

Penempatan Optimasi Kapasitor Untuk Perbaikan Profil Tegangan Pada Sistem Kelistrikan Penyulang Karangploso

¹Ricky Marthin Luther Yamlaay, ²Awan Uji Krismanto

Institut Teknologi Nasional, Malang, Indonesia

¹rickymarthinlutheryamlaay@gmail.com, ²awan_uji_krismanto@lecturer.itn.ac.id

Abstrak— Penurunan profil tegangan dan peningkatan rugi-rugi daya dalam penyaluran energi listrik merupakan masalah yang sering terjadi pada sistem distribusi baik pada jaringan tegangan menengah maupun jaringan tegangan rendah akibat peningkatan beban yang ada pada sistem. Untuk mengantisipasi hal tersebut perlu dilakukan pengontrolan daya reaktif salah satunya dapat dilakukan dengan penempatan kapasitor yang optimal untuk meningkatkan profil tegangan dan mengurangi rugi-rugi daya sehingga dapat memaksimalkan kapasitas penyaluran daya 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 algoritma genetika (GA). Untuk menguji metode yang diusulkan, maka pengujian dilakukan pada sistem Kelistrikan Penyulang Karangploso. Dalam hal ini OCP dapat membuktikan bahwa dengan pemasangan kapasitor yang optimal pada Bus yang mengalami pelanggaran tegangan maka tegangan akan semakin meningkat dan rugi-rugi daya P_{loss} 422,9 dan Q_{loss} 341,0 hingga penurunan losses P_{loss} 320,6 dan Q_{loss} 276,6

Kata Kunci—*Optimal Capacitor Placement (OCP), Menaikan Profil Tegangan*

I. PENDAHULUAN

Sistem tenaga listrik secara umum terdiri dari beberapa unit pembangkit, saluran transmisi, distribusi dan beban. Seiring dengan berkembangnya pertumbuhan penduduk, industry, dan ekonomi menyebabkan kebutuhan energy listrik menjadi meningkat. Peningkatan energy listrik sangat berpengaruh pada kualitas daya listrik. Daya yang terbuang pada bentuk kerugian pada system distribusi itu sekitar 13% dari total daya yang dihasilkan[1]. Guna meningkatnya kesadaran masyarakat akan kualitas daya listrik yang baik menjadi alasan perlunya memberi perhatian lebih dalam hal tersebut. Untuk pengoperasian energy listrik kembali normal setelah mengalami gangguan drop tegangan maka yang akan dibahas pada tulisan ini adalah profil tegangan, factor daya dan pengurangan rugi-rugi daya. Hal ini mengingat lokasi yang akan menjadi objek penelitian tulisan ini memiliki profil tegangan yang buruk akibat gangguan dan Jatuhnya Jarak Konsumen dari pusat

Pelayanan di samping itu juga Banyak Trafo Distribusi yang mengalami Pembebanan lebih sehingga mengakibatkan Jatuh tegangan.

Salah satu upaya untuk memperbaiki kualitas tegangan listrik yang baik, ada beberapa tindakan sebagai solusi atas permasalahan tersebut, salah satunya adalah penggunaan *Kapasitor Bank*. Keuntungan dari penggunaan shunt, kapasitor bank yang optimal adalah untuk meningkatkan profil tegangan, factor daya, pengurangan kerugian daya, tingkat keuntungan ini tergantung ke lokasi, ukuran, dan jumlah kapasitor dalam system [1], [2], dan peningkatan kapasitas tegangan dengan tujuan meningkatkan efesiensi. Efisien dalam pengertian energy yang di produksi dapat digunakan secara maksimal oleh pelanggan atau tidak mengalami kehilangan energy pada jaringan maupun peralatan listrik seperti trafo sehingga akan memberikan keuntungan-keuntungan, misalnya penambahan kapasitas daya listrik akibat berkurangnya rugi-rugi daya.

Pada skripsi ini akan di bahas metode untuk menyelesaikan masalah perbaikan profil tegangan yang ada pada system kelistrikan penyulang karangploso dengan optimasi penempatan dan pemasangan *Kapasitor Bank* menggunakan software ETAP PowerStation. Hasil yang dicapai diharapkan dapat meningkatkan nilai, profil tegangan, factor daya serta mengurangi rugi-rugi daya pada system kelistrikan penyulang karangploso.

