

Analisis Perhitungan Dan Pengukuran Sistem Suplay Ac/Dc Untuk Kontrol Beban Di Gardu Induk Pekalongan

Meriani¹, Anton Savalas², Mekar Ria Pangaribuan³
meriani67@yahoo.com

Abstract

This abstract was conducted because of the lack of attention and maintenance carried out on the AC / DC supply, which is actually very important at the substation. How to make an AC/ DC supply system at Pekalongan substation fast work with high reliability and what steps are taken to reduce the impact of disruption or damage to equipment at the Pekalongan substation especially AC/ DC supply for load control. The research objective was to 1) analyze the AC/ DCs supply system at the Pekalongan substation, 2) Know the intermediate error value the measurement results on the Supply AC/ DC system are measured by the calculated value. The method used in this analysis consists of several stages, namely: 1) planning, 2) start, 3) Action, 4) Observation, 5) Reflection, 6) documentation, and 6) Finish. The analysis of the AC/ DC supply system for load control at the Pekalongan substation was carried out in different periods of time, namely 3 consecutive months from February 2019 to April 2019 so that the error results obtained were completely accurate. The analysis carried out can be said to be successful and the value shown by the analyzed equipment this is the actual used value because the results of measurements and calculations carried out from February 2019 to April 2019 all have an error value below 1%.

Keywords: Supra AC/DC system, Pekalongan substation, measurement, calculation and Error value.

Pendahuluan

Suatu sistem instalasi listrik yang terdiri dari susunan dan rangkaian sejumlah perlengkapan yang dipasang menempati suatu lokasi tertentu untuk menerima dan menyalurkan tenaga listrik, menaikkan dan menurunkan tegangan sesuai dengan tingkat tegangan kerjanya, tempat melakukan kerja *switching* rangkaian suatu sistem tenaga listrik dan untuk menunjang keandalan sistem tenaga listrik terkait adalah merupakan suatu Gardu Induk (PT.PLN Persero, 2010).

Dalam pengoperasian Gardu Listrik menggunakan tenaga listrik. Ada dua macam sumber tenaga yang tidak dapat dipisahkan untuk kontrol pada Gardu Induk, yaitu sumber arus searah (DC) dan sumber arus bolak balik (AC). Kedua sumber ini digunakan untuk kontrol beban maupun kontrol peralatan. Sumber tenaga untuk kontrol ini selalu harus mempunyai keandalan dan stabilitas yang tinggi, karena persyaratan inilah di Gardu Induk khususnya Gardu Induk Pekalongan dipakai Trafo PS (Pemakaian Sendiri), Genset (Operasi saat *emergency*)

dan Baterai, dimana ketiga sumber tenaga tersebutlah yang digunakan sebagai sumber arus searah (DC) dan arus bolak balik (AC). Catu daya sumber DC digunakan untuk kebutuhan operasi Relay kontrol beban, Relay proteksi, Annunciator, alarm gangguan, dan *Scadatel* dengan menggunakan catu daya 48VDC dan 110VDC. Sedangkan sumber AC digunakan untuk *Rectifier*, penerangan ruangan Gardu Induk, penerangan *Switchyard*, pendingin ruangan proteksi dan ruangan kontrol, Komputer, Televisi, layar monitor *Thermovisi* Trafo, motor-motor (OLTC, Fan Trafo), dengan menggunakan Trafo PS atau Genset (saat *Emergency*).

Untuk Instalasi AC dibagi dalam beberapa kelompok yang dirancang sesuai dengan kebutuhan pemakaian beban. Dimana pengelompokan ini penting dilakukan, untuk menghindari terjadinya *over load* dan setiap busbar output dari pengelompokan tersebut harus dilengkapi dengan *fuse* atau LBS (*Load Break Switch*), yang bertujuan memutuskan suatu gangguan agar tidak meluas dari

^{1,2} Dosen Fak. Teknik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Raflesia Curup

³ Dosen Fak. Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Ratu Samban

Majalah Teknik Simes Vol.15 No.1 Januari 2021

peralatan yang terganggu ke peralatan yang tidak terganggu atau peralatan yang masih beroperasi dalam keadaan normal jika terjadi suatu gangguan atau hal-hal yang tidak diinginkan.

Sesuai dengan hukum dunia kelistrikan yang telah kita ketahui, bahwa hasil ukur harus sama dengan hasil perhitungan atau minimal memiliki nilai yang mendekati dan itupun harus dalam batas yang telah ditentukan yakni dibawah 1%, yang menjadi permasalahan adalah: bagaimana mengetahui dan memahami manfaat sistem suplay AC/DC di Gardu Induk pekalongan, serta bagaimana mengetahui nilai error hasil pengukuran dengan perhitungan pada sistem suplay AC/DC di Gardu Induk Pekalongan.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah: 1) Mengetahui dan memahami manfaat sistem suplay AC/DC pada Gardu Induk Pekalongan, 2) Mengetahui nilai error antara hasil pengukuran dengan hasil perhitungan pada sistem suplay AC/DC di Gardu Induk Pekalongan, dan 3) Mengurangi dampak gangguan atau kerusakan peralatan yang terjadi di Gardu Induk Pekalongan terutama pada sistem suplay AC/DC.

KajianPustaka

Pengertian Sistem DC

Arus searah (DC) adalah arus yang mengalir dalam arah yang tetap (konstan) dimana masing-masing terminal selalu tetap polaritasnya. Dalam operasi di Gardu Induk dalam hal ini tentunya Gardu Induk Pekalongan, Sistem DC juga dapat dikatakan jantung dari Gardu Induk. Dalam kondisi ini sistem DC diharapkan dapat beroperasi secara maksimal terus-menerus tanpa berhenti. Mengingat begitu pentingnya sistem DC pada Gardu Induk maka analisa yang berkesinambungan pada sistem ini juga merupakan salah satu kegiatan yang sangat penting agar sistem ini selalu beropesi dengan baik, dengan peralatan yang benar dan tepat (PT.PLN Persero, 2010).

