

SKRIPSI

**ANALISIS SISTEM KENDALI PADA PLTMH DESA PATTANETEANG
KEC. TOMPO BULU KAB. BANTAENG**



Oleh :

SUPRIADI. S
105 82 00933 11

MUH. JUFRI RAHMAN
105 82 00846 11

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2018



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : www.unismuh.ac.id, e-mail : unismuh@gmail.com

Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **ANALISIS SISTEM KENDALI PADA PLTMH DESA PATTANETEANG KEC. TOMPO BULU KAB. BANTAENG.**

Nama : Muh. Jufri Rahman
Supriadi. S

Stambuk : 105 82 00846 11
105 82 00933 11

Makassar, 14 Februari 2018

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing :

Pembimbing I


Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc.

Pembimbing II


Ir. Abdul Hafid, MT.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Umar Katu, ST., MT.

NBM : 990 410



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama Muh. Jufri Rahman dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 00846 11 dan Supriadi. S dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 00933 11, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0002/SK-Y/20201/091004/2018, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Senin tanggal 12 Februari 2018

Makassar, 26 Jumadil Awal 1439 H
12 Februari 2018 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. -Ing. Ir. Wahyu H. Piarah, MSME.

2. Penguji

a. Ketua : Andi Faharuddin, ST., MT.

b. Sekertaris : Suriyani, ST., MT.

3. Anggota : 1. Dr. Ir. Hj. Hafsa Nirwana, MT.

2. Mutmainnah, ST., MT.

3. Andi Abd Halik Lateko, ST., MT.

Mengetahui :

Pembimbing I


Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc.

Pembimbing II


Ir. Abdul Hafid, MT.

Dekan




Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT.

NBM : 855 500

KATA PENGANTAR



Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena rahmat dan Karunia-Nyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, dan dapat kami selesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan akademik yang harus di tempuh dalam rangka menyelesaikan Program Studi pada Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir kami adalah **“ANALISIS SISTEM KENDALI PADA PLTMH DESA PATTANETEANG KEC. TOMPO BULU KAB. BANTAENG“**

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa di dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan-kekurangan, hal ini disebabkan penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan baik itu ditinjau dari segi teknis penulisan maupun dari perhitungan-perhitungan. Oleh Karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran serta perbaikan guna kesempurnaan penulisan ini agar kelak dapat bermanfaat terutama bagi penulis sendiri

Skripsi ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Hamzah Al Imran, ST.,MT. Sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak Dr. Umar Katu. ST., MT., Sebagai Ketua Jurusan Elktro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc selaku pembimbing I dan Ir.Abd Hafid. MT selaku pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu dalam membimbing kami.
4. Bapak dan ibu Dosen serta staf pegawai pada Fakults Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa dan pengorbanannya terutama dalam bentuk materi dalam menyelesaikan kuliah
6. Rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik terkhususnya angkatan 2011, serta teman-teman yang tidak sempat saya sebut namanya yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga semua pihak tersebut di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan skripsi yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta bangsa dan Negara, Aamiin

Makassar,.....2018

Penulis

DAFTAR ISI

	<i>Halaman</i>
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar belakang	1
B. Rumusan masalah	2
C. Tujuan penelitian	3
D. Manfaat penelitian	3
E. Batasan masalah	3
F. Sistematika penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Energi terbarukan	5
B. Pembangkit listrik tenaga mikro hidro	5
C. Prinsip kerja PLTMH	8
D. Sistem kendali	8
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Jenis penelitian	16
B. Waktu dan lokasi penelitian	16
C. Teknik pengumpulan data	16
D. Teknik analisa data	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Karakteristik frekuensi generator	17
B. Karakteristik tegangan pada generator oleh pengendali, excieter 35	35

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan 47

B. Saran 47

DAFTAR PUSTAKA 48

DAFTAR GAMBAR

	<i>Halaman</i>
Gambar 2.1 generator syinchrone	11
Gambar 2.2 generator manajemen relay	12
Gambar 2.3 transformator	12
Gambar 2.4 bendungan	13
Gambar 2.5 headphone	14
Gambar 2.6 pipa pesat	14
Gambar 2.7 bypass	15
Gambar 2.8 water lelvel controller	15
Gambar 4.1 Perubahan frekuensi terhadap kw	24
Gambar 4.2 perubahan frekuensi terhadap kvar	25
Gambar 4.3 perubahan frekuensi terhadap kva	26
Gambar 4.4 perubahan rpm terhadap kw	27
Gambar 4.5 perubahan rpm terhadap kvar	28
Gambar 4.6 perubahan rpm terhadap kva	29
Gambar 4.7 perubahan rpm terhadap frekuensi	30
Gambar 4.8 perubahan tegangan A-B terhadap kw	36
Gambar 4.9 perubahan tegangan A-B terhadap KVA	37
Gambar 4.10 perubahan tegangan A-B terhadap KVAR	38
Gambar 4.11 perubahan tegangan B_C terhadap KW	39
Gambar 4.12 perubahan tegangan B-C terhadap KVA	40

Gambar 4.13 perubahan tegangan B-C terhadap KVAR.....	41
Gambar 4.14 perubahan tegangan C-A terhadap KW.....	42
Gambar 4.15 perubahan tegangan C-A terhadap KVA.....	43
Gambar 4.16 perubahan tegangan C-A terhadap KVAR.....	44
Gambar 4.11 excieter	45

DAFTAR TABEL

	<i>Halaman</i>
Tabel 4.1 Data tegangan PLTMH	17
Tabel 4.2 perbandingan RPM yang terukur dan terhitung	32
Tabel 4.3 debit air	33
Tabel 4.4 Tegangan Generator	35

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Energi merupakan kebutuhan pokok manusia. Sumber energi sekarang didominasi oleh sumber energy primer seperti minyak bumi, gas alam dan batu bara, padahal sumber energi primer tersebut semakin lama persediannya semakin menipis dan tidak dapat diperbaharui oleh sebab itu dibutuhkan sumber energi alternative untuk kehidupan yang akan datang. Salah satunya yaitu pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH). Pemilihan PLTMH sebagai sumber energi terbaharukan karena Indonesia kaya akan potensi sumber daya air terlihat dari letak geografisnya. Mikrohidro adalah sumber pembangkit listrik terbatas yang memanfaatkan ketinggian aliran air pada level tertentu di sungai, yang kemudian digunakan untuk memutar turbin dan disambungkan kegenerator, sehingga generator tersebut menghasilkan sumber energi listrik yang dapat dimanfaatkan untuk sesuatu yang berguna. Dalam pembuatan mikro hidro diperlukan sebuah perancangan agar mikro hidro tersebut bekerja secara optimal, salah satunya yaitu mengatur putaran motor generator dalam keadaan tetap agar tegangan dan frekuensi yang dihasilkan stabil. Dalam paper berjudul "Rancang bangun pengontrolan beban secara elektronik pada pembangkit listrik", mengatakan tingkat performasi suatu system pembangkit listrik di tentukan oleh output hasil frekuensinya, terutama pembangkit listrik mikrohidro. Pemakaian bebanyang tidak menentu akan membuat frekuensi berubah dan membuat peralatan

listrik (beban) tersebut mudah rusak, pengontrolan beban secara elektronik pada pembangkit listrik ini dapat meminimalkan kerusakan akibat frekuensi keluaran dari system distribusi yang tidak stabil, penggunaan kontrol beban secara elektronik lebih murah disbanding control menggunakan governor, selain itu dimensi luasnyapun lebih ringkas dan praktis. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan sebuah penyelesaian dengan berbagai metode, Salah satu solusinya yaitu (*Induction Generator Controller*) IGC generator induksi 3 phase, adalah sebuah kendali yang mengatur beban elektronik, cara kerjanya yaitu generator akan dibebani dengan total bebanyang selalu konstan. Beban pada konsumen ditambah beban komplemen (semu) sama dengan kapasitas nominal generator. Hal ini mengakibatkan putaran generator senantiasa konstan. Sehingga tegangan dan frekuensi yang dihasilkan tetap pada 220V dan 50Hz. Penggunaan PID di dalam sistem kontrolnya diharapkan menghasilkan nilai output sesuai dengan yang diharapkan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan Latar Belakang dan Batasan Masalah yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaturan frekuensi oleh governor pada generator pltmh
2. Bagaimana pengaturan tegangan dan daya reaktif oleh sistem eksitasi (exciter)

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini yakni:

1. Menentukan seberapa persen penyimpangan frekuensi oleh governor
2. Menentukan seberapa persen penyimpangan tegangan oleh exciter

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah:

1. Untuk Menambah pengetahuan dan wawasan yang berkaitan dengan sistem pembangkitan tenaga listrik *Mikro Hidro*.
2. Sebagai bahan perbandingan antara teori yang diperoleh di bangku kuliah dengan kenyataan yang sebenarnya terjadi di lapangan.
3. Sebagai bahan bacaan dan informasi di lembaga Perguruan Tinggi Universitas Muhammadiyah Makassar pada Fakultas Teknik secara Umum dan Jurusan Teknik Elektro secara khusus.

E. Batasan Masalah

Penelitian ini penulis membahas tentang sistem kendali dari PLTMH dalam menghasilkan listrik.

F. Sistematika Penulisan

Bab I : Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, serta maksud dan tujuan dari penelitian yang dilakukan serta sistematika penulisan dari laporan hasil penelitian.

Bab II : Bab ini menjelaskan tentang teori-teori pendukung yang berkaitan dengan judul penelitian.

- Bab III : Bab ini menjelaskan tentang waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan, diagram balok dan gambar rangkaian penelitian, serta metode penelitian yang berisi langkah-langkah dalam proses melakukan penelitian.
- Bab IV : Bab ini menjelaskan tentang hasil dari penelitian, alat Danperhitungan serta pembahasan terkait judul penelitian.
- Bab V : Bab ini merupakan penutup yang berisi tentang kesimpulan dan saran terkait judul penelitian.
- Daftar Pustaka : Berisi tentang daftar sumber referensi penulis dalam memilih teori yang relevan dengan judul penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Energi Terbaharukan

Energi terbaharukan adalah energi yang berasal dari proses alam yang berkelanjutan dan mampu dihasilkan dalam waktu yang singkat seperti tenaga surya, tenaga angin, panas bumi dan lain-lain. Energi terbaharukan mulai dikenal pada tahun 1970-an. Sebagai upaya untuk mengimbangi pengembangan energi berbahan nuklir. Definisi paling umum adalah sumber energi yang dapat dengan cepat dipulihkan kembali secara alami dan prosesnya berkelanjutan.

