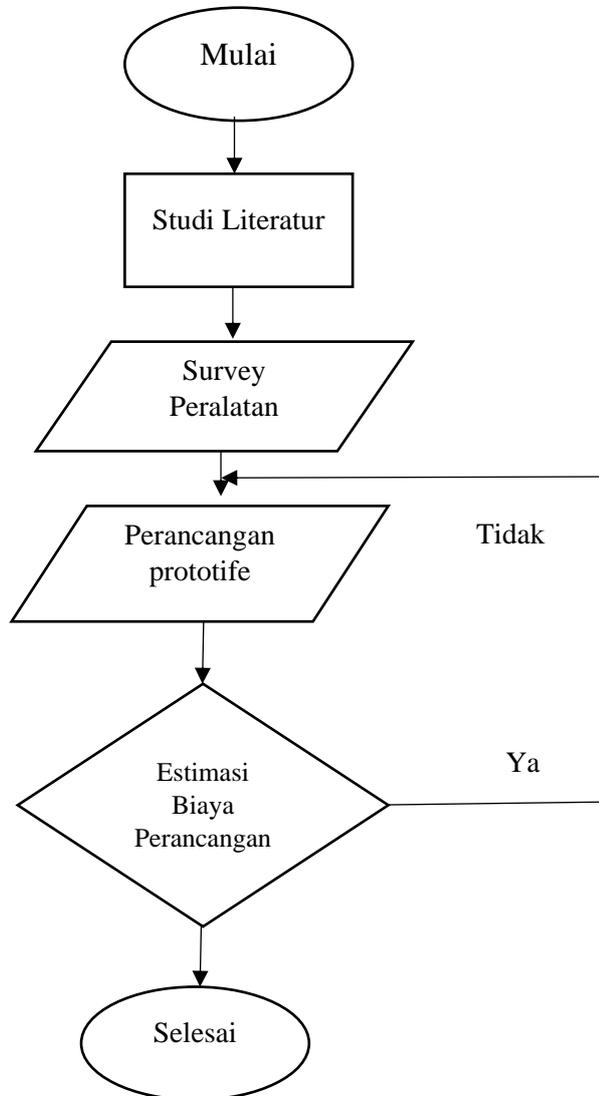
3.1. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode Eksperimental yaitu dilakukan melalui perubahan-perubahan terencana terhadap variabel input suatu proses atau sistem sehingga dapat ditelusuri penyebab dan faktor-faktor sehingga membawa perubahan pada output sebagai respon dari eksperimen yang telah dilakukan.

Dalam penelitian dengan metode eksperimen, terdapat tiga prinsip dasar yang terdapat dalam desain eksperimen, antara lain sebagai berikut:

- 1) replikasi, merupakan pengulangan dari eksperimen dasar;
- 2) randomization, prinsip ini digunakan pada uji signifikan valid. Uji signifikan akan valid bila pengamatan didistribusikan secara bebas yang dilakukan dengan pengambilan sampel secara random atau acak;
- 3) blocking, merupakan prinsip yang digunakan untuk mengisolasi treatment dari pengaruh faktor lain supaya hasil eksperimen menjadi lebih akurat.