Keuntungan yang dapat di peroleh dari pemasangan kapasitor antara lain [4]

- Perbaikan Factor Daya
- Penambahan Kapasitas Saluran Daya
- Pengurangan Rugi-Rugi Daya
- Penurunan Jatuh Tegangan

II. METODOLOGI

A. Tinjauan Umum

Dalam Kasus Umum, Kompenisasi Daya Reaktif pada tingkat. Tegangan menengah dapat di sajikan dalam kombinasi dari Gardu kapasitor *bank* pada sisi sekunder Transformator dengan kapasitor pada *feeder* Distribusi.

System pendekatan untuk alokasi kapasitor yang optimal pada tingkat Distribusi, penempatan dan pengontrolan daya reaktif yang d suplai dari kapasitor memaksimalkan system tersebut terhadap biaya pengoperasian system Distribusi [3]. Saat ini pengontrolan daya reaktif merupakan salah satu factor penting dalam desain dan eksploitasi system tenaga. Pertumbuhan konsumsi energy menyebabkan rugi-rugi daya meningkat. Sehingga membutuhkan metode yang dapat menjaga tegangan system dalam batas yang diizinkan dan dapat mengurangi rugi-rugi daya dalam system Distribusi pengontrolan daya reaktif biasanya dilakukan di Jaringan distribusi. Ekpansi dan dimensi besar Jaringan Distribusi dan transfer daya melalui saluran panjang penyebab drop tegangan di aluran Distribusi. Juga dengan semakin meningkat kualitas daya dari aplikasi perangkat elektronik di titik beban yang semakin meningkat pengontrolan daya reaktif adalah salah satu metode terbaik untuk pencapai kualitas daya yang terbaik hal ini dapat di lakukan dengan injeksi daya reaktif dengan kapasitor parallel di jaringan Distribusi dari gardu transmisi sub pendekatan sangat efektif untuk optimalisasi daya reaktif pada system distribusi adalah penempatan kapasitor optimal dan nilai kapasitor penyebab profil tegangan digardu dapat meningkatkan di karenakan adanya kompenisasi daya reaktif.[3],[4].

B. 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 di elektrik dan kapasitor ini mempunyai sifat menyimpan muatan listrik. Kapasitor bank di gunakan secara luas pada system distribusi untuk perbaikan factor daya dan pengaturan tegangan feeder. Pada saluran transmisi kapasitor bank berguna untuk mengkompenisasi 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. Kompenisasi 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].



Gambar 1.Kapasitor Bank

C. Rugi-Rugi Pada Sistem Tenaga Listrik

Dalam proses menyalurkan tenaga listrik sering kali mengalami rugi-rugi pada sisitem tenaga listrik yang cukup besar yang diakibatkan oleh rugi-rugi pada saluran dan rugi-rugi pada tarfo yang digunakan. Kedua jenis rugi-rugi ini memberikan pengaruh yang besar terhadap kualitas daya serta tegangan yang dikirim kepada sisi beban (konsumen). Nilai tegangan yang emelbihi batats toleransi dapat menyebabkan tidak optimalnay kerja dari peralaatn disisi konsumen. Secara umum besar rugi-rugi daya pada siistem tenaga listrik dappat dituliskan dalam persamaan sebagai berikut:

D. Jatuh Tegangan (Voltage Drop)

Jatuh tegangan voltage merupakan besarnya tegangan yang hilang pada suatu pengantar. Jatuh tegangan pada saluran tenaga listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban, serta berbanding terbalik dengan luas penampang pengantar. Besarnya batas atas dan bawah ditentukan oleh kebijaksanaan perusahaan kelistrikan. Perhitungan jatuh tegangan praktis pada batas-batas tertentu dengan hanya menghitung besarnya tahanan masih dapat dipertimbangkan, namun pada system jaringan khususnya pada sisitem tegangan tinggi masalah induk stansi dan kapasintansinya diperhitungkan karena nilainya cukup berarti. Tegangan jatuh secara umum adalah tegangan yang digunakan pada beban.

E. Aliran Daya Dengan Metode Newton- Rapshon

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] .Persamaan tersebut dapat ditulis ulang menjadi :

F. Algoritma Genetika Pada Optimal Capasitor Plecement (OCP) Pada Etap

Optimal Capasitor plecement (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.

