

Rancang Bangun Miniatur Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Dibengkel Teknik Listrik Universitas Batanghari Jambi

Ottrienti¹, Hendi Matalata²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Batanghari

Correspondence email: ottrienti00345@gmail.com

Abstrak. Kebutuhan akan energy listrik merupakan kebutuhan yang tidak dapat ditawar–tawar lagi untuk kehidupan yang layak bagi setiap orang pada zaman sekarang ini. Umumnya daerah pedesaan terpencil yang terletak pada daerah pegunungan mempunyai potensi energi air yang besar, sehingga pembangkit listrik tenaga air skala mikro merupakan salah satu sumber energi yang dapat dikembangkan. Jambi merupakan daerah yang dilingkupi aliran sungai Batanghari. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana proses kerja pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Komponen komponen penting dari miniature pembangkit listrik tenaga mikrohidro adalah waduk, pipa pesat, turbin, generator dimana komponen ini tidak bias lepas, saling berkaitan satu sama lain. Putaran tubin diperoleh dari percobaan adalah sebesar 400 rpm dengan debit air 0,0016 m³/s. Tegangan maksimum yang dihasilkan generator adalah sebesar 18 volt. Tegangan yang dihasilkan dari generator untuk mengecas batrai yang digunakan inverter sebesar 13,1 volt. Beban akan tetap nyala walaupun sumber energy utama yaitu generator berhenti beroperasi karna menggunakan energy keduanya itu batrai.

Kata kunci: pembangkit listrik; mikrohidro

Abstract. *The need for electrical energy is a necessity that can not be ditawar–tawar anymore for a life worthy of every person in this day. Generally, remote rural areas located in mountainous areas have a large potential of water energy, so that the hydroelectric power plant is one of the energy sources that can be developed. Jambi is an area covered with Batanghari River flows. This research aims to know how the work process of Microhydro power plant. Components of the essential components of miniature microhydro power plants are reservoirs, rapid pipes, turbines, generators where these components are not loose bias, interrelated to one another. Round of Tubin obtained from the experiment is 400 rpm with water discharge 0.0016 m³/s. The maximum voltage generated by the generator is 18 volts. Voltage generated from the generator to charging the Batrai used inverter of 13.1 volts. The load will remain on even though the main energy source is the generator stop in the same, because the energy of the second is Batrai.*

Keywords: power generation; Small Hydro

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan energi yang tidak bisa lepas dari kehidupan masyarakat. Kegiatan manusia dengan listrik menjadi lebih lancar, penyebaran informasi menjadi lebih cepat dan mudah, serta dapat meningkatkan kesejahteraan manusia.

Daerah pedesaan terpencil yang sebagian besar daerahnya belum terjangkau jaringan Perusahaan Listrik Nasional (PLN) merupakan suatu masalah bagi pembangunan dan pengembangan masyarakat pedesaan. Kebutuhan akan energi listrik merupakan kebutuhan yang tidak dapat ditawar–tawar lagi untuk kehidupan yang layak bagi setiap orang pada zaman sekarang ini.

Umumnya daerah pedesaan terpencil yang terletak pada daerah pegunungan mempunyai potensi energi air yang besar, sehingga pembangkit listrik tenaga air skala mikro merupakan salah satu sumber energi yang dapat dikembangkan.

Dari sinilah penulis mendapatkan ide untuk membuat sebuah miniatur pembangkit listrik sederhana yang dapat dikembangkan untuk pembangkitan listrik rumah tangga di pedesaan terpencil sehingga rumah tangga yang berada di pedesaan dapat menghasilkan

energi listrik untuk diri mereka sendiri dan bekerja secara unkontinu.

Rumusan masalah pada latar belakang di atas adalah sebagai berikut: 1) Pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) yang sederhana dan dapat langsung dimanfaatkan sebagai energi listrik rumah tangga; 2) pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) dari energi kinetik menjadi energi listrik.

