

**ANALISIS PEMASANGAN *DYNAMIC VOLTAGE RESTORE* (DVR)
UNTUK MENGATASI *VOLTAGE SAG* PADA JARINGAN TEGANGAN
MENENGAH DI GI PROBOLINGGO PENYULANG BANJAR SAWAH**

LAPORAN SKRIPSI

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL



Disusun Oleh :

RETNO SETYO WIBOWO

NIM. 11.12.032

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2015**

THE UNIVERSITY OF THE SOUTH PACIFIC
SCHOOL OF DISTANCE EDUCATION
SUVA, FIJI

DEPARTMENT OF

1981

UNIVERSITY OF THE SOUTH PACIFIC

SUVA, FIJI

THE UNIVERSITY OF THE SOUTH PACIFIC
SCHOOL OF DISTANCE EDUCATION
SUVA, FIJI
1981

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS PEMASANGAN *DYNAMIC VOLTAGE RESTORE* (DVR) UNTUK MENGATASI *VOLTAGE SAG* PADA JARINGAN TEGANGAN MENENGAH DI GI PROBOLINGGO PENYULANG BANJAR SAWAH

SKRIPSI

*Disusun dan diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan
guna mencapai gelar Sarjana Teknik*

Disusun oleh :
RETNO SETYO WIBOWO
NIM : 11.12.032

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Bambang Priyo Hartono, ST, MT
NIP. Y. 1028400082

Ir. Ni Putu Agustini, MT
NIP. Y. 1030100371

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP. P. 1030100358

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2015

**ANALISIS PEMASANGAN *DYNAMIC VOLTAGE RESTORE* (DVR)
UNTUK MENGATASI *VOLTAGE SAG* PADA JARINGAN TEGANGAN
MENENGAH DI GI PROBOLINGGO PENYULANG BANJAR SAWAH**

Retno Setyo Wibowo

retnosetyowibowo1@gmail.com

Dosen pembimbing

Bambang Priyo Hartono, ST, MT dan Ir. Ni Putu Agustini, MT

Abstrak

Masalah *voltage sag* yang terjadi pada jaringan distribusi pada umumnya diakibatkan oleh gangguan hubung singkat yang terjadi pada saluran tenaga listrik yang dapat menurunkan kualitas daya dan permasalahan kualitas daya listrik pada saat ini adalah masalah yang sangat penting yang harus dihadapi oleh pengguna maupun penyedia tenaga listrik, karena konsumen menginginkan kualitas daya yang di terima baik sehingga tidak menimbulkan kerugian nantinya. DVR adalah perangkat yang di pasang secara seri dengan beban dan penggunaan DVR merupakan salah satu solusi yang dapat mengatasi masalah *voltage sag* karena *Voltage Sag* ini merupakan masalah yang penting dan sandart IEEE 1159-1995 *voltage sag* didefinisikan sebagai penurunan tegangan nominal sistem antara 0.1 sampai 0.9 pu selama durasi waktu dari 0.5 cycles hingga 1 menit. Pada skripsi ini akan disimulasikan cara mengatasi *voltage sag* yang disebabkan oleh gangguan 3 phasa pada jaringan distribusi GI Probolinggo Penyulang Banjar Sawah dengan menggunakan DVR. Dan untuk mensimulasikan dan memodelkan menggunakan software PSCAD / EMTDC V 4.2 untuk mengetahui besarnya tegangan sebelum dan sesudah yang di sebabkan dari gangguan 3 phasa. Hasil simulasi didapatkan nilai saat terjadi gangguan sebelum pemasangan oleh DVR dan setelah di pemasanga oleh DVR yaitu terjadi penurunan tegangan sampai 0.43 pu dan menjadi 1.00 pu setelah pemasangan DVR.

Kata kunci: Dynamic Voltage Restore (DVR), *voltage sag*

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Retno Setyo Wibowo

Nim : 11.12.032

Program Studi : Teknik Elektro S-1

Konsentrtasi : Teknik Energi Listrik

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat adalah hasil karya sendiri , tidak merupakan plagiasi dari karya orang lain . dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain , kecuali dicantumkan sumbernya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat , dan apabila dikemudian hari ada pelanggaran atas surat pernyataan ini , saya bersedia menerima sanksinya.

Malang, 5 Oktober 2015
Yang membuat pernyataan ,



RETNO SETYO WIBOWO
NIM . 11.12.032

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Kehadirat Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga kami selaku penyusun dapat menyelesaikan Laporan Skripsi ini yang berjudul **“ANALISIS PEMASANGAN *DYNAMIC VOLTAGE RESTORE* (DVR) UNTUK MENGATASI VOLTAGE SAG PADA JARINGAN TEGANGAN MENENGAH DI GI PROBOLINGGO PENYULANG BANJAR SAWAH ”** dapat terselesaikan.

Adapun maksud dan tujuan dari penulisan laporan ini merupakan salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan studi dan mendapatkan gelar Sarjana Jurusan Teknik Elektro S-1, Konsentrasi Teknik Energi Listrik ITN Malang.

Sebagai pihak penyusun penulis menyadari tanpa adanya kemauan dan usaha serta bantuan dari berbagai pihak, maka laporan ini tidak dapat diselesaikan dengan baik. Oleh sebab itu, penyusun mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Ir. H. Anang Subardi, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. M. Ibrahim Ashari, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bambang Priyo Hartono, ST, MT selaku Dosen Pembimbing satu Tugas Skripsi.
5. Ir. Ni Putu Agustini, MT selaku Dosen Pembimbing dua Tugas Skripsi.
6. Kedua Orang Tua dan Keluarga yang telah memberi support do'a dan materiil.
7. Rekan – rekan Asisten Laboratorium Simulasi Sistem Tenaga Elektrik
8. Sahabat-sahabat dan rekan-rekan yang tidak kami sebutkan satu-persatu, kami mengucapkan banyak terima kasih atas bantuannya dalam proses pembuatan Skripsi yang telah saya kerjakan, begitu juga dengan penyelesaian laporan ini.

Usaha ini telah kami lakukan semaksimal mungkin, namun jika ada kekurangan dan kejanggalan dalam penyusunan, kami mohon saran dan kritik yang sifatnya membangun. Begitu juga sangat kami perlukan untuk menambah kesempurnaan laporan ini dan dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	I
ABSTRAK	II
PERNYATAAN ORISINALITAS	III
KATA PENGANTAR.....	IV
DAFTAR ISI	V
DAFTAR GAMBAR.....	VIII
DAFTAR TABEL	IX
DAFTAR GRAFIK	X
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	2
1.3 TUJUAN MASALAH.....	2
1.4 BATASAN MASALAH	2
1.5 MANFAAT PENELITIAN.....	3
1.6 METODE PENELITIAN	4
1.7 SISTEMATIKA PENULISAN.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 TINJAUAN UMUM	6
2.2 SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK.....	7
2.2.1 Sistem Distribusi Primer.....	8
2.2.2 Sistem Distribusi Sekunder.....	8
2.3 TEGANGAN SISTEM TENAGA LISTRIK.....	8
2.4 GANGGUAN DALAM SISTEM TENAGA LISTRIK	8
2.5 VOLTAGE SAG	10
2.5.1 Peralatan – Peralatan yang Sensitif Terhadap <i>Voltage Sag</i> ..	12
2.6 FLEXIBLE ALTERNATING CURRENT TRANSMISSION SYSTEM (FACTS)..	
DEVICES	12
2.7 DYNAMIC VOLTAGE RESTORER	13

2.7.1 Komponen - komponen yang ada pada <i>Dynamic Voltage Restorer (DVR)</i> :	14
2.7.2 Prinsip Kerja <i>Dynamic Voltage Restorer (DVR)</i>	15
2.7.3 Model <i>Dynamic Voltage Restorer (DVR)</i>	15

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 SOFTWARE PSCAD/EMTDC V 4.2 POWER SIMULATION	18
3.1.1 Tampilan Layar Utama Software PSCAD/EMTDC	19
3.1.2 Tampilan Master Library pada Software PSCAD/EMTDC	19
3.1.3 Tampilan Lembar Kerja Baru pada Software PSCAD / EMTDC	20
3.2 SISTEM JARINGAN G.I PROBOLINGGO PENYULANG BANJAR SAWAH	21
3.3 <i>DYNAMIC VOLTAGE RESTORE</i>	24
3.3.1 <i>Energy Storage</i>	24
3.3.2 <i>Voltage Source Converter</i>	25
3.3.3 Kontrol Pengendalian PWM Sinusoidal	25
3.3.4 Kontrol PWM (<i>Pulse Width Modulation</i>)	26
3.3.5 <i>Injection / Coupling Transformator</i>	27
3.4.1 Sistem Kontrol	27
3.4.2 Pengendali PI Konvensional	28
3.5 FLOWCHART HASIL SIMULASI MENGGUNAKAN SOFTWARE PSCAD/EMTDC	30

BAB IV ANALISA DATA DAN HASIL

4.1 JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV GI PROBLINGGO PENYULANG BANJAR SAWAH	31
4.2 SOLUSI PERBAIKAN TEGANGAN AKIBAT GANGGUAN VOLTAGE SAG	32
4.3 HASIL SIMULASI SEBELUM DAN SESUDAH PEMASANGAN <i>DYNAMIC VOLTAGE RESTORER (DVR)</i>	32
4.4 ANALISA HASIL SIMULASI	38

BAB V KESIMPULAN

5.1 KESIMPULAN 40

5.2 SARAN 41

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
GAMBAR 2.1 SKEMA PENYALURAN TENAGA LISTRIK JARINGAN DISTRIBUSI	7
GAMBAR 2.2 GANGGUAN TIGA PHASA	9
GAMBAR 2.3 MODEL PEMBAGI TEGANGAN	11
GAMBAR 2.5 MODEL DVR	15
GAMBAR 2.6 PROTECTION MODE.....	16
GAMBAR 2.7 STANDBY MODE	16
GAMBAR 3.1 TAMPILAN UTAMA SOFTWARE PSCAD/EMTDC.....	19
GAMBAR 3.2 TAMPILAN MASTER LIBRARY PADA SOFTWARE PSCAD / EMTDC v4.2.....	19
GAMBAR 3.3 TAMPILAN LEMBAR KERJA BARU PADA SOFTWARE PSCAD/EMTDC	20
GAMBAR 3.4 SINGLE LINE G.I PROBLINGGO PENYULANG BANJAR SAWAH.....	21
GAMBAR 3.5 PEMODELAN SINGLE LINE SISTEM DISTRIBUSI GI PROBLINGGO PENYULANG BANJAR SAWAH PADA PSCAD / EMTDC POWER SIMULATION V4.2.....	22
GAMBAR 3.6 RANGKAIAN VSC PADA DVR.....	25
GAMBAR 3.7 RANGKAIAN MODULASI LEBAR PULSA (PWM).....	27
GAMBAR 3.8 DASAR PENGENDALI PI.....	28
GAMBAR 3.9 KONTROL TEGANGAN INJEKSI MENGGUNAKAN KONTROL P.I KONVENSIONAL	28
GAMBAR 3.10 FLOWCHART.....	30
GAMBAR 4.1 <i>SINGLE LINE</i> SISTEM DISTRIBUSI GI PROBLINGGO PENYULANG BANJAR SAWAH DALAM PEMODELAN <i>PSCAD / EMTDC V 4.2</i>	31

DAFTAR TABEL

	Halaman
TABEL 3.1: HASIL <i>RUBUNNING SIMULATION</i> GI PROBOLINGGO PENYULANG BANJAR SAWAH SEBELUM TERJADI <i>VOLTAGE SAG</i> DAN PEMASANGAN <i>DVR</i>	23
TABEL 4.1: HASIL PERBAIKAN TEGANGAN AKIBAT <i>VOLTAGE SAG</i> SEBELUM PEMASANGAN <i>DVR</i>	34
TABEL 4.2: HASIL PERBAIKAN TEGANGAN AKIBAT <i>VOLATGE SAG</i> SESUDAH PEMASANGAN <i>DVR</i>	37

DAFTAR GRAFIK

	Halaman
GRAFIK 2.1: TEGANGAN SAAT TERJADI <i>VOLTGE SAG</i>	11
GRAFIK 3.1: <i>RUNNING SIMULATION PSACD / EMTDC V4.2</i>	24
GRAFIK 4.1: VRSM 3 PHASA PADA SAAT GANGGUAN VOLTAGE SAG SEBELUM PEMASANGAN <i>DYNAMIC VOLTAGE RESTORER (DVR)</i>	32
GRAFIK 4.2: PHASA A TERJADI VOLTAGE SAG DARI 0.2 SAMPAI 0.5 DETIK... ..	33
GRAFIK 4.3: PHASA B TERJADI VOLTAGE SAG DARI 0.2 SAMPAI 0.5 DETIK... ..	33
GRAFIK 4.4: PHASA C TERJADI VOLTAGE SAG DARI 0.2 SAMPAI 0.5 DETIK.... ..	34
GRAFIK 4.5: VRMS 3 PHASA PADA SAAT GANGGUAN <i>VOLTAGE SAG</i> SESUDAH PEMASANGAN <i>DYNAMIC VOLTAGE RESTORER (DVR)</i>	35
GRAFIK 4.6: PHASA A TERJADI VOLTAGE SAG DARI 0.2 SAMPAI 0.5 DETIK... ..	36
GRAFIK 4.7: PHASA B TERJADI VOLTAGE SAG DARI 0.2 SAMPAI 0.5 DETIK.... ..	36
GRAFIK 4.8: PHASA C TERJADI VOLTAGE SAG DARI 0.2 SAMPAI 0.5 DETIK.... ..	37

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kualitas daya digambarkan sebagai variasi tegangan, arus dan frekuensi dalam suatu power sistem . Yang merujuk kepada berbagai macam fenomena elektromagnetik yang mempunyai ciri tegangan dan arus pada waktu tertentu dan lokasi tertentu dalam sistem listrik ^[1]. Saat ini, ada begitu banyak industri yang menggunakan teknologi tinggi untuk manufaktur dan unit proses. Teknologi ini memerlukan kualitas tinggi dan keandalan catu daya yang tinggi . Industri seperti semikonduktor, komputer dan peralatan unit manufaktur sangat sensitif terhadap perubahan-perubahan kualitas pada power supply ^[2]. Kualitas daya ini sangat penting untuk pengoperasian yang benar dari proses industri yang melibatkan perlindungan yang baik untuk sistem menjadi baik dan untuk kemajuan bagi penggunaan jangka panjang. Masalah kualitas daya seperti tegangan sag , swell, distorsi harmonik, ketidakseimbangan, transient mungkin berdampak terhadap perangkat pelanggan yang akan menyebabkan malfungsi dan kehilangan produksi^[3].

Tegangan *sag* adalah durasi pendek pengurangan tegangan RMS dalam kisaran 0.1 - 0.9 p.u yang disebabkan oleh gangguan hubung singkat , kesalahan pada sistem daya atau starting beban yang besar seperti motor. Beberapa peralatan ketika tegangan RMS turun di bawah 90% selama lebih dari satu atau dua siklus. Durasi normal *voltage sag* sesuai dengan standar adalah 10 mS untuk 1 menit dan dianggap sebagai masalah paling serius dari kualitas daya ^[4,5]. *Voltage sag* bisa seimbang atau tidak seimbang tergantung pada jenis gangguan dan bisa memiliki besaran yang tidak dapat diprediksi tergantung pada jarak dari gangguan dan transformator koneksi.

Gangguan hubung singkat juga terjadi pada jaringan tegangan menengah 20 kV di GI Probolinggo penyulang Banjar Sawah . gangguan hubung singkat ini menyebabkan terjadinya *voltage sag* pada jaringan tegangan menengah 20 kV dan untuk mengatasi permasalahan tersebut dapat dilakukan dengan pemasangan

DVR . Prinsip operasi dasar di balik DVR adalah menginjeksikan perbedaan antara pra-sag dan sag tegangan, kemampuan maksimum injeksi DVR dibatasi oleh penyimpanan energi DC dan injeksi tegangan transformator rasio ^[1,2].

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara mengatasi *voltage sag* pada jaringan tegangan menengah 20 kV di GI Probolinggo penyulang Banjar Sawah .
2. Bagaimana profil tegangan pada saat gangguan *voltage sag* sesudah atau sebelum pemasangan DVR.

1.3 Tujuan Masalah

Beerdasarkan permasalahan yang dikemukakan diatas , maka tujuan dalam penulisan skripsi ini adalah :

1. Mengatasi *Voltage Sag* dengan pemasangan DVR pada jaringan tegangan menengah 20 kV di GI Probolinggo penyulang Banjar Sawah
2. Melihat Pengaruh *Voltage Sag* sebelum dan sesudah pemasangan DVR .

1.4 Batasan Masalah

Agar pembahasn ini tidak menyimpang dari pokok perumusan masalah dan tujuan dalam penyusunan skripsi ini maka penulis memberi batsan sebagai berikut:

1. *Study Case* dilakukan di GI Probolinggo penyulang Banjar Sawah.
2. Analisa serta simulasi dilakukan dengan *software PSCAD / EMTDC V4.2 Power Simulation*.
3. Mekanisme kerja *Dynamic Voltage Restorer (DVR)* dalam mengatasi permasalahan kualitas tegangan di Jaringan Distribusi Tegangan Menengah 20 kV GI Pobolinggo penyulang Banjar Sawah.
4. *Voltage Sag* yang terjadi akibat Hubung singkat 3 phasa.
5. Kontrol PI dan DVR diperoleh dari referensi jurnal.
6. Tidak membahas tentang masalah harmonisa.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Bagi Masyarakat

- Membantu masyarakat untuk mengetahui permasalahan yang terjadi pada sistem kelistrikan di jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV GI Probolinggo penyulang Banjar Sawah , sehingga pengiriman tegangan pada konsumen dapat terjaga dengan baik .

