

ANALISA PENGARUH PEMASANGAN STATIC VAR COMPESATOR (SVC) TERHADAP KESETABILAN TEGANGAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV LOMBOK

Resvana (1512037¹)

Dosen pembimbing : Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE², Awan Uji Karismanto, ST.,MT.,Ph.D³
Jurusan Teknik Elektro S-1, Institut Teknologi Nasional Malang
E-mail : rrezvana47@gmail.com

Abstrak

Kebutuhan beban listrik yang terus semakin tinggi dan seiring perkembangan elektro daya yg semakin pesat, mengakibatkan Flaxible Alternating Current Transmission System (FACTS) Devices poly dipakai pada sistem tenaga. Pada penelitian ini galat satu alat-alat FACTS Device merupakan Static VAR Compensator (SVC) dipakai buat menaikkan profil tegangan & mereduksi rugi-rugi daya menggunakan cara mengontrol genre daya sebagai akibatnya bisa memaksimalkan kapasitas penyaluran daya sistem distribusi. Prinsip kerja Static VAR Compensator (SVC) yaitu menggunakan cara mengatur sudut penyalan thyristor, sebagai akibatnya bisa mengatur keluaran daya reaktif berdasarkan SVC. Tujuan primer pemasangan SVC merupakan buat menjaga perubahan tegangan dalam bus pada jaringan dan buat menaikkan stabilitas tegangan menggunakan cara menyuntikkan daya reaktif menggunakan mengendalikan arus kapasitif atau arus induktif. Total rugi-rugi daya sebelum penempatan SVC merupakan buat daya aktif berkurang dari 10690,1 kW menjadi 9325 kW. Rugi – rugi daya reaktif meningkat dari -1682 kvar menjadi -14986,9.

Kata kunci : *Sistem Distribusi, ETAP Power Station, Rugi – rugi daya, Static Var Compensator (SVC).*

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Sistem tenaga listrik harus bekerja secara optimal dalam melayani beban yang bersifat fluktuatif dan jenis beban yang bermacam - macam. Karakteristik beban sangat mempengaruhi kemampuan (capability) dan kapasitas (capacity) sistem dalam mendistribusikan daya. Konfigurasi jaringan distribusi yang luas dan berkembang juga menyebabkan kerja sistem tenaga listrik menjadi bertambah kompleks dan sulit ditangani.

Pada perencanaan dan pengoperasian sistem tenaga listrik, stabilitas tegangan daya merupakan aspek penting yang harus dipertimbangkan. Sistem tenaga listrik dioperasikan untuk tujuan mempertahankan daya saluran dan tegangan pada masing - masing bus berada pada batas operasinya. Perubahan daya reaktif merupakan salah satu penyebab tidak stabilnya tegangan pada sistem. Contohnya tidak stabilnya profil tegangan dan rugi-rugi daya pada saluran transmisi. Rugi-rugi daya pada sistem semakin meningkat saat sistem beroperasi pada beban maksimum. Pada kondisi tersebut sistem jaringan distribusi dapat distabilkan dengan cara

menginjeksi atau mengabsorsi daya reaktif menyesuaikan kondisi, seperti bank kapasitor atau peralatan Static Var Compesator (SVC).

Static VAR Compensator (SVC) digunakan untuk mempertahankan nilai tegangan pada suatu bus yang terhubung dengan SVC, dengan nilai yang dikehendaki selama variasi beban, dengan cara menyerap dan menginjeksi daya reaktif melalui kontrol sudut penyalan (firing angle) thyristor. Salah satu model Tegangan Menengah (SUTM) tipe radial dengan panjang saluran 20 km.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui karakteristik dari sebuah sistem, sehingga dapat mengetahui bus yang sensitif terhadap penambahan beban. Dari bus tersebut dipasangkan SVC yang nantinya akan memperbaiki kesetabilan tegangan dan mengurangi rugi-rugi tegangan pada jaringan Transmisi.

