

PEMELIHARAAN BOOSTING DAN UJI KAPASITAS BATERE 110 VDC

Sumardi Sadi¹⁾, Adam²⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Tangerang

e-mail: ¹⁾ mardiesadi99@gmail.com

ABSTRAK

Pemeliharaan *Boosting* dan Uji Kapasitas Batere 110 Vdc, merupakan pemeliharaan untuk menjaga keandalan system, yaitu sistem agar tegangan DC tetap baik (kondisi batere siap pakai) serta pengecekan pada tegangan dan arus masing-masing sel. Perawatan dilakukan secara berkala yaitu satu tahun atau dua tahun sekali. Metode dari pemeliharaan *Boosting* 110 Vdc yaitu dengan cara mengkosongkan betere dalam waktu yang telah ditentukan dari *setting* penyearah tegangan, dengan sebuah beban yaitu BCT (*Baterai Cafasiti-Test*) yaitu sebuah alat pengetesan yang kemudian tegangann akan off setelah 5 jam pemakaian, yaitu sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Alat-alat yang digunakan pada pengujian batere 110 Vdc ini berupa Multitester, Pipet, thermometer, beker, spatula, gelas Erlenmeyer, gelas burrete, Alat penguji BCT (*Bateai Cafasiti-Test*).

Hasil penelitian dari "*Pemeliharaan dan Uji Kapasitas Batere 110 Vdc*", yang telah dilaksanakan adalah bahwa dari setiap sel Batere mempunyai tegangan yang sama dan arus yang sama pada setiap sel batere, maka baterai masih bisa digunakan untuk men-supply tegangan pada relay-relay.

Kata Kunci: Dc, Batere, Sel, Vdc, BCT, dan *Boosting*.

1. PENDAHULUAN

Dalam proses penyaluran listrik dari produsen (pembangkit) ke konsumen khususnya ke konsumen kecil tidak bisa langsung akan tetapi harus melewati GI (Gardu Induk). Pada kebanyakan pembangkitan yang ada di Jawa-Bali tegangan dinaikkan dari tegangan menengah ke tegangan tinggi atau tegangan ekstra tinggi dengan menggunakan trafo daya yang berada di Gardu Induk. Setelah itu aliran listrik yang bertegangan tinggi tersebut tersalurkan ke masing-masing GI melalui transmisi yang mempunyai jarak yang jauh. Gardu induk yang tersebar di Jawa-Bali dapat berfungsi sebagai penurun tegangan 150 KV ke 20 KV dan dapat pula sebagai penyalur atau jembatan ke GI (Gardu Induk) selanjutnya tanpa mengubah tegangannya.

Dalam proses penyalurannya kadang tegangan yang seharusnya tersalurkan 150 KV bisa menjadi 132 KV, ini merupakan penurunan suatu power quality. Setiap gangguan yang terjadi pada bagian-bagian sistem tenaga listrik hendaknya segera dapat diatasi, karena gangguan-gangguan itu dapat menyebabkan terputusnya pelayanan tenaga listrik.

2. LANDASAN TEORI

1.1 Teori In service Measurement

Teori *In service Measurement*, adalah kegiatan pengukuran yang dilakukan dalam keadaan operasi tanpa pembebasan tegangan pada sistem

DC (Tersambung ke *rectifier* dan beban) disesuaikan dengan jadwal pemeliharaan periodik Sistem DC adalah: Mingguan, Bulanan dan 6 bulanan. Pemeriksaan menggunakan alat ukur sederhana (*AVO meter, Hidrometer dan IR-Thermogun*).

