

SKRIPSI
ANALISIS PENENTUAN KAPASITAS DAN PENEMPATAN
KAPASITOR PARALEL PADA SALURAN DISRIBUSI 20KV
PENYULANG PADJAJARAN DI GI JAKABARING MENGGUNAKAN
PERHITUNGAN ARUS REAKTIF



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan penguji
10 Agustus 2022

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
SUPRI SUHENDRA
132018097

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2022

SKRIPSI

**ANALISIS PENENTUAN KAPASITAS DAN PENEMPATAN KAPASITOR
PARALEL PADA SALURAN DISRIBUSI 20KV PENYULANG PADJAJARAN DI
GI JAKABARING MENGGUNAKAN PERHITUNGAN ARUS REAKTIF**



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana

Telah dipertahankan di depan dewan

10 Agustus 2022

Dipersiapkan dan Disusun Oleh

SUPRI SUHENDRA

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

Wiwin A. Oktaviani, S.T, M.Sc

NIDN. 0002107302

Penguji 1

Feby Ardianto, S.T, M.Cs

NIDN. 0207038101

Pembimbing 2

Taufik Barlian, S.T, M.Eng

NIDN. 0218017202

Penguji 2

Bengawan Alfaresi, S.T, M.T, IPM

NIDN. 0205118504

Menyetujui

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T, IPM

NIDN.0227077004

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Taufik Barlian, S.T, M.Eng

NIDN.0218017202

PERNYATAAN

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

Palembang, 10 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan



Supri Suhendra

MOTTO

Ketika kau sedang mengalami kesusahan dan betanya-tanya kemana Allah, cukup ingat bahwa seorang guru selalu diam saat ujian berjalan.

(Ustadz Adi Hidayat)

Orang yang paling aku sukai adalah dia yang menunjukkan kesalahanku.

(Umar Bin Khattab)

Jangan takut untuk memberi suatu kebaikan kepada orang lain, karena Allah akan membalasnya lebih dari apa yang telah kita berikan dan bahkan kita tidak menyadarinya.

(Kata_kata_Otaku)

Semoga apa yang dilakukan hari ini direstui oleh Allah dan bisa mendapatkan hasil sesuai dengan yang diharapkan.

(Anime_Quotes)

Kupersembahkan Kepada :

1. Ayah dan Ibuku tercinta
2. Keluarga Besarku
3. Adik-adikku tercinta
4. Pembimbing Skripsi
5. Pembimbing Akademik
6. Sahabat - sahabat terbaikku

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“ANALISIS PENENTUAN KAPASITAS DAN PENEMPATAN KAPASITOR PARALEL PADA SALURAN DISRIBUSI 20KV PENYULANG PADJAJARAN DI GI JAKABARING MENGGUNAKAN PERHITUNGAN ARUS REAKTIF”** yang disusun guna untuk syarat mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada,

- Ibu Wiwin A. Oktaviani, S.T, M.Sc, selaku Pembimbing I
- Bapak Taufik Barlian, S.T, M.Eng, selaku Pembimbing II

dan tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada,

1. Kepada Allah SWT, yang telah memberikan kenikmatan,kesahatan dan kelancaran penulis dalam menyelesaikan skripsi.
2. Kedua orang tua penulis, Fahrizal dan Dian Widiastuti yang telah memberikan suatu dorongan semangat serta doa restunya, cinta kasih saying dan, nasehat kepada penulis.
3. Bapak Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang .
4. Bapak Dr. Ir. Kgs Ahmad Roni, M.T. IPM. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng, Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
6. Bapak Feby Ardianto, S.t., Mcs, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

7. Bapak dan Ibu Staf Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
8. Bapak dan Ibu Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
9. Kakek dan Nenek penulis, yang telah memberikan dukungan semangat serta doa restunya kepada penulis.
10. Saudara penulis, Mey Nica Lestarina dan Novanda Eka Fitri yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.
11. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Yang telah banyak membantu penulis baik secara moril maupun material dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga amal baik yang diberikan kepada penulis mendapatkan imbalan yang sesuai dari Allah SWT. Penulis menyadari penulisan skripsi ini jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca akan penulis terima sangat senang hati. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi rekan-rekan pembaca di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Palembang, 10 Agustus 2022

Penulis,



Supri Suhendra

ABSTRAK

Kapasitor parallel telah banyak digunakan dalam kompensasi daya reaktif pada saluran distribusi daya listrik. Penempatan kapasitor pada bus yang mempunyai banyak beban reaktif belum tentu mampu memperbaiki secara keseluruhan tegangan dan faktor daya, bahkan kadang-kadang mengakibatkan nilai tegangan pada bus tersebut menjadi lebih kecil atau lebih besar dari nilai ambang batas tegangan yang diizinkan.

