

**RANCANG BANGUN KENDALI TEGANGAN PADA SISTEM GENERATOR
AKSIAL 1 PHASA**



SKRIPSI

Diajukan sebagai syarat untuk mendapatkan Gelar Sarjana
Program Strata-1 pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Palembang

Disusun Oleh:

SUPPERMEN

132015066

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2019**

SKRIPSI
RANCANG BANGUN KENDALI TEGANGAN PADA SISTEM GENERATOR
AKSIAL 1 PHASA



Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

SUPPERMEN
132015066

Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan pengaji
Pada 22 Agustus 2019

Susunan Dewan Pengaji

Pembimbing 1

Yosi Apriani, S.T., M.T.
NIDN : 0213048201

Pembimbing 2

Ir. Zulkifli Saleh, M.Eng.
NIDN : 0212056402

Menyetujui,
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Iqgs. Ahmad Roni, M.T.
NIDN : 0227077004

Pengaji 1

Ir. Saleh Al Amin, M.T.
NIDN : 0216086201

Pengaji 2

Ir. Subianto, M.T.
NIDN : 0207036201

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Elektro



Taufik Barlian, S.T., M.Eng.
NIDN : 218017202

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan Tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan didalam daftar pustaka.

Palembang, 21 Agustus 2019

Yang Membuat Pernyataan



Supermen

MOTTO

- Pendidikan terbaik adalah tindakan bukan kata-kata.
- Selalu berpikir besar dan bertindak mulai sekarang.
- Orang sukses selalu mencari jalan orang gagal selalu mencari alasan.
- Tidak ada hal yang sia-sia dalam belajar karena ilmu akan bermanfaat pada waktunya, jika kita malas belajar maka di masa tua akan menelan pahitnya kebodohan.

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan Kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya lah sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini guna memenuhi syarat gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Adapun judul skripsi ini adalah **“RANCANG BANGUN KENDALI TEGANGAN PADA SISTEM GENERATOR AKSIAL 1 PHASA”**.

Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini berkat bimbingan, arahan, dan nasehat yang tidak ternilai harganya. Untuk itu, pada kesempatan ini dan selesainya skripsi ini, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Ibu Yosi Apriani, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing 1
2. Bapak Ir. Zulkiffli Saleh., M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing 2

Ucapan terimakasih kepada pihak yang berperan dalam membantu penyelesaian skripsi, yaitu:

1. Bapak Dr. Abid Dzajuli, S.E., M.M Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Bapak Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Bapak Taufik Barlian. S.T.,M.Eng. Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Bapak Feby Ardianto, M.Cs Selaku Sekertaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Seluruh Dosen Fakultas Teknik Elektro dan Staff Universitas Muhammadiyah Palembang.

6. Bapak saya Huzairin dan Ibu saya Siti Hawi, yang tak kenal lelah memberiku doa dan dukungan baik moril maupun materil.
7. Kakak saya Andi Candra dan Ayuk saya Listri Rani S.E, yang selalu menyemangati dan selalu memberikan dukungan.
8. Adik saya Deri Ambriyadi, Devit Mardiansyah, M. Randy Ramadhan.
9. Seluruh Anggota Sarwan Renewable Energy Team.
10. Rekan seperjuangan Teknik Elektro angkatan 2015.
11. Semua pihak yang terkait dalam penyelesaian skripsi ini.
12. Teman-teman dan para sahabat yang saling mendukung dan memberi semangat yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Tiada lain harapan penulis semoga Allah SWT membalas segala niat baik pada semua pihak yang tersebut diatas.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun, demi kebaikan penulisan yang akan datang. Dan juga penulis berharap semoga karya yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi Perkembangan Ilmu dan teknologi, khususnya di Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.

