

**OPTIMASI JARINGAN TENAGA LISTRIK DENGAN MENINGKATKAN
KUALITAS DAYA MENGGUNAKAN *GENETIC ALGORITHM METHOD*
PADA PERUSAHAAN PRODUKSI KOMPONEN ELEKTRONIKA**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk
memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro
Program Studi Teknik Elektro



Oleh:

Yayan Riyanto

E.5051.1801493

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

BANDUNG

2022

**OPTIMASI JARINGAN TENAGA LISTRIK DENGAN MENINGKATKAN
KUALITAS DAYA MENGGUNAKAN *GENETIC ALGORITHM METHOD*
PADA PERUSAHAAN PRODUKSI KOMPONEN ELEKTRONIKA**

Oleh
Yayan Riyanto

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik Elektro pada Program Studi S1 Teknik Elektro

© Yayan Riyanto
Universitas Pendidikan Indonesia

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang.
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difotocopy, atau cara lain tanpa izin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN
YAYAN RIYANTO

E.5051.1801493

**OPTIMASI JARINGAN TENAGA LISTRIK DENGAN MENINGKATKAN
KUALITAS DAYA MENGGUNAKAN *GENETIC ALGORITHM METHOD*
PADA PERUSAHAAN PRODUKSI KOMPONEN ELEKTRONIKA**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Dosen Pembimbing I



Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T.
NIP. 19630727 199302 1 001

Dosen Pembimbing II



Dr. Ir. Maman Somantri, S.Pd., M.T.
NIP. 19720119 200112 1 001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro



Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T.
NIP. 19630727 199302 1 001

PERNYATAAN

*Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**OPTIMASI JARINGAN TENAGA LISTRIK DENGAN MENINGKATKAN KUALITAS DAYA MENGGUNAKAN GENETIC ALGORITHM METHOD PADA PERUSAHAAN PRODUKSI KOMPONEN ELEKTRONIKA**” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko atau sanksi apabila kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.*

Bandung, 30 Juni 2022

Yang menyatakan,



Yayan Riyanto

NIM. 1801493

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur yang tak terhingga penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“OPTIMASI JARINGAN TENAGA LISTRIK DENGAN MENINGKATKAN KUALITAS DAYA MENGGUNAKAN *GENETIC ALGORITHM METHOD* PADA PERUSAHAAN PRODUKSI KOMPONEN ELEKTRONIKA”**. Skripsi ini disusun sebagai bagian dari persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Teknik di Universitas Pendidikan Indonesia, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Program Studi S1 Teknik Elektro.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan dorongan, baik dalam bentuk bimbingan, konsultasi, diskusi, semangat maupun bantuan informasi, laporan ini tidak akan terwujud. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang membantu dalam pelaksanaan penyusunan skripsi ini, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayahnya untuk penulis agar dapat mampu menyusun tugas akhir ini.
2. Orang tua serta keluarga yang telah memberikan doa restu, motivasi, dorongan, dan bimbingan untuk meraih cita-cita penulis.
3. Bapak Dr. Maman Soemantri, S.Pd.,M.T. selaku dosen pembimbing 1 yang senantiasa memberikan arahan dan inspirasi kepada penulis.
4. Bapak Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T. selaku Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI dan dosen pembimbing 2 yang selalu memotivasi dan memberikan arahan kepada penulis.
5. Bapak Iwan Kustiawan. S.Pd selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Elektro FPTK UPI.
6. Dewi Elviana, Sifaal Janan, Rifqi Fathin, dan M. Irsyad Maulana, selaku seseorang istimewa dan teman seperjuangan untuk menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini.

7. Eka Bayu Samudra sebagai sodara seperjuangan dan teman satu kamar inap di Bandung.
8. Serta semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan kepada semua pihak yang telah membantu penulis menyusun skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidaklah sempurna dan masih banyak kekurangan, untuk itu penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila dalam penulisan skripsi ini terdapat kesalahan-kesalahan yang tidak disengaja. Oeh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran sebagai penyempurnaan dari skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Bandung, 2022