2. Bagi Penulis

- Untuk menambah wawasan dan ilmu pengetahuan diluar lingkungan kampus yang berhubungan dengan program studi yang dipilih .
- Untuk menambah pengetahuan sebelum terjun langsung di dunia kerja dan ditengah masyarakat untuk mengabdikan ilmu yang dipelajari selama di bangku kuliah .

3. Bagi Ilmu Pengetahuan

- Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu dalam negeri di bidang energi listrik .
- Menggali solusi alternatif dan menambah ilmu di bidang energi listrik .

1.6 Metode Penelitian

Metodologi yang digunakan pada penyusunan skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Kajian literatur.

Kajian literatur yaitu kajian pustaka untuk mempelajari teori-teori yang terkait melalui literatur yang ada, yang berhubungan dengan permasalahan. Studi literatur yang digunakan meliputi buku, jurnal ilmiah , dan dari narasumber yang kompeten .

2. Pengumpulan data .

Bentuk data yang digunakan adalah :

- Data kuantitatif, yaitu berupa data yang dapat dihitung atau data yang berbentuk angka guna mempermudah proses pengerjaan skripsi yaitu data *grid*, data trafo, data gangguan dan data beban .
- Data kualitatif, yaitu data yang berbentuk diagram. Dalam hal ini berupa *single line diagram* jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV GI Probolinggo penyulang Banjar Sawah .

3. Menganalisa data – data yang telah di kumpulkan pada sistem jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV di GI Probolinggo penyulang Banjar Sawah .

4. Menganalisa sistem jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV di GI Probolinggo penyulang Banjar Sawah pada saat terjadi gangguan *voltage sag* sebelum dan sesudah pemasangan *Dynamic Voltage Restorer (DVR)* .

5. Kesimpulan .

Menarik kesimpulan dari hasil analisa data .

1.7 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan skripsi ini disusun menjadi beberapa bab dan diuraikan dengan pembahasan sesuai daftar isi. Sistematika penyusunannya adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Berisikan latarbelakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan *sistematika penulisan*.

BAB II : KAJIAN PUSTAKA

Pengertian tentang teori sistem tenaga listrik, *voltage sag*, dan penjelasan tentang *Dynamic Voltage Restorer (DVR)*

BAB III : METODE PENYELESIAN MASALAH

Bab ini menjelaskan tentang pemasangan *Dynamic Voltage Restorer (DVR)* untuk mengatasi *voltage sag* akibat dari gangguan hubung singkat 3 phasa.

BAB IV : HASIL dan ANALISIS HASIL

Pada bab ini berisi data dan hasil simulasi dari *software PSCAD/EMTDC V.4.2 Power Simulation*.

BAB V : KESIMPULAN dan SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran

DAFTAR PUSTAKA

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Sistem tenaga listrik pada umumnya terdiri dari pembangkit, gardu induk, jaringan transmisi dan distribusi. Pada sistem ini setiap gangguan yang ada pada penghantar, akan mengganggu semua beban yang ada atau apabila terjadi gangguan pada salah satu feeder maka semua pelanggan yang terhubung pada GI tersebut akan terganggu. Apabila gangguan tersebut bersifat permanen dan memerlukan perbaikan terlebih dahulu sebelum dapat dioperasikan kembali, maka pelanggan yang mengalami gangguan pelayanan jumlahnya relatif banyak. Suatu gangguan didalam peralatan listrik didefinisikan sebagai terjadinya suatu kerusakan di dalam sirkuit listrik yang menyebabkan aliran arus listrik keluar dari saluran yang seharusnya. Gangguan ini umumnya disebabkan oleh putusnya kawat saluran transmisi sehingga terjadi hubung singkat ke tanah, pecahnya isolator atau rusaknya isolasi. Impedansi gangguan umumnya rendah, sehingga arus gangguan menjadi besar.

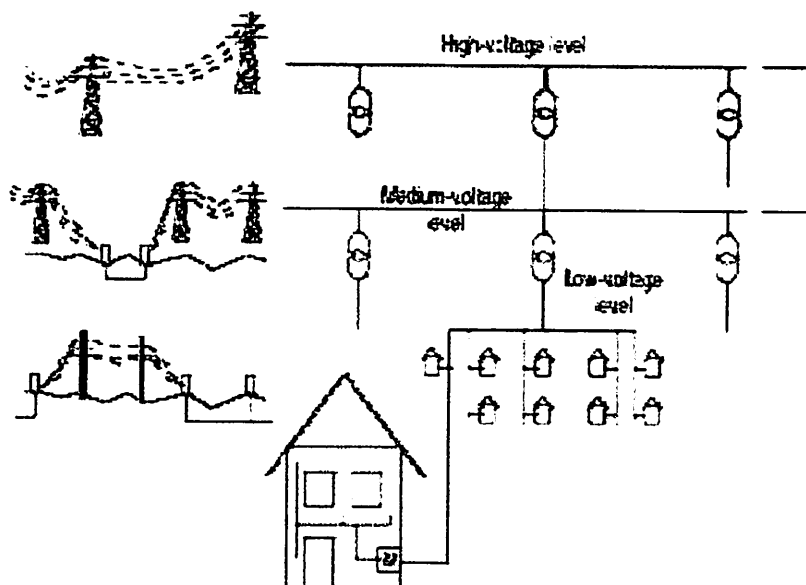
Selama terjadi gangguan. Arus gangguan yang besar dapat merusak tidak hanya peralatan yang terganggu, tetapi juga instalasi yang dilalui arus gangguan. Gangguan dalam peralatan yang penting dapat mempengaruhi stabilitas system tenaga listrik. Misalnya suatu gangguan pada daerah suatu pembangkit yang dapat mempengaruhi stabilitas system interkoneksi. Gangguan yang terjadi pada GI bersifat temporer, apabila terjadi gangguan maka gangguan tersebut tidak akan lama dan dapat normal kembali baik secara otomatis maupun secara manual. Salah satu contoh gangguan yang bersifat sementara ini adalah gangguan akibat sentuhan pohon yang tumbuh disekitar jaringan, akibat burung, dan kelelawar serta layang-layang (PT. PLN 2005:13). Gangguan ini dapat hilang dengan sendirinya yang disusul dengan penutupan kembali peralatan hubungannya. Apabila gangguan temporer sering terjadi maka hal tersebut akan menimbulkan kerusakan pada peralatan dan akhirnya menimbulkan gangguan yang bersifat permanen.

Perhitungan hubung singkat adalah analisis suatu system tenaga listrik pada keadaan gangguan hubung singkat, dimana dengan cara ini diperoleh nilai

besaran-besaran listrik yang dihasilkan sebagai akibat gangguan hubung singkat tersebut. Gangguan hubung singkat dapat didefinisikan sebagai gangguan yang terjadi akibat adanya penurunan kekuatan dasar isolasi antara sesama kawat fasa dengan tanah yang menyebabkan kenaikan arus secara berlebihan. Analisis gangguan hubung singkat diperlukan untuk mempelajari system tenaga listrik baik waktu perencanaan maupun setelah beroperasi.

2.2 Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Jaringan distribusi pada sistem tenaga listrik merupakan salah satu bagian pada penyaluran tenaga listrik dari gardu induk sampai konsumen tenaga listrik. Menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik dari pusat pembangkit ke pusat beban (konsumen) dengan mutu yang memadai merupakan fungsi dari sistem distribusi tenaga listrik.



Gambar 2.1 Skema penyaluran tenaga listrik jaringan distribus

Dalam pendistribusian tenaga listrik ke konsumen, tegangan yang digunakan bervariasi tergantung pada jenis konsumen yang membutuhkan. Dengan demikian maka sistem distribusi tenaga listrik dapat diklasifikasikan menjadi dua bagian sistem, yaitu :

1. Sistem distribusi primer
2. Sistem distribusi sekunder

Klasifikasi sistem distribusi tenaga listrik terbagi menjadi dua ini berdasarkan tingkat tegangan distribusinya.

2.2.1 Sistem Distribusi Primer

Jaringan distribusi primer merupakan bagian dari sistem tenaga listrik antar gardu induk dan gardu distribusi dengan tegangan kerja 20 kV atau 6 kV. Pada jaringan distribusi primer umumnya terdiri dari jaringan tiga - fasa dengan menggunakan tiga atau empat kawat sebagai penghantar. Didalam penyalurannya pada jaringan distribusi primer menggunakan saluran kawat udara, kabel udara dan sistem kabel tanah dimana penggunaannya sesuai dengan tingkat keandalan yang dibutuhkan ^[6].

2.2.2 Sistem Distribusi Sekunder

Jaringan distribusi sekunder merupakan bagian dari jaringan distribusi dimana jaringan ini berhubungan langsung dengan konsumen tenaga listrik. Pada umumnya tegangan pada jaringan distribusi sekunder 220 / 380 volt ^[6].

2.3 Tegangan Sistem Tenaga Listrik

Tegangan adalah perbedaan potensial listrik antara dua titik dalam rangkaian listrik, dan dinyatakan dalam satuan volt. Pengendalian Tegangan diperlukan untuk menghindari kerusakan peralatan yang terhubung ke jaringan transmisi, baik oleh tegangan yang terlalu rendah maupun yang terlalu tinggi, serta untuk menjamin bahwa tegangan disisi pelanggan berada dalam tingkat yang dapat diterima. Selain itu, ketidak seimbangan tegangan harus dikendalikan pula untuk memberi pelayanan yang memuaskan ke pelanggan.

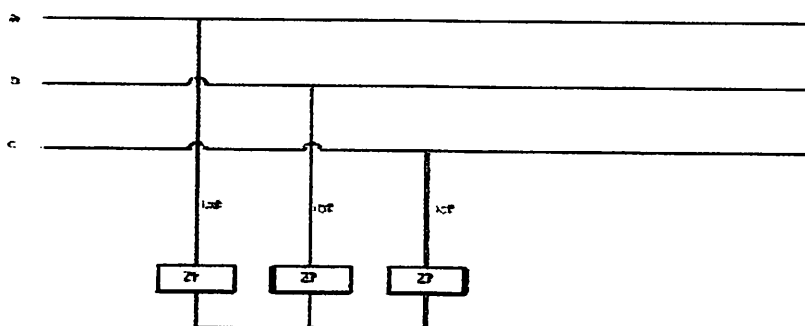
2.4 Gangguan dalam sistem tenaga listrik

Pada dasarnya gangguan yang sering terjadi pada sistem distribusi dapat digolongkan menjadi dua macam yaitu gangguan dari dalam sistem dan gangguan dari luar sistem. Gangguan yang berasal dari luar sistem disebabkan oleh sentuhan daun/pohon pada penghantar, sambaran petir, manusia, binatang, cuaca dan lain lain. Sedangkan gangguan yang datang dari dalam sistem dapat berupa kegagalan dari fungsi peralatan jaringan, kerusakan dari peralatan jaringan, kerusakan dari peralatan pemutus beban dan kesalahan pada alat pendeteksi ^[6]. dan gangguan dibedakan menjadi 2 yaitu

- Jenis gangguan
 - Gangguan simetris
 - Gangguan tak simetris
- lamanya gangguan
 - Temporer
 - Permanen

a. Jenis gangguan

Dimana gangguan hubung singkat simetris 3 fase adalah gangguan yang mengenai 3 fasanya secara bersamaan dan nilai arus dan tegangan tidak berubah setelah terjadi gangguan. Dan salah satu gangguan hubung singkat simetris adalah Gangguan Hubung singkat 3 fase simetris dimana terjadi gangguan antara ketiga fasanya secara bersamaan.



Gambar 2.2 Gangguan Tiga Fasa

b. Lamanya gangguan

1. Gangguan permanen

Gangguan permanen tidak akan dapat hilang sebelum penyebab gangguan dihilangkan terlebih dahulu. Gangguan yang bersifat permanen dapat disebabkan oleh kerusakan peralatan, sehingga gangguan ini baru hilang setelah kerusakan ini diperbaiki atau karena ada sesuatu yang mengganggu secara permanen. Untuk membebaskannya diperlukan tindakan perbaikan atau menyingkirkan penyebab gangguan tersebut. Terjadinya gangguan ditandai dengan jatuhnya pemutus tenaga, untuk mengatasinya operator memasukkan tenaga secara manual. Contoh gangguan ini yaitu adanya

kawat yang putus, terjadinya gangguan hubung singkat, dahan yang menimpa kawat fasa dari saluran udara.

2. Gangguan Temporer

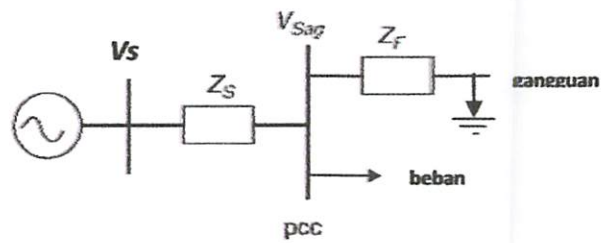
Gangguan yang bersifat temporer ini apabila terjadi gangguan, maka gangguan tersebut tidak akan lama dan dapat normal kembali. Gangguan ini dapat hilang dengan sendirinya atau dengan memutus sesaat bagian yang terganggu dari sumber tegangannya. Kemudian disusul dengan penutupan kembali peralatan hubungannya. Apabila gangguan temporer sering terjadi dapat menimbulkan kerusakan pada peralatan dan akhirnya menimbulkan gangguan yang bersifat permanen. Salah satu contoh gangguan yang bersifat temporer adalah gangguan akibat sentuhan pohon yang tumbuh disekitar jaringan, akibat binatang seperti burung kelelawar, ular dan layang-layang.

2.5 Voltage Sag

Voltage sag atau yang sering juga disebut sebagai *voltage dip* merupakan suatu fenomena penurunan tegangan rms dari nilai nominalnya yang terjadi dalam waktu yang singkat, sekitar 10 ms sampai beberapa detik. IEC 61000-4-30 mendefinisikan *voltage sag* (dip) sebagai penurunan besar tegangan sementara pada titik di bawah nilai threshold-nya. IEEE Standard 1159-1995 mendefinisikan *voltage sag* sebagai variasi tegangan rms dengan besar antara 10% sampai 90% dari tegangan nominal dan berlangsung selama 0,5 *cycles* sampai satu menit ^[7].

Beberapa penyebab terjadinya *voltage sag* yaitu:

1. Starting beban-beban yang besar seperti motor listrik
2. Saat de-energisasi kapasitor
3. Gangguan hubung singkat
4. Pengoperasian pemanas elektrik
5. Gangguan kenaikan impedansi sumber
6. Umumnya karena adanya kehilangan koneksi

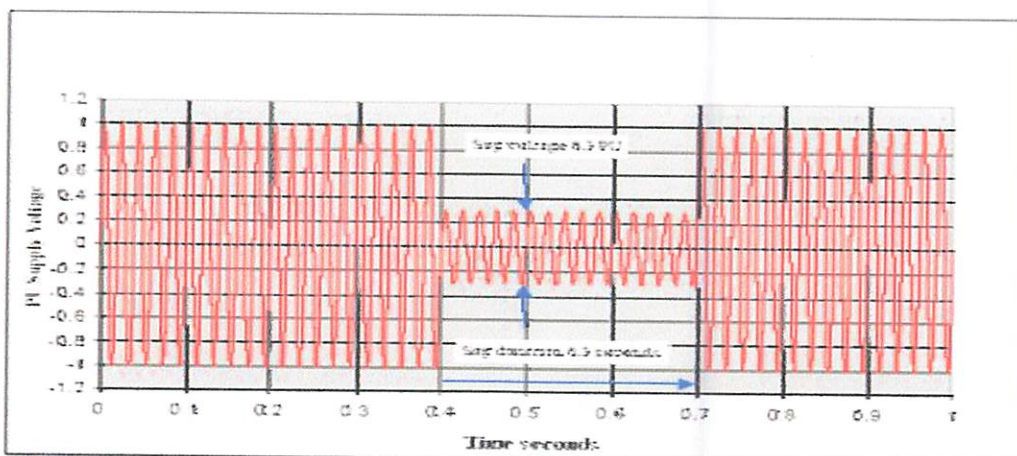


Gambar 2.3. Model pembagi tegangan

Pada gambar 2.2 Z_s adalah impedansi sumber dan Z_f adalah impedansi diantara *Point of Common coupling* (PCC) dengan lokasi terjadinya gangguan PCC adalah titik dimana gangguan dan beban di catu . Pada model tersebut tegangan pada PCC dirumuskan :

$$V_{sag} = \frac{Z_f}{Z_f + Z_s} \cdot V_s \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan asumsi tegangan sebelum terjadi gangguan adalah 1 pu dari persamaan (2.1) dapat dilihat apabila terjadinya gangguan semakin dekat terhadap PCC , dalam hal ini maka Z_f akan semakin kecil dan akan mengakibatkan terjadinya *Voltage Sag* yang semakin besar [8].



Gambar 2.4 Grafik tegangan saat terjadi Voltge Sag

2.5.1 Peralatan – Peralatan yang Sensitif Terhadap *Voltage Sag*

Kesensitifan peralatan terhadap kedip tegangan sangat tergantung pada jenis beban, seting pengaturan dan aplikasi. Karakteristik kedip tegangan yang paling berpengaruh pada peralatan-peralatan sensitif adalah waktu dan besaran kedip tegangan, meskipun untuk beberapa peralatan karakteristik seperti pergeseran fasa dan ketidakseimbangan juga mempengaruhi pada saat terjadi kedip tegangan.

Secara umum kesensitifan peralatan terhadap kedip tegangan dapat dibagi menjadi 3 kategori yaitu :

- Peralatan yang sensitif hanya terhadap besaran kedip tegangan.
Peralatan yang termasuk kategori ini seperti *relay under voltage*, peralatan kontrol proses, pengaturan motor dan mesin - mesin otomatis.
- Peralatan yang sensitif terhadap besaran dan lama kedip tegangan.
Peralatan yang termasuk pada kategori ini adalah peralatan - peralatan yang menggunakan komponen elektronika daya.
- Peralatan yang sensitif terhadap karakteristik lain
Beberapa peralatan seperti motor induksi, dapat dipengaruhi oleh karakteristik kedip tegangan selain daripada besaran dan lama terjadinya kedip tegangan, seperti ketidak seimbangan fasa selama terjadinya kedip tegangan dan osilasi *transient* selama terjadinya gangguan [9].