Tinjauan Umum Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro

Pembangkitan listrik mikrohidro adalah pembangkitan listrik dihasilkan oleh generator listrik DC atau AC. Mikrohidro hanyalah sebuah istilah. Mikro artinya kecil sedangkan Hidro artinya air. Dalam prakteknya istilah ini tidak merupakan sesuatu yang baku namun Mikro Hidro, pasti menggunakan air sebagai sumber energinya.

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH), juga mempunyai suatu kelebihan dalam hal biaya operasi yang rendah jika dibandingkan dengan Pembangkit Listrik seperti Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dan Pembangkit Listrik lainnya karena Mikro Hidro

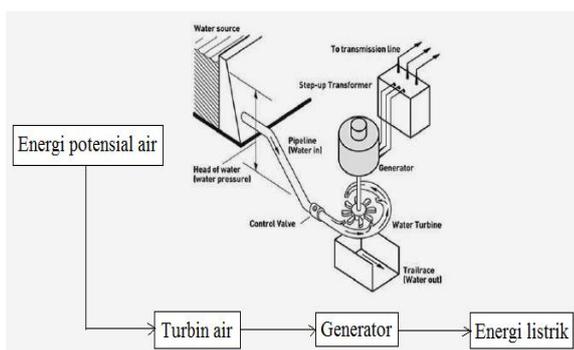
memanfaatkan energi sumber daya alam yang dapat diperbarui, yaitu sumber daya air. Dengan ukurannya yang kecil penerapan Mikro Hidro relatif mudah dan tidak merusak lingkungan. Rentang penggunaannya cukup luas, terutama untuk menggerakkan peralatan atau mesin-mesin yang tidak memerlukan persyaratan stabilitas tegangan yang akurat.

PLTMH adalah termasuk dalam kategori PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air), karena prinsip kerja dan cara pembuatan PLTMH tersebut sama dengan PLTA umumnya. PLTMH juga dapat dikatakan sebagai PLTA berkapasitas kecil. Akhir - akhir ini di dunia, termasuk negara-negara maju, banyak terdapat pembangunan PLTA berkapasitas kecil. Pembagian PLTA dengan kapasitas kecil pada umumnya adalah sebagai berikut:

1. PLTA Mikro < 100 kW
2. PLTA Mini 100 - 999 kW
3. PLTA Kecil 1000 - 10000 kW

Salah satu sebab bagi negara-negara maju membangun PLTA berkapasitas kecil ini adalah dikarenakan harga minyak yang terus meningkat, dan di samping bertambahnya kebutuhan listrik di negara-negara maju.

Secara teknis, pembangkit listrik tenaga mikrohidro memiliki tiga komponen utama yaitu air (sebagai sumber energi), turbin dan generator. Pembangkit listrik tenaga mikrohidro mendapatkan energi dari aliran air yang memiliki perbedaan ketinggian tertentu. Pada dasarnya, pembangkit listrik tenaga mikrohidro memanfaatkan energi potensial jatuhnya air (head). Semakin tinggi jatuhnya air maka semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik.



Gambar 1. Prinsip Kerja PLTMH

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro bisa memanfaatkan ketinggian air yang tidak terlalu besar, misalnya dengan ketinggian air 2,5 m dapat dihasilkan listrik 400 W. Prinsipkerja PLTMH adalah memanfaatkan beda tinggi dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran atau sungai. Air yang mengalir melalui intake dan diteruskan oleh saluran pembawa hingga penstock, akan memutar poros turbin sehingga

menghasilkan energy mekanik. Turbin air akan memutar generator dan menghasilkan listrik.

Energi Potensial

Energi potensial adalah energi yang dimiliki oleh suatu benda karena kedudukan atau posisi benda tersebut. Energi potensial tersimpan dalam benda tersebut dan dimanfaatkan ketika diperlukan.

Energi potensial gravitasi adalah energi potensial yang disebabkan oleh gaya gravitasi bumi. Jika Anda memegang sebuah batu dengan massa m pada ketinggian h dari tanah atau lantai, kemudian batu tersebut Anda lepas tanpa kecepatan awal, maka benda akan jatuh dan membentur tanah atau lantai. Benda itu sudah melakukan usaha terhadap tanah atau lantai.

