

SKRIPSI

**ANALISIS PEMASANGAN KAPASITOR BANK SEBAGAI
SOLUSI MENGURANGI DROP TEGANGAN PADA
PENYULANG LOWAYU**



Disusun Oleh :

Nama : Ari Purnomo Aji

NIM : 200603002

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH GRESIK
2024**

SKRIPSI

ANALISIS PEMASANGAN KAPASITOR BANK SEBAGAI

SOLUSI MENGURANGI DROP TEGANGAN PADA

PENYULANG LOWAYU

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Program Studi Teknik Elektro Jenjang S-1 Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Gresik

Disusun Oleh :

Nama : Ari Purnomo Aji

NIM : 200603002

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH GRESIK

2024

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, ridho dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **ANALISIS PEMASANGAN KAPASITOR BANK SEBAGAI SOLUSI MENGURANGI DROP TEGANGAN PADA PENYULANG LOWAYU**.

Skripsi yang mempunyai beban 5 SKS (Satuan Kredit Semester) ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan program studi Strata-1 pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik. Melalui kegiatan ini mahasiswa dapat melakukan kegiatan laporan yang bersifat penelitian ilmiah dan menghubungkannya dengan teori yang telah diperoleh dalam perkuliahan.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar–sebesar kepada pihak – pihak yang membantu penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Bapak Denny Irawan, S.T., M.T, selaku Dosen Pembing I Tugas Akhir
2. Ibu Rini Puji Astutik, ST,.MT, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
3. Bapak Sudarto dan Ibu Supin Rohmiati, selaku Orangtua.
4. Erlita Pramiswari, selaku Calon Istri.
5. Rendra Aji Pramesty, S.T., Muhammad Wahyu Aprianto, S.T. dan Julmy Lesmana Putra, selaku Motivator.

Besar harapan penulis bahwa buku tugas akhir ini dapat memberikan informasi dan manfaat bagi pembaca pada umumnya dan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro pada khususnya.

Gresik, 14 Maret 2024

Penulis

Ari Purnomo Aji

ABSTRAK

PT. PLN sebagai penyedia listrik yang melayani seluruh wilayah yang ada di Indonesia pastinya selalu ingin memberikan pelayanan yang terbaik untuk para konsumennya, tidak terkecuali dengan PT. PLN Persero UP3 Gresik. Seiring dengan bertambahnya konsumen, perusahaan terus melakukan pengembangan line distribusi, namun karena penambahan line yang semakin banyak membuat kabel distribusi semakin panjang dan beban yang semakin besar sehingga muncul *drop* tegangan (jatuh tegangan) dan faktor daya yang menurun pada beberapa penyulang, diantaranya pada jaringan penyulang LOWAYU, menyebabkan kualitas daya menjadi buruk.

Penelitian ini bertujuan untuk mencari dan memperoleh besar nilai aliran daya yang meliputi daya aktif, daya reaktif, daya semu dan besar nilai rugi daya (*losses*) yang terdapat pada jaringan penyulang LOWAYU, besar nilai tegangan dan jatuh tegangan pada setiap bus yang ada pada jaringan penyulang LOWAYU dengan menggunakan metode *backward-forward*. Dan menentukan nilai daya reaktif yang diperlukan pada kapasitor disetiap bus yang mengalami *drop* tegangan. Yang kemudian akan dilakukan perbandingan antara hasil perhitungan manual menggunakan metode *backward-forward* dengan hasil dari simulasi menggunakan software *ETAP Power Station 19.0.1*.

Dari penelitian ini diharap kann dapat diketahui batas aman untuk nilai *drop* tegangan apakah masih dibawah 5% atau sudah diatas 5%, sehingga perlu dilakukan penambahan kapasitor bank untuk memperbaiki faktor daya dan mengurangi nilai *drop* tegangan pada bus-bus jaringan distribusi yang mengalami *drop* tegangan.

Kata Kunci : *Drop* tegangan, metode *backward-forward*, ETAP, kapasitor bank

ABSTRACT

PT. PLN as an electricity provider that serves all regions in Indonesia certainly always wants to provide the best service to its consumers, including PT. PLN Persero UP3 Gresik. Along with the increase in consumers, the company continues to develop distribution lines, however, because the addition of more and more lines makes the distribution cables longer and the load becomes greater, resulting in voltage *drops* and power factors decreasing in several feeders, including in the feeder network. LOWAYU, causing poor power quality.