Sistem DC merupakan alat bantu utama yang sangat diperlukan sebagai suplay arus searah (*direct current*) yang

digunakan untuk peralatan kontrol maupun proteksi dan peralatan lainnya yang menggunakan arus DC, baik dalam keadaan normal maupun dalam keadaan abnormal(Aslimei; Teknik Tenaga Listrik). Bahkan pada beberapa unit pembangkit kecil, khususnya Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) maupun Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) dengan kapasitas daya terpasang kecil, sumber DC Power digunakan sebagai start-up unit (Rudi, 2015). Dalam instalasi sumber tegangan/arus searah (DC) meliputi panel-panel kontrol, instalasi/pengawatan listrik, meter-meter, indikator dan perlengkapan lainnya seperti: charger, baterai dan inverter.

Sumber Instalasi DC Power dipasok oleh *rectifier* atau charger baik dari sumber 3 phase maupun 1 phase yang dihubungkan dengan baterai dengan kapasitas tertentu sesuai kebutuhan dan tingkat kepentingannya. Kapasitas baterai biasanya disesuaikan dengan kebutuhan yang ada pada Gardu Induk itu sendiri baik sebagai *back up* ataupun *start up power* (Ainul Rochman, 2010).

Instalasi Sistem DC.

Instalasi sistem DC suatu Gardu Induk khususnya Gardu Induk Pekalongan berfungsi menyalurkan suplay DC yang dipasok oleh *rectifier* atau *charger* tiga phase maupun 1 phase yang dihubungkan dengan satu atau dua set baterai.

Terdapat 2 (dua) jenis instalasi atau suplay DC yang di gunakan di Gardu Induk Pekalongan , diantaranya meliputi :

- a. Instalasi Sistem DC 110 VDC:
Instalasi Sistem DC 110 VDC digunakan untuk menyalurkan suplay DC 110 VDC yang dipasok dari Rectifier atau Charger serta dihubungkan dengan baterai untuk mengoperasikan peralatan pada instalasi Gardu Induk Pekalongan seperti: a) Motor (PMT dan PMS), b) Relay proteksi dan meter-meter digital, c) Sinyal, alarm dan indikasi dan d) Tripping dan closing coil
- b. Instalasi Sistem DC 48 VDC
Instalasi sistem DC 48 VDC ini digunakan untuk menyalurkan suplay 48 VDC yang dipasok dari rectifier

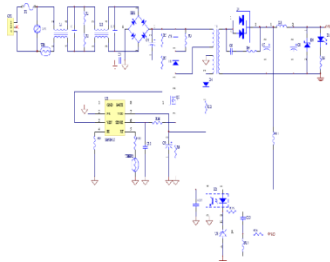
^{1,2} Dosen Fak. Teknik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Raflesia Curup

³ Dosen Fak. Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Ratu Samban

atau charger serta dihubungkan dengan baterai untuk mengoperasikan peralatan pada instalasi Gardu Induk Pekalongan seperti: a) Scada, b) Teleproteksi Unit, c) Komunikasi (PLC) Unit, dan d) Alarm, sinyal dan indikasi

Rectifier

Rectifier merupakan suatu rangkaian alat listrik untuk mengubah arus listrik bolak-balik/AC (*Alternating Current*) menjadi arus searah/DC (*Direct Current*) yang berfungsi untuk memberikan tegangan DC. Di dalam rectifier terdapat sebuah batere, yang berfungsi untuk menyimpan tegangan DC. Untuk itu rectifier harus disesuaikan kapasitasnya dengan kapasitas batere yang terpasang, namun rata-rata kapasitas rectifier pada Gardu Induk yakni 1 KW. Sumber AC baik 1 fasa maupun 3 fasa masuk melalui terminal input rectifier itu ke trafo step-down dan tegangan 220V / 380V menjadi tegangan DC 48V dengan sedikit *ripple*. Sehingga untuk memperbaiki *ripple* / gelombang DC yang terjadi diperlukan suatu rangkaian penyanging (*filter*) yang dipasang sebelum ke terminal output.



Gambar 1. Skema Rangkaian Rectifier
Sumber : PT.PLN (Persero), 2010.

Bagian-bagian Rectifier

a. Trafo Utama

Trafo utama yang terpasang di rectifier merupakan trafo step-down (penurun tegangan) dan tegangan AC 220V / 380V menjadi tegangan DC 48V, untuk batere tersebut tergar



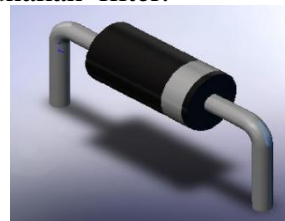
terpasang di gardu induk atau gardu hubung yaitu paling tidak kapasitas arus output trafo harus lebih besar 20 % dan arus pengisian batere.



Gambar 2. Trafo Utama

b. Penyearah Dioda

Dioda digunakan sebagai penyearah arus yang keluar dan trafo. Hal ini dikarenakan beban yang akan dicatu menggunakan tegangan arus searah hasil dan penyearahan dioda serta menghilangkan *ripple* menggunakan filter.