B. Pembangkit Listrik Tenaga mikro hidro

Pembangkit Listrik Tenaga *Mikro Hidro* (PLTMH), adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerak seperti, saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*) dan jumlah debit air. *Mikrohidro* merupakan sebuah istilah yang terdiri dari kata mikro yang berarti kecil dan hidro yang berarti air. Secara teknis, *mikrohidro* memiliki tiga komponen utama yaitu air (sebagai sumber energi), turbin dan generator. *Mikrohidro* mendapatkan energi dari aliran air yang memiliki perbedaan ketinggian tertentu. Pada dasarnya, *mikrohidro* memanfaatkan energi potensial jatuhnya air (*head*). Semakin tinggi jatuhnya air maka semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik. Di samping faktor geografis (tata letak sungai), tinggi jatuhnya air dapat pula diperoleh dengan membendung aliran air sehingga permukaan air menjadi tinggi. Air dialirkan melalui sebuah pipa pesat ke dalam rumah pembangkit yang pada umumnya

dibangun di bagian tepi sungai untuk menggerakkan turbin atau kincir air *mikrohidro*. Energi mekanik yang berasal dari putaran poros turbinakan diubah menjadi energi listrik oleh sebuah generator. *Mikrohidro* bisa memanfaatkan ketinggian air yang tidak terlalu besar, misalnya dengan ketinggian air 2.5 meter dapat dihasilkan listrik 400 watt. Relatif kecilnya energi yang dihasilkan *mikrohidro* dibandingkan dengan PLTA skala besar, berimplikasi pada relatif sederhananya peralatan serta kecilnya areal yang diperlukan guna instalasi dan pengoperasian *mikrohidro*. Perbedaan antara Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dengan *mikrohidro* terutama pada besarnya tenaga listrik yang dihasilkan, PLTA dibawah ukuran 100 KW digolongkan sebagai *mikrohidro*. Dengan demikian, sistem pembangkit *mikrohidro* cocok untuk menjangkau ketersediaan jaringan energi listrik di daerah-daerah terpencil dan pedesaan.

Berhasilnya pembangkitan tenaga air tergantung daripada usaha untuk mendapatkan tinggi jatuh air dan debit yang besar secara efektif dan ekonomis. Pada umumnya debit yang besar membutuhkan fasilitas dengan ukuran yang besar untuk, misalnya, bangunan ambil air (*intake*), saluran air dan turbin, oleh karena itu tinggi jatuh yang besar dengan sendirinya lebih murah. Di hulu sungai di mana pada umumnya kemiringan dasar sungai lebih curam akan mudah diperoleh tinggi jatuh yang besar. Sebaliknya di sebelah hilir sungai, tinggi jatuh rendah dan debit besar. Oleh karena itu bagian hulu sungai lebih ekonomis, sedangkan bagian hilirnya kurang ekonomis mengingat tinggi jatuh yang kecil dan debit yang besar tadi.

Pembangkitan tenaga air tergantung pada kondisi geografis, keadaan curah hujan dan areal penampungan aliran (*catchment area*). Jadi, pembangunan pembangkit tenaga air dapat dilaksanakan di banyak daerah dengan skala kapasitas yang bermacam-macam.

PLTMH umumnya merupakan pembangkit listrik jenis *run of river* dimana tinggi diperoleh tidak dengan cara membangun bendungan besar, melainkan dengan mengalihkan aliran air sungai ke satu sisi dari sungai tersebut selanjutnya mengalirkannya lagi ke sungai pada suatu tempat dimana beda tinggi yang diperlukan sudah diperoleh. Air dialirkan ke Rumah pembangkit (*Power House*). Air akan memutar sudu turbin (*runner*), kemudian air tersebut dikembalikan ke sungai asalnya. Energi mekanik dari putaran poros turbin akan diubah menjadi energi listrik oleh sebuah generator. Pembangkit listrik tenaga air dibawah 100 kW digolongkan sebagai PLTMH.

Biasanya *Mikrohidro* dibangun berdasarkan adanya air yang mengalir di suatu daerah dengan kapasitas dan ketinggian yang memadai. Istilah kapasitas mengacu kepada jumlah volume aliran air persatuan waktu (*flow capacity*) sedangkan beda ketinggian daerah aliran sampai ke instalasi dikenal dengan istilah head. *Mikrohidro* juga dikenal sebagai *white resources* dengan terjemahan bebasnya yaitu "energi putih". Sebab instalasi pembangkit listrik seperti ini menggunakan sumber daya yang disediakan oleh alam dan ramah lingkungan. Suatu kenyataan bahwa alam memiliki air terjun atau jenis lainnya yang menjadi tempat air mengalir. Dengan perkembangan teknologi sekarang maka energi aliran air

beserta energi dari pengaruh perbedaan ketinggian dengan daerah tertentu (tempat instalasi yang akan dibangun) akan dapat diubah menjadi energi listrik.

C. Prinsip Kerja PLTMH

Prinsip dasar mikrohidro adalah pemanfaatan energi potensial yang memiliki aliran air pada jarak ketinggian tertentu dari tempat instalasi pembangkit listrik. Sebuah skema mikrohidro memerlukan dua hal yaitu debit air dan ketinggian jatuh untuk menghasilkan tenaga yang dapat dimanfaatkan.

D. Sistem kendali

1. Generator

Generator sinkron merupakan generator yang bekerja secara sinkron, yaitu berarti frekuensi listrik yang dihasilkan oleh generator tersebut sinkron dengan putaran mekanisnya. Rotornya, yang diputar dengan penggerak mula, terdiri dari belitan medan dengan suplai arus searah yang menghasilkan medan magnet putar dengan kecepatan dan arah putar yang sama dengan putaran rotor tersebut. Hubungan antara medan magnet dalam mesin dengan frekuensi listrik dalam stator. Generator sinkron dalam PLTMH menggunakan frekuensi yang sama dengan system tenaga listrik di Indonesia, yaitu ± 50 Hz. Hal ini disebabkan karena para produsen generator maupun turbin tentunya mempunyai batasan dan tentunya setelah para produsen bereksperimen puluhan tahun dengan mempertimbangkan segala sudut teknis maka dibuatlah standar yang 50 hz dan 60 hz itu, yg tentunya dinilai cukup efektif untuk kestabilan beban dan efisien dari sisi teknis maupun ekonomis. Eropa menggunakan 50 hz dan Amerika menggunakan 60 hz. Setelah adanya standarisasi maka semua peralatan listrik didesain mengikuti ketentuan ini.

Jadi logikanya kalau 50 hz atau 60 hz saja sudah mampu membuat lampu tidak kelihatan kedap-kedip untuk apalagi dibuat frekuensi lebih tinggi yang akan memerlukan turbin super kencang dan sumber energi lebih banyak sehingga tidak efisien.

2. Kendali tegangan pada generator

Pada dasarnya konstruksi dari generator sinkron adalah sama dengan konstruksi motor sinkron, dan secara umum biasa disebut mesin sinkron. Ada dua struktur kumparan pada mesin sinkron yang merupakan dasar kerja dari mesin tersebut, yaitu kumparan yang mengalirkan penguatan DC (membangkitkan medan magnet, biasa disebut sistem eksitasi) dan sebuah kumparan (biasa disebut jangkar) tempat dibangkitkannya GGL arus bola-balik.

3. Prinsip kerja generator sinkron

Jika sebuah kumparan diputar pada kecepatan konstan pada medan magnet homogen, maka akan terinduksi tegangan sinusoidal pada kumparan tersebut. Medan magnet bisa dihasilkan oleh kumparan yang dialiri arus DC atau oleh magnet tetap.

Pada generator sinkron, digunakan tipe generator dengan kutub internal (internal pole generator), yang mana medan magnet dibangkitkan oleh kutub rotor dan tegangan AC dibangkitkan pada rangkaian stator. Tegangan yang dihasilkan akan sinusoidal jika rapat fluks magnet pada celah udara terdistribusi sinusoidal dan rotor diputar pada kecepatan konstan. Tegangan AC tiga fasa dibangkitkan pada mesin sinkron kutub internal pada tiga kumparan stator yang diset sedemikian rupa sehingga membentuk beda fasa dengan sudut 120° .

4. Kecepatan Putar pada Generator

Frekuensi listrik yang dihasilkan generator dirumuskan sebagai berikut :

$$F = (p \times N)/120$$

p = jumlah kutub

N = kecepatan rotor mekanis (rpm)

Frekuensi listrik yang dihasilkan generator sinkron adalah sinkron dengan kecepatan putar generator. Rotor generator sinkron terdiri atas rangkaian elektromagnet dengan suplai arus DC. Medan magnet rotor bergerak pada arah putaran rotor.

5. Exciter

Exciter merupakan alat yang digunakan untuk membangkitkan arus listrik DC untuk disalurkan ke rotor generator. Generator sendiri merupakan peralatan yang berfungsi untuk membangkitkan energi listrik dengan cara mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Pada pembangkit PLTU ataupun pembangkit lainnya, exciter dan generator dipasang 1 poros dengan turbin. Exciter membangkitkan arus listrik DC dan disalurkan ke kumparan rotor sehingga timbul medan magnetik. Ketika rotor diputar akan menimbulkan induksi magnetik di sisi stator.

Exciter terdiri dari dua jenis yaitu

- pilot exciter

Pilot Exciter merupakan exciter mula yang digunakan untuk membangkitkan listrik AC untuk disalurkan menuju main exciter. Pilot exciter memiliki rotor berupa magnet batang dan stator yang berupa kumparan. Ketika poros turbin

bergerak akibat pergerakan turbin, maka akan poros eksiter akan bergerak sehingga menyebabkan poros pilot exciter berputar. Perubahan fluks magnet yang memotong kumparan inilah yang menyebabkan timbulnya arus listrik AC.

- Main exciter

Main exciter merupakan exciter yang berfungsi untuk membangkitkan arus listrik AC untuk disalurkan menuju rotor generator. Rotor pada main exciter bukan merupakan magnet batang, melainkan kumparan. Konstruksi dari main exciter hampir dikatakan sama dengan konstruksi Generator dimana rotornya merupakan kumparan (armature/winding)

Listrik AC yang dihasilkan pilot exciter akan diubah terlebih dahulu oleh Regulator AVR untuk diubah menjadi listrik DC. Listrik DC ini lah yang akan digunakan untuk menimbulkan medan magnetik pada rotor.



Gambar 2.1 generator synchrone

Generator ini berfungsi untuk menghasilkan listrik dari putaran mekanis. Generator memiliki bearing DS (drive shaft) dan bearing NDS (non drive shaft) yang didinginkan oleh oli.



Gambar 2.2 generator manajemen relay

Relay proteksi untuk generator memberikan informasi tegangan, arus, power, temperatur, pesan eror dari generator.



gambar 2.3 transformator

berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan tegangan AC (arus bolak balik) pada frekuensi yang sama.

6. Debit air

memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah air yang jatuh (debit) perdetik yang ada pada saluran air terjun. Energi ini selanjutnya menggerakkan turbin, kemudian turbin kita hubungkan dengan generator untuk menghasilkan

listrik.Selanjutnya listrik yang dihasilkan oleh generator ini dialirkan ke rumah-rumah dengan memasang pengaman (sekring). Yang perlu diperhatikan dalam merancang sebuah PLTMH adalah menyesuaikan antara debit air yang tersedia dengan besarnya generator yang digunakan. Jangan sampai generator yang dipakai terlalu besar atau terlalu kecil dari debit air yang ada.



Gambar 2.4 bendungan

Berfungsi untuk mengalirkan air melalui sebuah pembuka dibagian sisi sungai ke waterway. Terdiri dari 2 pintu intake dan 2 pintu flushing. Memilik trash rake untuk penyaring sampah dan endapan lumpur.



Gambar 2.5 headphone

Berfungsi untuk menenangkan aliran air dan mencegah turbulensi air sebelum diterjunkan melalui penstock.



Gambar 2.6 pipa pesat

Berfungsi mengalirkan air sebelum masuk ke turbin. Dalam pipa ini, energi potensial air dikolam penenang diubah menjadi energi kinetik yang akan memutar roda turbin.