2.2 Diagram alir



Gambar 3. 7 Diagram alir

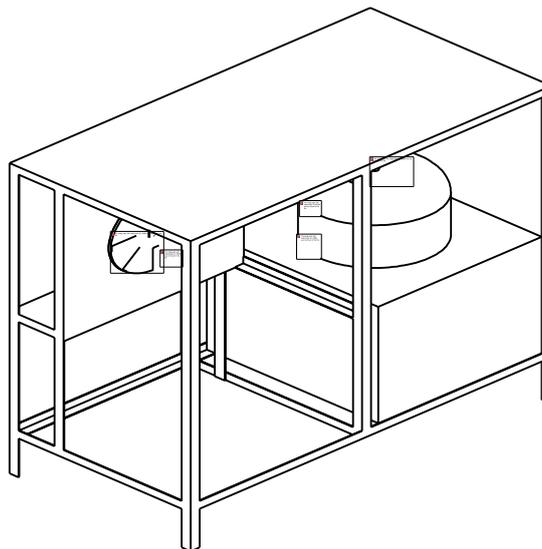
4. PERANCANGAN PROTOTIFE

4.1 Perancangan awal

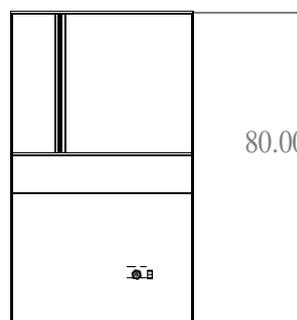
Perancangan model miniatur pembangkit listrik tenaga uap adalah pembuatan dan pengerjaan rangkaian besi menjadi rangka hingga bisa dipergunakan sebagai stand unit system alat pembangkit tersebut. Proses pembuatan rangkaian alat dimaksudkan untuk memperoleh rangkaian alat peraga dengan mempertimbangkan faktor fungsi alat, artistik dan kekuatan rangka. Adapun langkah yang perlu dilakukan dalam proses perancangan model miniatur pembangkit listrik tenaga uap ini adalah sebagai berikut:

1. Mendesain alat

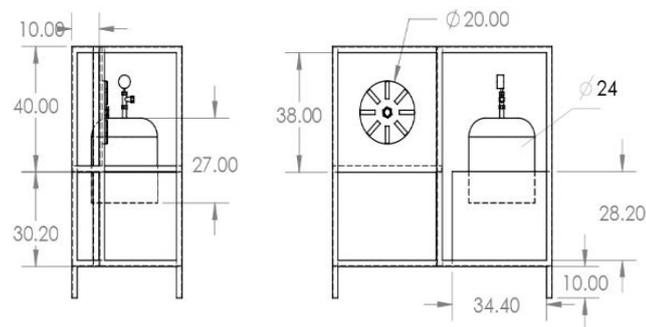
Dalam mendesain rangka, berbagai alternatif, model, bentuk dan konstruksi rangka yang dipilih berdasarkan kemampuannya dalam menopang beban yang dimiliki komponen alat peraga tersebut. Ukuran besar disesuaikan dengan dimensi komponen pendukung yang telah ada



Gambar 4. 1 Desain Perancangan Rangka Sumbu Y



Gambar 4. 2 Desain Perancangan Rangka Pandangan atas



Gambar 4. 3 Desain Perancangan Rangka Bagian Depan & Samping

2. Memilih bahan

Bahan rangka yang dipilih dengan unsur kekuatan, kemudahan pengerjaan, dan faktor harga (ekonomi).

3. Pemotongan bahan

Bahan yang telah diukur sesuai dengan dimensi rancangan stand, dipotong dan diukur dengan mengecek panjang rangka yang dirancang.

4. Pengelasan

Potongan yang dihasilkan akan disambung dengan proses penelasan, hingga diperoleh hasil yang diharapkan.

5. Perangkaian

Sebelum langkah ini dikerjakan maka perlu penempatanposisi yang disesuaikan dengan ukuran masing-masing komponen. Dudukan yang tepat akan memudahkan dalam meletakkan komponen alat peraga diatas stand.

6. Pewarnaan

Proses pewarnaan dilakukan sebagai langkah finishing dalam pembuatan alat peraga .

4.2. Pengerjaan Alat

Dalam membuat atau mengerjakan alat yang dibutuhkan antara lain adalah:

No.	Alat yang di butuhkan	
1	Gergaji Besi	1 buah
2	Las listrik	1 buah
3	Amplas dan kikir halus	2 buah
4	1 set toolbox	1 lot
5	Bor listrik	1 buah
6	Kuas	2 buah
7	Gerinda listrik	1 buah
8	Palu	1 buah
9	Tang ripet	1 buah
10	Obeng	2 buah
11	Kunci L	1 set
12	Kunci ring pass	1 buah
13	Tang gecep	1 buah
14	Tang potong	1 buah
15	Kunci inggris	1 buah
16	Solder	1 buah
17	Kacamata las	2 buah

Tabel 4. 1 Peralatan

4.3. Komponen**4.3.1. komponen utama**

Dalam perancangan ini di butuhkan beberapa komponen sebagai berikut :

No	Nama Alat	Pcs
1	Generator DC	1 buah
2	Ketel Pemanas	1 buah
3	Turbin	1 buah
4	Lampu Dc	3 buah
5	Kabel	5 meter
6	Besi siku	2 batang
7	Besi Alumunium	1 lembar

Tabel 4. 2 Komponen utama

4.3.2. Komponen Pendukung

Dalam perancangan ini di butuhkan beberapa komponen pendukung sebagai berikut :

No	Nama Alat	Pcs
1	Paku ripet	1 lot
2	Mata Bor	3 buah
3	Termometer	1 buah
4	Manometer	1 buah
5	Takometer	1 buah
6	Avometer	1 buah
7	Multimeter	1 buah
8	Fitting lampu	3 buah
9	Velve	3 buah
10	Kacamata las	2 buah

