

# Perbaikan Profil Tegangan Menggunakan OCP Untuk Penempatan Kapasitor Pada Sistem Kelistrikan PT. Kutai Timber Indonesia Probolinggo

<sup>1</sup>Satria Abimanyu, <sup>2</sup>Irrine Budi Sulistiawati  
Institut Teknologi Nasional, Malang, Indonesia  
<sup>1</sup>s.abimanyu666@gmail.com

**Abstrak**—Kualitas daya dalam sistem tenaga merupakan hal yang sangat penting dan harus diperhatikan untuk menjaga stabilitas dan kontinuitas sistem tenaga listrik dalam suatu industri. Diantara permasalahan kualitas daya yang timbul salah satunya adalah penurunan nilai power faktor yang menyebabkan konsumsi daya menjadi berlebih. Seperti pada industri-industri besar pada umumnya. Perusahaan pengelolaan kayu PT. Kutai Timber Indonesia Probolinggo juga memiliki permasalahan kualitas daya pada sistem kelistrikannya, disebabkan karena mempunyai banyak motor-motor berkapasitas besar untuk proses produksinya. Untuk mengantisipasi hal tersebut perlu dilakukan pengontrolan daya reaktif salah satunya dapat dilakukan dengan pemasangan kapasitor yang optimal untuk memperbaiki profil tegangan dan meningkatkan faktor daya sehingga dapat memaksimalkan kapasitas penyaluran daya sistem. Fungsi kapasitor adalah untuk pasokan daya reaktif sehingga kapasitor dapat memperbaiki faktor daya dan drop tegangan sehingga dapat memperkecil kerugian daya pada sistem. Penelitian ini akan menerapkan *Optimal Capacitor Placement (OCP)* yang merupakan salah satu tool dalam software ETAP untuk menentukan penempatan dan kapasitas optimal kapasitor pada sistem dengan menerapkan metode *Genetic Algorithm (GA)*. Maka pengujian dilakukan pada sistem kelistrikan PT. KTI Probolinggo yang memiliki variasi beban bus sehingga pemasangan kapasitor sangat perlu. Dalam hal ini OCP dapat membuktikan bahwa dengan pemasangan kapasitor yang optimal pada Bus yang mengalami pelanggaran tegangan.

**Kata Kunci**—*Optimal Capacitor Placement (OCP)*, *Power Factor*, *Kapasitor Bank*.

## I. PENDAHULUAN

PT. Kutai Timber Indonesia Probolinggo merupakan perusahaan Plywood, Particle Board, dan Wood Working yang berlokasi di Probolinggo Jawa Timur. Perusahaan ini bergerak di bidang industri pemasaran dan pembuatan plywood serta produk produk berbahan dasar kayu yang berada di Indonesia. Seperti pada industri-industri besar pada umumnya. PT. KTI Probolinggo ini memiliki permasalahan kualitas daya pada sistem kelistrikannya, disebabkan karena mempunyai motor motor berkapasitas besar untuk proses produksinya. Diantara permasalahan kualitas daya yang timbul salah satunya adalah penurunan nilai power faktor yang menyebabkan konsumsi daya yang menjadi berlebih [1]. Untuk itu diperlukan analisa

dan solusi terhadap sistem kelistrikannya guna mengurangi dampak akibat permasalahan kualitas daya tersebut.

Salah satu upaya untuk memperbaiki kualitas tegangan listrik yang baik PT. KTI Probolinggo ada tindakan sebagai solusi atas permasalahan tersebut, salah satunya adalah penggunaan Kapasitor Bank. Keuntungan penggunaan kapasitor bank yang optimal adalah untuk meningkatkan profil tegangan, memperbaiki faktor daya, pengurangan kerugian daya, tingkat keuntungan ini tergantung ke lokasi, ukuran dan jumlah kapasitor dalam sistem [1],[2], dan peningkatan kapasitas tegangan dengan tujuan meningkatkan efisiensi.