Gambar 3. Dioda

c. Auto Voltage Regulator (AVR)

Auto Voltage Regulator yang terpasang pada rectifier merupakan suatu rangkaian yang terdiri dan komponen elektronik yang berfungsi untuk memberikan trigger positif pada gate *thyristor* sehingga pengaturan arus maupun tegangan output suatu rectifier bisa dilakukan sedemikian rupa sehingga pengendalian arus pengisian ke batere bisa disesuaikan dengan arus kapasitas batere yang terpasang.

Gambar 4. Auto Voltage Regulator

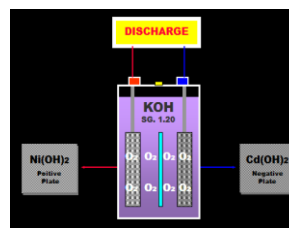
Baterai

Baterai atau akumulator adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversible* (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia reversible adalah didalam baterai dapat berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia (proses pengisian), pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan didalam sel. Tiap sel baterai terdiri dari dua macam elektroda yang berlainan yaitu elektroda positif dan elektroda negative yang dicelupkan dalam suatu larutan kimia (Rudi, 2015).

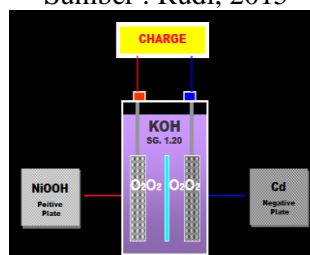
Menurut pemakaian baterai dapat digolongkan kedalam 2 jenis yaitu: *Stationary* (tetap) dan *Portable* (dapat dipindah-pindah).

Prinsip Kerja Baterai

- Proses discharge pada sel berlangsung bila sel dihubungkan dengan beban maka, elektron mengalir dari anoda melalui beban kekatoda, kemudian ion-ion negative mengalir ke anoda dan ion-ion positif mengalir ke katoda.
- Pada proses pengisian sel dihubungkan dengan power supply maka, elektroda positif menjadi anoda dan elektroda negative menjadi katoda dan proses kimia yang terjadi adalah sebagai berikut: 1) Aliran elektron menjadi terbalik, mengalir dari anoda melalui powersupply ke katoda, 2) Ion-ion negative mengalir dari katoda ke anoda, dan 3) Ion-ion positif mengalir dari anoda ke katoda.



Gambar 5. Reaksi Elektrokimia Pada Sel Baterai (Discharge).
Sumber : Rudi, 2015



Gambar 6. Reaksi Elektrokimia Pada Sel Baterai (Charge). Sumber : Rudi, 2015

Pengertian Sistem AC

Instalasi AC pada Gardu Induk Pekalongan dapat dipasang dari transformator pemakaian sendiri (PS) 20 kV, genset, tegangan rendah 380 VAC (tegangan rendah dari jaringan distribusi). Pada setiap GI atau GITET minimal harus mempunyai 2 sistem AC yang siap menyuplai tegangan AC, seperti contoh di bawah ini: a) Transformator PS 20 KV, dan b) Generator pada GI.

Perlu diketahui pada Gardu Induk Pekalongan sumber AC selain dipasang dari Trafo pemakaian sendiri (PS) dan tegangan rendah 380 VAC, dilengkapi juga dengan Generator Set (Genset) yang diperlukan untuk keadaan darurat atau pada saat Trafo pemakaian sendiri (PS) mengalami gangguan atau sedang dipelihara (Abdul Kadir, 2013).

Trafo Pemakaian Sendiri

Trafo Pemakaian Sendiri di Gardu Induk berfungsi untuk memenuhi kebutuhan Tenaga Listrik peralatan bantu, pada umumnya dibutuhkan untuk memasok daya listrik ke peralatan di Gardu Induk antara lain: a) Pengisi Baterai (*Charger*), b) Motor Kipas Pendingin, c) Motor Sirkulasi minyak, d) Motor Mekanik PMS, e) Penerangan Gedung, dan f) Pemanas (Heater).

Kapasitas dari trafo pemakaian sendiri ditentukan dengan memperhatikan

^{1,2} Dosen Fak. Teknik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Raflesia Curup

³ Dosen Fak. Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Ratu Samban

faktor diversitas (*diversity*), yaitu perbandingan antara jumlah kebutuhan (*demand*) maksimum setiap bagian sistem dan kebutuhan maksimum seluruh sistem. Dalam hal ini beban gardu dibagi menjadi beban kontinu dan beban terputus-putus.

Biasanya tenaga listrik diambilkan dari sisi sekunder atau tersier dari trafo utama atau pada Gardu Induk yang tidak mempunyai trafo untuk distribusi kadang-kadang diambilkan dari sisi sekunder dari trafo pentanahan netral (*Earthing Transformer*).

Rangkaian Pemakaian Sendiri

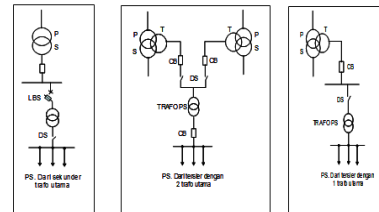
Kapasitas dari trafo pemakaian sendiri ditentukan dengan memperhatikan faktor diversitas (*diversity*), yaitu perbandingan antara jumlah kebutuhan (*demand*) maksimum setiap bagian sistem dan kebutuhan maksimum seluruh sistem. Dalam hal ini beban gardu dibagi menjadi beban kontinu dan beban terputus-putus. Biasanya tenaga listrik diambilkan dari sisi sekunder atau tersier dari trafo utama atau pada Gardu Induk yang tidak mempunyai trafo untuk distribusi kadang-kadang diambilkan dari sisi sekunder dari trafo pentanahan netral (*Earthing Transformer*).

Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam susunan rangkaian pemakaian sendiri adalah sebagai berikut:

- Bila tenaga untuk pemakaian sendiri diambil dari sisi tersier dari trafo utama dalam GI yang hanya mempunyai satu trafo utama, harus diusahakan agar dapat diterima tenaga dari jaring-jaring distribusi dari sistem lain (sumber lain).
- Trafo pemakaian sendiri harus terdiri dari 3 unit satu-fasa, sehingga dalam keadaan gangguan pada sebuah trafo, kedua trafo lainnya dapat bekerja terus dengan hubungan – V delta terbuka.
- Jika dipakai unit 3 – fasa untuk trafo pemakaian sendiri, harus dipakai lebih dari 2 buah trafo dan kapasitasnya harus cukup besar untuk dapat menyediakan tenaga

dengan normal sekalipun ada gangguan pada sebuah transformator.

- Bila pengasut (*starting transformer*) untuk kondensator sinkron dihubungkan pada sisi sekunder dari trafo utama, perlu diatur agar trafo pengasut itu dapat dipakai sebagai cadangan untuk trafo pemakaian sendiri.



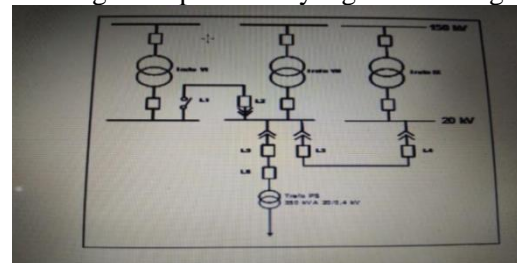
Gambar 7. Contoh Rangkaian Transformator Pemakaian Sendiri.

Sumber : Abdul Kadir, 2013.

Jika tenaga untuk pemakaian sendiri diambil dari sisi tersier dari trafo utama, maka sisi primer dari trafo pemakaian sendiri biasanya hanya dilengkapi dengan pemisah, dan pemutus beban pada sisi tersier dari trafo utama dapat dipakai untuk trafo pemakaian sendiri. Jika tenaga untuk pemakaian sendiri diambil dari sisi sekunder dari trafo utama, maka untuk ini perlu dipakai pemutus beban atau pengaman lumer (*power fuse*).

Untuk trafo pemakaian sendiri yang menurunkan tegangan dari tegangan tinggi ke tegangan motor, dipakai pengaman lumer atau pemutus tanpa pengaman lumer (*no-fuse breaker*) pada sisi primer dan sisi sekunder.

Dalam menentukan letak trafo pemakaian sendiri harus diperhatikan juga kemungkinan perluasan yang akan datang.



Gambar 8. Contoh Diagram Satu Garis Trafo PS (Sumber : Abdul Kadir, 2013).

Generator

^{1,2} Dosen Fak. Teknik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Raflesia Curup

³ Dosen Fak. Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Ratu Samban

Genset merupakan bagian dari AC suplai yang sangat penting sebagai salah satu sumber tenaga bagi instalasi di dalam sistem kelistrikan Gardu Induk, baik untuk sistem kontrol maupun sistem-sistem penggerak peralatan Gardu Induk. Genset diperlukan sekali untuk keadaan darurat, apabila penyediaan listrik utama terganggu. Misalnya suplai dari Trafo PS (pemakaian sendiri) mengalami kerusakan, pemeliharaan, maupun kondisi sistem *Black-Out*, sehingga Generator set dapat menggantikan penyediaan daya listrik untuk keperluan seperti mensuplai *baterai charger*, penerangan untuk ruangan operator, penggerak kipas pendingin transformer, penggerak motor kompresor PMT dan sebagainya (Rudi, 2015).

A. Prinsip Kerja Generator

Prinsip kerja dari Genset adalah gabungan antara mesin penggerak dan Generator pembangkit listrik. Penggerak mula menggunakan prinsip motor bakar untuk merubah energi kimia dalam bahan bakar menjadi energi mekanis. Penggerak mula berupa motor torak dengan siklus 4 langkah pada umumnya menggunakan bahan bakar minyak diesel (solar).

Prinsip kerja dari Generator adalah mesin listrik yang mengkonversi energi mekanis menjadi energi listrik. Prinsip dasar generator adalah menggunakan hukum *Faraday* yaitu: $e = d\Phi / dt$. Secara kuantitatif induksi tegangan oleh medan magnet berubah waktu. Generator terdiri dari lilitan Stator dan lilitan rotor. Lilitan rotor dialiri arus searah melalui sikat arang pada cincin slip. Lilitan stator terdiri dari beberapa buah lilitan (N).



Gambar 9. Genset Gardu Induk.
Sumber : PT. PLN (Persero) , 2010.

Metode Penelitian

Desain yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Cross-Sectional*. Populasi dalam penelitian ini adalah sistem suplai AC/DC yang ada di Gardu Induk Pekalongan, sedangkan sampel dalam penelitian ini adalah subjek yang diambil dari populasi yang memenuhi kriteria penelitian dengan metode simple random sampling. Sampel dalam penelitian ini adalah Suplai 110 VDC (Model 1), 48 VDC (Model 2) serta 220 VAC (Model 3) dan 380 VAC (Model 4).

Teknik Pengumpulan Data yang dilakukan adalah melalui: Metode studi pustaka, Metode observasi: melihat sistem suplai AC/DC untuk kontrol beban di Gardu Induk Pekalongan, Dokumentasi, dan Evaluasi



Gambar 10. Alat ukur multimeter yang digunakan saat pengukuran

Teknik Analisa Data

Data yang disurvei atau di analisa dari Gardu Induk Pekalongan ini dianalisis secara teoritis menggunakan rumus-rumus sebagai berikut: Untuk menghitung nilai hambatan, tegangan, arus serta daya pada tabel perhitungan digunakan rumus :

$$\begin{aligned} R &= V/I \\ I &= V/R \\ V &= I \cdot R \\ P &= V \cdot I \end{aligned}$$

Keterangan: R (Hambatan (Ω)), I (Arus (A)), V (Tegangan (V)), dan P (Daya (W)).