2.2 Pengujian dan Pengukuran

Pengujian dan pengukuran pada *rectifier* dan baterai dalam keadaan tidak tersambung ke beban. Pada Gardu Induk yang terpasang 2 (dua) unit maka dapat dilakukan secara bergantian, tetapi apabila terpasang hanya 1 unit maka harus menggunakan baterai dan *rectifier* cadangan. Pengujian dan pengukuran dilakukan terhadap hal berikut: Penyesuaian (*adjustment*) tegangan dan arus *output rectifie*, Pengukuran *ripple* tegangan, Pengukuran positif, negatif terhadap *ground* (khusus sistem 110V /220V), Kondisi kebersihan komponen pada *rectifier*, Pemeriksaan lampu indikator, Pengukuran Tahanan isolasi transformator utama *rectifier*, Pemeriksaan kekencangan mur baut pada terminal utama transformator, Kondisi filter, Kondisi *fuse*/pengaman pada *rectifier*, Kondisi MCB/NFB pada *rectifier*, Kondisi terminal-terminal dan pengawatan pada *rectifier*, Kondisi kontaktor, Kondisi PCB modul elektronik (visual), Kondisi socket pada PCB, Kalibrasi Amper meter dan volt meter pada *rectifier* (bila perlu), Kondisi *voltage droper* menggunakan *dummy load*, Pembersihan klem sel baterai dan rak baterai, Pengujian *open circuit* pada rangkaian baterai (khusus

baterai-asam), pengukuran berat jenis cairan elektrolit (khusus baterai *Nicad*).

2.3 Teori Pemeliharaan/Pengujian setelah Gangguan

Pemeliharaan setelah gangguan adalah pemeliharaan yang dilakukan setelah terjadi gangguan pada peralatan Sistem DC yang memerlukan penormalan segera agar pasokan sumber DC tetap andal. Gangguan yang umumnya terjadi pada peralatan sistem DC adalah:

2.3.1 Pada Rectifier

Tabel 1: Pemeliharaan Setelah Gangguan pada Rectifier.

Kondisi Abnormal	Kemungkinan Penyebab
Tegangan output naik.	- Gangguan pada Modul AVR. - Fuse ke baterai putus. - Loss contact pada terminal output.
Tegangan output tidak ada/hilang.	- MCB trip. - Dioda thyristor rusak.
Rectifier di ON-kan MCB input AC trip.	- Dioda SCR shorted. - Output transformator utama disconnect. - Control card disconnect/ru-sak. - Filter capacitor rusak
Rectifier beroperasi pada limit arus terus menerus.	- Kelebihan beban pada output rectifier.
Tegangan output rendah.	- Gangguan pada transformator utama. - Mala kerja pada voltage dropper.
MCB input AC trip.	- Kapasitas/karakteristik MCB tidak sesuai.
Hubung tanah, lampu indikator menyala.	- Hubung tanah pada rangkaian beban. - Setting earth fault tidak sesuai.
MCB input posisi-ON tegangan output tidak ada.	- Gangguan pada transformator utama.

2.3.2 Pada Baterai

Tabel 2: Tabel Pemeliharaan Setelah Gangguan pada Rectifier.

Kondisi Abnormal	Kemungkinan Penyebab
Baterai panas lebih.	- Beban terlalu besar - Kurang kontak. - Tahanan kontak tinggi pada sambungan atau kabel. - Kelebihan pengisian.
Tegangan Baterai tinggi.	- Jumlah sel terpasang kurang - Setting tegangan rectifier tidak sesuai.