Pada skripsi ini, Genetic Algorithm merupakan metode yang akan digunakan untuk memecahkan suatu masalah pada jaringan distribusi radial [2]. Pencarian nilai dalam masalah optimasi dan juga penentuan lokasi pemasangan kapasitor bank yang menjadi fokus pembahasan dan pencarian solusi di skripsi ini. Yang bertujuan untuk menempatkan pada jaringan bus yang tepat untuk mendapatkan nilai power faktor yang bagus pada sistem kelistrikan tersebut. Metode ini diterapkan pada jaringan distribusi radial pada sistem kelistrikan real PT. KTI Probolinggo dengan beberapa percobaan kemungkinan yang berbeda. Hasil yang diharapkan nantinya ialah dapat memperbaiki profil tegangan dan meningkatkan faktor daya dan rugi daya terkecil dengan membandingkan setiap studi kasus yang dilakukan menggunakan simulasi software ETAP.

## II. METODOLOGI

### A. Tinjauan Umum

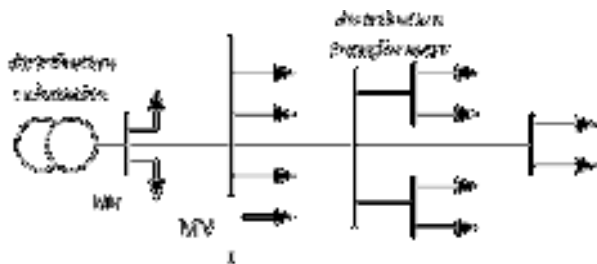
Dalam Kasus Umum, Sistem tenaga listrik meliputi sistem pembangkitan, sistem transmisi dan sistem distribusi. Sistem distribusi mempunyai peranan yaitu untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik ke masing-masing beban atau konsumen dengan mengubah tegangan listrik yang didistribusikan menjadi tegangan yang dikehendaki, karena kedudukan sistem distribusi merupakan bagian paling akhir dari keseluruhan sistem tenaga listrik yang mempunyai fungsi mendistribusikan langsung tenaga listrik pada beban atau konsumen yang membutuhkan.

Dalam pendistribusian tenaga listrik ke konsumen, tegangan listrik yang digunakan bervariasi tergantung jenis

konsumen yang membutuhkan. Untuk konsumen industri biasanya digunakan tegangan menengah 20KV atau 6,3KV.

### B. Sistem Jaringan Distribusi Radial

Sistem distribusi dengan pola Radial adalah sistem distribusi yang paling sederhana dan ekonomis. Pada sistem ini terdapat beberapa penyulang yang menyuplai beberapa gardu distribusi secara radial. Jaringan distribusi sistem radial ditandai dengan adanya satu jalur pengiriman tenaga listrik mulai dari sumber gardu induk ke pelanggan. Sistem distribusi radial terdiri dari satu atau lebih trafo distribusi dan memiliki cabang-cabang menuju beban. Jaringan ini adalah topologi jaringan yang paling banyak digunakan seperti pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Sistem Jaringan Distribusi Radial

Catu daya berasal dari satu titik sumber dan karena adanya pencabangan-pencabangan tersebut, maka arus beban yang mengalir disepanjang saluran menjadi titik sama sehingga luas penampang konduktor pada jaringan bentuk radial ini ukurannya tidak sama karena arus yang paling besar mengalir pada jaringan yang paling dekat dengan gardu induk ini ukuran penampang relatif besar dan saluran cabang-cabangnya makin keujung dengan arus beban yang lebih kecil mempunyai ukuran konduktornya lebih kecil pula.

Kelebihan jaringan sistem radial secara umum adalah bentuknya yang sederhana dan biaya investasi yang relatif murah. Sedangkan kelemahannya adalah kualitas pelayanan dayanya relatif jelek yang disebabkan rugi daya dan drop tegangan cenderung besar. Kemudian kontinuitas penyaluran daya yang kurang handal.

### C. Kualitas Daya

Masalah kualitas daya didefinisikan sebagai semua masalah yang berhubungan dengan daya listrik yang berupa penyimpangan tegangan, arus dan frekuensi yang mengakibatkan kerusakan pada peralatan listrik.

Berikut macam macam kualitas daya :

- Faktor daya
- Harmonisa
- Perubahan tegangan
- Tegangan transien
- Ketidakseimbangan tegangan dan fasa
- Distorsi bentuk gelombang
- Perubahan frekuensi
- Tegangan kedip

### D. Faktor Daya

Faktor daya merupakan salah satu indikator baik buruknya kualitas daya listrik. Faktor daya atau faktor kerja adalah perbandingan antara daya nyata (watt) dengan daya kompleks (VA). Peningkatan daya reaktif akan meningkatkan sudut antara daya nyata dan daya kompleks, sehingga dengan daya aktif yang tetap akan mengakibatkan peningkatan daya nyata yang akan dikirim lebih besar, dengan kata lain akan menurunkan efisiensi dari sistem distribusi ketenagalistrikan.