Penulis

ABSTRAK

Pemakaian daya reaktif dapat menimbulkan kerugian secara finansial maupun kerusakan alat dalam dunia industri. Penggunaan daya reaktif sering dijumpai dalam pemakaian beban induktif. Maka dari itu diperlukannya kualitas daya listrik yang baik agar hal-hal tersebut tidak terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penggunaan daya reaktif dan membuat suatu perencanaan untuk meningkatkan kualitas daya listrik, serta mengetahui investasi finansialnya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode Genetika Algoritma yang dikembangkan oleh John Holland pada tahun 1975 merupakan teknik untuk mencari solusi optimal dari permasalahan yang mempunyai banyak solusi, kemudian ada perhitungan investasi untuk mengetahui keuntungan secara finansial dalam perencanaan optimasi ini. Hasil dari penelitian ini ditemukan penggunaan daya reaktif yang sangat tinggi, sehingga menekan $\cos \phi$ sampai di titik 0,2 kemudian setelah dilakukan perencanaan sesuai dengan hasil simulasi Genetika Algoritma daya reaktif yang dikonsumsi beban turun sehingga dapat mengurangi biaya listrik yang dikonsumsi. 4 bulan setelah pemasangan alat perbaikan kualitas daya akan mendapatkan benefit uang kembali. Dengan ini Genetika Algoritma dapat menjadi solusi untuk perbaikan kualitas daya listrik di dunia industri.

Kata Kunci : Daya Reaktif, Industri, Genetika Algoritma, Investasi.

ABSTRACT

The use of reactive power can cause financial losses and damage to equipment in the industrial world. Reactive power is often found in the use of inductive loads. Therefore, it is necessary to have a good quality of electrical power so that these things do not happen. This study aims to analyze the use of reactive power and make a plan to improve the quality of electric power, as well as find out the financial investment. The method used in this research is the Genetic Algorithm method developed by John Holland in 1975 which is a technique to find optimal solutions to problems that have many solutions, then there is an investment calculation to find out the financial benefits in this optimization plan. The results of this study found the use of reactive power is very high, so that it suppresses $\cos \phi$ to the point of 0.2 then after planning according to the results of the Genetic Algorithm simulation of reactive power consumed, the load drops so that it can reduce the cost of electricity consumed. 4 months after the installation of the power quality repair tool will get a money back benefit. With this Genetic Algorithm can be a solution for improving the quality of electric power in the industrial world.

Keywords : Reactive Power, Industrial, Genetic Algorithm, I Investment.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Penelitian	1
1.2. Rumusan Masalah Penelitian	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat/Signifikansi Penelitian	3
1.5. Struktur Organisasi Skripsi	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1. Penelitian Terdahulu yang Relevan.....	5
2.2. Kualitas Daya Tenaga Listrik.....	8
2.2.1. Jatuh Tegangan.....	9
2.2.2. Rugi-rugi Daya.....	10
2.2.3. Daya	10
2.2.4. Faktor Daya.....	13
2.3. Beban Listrik	16
2.3.1. Beban Resistif	18

2.3.2.	Beban Induktif.....	19
2.3.3.	Beban Kapasitif.....	20
2.4.	Kapasitor Bank.....	20
2.5.	Instalasi Kapasitor Bank.....	21
2.5.1.	<i>Individual Compensation</i>	21
2.5.2.	<i>Sector Compensation</i>	22
2.5.3.	<i>Global Compensation</i>	23
2.6.	Komponen Instalasi Kapasitor Bank.....	23
BAB III METODE PENELITIAN.....		27
3.1.	Prosedur Penelitian.....	27
3.2.	Lokasi dan Pengumpulan Data Penelitian.....	27
3.3.	Metode Pengolahan Data.....	29
3.3.1.	Menentukan tahapan dalam penerapan algoritma genetika.....	30
3.3.2.	Proses Algoritma pada MATLAB.....	31
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN.....		33
4.1.	Kondisi Daya Reaktif dan faktor daya pada PT. Chakra Tunggal Elektrindo.....	33
4.2.	Nilai Kapasitor Untuk Pemasangan Kapasitor Bank di PT. Chakra Tunggal Elektrindo.....	35
4.2.1.	Program Algoritma Genetika.....	35
4.2.2.	Menghitung Daya Reaktif Melalui Algoritma Genetika.....	42
4.2.3.	Kapasitas Kapasitor yang Dibutuhkan.....	45
4.3.	Analisis Biaya yang Dikeluarkan PT. Chakra Tunggal Elektrindo Dalam Konsumsi Energi Listrik.....	46
4.3.1.	Biaya Denda Sebelum Pemasangan Kapasitor Bank.....	46
4.3.2.	Biaya Denda Setelah Pemasangan Kapasitor Bank.....	47
4.3.3.	Analisis Investasi Pemasangan Kapasitor Bank.....	48

BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, REKOMENDASI.....	51
5.1. Simpulan.....	51
5.2. Implikasi.....	51
5.3. Rekomendasi	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor Karakteristik Beban	17
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran pada MDP PT.CTE ketika Kondisi Istirahat	33
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran MDP Ketika Kondisi Beban Penuh.....	34
Tabel 4.3 Pemakaian Daya Reaktif pada MDP.....	35
Tabel 4.4 The American Standard Code for Information Interchange (ASCII) ...	37
Tabel 4.5 Data untuk mencari Qc	42
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Qc dengan Algoritma Genetika.....	44
Tabel 4.7 Prediksi Harga Pemasangan Kapasitor Bank di PT. Chakra Tunggal Elektrindo.....	48
Tabel 4.8 Data Perkiraan Hasil Investasi	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik Tegangan Ideal Tiga Fasa	9
Gambar 2.2 Grafik Segitiga Daya	14
Gambar 2.3 Gelombang arus dan tegangan ketika terjadi Leading	15
Gambar 2.4 Gelombang arus dan tegangan ketika terjadi lagging	15
Gambar 2.5 Grafik Setelah Perbaikan Faktor Daya.....	16
Gambar 2.6 Grafik Dari Beban Resistif	18
Gambar 2.7 Rangkaian Beban Induktif.....	19
Gambar 2.8 Rangkaian dan Komponen Beban Kapasitif	20
Gambar 2.9 Pemasangan secara Individual Compensation	22
Gambar 2.10 Pemasangan secara Sector Compensation.....	22
Gambar 2.11 Pemasangan secara Global Compensaion.....	23
Gambar 2.12 Kontaktor.....	24
Gambar 2.13 Kontaktor khusus kapasitor dengan seri LC1-DWK12.....	25
Gambar 2.14 Power Factor Regulator.....	26
Gambar 3.1 Peta Lokasi PT. Chakra Tunggal Elektrindo.....	28
Gambar 3.2 Gedung PT. Chakra Tunggal Elektrindo.....	29
Gambar 4.1 Kumpulan Program Genetika Algoritma	36
Gambar 4.2 Program Tahap Seleksi.....	37
Gambar 4.3 Program Tahap Crossover	38
Gambar 4.4 Program Tahap Mutasi	39
Gambar 4.5 Program Tahap Regenerasi	40
Gambar 4.6 Program untuk Terminas	41
Gambar 4.7 Program untuk Perintah Looping	41
Gambar 4.8 Program untuk Perintah Menampilkan Hasil	42
Gambar 4.9 Persamaan dalam Mencari Daya Reaktif yang Dibutuhkan.....	43
Gambar 4.10 Hasil Kebutuhan Daya Reaktif pada Konduktor R	43
Gambar 4.11 Hasil Pencarian Kebutuhan Daya Reaktif pada Konduktor S.....	44

Gambar 4.12 Hasil Pencarian Kebutuhan Daya Reaktif pada Konduktor T.....	44
Gambar 4.13 Persamaan untuk Menghitung Nilai Kapasitor	45
Gambar 4.14 Hasil Pencarian Nilai Kapasitas Kapasitor.....	45
Gambar 4.15 Grafik Pengeluaran Biaya Setelah Pemasangan Kapasitor Bank....	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengukuran Sabtu, 12 Maret 2022	57
Lampiran 2. Diagram Alir Prosedur Penelitian.....	58
Lampiran 4. Program Genetika Algoritma.....	64
Lampiran 5. Tarif Tenaga Listrik April-Juni 2022	69
Lampiran 6. Peraturan MENTERI ESDM	70
Lampiran 7. Harga Kapasitor Bank CV. SENTRA DAYA ABADI.....	71