G. 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. Secara umum permasalahan penempatan dan kapasitas optimal kapasitor dapat dituliskan dalam persamaan sebagai berikut :

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 system. Tegangan bus generator (V_i), daya reaktif yang dibangkitkan oleh kompensator seperti kapasitor *bank* (Q_{ci}), *setting tap transformator* (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..

III. PEMBAHASAN

A. Prinsip Optimal Penempatan Kapasitor (OCP)

B. Ukuran Capacitor 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

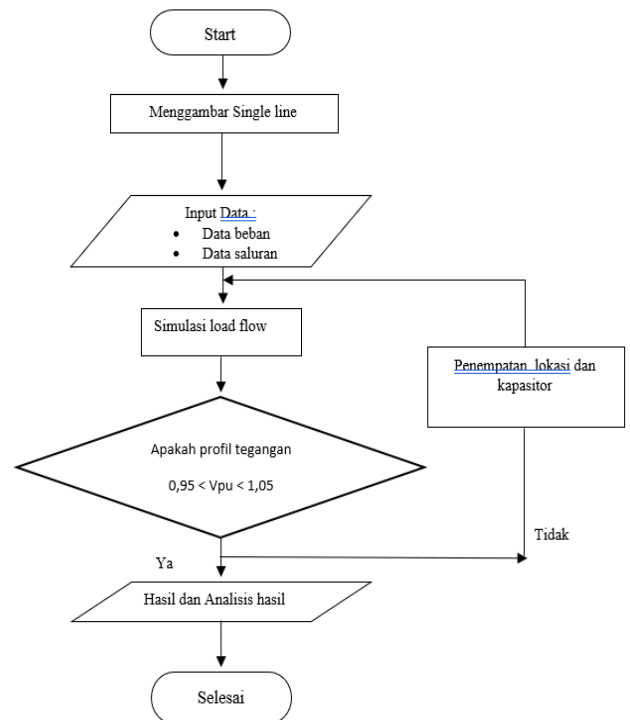
Dianggap Pemrograman software ETAP sepenuhnya analisis grafis sistem tenaga menggunakan Teknik optimasi algoritma genetika untuk penempatan kapasitor yang optimal. Kebanyakan komponen sistem tenaga beroperasi pada Faktor daya lagging karena dari beban dan pengiriman daya semu (saluran transmisi dan transformer) 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)

- Memasukan Data :
- Data Beban (pada tabel 1),
- Data Saluran (pada table 1)
- Menjalankan *Load Flow* pada kondisi *base case* menggunakan metode Newton Rapsion untuk Seluruh Penyulang

- Mengecek hasil parameter apakah Profil Tegangan : $(0.95 \leq V_{pu} \leq 1.05)$ serta mengecek hasil *Ploss* dan *Qloss*.
- Jika “Tidak” jalankan proses *Optimal Capacitor Placement* (OCP) untuk menentukan Bus Kandidat dan jumlah, lokasi dan kapasitas (kVar) kapasitor.
- Jika “YA” .
- Hasil dan Analisis Hasil
- Selesai