Berdasarkan hasil perhitungan dan simulasi menggunakan *Optimal Capacitor Placement* (OCP), penempatan kapasitor bank dengan perhitungan daya reaktif memperbaiki *drop tegangan* penyulang Padjajaran semula yang 93,26% menjadi 98,98%. Dan penempatan kapasitor dengan menggunakan perintah OCP (*Optimal Capacitor Placement*) memperbaiki *drop voltage* sampai 100,1% dari yang sebelumnya 93,26%.

Kata Kunci : Kapasitor Bank, *Optimal Capacitor Placement* (OCP), Etap 19.0.1.

ABSTRACT

Parallel capacitors have been widely used in reactive power compensation in electric power distribution lines. Placing capacitors on buses that have a lot of reactive loads is not necessarily able to improve the overall voltage and power factor, sometimes even causing the voltage value on the bus to be smaller or larger. of the permissible stress threshold value.

Based on calculations and simulations using Optimal Capacitor Placement (OCP), the placement of a bank calculator with reactive power calculations improves the voltage drop in the original Padjajaran feeder from 93.26% to 98,98%. And placement using the OCP (Optimal Capacitor Placement) command improves the voltage drop to 100.1% from the previous 93.26%.

Keywords : Capacitor Bank, Optimal Capacitor Placement (OCP), Stage 19.0.1.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian	2
Batasan Masalah.....	2
Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
Jaringan Distribusi	4
Distribusi konfigurasi radial.....	4
Distribusi konfigurasi loop.....	5
Distribusi konfigurasi spindel	5
Rangkaian Seri dan Paralel	6
Konsep Dasar Daya.....	7
Perbaikan faktor daya.....	8
Rugi-Rugi Daya	8

Kapasitor Bank.....	9
Automatic type	10
Rancangan Hubungan Kapasitor	11
Sambungan delta	11
Metode Penempatan Kapasitor	11
Global compensation.....	11
Group compensation	11
Gardu Induk	11
ETAP	12
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	13
Prosedure Penelitian.....	13
Wawancara	13
Studi literatur.....	13
Pengambilan data	13
Pengolahan data	13
Analisis data	14
Diagram Alir Penelitian	14
Jenis Penelitian.....	15
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	16
Data Penelitian	16
Single line diagram gardu induk New Jakabaring	16
Single line diagram penyulang padjajaran	17
Data transformator daya	18
Data penghantar tegangan 20 kv penyulang padjajaran.....	21
Data beban penyulang padjajaran	23
Hasil Simulasi dan Analisis Etap 19.0.1	24

Simulasi Etap 19.0 pada penyulang padjajaran sebelum pemasangan kapasitor	25
Simulasi Etap 19.0 pada penyulang padjajaran setelah pemasangan kapasitor bank.....	26
Simulasi Etap 19.0 pada penyulang padjajaran dengan Optimal Capacitor Placement (OCP).....	31
Analisa.....	35
BAB 5 KESIMPULAN dan SARAN	37
Kesimpulan	37
Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN.....	40

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Jaringan Distribusi Konfigurasi Radial	4
Gambar 2. 2 Jaringan Distribusi Konfigurasi <i>Loop</i>	5
Gambar 2. 3 Jaringan Distribusi Konfigurasi <i>Spindel</i>	6
Gambar 2. 4 Kurva kompensasi arus kapasitor untuk mereduksi jatuh tegangan	10
Gambar 4. 1 <i>Single Line Diagram</i> Gardu Induk New Jakabaring.....	16
Gambar 4. 2 <i>Single line diagram</i> penyulang padjajaran	17
Gambar 4. 3 Simulasi ETAP Sebelum pemasangan Kapasitor Bank	25
Gambar 4. 4 Rangkaian SLD Setelah Pemasangan Kapasitor Bank	30
Gambar 4. 5 Optimal Capacitor Placement pada Bus 7.....	31
Gambar 4. 6 Optimal Capacitor Placement pada Bus 10.....	32
Gambar 4. 7 Optimal Capacitor Placement pada Bus 20.....	32
Gambar 4. 8 Optimal Capacitor Placement pada Bus 25.....	33
Gambar 4. 9 <i>Single Line Diagram</i> Pemasangan Kapasitor Dengan OCP	34