2.6 Flexible Alternating Current Transmission System (FACTS) Devices

FACTS *devices* merupakan perangkat kontrol elektronik terpadu yang mengontrol variabel - variabel saluran transmisi seperti impedansi saluran, tegangan sistem dan sudut tegangan secara cepat dan efektif. Dengan demikian FACTS *devices* juga sangat berperan untuk menjaga operasi sistem tenaga listrik yang optimal.

Peralatan FACTS *devices* sudah banyak digunakan pada sistem tenaga modern untuk menangani masalah penyaluran daya dimana sebagai peralatan elektronika daya terpadu, FACTS *devices* sangat mungkin diaplikasikan pada saluran transmisi untuk meningkatkan kemampuan penyaluran daya saluran.

Dengan biaya investasi yang relatif dan waktu pemasangan yang cepat dibanding dengan membangun saluran transmisi baru, menyebabkan aplikasi peralatan FACTS *devices* banyak menjadi pertimbangan utama oleh perusahaan penyedia listrik. Selain pertimbangan biaya investasi, penggunaan FACTS *devices* juga didasarkan pada kemampuannya untuk meningkatkan kestabilan transmisi tenaga listrik, memperbaiki profil tegangan dan keseimbangan daya reaktif serta memperbaiki pembagian beban pada saluran paralel.

FACTS *devices* mempunyai kemampuan untuk menjadikan suatu sistem tenaga listrik dapat beroperasi dengan cara lebih fleksibel, aman, dan ekonomis. Pola pembangkitan tenaga listrik yang mengarah pada pembebanan saluran yang terlampaui berat, akan mengakibatkan rugi - rugi saluran yang lebih tinggi, dan memperlemah keamanan serta stabilitas dari sistem tenaga listrik tersebut. Dalam kondisi demikian, FACTS *devices* bisa digunakan untuk meningkatkan kemampuan sistem, dengan cara mengontrol aliran daya pada saluran transmisi. Di antara beberapa jenis FACTS *devices* salah satunya adalah DVR yang berfungsi mengatur aliran daya reaktif ke sistem untuk memperbaiki profil tegangan dan koreksi faktor daya ($\cos \phi$), sehingga drop tegangan pada sistem dapat ditekan sekecil mungkin.

2.7 Dynamic Voltage Restorer

Dynamic Voltage Restorer (DVR) adalah suatu peralatan yang berguna untuk mengatasi kedip tegangan. DVR dirangkai seri dengan sistem distribusi untuk melindungi peralatan sensitif terhadap terjadinya kedip tegangan ^[10].

DVR pada dasarnya mempunyai suatu *power circuit* dan suatu *control circuit*. *Control circuit* atau rangkaian kendali berfungsi untuk mengatur parameter-parameter dari sinyal kendali yang harus diinjeksikan oleh DVR pada sistem antara lain: besaran, frekuensi, pergeseran fasa dll. Berdasarkan sinyal kendali yang diperoleh dari *control circuit* maka dihasilkan tegangan yang akan diinjeksikan pada *power circuit*.

DVR dirangkai seri dengan sistem distribusi. Pada umumnya DVR mempunyai sumber energi DC, SVC dan transformator penginjeksi tegangan ^[11]. Fungsi dasar dari DVR adalah mendeteksi terjadinya kedip tegangan yang terjadi pada saluran sistem tenaga, kemudian menginjeksikan .

2.7.1 Komponen - komponen yang ada pada DVR :

a. Unit penyimpanan energi DC

Energy storage (Penyimpang Energi) digunakan untuk penyimpanan energi dalam bentuk DC. *Flywhell*, *Batteries*, *Superconducting Magnetic Energy Storage* (SMES) dapat digunakan sebagai perangkat penyimpanan energi. Ini akan memberikan kebutuhan daya aktif sistem saat DVR digunakan untuk kompensasi.

b. *Voltage Source converter*

Voltage Source Converter adalah sistem elektronik daya yang terdiri dari perangkat switching seperti: *Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor* (MOSFET), *Gate Turn Off Thyristors* (GTO), *Insulated Gate Bipolar Transistors* (IGBT), dan *Integrated Gate Commutated Thyristors* (IGCT), dimana semua dapat menghasilkan tegangan sinusoidal pada frekuensi, magnitude, dan sudut fasa yang diperlukan. Biasanya *Voltage Source Converter* tidak hanya digunakan untuk mitigasi dip tegangan, tetapi juga untuk masalah kualitas daya lainnya, misalnya flicker dan harmonisa ^[12]. Untuk skripsi ini menggunakan *Voltage Source Converter* (VSC) dengan perangkat switching yaitu *Gate Turn Off Thyristors* (GTO). Fungsi dasar dari VSC adalah untuk mengkonversi tegangan searah (DC) yang dihasilkan oleh piranti penyimpan energi (*energy storage device*) menjadi tegangan arus bolak-balik (AC) yang dibutuhkan oleh *injection/coupling transformer* untuk mengkompensasi tegangan pada saat terjadinya *voltage sag*.

c. Transformator Injeksi Tegangan

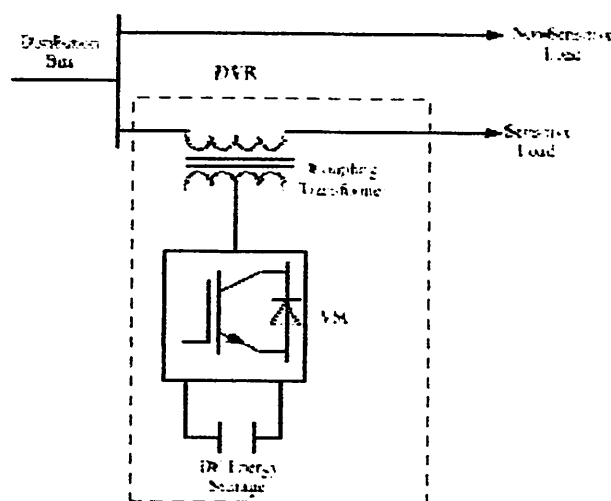
Fungsi dasarnya adalah untuk menaikkan tegangan *supply* AC yang dihasilkan oleh VSC menjadi tegangan yang dibutuhkan. *Rating* pada *Converter* dan transformator injeksi menjadi suatu batasan untuk menentukan kedip tegangan maksimum yang dapat dikompensasi. Apabila arus pada jaringan lebih besar dari arus DVR maka suatu *switch by pass* akan aktif untuk mencegah arus dengan nilai yang cukup besar mengalir melalui DVR.

2.7.2 Prinsip Kerja DVR

Prinsip kerja DVR adalah menerima dan memproses sinyal error dari sumber, hasilnya kemudian dimasukan ke PWM Inverter tiga fasa pada rangkaian utama dari hasil perhitungan arus referensi yang dihasilkan oleh sinyal error antara tegangan beban dengan tegangan referensi jadi sinyal yang diolah oleh PWM merupakan sinyal referensi yang diperoleh dari hasil perhitungan tersebut. Sinyal referensi ini kemudian dimodulasikan dengan sinyal carrier (triangular wave) yang berupa sinyal gigi gergaji (saw tooth). Sinyal error ini berbentuk sinusoidal yang dimodulasikan dengan sinyal gigi gergaji sebagai sinyal carrier. Output dari PWM di atas digunakan untuk mentrigger rangkaian switching yang terdiri atas 6 GTO. Tegangan keluaran arus bolakbalik yang dihasilkan oleh PWM - VSC akan dinaikan tegangan oleh injection/coupling transformer untuk mengkompensasi voltage sag yang terjadi pada beban kritis (critical load).

2.7.3 Model DVR

DVR merupakan perangkat elektronika daya yang dihubungkan secara seri pada sistem distribusi, seperti ditunjukkan pada gambar 2.9. Komponen dari DVR yaitu *Injection/coupling transformers*, *Voltage Sources Converter (VSC)*, *Filter*, *Energi Storage* dan *Control System* [13].

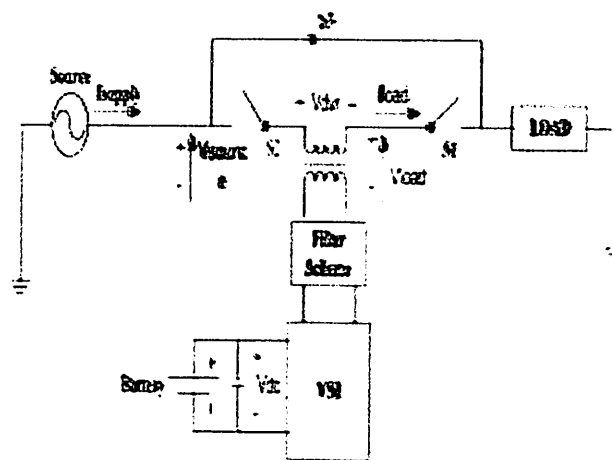


Gambar 2.5 Model DVR

DVR pertama kali digunakan pada tahun 1996, yang pada kondisi normalnya pemasangannya diletakkan pada system distribusi yakni antara sumber (supply)

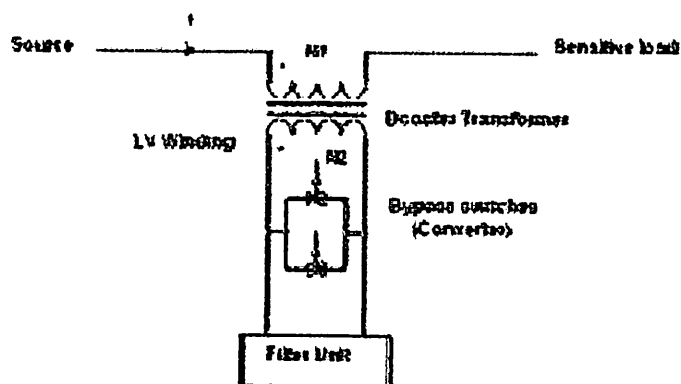
dan beban yang kritis / mengalami gangguan (critical load) [4]. DVR adalah salah satu peralatan yang digunakan untuk melindungi beban sensitive terhadap penurunan tegangan sesaat. DVR memiliki tiga kondisi operasi, yaitu :

- a. *Protection Mode*, dalam skema modus proteksi, saklar bypass dapat digunakan sebagai alat perlindungan untuk melindungi DVR dari saat sisi beban ini mengalami gangguan pada beban saat lonjakan arus besar. DVR dapat dilindungi oleh tindakan bypass switch dengan menyediakan jalan lain untuk arus tersebut seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini [14].



Gambar 2.6 Protection Mode

- b. *Standby* (dapat juga disebut dengan *Short Circuit Operation (SCO)*), suatu kondisi dimana tidak terjadi *voltage sag* dan tegangan yang diinjeksikan memiliki magnitude nol (*Zero Magnitude*) [15].



Gambar 2.7 Standby Mode^[12]

- c. *Boost* (bila *DVR* menginjeksi suatu tegangan yang diperlukan pada magnitude dan fasa yang sesuai untuk memperbaiki tegangan pada bus beban (*load bus*) disaat terjadi *voltage sag* ^[15].

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Software PSCAD / EMTDC V 4.2 Power Simulation

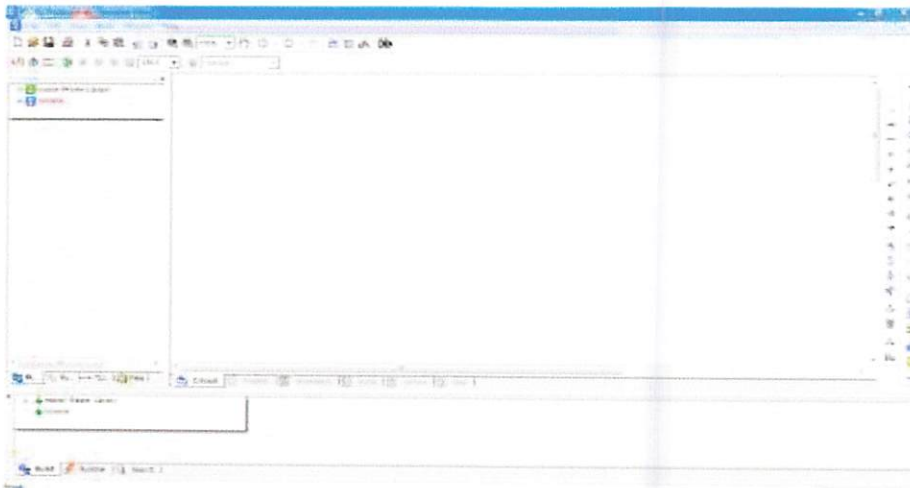
PSCAD (*Power System Computer Aided Design*) adalah *graphical user interface* yang sangat baik dan fleksibel. PSCAD memungkinkan pengguna menggambar mengkonstruksi sebuah rangkaian, menjalankan sebuah simulasi, analisa hasil dan manajemen data terintegrasi secara lengkap. Penggambaran, pengontrolan dan pengukuran juga tersedia, jadi pengguna dapat mengubah parameter sistem, menjalankan simulasi dan melihat hasil secara langsung.

Dibawah ini adalah model umum yang terdapat di dalam studi system menggunakan PSCAD / EMTDC:

- *Resistors, inductors, capacitors*
- *Mutually coupled windings, such as transformers*
- *Frequency dependent transmission lines and cables (including the most accurate time domain line model in the world)*
- *Current and voltage sources*
- *Switches and breakers*
- *Protection and relaying*
- *Diodes, thyristors, GTOs, IGBTs*
- *Analog and digital kontrol functions*
- *AC and DC machines, exciters, governors, stabilizers and inertial models*
- *Meters and measuring functions*
- *Generic DC and AC kontrols*
- *HVDC, SVC, and other FACTS kontrollers*
- *Wind source, turbines and governor*

3.1.1 Tampilan Layar Utama Software PSCAD / EMTDC 4.2 *Power Simulation*

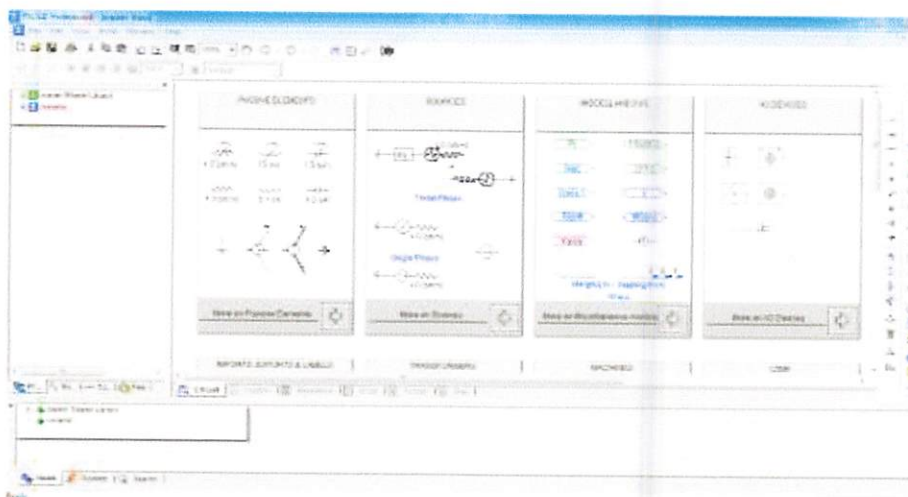
Untuk memulai PSCAD, pilih *Start | Program | PSCAD* pada layar menu *start*. Berikut ini adalah tampilan pada layar utama pada *software PSCAD / EMTDC* yang akan digunakan untuk melakukan analisa.



Gambar 3.1 Tampilan Utama Software PSCAD/EMTDC 4.2 *Power Simulation*

3.1.2 Tampilan Master Library pada Software PSCAD / EMTDC 4.2 *Power Simulation*

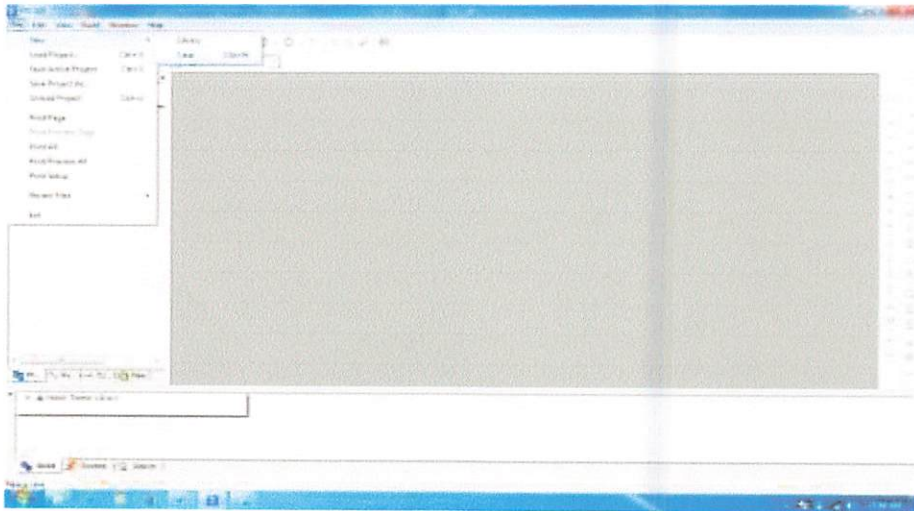
Berikut ini adalah tampilan *master library* pada layar utama *software PSCAD / EMTDC* yang akan digunakan untuk melakukan analisa.