Maka didalam skripsi ini akan dibahas mengenai analisa pengaruh pemasangan Static Var Compesator (SVC) pada kesetabilan tegangan di jaringan distribusi 20 kv Lombok dengan menggunakan Software ETAP Power Station.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat pada skripsi ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

2. Bagaimana pengaruh pemasangan SVC pada kesetabilan tegangan di jaringan distribusi 20 kv Lombok ?
3. Bagaimana pemasangan SVC rugi – rugi pada jaringan distribusi 20 kv Lombok ?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang dikemukakan diatas, sehingga tujuan dalam penulisan skripsi :

1. Menganalisis profil tegangan Static Var Compesator (SVC) pada kesetabilan tegangan di jaringan distribusi 20 kv lombok
2. Menganalisa rugi-rugi tegangan dalam jaringan distribusi pemasangan *Static Var Compesator*.

1.4. Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui profil tegangan pada jaringan distribusi sebelum atau sesudah pemasangan *Static Var Compesator (SVC)* dan mengurangi rugi - rugi daya pada jaringan Transmisi.

1.5. Batasan Masalah

Agar tujuan dapat tercapai maka diperlukan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Area yang di proyeksi dalam penelitian ini adalah pada jaringan distribusi 20 kv lombok
2. Membahas tentang pengaruh *StaticVar Compesator (SVC)* pada jaringan distribusi.
3. Metode yang digunakan dalam mengalisis aliran daya kerugian dan kesetabilan tegangan menggunakan metode *Newton - Raphson* Software ETAP
4. Analisa dilakukan menggunakan software *ETAP Power Station*.
5. Pengambilan data dilakukan di Lombok, Nusa Tenggara Barat.

2. KAJIAN PUSTAKA

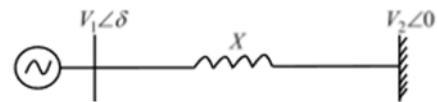
2.1. Sistem Distribusi

Sistem distribusi merupakan bagian pada sistem tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik sampai ke konsumen [2]. Peningkatan beban pada jaringan distribusi semakin meningkat terus meningkat. Hal ini meningkatkan daya

reaktif induktif (positif) di jaringan yang diikuti dengan peningkatan permintaan suplai daya reaktif kapasitif (negatif), yang mengakibatkan ketidakstabilan tegangan, dan juga mengakibatkan penurunan faktor daya sehingga terjadi rugi-rugi daya pada jaringan.

2.2. Kebutuhan Perangkat Fakta (FACTS)

Pertimbangkan sebuah sistem bus tak terbatas tunggal mesin saling berhubungan melalui saluran transmisi memiliki reaktansi X, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1. melalui saluran transmisi memiliki reaktansi X, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1. melalui saluran transmisi memiliki reaktansi X, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Kekuatan ditransfer di saluran transmisi diberikan dalam persamaan (1).



Gambar 2.1. Mesin Tunggal sistem bus tak terbatas

$$p = \frac{V_1 V_2}{X} \sin \delta \quad (2.1)$$

V_1 dan V_2 adalah tegangan dari generator sinkron dan bus tak terbatas masing-masing dimana

$$V_1 \angle \delta \text{ dan } V_2 \angle 0^\circ$$

Variasi listrik adalah fungsi sinusoidal dari perbedaan antara dua sudut tegangan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. daya maksimum yang dapat ditularkan di seluruh berkorespondensi line untuk sesuai dengan $\delta = 90^\circ$ dan dengan mempertimbangkan 1 dan dengan mempertimbangkan $V_1 = V_2 = V$ ini diberikan oleh:

$$p_{\max} = \frac{V^2}{X} \quad (2.2)$$

P_{\max} tergantung pada nilai reaktansi X yang menetapkan batas teoritis dari daya yang ditransmisikan steady state. Namun, perlawanan baris R menciptakan kerugian daya diukur oleh $R I^2$ dan dengan demikian menetapkan batas praktis baris. Karakteristik

Karakteristik fisik dari konduktor juga bisa membatasi transmisi daya, yang dikenal sebagai batas termal. besarnya mesin sinkron dan bus tak terbatas atau dengan meningkatkan perbedaan sudut dari tegangan. Namun, ada batas-batas yang dikenakan di kedua besarnya tegangan atau perbedaan sudut, yang harus dipertimbangkan. Variasi tegangan tidak boleh melebihi 5 % Dari tegangan nominal sementara perbedaan antara sudut terbatas kurang dari . 30 35 untuk mempertahankan stabilitas transien .