This research aims to find and obtain the magnitude of the power flow which includes active power, reactive power, apparent power and the magnitude of the power losses (*losses*) contained in the LOWAYU feeder network, the magnitude of the voltage and voltage *drop* on each bus on the network. LOWAYU feeder using the *backward-forward* method. And determine the value of reactive power required for the capacitor on each bus that experiences a voltage *drop*. Then a comparison will be made between the results of manual calculations using the *backward-forward* method and the results of simulation data using *ETAP Power Station 19.0.1 software*.

From this research, it can be seen that the safe limit for the voltage *drop* value is still below 5% or above 5%, so it is necessary to add capacitor banks to improve the power factor and reduce the voltage *drop* value on distribution network buses that experience voltage *drops*.

Keywords: Voltage *drop*, *backward-forward* method, ETAP, capacitor bank

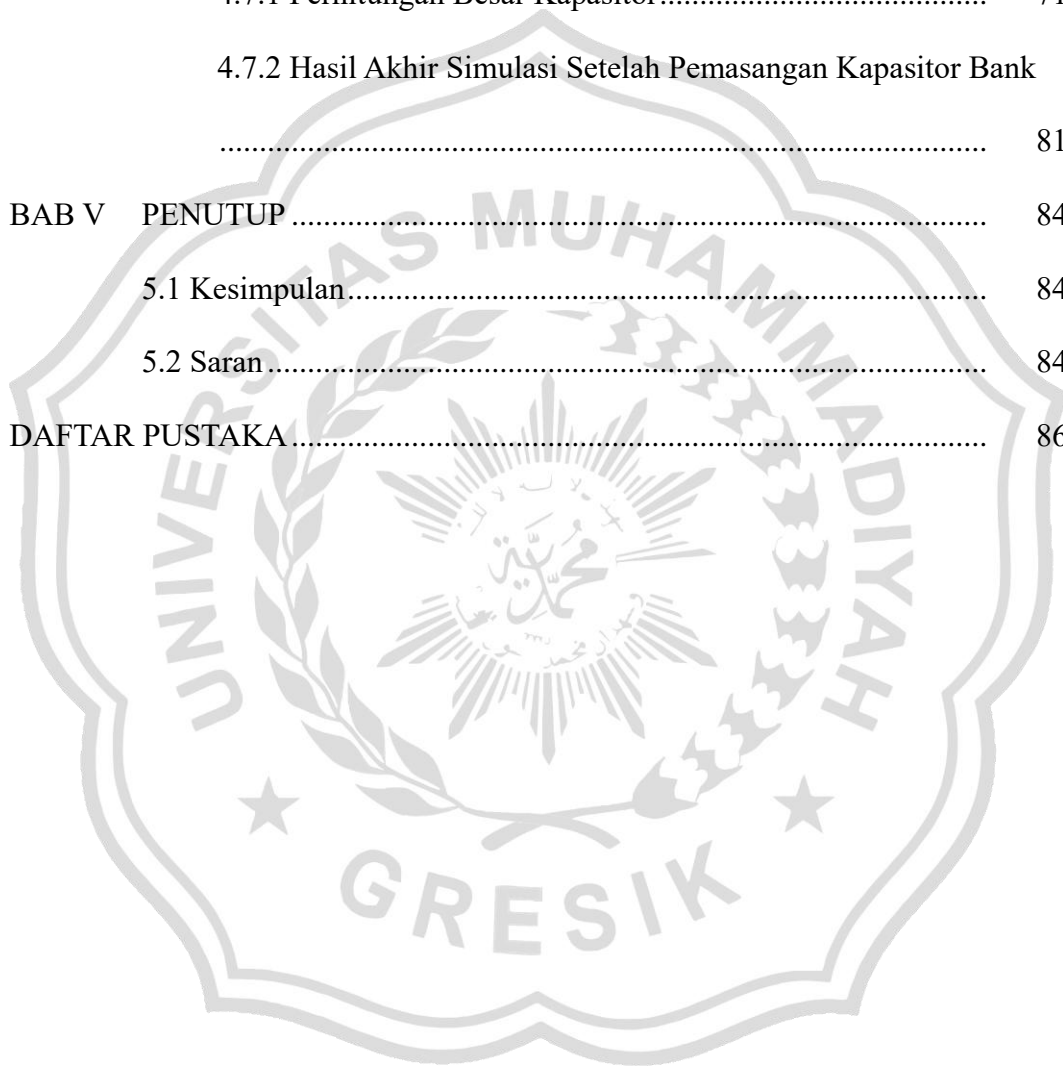
DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	iv
PRAKATA	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Sebelumnya	6
2.2 Sistem Distribusi.....	7
2.3 Jaringan Distribusi Primer	8
2.3.1 Sistem Radial	8
2.3.2 Sistem Loop	10