Secara sederhana, energi potensial gravitasi suatu benda bermassa m terhadap satu bidang acuan adalah sebagai hasil kali berat benda tersebut dengan ketinggian benda dari bidang acuan (tanah, lantai, dan lain-lain). Secara matematis, energi potensial dapat dirumuskan dengan perhitungan berikut:

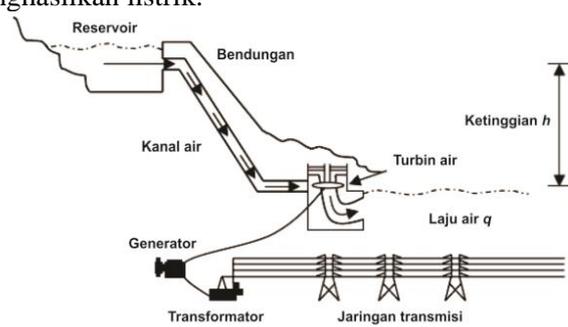
$$EP = m \cdot g \cdot h$$

Keterangan:

- EP : Energi potensial
- m : Massa benda
- g : Gravitasi bumi
- h : Tinggi benda

Potensi Tenaga Air

Dalam PLTA, potensi air dikonversikan menjadi tenaga listrik. Mula-mula potensi tenaga air dikonversi menjadi tenaga mekanik untuk memutar turbin, kemudian turbin akan memutar generator yang dapat menghasilkan listrik.



Gambar 2. prinsip kerja PLTA

Adapun persamaan atas Daya yang dibangkitkan generator yang diputar oleh Turbin Air adalah:

$$P = k \cdot \eta \cdot H \cdot q \cdot [\text{kW}]$$

Dimana:

- P = daya [kW]
- H = tinggi air terjun (meter)
- q = debit air [m^3/detik]
- η = efisiensi turbin bersama generator
- k = konstanta

Turbin

Terdapat dua jenis turbin air (PLTA, PLTMH) yaitu:

1. turbin impulse
2. turbin reaksi.

Type Turbin ini dipengaruhi oleh "head" atau tinggi dari air terhadap turbin dan debit atau volume air di lokasi Pembangkit. Faktor lain yang mempengaruhi adalah efisiensi dan biaya.

Generator

Generator adalah suatu sistem yang menghasilkan tenaga listrik dengan masukan tenaga mekanik. Jadi disini generator berfungsi untuk mengubah tenaga mekanik menjadi tenaga listrik yang mempunyai prinsip kerja sebagai berikut:

“Bilamana rotor diputar maka belitan kawatnya akan memotong gaya-gaya magnet pada kutub magnet, sehingga terjadi perbedaan tegangan, dengan dasar inilah timbullah arus listrik, arus melalui kabel/kawat yang ke dua ujungnya dihubungkan dengan cincin geser. Pada cincin-cincin tersebut menggeser sikat-sikat, sebagai terminal penghubung keluar.”

Bagian-bagian generator:

Rotor

Rotor adalah bagian yang berputar yang mempunyai bagian terdiri dari poros, inti, kumparan, cincin geser, dan sikat-sikat.

Stator adalah bagian yang tak berputar (diam) yang mempunyai bagian terdiri dari rangka stator yang merupakan salah satu bagian utama dari generator yang terbuat dari besi tuang dan ini merupakan rumah dari semua bagian-bagian generator, kutub utama beserta belitannya, kutub-kutub pembantu beserta belitannya, bantalan-bantalan poros.

Macam Generator:

Berdasarkan tegangan yang dibangkitkan generator dibagi menjadi 2 yaitu :