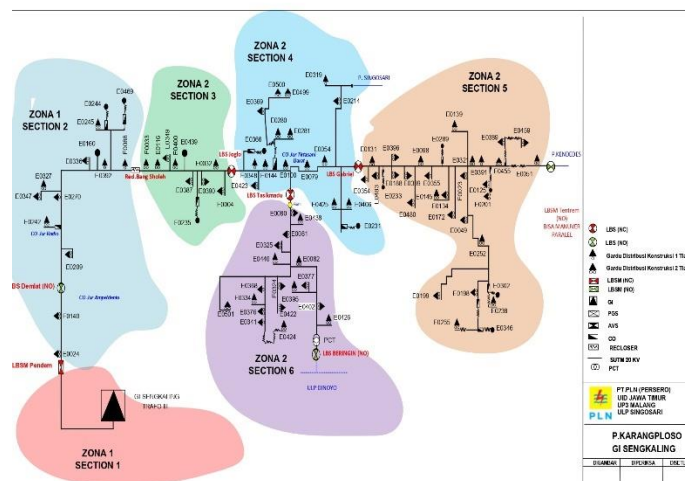
D. Flowchart



Gambar 2. Flochart Sistem

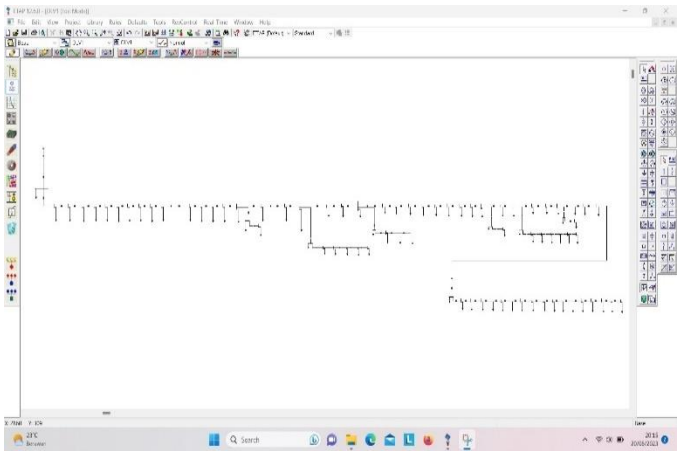
IV. HASIL DAN ANALISIS

A. Pemodelan Sistem Kelistrikan Penyulang Karangploso



Gambar 3. Singleline System Penyulang Karangploso

Pada Gambar 3 adalah Singgle Line Sistem Kelistrikan Penyulang Karangploso Dan akan di Simulasikan Pada Software Etap Yang memiliki Singgle Line



Gambar 4. Singleline System Penyulang Karangploso Pada Software Etap.

B. Data beban system Kelistrikan Penyulang Karangploso

TABEL I. DATA BEBAN DAN DATA SALURAN

Beban (S x Cos Phi)		Rating Trafo (KVA)	Panjang Saluran
78852	E0023	160	654
175488	E0024	250	385
159221	E0032	250	1471
107904	E0033	250	149
90998	E0049	160	107
60877	E0051	100	247
48046	E0054	100	24

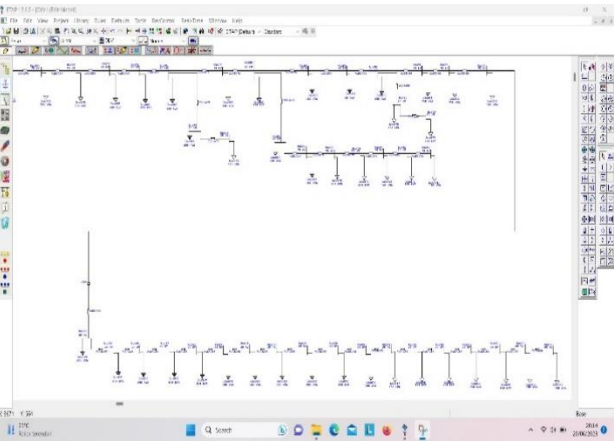
78800	E0079	160	704
78256	E0080	200	88
140520	E0081	160	42
201274	E0082	250	395
122874	E0088	150	2
61120	E0098	160	4
41644	E0100	100	242
5302	E0116	100	395
15176	E0125	250	286
123980	E0131	250	68
698	E0134	200	40
20738	E0139	160	424
147167	E0140	250	556
106903	E0144	200	393
5490	E0145	200	195
354	E0160	160	142
650	E0172	200	466
128256	E0188	250	504
60495	E0198	160	43
55566	E0199	100	152
99687	E0201	250	350
36832	E0209	200	170
74868	E0214	160	198
307	E0231	400	263
238949	E0233	400	450
36868	E0235	630	84
10912	E0238	400	54
5761	E0242	160	472
651523	E0244	1250	285
89761	E0245	200	1120
81852	E0252	100	323
47175	E0255	100	789
64914	E0270	100	34
23580	E0280	250	162
32998	E0281	250	296
248594	E0289	400	77
37433	E0302	250	156
52709	E0319	100	55