DAFTAR PUSTAKA

- A. Berizzi, C. Bovo, M. Merlo, M. Delfanti(2012),A GA approach to compare ORPF objective functions including Secondary Voltage Regulation,Electric Power Systems Research,Volume 84, Issue 1,187-194
- Akbar, J., Notosudjono, D., & Machdi, A. R. (2017). Studi Evaluasi Perencanaan Kebutuhan Daya pada Instalasi Listrik di Gedung Harco Glodok Jakarta. *Jurnal Online Mahasiswa (Jom) Bidang Teknik Elektro, 1*, 1–10.
- Akto, S., Ervianto, E., & Sukma, D. Y. (2014). Kajian Penempatan Kapasitor Bank Menggunakan Metode Genetik Algoritma pada South Balam Feeder 1 PT. Chevron Pacific Indonesia. *Jurnal Online Mahasiswa FTEKNIK, 2*(1), 1–8.
- Andriyan, R. C., & Winarso, W. (2021). Perancangan Kebutuhan Daya dan Instalasi Listrik Pada Gedung Askrido Bogor. *Jurnal Riset Rekayasa Elektro, 3*(1). <https://doi.org/10.30595/jrre.v3i1.9671>
- Anggara, F. A., Zebua, O., & Hasan, K. (2019). Optimasi Penempatan dan Kapasitas Bank Kapasitor Untuk Mereduksi Rugi-Rugi Daya Menggunakan Kombinasi Metode Loss Sensitivity Factors dan Particle Swarm Optimization (PSO). *Electrician, 12*(2), 48. <https://doi.org/10.23960/elc.v12n2.2080>
- Chahyadi, F., Mahargarika, A., Suswaini, E., Raja Ali Haji, M., & Politeknik Senggarang, J. (2021). *Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian dan Industri Terapan 53. 10*(02), 53–58.
- Dermawan, E., Samsinar, R., & Nurudin, N. (2019). Studi Optimasi Penempatan dan Ukuran Kapasitor Dengan Metode Genetik Algoritma Pada Distribusi Hotel Starlet. *Prosiding Semnastek, 0*(0), 1–8.
- Elchrisa, C., Amali, L. K., & Tolago, A. I. (2019). Analisis Optimasi Penempatan Kapasitor Bank pada Jaringan Tegangan Menengah 20kV Feeder IS.03 Rayon Limboto untuk Memperbaiki Kualitas Tegangan. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering, 1*(1), 25–31. <https://doi.org/10.37905/jjee.v1i1.2725>
- Emanuel, A. E. (1999). Apparent power definitions for three-phase systems. *IEEE Power Engineering Review, 19*(1), 56.

- Hardiranto, W. N. (2017). Optimasi Perbaikan Faktor Daya Dan Drop Tegangan Menggunakan Kapasitor Bank Line 5 Pt Bukit Asam. *Konferensi Ilmiah Nasional Mahasiswa Indonesia 2017*.
- Herdiansyah. (2020). *Analisis Perbaikan Faktor Daya Pada Penyulang Program Strata Satu Teknik Elektro Fakultas Ketenagalistrikan Dan Energi Terbarukan Institut Teknologi - Pln Jakarta , 2020 Lembar Pengesahan*.
- Huda, N. (2018). PERENCANAAN DAN PEMBUATAN KAPASITOR BANK BERBASIS MIKROKONTROLER AT89851 UNTUK OPTIMASI DAYA. *Skripsi*.
- Lallu, A., Islam, F. R., Mamun, K. A., Prakash, K., & Cirrincione, M. (2018). Power Quality Improvement of Distribution Network Using Optimum Combination of Battery Energy Storage System and Capacitor Banks. *Proceedings - 2017 4th Asia-Pacific World Congress on Computer Science and Engineering, APWC on CSE 2017*, 193–199. <https://doi.org/10.1109/APWConCSE.2017.00043>
- M. A. S. Masoum, M. Ladjevardi, A. Jafarian and E. F. Fuchs, "Optimal placement, replacement and sizing of capacitor Banks in distorted distribution networks by genetic algorithms," in *IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 19, no. 4, pp. 1794-1801, Oct. 2004, doi: 10.1109/TPWRD.2004.835438.
- Mudjiono, M., Ridzki, I., & Surya, P. (2021). Aplikasi Particle Swarm Optimization Pada Pemasangan Kapasitor Bank Pada Jaringan Distribusi. *ELPOSYS: Jurnal Sistem Kelistrikan*, 8(3), 65–71. <https://doi.org/10.33795/elposys.v8i3.81>
- Noor, S., & Saputera, N. (2014). Efisiensi Pemakaian Daya Listrik Menggunakan Kapasitor Bank. *Jurnal Poros Teknik*, 6(2), 73–78.
- Nurmahandy, K. D. (2019). *PENYULANG BARATA PT PLN NGAGEL SURABAYA Kanda Dias Nurmahandy Subuh Isnur Haryudo , Widi Aribowo , Mahendra Widartono Abstrak Daya aktif (P) Daya semu (S)*. 261–269.
- Prayogo, C. T., Zebua, O., & Hasan, K. (2019). Optimasi Kapasitas Bank Kapasitor Untuk Mereduksi Rugi-Rugi Daya Pada Penyulang Wortel Menggunakan Metode Grey Wolf Optimizer (Gwo). *Electrician*, 13(3), 61–68. <https://doi.org/10.23960/elc.v13n3.2125>