Gambar 2.7 bypass

Sebagai pengisian awal turbin untuk mencegah tekanan tinggi secara tiba-tiba ketika mengisi turbin yang kosong.



gambar 2.8 water level controller

Memberikan informasi ketinggian air dan batas aman headphone.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Metode yang dipakai adalah penelitian yang didasarkan pada data pengamatan yang dimana frekuensi pada generator dan daya reaktif oleh sistem eksitasi (exciter).

B. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan mulai bulan Agustus 2017 dan bertempat di Pembangkit Listrik Tenaga *Mikro Hidro* (PLTMH) Desa Pattaneteang Kec. TompoBulu Kab. Bantaeng.

C. Teknik Pengumpulan Data

Cara yang digunakan dalam pengambilan data pada penelitian ini adalah pengambilan data tegangan yang dihasilkan dalam satu hari dan proses pengendalian generator.

D. Teknik Analisa Data

Adapun Teknik Analisa Data yang digunakan yakni analisa deskriptif. Analisa ini memberikan penjelasan atau gambaran tentang keadaan dari Pembangkit yang diteliti mulai dari pembangkitan daya dan tegangan yang dihasilkan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik frekuensi generator

Tabel 4.1 Data tegangan PLTMH

WAKTU	P (KW)	Q (KVAR)	S (KVA)	FREKUENSI (Hz)	KECEPATAN (RPM)	Cos
00:00	2136	145	2141	49,91	999	0,9
01:00	2202	307	2223,298	49,85	998	0,9
02:00	2080	285	2100	49,65	994	0,9
03:00	2164	322	2188	49,98	1000	0,9
04:00	2183	130	2187	49,81	997	0,9
05:00	2169	349	2197	50,07	1002	0,9
06:00	2181	357	2210,025	50,02	1001	0,9
07:00	2157	441	2202	50,25	1005	0,9
08:00	2182	227	2194	49,91	998	0,9
09:00	2179	222	2190,28	50,02	1001	0,9
10:00	2173	225	2185	49,89	998	0,9
11:00	1946	289	1967,343	49,91	998	0,9
12:00	2158	230	2170,222	49,97	999	0,9
13:00	2158	229	2170,116	49,93	999	0,9
14:00	2152	233	2165	50,01	1001	0,9
15:00	2145	227	2157	49,96	999	0,9
16:00	2158	132	2162,033	50,14	1002	0,9
17:00	2157	130	2161	50	1001	0,9
18:00	2163	114	2166,002	50,04	1001	0,9
19:00	2155	150	2160,214	50,01	1000	0,9
20:00	2156	104	2159	50,05	1001	0,9
21:00	2143	114	2146,03	49,91	999	0,9
22:00	2155	132	2159,039	49,07	1001	0,9
23:00	2150	229	2162,161	49,99	1000	0,9

- Daya

$$1. S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{2136^2 + 145^2}$$

$$S = \sqrt{4562496 + 21025}$$

$$S = \sqrt{4583521}$$

$$S = 2141 \text{ KVA}$$

$$2. S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{2202^2 + 307^2}$$

$$S = \sqrt{4848804 + 94249}$$

$$S = \sqrt{4943053}$$

$$S = 2223,298 \text{ KVA}$$

$$3. S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{2080^2 + 285^2}$$

$$S = \sqrt{4326400 + 81225}$$

$$S = \sqrt{4407625}$$

$$S = 2100 \text{ KVA}$$

$$4. S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{2164^2 + 322^2}$$

$$S = \sqrt{4682896 + 103684}$$

$$S = \sqrt{4786580}$$

$$S = 2188 \text{ KVA}$$

$$5. S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{2183^2 + 130^2}$$

$$S = \sqrt{4765489 + 16900}$$

$$S = \sqrt{4782389}$$

$$S = 2187\text{KVA}$$

$$6. S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{2169^2 + 349^2}$$

$$S = \sqrt{4704561 + 121801}$$

$$S = \sqrt{4826362}$$

$$S = 2197\text{KVA}$$

$$7. S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{2181^2 + 357^2}$$

$$S = \sqrt{4756761 + 127449}$$

$$S = \sqrt{4884210}$$

$$S = 2210,025\text{KVA}$$

$$8. S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{2157^2 + 441^2}$$

$$S = \sqrt{4652649 + 194481}$$

$$S = \sqrt{4847130}$$

$$S = 2202\text{KVA}$$

$$9. S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{2182^2 + 227^2}$$

$$S = \sqrt{4761124 + 51529}$$

$$S = \sqrt{4812653}$$

$$S = 2194\text{KVA}$$

$$10. S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{2179^2 + 222^2}$$

$$S = \sqrt{4748041 + 49284}$$

$$S = \sqrt{4797325}$$

$$S = 2190,28\text{KVA}$$

$$11. S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{2173^2 + 225^2}$$

$$S = \sqrt{4721929 + 50625}$$

$$S = \sqrt{4772554}$$

$$S = 2185\text{KVA}$$

$$12. S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{1946^2 + 289^2}$$

$$S = \sqrt{3786916 + 83521}$$

$$S = \sqrt{3870437}$$

$$S = 1967,343\text{KVA}$$

$$13. S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{2158^2 + 230^2}$$

$$S = \sqrt{4656964 + 52900}$$

$$S = \sqrt{4709864}$$

$$S = 2170,222\text{KVA}$$

$$14. S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{2158^2 + 229^2}$$

$$S = \sqrt{4656964 + 52441}$$

$$S = \sqrt{4709405}$$

$$S = 2170,116\text{KVA}$$

$$15. S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{2152^2 + 233^2}$$

$$S = \sqrt{4631104 + 54289}$$

$$S = \sqrt{4685393}$$

$$S = 2165\text{KVA}$$

$$16. S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{2145^2 + 227^2}$$

$$S = \sqrt{4601025 + 51529}$$

$$S = \sqrt{4652554}$$

$$S = 2157\text{KVA}$$

$$17. S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{2158^2 + 132^2}$$

$$S = \sqrt{4656964 + 17424}$$

$$S = \sqrt{4674388}$$

$$S = 2162,033\text{KVA}$$

$$18. S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{2157^2 + 130^2}$$

$$S = \sqrt{4652649 + 16900}$$

$$S = \sqrt{4669549}$$

$$S = 2161\text{KVA}$$

$$19. S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{2163^2 + 114^2}$$

$$S = \sqrt{4678569 + 12996}$$

$$S = \sqrt{4691565}$$

$$S = 2166,002\text{KVA}$$

$$20. S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{2155^2 + 150^2}$$

$$S = \sqrt{4644025 + 22500}$$

$$S = \sqrt{4666525}$$

$$S = 2160,214\text{KVA}$$

$$21. S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{2156^2 + 104^2}$$

$$S = \sqrt{4648336 + 10816}$$

$$S = \sqrt{4659152}$$

$$S = 2159\text{KVA}$$

$$22. S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{2143^2 + 114^2}$$

$$S = \sqrt{4592449 + 12996}$$

$$S = \sqrt{4605445}$$

$$S = 2146,03\text{KVA}$$

$$23. S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{2155^2 + 132^2}$$

$$S = \sqrt{4644025 + 17424}$$

$$S = \sqrt{4661449}$$

$$S = 2159,039\text{KVA}$$

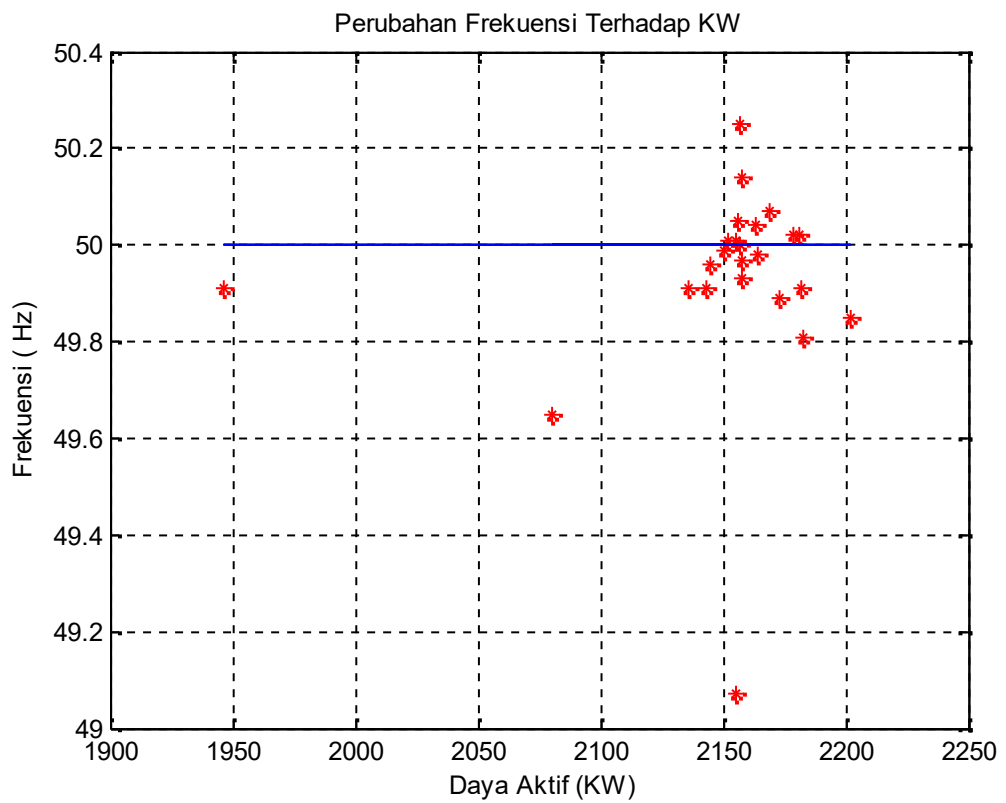
$$24. S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{2150^2 + 229^2}$$