2.3.3 Sistem Spindel.....	11
2.3.4 Sistem Spot Network.....	11
2.3.5 Sistem Interkoneksi.....	12
2.4 Jaringan Distribusi Sekunder.....	13
2.5 Analisa Aliran Daya.....	13
2.5.1 Tegangan	14
2.5.2 Daya	15
2.5.2.1 Daya Aktif.....	15
2.5.2.2 Daya Reaktif.....	16
2.5.2.3 Daya Semu.....	17
2.5.2.4 Segitiga Daya.....	18
2.6 Penyusutan Energi Pada Jaringan Distribusi	18
2.6.1 Jatuh Tegangan (Drop Voltage).....	19
2.6.2 Rugi-rugi Daya.....	20
2.7 Effisiensi.....	22
2.8 Metode Backward-Forward.....	22
2.9 Kapasitor Bank.....	25
2.10 ETAP.....	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Studi Literatur.....	27
3.2 Metode Penelitian	27
3.3 Flow Chart Penelitian	28
3.4 Tahapan Penelitian.....	29

3.4.1	Pengambilan Data	29
3.4.1.1	<i>Single Line</i> Konfigurasi Penyulang LOWAYU.	29
3.4.1.2	Data Sheet Penghantar yang Digunakan.....	30
3.4.1.3	Data Beban Penyulang.....	30
3.5	Diagram Alir Metode Backward-Forward.....	34
BAB IV	ANALISA DAN PERHITUNGAN.....	36
4.1	Perancangan Dan Susunan Jaringan.....	36
4.2	Menentukan Nilai Daya Pada Jaringan Penyulang LOWAYU..	37
4.2.1	Mencari Nilai Daya Aktif (P) Pada Setiap Bus.....	38
4.2.2	Mencari Nilai Daya Reaktif (Q) Pada Setiap Bus.....	39
4.2.3	Mencari Nilai Daya Semu (S) Pada Setiap Bus	40
4.3	Perhitungan Metode Backward - Forward.....	41
4.3.1	Perhitungan Metode Backward – Forward Iterasi Ke 1	42
4.3.2	Perhitungan Metode Backward – Forward Iterasi Ke 2	46
4.3.3	Perhitungan Metode Backward – Forward Iterasi Ke 3	50
4.3.4	Perhitungan Metode Backward – Forward Iterasi Ke 4	54
4.3.5	Perhitungan Metode Backward – Forward Iterasi Ke 5	58
4.4	Simulasi Menggunakan Software ETAP 19.0.1	63
4.5	Perbandingan Hasil Drop Tegangan Perhitungan Manual Dengan Simulasi ETAP 19.0.1.....	65
4.6	Mencari Rugi-Rugi Daya.....	65
4.6.1	Menghitung Rugi Daya Semu (S) Pada Setiap Bus.....	66
4.6.2	Menghitung Rugi Daya Aktif (P) Pada Setiap Bus.....	68

4.6.3 Rugi-Rugi Daya Dari Hasil Simulasi ETAP 19.0.1	69
4.6.4 Perbandingan Nilai Rugi-Rugi Daya Perhitungan Manual Dengan Simulasi ETAP 19.0.1	70
4.7 Skema Perbaikan Drop Tegangan.....	70
4.7.1 Perhitungan Besar Kapasitor.....	71
4.7.2 Hasil Akhir Simulasi Setelah Pemasangan Kapasitor Bank	81
BAB V PENUTUP	84
5.1 Kesimpulan.....	84
5.2 Saran.....	84
DAFTAR PUSTAKA.....	86