Untuk menghitung selisih error antara hasil pengukuran dengan hasil perhitungan digunakan rumus sebagai berikut :

$$\% = \frac{\text{nilai perkiraan} - \text{nilai eksak}}{\text{nilai perkiraan}} \times 100\%$$

Keterangan :

% = Nilai Error,

Nilai perkiraan= Nilai pengukuran

Nilai eksak = Nilai Nameplate

^{1,2} Dosen Fak. Teknik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Raflesia Curup

³ Dosen Fak. Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Ratu Samban

Hasil Dan Pembahasan

Hasil Analisis Data

1. Bulan Februari

Tabel 1. Hasil pengukuran bulan Februari 2019

No	Merek Peralatan	V Ukur (AC/D C)	I (A)	P (Watt)
1	Model 1	111,8 VDC	43,7	4,893
2	Model 2	54,2 VDC	17,1	930,4
3	Model 3	219,6 VAC	3,7	821,5
4	Model 4	384,5 VAC	9,9	3.817,3

Nilai error antara hasil pengukuran dan nilai pada nameplate Suplai DC

a. Model 1

Hasil perhitungan

- 1) Dik: $I = 43,7 \text{ A}$
 $V = 111,8 \text{ V}$
 Ditanya :R.....?
 Jawab :
 $R = V/I$
 $R = 111,8 : 43,7$
 $= 2,56 \Omega$
- 2) Dik: $I = 43,7 \text{ A}$
 $R = 2,56 \Omega$
 Ditanya :V.....?
 Jawab :
 $V = I \cdot R$
 $V = 43,7 \times 2,56$
 $= 111,8 \text{ V}$
- 3) Dik : $R = 2,56 \Omega$
 $V = 111,8 \text{ V}$
 Ditanya :I.....?
 Jawab :
 $I = V/R$
 $I = 111,8 : 2,56$
 $= 43,7 \text{ A}$
- 4) Dik : $I = 43,7 \text{ A}$
 $V = 111,8 \text{ V}$
 Ditanya :P.....?
 Jawab :
 $P = V \cdot I$
 $P = 111,8 \times 43,7$
 $= 4,885 \text{ W}$

Nilai Error

Diketahui:

Hasil pengukuran = 111,8 VDC

Nilai eksak = 110 VDC

Ditanya = Error...?

Jawab:

$$V \% = \frac{111,8 - 110}{111,8} \times 100\%$$

$$= 0,9 \%$$

Diketahui:

Hasil pengukuran = 43,7 A

Nilai Eksak = 60 A

Ditanya = Error ?

Jawab:

$$I \% = \frac{43,7 - 60}{43,7} \times 100\%$$

$$= 1,37\%$$

Diketahui:

Hasil pengukuran = 4,893 W

Hasil Eksak = 10000 W

Ditanya = Error ?

Jawab =

$$P \% = \frac{4,893 - 1000}{4,893} \times 100\%$$

$$= 203\%$$

b. Model 2

Hasil perhitungan

- 1) Diketahui : $I = 17,1 \text{ A}$
 $V = 54,2 \text{ V}$
 Ditanya: R.....?
 Jawab:
 $R = V/I$
 $R = 17,1 : 54,2$
 $= 3,17 \Omega$
- 2) Diketahui : $I = 17,1 \text{ A}$
 $R = 3,17 \Omega$
 Ditanya:V.....?
 Jawab:
 $V = I \cdot R$
 $V = 17,1 \times 3,17$
 $= 54,2 \text{ V}$
- 3) Diketahui : $R = 3,17 \Omega$
 $V = 54,2 \text{ V}$
 Ditanya :I.....?
 Jawab :
 $I = V/R$
 $I = 54,2 : 3,17$
 $= 17,0 \text{ A}$
- 4) Diketahui : $I = 17,1 \text{ A}$
 $V = 54,2 \text{ V}$
 Ditanya :P.....?
 Jawab :
 $P = V \cdot I$
 $P = 54,2 \times 17,1$
 $= 926,8 \text{ W}$

Nilai Error

Diketahui :

Hasil pengukuran = 54,2 VDC

Hasil Eksak = 48 VDC

Ditanya:

Error.... ?

Jawab:

$$V \% = \frac{54,2 - 48}{54,2} \times 100\%$$

$$= 0,11\% \text{ VDC}$$

Diketahui:

Hasil pengukuran = 17,1 A

Hasil Eksak= 60 A

Ditanya:Error.... ?

Jawab:

$$I \% = \frac{17,1 - 60}{17,1} \times 100\%$$

$$= 2,5\% \text{ A}$$

^{1,2} Dosen Fak. Teknik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Raflesia Curup

³ Dosen Fak. Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Ratu Samban

Diketahui :
 Hasil pengukuran = 30,4 W
 Hasil perhitungan = 1000 W
 Ditanya:Error.... ?
 Jawab:

$$P \% = \frac{930,4 - 1000}{930,4} \times 100\% = 0,07\% \text{ W}$$

2) Nilai error antara hasil pengukuran dan nilai pada nameplate Suplai AC

c. Model 3

Hasil Perhitungan

1) Diketahui : I= 3,7 A V= 219,6 V Ditanya:R.....? Jawab: R= V/I R= 219,6 : 3,7 = 59,35 Ω	2) Diketahui : I= 3,7 A R= 59,35 Ω Ditanya:V.....? Jawab: V= I . R V= 3,7 x 59,35 = 219,5 V
--	--