$$S = \sqrt{4622500 + 52441}$$

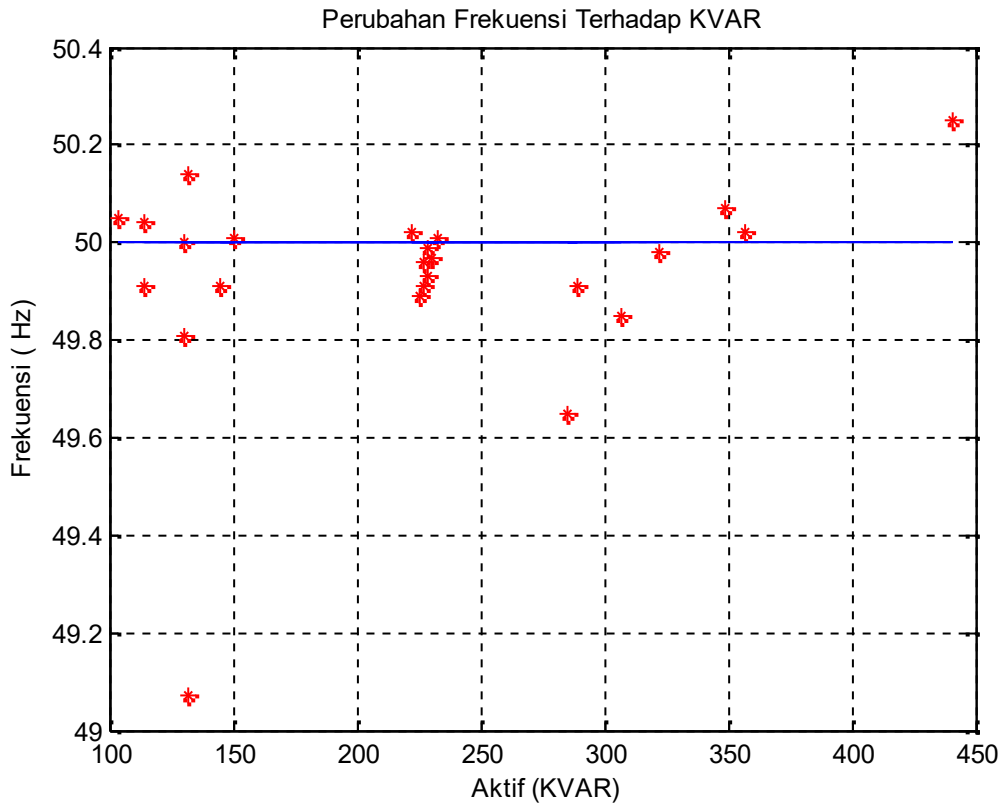
$$S = \sqrt{4674941}$$

$$S = 2162,161\text{KVA}$$



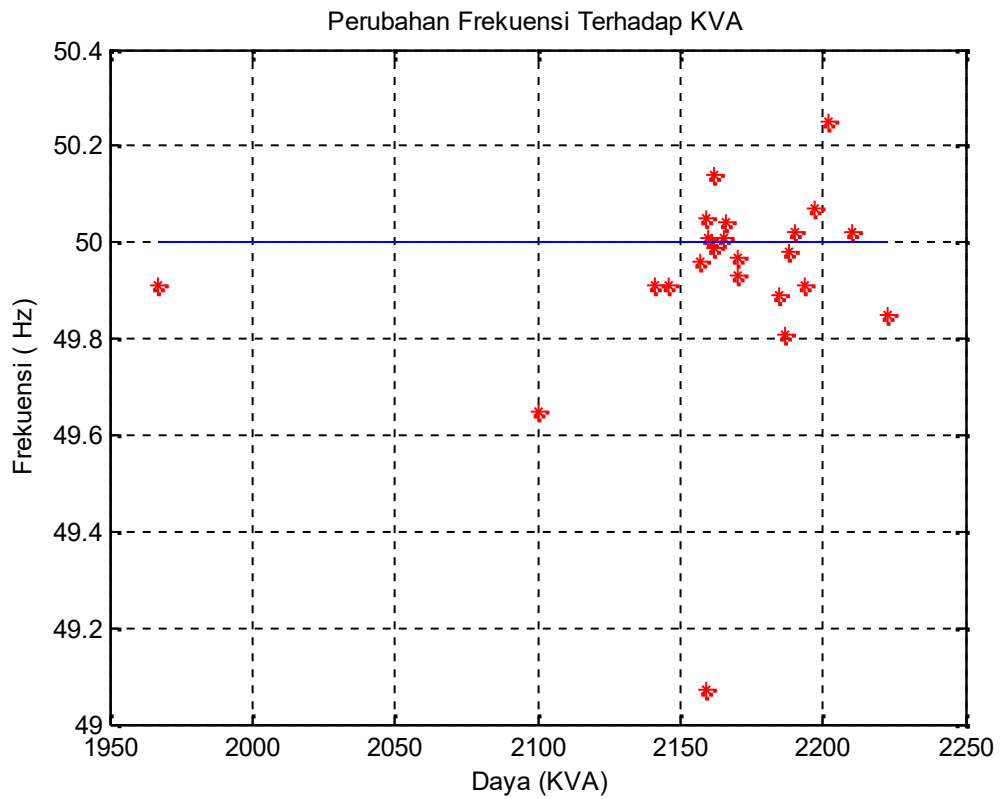
Gambar 4.1 perubahan frekuensi terhadap kw

Dari gambar 4.1 dapat diketahui bahwa perubahan frekuensi maksimal 50,25 Hz menghasilkan 2136kw dan frekuensi minimal 49,65Hz menghasilkan 208kw.



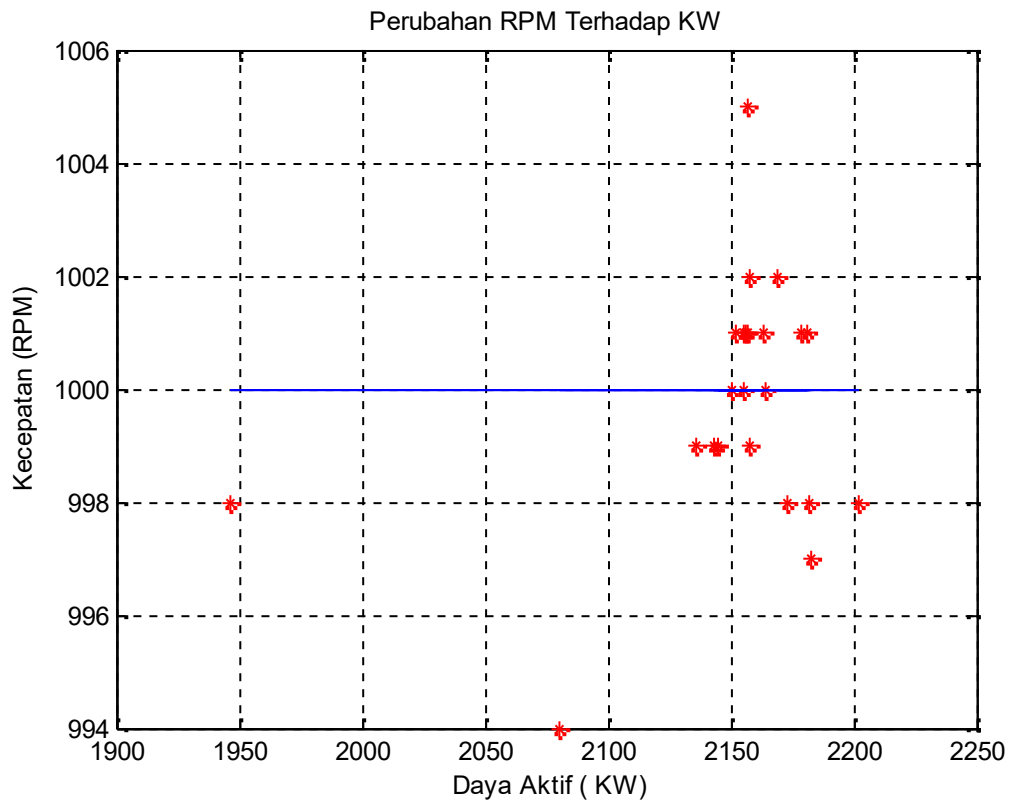
Gambar 4.2 perubahan frekuensi terhadap kvar

Dari gambar 4.2 dapat diketahui bahwa perubahan frekuensi maksimal 50,25Hz menghasilkan 441kvar dan frekuensi minimal 49,07Hz menghasilkan 130kvar.



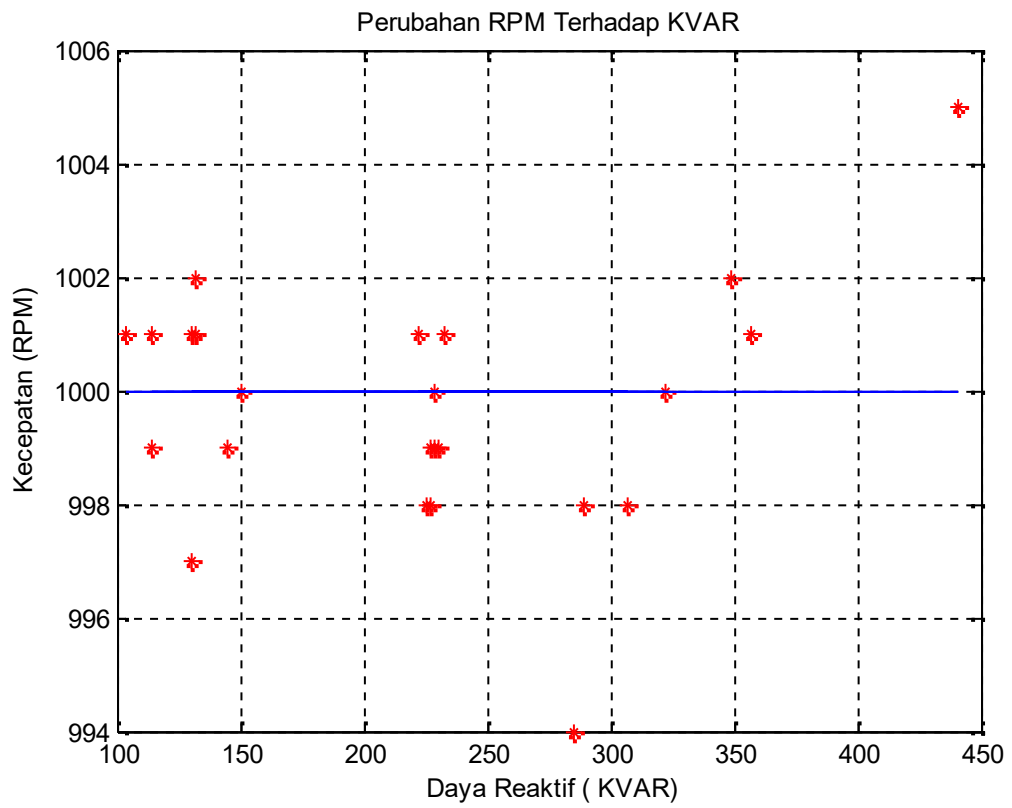
Gambar 4.3 perubahan frekuensi terhadap kva

Dari gambar 4.3 dapat diketahui bahwa perubahan frekuensi maksimal 50,25Hz menghasilkan 2202kva dan frekuensi minimal 59,65Hz menghasilkan 2100kva.



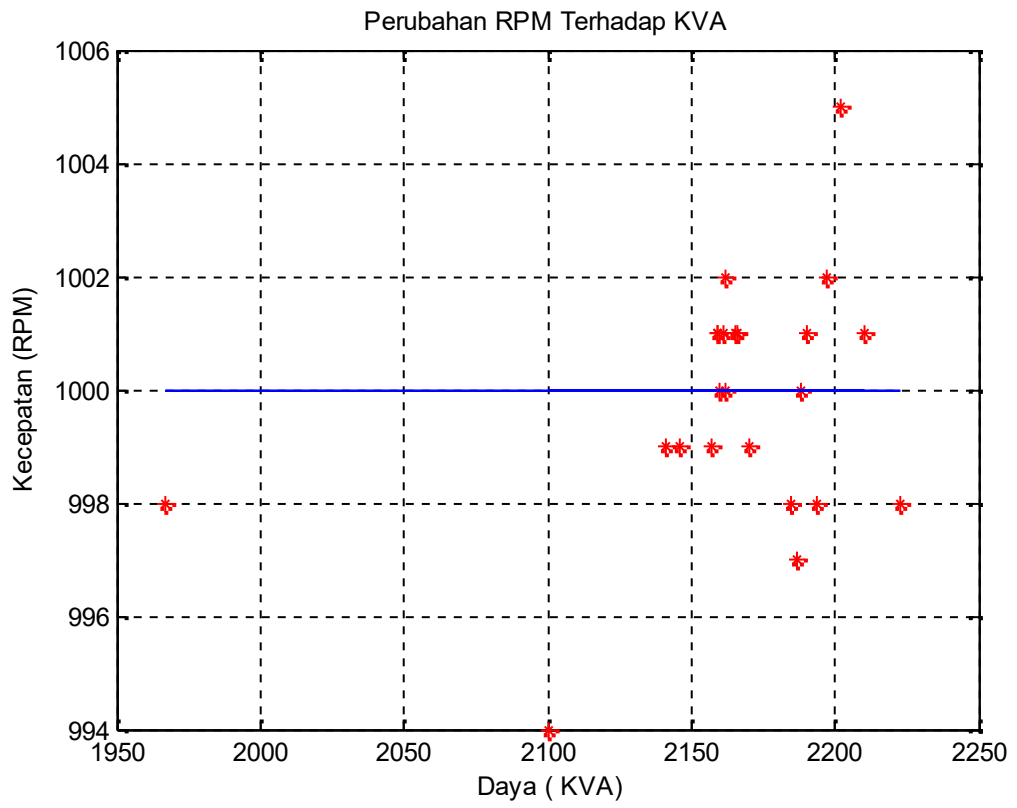
Gambar 4.4 perubahan rpm terhadap kw

Dari gambar 4.4 dapat diketahui bahwa perubahan maksimal dari 1005 rpm menghasilkan 2157 kw dan perubahan minimal 994 rpm menghasilkan 2080 kw.