Kondisi Abnormal	Kemungkinan Penyebab
Elektrolit berbuih/berbusa	- Pengotoran oleh lemak.
Berat jenis rendah.	- Sering dilakukan topping-up.
Kelebihan Gas pada saat charge/discharge.	- Elektrolit tidak murni.
Pembentukan garam pada terminal.	- Level elektrolit tinggi. - Gasket pada terminal rusak. - Kelebihan berat jenis.
Hubung singkat ketanah.	- Terdapat sel yang bocor. - Cairan elektrolit meluap/tumpah. - Kerusakan isolasi kabel.
Arching pada terminal baterai.	- Baut klem longgar.
Pada rangkaian baterai mengalir arus secara kontinu.	- Beberapa sel rusak - Terjadi kelebihan pengosongan sendiri
Sel baterai panas.	- Hub singkat didalam sel - Kandungan carbon/endapan tinggi
Kapasitas rendah	- Float charging terlalu lama - Pengotoran elektrolit (contaminated) - Pengotoran carbon / endapan - Permukaan elektrolit terlalu rendah - Terjadi pengosongan didalam sel (separator) gangguan didalam sel.
Penurunan kapasitas atau gagal total	- Satu atau beberapa sel open sirkuit - Konektor antar sel, konektor antar arak atau terminal sel berkarat atau putus.
Bagian atas sel baterai retak.	- Permukaan rak tidak merata - Sinar matahari
Elektrolit meluap.	- Level elektrolit terlalu tinggi. - Rating Charge tinggi
Meledak atau terjadi devormasi.	- Suhu elektrolit terlalu tinggi pada saat pengisian (charging) - Elektrolit kosong, Charger gagal sehingga terjadi tegangan lebih, Vent-plug tersumbat, terminal kendor dan terjadi arching.
Kabel penghubung antar rak panas.	- Loss contact pada sepatu kabel (cable shoe). - Korosif.

2.3.3 Pada Rangkaian Beban

Tabel 3: Tabel Pemeliharaan Setelah Gangguan pada Rangkaian Beban.

Kondisi Abnormal	Kemungkinan Penyebab
Terminal pencabangan rusak/longgar.	- Penggabungan beberapa kabel - Ukuran kabel tidak sesuai.
Hubung tanah.	- Kerusakan isolasi kabel. - Terminal basah /kotor.
Indikasi alarm DC hilang tidak ada.	- <i>Auxiliary Contact MCB</i> rusak. - Kabel putus. - Rele bantu rusak.
Kerusakan isolasi pada kabel pengawatan.	- Gangguan mekanis. - Penuaan. - Terkena panas. - Binatang.

3. METODE PENELITIAN

Metode yang dipergunakan dalam pelaksanaan pemeliharaan Sistem DC adalah metode *assessment* hasil monitoring operasi dan pemeliharaan rutin sesuai periodik yang sudah ditentukan. Dalam pelaksanaannya berorientasi pada CBM peralatan level 1 yaitu lebih mencermati fungsi dan kondisi peralatan sehingga dapat menentukan model kegagalan yang mungkin terjadi pada seluruh peralatan sistem DC.

4. ANALISA SISTEM

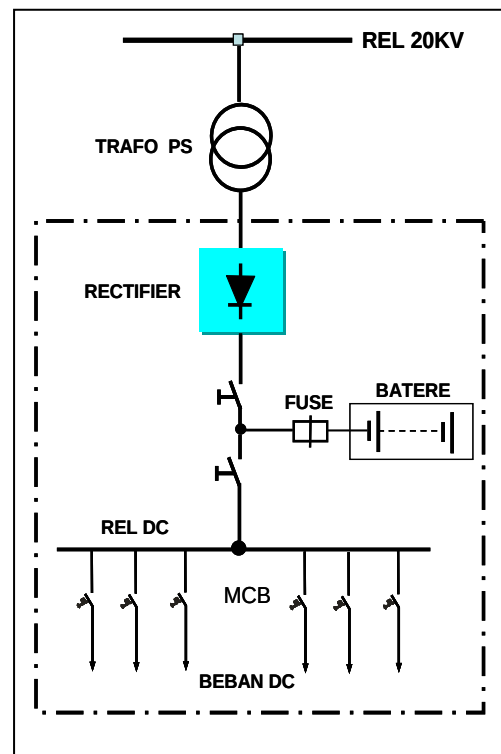
Dalam pengoperasian tenaga listrik terdapat dua macam sumber tenaga untuk kontrol di dalam Gardu Induk, ialah sumber arus searah (DC) dan sumber arus bolak balik (AC). Sumber tenaga untuk kontrol selalu harus mempunyai keandalan dan stabilitas yang tinggi. Karena persyaratan inilah dipakai baterai sebagai sumber arus searah. Catu daya sumber DC digunakan untuk kebutuhan operasi relai proteksi dan kontrol serta untuk scdatel.