Palembang, Agustus 2019

Penulis

ABSTRAK

RANCANG BANGUN KENDALI TEGANGAN PADA SISTEM GENERATOR AKSIAL 1 PHASA

Suppermen*

*Email : suppermen388@gmail.com

Generator aksial mempunyai permasalahan yaitu ketidakstabilan tegangan pada saat perubahan beban, sehingga dibutuhkan peralatan yang dapat mengendalikan kestabilan tegangan generator aksial yaitu *Automatic Voltage Regulator* (AVR). Tujuan penelitian ini merancang alat kendali tegangan pada sistem generator aksial 1 phasa. Metode penelitian yang dipakai terdiri dari 3 tahap, yaitu : 1).observasi lapangan, 2).pengambilan data, 3).analisis data. Hasil penelitian di dapatkan ketika generator aksial dengan celah udara *inner* 0,4cm, *outer* 0,5cm dan rpm 2589. Tegangan output generator mulai mengalami penurunan yang signifikan hingga mencapai -70 volt dan rpm juga mengalami penurunan hingga -200. Berbeda dengan ketika generator dioperasikan menggunakan AVR yang penurunannya hanya mencapai -30 volt. Namun ketika generator dioperasikan dengan AVR penurunan rpm nya lebih besar hingga mencapai -220.

Kata Kunci : Generator Aksial, *Auotomatic Voltage Regulator* (AVR), celah udara.

ABSTRACT

DESIGN OF VOLTAGE CONTROL IN FASA 1 AXIAL GENERATOR SYSTEM

Suppermen*

*Email : suppermen388@gmail.com

Axial generators have a problem that is the voltage instability when the load changes, so we need equipment that can control the stability of the axial generator voltage, namely the Automatic Voltage Regulator (AVR). The purpose of this study is to design a voltage control device on a phase 1 axial generator system. The research method used consisted of 3 stages, namely: 1).field observation, 2) data collection, 3) data analysis. The results are obtained when the axial generator with 0.4cm inner air gap, outer 0.5cm and 2589 rpm. The output voltage of the generator starts to decrease significantly to -70 volts and the rpm also decreases to -200. In contrast to when the generator is operated using AVR the decrease only reaches -30 volts. However, when the generator is operated with AVR the rpm decrease is greater until it reaches -220.

Keywords : Axial Generator, Automatic Voltage Regulator (AVR), Air Gap.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
MOTTO	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB 1	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)	4
2.1.1. Sistem PLTMH	4
2.1.2. Prinsip kerja PLTMH.....	5
2.1.3. Daya yang dibangkitkan.....	6
2.1.4. Potensi Air.....	6
2.2. Turbin	7
2.2.1. Turbin air.....	8
2.2.2. Prinsip kerja turbin air.....	8
2.2.3. Jenis-jenis turbin air	9
2.2.4.1. Turbin impuls (aksi)	9

2.2.4.2. Turbin reaksi.....	9
2.3. Turbin <i>archimedes screw</i>	9
2.3.1. Prinsip kerja turbin archimedes.....	10
2.4. Generator Aksial.....	11
2.2.1. Keunggulan generator aksial.....	11
2.2.2. Prinsip kerja generator aksial	11
2.2.3. Perancangan Generator Aksial.....	12
2.2.4. Kerapatan Fluks Magnet	14
2.2.5. Daya Keluaran Generator.....	16
2.2.6. Efisiensi Generator.....	16
2.2.7. Cela Udara (Air Gap)	16
2.5. Automatic Voltage Regulator (AVR).....	17
2.5.1. Konstruksi AVR.....	18
2.5.2. Fungsi AVR	18
2.5.3. Prinsip Kerja AVR	18
2.6. Autotransformer	19
BAB 3	20
METODE PENELITIAN	20
3.1. <i>Fishbone</i> Diagram	20
3.2. Mekanisme Pelaksanaan Penelitian.....	21
3.3. Alat dan Bahan	22
BAB 4	32
DATA DAN ANALISIS	32
4.1. Data	32
4.1.1. Data saluran.....	32
4.1.2. Data aliran	33
a. Perhitungan kecepatan aliran melalui program Matlab	33
4.1.3. Luas penampang dan Kapasitas debit aliran	36
4.1.4. Daya Available.....	37