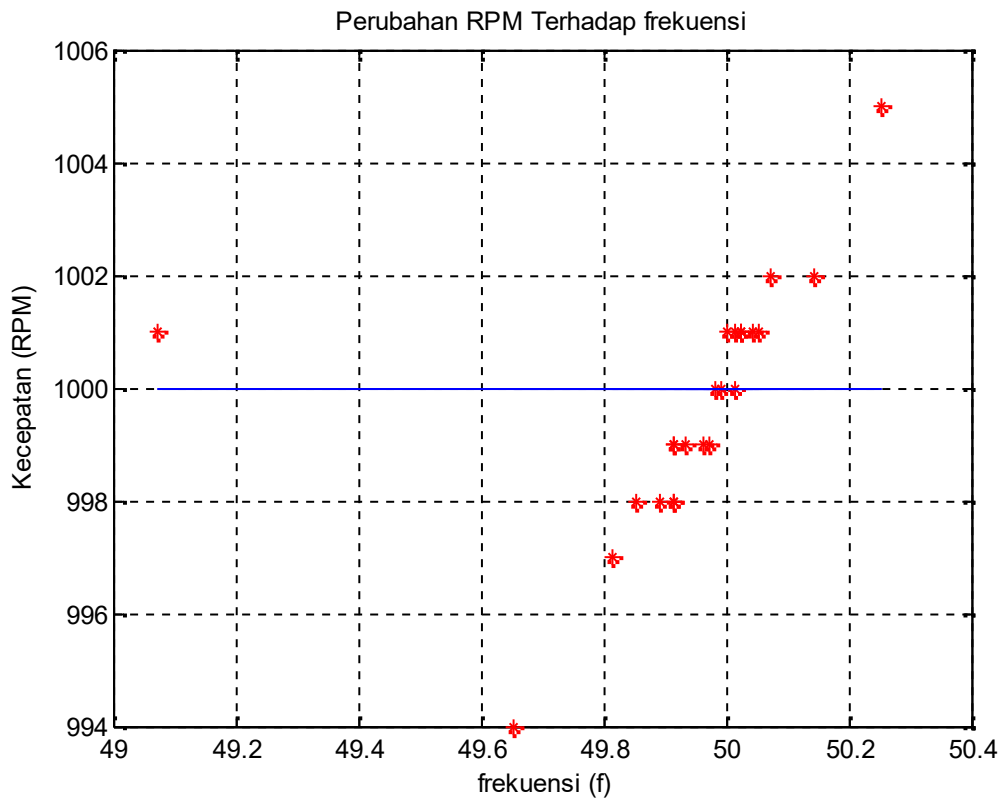
Gambar 4.5 perubahan rpm terhadap kvar

Dari gambar 4.5 dapat diketahui bahwa perubahan maksimal dari 1005 rpm menghasilkan 441 kvar dan perubahan minimal 994 rpm menghasilkan 285 kvar.



Gambar 4.6 perubahan rpm terhadap kva

Dari gambar 4.6 dapat diketahui bahwa perubahan maksimal dari 1005 rpm menghasilkan 2202 kva dan perubahan minimal 994 rpm menghasilkan 2100kva.



Gambar 4.7 perubahan rpm terhadap frekuensi

Dari gambar 4.7 dapat diketahui bahwa perubahan maksimal dari 1005 rpm menghasilkan 50,25 Hz dan perubahan minimal 994 rpm menghasilkan 49,65 Hz..

- Kecepatan

$$N_s = \frac{120 \cdot f}{P} = \frac{120 \cdot 49,91}{6} = \frac{5989,2}{6} = 998,2 \text{ RPM}$$

$$N_s = \frac{120 \cdot f}{P} = \frac{120 \cdot 49,85}{6} = \frac{5982}{6} = 997 \text{ RPM}$$

$$N_s = \frac{120 \cdot f}{P} = \frac{120 \cdot 49,65}{6} = \frac{5958}{6} = 993 \text{ RPM}$$

$$N_s = \frac{120 \cdot f}{P} = \frac{120 \cdot 49,98}{6} = \frac{5997,6}{6} = 999,6 \text{ RPM}$$

$$N_s = \frac{120 \cdot f}{P} = \frac{120 \cdot 49,81}{6} = \frac{5977,2}{6} = 999,2 \text{ RPM}$$

$$N_s = \frac{120.f}{P} = \frac{120 \cdot 50,07}{6} = \frac{6008,4}{6} = 1001,4 \text{ RPM}$$

$$N_s = \frac{120.f}{P} = \frac{120 \cdot 50,02}{6} = \frac{6002,4}{6} = 1000,4 \text{ RPM}$$

$$N_s = \frac{120.f}{P} = \frac{120 \cdot 50,25}{6} = \frac{6030}{6} = 1005 \text{ RPM}$$

$$N_s = \frac{120.f}{P} = \frac{120 \cdot 49,91}{6} = \frac{5989,2}{6} = 998,2 \text{ RPM}$$

$$N_s = \frac{120.f}{P} = \frac{120 \cdot 50,02}{6} = \frac{6002,4}{6} = 1000,4 \text{ RPM}$$

$$N_s = \frac{120.f}{P} = \frac{120 \cdot 49,89}{6} = \frac{5986,8}{6} = 997,8 \text{ RPM}$$

$$N_s = \frac{120.f}{P} = \frac{120 \cdot 49,91}{6} = \frac{5989,2}{6} = 998,2 \text{ RPM}$$

$$N_s = \frac{120.f}{P} = \frac{120 \cdot 49,97}{6} = \frac{5996,4}{6} = 999,4 \text{ RPM}$$

$$N_s = \frac{120.f}{P} = \frac{120 \cdot 49,93}{6} = \frac{5991,6}{6} = 998,6 \text{ RPM}$$

$$N_s = \frac{120.f}{P} = \frac{120 \cdot 50,01}{6} = \frac{6001,2}{6} = 1000,2 \text{ RPM}$$

$$N_s = \frac{120.f}{P} = \frac{120 \cdot 49,96}{6} = \frac{5995,2}{6} = 999,2 \text{ RPM}$$

$$N_s = \frac{120.f}{P} = \frac{120 \cdot 50,14}{6} = \frac{6016,8}{6} = 1002,8 \text{ RPM}$$

$$N_s = \frac{120.f}{P} = \frac{120 \cdot 50}{6} = \frac{6000}{6} = 1000 \text{ RPM}$$

$$N_s = \frac{120.f}{P} = \frac{120 \cdot 50,04}{6} = \frac{6004,8}{6} = 1000,8 \text{ RPM}$$

$$N_s = \frac{120.f}{P} = \frac{120 \cdot 50,01}{6} = \frac{6001,2}{6} = 1000,2 \text{ RPM}$$

$$N_s = \frac{120.f}{P} = \frac{120 \cdot 50,05}{6} = \frac{6006}{6} = 1001 \text{ RPM}$$

$$N_s = \frac{120.f}{P} = \frac{120 \cdot 49,91}{6} = \frac{5989,2}{6} = 998,2 \text{ RPM}$$

$$N_s = \frac{120.f}{P} = \frac{120 \cdot 49,97}{6} = \frac{5996,4}{6} = 999,4 \text{ RPM}$$

$$N_s = \frac{120.f}{P} = \frac{120 \cdot 49,99}{6} = \frac{5998,8}{6} = 999,8 \text{ RPM}$$

Tabel 4.2 perbandingan RPM yang terukur dan terhitung

FREKUENSI (Hz)	RPM YANG TERUKUR	RPM YANG TERHITUNG
49,91	999	998,2
49,85	998	997
49,65	994	993
49,98	1000	999,6
49,81	997	999,2
50,07	1002	1001,4
50,02	1001	1000,4
50,25	1005	1005
49,91	998	998,2
50,02	1001	1000,4
49,89	998	997,8
49,91	998	998,2
49,97	999	999,4
49,93	999	998,6
50,01	1001	1000,2
49,96	999	999,2
50,14	1002	1002,8
50	1001	1000
50,04	1001	1000,8
50,01	1000	1000,2
50,05	1001	1001
49,91	999	998,2
49,97	1001	999,4
49,99	1000	999,8

Dari tabel 4.2 dapat diketahui bahwa frekuensi maksimal 50,25 Hz dari yang terukur menghasilkan 1005 RPM dan terhitung menghasilkan 1005 RPM. Frekuensi minimal 49,65 Hz dari yang terukur menghasilkan 994 RPM dan yang terhitung menghasilkan 993 RPM.

Tabel 4.3 debit air

Frekuensi	Pintu air %	Debit air m ³ /detik
49.91	99,6	3,74
49.85	100	3,76
49.65	90,1	3,39
49.98	99,2	3,73
49.81	99,2	3,73
50.07	100	3,76
50.02	100	3,76
50.25	100	3,76
49.91	99,4	3,74
50.02	100	3,76
49.89	100	3,76
49.91	84,9	3,19
49.97	100	3,76
49.93	100	3,76
50.01	99,9	3,76
49.96	99,9	3,76
50.14	99,9	3,76
50	99,9	3,76
50.04	99,9	3,76
50.01	99,9	3,76
50.05	99,9	3,76
49.91	99,9	3,76
49.07	99,9	3,76
49.99	99,9	3,76

Dari tabel 4.3 dapat diketahui bahwa frekuensi maksimal 50,25 dengan bukaan air 100% menghasilkan debit air 3,76 m³/detik dan frekuensi minimal bukaan air 84% menghasilkan debit air 3,19 m³/detik.