Tabel 4. 3 Komponen Pendukung

4.4. Analisa Biaya Pembuatan Model Miniatur Pembangkit Listrik Tenaga Uap

Di bawah ini adalah rincian biaya yang diperlukan untuk membuat Model Miniatur Pembangkit Listrik Tenaga Uap :

No.	Nama alat	Pcs	Harga/pcs	Harga
1	Generator DC	1	Rp 500.000	Rp 500.000
2	Ketel Pemanas	1	Rp 300.000	Rp 300.000
3	Turbin	1	Rp 100.000	Rp 100.000
4	Lampu Dc	3	Rp 15.000	Rp 45.000
5	Kabel	5 meter	Rp 5.000	Rp 25.000
6	Besi siku	2 batang	Rp 50.000	Rp 100.000
7	Besi Alumunium	1 lembar	Rp 50.000	Rp 50.000
8	Paku ripet	1 lot	Rp 20.000	Rp 20.000
9	Mata Bor	4	Rp 10.000	Rp 40.000
10	Termometer	1	Rp 130.000	Rp 130.000
11	Manometer	1	Rp 50.000	Rp 50.000
12	Takometer	1	Rp 130.000	Rp 130.000
13	Avometer	1	Rp 100.000	Rp 100.000
14	Multimeter	1	Rp 80.000	Rp 80.000
15	Fitting lampu	3	Rp 5.000	Rp 15.000
16	velve	3	Rp 30.000	Rp 90.000
17	Sambungan L	2	Rp 20.000	Rp 40.000
Total biaya				Rp 1.815.000

Tabel 4. 4 Analisa biaya

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari rangkaian kerja Proyek Akhir yang telah dilaksanakan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil perancangan model miniatur pembangkit listrik tenaga uap dapat mudah di desain dan di pahami langkah selanjutnya pada proses pembuatan dan perakitan
2. Pada perancangan ini model miniatur hanya untuk media praktikum bukan di gunakan untuk keperluan komersial
3. Data hasil perancangan keseluruhan di peroleh estimasi biaya sebesar Rp.1.815.000 -,

5.2 Saran

Dalam penelitian Perancangan Prototife Pembangkit Tenaga Uap pada kapasitas 300 W ini masih banyak terdapat kekurangan yang ada didalamnya. Pada kesempatan kali ini penyusun dapat memberikan pemilihan generator harus dengan spesifikasi yang sesuai dengan kebutuhan pada dayaturbin harus lebih presisi agar hasil sesuai yang diinginkan.

6. DAFTAR PUSTAKA

Ayu Difa Putri Utami, Zurohaina, dan Arizal Aswan, *Prototype Steam Power Plant (Analisis Heat loss Pada Unit Boiler Furnance dan Superheater)* Mahasiswa, Staf Pengajar Program Studi DIV Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang. Kinetika, Volume 7, Maret 2016, Ayu Difa Putri Utami dkk, Hal: 1-4

Builder Indonesia. 2018. *Dinamo Listrik, Bagian-Bagian dan Fungsi Motor Listrik*. Terdapat pada : <https://www.builder.id/dinamo-listrik-dan-bagiannya/> (Diakses pada Tanggal 12 Juli 2021)

D.I Zariatin, Iqbal Ramadhian P, dan Rifki Khairul Azzaam, *Analisis Kinerja Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Uap Skala Laboratorium Yang Memanfaatkan Kalor Hasil Pembakaran Proses Pirolisis*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta.

Educalingo. Tanpa Tahun. *Rotor*. Terdapat pada : <https://educalingo.com/en/dic-de/rotor> (Diakses pada Tanggal 12 Juli 2021)

L. S. Jensen, A. G. Özkil dan N. H. Mortensen, *Prototypes In Engineering Design:Definitions And Strategies*. International Design Conference- Design 2016 Dubrovnik - Croatia, May 16 - 19, 2016.

Marlon Hetharia dan Yolanda J. Lewerissa, *Analisis Energi pada Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Dengan Cycle Tempo*. Jurusan Teknik Mesin Program Study Diploma IV Politeknik Katolik Saint Paul Sorong. Jurnal Voering Vol. 3 No. 1 Juli 2018

Supriyanto. 2015. *Pengertian Boiler (Ketel Uap)*. Terdapat pada : <http://blog.unnes.ac.id/antosupri/pengertian-boiler-ketel-uap/> (Diakses pada Tanggal 12 Juli 2021)