- Rian Hidayat. (2017). *Uin Syarif Hidayatullah Jakarta Uin Syarif Hidayatullah Jakarta*. 95, 1–28.
- Rozak, O. A. (2019). Simulasi Perbaikan THD pada Sistem Distribusi Listrik dengan Filter Harmonisa Berbasis Software ETAP 12.6.0. *EPIC : Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control*, 2(2). <https://doi.org/10.32493/epic.v2i2.2878>
- Saragih, T. (2011). Analisis Penempatan Optimal Bank Kapasitor Pada Sistem. *Tesis*.
- Sartika, Y. (2021). *Sistem Pengoperasian Kapasitor Bank Dan Monitoring Menggunakan Internet of Things (Iot) Di Gedung Elektro*.
- Sulistyowati, S., Hakim, M. F., Sungkowo, H., & Husna, I. A. (2021). Analisis Perencanaan Capacitor Bank Untuk Perbaikan Faktor Daya Pada Pusat Perbelanjaan Blitar Square. *ELPOSYS: Jurnal Sistem Kelistrikan*, 8(3), 59–64. <https://doi.org/10.33795/elposys.v8i3.80>
- Suripto, S. (2016). *Buku Ajar Sistem Tenaga Listrik*. 1–4.
- Syaefuddin, R. M., & Handoko, S. (n.d.). *Faktor Daya Menggunakan Particle Swarm Optimization Pada Jaringan Auxiliary Load Pt . Pjb Pembangkitan Indramayu 3X330 Mw*.
- Tonasa, P. T. S. (2020). *OPTIMASI JARINGAN DISTRIBUSI LISTRIK DENGAN PEMASANGAN KAPASITOR PADA JARINGAN TEGANGAN MENENGAH 6.3 KV PT. SEMEN TONASA*. 1, 509–517.
- Torres, T. (2017). *ANALISIS PERUBAHAN NILAI FAKTOR DAYA TERHADAP PEMASANGAN KAPASITOR BANK PADA UNIT BOILER PUSAT PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA MINYAK DAN GAS BUMI CEPU*. 111.
- W. Moreti da Rosa, P. Rossoni, J. C. Teixeira, E. A. Belati and P. Teixeira Leite Asano, "Optimal Allocation of Capacitor Banks using Genetic Algorithm and Sensitivity Analysis," in *IEEE Latin America Transactions*, vol. 14, no. 8, pp. 3702-3707, Aug. 2016, doi: 10.1109/TLA.2016.7786353.
- Wiratsongko, T., Sukmadi, T., & Handoko, S. (2017). Optimisasi Penempatan Kapasitor Bank Untuk Mereduksi Rugi Daya Menggunakan Flower

Pollination Algorithm Pada Jaringan Auxiliary Load Pt.Pjb Pembangkitan Indramayu 3X330 Mw. *Transient*, 6(3), 364.
<https://doi.org/10.14710/transient.6.3.364-372>

Yani, A. (2017). Pemasangan Kapasitor Bank untuk Perbaikan Faktor Daya. *Journal of Electrical Technology*, 2(3), 31–35.

Zailani, Z. (2018). PERENCANAAN PEMASANGAN KAPASITOR BANK SEBAGAI KOMPENSASI BEBAN INDUKTIF DI PTPN IV PABRIK KEPALA SAWIT ADOLINA. *Tugas Akhir*, 80(1).