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data Gardu Penyulang Padjajaran	18
Tabel 4. 2 Tabel Pembebanan Trafo Daya	21
Tabel 4. 3 Data penampang kabel distribusi	21
Tabel 4. 4 Data Panjang Kabel Penyulang Padjajaran	22
Tabel 4. 5 Kapasitas Trafo Distribusi	23
Tabel 4. 6 Data Beban Puncak Bulan Maret di GI Jakabaring	23
Tabel 4. 7 General Info Hasil Simulasi Sebelum Dipasang Kapasitor Bank	26
Tabel 4. 8 Hasil Simulasi Sebelum Dipasang Kapasitor Bank	27
Tabel 4. 9 Perhitungan Daya Reaktif Q1	27
Tabel 4. 10 Perhitungan Daya Reaktif Q2	28
Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan Kapasitas Kapasitor Bank	29
Tabel 4. 12 Sizing <i>Optimal Capacitor Placement</i> (OCP)	33

BAB 1

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kapasitor parallel banyak digunakan untuk koreksi faktor daya di jalur distribusi daya. Pemasangan paralel kapasitor dalam sistem distribusi radial sangat penting karena beberapa alasan, misal untuk mengontrol aliran listrik, manajemen profil tegangan factor daya, manajemen profil tegangan dan minimisasi rugi-rugi. Penempatan kapasitor pada busbar dengan beban reaktif yang banyak belum tentu mampu meningkatkan tegangan dan faktor daya secara keseluruhan, Juga, terkadang level tegangan pada bus di bawah atau di atas ambang tegangan yang dapat diterima. Selain itu, biaya pemasangan kapasitor harus diperhitungkan (Zebua, 2008).

Oleh karena itu, sangat penting untuk menentukan kapasitansi (ukuran) dan lokasi kapasitor yang diperlukan untuk meminimalkan kerugian daya (arus dan energi) di saluran distribusi daya dengan biaya minimum (Zebua, 2008).

Sistem distribusi merupakan bagian penting dari distribusi tenaga listrik karena sistem distribusi langsung melayani beban. Kualitas daya yang buruk disebabkan oleh faktor daya yang buruk, drop tegangan dan rugi-rugi jaringan. Langkah umum untuk mengatasi lonjakan daya dan rugi-rugi saluran adalah dengan menambahkan kapasitor distribusi lalu lintas dan menyinkronkan sistem distribusi dengan pembangkitan terdistribusi (DG) (Zakwansyah dkk., 2018).

Selain metode di atas, rugi saluran dan rugi tegangan saluran juga dapat dikurangi dengan memasang kapasitor secara paralel, lokasi pemasangan yang tepat dan kapasitansi kapasitor sesuai dengan faktor daya saluran. Kapasitor adalah komponen induktif dari daya reaktif, sehingga dapat mengurangi arus

yang ditarik dari sumber dan mengurangi rugi-rugi tegangan saluran, mengurangi rugi-rugi saluran dan meningkatkan faktor daya beban. Kebutuhan daya reaktif dapat dengan mudah dipenuhi dengan memasang kapasitor. Pada penelitian ini dikembangkan Persamaan Biasa (BFS) untuk menentukan posisi kapasitor berdasarkan rugi-rugi konduksi terkecil (Zakwansyah dkk., 2018).

Pada umumnya kebutuhan daya reaktif untuk beban induktif relatif tinggi, sehingga faktor daya beban jenis ini relatif rendah. Untuk meminimalisir efek tersebut maka perlu dilakukan peningkatan faktor daya pada sistem kelistrikan, salah satunya dengan memasang kapasitor bank secara paralel disamping beban. Oleh karena itu, diperlukan suatu analisis untuk mengetahui faktor daya rendah dan menganalisis keadaan aliran daya pada sistem gardu induk Jakabaring. Dengan cara ini, Anda dapat menemukan dan menganalisis solusi yang tepat untuk memasang bank kapasitor (Prasetya dkk., 2017).

Pemilihan Gardu Induk Jakabaring sebagai lokasi penelitian karena Gardu Induk ini banyak menerima tambahan beban yang disebabkan oleh meningkatnya pemakaian beban di daerah Jakabaring dan sekitarnya yang lebih tinggi dibandingkan daerah lain di kota Palembang.

Tujuan Penelitian

1. Melakukan perhitungan penentuan kapasitas kapasitor paralel dan analisis perbandingan sesudah dan sebelum pemasangan kapasitor pada penyulang Padjajaran di GI Jakabaring
2. Menentukan lokasi penempatan dan kapasitas kapasitor paralel pada saluran distribusi 20kV dengan menggunakan simulasi *Optimal Capacitor Placement* (OCP) di aplikasi *software* ETAP 19.0.1

Batasan Masalah

1. Penelitian ini hanya terbatas pada penentuan kapasitas dan penempatan kapasitor paralel menggunakan perhitungan arus reaktif dan *Optimal Capacitor Placement*.