4.1.5.	Daya generator	38
4.1.6.	Grafik pengukuran generator aksial 1 phasa dengan celah udara	38
4.1.7.	Grafik pengukuran generator aksial 1 phasa dengan celah udara	42
4.2.	Skema rangkaian <i>Automatic Voltage Regulator</i> (AVR)	47
4.2.1.	Cara kerja <i>Automatic Voltage Regulator</i> (AVR) 1000VA	47
4.3.	Analisis	48
BAB 5	53
KESIMPULAN DAN SARAN	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	57

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangkit Listrik Tenaga MikroHidro (PLTMH) merupakan pembangkit ramah lingkungan dan mampu menjadi pemicu pertumbuhan ekonomi pedesaan, karena merupakan sinergi dari menjaga lingkungan, melestarikan hutan dan daerah tangkapan air (*catchment area*), sehingga sepantasnya potensi mikro hidro ini dimanfaatkan seoptimal mungkin dengan mempertimbangkan beberapa aspek, antara lain aspek teknis, lingkungan, ekonomi dan sosial guna mewujudkan pemerataan energi listrik didesa tertinggal dan terpencil. Beban listrik pada PLTMH seringkali mengalami perubahan, akibat perubahan tersebut berakibat kenaikan putaran generator, frekuensi naik dan tegangan menjadi besar. Perubahan tersebut terjadi akibat faktor ketersediaan air, pemakaian beban tidak sesuai dengan kemampuan PLTMH atau jenis beban yang digunakan (Anton, Yuliarman, & Angraini, 2016)

Generator yang sering ditemui dipasaran berjenis *high speed induction* generator, pada generator jenis ini membutuhkan putaran tinggi dan energi listrik awal untuk membuat medan magnetnya. Seperti generator tipe radial model torus adalah salah satu jenis generator yang beroperasi pada kecepatan diatas 1500 rpm yang menggunakan *Internal Combustion Engine* (ICE) seperti tenaga diesel sebagai tenaga penggerak utama rotor generator. Generator *low speed* yang banyak digunakan adalah generator jenis fluks aksial. Generator fluks aksial sangat efisien untuk digunakan karena mampu bekerja baik pada kecepatan putar yang rendah. Kemudahan dalam pembuatan dan juga *scale up* generator magnet permanen sangat menjadi pertimbangan dalam mendesain generator dengan kapasitas daya tertentu, tegangan tertentu dan kecepatan kerja tertentu hanya dengan mengubah parameter seperti kekuatan fluks magnet, jumlah kumparan dan belitannya, jumlah magnet serta

ukuran diameter kawat. Generator fluks aksial tipe rotor ganda stator tunggal adalah salah satu dari pengembangan generator fluks aksial (Asy'ari, Aji Yuwono, & Chandra Septian, 2013).

Tegangan keluaran yang konstan pada sebuah generator adalah hal yang sangat penting untuk menghasilkan suplai daya yang diharapkan. Perubahan tegangan keluaran sebuah generator dipengaruhi oleh berbagai macam faktor pengganggu, salah satunya beban dan *Rotations Per Minute* (RPM) yang tidak selalu konstan. Oleh karena itu dibutuhkan suatu peralatan regulator khusus untuk menjaga tegangan keluaran generator agar tetap konstan walaupun ketika generator dipengaruhi oleh faktor-faktor pengganggu tersebut. Selain itu dengan tujuan menjaga kestabilan sistem, regulator ini juga harus mampu mengatur produksi atau penyerapan daya reaktif dari jaringan pada setiap terjadinya perubahan beban. Regulator tegangan ini dapat dikontrol baik secara manual maupun secara otomatis (Joni, Ibadillah, & Achmad, 2017).