3) Diketahui : R= 59,35 Ω V= 219,6 V Ditanya:I.....? Jawab: I= V/R I=219,6 : 59,35 = 3,7 A	4) Diketahui : I= 3,7 A V= 219,6 V Ditanya:P.....? Jawab: P= V . I P=219,6 x 3,7 = 812,5 W
---	---

Nilai Error

Diketahui :
 Hasil pengukuran = 219,6 VDC
 Hasil perhitungan = 219,5 VDC
 Ditanya:Error.... ?
 Jawab:

$$V \% = \frac{219,6 - 219,5}{219,6} \times 100\% = 0,0005\% \text{ VDC}$$

Diketahui :
 Hasil pengukuran = 3,7 A
 Hasil perhitungan = 3,7 A
 Ditanya:Error.... ?
 Jawab:
 $I \% = \frac{3,7-3,7}{3,7} \times 100\% = 0\% \text{ A}$

Diketahui:
 Hasil pengukuran = 3,7 A

Hasil perhitungan = 3,7 A
 Ditanya :Error.... ?
 Jawab :
 $I \% = \frac{3,7-3,7}{3,7} \times 100\% = 0\% \text{ A}$

d. Model 4

Hasil perhitungan

1) Diketahui : I= 9,9 A V= 384,5 V Ditanya:R.....? Jawab: R= V/I R= 384,5 : 9,9 = 38,83 Ω	2) Diketahui : I= 9,9 A R= 38,83 Ω Ditanya:V.....? Jawab: V= I . R V= 9,9 x 38,83 = 384,4 V
--	--

3) Diketahui : R= 38,83 Ω V= 384,5 V Ditanya:I.....? Jawab: I= V/R I=384,5 : 38,83 = 9,9 A	4) Diketahui : I= 9,9 A V= 384,5 V Ditanya:P.....? Jawab: P= V . I P= 384,5 x 9,9 = 3.806,5 W
---	--

Nilai Error

Diketahui :
 Hasil pengukuran = 384,5 VDC
 Hasil perhitungan = 384,4 VDC
 Ditanya:
 Error.... ?
 Jawab : $V \% = \frac{384,5-384,4}{384,5} \times 100\% = 0,0003\%$

Diketahui :
 Hasil pengukuran = 3.817,3 VDC
 Hasil perhitungan = 3.806,5 VDC
 Ditanya:Error.... ?
 Jawab: $P \% = \frac{3.817,3- 3.806,5}{3.817,3} \times 100\% = 0,003\%$

Diketahui :
 Hasil pengukuran = 9,9 VDC
 Hasil perhitungan = 9,9 VDC
 Ditanya :Error.... ?
 Jawab : $I \% = \frac{9,9-9,9}{9,9} \times 100\% = 0\%$

^{1,2} Dosen Fak. Teknik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Raflesia Curup

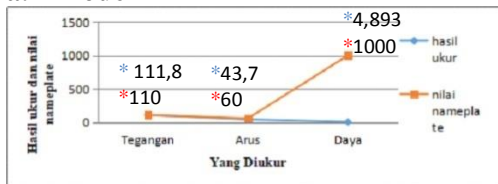
³ Dosen Fak. Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Ratu Samban

Tabel 2. Hasil perhitungan dan nilai error bulan Februari 2019

No	Merek Peralatan	V Eksak (AC/DC)	Error	I (A)	Error	P (Watt)	Error	R (Ω)
1.	Model 1	111,8 VDC	0,9%	43,7	1,37%	4,893	203%	2,56
2.	Model 2	54,2 VDC	0,11%	17,1	2,5%	930,4	0,07%	3,17
3.	Model 3	219,5 VAC	0,0005%	3,7	0%	812,5	0,01%	59,35
4.	Model 4	384,4 VAC	0,0003%	9,9	0%	3.806,5	0,003	38,83

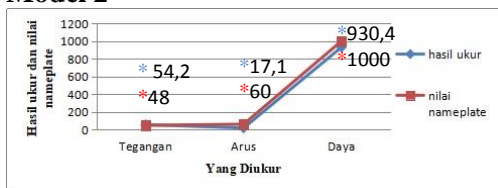
3) Grafik Nilai antara Hasil Ukur dan Nameplate

a. Model 1



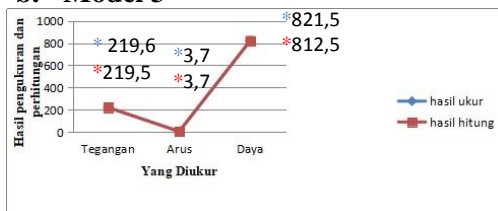
Gambar 11. Grafik hasil ukur dan nameplate untuk merek Model 1

Model 2



Gambar 12. Grafik hasil ukur dan nameplate untuk merek Model 2

b. Model 3



Grafik 13. Grafik hasil ukur dan nameplate untuk merek Model 3

c. Model 4



Gambar 14. Grafik Hasil ukur dan Nameplate untuk merek Model 4

1. Bulan Maret

Tabel 3. Hasil pengukuran bulan Maret 2019

No	Merek Peralatan	V Ukur (AC/DC)	I (A)	P (Watt)
1	Model 1	114,3 VDC	40,2	4,601
2	Model 2	52,6 VDC	18,2	962,6
3	Model 3	221,8 VAC	3,8	861,2
4	Model 4	387,3 VAC	9,6	3.784,6