Gambar 3.2 Tampilan *Master Library* pada *Software PSCAD / EMTDC v 4.2 Power Simulation*

3.1.3 Tampilan Lembar Kerja Baru pada Software PSCAD / EMTDC 4.2 *Power Simulation.*

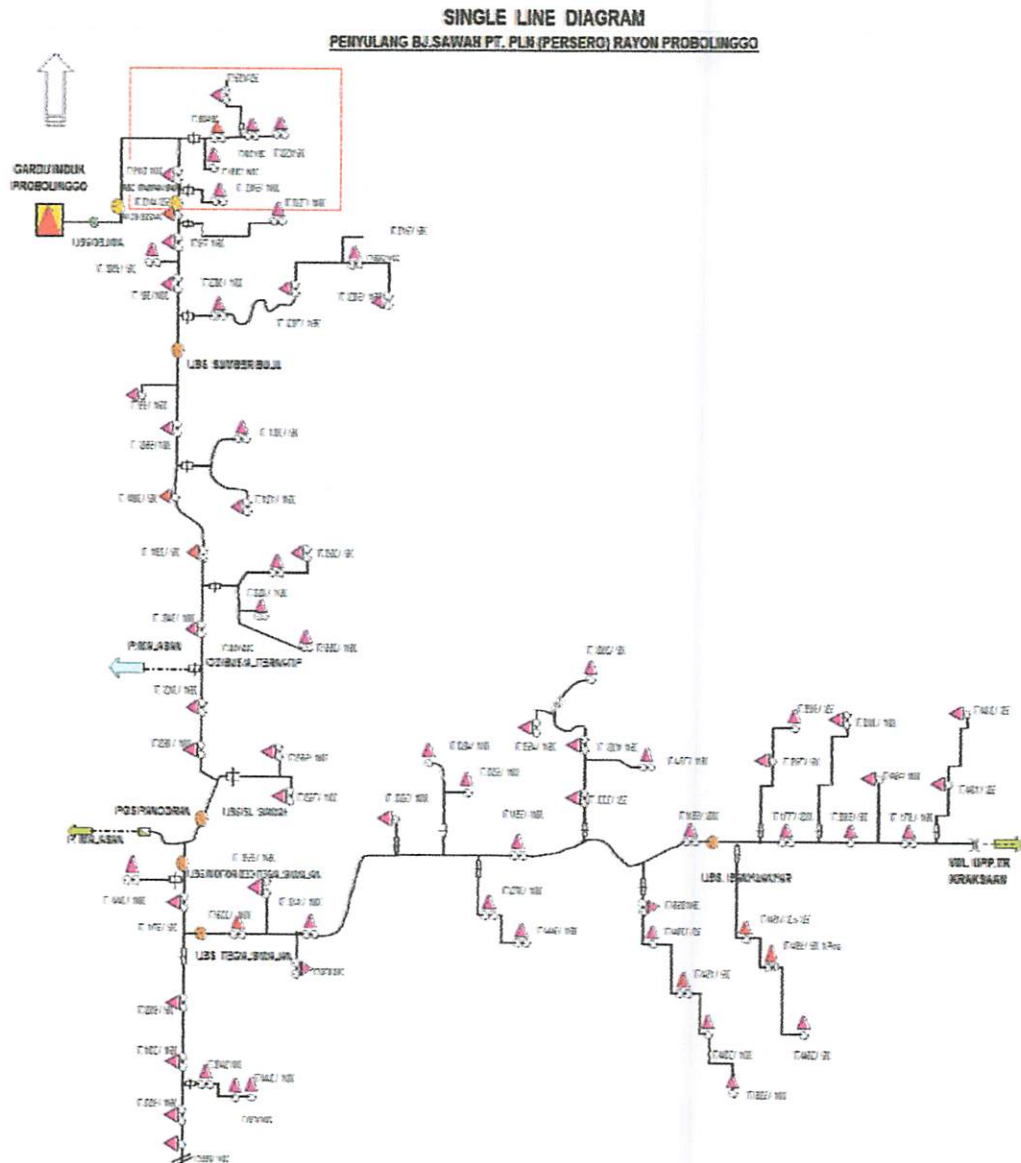
Untuk memulai lembar kerja baru pada *PSCAD* maka, pilih *File | New | Case* , pada layar menu. Berikut ini adalah tampilan lembar kerja baru pada *software PSCAD/EMTDC* yang akan digunakan untuk melakukan analisa.



Gambar 3.3 Tampilan Lembar Kerja Baru pada *Software PSCAD / EMTDC*
Power Simulation

3.2 Sistem Jaringan G.I Probolinggo penyulang Banjar Sawah .

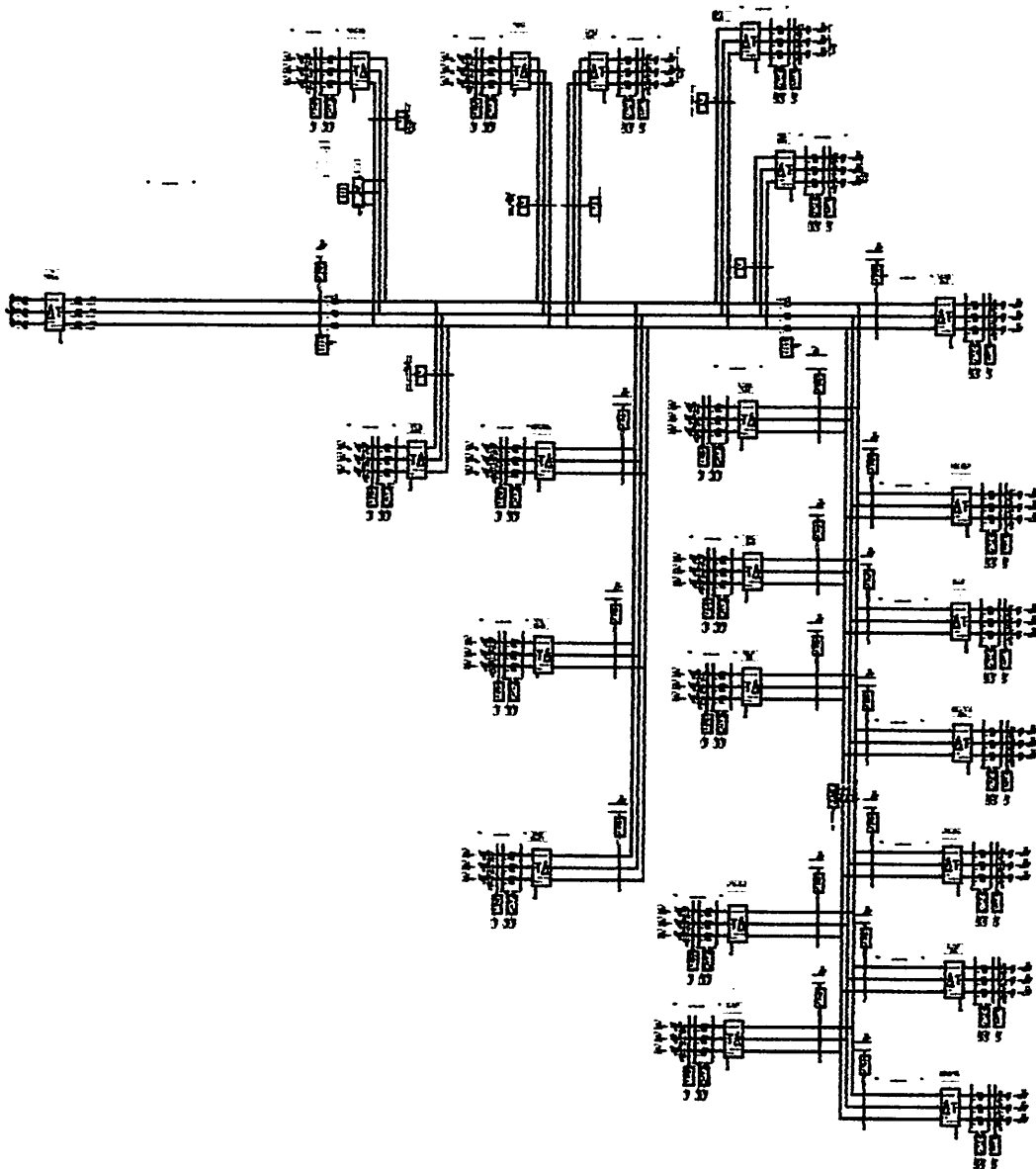
Jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV di G.I Probolinggo penyulang Banjar Sawah adalah salah satu penyulang yang ada di G.I Probolinggo penyulang Banjar Sawah . Berikut adalah *single diagram* jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV G.I Probolinggo penyulang Banjar Sawah



Gambar 3.4 single line G.I Probolinggo penyulang Banjar Sawah

Dan pada gambar 3.5 adalah pemodelan single line G.I Probolinggo penyulang Banjar Sawah dari gambar 3.4 menggunakan software PSCAD /

EMTDC V 4.2 dimana pemodelan tersebut digunakan untuk mempermudah menganalisa dalam proses pengerjaan skripsi ini Berikut ini adalah pemodelan single line G.I Probolinggo penyulang Banjar Sawah .



Gambar 3.5 Pemodelan Single Line sistem distribusi GI Problinggo penyulang Banjar Sawah pada PSCAD / EMTDC Power simulation V4.2

Dimana Setelah pengerjaan gambar single line selesai dengan memasukan data yang tersedia yang didapat dari PLN dan mensimulasikanya pada software PSCAD / EMTDC V 4.2 maka didapati hasil load flow seperti pada tabel 3.1

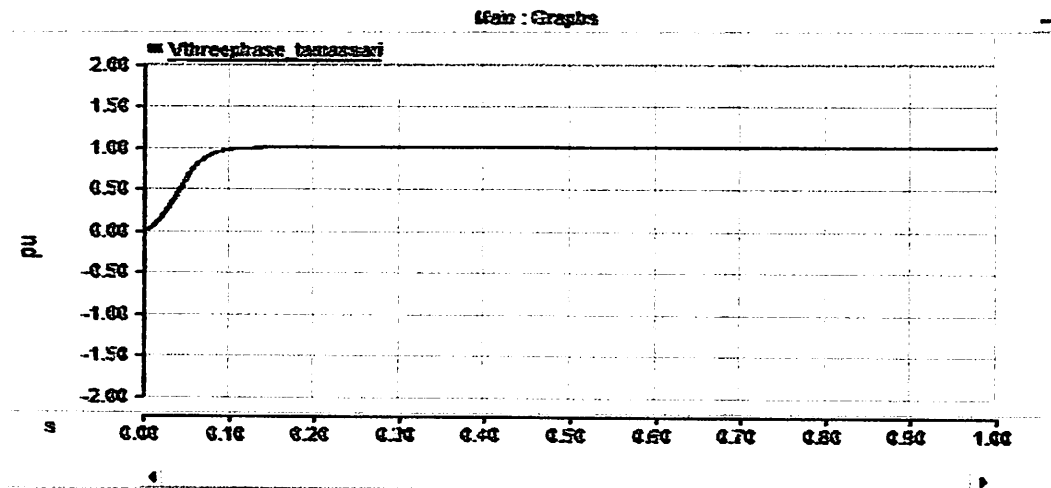
dimana pada GI . Probolinggo Penyulang Banjar Sawah profil tegangan bila tidak terjadi gangguan profil tegangan masih dalam standar range yaitu 1 pu .

Tabel 3.1 Hasil *Running Simulation* GI . Probolinggo Penyulang Banjar Sawah

No	Trafo	Vrms
1	Taman Sari	0.997037
2	Margon Lawang	0.996327
3	Ngepoh	0.996365
4	Sumber Agung	0.995281
5	Sumber Bulu	0.995783
6	Banjar Sawah	0.995827
7	PDAM BJS	0.995829
8	Tegal Siwalan	0.99577
9	Banjar Sawah 2	0.99571
10	Malasan Kulon	0.995423
11	Malasan Wetan	0.995379
12	Curah Dalem	0.995125
13	Bladu Kulon	0.995125
14	Bulujean	0.995125
15	Gunung Geni	0.995125
16	Banyu Anyar	0.995125
17	Liprak Kidul	0.994959
18	Liprak Kulon	0.994955
19	Klenang Kidul	0.995002
20	Klenang Kidul	0.995002
21	Sumber Poh	0.994998

Grafik 3.1 merupakan hasil dari *running simulation* pada simulasi PSCAD / EMTDC V4.2 dari data yang didapat dari GI Probolinggo Penyulang Banjar Sawah. dimana dalam keadaan tidak ada gangguan profil tegangan pada GI Probolinggo Penyulang Banjar Sawah masih dalam range 1 pu dimana kondisi ini masih normal dan tidak bermasalah tetapi lain halnya bila penurunan tegangan

rms dari nilai nominalnya yang terjadi dalam waktu yang singkat, sekitar 10 ms sampai beberapa detik. IEC 61000-4-30 mendefinisikan *voltage sag* (dip) sebagai penurunan besar tegangan sementara pada titik di bawah nilai. IEEE Standard 1159-1995 mendefinisikan *voltage sag* sebagai variasi tegangan rms dengan besar antara 10% sampai 90%.



Grafik 3.1 *running simulation* pada simulasi PSACD / EMTDC V4.2

3.3 Dynamic Voltage Restore

Pada skripsi ini untuk mengatasi permasalahan *voltage sag* akibat adanya gangguan simetris 3 phasa maka digunakan DVR yang memiliki komponen utama serta memiliki fungsi masing-masing :

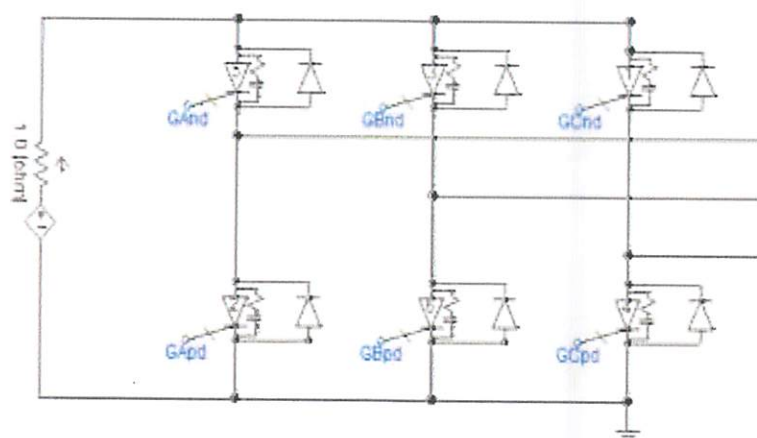
- *Energy Storage*
- *Voltage Source Converter*
- Sistem Kontrol (Kontrol PWM dan Kontrol Pengendali P.I)
- *Injection / Coupling Transformer*

3.3.1 *Energy Storage*

Energy storage (Penyimpan Energi) digunakan untuk penyimpanan energi dalam bentuk DC. *Flywhell, Batteries, Superconducting Magnetic Energy Storage* (SMES) dapat digunakan sebagai perangkat penyimpanan energi. Ini akan memberikan kebutuhan daya aktif sistem saat DVR digunakan untuk kompensasi [12].

3.3.2 Voltage Source Converter

Voltage Source Converter adalah sistem elektronik daya yang terdiri dari perangkat switching seperti : *Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor* (MOSFET), *Gate Turn Off Thyristors* (GTO), *Insulated Gate Bipolar Transistors* (IGBT), dan *Integrated Gate Commutated Thyristors* (IGCT), dimana semua dapat menghasilkan tegangan sinusoidal pada frekuensi, magnitude, dan sudut fasa yang diperlukan. Biasanya *Voltage Source Converter* tidak hanya digunakan untuk mitigasi dip tegangan, tetapi juga untuk masalah kualitas daya lainnya, misalnya flicker dan harmonisa^[10]. Untuk skripsi ini menggunakan *Voltage Source Converter* (VSC) dengan perangkat switching yaitu *Gate Turn Off Thyristors* (GTO). Fungsi dasar dari VSC adalah untuk mengkonversi tegangan searah (DC) yang dihasilkan oleh piranti penyimpan energi (*energy storage device*) menjadi tegangan arus bolak-balik (AC) yang dibutuhkan oleh *injection / coupling transformer* untuk mengkompensasi tegangan pada saat terjadinya *voltage sag*.



Gambar 3.6 Rangkaian VSC pada DVR

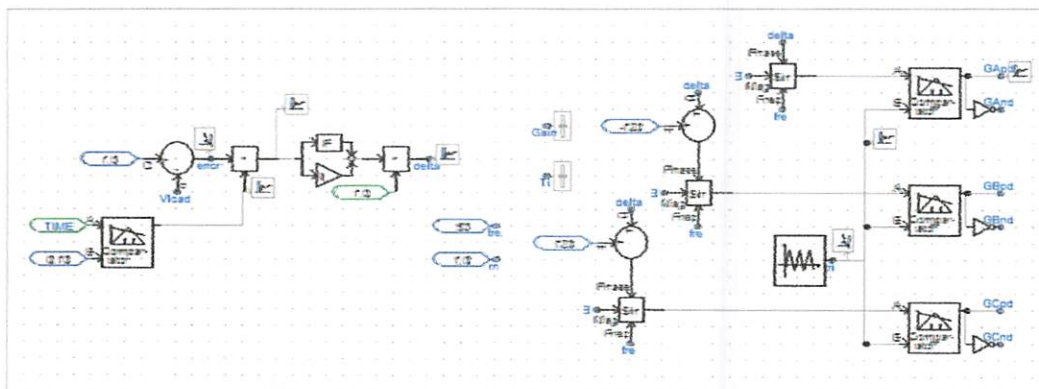
3.3.3 Kontrol Pengendalian PWM Sinusoidal.