12347	E0321	160	12
34884	E0324	100	11
36492	E0325	100	63
688	E0327	160	140
47155	E0334	200	248
43698	E0339	200	101
6945	E0341	100	66
327965	E0346	1000	123
12442	E0347	160	58
11470	E0348	100	28
11975	E0349	250	135
9268	E0354	100	298
4156	E0355	160	68
8635	E0366	1250	433
12843	E0368	100	393
25820	E0369	160	755
13886	E0376	100	113
42336	E0377	100	141
51720	E0387	160	356
3919	E0389	250	380
1154	E0390	160	785
26673	E0391	50	151
35720	E0392	50	47
14592	E0395	160	74
10083	E0396	160	135
37094	E0400	160	2
16050	E0402	100	245
2497,515	E0406	200	72
1837	E0422	160	157
24374	E0423	200	81
34430	E0424	160	1298
19166	E0425	200	194
3721	E0426	100	220
10411	E0438	100	447
4148	E0439	630	262
9003	E0440	100	206
4894	E0455	200	266
25156	E0459	250	133

16592	E0469	2000	47
4148	E0480	100	93
8292	E0483	200	277
5992	E0495	100	444
17114	E0499	160	146
12464	E0500	200	720
24860	E0501	100	71
8854681,515		34380	

C. Simulasi Load Flow Menggunakan Software ETAP Power Station Pada Kondisi Base Case

Simulasi *load flow* ini bertujuan untuk mengetahui kondisi awal sistem, mengetahui nilai rating tegangan pada setiap bus, mengetahui daya yang mengalir disetiap saluran dan mendapatkan nilai daya aktif serta daya reaktif pada bus. Pada simulasi *load flow* ini menggunakan metode *Newthon Rhapson*.



Gambar 5. Sesudah Di Jalankan Degan Load Flow Pada Kondisi *Base Case*

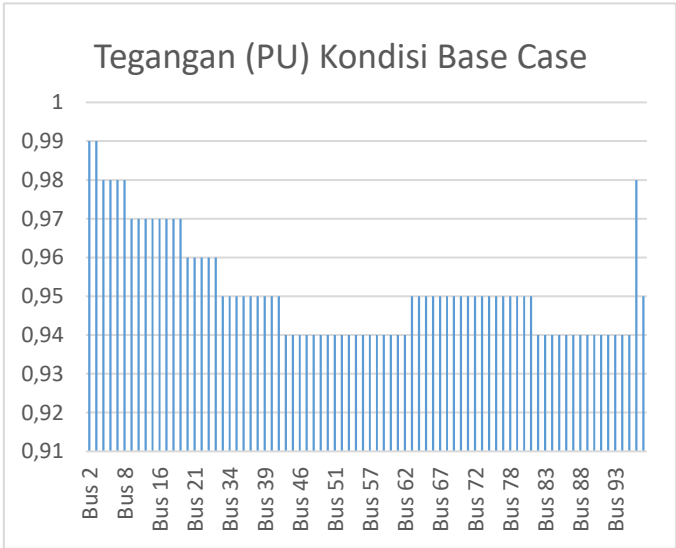
TABEL II. PROFIL TEGANGAN DALAM KONDISI *BASE CASE*

Base ID	Tegangan (PU) Kondisi Base Case
Bus 2	0,99
Bus 4	0,99
Bus 5	0,98
Bus 6	0,98
Bus 7	0,98
Bus 8	0,98
Bus 9	0,97
Bus 12	0,97
Bus 13	0,97
Bus 14	0,97

Bus 16	0,97
Bus 17	0,97
Bus 181	0,97
Bus 19	0,97
Bus 20	0,96
Bus 21	0,96
Bus 22	0,96
Bus 23	0,96
Bus 24	0,96
Bus 25	0,95
Bus 34	0,95
Bus 35	0,95
Bus 36	0,95
Bus 37	0,95
Bus 38	0,95
Bus 39	0,95
Bus 40	0,95
Bus 41	0,95
Bus 42	0,94
Bus 45	0,94
Bus 46	0,94
Bus 47	0,94
Bus 48	0,94
Bus 49	0,94
Bus 50	0,94
Bus 51	0,94
Bus 52	0,94
Bus 53	0,94
Bus 55	0,94
Bus 56	0,94
Bus 57	0,94
Bus 58	0,94
Bus 59	0,94
Bus 60	0,94
Bus61	0,94
Bus 62	0,94
Bus 63	0,95
Bus 64	0,95
Bus65	0,95
Bus 66	0,95
Bus 67	0,95
Bus 68	0,95
Bus 69	0,95
Bus 70	0,95