### E. Perbaikan Faktor Daya

Pada beban induktif, perbaikan faktor daya dilakukan dengan menyalurkan arus leading dari suatu sumber daya reaktif kapasitif sehingga dapat mengkompensasi arus lagging yang diserap beban tersebut. Perbaikan faktor daya beban kapasitif dilakukan dengan memasang sumber daya reaktif induktif. Seperti yang telah diketahui, pemasangan kapasitor pada beban induktif akan memperbaiki faktor daya beban. Hal ini disebabkan karena kapasitor akan menarik arus kapasitif dari jala-jala pada saat tegangan bertambah menuju nilai maksimum dan menyimpan energi yang diserap dari jala-jala dalam bentuk medan listrik elektrostatik.

### F. Kapasitor Bank

Kapasitor bank adalah komponen listrik yang dapat menghasilkan daya reaktif pada jaringan dimana kapasitor tersebut di tempatkan [5]. Secara sederhana kapasitor terdiri dari dua plat logam yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik dan kapasitor ini mempunyai sifat menyimpan muatan listrik. Kapasitor bank di gunakan secara luas pada sistem distribusi untuk perbaikan factor daya dan pengaturan tegangan feeder. Pada saluran transmisi kapasitor bank berguna untuk mengkompensasi daya reaktif dan memastikan tegangan terjaga pada levelnya pada saat beban penuh. Beban yang bersifat induktif akan menyerap daya reaktif, yang kemudian dapat menimbulkan jatuh tegangan pada sisi penerima. Dengan melakukan pemasangan kapasitor bank beban akan mendapat suplai daya reaktif. Kompensasi yang dilakukan oleh Kapasitor bank akan dapat mengurangi penyerapan daya reaktif system oleh beban. Dengan demikian jatuh tegangan yang terjadi dapat di kurangi [4][5].

Secara umum fungsi kapasitor pada sistem tenaga adalah :

- a. Menyuplai daya reaktif sehingga memaksimalkan penggunaan daya kompleks (KVA).
- b. Memperbaiki power faktor.
- c. Mengurangi jatuh tegangan.
- d. Menghindari kelebihan beban trafo.
- e. Memberi tambahan daya tersedia.
- f. Menghindari kenaikan arus dan suhu pada kabel.
- g. Menghemat daya / efisiensi.

Selain dapat memperbaiki nilai tegangan, pengaturan tegangan dengan menggunakan kapasitor bank juga dapat meningkatkan nilai faktor daya. Sebab dengan memasang kapasitor bank, akan dapat mengurangi penyerapan daya

reaktif oleh beban. Pengurangan penyerapan daya reaktif oleh beban pada sistem, akan dapat meningkatkan nilai faktor daya. Kapasitor bank memberikan manfaat yang besar untuk kinerja sistem distribusi. Dimana kapasitor bank dapat mengurangi losses, memperbesar kapasitas layanan dan mengurangi drop tegangan.

Rugi-rugi jaringan dengan memberi kompensasi daya reaktif pada motor dan beban lainnya dengan power faktor dimana dengan kompensasi daya reaktif akan meningkatkan /menaikkan level tegangan jaringan.

Pada kurva gambar menunjukkan arus yang diinjeksikan oleh kapasitor paralel mampu mengubah vektor arus ke arah leading sehingga voltage drop akibat beban induktif saluran dapat teratasi dan tegangan pada beban tetap terjaga pada kondisi yang diinginkan.



Gambar 2.2. Kurva kompensasi arus kapasitor untuk mereduksi jatuh tegangan

Untuk menunjukkan reduksi tegangan jatuh dengan pemasangan kapasitor *shunt* dapat di cari dengan :

$$VD = I_R.R + I_X X_L - I_C X_C$$

Keterangan :

VD = Penurunan tegangan (V)

R = Resistansi total pada penyulang (ohm)

$X_L$  = Reaktansi induktif total pada penyulang (ohm)

$I_R$  = Komponen daya nyata dari arus (A)

$I_X$  = Komponen reaktif arus tertinggal (A)