Gelombang sinusoidal pada tiga VSC dikendalikan dengan teknik PWM. Rencana Kendali berdasarkan PWM berkenaan dengan DVR diterangkan pada bagian ini. Tujuan rencana kendali adalah untuk memelihara magnitude tegangan konstan suatu beban sensitif. Sistem kendali mengukur tegangan rms di titik beban tidak dibutuhkan pengukuran daya reaktif. Strategi penyakelaran VSC adalah didasarkan pada suatu teknik PWM sinusoidal, yang sederhana dan memberikan respon yang baik. Metode PWM menawarkan suatu pilihan yang

lebih fleksibel. Suatu sinyal error diperoleh dengan membandingkan tegangan acuan dengan tegangan rms pengukuran di titik beban. pengontrol PI memproses sinyal error dan menghasilkan sudut penundaan yang diperlukan (δ) untuk membawa kesalahan itu menjadi nol. Dalam generator PWM, kendali sinyal sinusoidal adalah *phase-modulated* dengan cara sudut (δ). Sinyal yang diatur dibandingkan dengan suatu sinyal bersegi tiga (*carrier*) dalam rangka menghasilkan sinyal penyakelaran untuk VSC. Parameter utama dalam rencana sinusoidal PWM adalah index sinyal amplitudo modulasi (m_a) pada sinyal $V_{control}$, dan sinyal segitiga pada index modulasi frekuensi (m_f). Index Amplitudo M_a dipertahankan tetap pada 1 pu, dalam hal memperoleh komponen dasar tagangan tinggi pada pengontrol keluaran. Frekuensi *switching* ditetapkan pada 450 Hz, $M_f= 9$, dan kasus pengujian dilakukan pada jaringan yang stabil. Sudut modulasi diterapkan pada pembangkit sinyal PWM pada fasa A. Untuk fasa B dan C dengan pergeseran berturut-turut 120° dan 240° . Penerapan pengendalian sangat sederhana dengan menggunakan sinyal tegangan sebagai variabel umpan balik dalam perencanaan pengontrolan. Kecepatan respon dan efektifitas perencanaan pengontrolan ditunjukkan dalam hasil simulasi.

3.3.4 Kontrol PWM (*Pulse Width Modulation*).

Kontrol modulasi lebar pulsa berfungsi untuk memicu sinyal pada komponen Gate GTO, pada rangkaian modulasi lebar pulsa terdiri dari 3 bagian yaitu sinyal gelombang segitiga (*triangular*), pembangkit tegangan (*comparator*), dan rangkaian pemacu. Cara kerja dari rangkaian modulasi lebar pulsa tersebut adalah dengan cara membandingkan sinyal gelombang segitiga (*triangular*) dengan gelombang sinus yang diperoleh dari output rangkaian kontrol. Sinyal gelombang segitiga dan sinyal gelombang sinus output dari rangkaian kontrol akan melalui suatu *comparator* yang keluarannya berupa sinyal gelombang segiempat, sinyal inilah yang kemudian dipicukan pada Gate dari komponen GTO yang ada pada VSC (*Voltage Source Converter*). Rangkaian VSC disupplay dengan tegangan DC (*Energy Storage*), keluaran tegangan dari VSC akan diinjeksi ke sistem sehingga tegangan yang sebelumnya mengalami penurunan sesaat akan dapat dikompensasi ^[17].



Gambar 3.7 Rangkaian modulasi lebar pulsa (PWM)

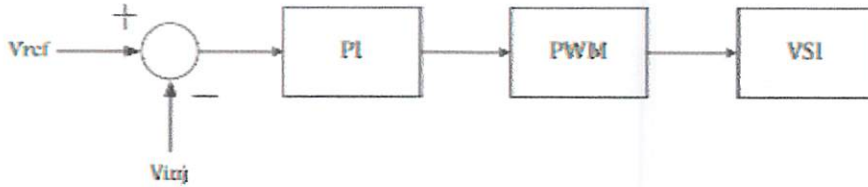
3.3.5 Injection / Coupling Transformator.

Injection / Coupling transformator memiliki dua tujuan yaitu menghubungkan DVR ke jaringan distribusi melalui sisi HV dan menggandeng injeksi tegangan kompensasi yang dihasilkan oleh voltage source converter (VSC) secara seri dengan sumber tegangan masuk^[10]. Fungsi dasar dari injection/coupling transformator adalah sebagai isolasi elektrik serta untuk menaikkan suplai tegangan AC yang rendah yang dihasilkan oleh VSC untuk menghasilkan tegangan yang diinginkan. Hubungan delta/open tidak menghasilkan injeksi tegangan urutan nol (zero sequence voltage). Pemilihan kumparan transformator injeksi (injection transformers) ditentukan oleh hubungan transformator penurun tegangan (step down transformers) yang diumpan balikkan ke beban. Jika transformator dihubungkan secara delta/open maka tidak perlu mengkompensasi tegangan urutan nol (zero sequence voltage), namun jika yang digunakan adalah hubungan star/open dengan pentanahan pada titik netral tegangan urutan nol harus dikompensasi^[15].

3.4.1 Sistem Kontrol.

Tujuan dari sistem kontrol ialah untuk memelihara konstanta magnitud tegangan pada titik dimana beban sensitif terhubung, pada sistem yang terganggu. Sistem kontrol konfigurasi umum biasanya terdiri dari metode koreksi tegangan yang menentukan tegangan referensi yang harus diinjeksikan oleh DVR dan kontrol VSC dimana dalam proses ini terdiri dari PWM dengan pengendali PI. Masukan pengendali adalah sebuah sinyal *error* yang diberikan oleh tegangan referensi dan nilai dari tegangan yang terinjeksi. Kesalahan tersebut diproses oleh

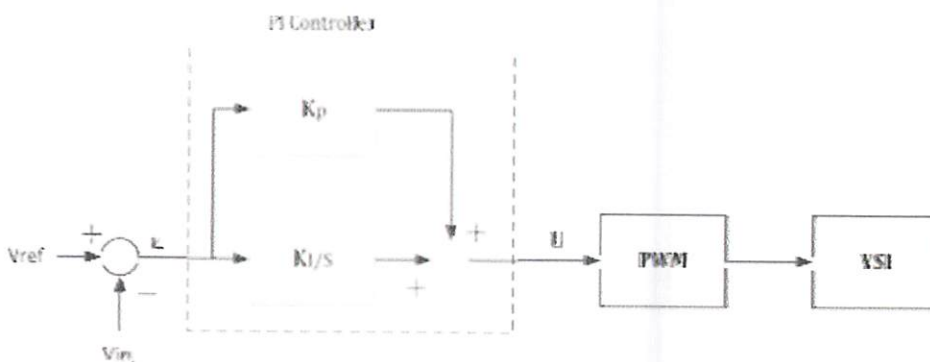
pengendali PI lalu *output* disediakan untuk PWM sinyal generator yang mengontrol *Converter DVR* untuk menghasilkan tegangan yang diperlukan [18].



Gambar 3.8 Dasar pengendali PI

3.4.2 Pengendali PI Konvensional.

Alasan dibalik luasnya penggunaan dari pengendali proporsional integral (PI) adalah keefektifan dalam mengontrol *steady state error* pada sebuah sistem pengendali, selain itu pengendalian proporsional integral (PI) juga mudah diimplementasikan. Akan tetapi, salah satu kerugian dari kompensator konvensional ini adalah ketidak mampuan untuk meningkatkan *respon transient* pada sistem. Pengendali PI konvensional (Gambar 3.8) mempunyai kesamaan. Dimana U adalah kontrol *output* yang terhubung dengan pembuat sinyal PWM. K_p dan K_I adalah proporsional dan integral yang masing-masing akan meningkat, akan tetapi peningkatan tersebut tergantung pada parameter sistem. ϵ adalah sinyal *error*, dimana sinyal *error* tersebut dapat diketahui dari perbedaan tegangan yang diinjeksikan dan tegangan referensi.



Gambar 3.9 Kontrol tegangan injeksi menggunakan kontrol P.I konvensional

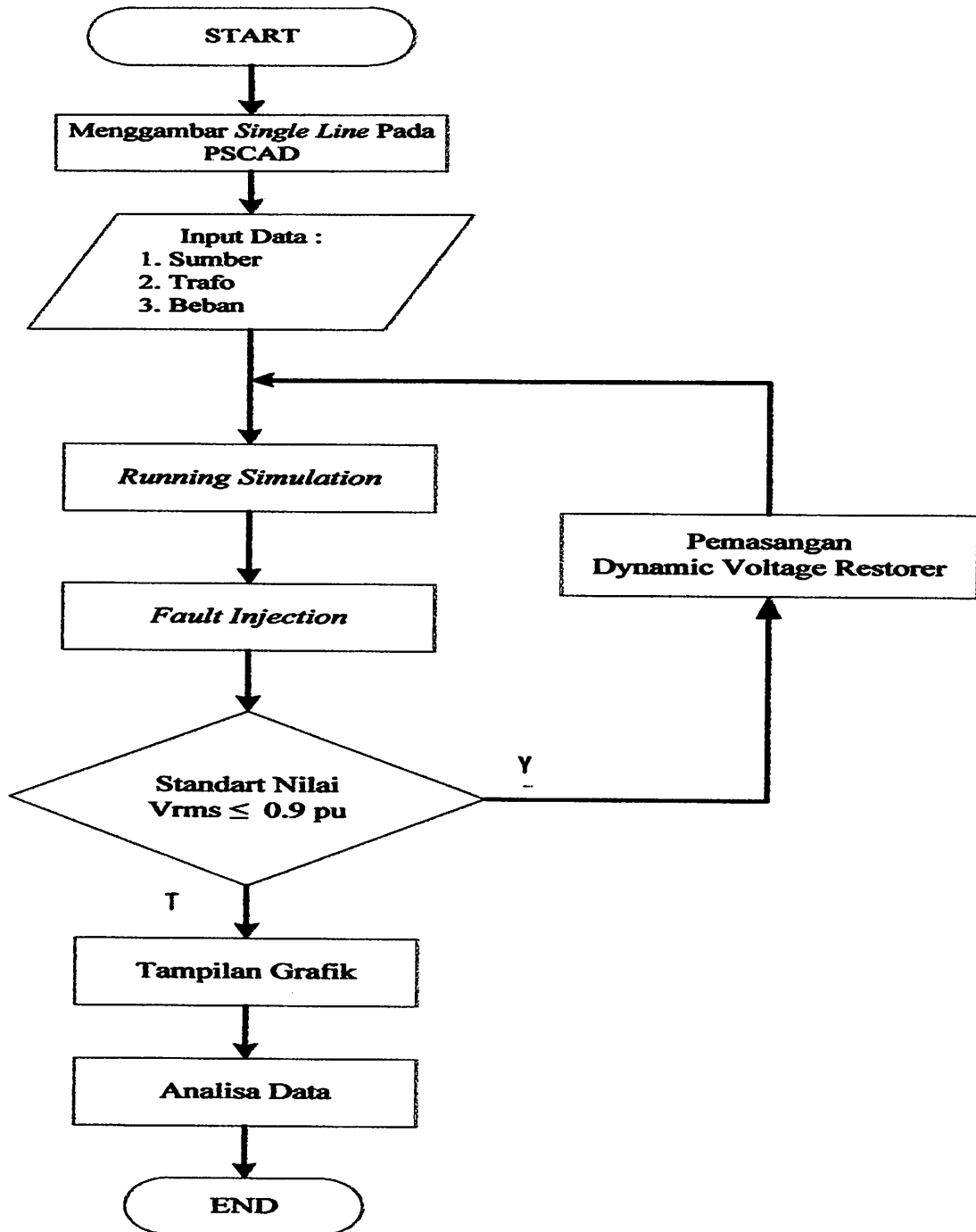
Persamaan 3.9 menunjukkan bahwa pengendali PI (proporsional integral) memperkenalkan sebuah kutub pada seluruh sistem *feedback* (umpan balik), karena itu, membuat sebuah perubahan dalam tempat aslinya. Secara analitis

kutub tersebut memperkenalkan sebuah perubahan dalam respon/tanggapan sebuah sistem kontrol. Dampak dari pengurangan *steady state error*. Selain itu, konstanta K_p dan K_i menentukan stabilitas dan *transient respon* dari suatu sistem, dimana konstanta-konstanta tersebut mengandalkan seluruh bidang dari tulisannya.

$$K_p \in [K_p \text{ min}, K_p \text{ max}] \text{ and } K_i \in [K_i \text{ min}, K_i \text{ max}] \dots\dots\dots (3.9)$$

Dimana nilai dari maksimum dan minimum konstanta PI (proporsional dan integral) secara praktis dievaluasi melalui eksperimen dan menggunakan beberapa teknik literasi . Hal ini membuat desain dari pengendali PI (proporsional integral) konvensional bergantung dari pengetahuan yang tinggi. Ketika konstanta kompensator melebihi dari nilai yang diizinkan, sistem kontrol mungkin akan mengalami sebuah kondisi *unsteady state* (kondisi tidak stabil). Setelah penetapan wilayah dari konstanta proporsional dan integral, pengaturan dari nilai *instantaneous* (sekejap) dari konstanta yang terjadi. Bergantung pada nilai sinyal error ε , nilai dari konstanta diatur dari sebuah sistem kontrol adaptif. Konstanta K_p dan K_i dirubah untuk meyakinkan bahwa *steady state error* dari sistem dapat dikurangi sampai minimum tetapi tidak sampai bernilai 0 ^[18].

3.5 Flowchart Hasil Simulasi Menggunakan *Software* PSCAD / EMTDC *Power Simulation V 4.2*



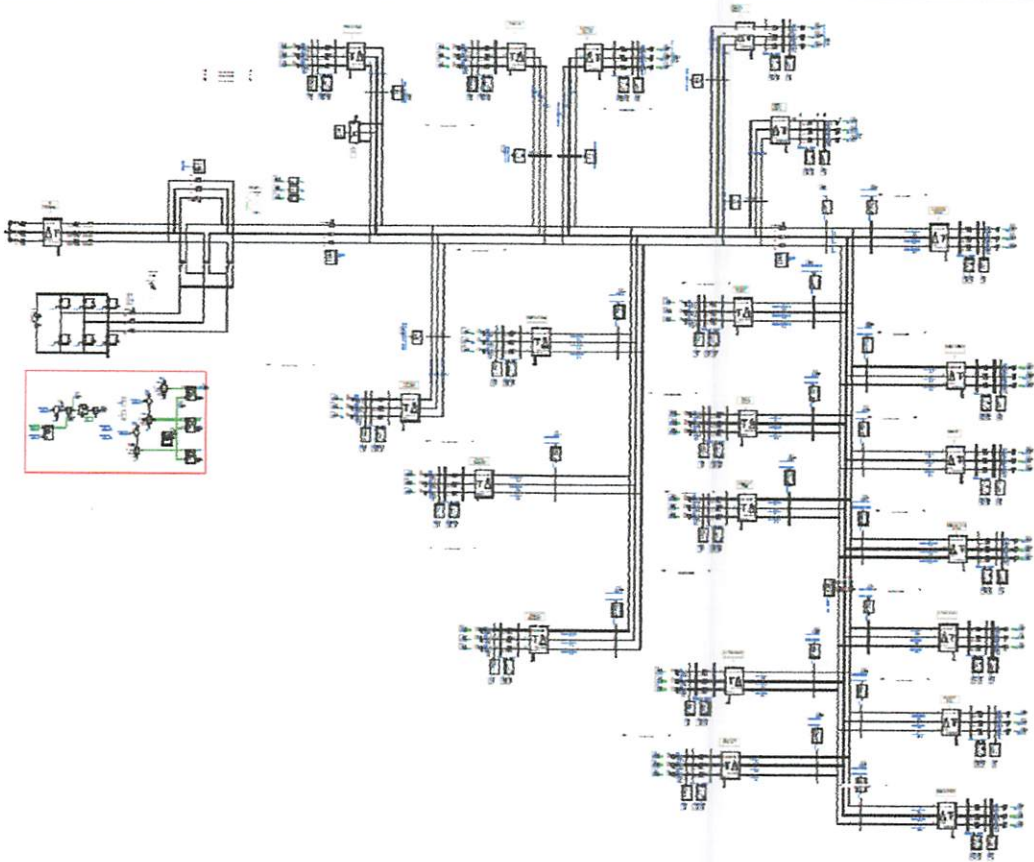
Gambar 3.10 Flowchart



BAB IV ANALISA DATA DAN HASIL

4.1 Jaringan Distribusi 20 kv GI Problinggo penyulang Banjar Sawah.

Sebelum melakukan analisa dengan menggunakan *software* PSCAD , maka gambar single line sistem distribusi yang sudah ada digambarkan ulang ke dalam lembar kerja yang ada pada *software* PSCAD terlebih dahulu. Selanjutnya memasukkan data-data serta mensimulasikan sesuai dengan langkah-langkah kerja dan melakukan analisa hasil. Berikut single line sistem distribusi GI Problinggo penyulang Banjar Sawah yang digambarkan menggunakan *software* PSCAD.



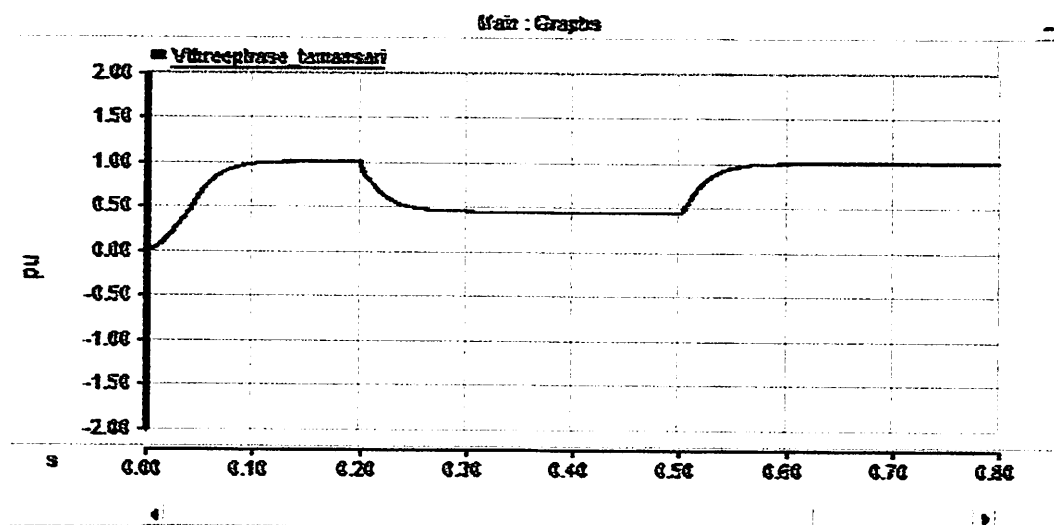
Gambar 4.1 pemodelan *Single Line* sistem distribusi GI Problinggo penyulang Banjar Sawah dalam pemodelan PSCAD / EMTDC V 4.2

4.2 Solusi Perbaikan Tegangan Akibat Gangguan Voltage Sag

Software PSCAD / EMTDC *Power Simulation* merupakan *graphical user interface* yang fleksibel dan *powerful*. Dengan *software* ini secara skematik kita dapat mengkonstruksi rangkaian, menjalankan simulasi, menganalisa hasil dan manajemen data dalam sebuah integrasi yang lengkap dalam hal grafis, termasuk control dan alat-alat ukur. Dengan demikian permasalahan yang ada pada GI Probolinggo penyulang Banjar Sawah dan solusi yang ingin diberikan dapat dilakukan menggunakan *software* PSCAD.