Untuk kebutuhan operasi relai dan kontrol di PLN terdapat dua sistem catu daya pasokan arus searah yaitu DC 110V dan DC 220V, sedangkan untuk kebutuhan scdatel menggunakan sistem Catu Daya DC 48V.

Catu daya DC bersumber dari *rectifier* dan baterai terpasang pada instalasi secara paralel dengan beban, sehingga dalam operasionalnya disebut Sistem DC.

Tujuan Pemeliharaan Sistem DC adalah untuk mengusahakan agar *rectifier* dan baterai berikut rangkaianannya selalu bekerja sesuai karakteristiknya, sehingga diharapkan Sistem DC mempunyai keandalan yang tinggi.

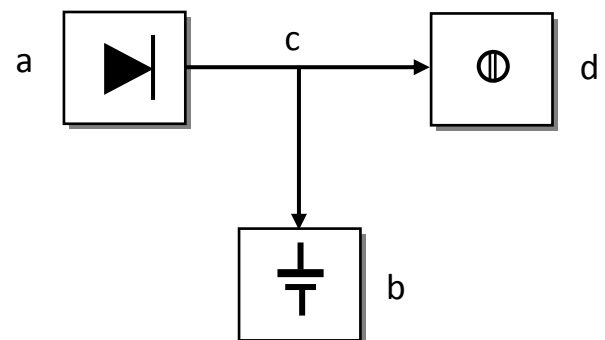
Diagram instalasi Sistem DC dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1: Diagram Instalasi Sistem DC.

4.1 Peralatan Sistem DC

Secara umum, sistem DC dapat digambarkan sesuai blok diagram dibawah ini.



Gambar 2: Blok Diagram Sistem DC.

4.2 Bagian-bagian Utama Peralatan Sistem DC

4.2.1 Rectifier/Charger

Rectifier atau *Charger* adalah suatu rangkaian alat listrik untuk mengubah arus listrik bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC)

Umumnya *Rectifier* yang terpasang di Gardu berfungsi untuk mengisi muatan baterai, memasok daya secara kontinu ke beban dan menjaga baterai agar tetap dalam kondisi penuh.

4.2.2 Baterai

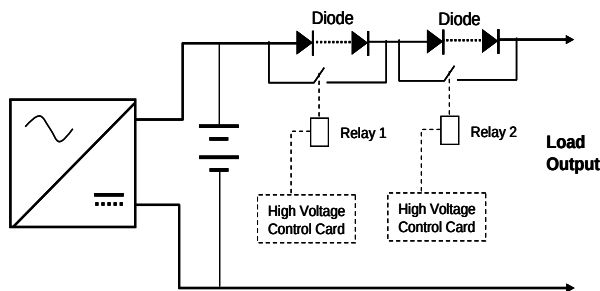
Suatu alat penyimpan energi listrik arus searah, yang berfungsi sebagai sumber cadangan ke beban.



Gambar 3: Unit Baterai..

4.3 Rangkaian Voltage Dropper

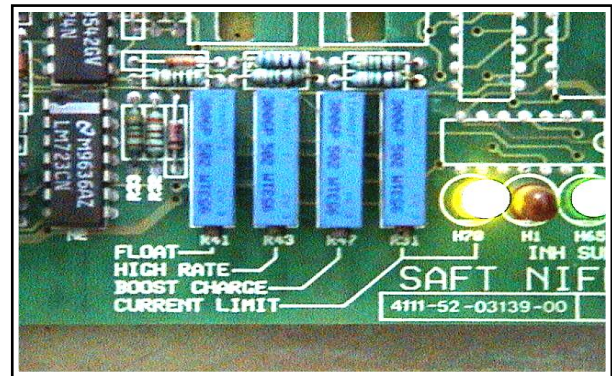
Terdiri dari beberapa dioda yang terhubung seri yang berfungsi untuk menurunkan tegangan pada saat *rectifier* digunakan untuk tujuan pemeliharaan pada baterai agar selalu dalam keadaan penuh (*Full Charge*). Ketika beroperasi dengan pengisian *Boost* atau *Equalizing* tegangan output rectifier disisi baterai maupun beban akan tinggi sehingga dalam kondisi ini akan merusak peralatan, oleh karena itu supaya tegangan di sisi beban tetap stabil/rendah, maka dipasang penurun tegangan atau *Voltage Dropper*. Besarnya kapasitas *dropper* akan tergantung kebutuhan besarnya tegangan yang harus diturunkan pada saat rectifier bekerja dengan pengisian *Equalizing* atau *Boost*.