Sehingga tegangan yang dinaikkan oleh kapasitor *shunt* dapat ditunjukkan pada rumus :

$$V_{rise} = I_C X_L$$

#### G. Kompensasi Daya Reaktif

Berdasarkan lokasi penempatan kapasitor bank kompensasi daya reaktif terbagi menjadi tiga, yaitu :

Kompensasi Sentral

Seluruh kebutuhan daya reaktif dipusatkan pada satu titik, yaitu pada saluran distribusi utama. Dengan demikian susunan rangkaian kompensasi ini paling ekonomis bila dibandingkan dengan kompensasi jenis lain. Kelemahannya adalah apabila beban yang terpasang sangat kecil maka akan terjadi tegangan lebih pada sistem. Selain itu rugi daya pada saluran tidak berkurang karena kapasitor

bank hanya dapat mengurangi rugi daya pada transformator di atasnya.

Kompensasi Sektoral

Kapasitor bank diletakkan pada kelompok - kelompok beban yang letaknya berdekatan. Keuntungannya adalah rugi daya pada saluran dari sumber sampai lokasi kapasitor dapat berkurang. Akan tetapi rugi daya pada saluran dari lokasi kapasitor bank sampai ke beban tidak berkurang. Kelemahan lainnya adalah masih adanya kemungkinan terjadi kelebihan kompensasi pada sektor apabila terjadi perubahan beban yang sangat besar. Hal ini dapat diatasi dengan menggunakan kompensasi bertahap.

Kompensasi Lokal

Kapasitor bank diletakkan pada tiap-tiap beban sehingga merupakan kompensasi yang paling mahal. Akan tetapi dengan menggunakan kompensasi lokal maka rugi daya dari sumber ke beban sangat besar. Kompensasi jenis ini biasanya digunakan pada beban tunggal yang besar.

#### H. Aliran Daya Dengan Metode Newton-Raphson

Dalam metode *Newton-Raphson* jumlah iterasi yang digunakan untuk melakukan perhitungan ditentukan berdasarkan ukuran sistem. Yang mana dalam metode ini persamaan aliran daya dirumuskan dalam bentuk polar. arus yang memasuki bus  $i$  [12].

#### I. Optimasi Genetic Algorithm (GA)

Metoda *Genetic Algorithm* (GA) adalah algoritma yang memanfaatkan proses seleksi alamiah yang dikenal dengan proses evolusi. Dalam proses evolusi, individu secara terus mengalami perubahan gen untuk menyesuaikan dengan lingkungan hidupnya. Hanya Individu-individu yang kuat yang bertahan hidup.

Metoda *Genetic Algorithm* (GA) dapat membantu memecahkan permasalahan dalam sistem tenaga. Pengkodean di dalam GA secara umum dalam bentuk biner yang menjadi sebuah *string* (rangkain) yang menyusun gen-gen pembentuk kromosom. Kemudaiannya akan mencari solusi dan *fitness* terbaik sesuai dengan fungsi objektif yang digunakan. Parameter yang digunakan di dalam GA adalah *Generation* (jumlah maksimal generasi), *Popsiz*e (jumlah populasi), probability *crossover* dan *mutation*. Pembangkitkan secara acak dan kemudian akan dipilih melalui operasi Genetika (*selection, crossover, mutation*). Hasil dari operasi Genetika tersebut akan dievaluasi sesuai dengan fungsi objektif yang digunakan sehingga didapatkan kromosom yang akan diikuti proses perulangan. Proses evolusi GA akan berhenti ketika sudah mencapai *Generatian* yang ditentukan.

#### J. Bagian Bagian Genetic Algorithm (GA)

Terdapat bagian bagian penting yang harus diketahui pada *Genetic Algorithm*. Pada pelaksanaannya algoritma genetika menggunakan istilah dari disiplin ilmu biologi. Hal tersebut disebabkan karena algoritma genetika menerapkan teori evolusi dan seleksi yang terjadi di alam. Beberapa

bagian bagian yang dipergunakan dalam algoritma genetika dalam mendefinisikan individu untuk menyelesaikan permasalahan diantaranya sebagai berikut :

a. *Gen*

Gen merupakan elemen terkecil dalam sistem makhluk hidup yang membawa sebuah nilai di dalam individu, nilai yang dimaksud biasa disebut *allele*. Biasanya gen pada *Genetic Algorithm* (GA) berbentuk binner, float ataupun string. Sedangkan dalam tugas akhir ini menggunakan metode *Genetic Algorithm* (GA) jenis binner, sehingga parameter gen disini berupa angka binner nol dan satu. Dan setiap gen memiliki dan mengandung nilai tersendiri.