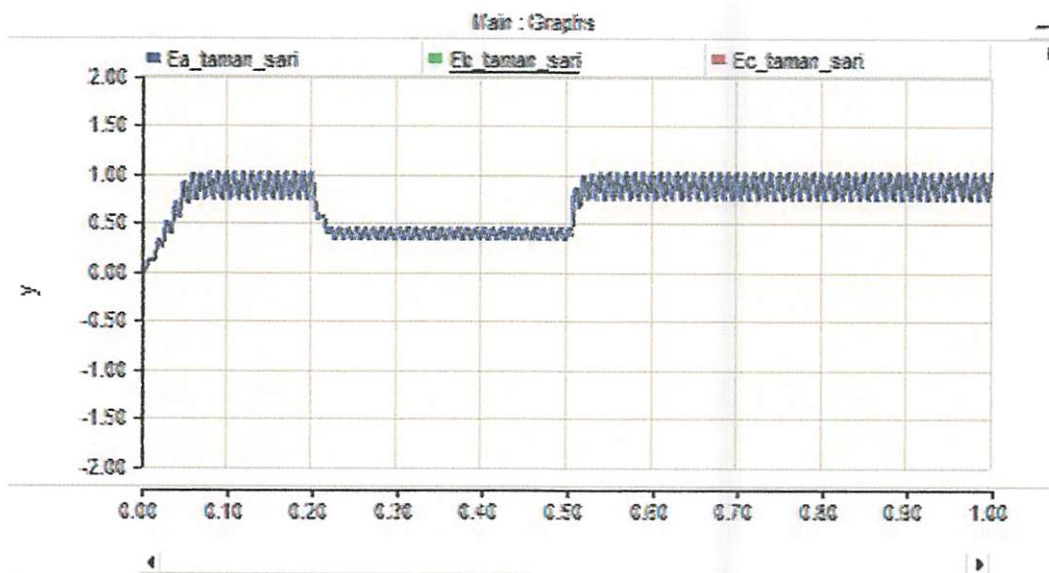
4.3 Hasil Simulasi Sebelum dan Sesudah pemasangan DVR .

Pada GI Probolinggo penyulang Banjar Sawah saat terjadi gangguan hubung singkat 3 phasa yang mengakibatkan *voltage sag* dan dengan bantuan simulasi PSCAD bisa dilihat gambar 4.2 dimana penurunan tegangan yang diakibatkan hubung singkat menjadi 0.43 pu dari tegangan normalnya yaitu dalam range 1 pu .

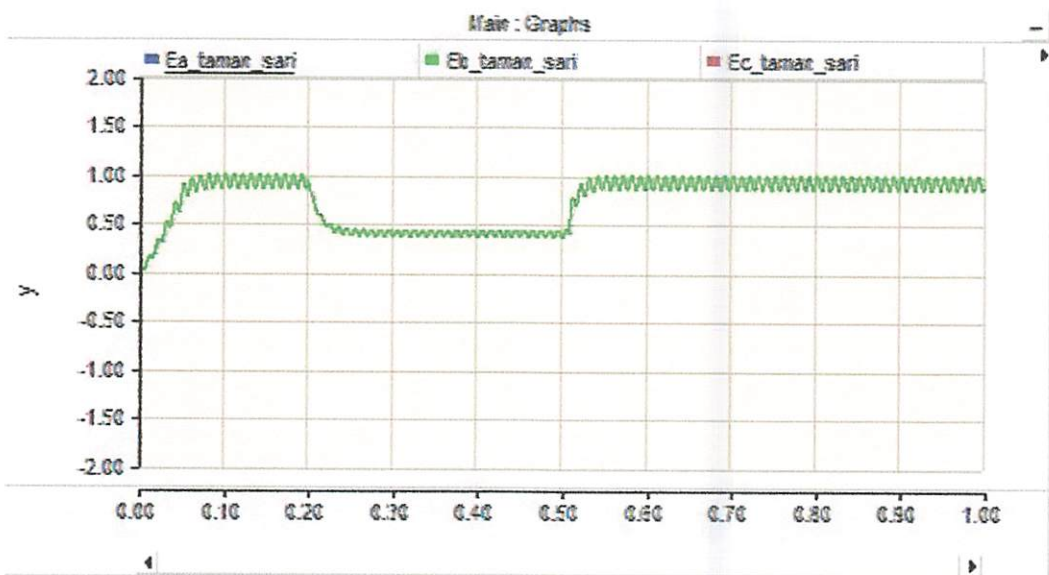


Grafik 4.1 VRMS 3 phasa pada saat gangguan voltage sag sebelum pemasangan DVR..

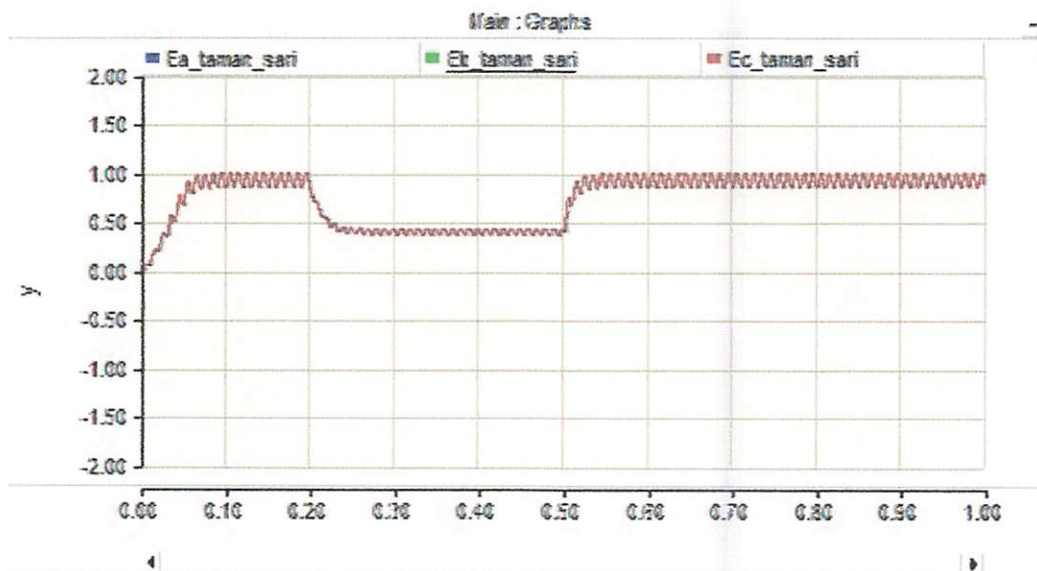
Profil tegangan pada setiap phasanya saat terjadi *voltage sag* sebelum pemasangan DVR dapat di lihat pada grafik 4.2 , 4.3 dan 4.4. dimana 3 phasanya mengalami penurunan dengan durasi yang sama .



Grafik 4.2 dimana fase A terjadi *Voltage Sag* dari 0.2 sampai 0.5 detik



Grafik 4.3 dimana fase B terjadi *Voltage Sag* dari 0.2 sampai 0.5 detik



Grafik 4.4 dimana fase C terjadi *Voltage Sag* dari 0.2 sampai 0.5 detik

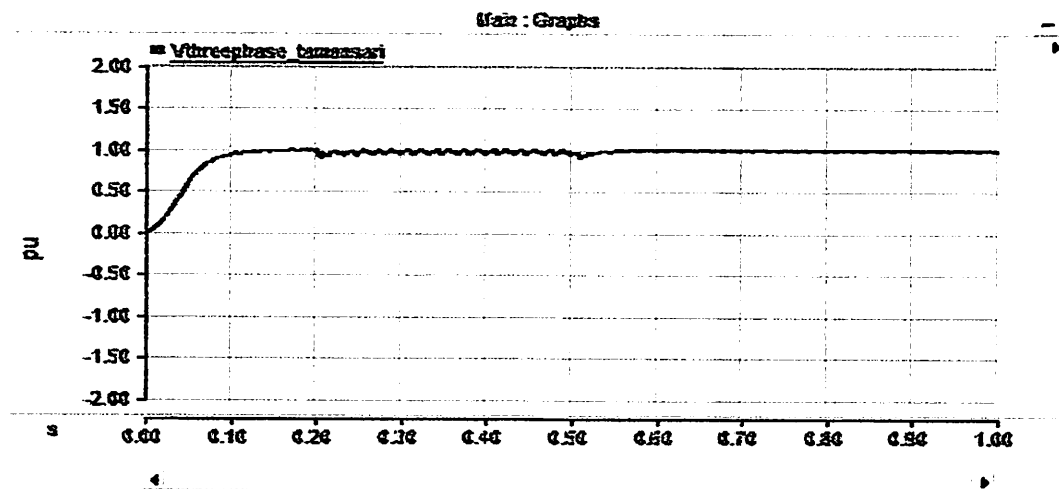
Pada table 4.1 menunjukkan penurunan tegangan yang di akibat dari gangguan hubung singkat 3 fase yang mengakibatkan *voltage sag* dengan penurunan tegangan mencapai 0.43 pada GI Probolinggo penyulang Banjar Sawah.

Tabel 4.1 Hasil perbaikan tegangan akibat gangguan *voltage sag* sebelum pemasangan DVR

NO	Trafo	Sebelum pemasangan DVR
1	Taman Sari	0.43477492
2	Margon Lawang	0.43477492
3	Ngepoh	0.43477492
4	Sumber Agung	0.43477492
5	Sumber Bulu	0.43477492
6	Banjar Sawah	0.43477492
7	PDAM Bjs	0.43477492
8	Tegal Siwalan	0.43477492
9	Banjar Sawah 2	0.43477492
10	Malasan Kulon	0.434598189

11	Malasan Wetan	0.434598189
12	Curah Dalem	0.434598189
13	Bladu Kulon	0.434598189
14	Bulujean	0.434598189
15	Gunung Geni	0.434598189
16	Banyu Anyar	0.434598189
17	Liprak Kidul	0.434542714
18	Liprak Kulon	0.434542714
19	Klenang Kidul	0.434542714
20	Klenang	0.434542714
21	Sumber Poh	0.434542714

Gambar 4.6 menunjukkan hasil pemasangan DVR pada GI Probolinggo penyulang Banjar Sawah meningkat dari 0.43 pu menjadi 1.00 pu dari sebelumnya yang terkena dampak dari gangguan hubung singkat 3 fasa yang mengakibatkan *voltage sag*.

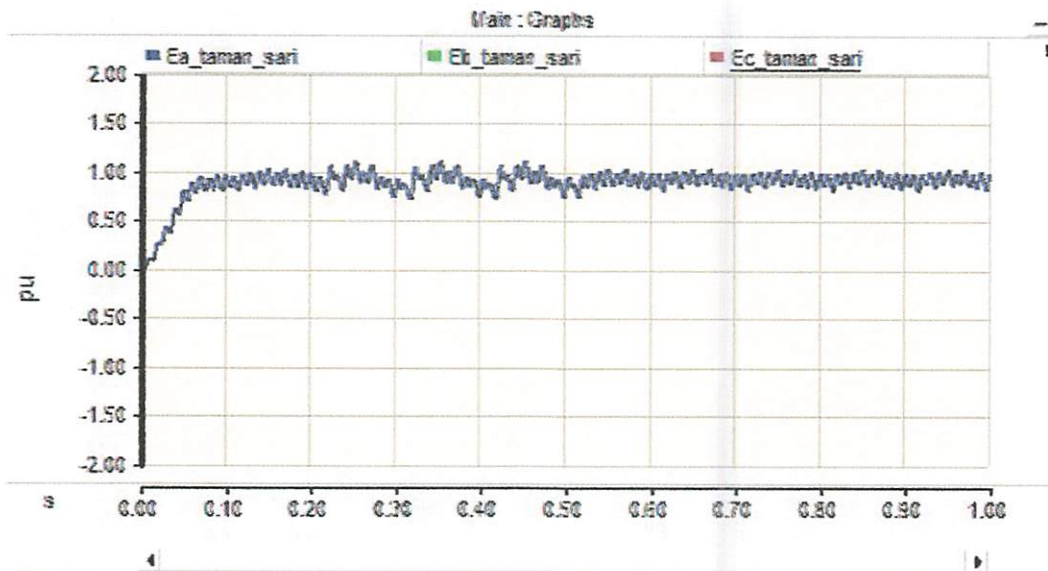


Grafik 4.5 Grafik VRMS 3 fasa pada saat gangguan voltage sag sesudah pemasangan DVR

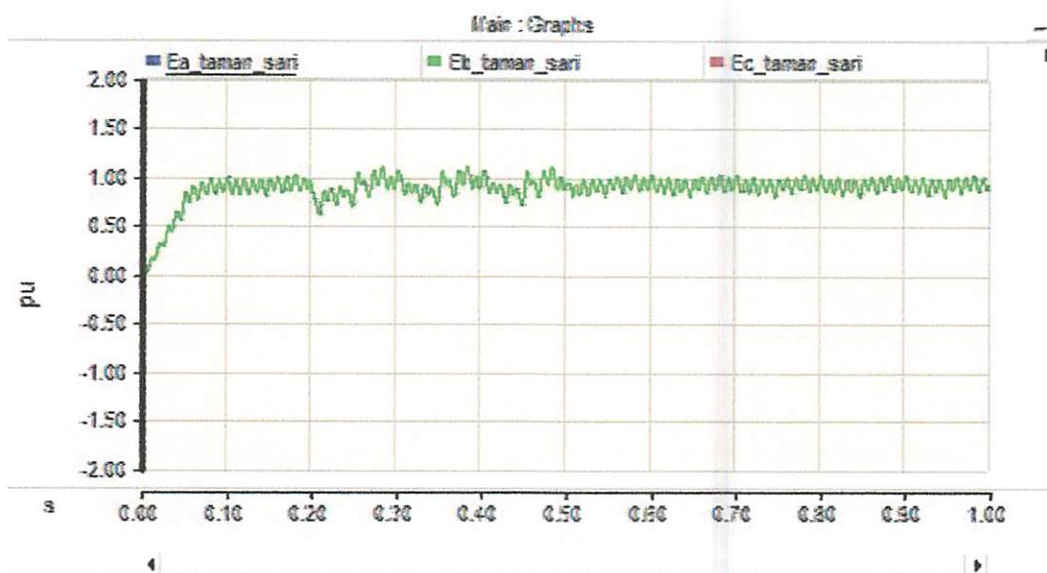
Pada tabel 4.1 menunjukkan kenaikan tegangan yang terjadi dari pemasangan DVR pada GI Probolinggo penyulang Banjar Sawah dimana *voltage*

sag terjadi antara detik 0.2 – 0.5 dengan penurunan tegangan mencapai 0.43 pu menjadi 1.00 pu.

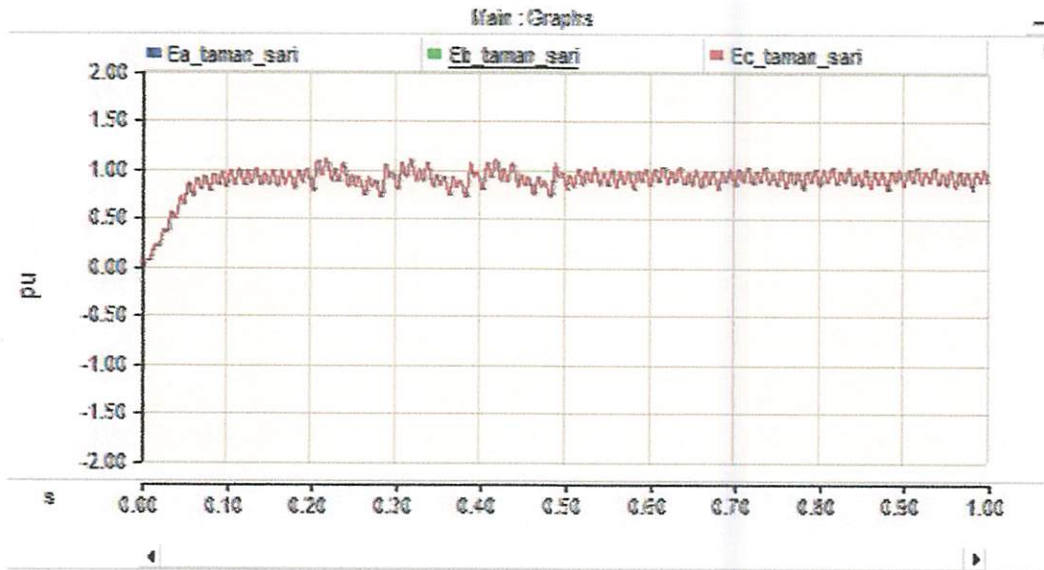
Untuk tegangan per fasanya saat gangguan yang telah dipasang DVR dapat di lihat pada gambar 4.6 , 4.7 dan 4.8 dimana setiap fasanya memiliki profil tegangan sendiri – sendiri saat terjadi injeksi tegangan. Dan itu di karenakan perbedaan sudut fasa antara fasa a , b dan c itu berbeda – beda .