2. Beban lump yang di gunakan dalam simulasi ini adalah 80% dari nilai rating trafo distribusi.
3. Indikator keberhasilan dari penempatan dan kapasitas kapasitor dilihat dari tidak adanya tegangan yang turun melebihi -5% dari nilai standar nominalnya.
4. Software yang digunakan untuk menganalisa adalah Etap 19.0.1

Sistematika Penulisan

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, batasan masalah, tujuan penelitian, dan kegunaan penelitian.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan tentang teori mengenai jaringan distribusi, konsep dasar daya, rugi-rugi day, kapasitor bank, rancang hubungan kapasitor, metode penempatan kapasitor, gardu induk, dan aplikasi software Etap.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam bentuk prosedur penelitian, diagram alir, dan jenis penelitian agar dapat menyelesaikan penelitian hingga selesai.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan tentang proses pengambilan data, melakukan perhitungan, melakukan simulasi Etap 19.0.1, dan menganalisa hasil dari perhitungan dan simulasi Etap 19.0.1.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan kesimpulan dari hasil akhir penelitian, yang dilakukan dari awal sampai akhir, dan menawarkan saran.

DAFTAR PUSTAKA

- Gedhe Simo Karsono, S. (2021). *Perancangan Simulator Penempatan Kapasitor Yang Optimal Menggunakan Software Etap 12.6 Pada Laboratorium Sistem Daya Elektrik* [Sarjana, Universitas Brawijaya]. <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/185144/>
- Krismoyo, P. (2009). *ANALISA PENEMPATAN KAPASITOR UNTUK PERBAIKAN FAKTOR DAYA DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP POWER STATION PADA SISTEM KELISTRIKAN DI GI POLEHAN* [Skripsi, ITN Malang]. <http://eprints.itn.ac.id/8332/>
- Kurniawan, R. A. (2012). *Analisa perbaikan profil tegangan dengan penempatan kapasitor pada sistem 20 kV GI Sengkaling penyulang BAu menggunakan Software ETAP Power Station* [Skripsi, Institut Teknologi Nasional Malang]. <http://eprints.itn.ac.id/7351/>
- Nizam, M. K., & Rijanto, T. (2019). ANALISIS PERBAIKAN KUALITAS DAYA MENGGUNAKAN KAPASITOR BANK PADA PENYULANG LUMUMBA PT. PLN NGAGEL SURABAYA. *JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, 8(3). <https://doi.org/10.26740/jte.v8n3.p%p>
- Prasetya, A. Y., Hidayat, M. N., & Ronilaya, F. (2017). Optimasi Pemilihan, Penempatan, dan Perencanaan Pemasangan Kapasitor Bank Pada Sistem Tenaga Listrik di Unit SA, PA & GG Pabrik Petro Jordan Abadi. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Elektro Terapan*, 1(01), 205–210.
- Putri, G. V. O., & Umar, S. T. (2020). *Analisis Penempatan Kapasitor pada Saluran Distribusi 20 KV Penyulang Gondangrejo 3 dengan Menggunakan Software ETAP 12.6.0* [S1, Universitas Muhammadiyah Surakarta]. <http://eprints.ums.ac.id/80456/>
- Sukmadi, T., & Winardi, B. (2009). PERHITUNGAN DAN ANALISIS KESEIMBANGAN BEBAN PADA SISTEM DISTRIBUSI 20 KV TERHADAP RUGI-RUGI DAYA (STUDI KASUS PADA PT. PLN UPI SLAWI). *Transmisi: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 11(1), 47–52. <https://doi.org/10.12777/transmisi.11.1.47-52>
- Sulistiawati, I. B., Saragih, N. I., LOMI, A., Priyadi, A., & SARI, T. P. (2019). *Penentuan Letak Kapasitor Menggunakan Algoritma Genetika Untuk Perbaikan Profil Tegangan di Penyulang Mantuil*. SEMINAR NASIONAL ENERGI, TELEKOMUNIKASI, DAN OTOMASI (SNETO), Gedung Fakultas Lantai 3 Institut Teknologi Nasional Bandung Jawa Barat Indonesia. <http://eprints.itn.ac.id/4833/>
- Zakwansyah, Sara, I. D., Lubis, R. S., & Amri, B. (2018). OPTIMASI PENEMPATAN KAPASITOR PADA PENYULANG KOTA CALANG

DENGAN METODE MODIFIED BACKWARD-FORWARD SWEEP. *J-Innovation*, 7(2), 22–28.

Zebua, O. (2008, Mei). *Pemilihan Kapasitas Dan Lokasi Optimal Kapasitor Paralel Pada Sistem Distribusi Daya Listrik*. 123dok. <https://123dok.com/document/y6pvwp4q-pemilihan-kapasitas-dan-lokasi-optimal-kapasitor-paralel-pada-sistem-distribusi-daya-listrik.html>