b. *Kromosom*

Kromosom adalah kumpulan dari gen-gen yang membentuk satu kesatuan individu tertentu. Sedangkan untuk banyaknya gen di dalam kromosom tergantung dari optimasi yang dilakukan dan jumlah kapasitor yang akan dioptimasi.

c. *Individu*

Individu merupakan kesatuan dari kromosom yang memiliki satu fitness. Individu merupakan representasi dari sebuah kromosom. Pada skripsi ini individu membawa nilai fitness berupa perbaikan power faktor pada sistem kelistrikan PT. KTI Probolinggo dan penempatan kapasitor dan nilai kapasitor yang dinjukkan.

d. *Populasi*

Populasi adalah sekumpulan individu yang memiliki fitness masing-masing. Pada populasi inilah akan dipilih induk untuk dilakukan regenerasi atau perkawinan, sehingga setiap generasi akan terjadi pembaharuan (update) pada populasi. Dalam tugas akhir ini, dilakukan beberapa kali percobaan (trial) untuk mendapatkan berapa besar ukuran populasi (popsize) yang dianggap sudah dapat menemukan solusi di setiap optimasi.

e. *Generasi*

Generasi adalah jumlah keturunan dari proses seleksi alami. Proses ini dimulai dengan satu populasi hingga membentuk populasi baru dengan gen-gen yang berbeda-beda.

f. *Fungsi Objektif*

Tujuan dari permasalahan penempatan kapasitor adalah untuk meningkatkan profil tegangan dan mengurangi total rugi-rugi daya pada sistem tenaga yang terpasang. Fungsi objektif didapatkan dari dua istilah. [9] Yang pertama adalah penempatan kapasitor dan yang kedua adalah total rugi-rugi daya. Fungsi objektif yang terkait dengan penempatan kapasitor terdiri dari total rugi-rugi daya dan kapasitas kapasitor.

g. *Variabel Genetic Algorithm*

Terdapat beberapa parameter variable pada metode *Genetic Algorithm* (GA) dan beberapa parameter digunakan dalam melakukan optimasi [3]. Parameter ini memiliki nilai yang akan mempengaruhi proses optimasi yang berhubungan dengan kecepatan pencarian solusi terbaik.

Berikut Parameter yang digunakan dalam metoda *Genetic Algorithm* (GA) :

*Jumlah Generasi (MAXGEN)*

Merupakan jumlah maksimum generasi. Yang berarti jumlah maksimum perulangan (iterasi) yang dilakukan untuk mencapai nilai optimasi. Jumlah generasi ini mempengaruhi kestabilan output dan lama iterasi (waktu proses *Genetic Algorithm*). Jumlah generasi yang besar dapat mengarahkan kearah solusi yang optimal, namun akan membutuhkan waktu yang lama.

Dengan kata lain Max generasi merupakan jumlah generasi dari hasil perkawinan silang (*crossover*) atau keturunan yang ingin digunakan dalam satu kali proses evolusi. Pada skripsi ini dilakukan beberapa kali percobaan dimana pada generasi berapa tidak ada lagi perubahan atau tidak ada lagi individu yang lebih baik. Kemudian baru menentukan berapa max generasi. Untuk optimasi digunakan max generasi 100.

h. *Kendala Operasional*

Tegangan pada *feeder* atau bus diminta untuk tetap berada pada batasan yang ditentukan. Setelah penambahan kapasitor pada *feeder* atau bus. Tetapi kendala tegangan dapat diperhitungkan dengan menentukan batas atas dan batas bawah dari besarnya tegangan. Batasan yang harus dilihat saat *Optimal Capacitor Placement*. [9]

Batasan diatas merupakan batasan kondisi sistem. Tegangan bus generator ( $V_i$ ), daya reaktif yang dibangkitkan oleh kompensator seperti kapasitor *bank* ( $Q_{ci}$ ), *setting tap transformer* ( $a_i$ ), merupakan variable kontrol yang sangat dibatasi. Tegangan bus ( $V_i$ ) dan daya reaktif yang dibangkitkan generator ( $Q_{gi}$ ) merupakan batasan-batasan yang menentukan nilai fungsi objektif. Sedangkan jika jumlah generasinya terlalu sedikit maka solusi akan terjebak pada local optimum.