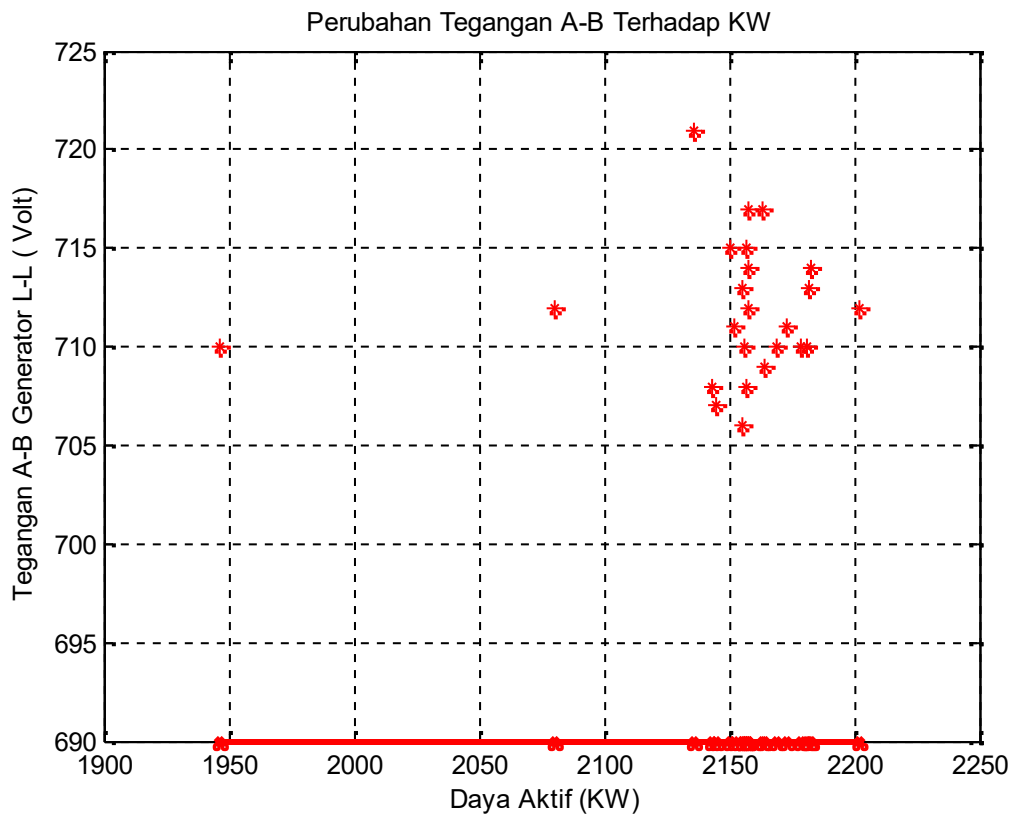
$$\begin{aligned}f &= \frac{f_{\max} - f}{f} \times 100\% \\&= \frac{50,25 \text{ Hz} - 50 \text{ Hz}}{50 \text{ Hz}} \times 100 \% \\&= \frac{0,25}{50} \times 100 \\&= 0,5 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}f &= \frac{f_{\min} - f}{f} \times 100\% \\&= \frac{49,65 \text{ Hz} - 50 \text{ Hz}}{50 \text{ Hz}} \times 100 \% \\&= \frac{0,35}{50} \times 100 \\&= 0,7 \%\end{aligned}$$

B. Karakteristik tegangan pada generator oleh pengendali, excieter

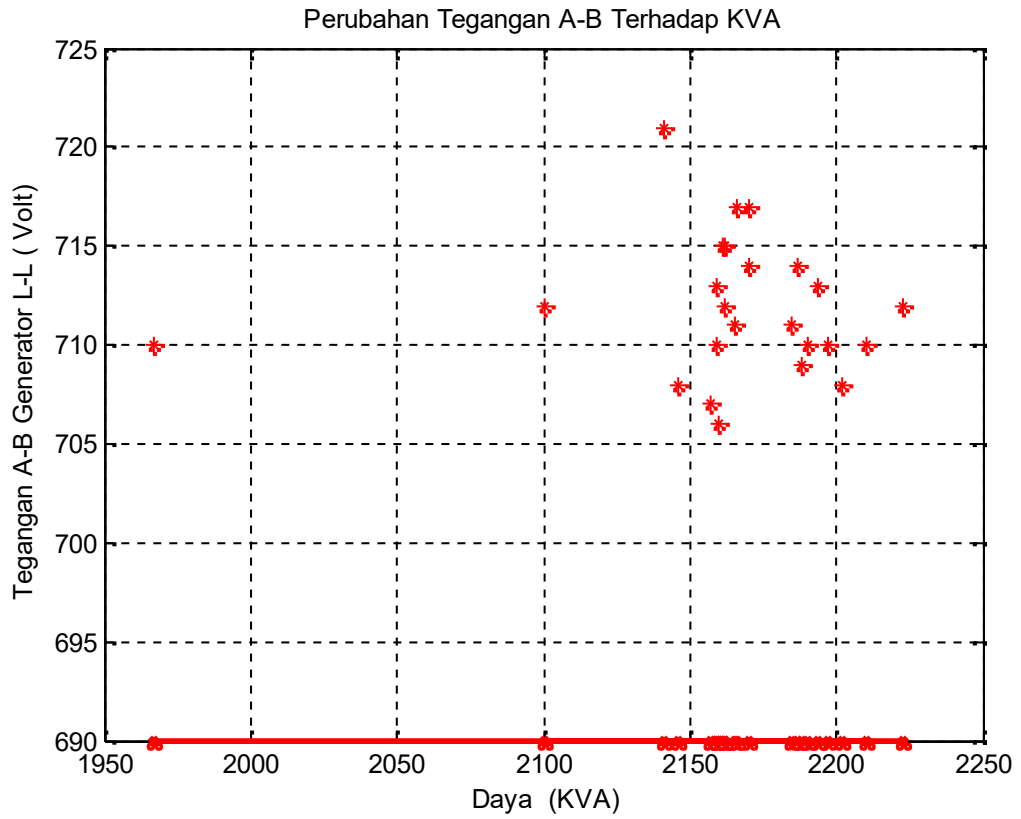
Tabel 4.4 Tegangan Generator

Waktu	Generator			P (KW)	Q (KVAR)	S (KVA)
	A-B	B-C	C-A			
0:00	721	714	716	2136	145	2141
1:00	712	704	707	2202	307	2223,298
2:00	712	703	706	2080	285	2100
3:00	709	701	704	2164	322	2188
4:00	714	702	707	2183	130	2187
5:00	710	702	705	2169	349	2197
6:00	710	702	705	2181	357	2210,025
7:00	708	694	699	2157	441	2202
8:00	713	706	709	2182	227	2194
9:00	710	701	705	2179	222	2190,28
10:00	711	705	707	2173	225	2185
11:00	710	705	706	1946	289	1967,343
12:00	717	707	711	2158	230	2170,222
13:00	714	708	711	2158	229	2170,116
14:00	711	702	705	2152	233	2165
15:00	707	697	703	2145	227	2157
16:00	712	705	705	2158	132	2162,033
17:00	715	707	710	2157	130	2161
18:00	717	707	710	2163	114	2166,002
19:00	706	701	700	2155	150	2160,214
20:00	710	703	704	2156	104	2159
21:00	708	700	701	2143	114	2146,03
22:00	713	706	707	2155	132	2159,039
23:00	715	709	711	2150	229	2162,161



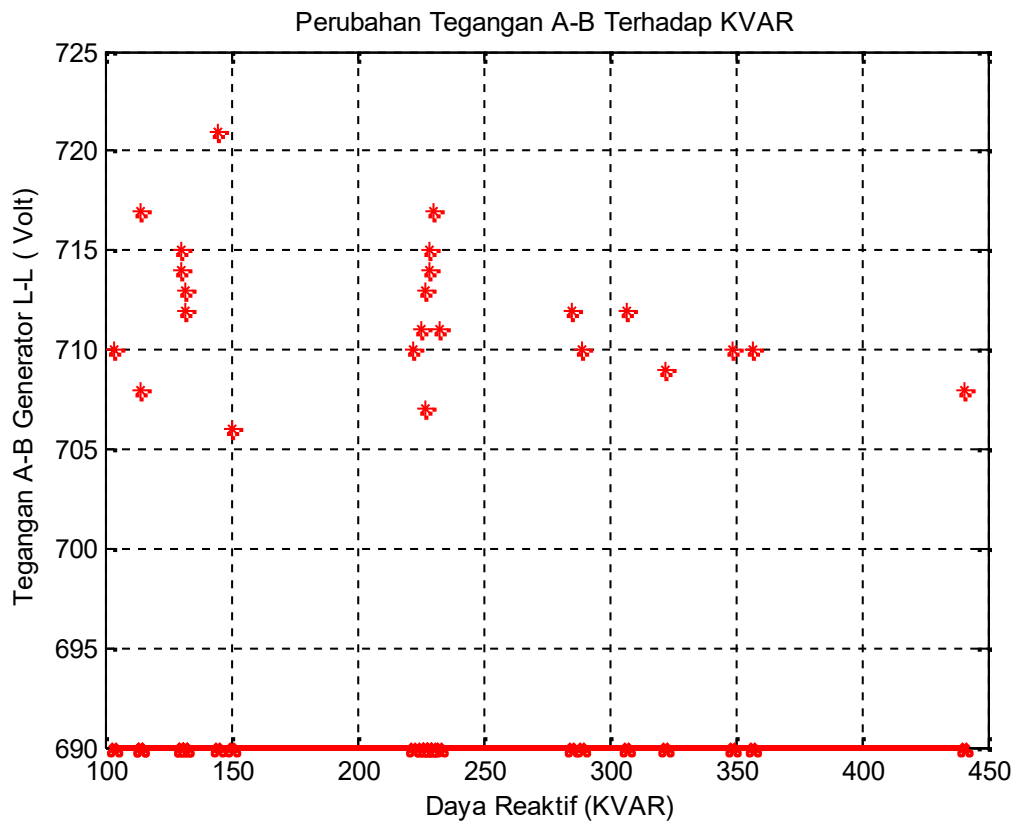
Gambar 4.8 perubahan tegangan A-B terhadap kw

Dari gambar 4.8 dapatdiketahuibahwadengan minimal tegangan generator 690 Volt terjadiperubahanmaksimaldaritegangan A-B 721 Volt menghasilkan 2136 KW dan minimal tegangan 706 Volt menghasilkan2155 KW.



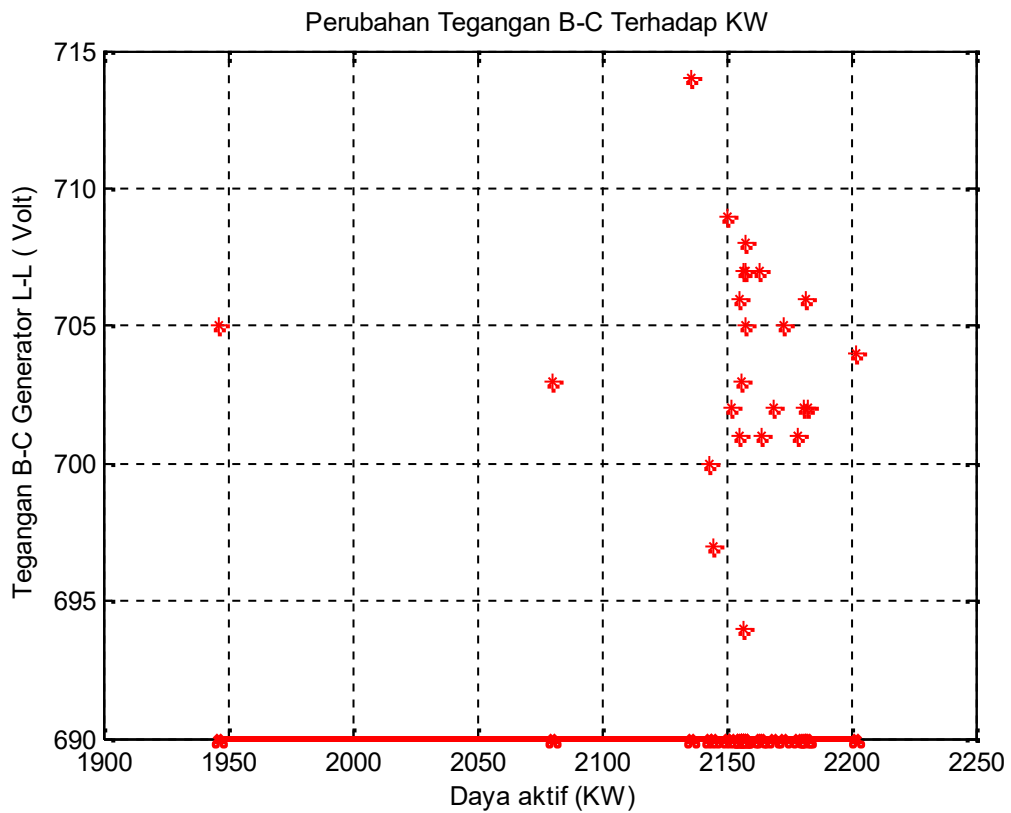
Gambar 4.9 perubahan tegangan A-B terhadap KVA

Dari gambar 4.9 dapatdiketahuibahwadengan minimal tegangan generator 690 Volt terjadiperubahanmaksimaldaritegangan A-B 721 Volt menghasilkan 2141 KVA dan minimal tegangan 706 Volt menghasilkan 2160 KVA.