Gambar 4: Diagram Voltage Dropper.

4.4 Unit Pengaturan

Umumnya pengaturan untuk operasi rectifier agar dapat memenuhi syarat/standar pengisian baterai sesuai yang diinginkan maka pengaturan setting tegangan atau arus dapat diatur pada modul kontrol unit, hal ini dapat dilakukan dengan mengatur variabel resistor pada PCB rangkaian elektronik AVR dengan cara memutar kekiri atau kekanan.



Gambar 5: PCB rangkaian elektronik AVR.

4.5 Pemeliharaan dan Pengujian kapasitas pada baterai

Tujuan Pemeliharaan dan Pengujian kapasitas pada baterai menjaga keandalan sistem DC tetap baik (kondisi baterai siap pakai).

4.5.1 Tahap-tahap Pengukuran

Tahap pengukuran yang harus dilakukan adalah:

1. Pengukuran Tegangan;
2. Pengukuran Arus;
3. Pengukuran B.J;
4. Pengukuran Suhu Elektrolit, Suhu Ruang;
5. Pengujian kapasitas;
6. Pengujian Potasium Carbonat (K_2CO_3);
7. Rekondisi baterai; dan
8. Pemeriksaan fisik/visual (Kebersihan).

1) Pengukuran tegangan pengisian

✓ Tegangan Floating

Standard: 1,40 V – 1,44 V tiap sel (baterai alkali)

Standard: 2,10 V – 2,2 V tiap sel (baterai asam dilakukan pada saat operasi normal, tujuannya untuk mengisi baterai ketika terjadi pengosongan sendiri (*Self-Discharge*)).

✓ Tegangan Equalizing

Standard: 1,5 V – 1,6 V tiap sel (alkali)

Standard: 2,25 V – 2,3 V tiap sel (asam)

Untuk menyamakan tegangan sel baterai yang tidak merata

✓ Tegangan Boosting

Standard: 1,65 V – 1,7 V tiap sel (baterai alkali)

Standard: 2,35V – 2,4 V tiap sel (baterai asam) dilakukan: comissioning, sesudah uji kapasitas, sesudah rekondisi.

2) Pengukuran tegangan pemakaian

✓ Tegangan Baterai (Charger Off)

Alkali : min 1 V/sel

Asam: min 1,8 V/sel

Pengukuran Tegangan keseimbangan dengan tanah (DC Ground) Standard: 50 % $\pm$ 12,5 % (Ideal: 50 %)

Pos – Ground: 62,5 % atau 37,5 %
 Neg - Ground: 37,5 % atau 62,5 %

3) Pengukuran arus pengisian

✓ Arus Floating

Standard: Relatif kecil

✓ Arus Equalizing

Standard: Max. $0,2 \times C$ (Alkali)

Standard: Max. $0,1 \times C$ (Asam)

✓ Arus Boosting

Standard: $0,1 - 0,2 \times C$ (Alkali)

Standard: $0,05 - 0,1 \times C$ (Asam)

4) Pengukuran Arus beban (Pemakaian/Pengosongan)

Mengukur besarnya Arus yang mengalir dari baterai ke beban (pada-Charger Off)

Arus pemakaian baterai:

Max.: $0,2 \times C$ (Baterai Alkali)

Max.: $0,1 \times C$ (Baterai Asam)

4.9.2.6. Pengukuran berat jenis

Standard: 1,16 kg/L – 1,20 kg/L (alkali)

Standard: 1,225 kg/L – 1,28 kg/L (Asam)

5) Pengukuran Suhu

Suhu elektrolit max. 40°C (saat pengisian)

Suhu elektrolit max. 45°C (saat pengosongan)

Suhu ruang: $25^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C}$

4.5.2 Pengujian Kapasitas

1. Kapasitas baterai adalah besarnya Arus yang mengalir pada suatu beban dalam waktu tertentu ($C = I \times T$)
2. Pada umumnya baterai alkali dinyatakan C5, baterai asam C10
3. C5 : Kap. Baterai yang tersedia selama 5 jam
4. C10: Kap. Baterai yang tersedia selama 10 jam

1) Pengujian kapasitas baterai dilakukan:

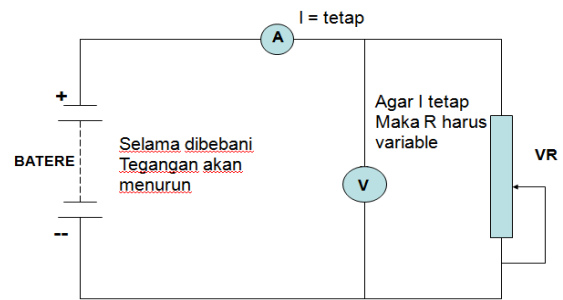
1. Saat komisioning baterai;
2. 5 tahun setelah operasi;
3. Kemudian dilakukan setiap 2 tahun; dan
4. Pada saat Rekondisi.

2) Tujuan uji kapasitas baterai

Untuk mengetahui kemampuan baterai dalam menyimpan arus (muatan) listrik.

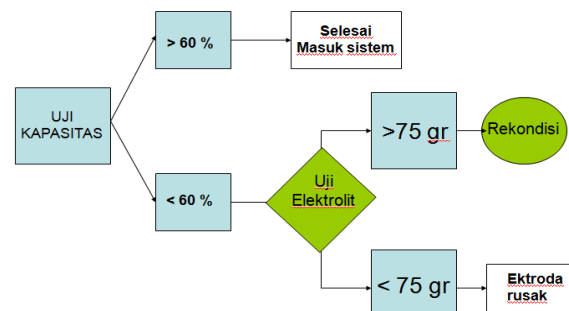
3) Penyebab kapasitas menurun:

1. Pengisian tidak sempurna;
2. Pengisian floating yang terlalu lama;
3. Banyak karbon dalam sel baterai;
4. Kadar potasium karbonat pada elektrolit terlalu tinggi;
5. Kerusakan bahan aktif/elektroda baterai; dan
6. Uji kapasitas baterai.



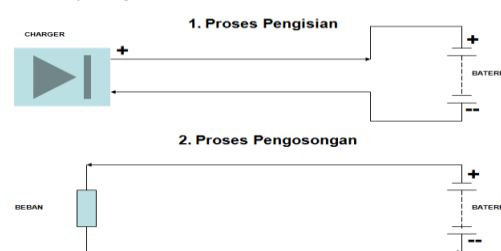
Gambar 6: Rangkaian uji kapasitas baterai.

Pembebanan baterai dengan arus tertentu dan konstan dalam kurun waktu sampai mencapai tegangan akhir yang ditentukan.



Gambar 7: Tindak lanjut uji kapasitas.

Prinsip kerja



Gambar 8: Rangkaian prinsip kerja.

4.5.3 Pengujian elektrolit

- ✓ Untuk mengetahui kandungan potasium karbonat (K_2CO_3) pada elektrolit.
- ✓ Efektifkah bila dilakukan rekondisi.