K. *Algoritma Genetika Pada Optimal Capacitor Placement (OCP) Pada Etap*

*Optimal Capacitor placement (OCP)* merupakan salah satu tool di dalam software ETAP yang menggunakan algoritma genetika untuk penempatan kapasitor yang optimal. Algoritma genetika adalah suatu teknik optimasi yang didasarkan pada teori seleksi alam. Sebuah algoritma dimulai dengan generasi solusi dengan keanekaragaman untuk mewakili karakteristik dari ruang pencarian secara keseluruhan. Dengan mutasi dan *crossover* karakteristik yang baik dipilih untuk dibawa ke generasi berikutnya. Solusi optimal dapat dicapai melalui generasi berulang. Metode yang paling umum berdasarkan aturan praktis diikuti dengan menjalankan studi beberapa aliran daya untuk *fine-tuning* ukuran dan lokasi.

Beberapa aliran daya untuk *fine-tuning* ukuran dan lokasi. Penempatan optimal kapasitor pada sistem tenaga listrik memiliki banyak *variable* termasuk kapasitas kapasitor, penempatan optimal, fungsi biaya, tegangan. Dimana dalam menentukan penempatan dan kapasitas optimal, jenis kapasitor dapat disesuaikan berdasarkan kondisi dilapangan. Namun



f. Fungsi Objektif

Tujuan dari permasalahan penempatan kapasitor adalah untuk meningkatkan profil tegangan dan mengurangi total rugi-rugi daya pada sistem tenaga yang terpasang. Fungsi objektif didapatkan dari dua istilah. [9] Yang pertama adalah penempatan kapasitor dan yang kedua adalah total rugi-rugi daya. Fungsi objektif yang terkait dengan penempatan kapasitor terdiri dari total rugi-rugi daya dan kapasitas kapasitor.

III. PEMBAHASAN

A. Prinsip Optimal Capacitor Placement (OCP)

B. Ukuran Kapasitor dan Lokasi yang optimal menggunakan Etap

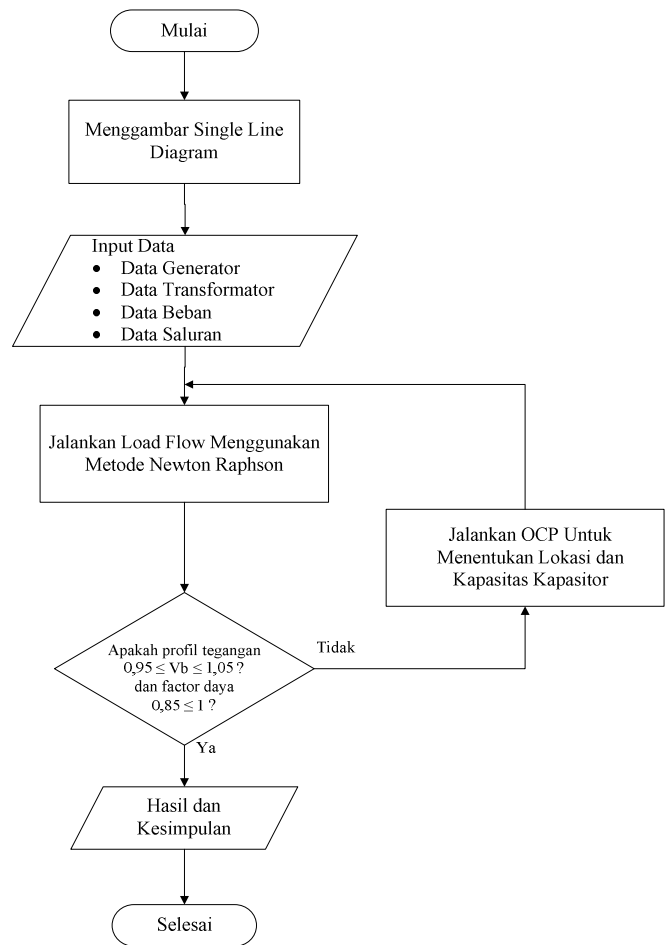
Perhitungan aliran daya menentukan 4 jumlah mencakup: Besarnya tegangan, sudut fase, daya aktif dan daya reaktif, dan saluran aliran daya terkait dengan masing-masing bus dari jaringan

Dianggap Pemrograman software ETAP sepenuhnya analisis grafis sistem tenaga menggunakan teknik optimasi algoritma genetika untuk penempatan kapasitor yang optimal. Kebanyakan komponen sistem tenaga beroperasi pada Faktor daya lagging karena dari beban dan pengiriman daya semu (saluran transmisi dan transformer) yang bersifat induktif, yang menghasilkan kapasitas sistem berkurang, penurunan tegangan, dan peningkatan kerugian dari sistem [13].