Maka parameter-parameter pembangkit tersebut, harus ada yang dapat mengatur agar pembangkit tetap beroperasi dengan baik dengan tetap menyuplai beban dalam kondisi aman dan stabil. Saat ini telah ada sebuah peralatan yang mampu mengatur parameter-parameter pembangkit tersebut dan bahkan sudah dapat bekerja secara otomatis. Salah satu jenis peralatan tersebut yaitu *Automatic Voltage Regulator* (AVR) yang sedemikian rupa mampu mengatur nilai tegangan yang dibangkitkan oleh suatu pembangkit (Ristantono, Rusdhianto, & Ali, 2012).

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah merancang alat kendali tegangan pada sistem generator aksial 1 phasa.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian adalah untuk menganalisa sistem kendali tegangan, arus pada generator aksial 1 phasa.

1.4 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan penelitian ini, sistematika akan disusun secara sistematis yang terbagi dalam beberapa bab, yakni dengan perincian sebagai berikut:

BAB 1 : PENDAHULUAN

Bab ini berisi antara lain latar belakang permasalahan, tujuan pembahasan, batasan permasalahan, serta sistematika penulisaan skripsi.

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini dibahas secara umum mengenai teori-teori yang mendukung pembuatan skripsi, antara lain teori sistem kendali tegangan, arus, frekuensi pada generator aksial 1 phasa.

BAB 3 : METODE PENELITIAN

Bab ini membahas secara rinci mengenai metode penggerjaan skripsi ini dilakukan dengan diagram fishbone, bahan dan peralatan yang akan diteliti.

BAB 4 : DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang analisis data yang diperoleh saat melakukan penelitian.

BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dan saran dari skripsi yang telah dibuat.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

- Anton, Yuliarman, & Angraini, T. (2016). Pengedalian Beban Generator PLTMH Berbasis. *ISSN:2541-111x*, 1-8.
- Aprilianto Ramadhany Rahmat, F. A. (2010). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga MikroHidro (PLTMH). *Jurnal Teknik*, 1-32.
- Asy'ari, H., Aji Yuwono, D., & Chandra Septian, F. (2013). Desain Generator Tipe Axial Kecepatan Rendah dengan Magnet Permanen. *Jurnal Emitor*, 1-5.
- Azhar, Kamal, M., & Subhan. (2017). Penerapan Automatic Voltage Regulator pada Sistem Eksitasi Harmonik Generator Satu Fasa. *Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro*, 1-7.
- Darmana, I. (242-251). Perbaikan Jatuh Tegangan Dengan Pemasangan Automatic Voltage Regulator. *Jurnal Ipteks Terapan*, 2015.
- Dietzel, F. S. (1993). *Turbin Pompa Dan Kompresor*. Jakarta: Erlangga.
- Fajar, A. (2017). Rancang Bangun Generator Sinkron Axial Flux Permanent Magnet 1500 WATT. *researchgate*, 1-19.
- Gunadin, C. I. (2008). Analisis Penerapan PID Controller pada AVR (Automatic Voltage Regulator). *Media Elektrik*, 1-8.
- Harja, B. H., Abdurrahim, H., Yoewono, S., & Riyanto, H. (2014). Penentuan Dimesi Sudu Turbin dan Sudut Kemiringan Poros Turbin Pada Turbin Ulir Archimedes. *Metal Indonesia*, 26-33.
- Hizhar, Y., Yulistianto, B., & Darmo, S. (2017). Rancang Bangun dan Studi Eksperimental Pengaruh Perbedaan Jarak Pitch dan Kemiringan Poros terhadap Kinerja Mekanik Model Turbin Ulir 2 Blade Pada Aliran Head Rendah. *Jurnal Sistem Mekanik dan Termal*, 27-34.
- Joni, K., Ibadillah, F. A., & Achmad, F. (2017). Rancang Bangun Pengatur Tegangan Otomatis pada Generator Ac 1 Fasa Menggunakan Kendali PID (Proportional Integral Derivative). *Simposium Nasional Teknologi Terapan*, 44-53.