Bus 71	0,95
Bus 72	0,95
Bus 73	0,95
Bus 74	0,95
Bus 75	0,95
Bus 77	0,95
Bus 78	0,95
Bus 79	0,95
Bus 80	0,95
Bus 81	0,95
Bus 82	0,94
Bus 83	0,94
Bus 84	0,94
Bus 85	0,94
Bus 86	0,94
Bus 87	0,94
Bus 88	0,94
Bus 89	0,94
Bus 90	0,94
Bus 91	0,94
Bus 92	0,94
Bus 93	0,94
Bus 94	0,94
Bus 95	0,94
Bus 96	0,98
Bus 181	0,95

D. Kondisi Base Case



Gambar 6. Profil Tegangan Kondisi Base Case

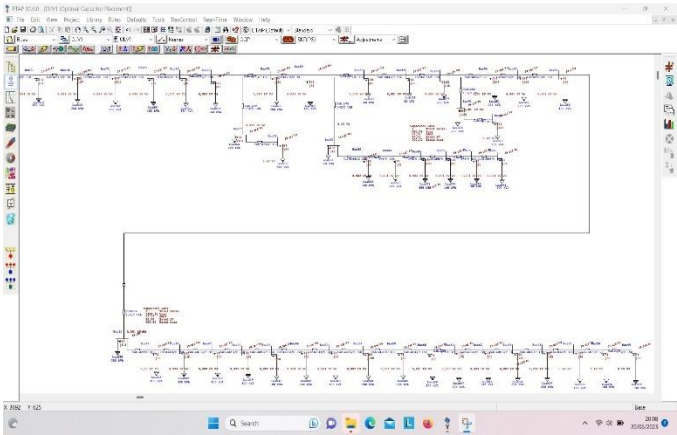
Berdasarkan hasil *loadflow* dalam kondisi basecase diatas keadaan bus telah diketahui terjadi pelanggaran tegangan diluar margin yang diizinkan yaitu 0,95 p.u. sampai 1,05 p.u. pada bus 42, bus 45, bus 46, bus 47 bus 48, bus 49, bus 50, bus 51, bus 52, bus 53, bus 55, bus 56, bus 57, bus 58, bus 59, bus 60, bus 61, bus 62, bus 82, bus 83, bus 84, bus 85, bus 86, bus 87, bus 88, bus 89, bus 90, bus 91, bus 92, bus 93, bus 94, bus 95. maka dapat dilakukan perbaikan profil tegangandengan menggunakan analisa *optimal capacitor placement* (OCP) untuk mendapatkan penempatan dan kapasitas kapasitor yang optimal.

E. Penempatan Kapasitor Optimal Menggunakan program OCP pada software ETAP

Menjalankan *Optimal Capacitor Placement* (OCP) untuk mencari lokasi dan kapasitas kapasitor yang optimal dengan teknik Genetika Algoritma. Dengan mutasi dan crossover karakteristik yang baik dipilih untuk dibawa ke generasi berikutnya. Solusi optimal dapat dicapai melalui generasi berulang. Sebelum menggunakan *OCP* dilakukan pemilihan bus bus kandidat untuk lokasi pemasangan kapasitor.

F. Penentuan Bus Kandidat

Klik *Optimal Capacitor Placement*



Gambar 7. Tool Didalam Software ETAP Power Station

- Penentuan kandidat bus yang akan ditempatkan kapasitor.

TABEL III. PENENTUAN KANDIDAT BUS YANG AKAN DIPILIH UNTKDITEMPATKAN KAPASITOR

Bus Candidat	
ID Bus	kV
Bus 42	20
Bus 83	20
Bus 95	20

Dalam penentuan kandidat bus sebagai lokasi penempatan kapasitor seperti yang ditunjukkan pada tabel diatas, bus dengan nillai dibawah standar operasi atau