Tabel 4. Hasil perhitungan dan Nilai Error bulan Maret 2019

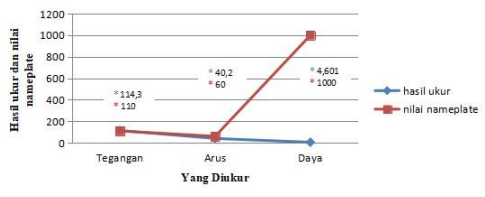
No	Merek Peralatan	V Hitung (AC/DC)	Error	I (A)	Error	P (Watt)	Error	R (Ω)
1	Model 1	114,2 VDC	0,037%	40,2	0,49%	4,594	216%	2,843
2	Model 2	52,5 VDC	0,08%	18,2	2,29%	957,3	0,04%	2,89
3	Model 3	221,8 VAC	0%	3,79	0,03%	852,84	0,0097%	58,37
4	Model 4	387,2 VAC	0,026%	9,6	0%	3.758,1	0,007%	40,34

^{1,2} Dosen Fak. Teknik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Raflesia Curup

³ Dosen Fak. Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Ratu Samban

3) Grafik Nilai antara Hasil Ukur dan Nameplate

a. Model 1



Gambar 15. Grafik Hasil ukur dan Nameplate untuk merek Model 1

b. Model 2



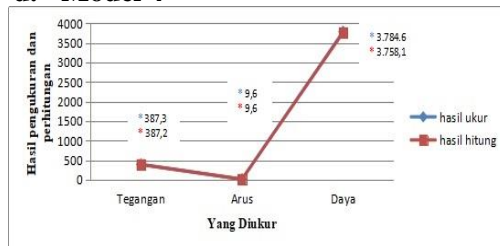
Gambar 16. Grafik Hasil ukur dan Nameplate untuk merek Model 2

c. Model 3



Gambar 17. Grafik Hasil ukur dan Nameplate untuk merek Model 3

d. Model 4



Gambar 18. Grafik hasil ukur dan Nameplate untuk merek Model 4

2. Bulan April 2019

Tabel 5. Hasil pengukuran bulan April 2019

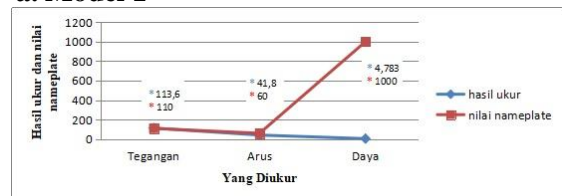
No	Merek Peralatan	V Ukur (AC/DC)	I (A)	P (Watt)
1.	Model 1	113,6 VDC	41,8	4,783
2.	Model 2	53,1 VDC	17,7	940,6
3.	Model 3	222,2 VAC	3,5	781,8
4.	Model 4	390,8 VAC	9,1	3.565,0

Tabel 6. Hasil perhitungan dan Nilai Error bulan April 2019

No	Merek Peralatan	V Hitung (AC/DC)	Err or	I (A)	Err or	P (Watt)	Err or	R (Ω)
1	Model 1	113,5 VDC	0,03%	41,8	0,43%	4,748	208%	2,717
2	Model 2	53,1 VDC	0,09%	17,7	2,3%	939,87	0,06%	3,0
3	Model 3	222,1 VAC	0,0045%	3,5	0%	777,7	0,05%	63,48
4	Model 4	390,7 VAC	0,0025%	9,1	0%	3.556,3	0,024%	42,94

3) Grafik Nilai antara Hasil Ukur dan Nameplate

a. Model 1

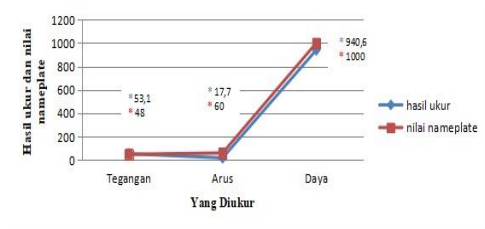


Gambar 19. Grafik hasil ukur dan Nameplate untuk merek Model 1

b. Model 2

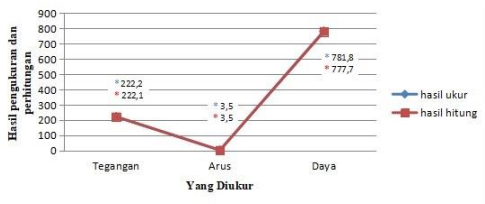
^{1,2} Dosen Fak. Teknik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Raflesia Curup

³ Dosen Fak. Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Ratu Samban



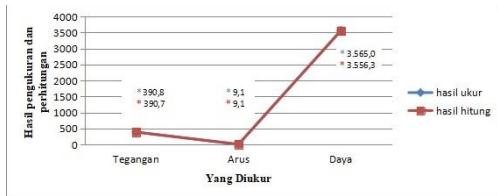
Gambar 20. Grafik hasil ukur dan Nameplate untuk merek Model 2

c. Model 3



Gambar 21. Grafik hasil ukur dan Nameplate untuk merek Model 3

d. Model 4



Gambar 22. Grafik Hasil ukur dan Nameplate untuk merek Model 4

Pembahasan

Setelah dilakukan pengukuran dan menganalisisnya didapatkan bahwa hampir semua hasil antara pengukuran dan perhitungan di atas menunjukkan nilai error yang sangat kecil yang menandakan bahwa pengukuran dan perhitungan yang dilakukan cukup berhasil, artinya analisa sitem suplai AC/DC untuk kontrol beban di Gardu Induk Pekalongan ini mendapatkan hasil yang baik karena memiliki nilai error antara hasil pengukuran dan hasil perhitungan dibawah 1%.