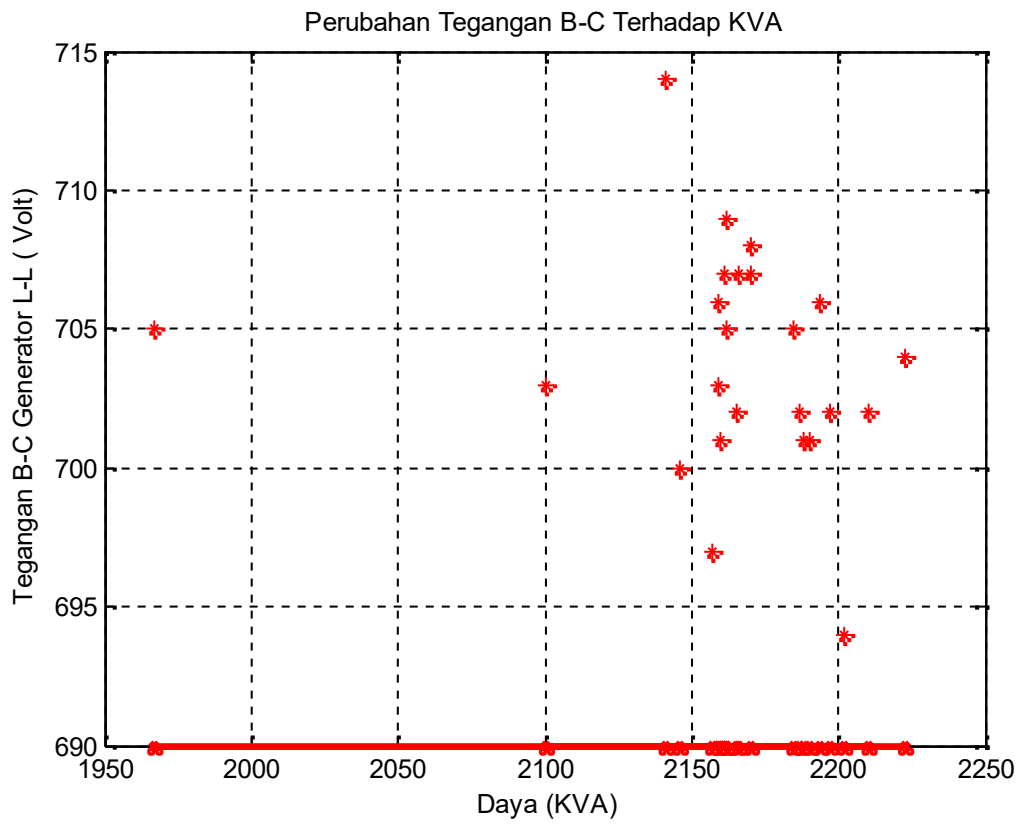
Gambar 4.10 perubahan tegangan A-B terhadap KVAR

Dari gambar 4.10 dapatdiketahuibahwadengan minimal tegangan generator 690 Volt terjadiperubahanmaksimaldaritegangan A-B 721 Volt menghasilkan 145 KVAR dan minimal tegangan 706 Volt menghasilkan 150 KVAR.



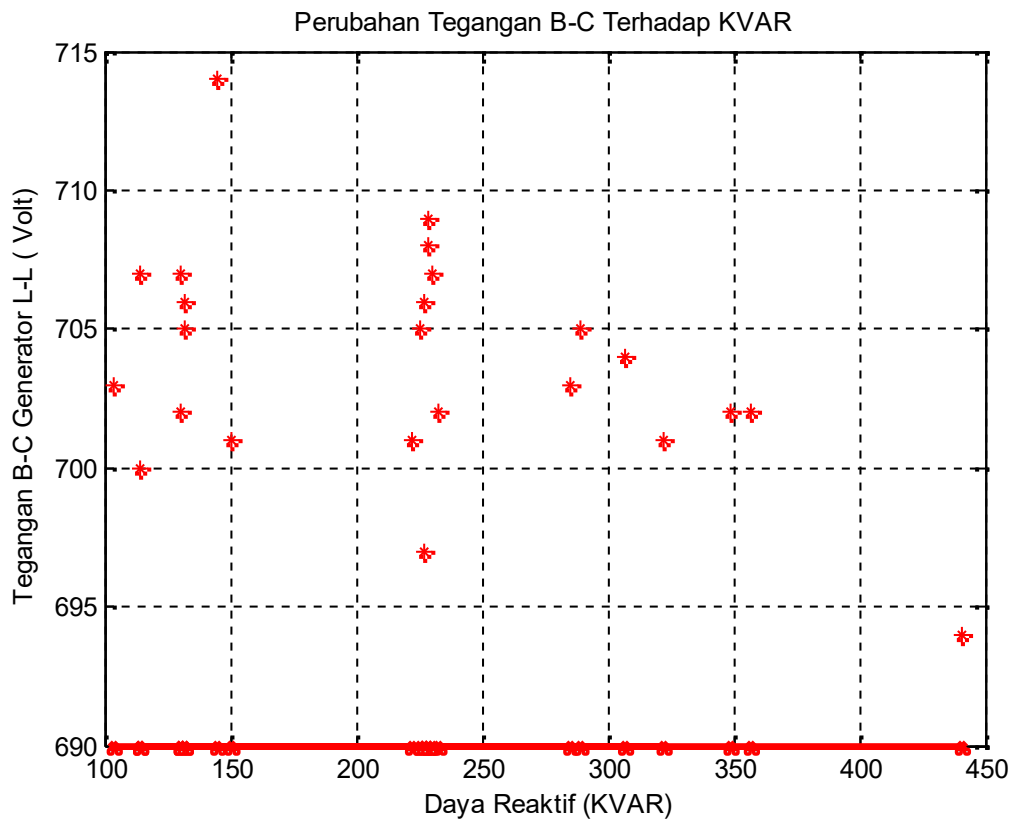
Gambar 4.11 perubahan tegangan B_C terhadap KW

Dari gambar 4.11 dapat diketahui bahwa dengan minimal tegangan generator 690 Volt terjadi perubahan maksimal dari tegangan B-C 714 Volt menghasilkan 2136 KW dan minimal tegangan 694 Volt menghasilkan 2157 KW.



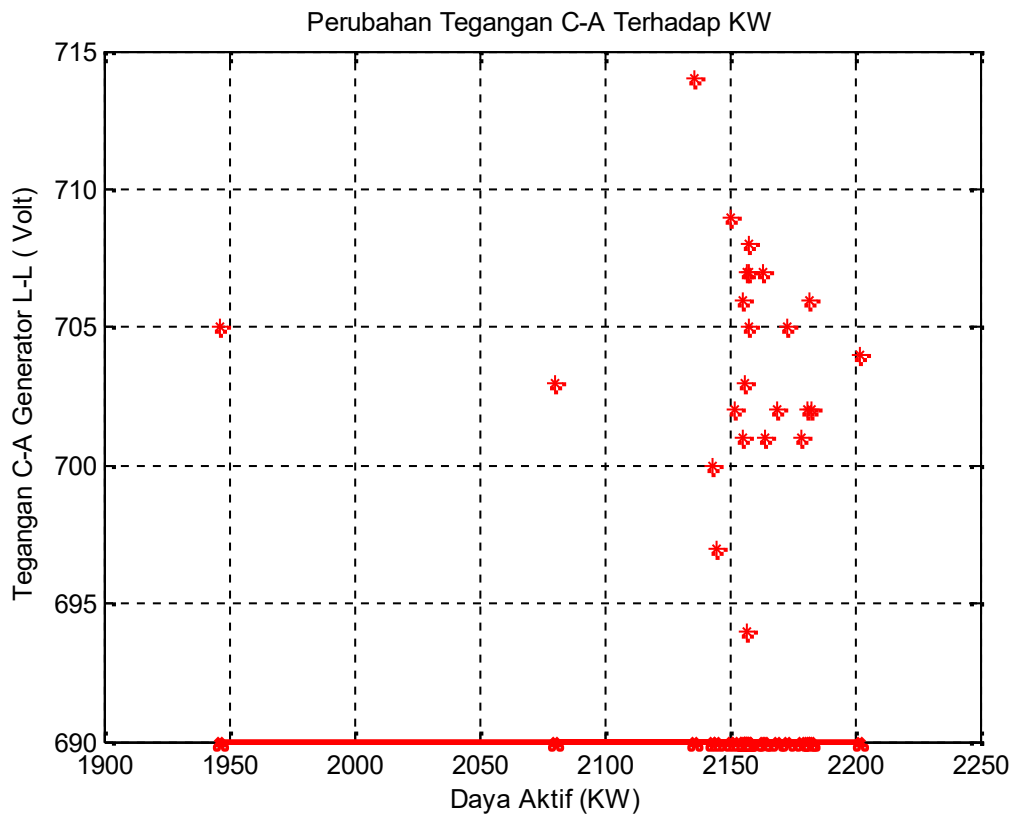
Gambar 4.12 perubahan tegangan B-C terhadap KVA

Dari gambar 4.12 dapat diketahui bahwa dengan minimal tegangan generator 690 Volt terjadi perubahan maksimal dari tegangan B-C 714 Volt menghasilkan 2141 KVA dan minimal tegangan 694 Volt menghasilkan 2202 KVA.