C. Algoritma Simulasi ETAP Power Station untuk Optimal Capacitor Placement (OCP) :

1. Mulai
2. Menggambar Single Line Diagram
3. Input Data
  - Data Generator
  - Data Transformator
  - Data Beban
  - Data Saluran
4. Menjalankan Load Flow menggunakan metode *Newthon Rhapsion*
5. Mengecek hasil parameter apakah Tegangan pada Bus ( $V_b$ ) : ( $0.95 \leq V_b \leq 1.05$ ) Jika "Tidak" jalankan proses *Optimal Capacitor Placement (OCP)* untuk menentukan jumlah, lokasi dan kapasitas (kVar) kapasitor kembali ke posisi 4.
6. Jika "YA" langsung ke no 7
7. Hasil dan Analisis Hasil
8. Selesai

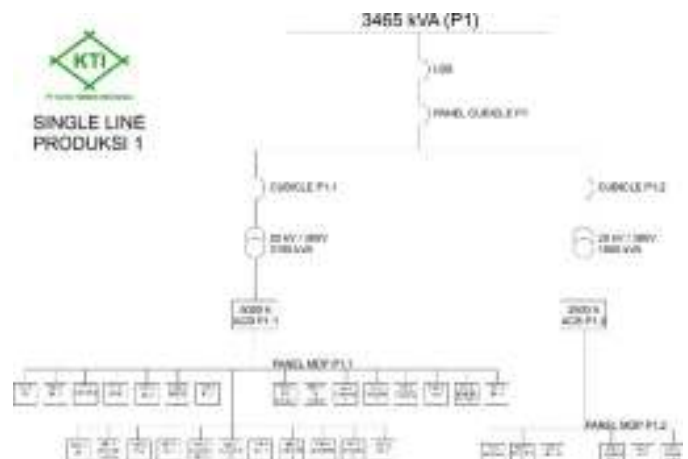
D. Teknik Analisis Data

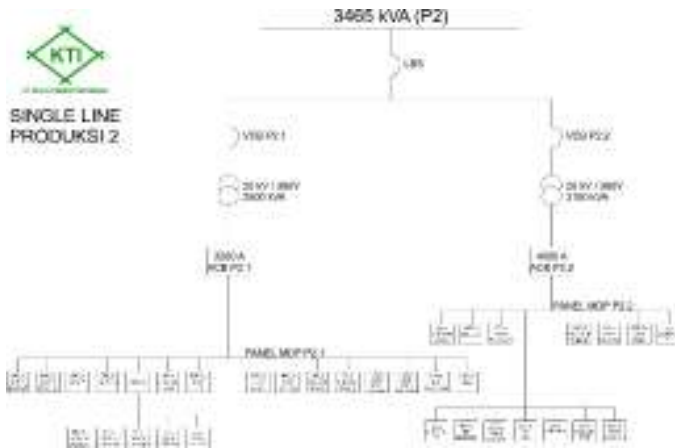


Gambar 3.1. Flowchart Pengerjaan

IV. HASIL DAN ANALISIS

A. Pemodelan Sistem Kelistrikan PT. KTI Probolinggo





Gambar 4.1. Sistem Kelistrikan PT. KTI Probolinggo  
Pada Gambar 4.1 adalah sistem kelistrikan PT. KTI Probolinggo yang akan di simulasikan pada software etap.

## V. KESIMPULAN

Setelah pemasangan kapasitor optimal menggunakan program OCP profil tegangan yang sebelumnya mengalami kritikal pada PT. Kutai Timber Indonesia Probolinggo seluruhnya dapat ditingkatkan pada batas margin yang diijinkan yaitu lebih dari 0,95 p.u dan kurang dari 1,05 p.u. dimana sebelum pemasangan kapasitor ada beberapa bus yang terlihat kritikal pada bus 17, bus 18, bus 19, bus 20, bus 21, bus 22, bus 23, bus 24, bus 25, bus 26, bus 27, bus 72. Setelah pemasangan kapasitor semua bus terlihat marginal dan normal.