Selain itu terlihat bahwa hasil pengukuran dan perhitungan itu memiliki perbedaan nilai yang baik dan berbeda pada setiap bulannya yakni bulan Februari, Maret, dan April, meliputi nilai Tegangan, Arus maupun nilai Daya. Hal tersebut disebabkan faktor pertama karena adanya perbedaan beban pemakaian suplai

AC maupun suplai DC pada Gardu Induk Pekalongan saat melakukan pengukuran, terlebih pengukuran tersebut dilakukan pada saat beban puncak dimana kondisi operasi peralatan akan sangat cepat berubah-ubah sesuai dengan kondisi beban pemakaian pada saat itu.

Perbedaan nilai bisa juga disebabkan faktor kedua, setelah dilakukan analisa selain adanya kemungkinan error pada saat pengukuran ternyata semua hasil pengukuran yang didapatkan tersebut juga saling berhubungan antara satu dengan yang lainnya terutama dalam hal ini adalah Tegangan, arus dan Daya, dimana hasil analisa didapatkan semakin besar tegangan yang diukur maka arus dan daya hasil ukurpun akan semakin kecil begitupun sebaliknya, dimana semakin besar arus dan daya hasil ukur maka tegangan hasil ukurnya pun akan semakin kecil. Kedua faktor itulah yang menjadi penyebab adanya perbedaan nilai pada hasil ukur yang dilakukan dari bulan Februari s/d April 2019.

Besarnya Tegangan, Arus, serta Daya yang terbaca dalam hasil ukur pada sitem suplay AC/DC di Gardu Induk Pekalongan juga dipengaruhi besarnya resistansi yang ada pada sistem suplai AC/DC tersebut apalagi saat beban puncak, keadaan tersebutlah yang mendorong perlunya dilakukan pemeriksaan peralataan yang bersangkutan secara kontinuitas baik itu menggunakan panca indra, menggunakan alat ukur, ataupun melakukan pemeliharaan dalam keadaan tidak bertegangan dengan tujuan agar peralatan-peralatan tersebut dapat terus bekerja dengan efisiensi yang tinggi serta dalam kemampuan yang telah ditentukan.

Karena seperti yang diketahui bahwa sistem suplai AC/DC pada Gardu Induk adalah satu kesatuan yang memiliki peranan sangat penting atau bisa disebut juga sebagai jantungnya Gardu Induk terutama dalam hal ini adalah Gardu Induk Pekalongan apabila salah satu suplai AC/DC sedikit saja ada yang terganggu maka akan sangat besar pengaruhnya terhadap kelancaran operasi

^{1,2} Dosen Fak. Teknik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Raflesia Curup

³ Dosen Fak. Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Ratu Samban

Gardu Induk salah satu efeknya bahkan bisa menyebabkan gangguan pada pengantar maupun Trafo dan yang lebih para lagi bahkan bisa menyebabkan terjadinya *Black Out*.

Kesimpulan

1. Hasil analisa adalah nilai baik dengan nilai error yang sangat kecil, dimana pada **bulan Februari 2019** untuk merek Model 1: nilai error Tegangannya yakni 0,9%, Arus 1,37%, Daya 203% merek Model 2 nilai error Tegangannya 0,11%, Arus 2,5%, Daya 0,07% merek Model 3 nilai error Tegangannya 0,0005%, Arus 0%, Daya 0,01% merek Model 4 nilai error Tegangannya 0,0003 %, Arus 0%, Daya 0,003% dan pada bulan **Maret 2019** untuk merek Model 1 nilai error Tegangannya yakni 0,037%, Arus 2,29%, Daya 216% merek Model 2 nilai error tegangannya 0,08%, Arus 2,29%, Daya 0,04% merek Model 3 nilai error Tegangannya 0%, Arus 0,003%, Daya 0,0097% merek Model 4 nilai error Tegangannya 0,0026%, Arus 0%, Daya 0,007% serta pada bulan April 2019 untuk Model 1 nilai error Tegangannya yakni 0,03%, Arus 2,3%, Daya 208% merek Modle 2 nilai error Tegangannya 0,09%, Arus 2,3%, Daya 0,06% merek Model 3 nilai error Tegangannya 0,00045%, Arus 0%, Daya 0,005% merek Modle 4 nilai

error Tegangannya 0,0025%, Arus 0%, dan Daya dengan nilai error 0,0024%.

2. Ketika sistem suplai AC/DC di Gardu Induk mengalami gangguan maka sistem kontrol beban pada Gardu Induk pun akan ikut terganggu.

Daftar Pustaka

- Aminsyah, M., (2005), *Penerapan Agregat Alam* Abdul Kadir (2013). *Panduan Mempelajari Kelistrikan*. Bandung: ITB.
- Ainul Rochman, "Perbandingan Analisis Kelistrikan AC dan DC Pada Jaringan Tegangan Rendah," Universitas Indonseia, 2010.
- <http://www.murata.com/~media/webneirewal/support/library/catalog/products/thermistor/ptc/r16e.ashx?la=en>, (diakses 21 Maret 2019, 11.40 WIB)
- Notoadmojo, 2010. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- PT.PLN (Persero), "Buku Petunjuk Batasan Operasi dan Pemeliharaan Peralatan Penyaluran Tenaga Listrik AC/DC Suplai (No. Dokumen:19-22/HARLUR-PST/2009)", SK DIR No. 114.K/DIR/2010, Jakarta, 2010.
- Rudi (2015), "perbedaan Suplai Ac dan Suplai DC", (ko-rudiawan.com, diakses 07 April 2019, 16:32 WIB)

^{1,2} Dosen Fak. Teknik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Raflesia Curup

³ Dosen Fak. Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Ratu Samban
Majalah Teknik Simes Vol.15 No.1 Januari 2021