- Mafrudin, & Irawan, D. (2013). Pembuatan Turbin Mikrohidro Tipe Cross Flow. *TURBOISSN 2301-6663*, 7-12.
- Misbachudin, M., Subang, D., Widagdo, T., & Yunus, M. (2016). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Desa Kayuni Kabupaten Fakfak Provinsi Papua Barat. *JURNAL AUSTENIT*, 1-12.
- Multi, A., Garniwa, I., & Sudibyo, B. U. (2013). Determining the Air Gap Length of an Axial Flux Wound Rotor Synchronous Generator. *Makara Seri Teknologi*, 87-93.
- Mulyadi, Sardjono, P., Djuhana, Z, K. H., & Situmorang, M. (2016). Generator Listrik Magnet Permanen Tipe Aksial Fluks Putaran Rendah dan Uji Peforma. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, 1-13.
- Nurdin, A., Azis, A., & Rozal, A. R. (2018). PERANAN AUTOMATIC VOLTAGE REGULATOR SEBAGAI PENGENDALI TEGANGAN GENERATOR Sinkron. *Jurnal Ampere*, 168-173.
- Prasetijo, H., Ropiudin, & Dharmawan, B. (2012). ermanent Magnet Generator as Low Speed Electric Power Plant. *Dinamika Rekayasa*, 70-77.
- Prasetijo, H., Ropiudin, & Dharmawan, B. (2012). Generator Magnet Permanen Sebagai Pembangkit Listrik Putaran Rendah. *Dinamika Rekayasa*, 8.
- Rapa'i, A., B. Sinaga, J., & Susila, M. D. (2014). Kajian Eksperimental Pengaruh Panjang Chord Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Helik untuk Sistem Pembangkit Listrik Tenaga MikroHidro (PLTMH). *Jurnal FEMA*, 1-8.
- Ristantono, F., Rusdhianto, E., & Ali, F. (2012). Desain dan Implementasi Kontroler PID Logika Fuzzy pada sistem AVR Gasoline Generator set Kapasitas 1 KVA Mesin-4tak. *Jurnal Teknik Pomits*, 1-7.
- Saleh, Z., & Syafitra, M. F. (2016). Analisis Perbandingan Daya pada Saluran Pembawa. *Simposium Nasional Teknologi Terapan (SNTT) 4 2016*, 132-138.
- Saputra, B. W., Weking, I. A., & Lie, J. (2012). Rancang Bangun Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Menggunakan Kincir Overshot Whell. *Teknologi Elektro*, 48-54.
- Saputra, I. W., Weking, A. I., & Jasa, L. (2017). Rancang Bangun Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Menggunakan Kincir Overshot wheel. *Teknologi Elektro*, Vol. 16, No. 02, 48-54.

- Situmorang, H. B., Soplanit, G. D., & Gede, I. N. (2015). Unjuk Kerja Pompa Air SHIMIZU TYPE PS-128 BIT yang Difungsikan Sebagai Turbin Air. *Jurnal Online Poros Teknik Mesin*, 52-65.
- Utama, S. H., & Kusriyanto, M. (2018). Prototype Pembangkit Mikrohidro Terintegrasi Beban Komplemen. *Teknoin Vol. 24*, 55-66.
- Wijaya, A., Ardhians, S., & Waluyo. (2016). Perancangan Generator Magnet Permanen dengan Arah Fluks Aksial untuk Aplikasi Pembangkit Listrik. *Jurnal Reka Elkomika*, 1-16.
- www.next.gr. (2007, Maret 28). *Next*. Retrieved from <http://www.next.gr/power-supplies/ac-dc-dc-dc/1000W-AC-power-supply-automatic-voltage-regulator-circuit-158576.html>.