Metode yang diterapkan ini dengan menggunakan program *Optimal Capacitor Placement* (OCP) dapat menentukan 3 lokasi dan kapasitas optimal kapasitor di sistem kelistrikan PT. KTI Probolinggo besar masing-masing pada bus 20 dengan kapasitas 90,6 kVar, bus 21 dengan kapasitas 181 kVar, bus 72 dengan kapasitas 454 kVar sehingga profil tegangan sistem meningkat sesuai batas yang diijinkan dan rugi-rugi saluran tereduksi.

## VI. REFERENSI

- [1] Qasim Kamil Mohsin Xiangning Lin Firas F.M Flaih Samir M. Dawoud Mohammed Kdair State Key Laboratory Electromagnetic Engineering, Huashong University of Science and Technology, Wuhan 430074. Hubei Province. China. Optimal Placement and Capacity of Capacitor Bank in Radial Distribution System
- [2] G.Hingorani. Power Electronic in Electrical Utilities : role of *Power electronics in Uture Power Systems*, in Proc. 1988 IEEE, Vol. 76 No. 4 April 1998,pp. 481-482.1988.
- [3] N.P.Padehly,M.A.A. Moamen, *Power Flow and Solution With Multiple and Multi Type FACTS Devices*, Electric Power Systems, Research 74, 2005,pp.341-351 2005.
- [4] Wijanarko,Eko.2011, *Optimasi Penempatan Kapasitor Shunt Untuk Perbaikan Daya Reaktif Pada Penyulang Distribusi Primer Radial Dengan Algoritma Genetik*. Semarang : Universitas Dlponegoro.
- [5] D.William,andJr. Stevenson,1990, *Analisa Systems Tenaga Listrik*, Jakarta Erlangga.
- [6] Deshpande, 1990 Pengaruh Bank Kapasitor
- [7] Ari Hasyim, Vol. 3. NO2 Macam Macam Kapasitor Dan kegunaannya

- [8] Dugan, Roger C dkk. 2004. *Electrical Power Systems Quality*. Second Edition. The McGraw-Hill Companies.
- [9] Sundharajan, S and Pahwa A., *Optimal Selection of Capacitors for Radial Distribution System using A genetic Algoritmh*, IEEE Transactions on Power Systems, Vol.9, No. 3, August 1994,pp. 1499-1507.
- [10] Marsudi D.2006 *Operasi Sistem Tenaga Listrik*, Edisi kedua Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [11] K. Sravan Kumar Reddy, Prof.M. Damodar Reddy, *Optimal Placement of Capacitor n Distribution Network Using Fuzzy and SFLA*, Electrical, Electronics, Signal s Communication and Optimization (EESCO) International Conference on 24-25 Jan.2015.
- [12] PeterM. Hogan, John D. Rettkowski, and Jial L. Bala, Jr., *Optimal Capacitor Placement Using Branch and Bound*, Power Symposium Proceedings of the 37 th Annual North American on 25 mey 2005.
- [13] M. Saravanan, S.M.R. Slochnel,P. Venkatesh, P.S. Abraham, *Application of PSO Technique For Opt imal Location of FACTS Devices Consideing System Loadability and Cost of Installation*, in Proc 2005 Internasional Power Engineering Conference (IPEC). Pp. 716-712 Vol. 2.2005.
- [14] Operating technology.Inc.etap."Manual Book ETAP Power Station".

## BIODATA PENULIS



Penulis merupakan anak ketiga dari 3 bersaudara dari pasangan Bapak Mujiharto dan Ibu Susiyowati yang lahir di Probolinggo pada 01 Januari 1995. Penulis mulai mengenyam pendidikan dasar di SDN Kanigaran 1 Kota Probolinggo, kemudian pada tahun 2007 melanjutkan pendidikan di SMPN 5 Kota Probolinggo, kemudian pada tahun 2010 melanjutkan pendidikan di SMK Negeri 2 Kota Probolinggo, dan pada tahun 2013 penulis diterima di ITN Malang dengan mengambil jurusan Teknik Elektro dengan peminatan yang dipilih Teknik Energi Listrik S1.

Email : s.abimanyu666@gmail.com