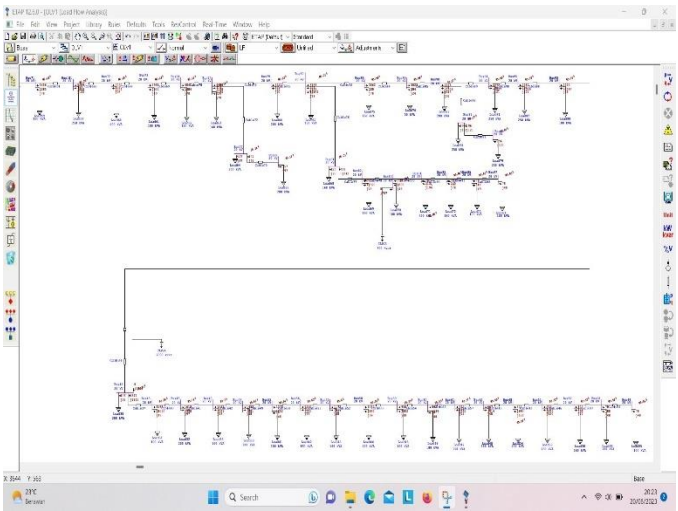
bus yang mengalami kritikal pada program simulasi *Optimal Capacitor Plecement* (OCP) dapat ditentukan sendiri tetapi sebaiknya mengacu pada indek rugi-rugi daya pemilihan kandidat bus tergantung pada tujuan yang akan dicapai penentuan kandidat bus hanya dilakukan jika terdapat drop tegangan pada bus tersebut.

- Penentuan lokasi dan kapasitas optimal kapasitor. Secara otomatis *Optimal Capacitor Plcement* (OCP) kemudian ditampilkan pada diagram satu garis. Gambar 7 lokasi serta kapasitas kapasitor pada system Kelistrikan Penyulang Karangploso Setelah dijalankan menggunakan program *optimal capacitor plection* (OCP) program menampilkan lokasi dan kapasitas kapasitor yang optimal yang akan dipasang pada bus yang telah ditentukan.
- Lokasi dan kapasitas kapasitor dengan menggunakan tool *Optimal Capacitor Placement* (OCP) pada software ETAP dapat dioptimalkan penempatan kapasitor dengan tepat untuk memperbaiki rating tegangan tersebut. Dengan bus kandidatnya adalah :

TABEL IV. HASIL LOKASI DAN KAPASITAS KAPASITOR DENGAN OPTIMAL CAPACITOR PLACEMENT (OCP)

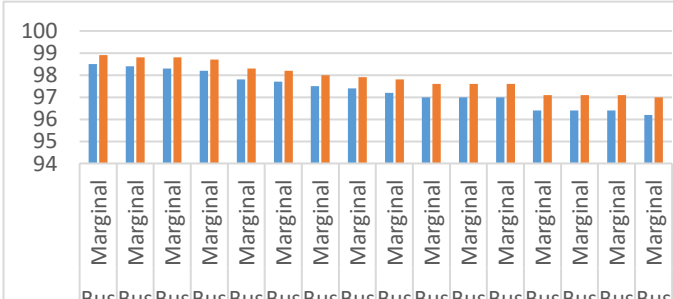
ID BUS	Bank (Kvar)	Rating Tegangan(kV)	Jumlah Bank	Total Bank
42	400	20	5	2000
83	400	20	2	800

Setelah menambahkan kandidat bus yang memiliki jatuh tegangan diluar batas $\pm 5\%$ (standar toleransi tegangan AC PLN) ditemukan jumlah dan lokasi kapasitor berada pada bus seperti yang ada pada tabel (4)



Gambar 8. Dijalankan Kembali Degan Load Floe Setelah Penempatan Kapasitor

Hasil dari simulasi *load flow* setelah penempatan Optimal Kapasitor dapat diketahui bahwa profil tegangan



pada bus yang mengalami *under voltage* dapat kembali normal karena adanya kompensasi daya reaktif dari kapasitor bank.

Kondisi	Ploss (KW)	Qloss (Kvar)
Base Case	0,42	0,34
Sesudah Pemasangan Kapasitor	0,32	0,27

Dapat dilihat pada tabel 6 bahwa setelah penempatan kapasitor yang optimal kenaikan rugi-rugi daya aktif dan daya reaktif pada kondisi *base case* berkurang karena adanya kompensasi daya reaktif dari kapasitor sehingga profil tegangan terjaga dan tetap bekerja pada batas yang diijinkan

Gambar 9. Perbandingan Profil Tegangan Pada Kondisi Base Case Dan Sesudah Pemasangan Kapasitor