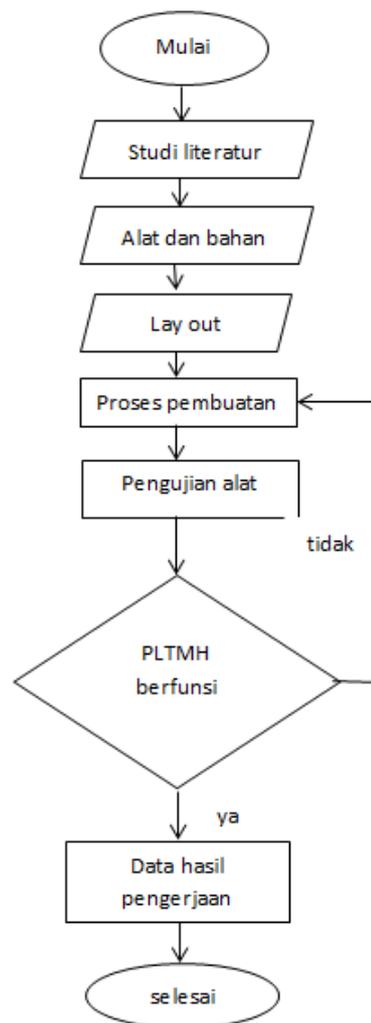
1. Generator Arus Bolak-Balik (AC) Generator arus bolak-balik yaitu generator dimana tegangan yang dihasilkan (tegangan output) berupa tegangan bolak-balik.
2. Generator Arus Searah (DC) Generator arus searah yaitu generator dimana tegangan yang dihasilkan (tegangan output) berupa tegangan searah, karena didalamnya terdapat sistem penyearahan yang dilakukan bisa berupa oleh komutator atau menggunakan dioda.

METODE

Tempat dan Waktu

Perancangan alat di lakukan di bengkel fakultas teknik listrik Universitas Batanghari Jambi, pada hari kamis 20 juni 2019 sampai 20 juli 2019.

Diagram Alur



Gambar 3. Diagram Alur

Studi Literatur

Mencari referensi miniatur Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH), bertujuan untuk mengetahui apa saja yang harus lakukan sebelum melakukan pekerjaan

Alat dan Bahan

Setelah mencari referensi, barulah menyiapkan alat apa saja yang di butuhkan, untuk mempermudah pekerjaan dan bahan apa saja yang dibutuhkan. Adapun alat yang di butuhkan adalah:

1. Tang
2. Gerinda
3. Mesin las
4. Alat ukur
5. Bor

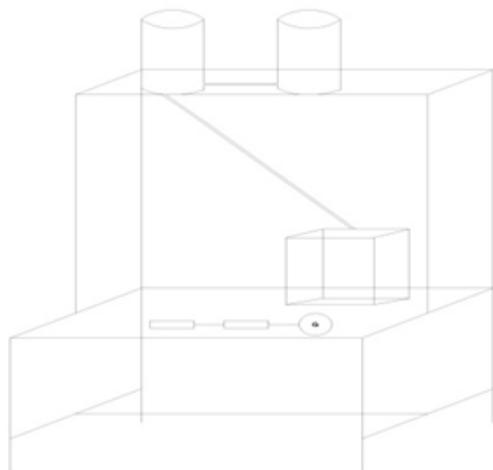
Adapun bahan yang di butuhkan adalah:

1. Generator
2. Besi siku
3. Plat
4. gear
5. Sendok nasi

6. Pipa 2 inc
7. Waduk
8. Triplek
9. Baut

Layout

Merencanakan apa saja yang akan dikerjakan agar proses pekerjaan menjadi mudah.



Gambar 4. Layout

Proses Pembuatan

Bagaimana proses pembuatan pembangkit listrik tenaga mikro hidro dengan perencanaan alat dan bahan yang telah disiapkan dari awal hingga selesai.

Pengujian Alat

Melakukan pengujian Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) yang telah dikerjakan, jika berhasil maka bisa diambil data hasil pengujian tersebut, tapi jika gagal maka, harus diperiksa kembali rancangan yang telah di pasang tersebut mulai dari awal hingga selesai.

PLTMH Berfungsi

Dapat diketahui apabila semua rangkaian telah benar dan bekerja dengan semestinya, apa bila terjadi kesalahan pada rangkaian alat tidak akan berfungsi, harus dilakukan pengecekan ulang.