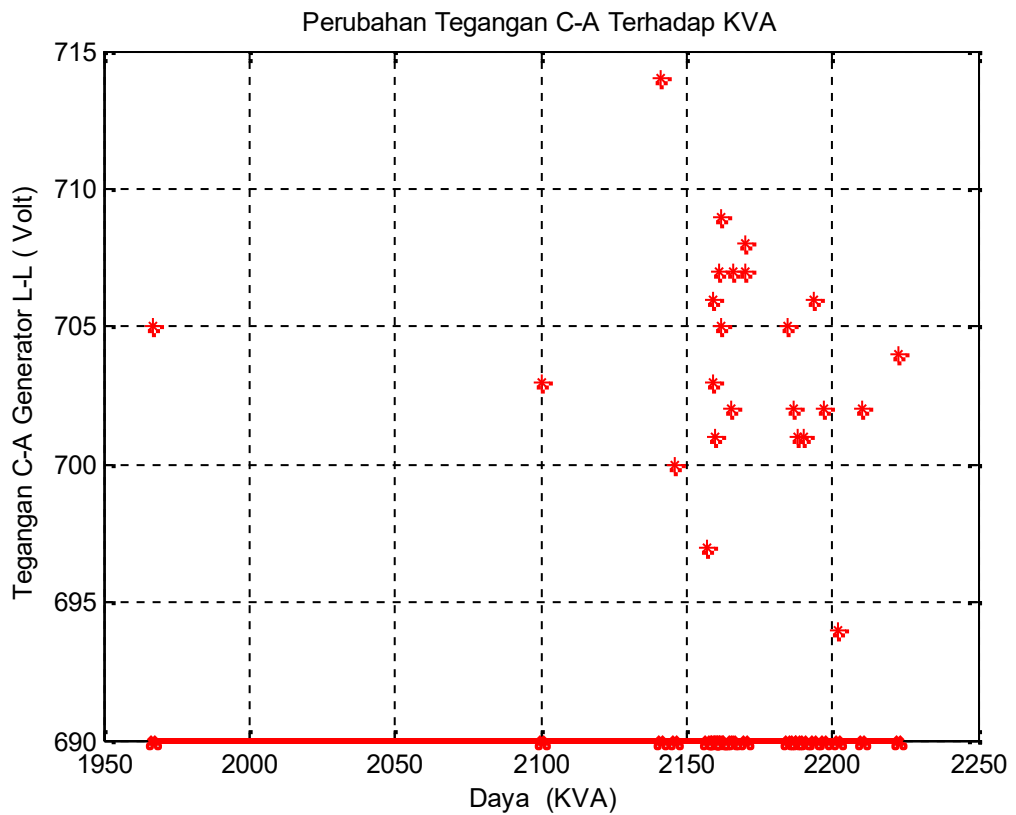
Gambar 4.13 perubahan tegangan B-C terhadap KVAR

Dari gambar 4.13 dapatdiketahuibahwadengan minimal tegangan generator 690 Volt terjadiperubahanmaksimaldaritegangan B-C 714 Volt menghasilkan 145 KVAR dan minimal tegangan 694 Volt menghasilkan 441 KVAR.



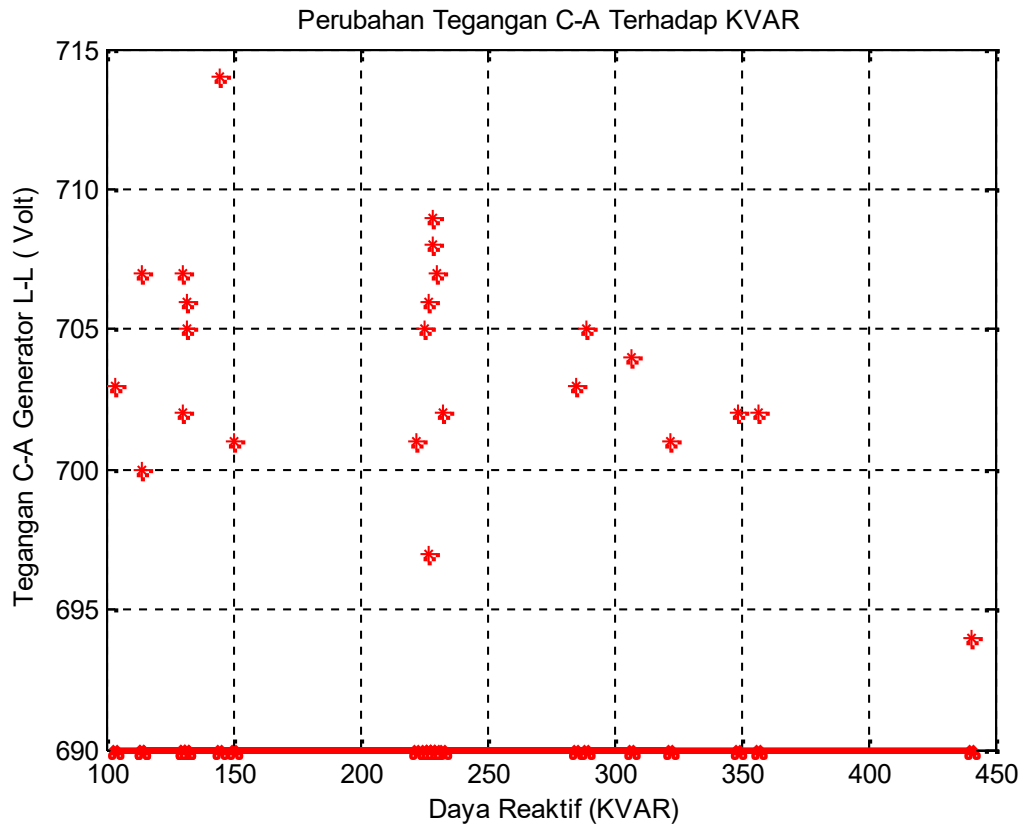
Gambar 4.14 perubahan tegangan C-A terhadap KW

Dari gambar 4.14 dapat diketahui bahwa dengan minimal tegangan generator 690 Volt terjadi perubahan maksimal dari tegangan B-C 716 Volt menghasilkan 2136 KW dan minimal tegangan 699 Volt menghasilkan 2157 KW.



Gambar 4.15 perubahan tegangan C-A terhadap KVA

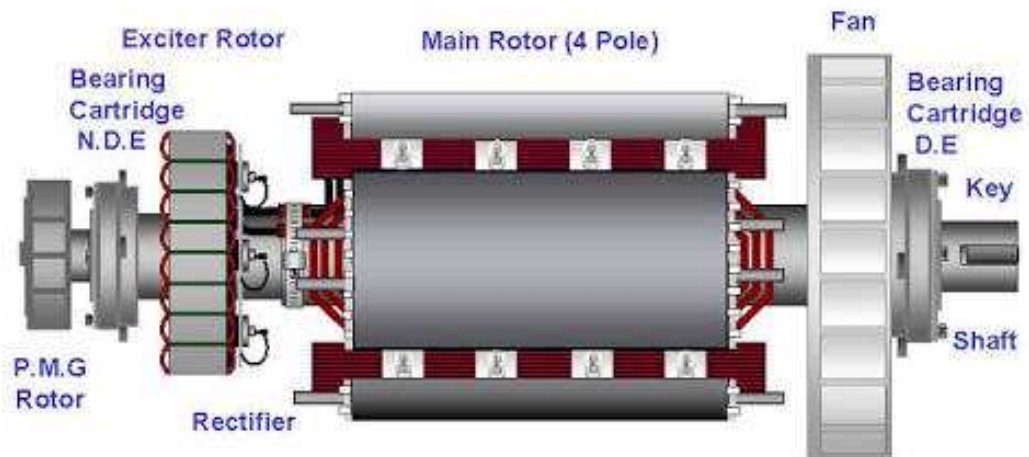
Dari gambar 4.15 dapatdiketahuibahwadengan minimal tegangan generator 690 Volt terjadiperubahanmaksimaldaritegangan B-C 716 Volt menghasilkan 2141 KVA dan minimal tegangan 699 Volt menghasilkan 2202 KVA.



Gambar 4.16 perubahan tegangan C-A terhadap KVAR

Dari gambar 4.16 dapat diketahui bahwa dengan minimal tegangan generator 690 Volt terjadi perubahan maksimal dari tegangan B-C 716 Volt menghasilkan 145 KVAR dan minimal tegangan 699 Volt menghasilkan 441 KVAR.

HC Main Rotor Assembly Two Bearing



Gambar 4.17 excieter

Ket:

Exciter rotor = alat yang digunakan untuk membangkitkan arus listrik DC untuk disalurkan ke rotor generator

Main rotor = elemen yang berputar

Bearing cartridge = elemen mesin yang mampu menumpu poros berbeban sehingga gesekan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus.

P.M.G rotor = permanent magnet generator sebagai pembangkit listrik untuk sistem eksitasi pada sebuah generator listrik AC 3 fase.

Rectifier = penyearah gelombang

Shaft = penghubung mesin dengan generator

Dari gambar 4.17 dapat dijelaskan proses kerja Exciter, pada saat generator diputar, pilot exciter yang memiliki permanent magnet pada rotor coilnya akan membangkitkan tegangan AC. Power ini kemudian akan menjadi sumber power untuk AVR (Automatic Voltage Regulator). Oleh AVR tegangan AC tersebut diserahkan menjadi tegangan DC dan diatur besar arusnya untuk kemudian disalurkan ke AC Exciter field (stator) coil. Arus yang mengalir di field coil membangkitkan AC 3 phase di armature coil AC Exciter. Tegangan AC itu kemudian diserahkan oleh dioda silikon yang terdapat dirangkaian rotating rectifier menjadi tegangan DC. Arus yang dihasilkan oleh rotating rectifier kemudian akan disalurkan ke field coil dari generator. Output AC Exciter yang berupa tegangan AC kemudian diserahkan oleh rotating rectifier yang kemudian diumpangkan ke field coil dari generator.

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{V_{\max} - V}{V} \times 100 \% \\
 &= \frac{721 - 690}{690} \times 100 \\
 &= 4.50 \% \\
 V &= \frac{V_{\min} - V}{690} \times 100\% \\
 &= \frac{694 - 690}{690} \times 100 \\
 &= 0,58 \%
 \end{aligned}$$

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, penulis dapat menyimpulkan bahwa :

1. Dari hasil penyimpangan frekuensi oleh governor diperoleh frekuensi 50Hz tidak lebih dari 1% dikarenakan maksimal frekuensi 50,25 Hz menghasilkan 0,5% dan minimal frekuensi 49,65 Hz menghasilkan 0,7%.
2. Dari hasil pengendalian tegangan oleh exciter diperoleh tegangan 690 tidak lebih dari 5% dikarenakan tegangan maksimal 721 Volt menghasilkan 4,50% dan minimal tegangan 694 Volt menghasilkan 0,58%.

B. SARAN

1. Pemberian sinyal yang tepat pada saat terjadinya perubahan frekuensi, agar frekuensi kembali pada kestabilan dari 50 Hz.
2. Pembersihan dan pelumasan yang tepat sangat penting dalam mengurangi gesekan bantalan agar Peningkatan efisiensi generator dapat tetap terjaga.

DAFTAR PUSTAKA

- Ana Ningsih-2015. *Kendali penstabil frekuensi dan tegangan untuk pembangkit listrik mikrohidro* yogjakarta
- Purnomo- 2013. *Analisa ketinggian dan debit air pada pembangkit listrik tenaga mikrohidro*.surabaya
- IT.Utomo-2014 *perancangan elektronik load controller pada PLTMH*. Bandung
- V. Dwiyanto-2016. *Analisis pembangkit listrik tenaga mikrohidro*. Jakarta
- H.D Aksono-2016. *Analisa kestabilan sistem kendali*. yogyakarta
- Muhammad indra 2008 *generator*
- Yaaser yusran 2009 *simulasi kontrol frekuensi otomatis*, yogyakarta
- PLTMH Bantaeng 1