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Sistem Radial Terbuka.....	9
Gambar 2. 2	Sistem Radial Paralel.....	10
Gambar 2. 3	Konfigurasi Jaringan Sistem Loop	10
Gambar 2. 4	Konfigurasi Jaringan Sistem Spindel	11
Gambar 2. 5	Konfigurasi Jaringan Sistem Spot Network	12
Gambar 2. 6	Konfigurasi Jaringan Sitem Interkoneksi	12
Gambar 2. 7	Jaringan Distribusi Sekunder.....	13
Gambar 2. 8	Sistem Distribusi Tiga Phase Empat Kawat.....	14
Gambar 2. 9	Segitiga Daya.....	18
Gambar 3. 1	Flow Chart Penelitian.....	28
Gambar 3. 2	Single Line Penyulang LOWAYU.....	29
Gambar 3. 3	Diagram Alir Metode Backward-Forward.....	34
Gambar 4. 1	Pemodelan Single Line Konfigurasi Penyulang LOWAYU Menggunakan Software ETAP 19.0.1	36
Gambar 4. 2	Simulasi Aliran Daya Penyulang LOWAYU Dengan Software ETAP 19.0.1	63
Gambar 4. 3	Bus Yang Mengalami Drop Tegangan Pada Penyulang LOWAYU	64
Gambar 4. 4	Load Flow Analyzer Penyulang LOWAYU Simulasi ETAP 19.0.1	64
Gambar 4. 5	Laporan Rugi Daya Pada Penyulang LOWAYU Dari Hasil Simulasi Software ETAP 19.0.1	69
Gambar 4. 6	Hasil Simulasi Setelah Penambahan Kapasitor Bank Pada Bus 5	73
Gambar 4. 7	Hasil Simulasi Setelah Penambahan Kapasitor Bank Pada Bus 6	76

Gambar 4. 8 Hasil Simulasi Setelah Penambahan Kapasitor Bank Pada Bus 7	78
Gambar 4. 9 Hasil Simulasi Setelah Penambahan Kapasitor Bank Pada Bus 8	80
Gambar 4. 10 Simulasi Aliran Daya Penyulang LOWAYU Setelah Pemasangan Kapasitor Bank Dengan Software ETAP	81
Gambar 4. 11 Load Flow Analyzer Penyulang LOWAYU Setelah Pemasangan Kapasitor Bnka Simulasi ETAP 19.0.1	82



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1	Data Sheet Kabel yang digunakan pada Penyulang LOWAYU	30
Tabel 3. 2	Data Penghantar Penyulang LOWAYU PLN UP3 Gresik.....	30
Tabel 3. 3	Data Beban (A) Penyulang LOWAYU	31
Tabel 3. 4	Data Tegangan Pada Setiap BUS Dari Hasil Simulasi ETAP 19.0.1	31
Tabel 3. 5	Alamat Beban Gardu Penyulang LOWAYU.....	32
Tabel 4. 1	Simbol dan Keterangan Single Line Penyulang LOWAYU.	37
Tabel 4. 2	Hasil Perhitungan Nilai Daya Setiap Bus Pada Penyulang LOWAYU	41
Tabel 4. 3	Nilai Impedansi Pada Jaringan Penyulang LOWAYU	44
Tabel 4. 4	Nilai Tegangan Pada Setiap Bus Jaringan Penyulang LOWAYU...	62
Tabel 4. 5	Perbandingan Perhitungan Manual Dengan Simulasi ETAP 19.0.1	65
Tabel 4. 6	Perbandingan Perhitungan Manual Dengan Simulasi ETAP 19.0.1	70
Tabel 4. 7	Data Drop Tegangan Pada Jaringan Penyulang LOWAYU.....	71
Tabel 4. 8	Perbandingan Sebelum Dan Sesudah Pemasangan Kapasitor Bank	83
Tabel 4. 9	Letak Dan Kapasitas Kapasitor Pada Jaringan Penyulang LOWAYU	83
Tabel 4. 10	Data Drop Tegangan Sebelum Dan Sesudah Pemasangan Kapasitor Bank Pada Jaringan Penyulang LOWAYU	83