Grafik 4.6 profil tegangan sesudah pemasangan DVR pada fasa A



Grafik 4.7 profil tegangan sesudah pemasangan DVR pada fasa B



Grafik 4.8 profil tegangan sesudah pemasangan DVR pada fase C

Hasil dari pemasangan DVR pada GI Probolinggo penyulang Banjar Sawah untuk mengatasi *voltage sag* yang terjadi akibat hubung singkat (*shot circuit*) 3 fasa dapat dilihat pada tabel 4.2 dimana mengatasi tegangan yang turun untuk mencapai tegangan normalnya menjadi 1 pu

Tabel 4.2 Hasil perbaikan tegangan akibat gangguan *voltage sag* sesudah pemasangan DVR

NO	Trafo	sesudah pemasangan DVR
1	Taman Sari	1.004651542
2	Margon Lawang	1.004651542
3	Ngepoh	1.004651542
4	Sumber Agung	1.004651542
5	Sumber Bulu	1.004651542
6	Banjar Sawah	1.004651542
7	PDAM Bjs	1.004651542
8	Tegal Siwalan	1.004651542
9	Banjar Sawah 2	1.004651542
10	Malasan Kulon	1.004246453

11	Malasan Wetan	1.004246453
12	Curah Dalem	1.004246453
13	Bladu Kulon	1.004246453
14	Bulujean	1.004246453
15	Gunung Geni	1.004246453
16	Banyu Anyar	1.004246453
17	Liprak Kidul	1.004119734
18	Liprak Kulon	1.004119734
19	Klenang Kidul	1.004119734
20	Klenang	1.004119734
21	Sumber Poh	1.004119734

4.4 Analisa Hasil Simulasi

Berdasarkan hasil simulasi profil tegangan akibat gangguan *voltage sag* akibat hubung singkat 3 fasa pada GI Probolinggo penyulang Banjar Sawah sebesar 0.42 pu, dan setelah pemasangan DVR profil tegangan naik menjadi 0.96 pu saat terjadi gangguan *voltage sag* akibat hubung singkat 3 fasa. Berdasarkan hasil *survey*, pada intinya permasalahan yang diangkat pada skripsi ini adalah perbaikan tegangan akibat gangguan *voltage sag* akibat gangguan hubung singkat 3 fasa. Permasalahan tersebut adalah sesuai dengan permasalahan yang ada pada GI Probolinggo penyulang Banjar Sawah, yaitu seperti yang sudah dijelaskan dari hasil simulasi pada sub pokok pembahasan sebelumnya, baik sebelum maupun sesudah pemasangan DVR. Adapun optimasi yang diberikan dari peningkatan tersebut dapat direpresentasikan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas DVR} &= V_{DVR} - V_{tanpa\ DVR} \dots \dots \dots (4.1) \\
 &= 1.00, pu - 0,43 pu \\
 &= 0,57 pu
 \end{aligned}$$

Oleh karena itu, DVR sangat efektif dan optimal untuk meningkatkan stabilitas tegangan pada sistem distribusi. Sedangkan prosentase optimasinya secara keseluruhan dapat direpresentasikan sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 \text{Optimasi}_{\text{system}} &= \left| \frac{\text{WITH}_{DVR} - \text{WITHOUT}_{DVR}}{\text{WITH}_{DVR}} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (4.2) \\
 &= \left| \frac{1,00 - 0,43}{1,00} \right| \times 100\% = 57\%
 \end{aligned}$$

Sehingga dari persamaan tersebut didapatkan optimasi stabilitas system secara keseluruhan khususnya stabilitas tegangan setelah pemasangan DVR yang mengarah pada perbaikan tegangan akibat gangguan hubung singkat 3 fasa yang mengakibatkan *voltage sag* . Pada hasil diatas DVR secara keseluruhan memberikan perbaikan tegangan akibat gangguan *voltage sag* . Dengan memasang DVR merupakan salah satu alternatif yang lebih fleksible untuk perbaikan tegangan akibat gangguan *voltage sag* pada GI Probolinggo penyulang Banjar Sawah sebagai penyedia listrik kepada konsumennya , dimana hal tersebut merupakan salah satu harapannya untuk diwujudkan sebagai langkah untuk memberikan kepada kepuasan pelanggan/ konsumen supaya baik si penyedia / penyuplai dan konsumen / pelanggan sama - sama diuntungkan dan tidak dirugikan akibat dari gangguan tersebut .

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Pengaruh pemasangan DVR pada sistem jaringan 20 kV G.I Probolinggo penyulang Banjar Sawah untuk perbaikan tegangan akibat gangguan *voltage sag* dengan menggunakan bantuan *software* PSCAD /EMTDC V4.2 *Power System Simulation*, maka dapat diambil kesimpulan :

1. DVR dapat mengatasi *voltage sag* akibat gangguan hubung singkat 3 phasa.
2. Setelah pemasangan DVR tegangan yang awalnya sebesar 0.43 pu karena *voltage sag* pada durasi 0,2 detik sampai 0,5 detik menjadi 1.00 pu
3. Total dari perbaikan tegangan yang dihasilkan memberikan peningkatan perbaikan tegangan sebesar 0,57 pu.
4. Pemasangan DVR pada sistem selain dapat meningkatkan perbaikan tegangan.
5. DVR dipasang secara seri setelah trafo distribusi pada sistem kelistrikan jaringan tegangan menengah 20 kV di G.I Probolinggo penyulang Banjar Sawah , Dengan spesifikasi DVR sebagai berikut:

DC source	: 380 V , 50 Hz
VSC	: GTO , 6 pulse switching
Trafo Coupling	: 1mVA , 380V / 20kV

5.2 Saran

Perlu diketahui bahwa sistem tenaga listrik di Indonesia khususnya pada jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV di G.I Probolinggo penyulang Banjar Sawah masih sangat perlu untuk meningkatkan perbaikan tegangan akibat gangguan *voltage sag* seperti yang dijabarkan dalam skripsi ini. Penggunaan DVR untuk meningkatkan stabilitas sistem khususnya perbaikan tegangan akibat gangguan hubung singkat 3 fasa yang menyebabkan *voltage sag* sangat diperlukan. Karena ditempat tersebut merupakan salah satu penyedia listrik di area Kota Probolinggo , dimana kondisi kestabilan tegangan sangat dibutuhkan untuk menjaga kualitas tegangan kekonsumen secara stabil dan kontinuitas selama 24 jam.

Selain dari pada itu DVR sangat disarankan untuk meningkatkan stabilitas sistem yang lainnya dan optimasi implementasinya pada sistem, agar kinerja dari DVR mampu memberikan kontribusi yang lebih baik dalam meningkatkan stabilitas sistem secara keseluruhan, sehingga system tersebut akan memiliki kualitas daya yang baik dan handal supaya tidak memberikan dampak negative / kerugian kepada kedua belah pihak baik penyedia / pennyuplai dan konsumen atau pelanggan .

DAFTAR PUSTAKA

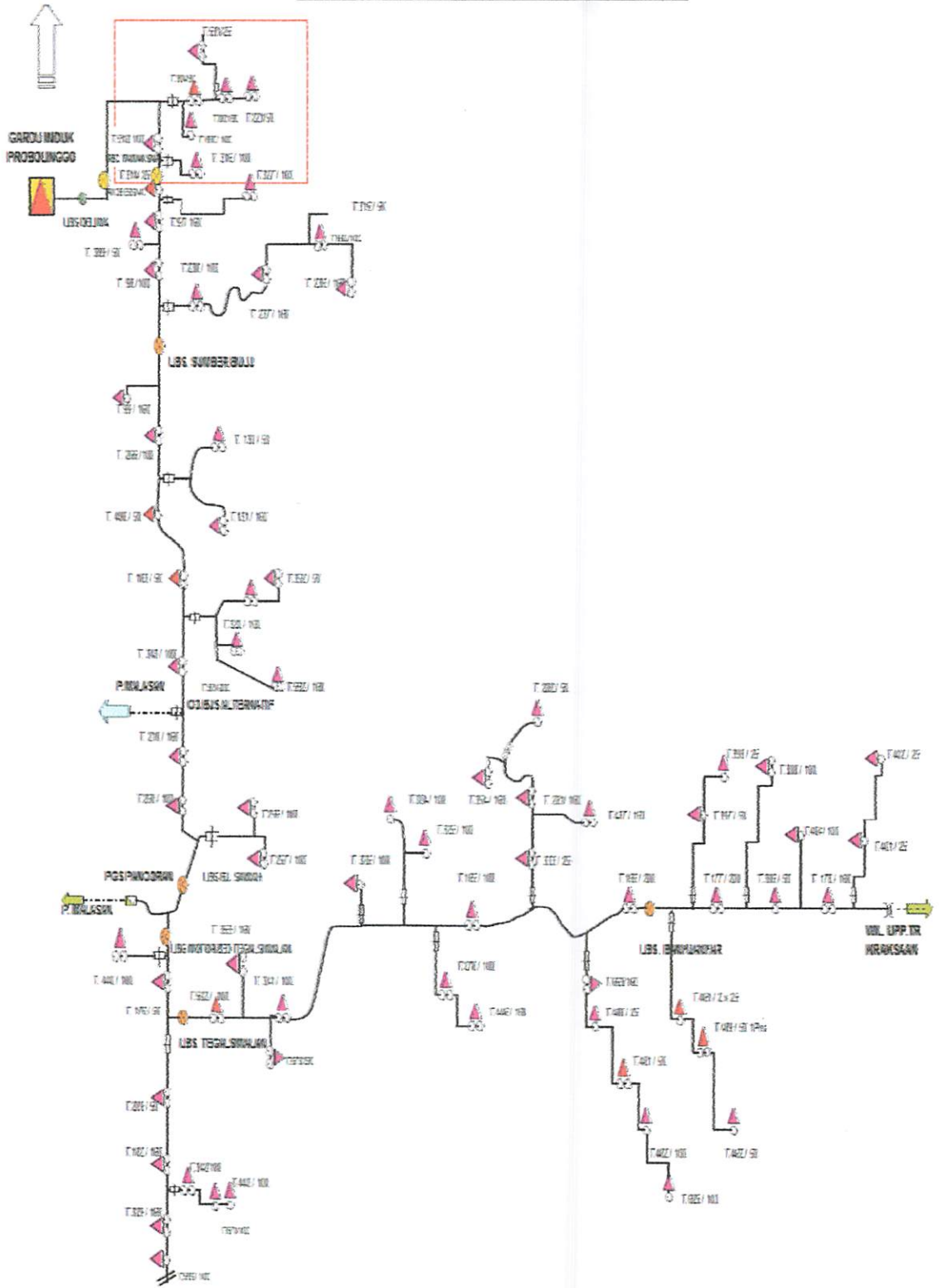
1. M. Izhwan M, N. Mariun, and M. Amran M. Radzi, "The effect of Power Quality to the Industries," The 5th SCORED, Malaysia, pp. 1-4, Dec 2007.
2. N. Hamzah, M. R. Muhamad, and P. M. Arsad, "Investigation On the Effectiveness of Dynamic Voltage Restorer For Voltage Sag Mitigation," The 5th SCOREd, Malaysia, pp 1-6, Dec 2007.
3. C. Benachaiba and B. Ferdi, "Voltage Quality Improvement Using DVR," *Electrical Power Quality and Utilization Journal*, vol.14, no.1,2008.
4. Amrita RAI and A. K. NADIR, "Modeling & Simulation of Dynamic Voltage Restorer (DVR) for enhancing Voltage Sag," *Sensor & Transducers Journal*, vol.87, Issue 1, pp. 85-93, January 2008.
5. P. Boonchiam and N. Mithulananthan, "Understanding of Dynamic Voltage Restorer Through MATLAB Simulation," *Thammasat Int. J.Sc.Tech.*, vol.11, no.3, July-September 2006.
6. Daman, Susanto, "Sistem Distribusi Tenaga Listrik", Edisi Pertama, 2009, Padang
7. Wahab S.W. and Alias M.Y., 2006, "Voltage Sag and Mitigation Using Dynamic Voltage Restorer (DVR) System", *Faculty of Electrical Engineering University Teknologi Malaysia*, Vol.8, No.2,32-37
8. Bollen, Math, "Voltage Sags", Taylor and Francis Group, 2006.
9. Wahab, Yusof, "Voltage Sag and Mitigation Using Dynamic Voltage Restorer", *Elektrika*, Vol. 8, No.2, 2006
10. Dahono, "An LC Filter Design Method for Single Phase PWM Inverter", *IEEE Catalogue No. 95TH8025*, 1995.
11. Rosli, Abdul Rahim, Sulaiman, "Modelling And Simulation For Voltage Sag/ Swells Mitigation Using Dynamic Voltage Restorer", *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 2009.
12. Mohammed S. A, Aurelio G. C, Abdel M. M. A, and B. Hasanim, 2013, "Dynamic Voltage Restorer (DVR) System For Competensation Of Voltage Sag, State-of-the-Art Riview", *INTERNATIONAL JURNAL OF Computational Engineering Research*, Vol.3, Issue.1,ISSN:2250-3005

13. Nakhoda I.Y and Abraham Lomi., 2012 "Implementation Of Dynamic Voltage Restorer (DVR) and Distribution Static Compensator (D-STATCOM) For power Quality Improvement", *Cyber journals :Multidisciplinary Journal in Sciene and Technology, Journal of Selected Areas In Renewable and Sustainable Energy (JRSE)*
14. R, omar N.A. Rahim and M.sulaiman, 2011,"Dynamic Voltage Restorer Application for Power Quality Improvement in Electrical Distribution System: An Overview", *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*,Vol.5, No.12,379-396, ISSN:1991-8178
15. K.R. Padiyar, 2007,"FACTS Controllers in Power Transmission and Distribution",India : New Age International Publisher
17. E. Acha, V.G Agelidis, O Naya-lara, Miller T.J.E, 2002, "Power Electronic Control In Electrical System", Newnes, USA
18. Ferdi. B, C. Benachaiba, S. Dib, R. Dehini, 2010, "Adaptive PI Control of Dynamic Voltage Restorer Using Fuzzy Logic",*Journal of ElectricalEngineering: Theory and Application, Vol.1, Iss.3*

LAMPIRAN

WORLD

SINGLE LINE DIAGRAM
PENYULANG BJ.SAWAH PT. PLN (PERSERO) RAYON PROBOLINGGO



55	482	Ds.GUNUNG GENI	STARLITE	91501 - 209	100	28 - 06 - 2007	BJS
56	484	Ds.KLENANG KIDUL / MASJID	HICO	853022 - 130	100	03 - 12 - 2008	BJS
57	489	Ds.LIPRAK KIDUL	MITSUBISHI	L.54053660	50X1 Phs	23/03/2007	BJS
58	498	Ds.BANJAR SAWAH	B & D	97017 - 44	25	20/08/2004	BJS
59	512	Ds.TAMAN SARI	B & D	20072169	160	25 - 09 - 2008	BJS
60	522	Ds.TEGAL SIWALAN	AICHI	821607917	50	25 - 06 - 2007	BJS
61	539	Ds.TIGASAN WETAN	B & D	20074142	100	29 - 08 - 2008	BJS
1	562	PDAM PEMKAB	STARLITE	922181110	200	8/26/2010	BJS
2	593	MALINDO FEED MELL		-180	555		BJS
3	625	DS gunung geni	TRAFINDO	124312331	100		BJS

24	282	Ds.TEGAL MOJO	STARLITE	914022 - 293	50	29/12/1993	BJS
25	308	Ds.LIPRAK WETAN	TRAFINDO	9731427	100	28/12/1999	BJS
26	314	Ds.TAMAN SARI	MITSUBISHI	230133	25X1 Phs	17/04/1997	BJS
27	315	Ds.SUMBER SUKO	MITSUBISHI	L.54053 - 391	50X1 Phs	17/10/2001	BJS
28	316	Ds.TAMAN SARI	STARLITE	031069 - 4	100	12 - 05 - 2007	BJS
29	320	Ds.TEGAL SIWALAN	STARLITE	87607	160	7/4/2007	BJS
30	324	Ds.BULU JARAN LOR	STARLITE	914025 - 833	50	10/4/1995	BJS
31	325	Ds.BULU JARAN LOR	UNINDO	50528	100	2/11/2000	BJS
32	326	Ds.BULUJARAN KIDUL	B & D	20072866	160	03 - 10 - 2007	BJS
33	327	Ds.MRANGGON LAWANG	HICO	863074 - 144	50	08 - 01 - 2007	BJS
34	329	Ds.MALASAN WETAN	STARLITE	92705 - 540	200	20/12/2002	BJS
35	333	Ds.BLADU KULON	B & D	9701899	25	26 - 08 - 2008	BJS
36	341	Ds.CURAH BUBUR	STARLITE	89104 - 169	100	19 - 01 - 2008	BJS
37	342	Ds.MALASAN WETAN	B & D	97016 - 91	25	5/2/2000	BJS
38	343	Ds.BANJAR SAWAH	B & D	-	100	7/9/2001	BJS
39	352	Ds.PARAS DARINGAN	UNINDO	50242	50	28 - 06 - 2007	BJS
40	353	Ds.CURAH DALEM	STARLITE	92703 - 422	160	19/06/1995	BJS
41	354	Ds.BLADU KULON	STARLITE	92703 - 134	160	19/06/1995	BJS
42	386	Ds.KLENANG KIDUL	STARLITE	71005 - 95	50	24/04/2000	BJS
43	389	PT.KTI MRANGGON	B & D	9300262	50	10 - 08 - 2007	BJS
44	397	Ds.LIPRAK KULON	STARLITE	87303 - 158	50	05/02//2001	BJS
45	398	Ds.LIPRAK KULON	STARLITE	94515 - 431	25	5/1/1996	BJS
46	401	Ds.SUMBER POH / KONGSI	STARLITE	94515 - 444	25	16/02/1996	BJS
47	402	Ds.SUMBER POH / PENANG	STARLITE	94515 - 443	25	16/02/1996	BJS
48	437	Ds.BANYUANYAR / BRINGIN	STARLITE	4050 - 25	160	3/3/1997	BJS
49	440	Ds.MALASAN KULON	UNINDO	65059	100	17/03/1997	BJS
50	443	Ds.GUNUNG BEKEL	UNINDO	21210	100	22 - 07 - 2008	BJS
51	446	Ds.TEGAL SONO	STARLITE	92703 - 533	160	5/7/2006	BJS
52	461	Ds.LIPRAK KIDUL	OSAKA E	2B9179038	25	8/3/2001	BJS
	461		OSAKA E	2B9179031	25	8/3/2001	BJS
	462	Ds.LIPRAK / ARCAH	TRAFINDO	30772	50	6/4/2001	BJS
53	480	Ds.GUNUNG GENI	B & D	9703 - 129	25	27/10/1999	BJS
54	481	Ds.GUNUNG GENI	MITSUBISHI	L.54053989	50	1/10/2000	BJS