Data Hasil Pengujian

Data hasil pengujian dapat diambil ketika alat bekerja dengan benar sesuai dengan apa yang dirancang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancang Bangun Miniatur Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro



Gambar 5. Miniatur PLTMH

Pada penelitian rancang bangun miniatur pembangkit listrik adapun tinggi keserluruhan meja adalah 210 cm dan lebar 80 cm, waduk yang di gunakan adalah 2 buah baskom 70 liter, pipa pesat yang digunakan adalah pipa ½ inci, turbin yang digunakan turbin pelton, dan transmisi yang digunakan adalah gear 1 berbanding 4 untuk mempercepat putaran generator.

Cara Pengoperasian

1. Pastikan waduk terisi penuh
2. Membuka keran air untuk memutar turbin
3. Dari putaran turbin di percepat dengan transmisi untuk menyalakan generator
4. generator yang mengubah energi gerak menjadi energi listrik
5. Keluaran dari generator menyimpan listrik di baterai
6. Keluaran listrik dari baterai di ubah tegangannya menggunakan inverter
7. Keluaran listrik dari inverter menyalakan lampu dan mesin air untuk mengisi waduk agar air didalam waduk selalu terisi

Hasil Pengujian

Debit Air

Debit air yang diperoleh dari hasil pengukuran miniatur Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro adalah 24,56 Liter/Menit atau 0,41 Liter/Detik

$$\text{Debit} = \frac{\text{Volume}}{\text{Waktu}} Q = \frac{V}{t}$$

Diketahui

$$V = 140 \text{ Liter}$$

$$T = 5,37 \text{ menit} = 337 \text{ Detik}$$

Jawab:

$$Q = \frac{140}{5,37} = 24,56 \text{ Liter/Menit} = \frac{140}{337} = 0,41 \text{ Liter/Menit}$$

Energi Potensial

Secara matematis, energy potensial dapat dirumuskan dengan perhitungan berikut:

$$EP = m.g.h$$

Keterangan:

EP : Energi potensial

m : Massa benda

g : Gravitasi bumi

h : Tinggi benda

Dimana:

$$EP = \dots J$$

$$M = 140 \text{ kg}$$

$$g = 9,807 \text{ m/s}^2$$

$$h = 1,3 \text{ m}$$

Jawab

$$140,807 \times 130 = 178.487,4 \text{ joule}$$



Gambar 6. Hasil Putaran Turbin

Potensi Tenaga Air

Adapun persamaan atas Daya yang dibangkitkan generator yang diputar oleh Turbin Air adalah:

$$P = k . \eta . H . q . [kW]$$

Keterangan:

P = daya [kW]

H = tinggi air terjun (meter)

q = debit air [m³/detik]

η = efisiensi turbin bersama generator

k = konstanta

Dimana:

$$P = \dots Kw$$

$$H = 1,3 \text{ Meter}$$

$$Q = 0,00116$$

$$h = 0,95$$

$$k = 9,8$$

Jawab:

$$9,8 \times 0,95 \times 1,3 \times 0,00116 = 0,0140 \text{ kW}$$

$$= 0,0140 \times 1000 = 14,03 \text{ watt}$$

Putaran Turbin

Putaran turbin yang di dapat adalah 100-105 rpm lalu di percepat menggunakan transmisi 1 berbanding 4.

$$100 \times 4 = 400\text{rpm}$$

$$105 \times 4 = 420\text{rpm}$$

Jadi rpm yang di dapatkan adalah 400-420 rpm

Generator DC

Pengujian yang di lakukan pada generator DC adalah pengujian berbeban dan pengujian tidak berbeban, hasil pengujian adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Pengujian Generator DC

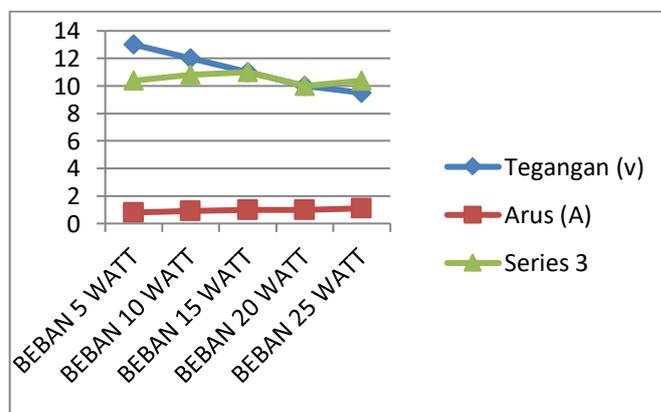
Debit air	RPM	Tanpa beban volt	Berbeban 25 watt ampere	9,5 volt
0,41	400	18	1,1	9,5