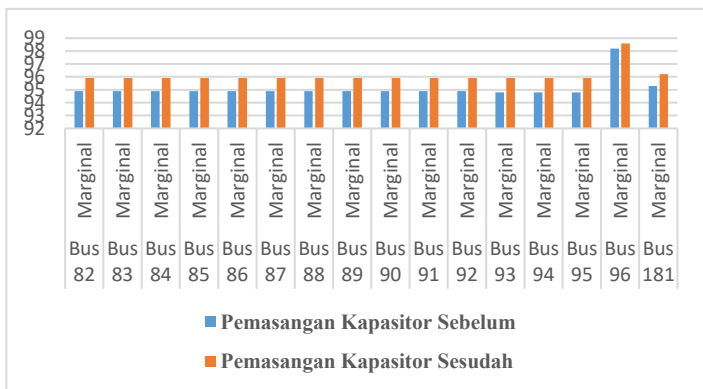
Gambar 11. Losses MW Dan Q VAR Kondisi Base Case Dan Setelah Pemasangan Kapasitor

V. KESIMPULAN

Setelah pemasangan kapasitor optimal menggunakan program OCP profil tegangan yang sebelumnya mengalami kritikal pada penyulang Karangploso 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 42, bus 45, bus 46, bus 47 bus 48, bus 49, bus 50, bus 51, bus 52, bus 53, bus 55, bus 56, bus 57, bus 58, bus 59, bus 60, bus 61, bus 62, bus 82, bus 83, bus 84, bus 85, bus 86, bus 87, bus 88, bus 89, bus 90, bus 91, bus 92, bus 93, bus 94, bus 95. setelah pemasangan Kapasitor Semua bus terlihat Marginal dan normal.

Metode yang diterapkan ini dengan menggunakan program *Optimal Capacitor Placement* (OCP) dapat menentukan 2 lokasi dan kapasitas optimal kapasitor di sistem Kelistrikan Penyulang Karangploso masing-masing pada: bus 42 dengan kapasitas 2000 kVar, bus 83 dengan kapasitas 800 kVar sehingga profil tegangan sistem meningkat sesuai batas yang diijinkan dan rugi-rugi saluran tereduksi.

Selain dapat memperbaiki Profil Tegangan, pemasangan kapasitor optimal menggunakan program OCP juga dapat direduksi Rugi-Rugi Daya yang semulanya dari



Gambar 10. Perbandingan Profil Tegangan Pada Kondisi Base Case Dan Sesudah Pemasangan Kapasitor

Perbandingan Profil Tegangan kondisi *base case* dan Setelah Penempatan kapasitor optimal Pada gambar (9 dan 10) menunjukkan bahwa rating tegangan khususnya pada bus-bus yang mengalami *critical* atau *undervoltage* menjadi normal kembali yaitu dalam standart IEEE ($0,95 \text{ pu} \leq V \leq 1,05 \text{ pu}$). Kenaikan terjadi pula pada beberapa bus yang tidak mengalami *critical undervoltage*, namun kenaikan ini berdampak lebih baik pada rating tegangan bus tersebut.

G. Hasil Perbandingan total Ploss dan Qloss kondisi Base Case dan Sesudah Pemasangan Kapasitor

TABEL VI HASIL PERBANDINGAN TOTAL PLOSS DAN QLOSS KONDISI BASE CASE DAN SESUDAH PEMASANGAN KAPASITOR

422 (KW) menjadi 320 (KW) dan dari 341 (kVar) menjadi 276 (kVar)

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 Future 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, and Jr. 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 System Tenaga Listrik, Edii 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 Communication and Optimization (EESCO) International Conference on 24-25 Jan. 2015.
- [12] Peter M. 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 May 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 International Power Engineering Conference (IPEC). Pp. 716-712 Vol. 2. 2005.

VI. BIODATA PENULIS

Penulis lahir di Timika kabupaten Mimika Baru (Papua Tengah) pada tanggal 30 Oktober 1998 dari Bapak Yohanis Jamlaay dan Ibu Charlota F. J Unawekla Jamlaay. Penulis memulai pendidikan pada tahun 2004 di SD Inpres Kwamki Baru hingga lulus dari pendidikan SD pada tahun 2010. Pertengahan tahun 2010 penulis menempuh pendidikan di SMP YPPK Santo Bernadus selama 3 tahun hingga tahun 2013, Setelah lulus dari SMP penulis melanjutkan pendidikan di SMK Negeri 1 Kuala Kencana hingga lulus pada tahun 2016.
Email : rickymarthinlutheryamlaay@gmail.com