PT. PLN (PERSERO)
UNIT BISNIS DISTRIBUSI JAWA TIMUR
UPP. TR.PROBOLINGO

DAFTAR TRAFODISTRIBUSI YANG TERPASANG

NO	GTT	ALAMAT	MERK	NO.SERIE	DAYA	PASANG	PENYULANG
1	97	Ds.MRANGGON LAWANG	STARLITE	51019 - 30	160	13/02/2001	BJS
2	98	Ds.NGEMPOH	HICO	853022 - 72	100	17/08/2005	BJS
3	99	Ds.SUMBER BULU	UNINDO	068158	160	15/02/2006	BJS
4	130	Ds.SUMBER KLIDUNG	STARLITE	89101 - 87	50	12 - 02 - 2008	BJS
5	131	Ds.SUMBER KLIDUNG	STARLITE	53946	160	17/11/2004	BJS
6	165	Ds.BULU JARAN	HICO	853021 - 96	100	10/1/1990	BJS
7	166	Ds.BANYUANYAR KIDUL	TRAFINDO	TA		7/4/1905	BJS
8	176	Ds.MALASAN KULON	UNINDO	2636984	50	22 - 02 - 2008	BJS
9	177	Ds.LIPRAK KULON	UNINDO	020501	200	1/8/2002	BJS
10	178	Ds.SUMBER POH	UNINDO	8696	100	6/3/2001	BJS
11	182	Ds.MALASAN WETAN	UNINDO	59391	160	20/01/2001	BJS
12	183	Ds.BANJAR SAWAH	MITSUBISHI	L,540531426	50	29 - 05 - 2008	BJS
13	209	PDAM MALASAN	HICO	863014 - 092	50	24/05/1989	BJS
14	210	PDAM BANJAR SAWAH	UNINDO	141101 - 7569	160	24/05/1989	BJS
15	236	Ds.WATU WUNGKUK	STARLITE	87607 - 118	160	17/02/2006	BJS
16	237	Ds.SUMBER BULU	STARLITE	89107 - 37	160	4/8/1990	BJS
17	238	Ds.SUMBER AGUNG	HICO	853022 - 99	100	14 - 06 - 207	BJS
18	256	Ds.BANJAR SAWAH	MITSUBISHI	L.54053 - 688	50X1 Phs	2/11/2002	BJS
19	257	Ds.BANJAR SAWAH	MITSUBISHI	L.54053 - 475	50X1 Phs	28/08/2001	BJS
20	260	Ds.BANJAR SAWAH	UNINDO	13254	100	14 - 07 - 2001	BJS
21	266	Ds.SUMBER BULU	UNINDO	29717	100	27/02/2001	BJS
22	278	Ds.BULU JARAN	B & D	9211166	100	23/12/1993	BJS
23	281	Ds.BLADU KULON	TRAFINDO	31235	160	6/9/2004	BJS



PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Yang Bertanda Tangan Dibawah Ini:

Nama : Deha Setyo Wibowo
 NIM : 1112032
 Semester : 8
 Fakultas : Teknologi Industri
 Jurusan : Teknik Elektro S-I
 Konsentrasi : **TEKNIK ENERGI LISTRIK**
TEKNIK ELEKTRONIKA
TEKNIK KOMPUTER DAN INFORMATIKA
TEKNIK KOMPUTER
TEKNIK TELEKOMUNIKASI
 Alamat :

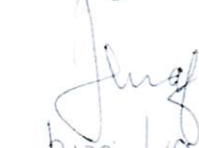
Dengan ini kami mengajukan permohonan untuk mendapatkan persetujuan untuk membuat SKRIPSI tingkat Sarjana. Untuk melengkapi permohonan tersenut, bersama ini kami lampirkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi.

Dapun persyaratan- persyaratan pengambilan SKRIPSI adalah sebagai berikut:


1. Telah melaksanakan semua praktikum sesuai dengan konsentrasinya (.....)
2. Telah lulus dan menyerahkan laporan Praktek Kerja (.....)
3. Telah lulus seluruh mata kuliah keahlian (MKB)sesuai konsentrasinya (.....)
4. Telah menempuh matakuliah > 134 sks dengan IPK > 2 dan tidak ada nilai E (.....)
5. Telah mengikuti secara aktif kegiatan seminar Skripsi yang diadakan Jurusan (.....)
6. Memenuhi persyaratan administrasi (.....)

Demikian permohonan ini untuk mendapatkan penyelesaian lebih lanjut dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Harap diteliti kebenarannya data tersebut diatas
 Recording Teknik Elektro S-I


 (.....)


Malang, 4 Maret2015
 Pemohon


 (Deha Setyo Wibowo)

Disetujui
 Ketua Prodi Teknik Elektro S-I


M. Ibrahim Ashari, ST, MT
 NIP. P. 1030100358

Mengetahui
 Dosen Wali


 (.....)
 TEGUH H

tatan:



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PERSERO) MALANG
NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor Surat : ITN-175/EL-FTI/2015
Lampiran : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Tanggal, 28 Mei 2015

Kepada : Yth. Bapak/Ibu **Bambang Prio Hartono, ST, MT**
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa :

Nama : **RETNO SETYO WIBOWO**
Nim : **1112032**
Fakultas : **Teknologi Industri**
Program Studi : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Energi Listrik**

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

“Semester Genap Tahun Akademik Genap 2014 - 2015”

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.



Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P. 1030100358



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

ERSERO) MALANG
NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor Surat : ITN-175/EL-FTI/2015
Lampiran : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Tanggal, 28 Mei 2015

Kepada : Yth. Bapak/Ibu **Ir. Ni Putu Agustini, MT**
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa :

Nama : **RETNO SETYO WIBOWO**
Nim : **1112032**
Fakultas : **Teknologi Industri**
Program Studi : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Energi Listrik**

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

“ Semester Genap Tahun Akademik Genap 2014 - 2015 “

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.




Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P. 1030100358

BERITA ACARA RAPAT PERSETUJUAN JUDUL/PROPOSAL SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik




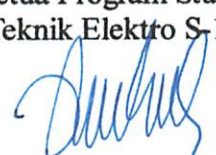

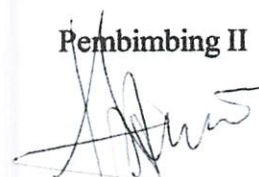
Tanggal :

1.	NIM	1112032
2.	Nama	Retno Setyo Wibowo
3.	Judul yang diajukan	Ok
4.	Disetujui/Ditolak	
5.	Catatan:	
6.	Pembimbing yang diusulkan:	
	1.	Ir Bambang Prio H, MT ✓
	2.	Ir Ni Puwu Agustini, MT ✓
Menyetujui		
1. Koordinator Dosen Kelompok Keahlian		
		
2. Dosen Kelompok Keahlian (Terlampir)		

* : Coret yang tidak perlu



**BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik**

1.	Nim	: 1112032	
2.	Nama	: RETNO SETYO WIBOWO	
3.	Konsentrasi Jurusan	: Teknik Energi Listrik	
4.	Jadwal Pelaksanaan:	Waktu	Tempat
	10 April 2015	09:00	III.1.4
5.	Judul proposal yang diseminarkan Mahasiswa	ANALISIS PEMASANGAN DYNAMIC VOLTAGE RESTORER (DVR) UNTUK PERBAIKAN VOLTAGE SAG PADA JARINGAN TEGANGAN MENENGAH DAN JARINGAN TEGANGAN RENDAH DI GI NGORO PENYULANG JOLOTUNDO	
6.	Perubahan judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian		
7.	Catatan :		
8.	Catatan :		
	Persetujuan judul Skripsi		
	Disetujui, Dosen Keahlian I (.....)	Disetujui, Dosen Keahlian II  (.....)	Disetujui, Dosen Keahlian III (.....)
	Mengetahui, Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1  M. Ibrahim Ashari, ST, MT NIP. P 1030100358	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs	
	Pembimbing I  (.....)	Pembimbing II  (.....)	



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI

SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2014-2015

Nama : Retno Setyo Wibowo
Nim : 1112032
Masa Bimbingan : Semester Genap 2014 – 2015
Judul : ANALISIS PEMASANGAN *DYNAMIC VOLTAGE RESTORE* (DVR)
UNTUK MENGATASI *VOLTAGE SAG* PADA JARINGAN TEGANGAN
MENENGAH DI GI PROBOLINGGO PENYULANG BANJAR SAWAH

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	18-05-2015	Penjelasan <i>study case</i> dan analisis data	
2	22-05-2015	Chek hasil data dari PLN	
3	29-05-2015	Buat simulasi pada <i>PSCAD/EMTDC V 4.2</i>	
4	13-06-2015	Buat perbandingan dengan saemua gangguan sebelum dan sesudah pemasangan DVR	
5	20-06-2015	Menentukan letak DVR	
6	6-07-2015	Perbandingan peletakkan DVR	
7	9-07-2015	Perbaiki makalah seminar hasil	
8	19-07-2015	Report hasil dari percobaan semua gangguan	
9	29-10-2015	Perbaiki Abstrak dan ACC laporan skripsi	

Malang, September 2015

Dosen Pembimbing

Bambang Priyo Hartono, ST, MT
NIP. Y.1028400082

Form.S-4b

MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI

SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2014-2015

Nama : Rimo Setyo Wibono
 Nim : 1112032
 Masa Bimbingan : Semester Genap 2014 - 2015
 Judul : ANALISIS PENYALAKAN DAN RENCANA KONTINGENSI (DVR) UNTUK MENCAKUPI KELOMPOK PADA JARINGAN BERDASAR MENGGUNAKAN PROTOKOL RENCANA KONTINGENSI

No	Tanggal	Tindakan	Pada Bimbingan
1	18-02-2015	Penjelasan wawancara dan analisis data	
2	23-02-2015	Check hasil data dan PIR	
3	20-02-2015	Buat simulasi pada NSD dan VWA	
4	12-06-2015	Buat perbandingan dengan skema gangguan sebelum dan sesudah pemasangan DVR	
5	20-06-2015	Menentukan leak DVR	
6	0-07-2015	Perbandingan pelajaran DVR	
7	0-07-2015	Perbaiki makalah seminar hasil	
8	10-07-2015	Report hasil dari percobaan skema gangguan	
9	20-10-2015	Perbaikan Abstrak dan ACC laporan skripsi	

Matang, September 2015

Dosen Pembimbing

Bambang Rivo Hartono, S.T.

NIP. 7.1028409982

Form-2-1b



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

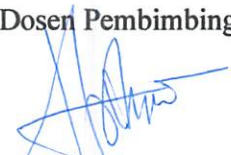
MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI
SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2014-2015

Nama : Retno Setyo Wibowo
Nim : 1112032
Masa Bimbingan : Semester Genap 2014 – 2015
Judul : **ANALISIS PEMASANGAN *DYNAMIC VOLTAGE RESTORE* (DVR) UNTUK MENGATASI *VOLTAGE SAG* PADA JARINGAN TEGANGAN MENENGAH DI GI PROBOLINGGO PENYULANG BANJAR SAWAH**

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	20-05-2015	Bimbingan laporan skripsi Bab 1 dan Bab 2	
2	25-05-2015	Konsultasi <i>single line</i> dan penempatan DVR.	
3	02-06-2015	Bimbingan data dari PLN	
4	06-06-2015	Bimbingan hasil <i>voltage sag</i> di GI probolinggo	
5	09-06-2015	Bimbingan makalah seminar progres	
6	19-06-2015	Bimbingan laporan skripsi Bab 3	
7	1-07-2015	Perbaiki makalah seminar hasil	
8	10-07-2015	Bimbingan laporan skripsi Bab 4 dan Bab 5	
9	28-10-2015	Bimbingan Abstrak dan ACC laporan skripsi	

Malang, September 2015

Dosen Pembimbing


Ir. Ni Putu Agustini, MT
NIP.Y. 1030100371

Form.S-4b



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1) yang diselenggarakan pada :

Hari/Tanggal : Selasa, 18 Agustus 2015

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

Nama : RETNO SETYO WIBOWO
NIM : 1112032
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
Judul Skripsi : **ANALISIS PEMASANGAN *DYNAMIC VOLTAGE RESTORE* (DVR) UNTUK MENGATASI *VOLTAGE SAG* PADA JARINGAN TEGANGAN MENENGAH DI GI PROBOLINGGO PENYULANG BANJAR SAWAH**

No	Materi Perbaikan	Ket
1.	Abstrak 1 spasi , singkatan (di singkat sekali saja)	Bef
2.	Daftar table di sempurnakan (besar font dan spasi)	Bef
3.	Gambar dan kalimat diambil dari referensi diberi nomor indeks sesuai dengan urutan daftar pustaka	Bef
4.	Grafik ditampilkan 3 phasanya	Bef
5.	Daftar pustaka diberi nomor urut	Bef
6.	Kapasitas dan spesifikasi DVR disesuaikan dengan kebutuhanya sistem	Bef
7.	Sistematika (huruf dan spasi) disempurnakan	Bef

Dosen/Penguji I


Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT.

NIP. X. 1018800189

Dosen Pembimbing I


Bambang Prio Hartono, ST. MT

NIP. Y. 1028400082

Dosen Pembimbing II


Ir. Ni Putu Agustini, MT

NIP. Y. 1030100371



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1) yang diselenggarakan pada :

Hari/Tanggal : Selasa , 18 Agustus 2015

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

Nama : RETNO SETYO WIBOWO
NIM : 1112032
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
Judul Skripsi : **ANALISIS PEMASANGAN *DYNAMIC VOLTAGE RESTORE* (DVR) UNTUK MENGATASI *VOLTAGE SAG* PADA JARINGAN TEGANGAN MENENGAH DI GI PROBOLINGGO PENYULANG BANJAR SAWAH**

No	Materi Perbaikan	Ket
1.	Format penulisan disesuaikan dengan ketentuan	
2.	Pada kesimpulan tambahkan penempatan dan spesifikasi DVR	

Dosen Penguji II

Ir. M. Abdul Hamid, MT

NIP. Y. 1018800188

Dosen Pembimbing I

Bambang Prio Hartono, ST. MT

NIP. Y. 1028400082

Dosen Pembimbing II

Ir. Ni Putu Agustini, MT

NIP.Y. 1030100371



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

1. Nama : RETNO SETYO WIBOWO
2. NIM : 1112032
3. Jurusan : TEKNIK ELEKTRO S-1
4. Konsentrasi : TEKNIK ENERGI LISTRIK
5. Judul Skripsi : **ANALISIS PEMASANGAN *DYNAMIC VOLTAGE RESTORE (DVR)* UNTUK MENGATASI *VOLTAGE SAG* PADA JARINGAN TEGANGAN MENENGAH DI GI PROBOLINGGO PENYULANG BANJAR SAWAH**

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 18 Agustus 2015
Dengan Nilai : 78 (B+)

Panitia Ujian Skripsi

Ketua Majelis Penguji

(M. Ibrahim Ashari, ST, MT)
NIP.P.1030100358

Sekretaris Majelis Penguji

(Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT)
NIP. P. 1030100361

Anggota Penguji

Penguji I

(Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT)
NIP. Y. 1018800189

Penguji II

(Ir. M. Abdul Hamid, MT)
NIP. Y. 1018800188

REKAM JEKAL
REKAM JEKAL

- 1. Nama : RIZNO SETYO WIBOWO
- 2. NIM : 111307
- 3. Jurusan : TEKNIK ELEKTRO 21
- 4. Konsentrasi : TEKNIK ENERGI LISTRIK
- 5. Judul Skripsi : ANALISIS PERALIHAN DAYA DARI RESTORASI (DAR) UNTUK MENEGATKAN NOTICE SIG PADA JARINGAN TELEMATIKA MENENGAH DI ET PROBOLINGGO
- 6. Penguji I : BAHARU
- 7. Penguji II : BAHARU

Di persembahkan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jurusan Sains (S-1) pada :

Judul : ...
Tanggal : 18 Agustus 2012
Bangun Nila : 78 (81)

Kantor Penguji

Sekretaris Majelis Penguji

Ketua Majelis Penguji

(Dr. Eng. I Komang Somanegara, ST, MT)
NIP. 1.1030100301

(M. Ibrahim Asbari, ST, MT)
NIP. 1.1030100258

Anggota Penguji

Penguji II

Penguji I

(Dr. M. Abdul Hamid, MT)
NIP. 1.101800128

(Dr. Yusuf M. Nakhoda, MT)
NIP. 1.101800189

BIOGRAFI PENULIS

Retno Setyo Wibowo 25 Juni 1990 di Kota Malang , anak kesembilan dari Sembilan bersaudara dari Bapak Sarno dan Ibu Repi . Penulis memulai pendidikan dasar di SDN Bandungrejosari 7 Malang dan lulus tahun 2002 . bersekolah di sekolah menengah pertama di SMP Kr. PETRA Malang dan lulus tahun 2005 . melanjutkan sekolah menengah kejurusan di SMK Nasional Malang dan lulus tahun 2008 . dan pada tahun 2011 melanjutkan untuk mengambil jenjang strata 1 Institute Teknologi Nasional Malang lulus tahun 2015 dengan mengambil jurusan Elektro konsentrasi T. Energi Listrik S-1 .