Prinsip pengujian menggunakan data warna secara kimiawi sedangkan pemeriksaan fisik dan kebersihan meliputi:

1. Kondisi *container*/bodi baterai;
2. Sambungan/konektor, dan mur baut;
3. Ketinggian cairan elektrolit; dan
4. Ruang baterai.

5. KESIMPULAN

Pemeliharaan Boosting dan Uji Kapasitas Baterai 110 Vdc, dapat mengetahui beberapa cara pemeliharaan dan uji kapasitas pada baterai 110 vdc, bahwa pada pemeliharaan ini mempunyai jangka waktu ruang cukup lama yaitu satu atau dua tahun sekali pada tiap tahunnya, setelah pemeliharaan dan uji kapasitas baterai 110 Vdc

maka batere tersebut siap untuk dijadikan sumber tegangan untuk men-supply relay-relay 110 Vdc dan relay tersebut sebagai pengaman untuk transformator (*Trafo*) 150 KV dan 20 KV dan apabila sumber tegangan hilang maka pada sumber batere 110 Vdc akan mem-backup-nya sebagai pengganti pada tegangan yang hilang tersebut maka relay-relay akan standby dan tidak padam setelah diback-up oleh sumber tegangan cadangan yaitu batere 110 Vdc. Itulah fungsi dari sumber tegangan batere 110 Vdc sebagai back-up untuk tegangan, apabila sewaktu-waktu tegangan hilang dan relay pun tidak boleh padam/mati, maka antisipasinya adalah supply dari sumber tegangan batere 110 Vdc yang akan memberi tegangan pada Relay-relay 110 Vdc.

DAFTAR PUSTAKA

Daryanto, Drs. 2003. *Fisika Teknik*. Jakarta: PT. Bina Adiaksara dan PT. Rineka Cipa.

Giancoli, Dauglas. 2001. *Fisika*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Howell, Laura. *et.al*. 2008. *Pintar Cahaya Suara Listrik*. Yogyakarta: Gelora Aksara Pratama.

Ishaq, Mohammad. 2007. *Fisika Dasar*. Jakarta: Graha Ilmu.

Intranet. APP Duri Kosambi. 2013. *Struktur Organisasi*. [http:// 10.5.6.15.15](http://10.5.6.15.15).

Rao, Nanna Panenl Nara Yana dan Panter Silaban. 2000. *Elemen-elemen Elektromagnetika Teknik*. Jakarta: Erlangga.

Shen, Liang Chi dan Jin Aung Kong. 2001. *Aplikasi Elektromagnetik*. Jakarta: Penerbit Erlangga Dan PT. Gelora Aksara Pratama.

Silaban, Halliday Resnick Pantur. 1978. *Fisika Jilid 2 Edisi Ke 3*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

```
%{ Perhitungan kontrol%}
contr=tf ([Kd, Kp, Ki ],[1 , 0]);
sys_ctl=feedback(contr* plant , 1);
%{ Grafik%}
t =0:0.01:2;
step (sys_ctl , t)
title('Motor DC PID Close Loop Control')
```

4. KESIMPULAN

- a. Perancangan sistem kontrol PID dengan menggunakan *software* Matlab sangat memudahkan dalam mendapatkan sistem ideal yang diinginkan, antara lain dalam besaran-besaran *rise time*, *overshoot*, *settling time*, dan *steady state error*.
- b. Penggunaan *software* Matlab dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa dalam bidang sistem kontrol.

DAFTAR PUSTAKA

- Babuska, Robert and Stramigioli, Stefano. (1999). *Matlab and Simulink for Modeling and Control*. Delft University of Technology
- Johnson, Michael A. and Moradi, Mohammad H. (2005). *PID Control*. Springer
- Ogata, K. (1997). *Modern Control Engineering*. Prentice-Hall
- Salamena, Vicky. (2012). *Simulasi Karakteristik Arus dan Kecepatan Motor Dc Terhadap Masukan Penyearah Gelombang Penuh di Simulink-Matlab*. Jurnal Teknologi, Volume 9 Nomor 1.