Pengujian Berbeban

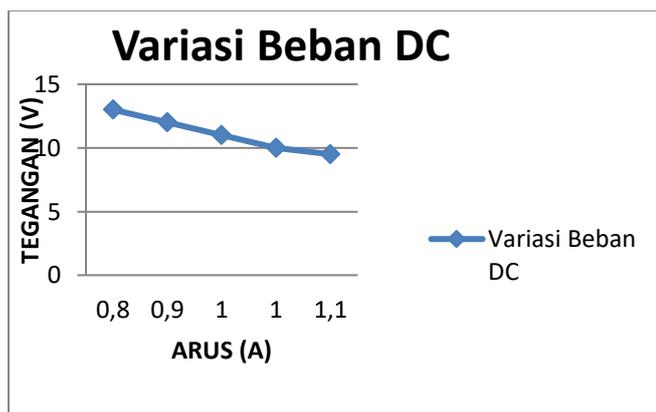
Pada pengujian berbeban menggunakan 2 buah lampu 5 watt,dan 1 buah lampu 15watt adapun hasil yang didapat pada pengujian minatur PLTMH dapat di lihat pada tabel di bawah:

Tabel 2. Pengujian Minatur PLTMH

No	Beban	DC	Tegangan	Arus Daya
1	5 Watt	13	0,8	10,4
2	10 Watt	12	0,9	10,8
3	15 Watt	11	1	11
4	20 Watt	10	1	10
5	25 Watt	9,5	1,1	10,4



Gambar 7. Grafik Beban DC



Gambar 8. Grafik variasi Beban DC

Batrai 12 VOLT

Pada pengujian ini batrai di gunakan sebagai beban, dimana tegangan keluran dari generator sebagai sumber listrik untuk mengecas batrai. Hasil dari keluran generator jika mengecas batrai 12 volt diukur dengan menggunakan volt ampere digital adalah 13,1 volt dan 0,9 ampere, hasil pengujian dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 9. Batrai Sebagai Beban

Inverter

Inverter digunakan untuk mengkonversikan sumber arus serah (DC) menjadi sumber arus bolak balik (AC) Hasil dari keluran batrai 12 Volt DC menjadi 220 Volt AC yang digunakan untuk mehidupkan pompa air dan 3 buah lampu AC 5 WATT

SIMPULAN

Dari percobaan rancang bangun miniature pembangkit listrik tenaga mikrohidro, dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Komponen komponen penting dari pembangkit listrik tenaga mikrohidro adalah waduk, pipa pesat, turbin, generator dimana komponen ini tidak bias lepas, saling berkaitan satu sama lain
2. Putaran tubin diperoleh dari percobaan adalah sebesar 400 rpm dengan debit air 0,0016 m³/s

3. Tegangan maksimum yang dihasilkan generator adalah sebesar 18 volt
4. Tegangan yang dihasilkan dari generator untuk mengecas batrai yang digunakan inverter sebesar 13,1 volt
5. Beban akan tetap nyala walaupun sumber energy utama yaitu generator berhenti beroperasi karna menggunakan energy kedua yaitu batrai

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jack, Fritz.1984, Small and Mini Hydropower System, McGraw-Hill, New York.
- [2] Ir. Djiteng Marsudi 2005 Pembangkitan Energi Listrik, Balai Penerbit Humas ISTN Bhumi Serengseng Indah.
- [3] Kevin muhamad, 2017/09/22. Journal PLTMH Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro, Surabaya
- [4] Haimerl, L.A.(1960). *The Cross Flow Turbine*. Jerman Barat
- [5] Ardinathananjaya, 2017/04/28, Generator AC and DC, Semarang