Oleh karena itu, disimpulkan bahwa transmisi daya dibatasi oleh:

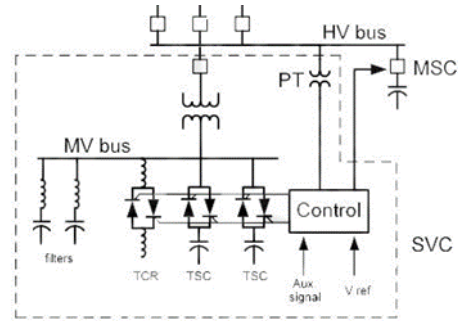
- Thermal keterbatasan.
- keterbatasan fisik.
- Stabilitas.

Hal ini dimungkinkan untuk menangani keterbatasan termal dengan merenovasi jalur transmisi dan memilih untuk rating konduktor arus yang lebih tinggi. Meskipun demikian, solusi ini tidak selalu menjamin tegangan dalam batas-batas yang dapat diterima atau aliran dan pengendalian kekuasaan, tetapi layak oleh kompensasi line. perangkat elektro-mekanik yang digunakan untuk baris kompensasi tidak dapat mencapai kompensasi yang cepat dan rentan terhadap keausan lebih cepat daripada peralatan statis. Solid-state berbasis teknologi, FACTS, menyediakan kontrol dari satu atau lebih parameter untuk memperbesar kemampuan bongkar untuk mengembangkan pengendalian. Seperti arus dalam saluran transmisi memiliki properti untuk dikontrol, adalah mungkin untuk menggunakan perangkat FACTS kekuasaan melintasi garis mengalir selama kondisi normal atau terganggu. Ini kembali ke kemampuan perangkat FACTS untuk mengontrol semua kekuatan mengalir parameter, yaitu sudut fase, tegangan bus dan garis impedansi. Dengan kata lain, teknologi FACTS memberikan kemungkinan untuk mempertahankan besarnya tegangan diterima dan aliran listrik.

2.3. Pengertian Static Var Compensator

SVC (Static Var Compensator) yaitu komponen FACTS (Flexible Alternating Current Transmission Systems) dihubungkan paralel, yang fungsi utama adalah untuk menyerap atau menyuntikkan daya reaktif statis yang dihubungkan dan terkendali secara paralel yang mempunyai keluaran (output) yang bervariasi untuk mengontrol atau mempertahankan suatu variabel pada

sistem tenaga listrik, diutama tegangan pada bus. Dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 2.2. Rangkaian static var

Prinsip kerja Static Var Compensator yaitu menentukan sudut penyalan thyristor, sehingga didapat menentukan nilai keluaran daya reaktif dari svc. Nilai tegangan pada sistem menentukan nilai input bagi pengendali, yang kemudian akan menentukan sudut pada penyalan thyristor. Persamaan aliran daya untuk SVC (*Static Var Compensator*) adalah sebagai berikut:

$$\frac{\partial P_k^p}{\partial B_{SVC}^{pj}} B_{SVC}^{pj} = -V_k^p V_k^j B_{SVC}^{pj} \sin(\theta_k^p - \theta_k^j) \quad (2.3)$$

$$\frac{\partial P_k^p}{\partial B_{SVC}^{pj}} B_{SVC}^{pj} = -2(V_k^p V_k^j B_{SVC}^{pj} \sin(\theta_k^p - \theta_k^j)) \quad (2.4)$$

Matriks baru *Jacobian* dari persamaan linear dapat dibentuk seperti berikut:

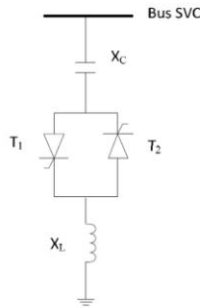
$$\begin{bmatrix} \Delta P_i^p \\ \Delta Q_i^p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial P_i^p}{\partial \theta_i^p} & \frac{\partial P_i^p}{\partial \theta_i^j} \\ \frac{\partial Q_i^p}{\partial \theta_i^p} & \frac{\partial Q_i^p}{\partial \theta_i^j} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \theta_i^p \\ \Delta \theta_i^j \end{bmatrix} \quad (2.5)$$

Suseptansi *Static Var Compensator* (SVC) dapat diperbaharui dengan menggunakan persamaan berikut:

$$B_{SVC}^p = B_{SVC}^{pj(i-1)} + \left(\frac{\Delta B_k^{pj}}{B_{SVC}^{pj}} \right)^{(1)} B_{SVC}^{pj(i-1)} \quad (2.6)$$

Umumnya Jenis svc yang dipakai pada jaringan distribusi yaitu Thyristor Switched Capacitor (TSC) sebab beban pada jaringan distribusi pada biasanya bersifat induktif. Oleh sebab itu dibutuhkan kapasitor untuk mengkompensasikan daya reaktif induktif pada

jaringan. Berikut gambar dibawah dari skema SVC tipe TSC.

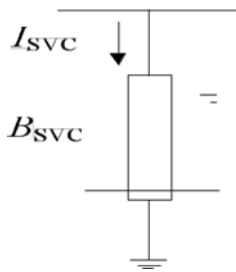


Gambar 2.3. Skema SVC

Pada skema svc tipe TSC gambar diatas terdapat reaktor. Pada reaktor tidak berfungsi sebagai kompensator, melainkan untuk pembatas pada arus. Kapasitor pada SVC terjadi arus sesaat (di/dt) yang nilai sangat tinggi dalam bentuk *step function*. Terjadi arus yang nilai sangat tinggi dapat merusak Thyristor. Untuk menekan arus yang nilai sangat tinggi tersebut, maka pada reaktor dipasangkan pada svc untuk pembatas di arusnya menjadi stabil.

2.4. Kompensasi Daya Reaktif Pada SVC

Daya reaktif induktif dan daya reaktif kapasitif akan saling bekerja meniadakan. Pada saat sistem bersifat induktif, saat bersamaan sistem kekurangan daya reaktif kapasitif. Setelah itu daya reaktif kapasitif diinjeksi ke sistem untuk mengesetabilkan beban induktif. Berikut gambar dibawah.



Gambar 2.4. Model SVC

Dari gambar 2.4 di atas arus yang ditarik oleh SVC dapat ditulis dengan persamaan :

$$I_{SVC} = jB_{SVC}V_K \quad (2.7)$$

Dimana:

B_{SVC} = Suseptansi SVC

V_k = Tegangan terminal pada bus K

Sedangkan daya reaktif yang diinjeksikan ke bus K adalah

$$Q_K = -V_K^2 B_{SVC} \quad (2.8)$$

Berdasarkan faktor daya, besar Q_{svc} (daya kapasitif yang disuplay oleh SVC) dapat dihitung sebagai berikut:

kVar sebelum SVC:

$$Q_1 = P \tan \theta_1 \quad (2.9)$$

kVar yang diinginkan berdasarkan PF=0.999

$$Q_2 = P \tan \theta_2 \quad (2.10)$$

Berdasarkan persamaan (2.9) dan persamaan (2.10) maka dapat disempurnakan nilai Q_{svc} dengan persamaan (2.11) dibawah berikut:

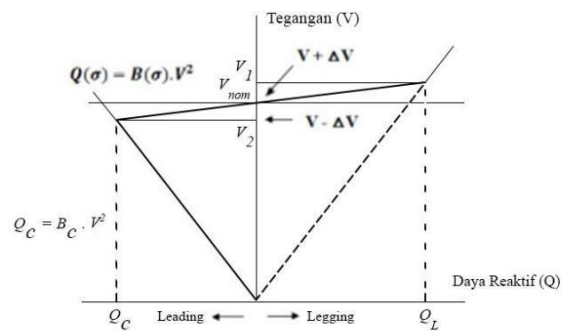
$$Q_{SVC} = \theta_2 - \theta_1 \quad (2.11)$$

dimana

Q_1 = kVar sebelum SVC

Q_2 = kVar yang diinginkan berdasarkan PF=0.999

Kurva daya reaktif yang dihasilkan SVC terhadap tegangan bus yang dipasang SVC ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 2.5. Kurva daya reaktif terhadap tegangan pada SVC

Dimana

Q_C : Daya Reaktif Capasitif(VAR)

V_2 : Tegangan Akhir(V)

Q_L : Daya Reaktif Induktif(VAR)

- ΔV : Perubahan Tegangan(V)
- V : Tegangan(V)
- B : Suseptansi(Siemens)
- V_1 : Tegangan Mula – mula(V)

Area kerja SVC ada 3 :

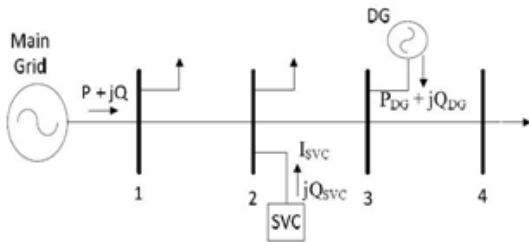
Area kerja pertama terdapat di antara V_1 dan V_2 . Pada area ini, svc bersifat induktif atau kapasitif. Pada daya reaktif yang dihasilkan akan berubah-ubah sesuai kebutuhan pada sistem.

Area kerja kedua, bila terjadi tegangan bus melebihi V_1 . Pada area sekitar svc memiliki karakteristik induktif. Daya reaktif dihasilkan bias berubah-ubah sesuai kebutuhan sistem

Area kerja ketiga bila tegangan kurang dari V_2 . Pada area ini svc berfungsi sebagai fixed capacitor saja.

2.5. Pengaruh SVC pada Persamaan Aliran Daya

SVC yang telah ditempatkan pada jaringan distribusi akan mengabsorpsi atau menginjeksi daya reaktif dari atau ke sistem. Maka penempatan SVC memberikan efek terhadap aliran daya pada jaringan distribusi tersebut, dengan ditambahkan ke sistem atau pengurangan dari sistem pada daya reaktif sebesar Q_k . Gambar dibawah merupakan contoh kasus penempatan SVC pada jaringan distribusi sistem 4 bus.



Gambar 2.6. Diagram satu garis jaringan distribusi 4 bus dengan SVC

Untuk mengetahui nilai daya yang dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini :

$$P_i - jQ_i = V_i^* \left(\sum_{k=1}^n Y_{ik} V_k + B_{SVC} V_i \right) \quad (2.12)$$

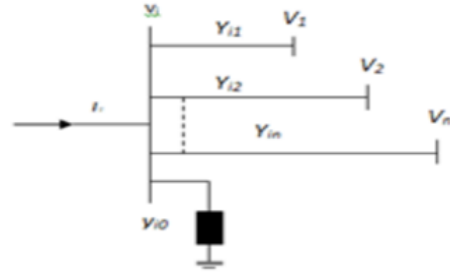
Sementara, untuk nilai tegangan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (2.13).

$$V_i = \frac{1}{Y_{ii}} \left[\frac{P_i - jQ_i}{V_i^*} - \sum_{k=1}^n Y_{ik} V_k \right] \quad (2.13)$$

2.6. Studi Aliran Daya

Studi aliran daya adalah penentuan atau perhitungan tegangan, arus, daya aktif maupun daya reaktif yang ada di berbagai titik jaringan listrik dalam kondisi operasi normal, baik yang sedang berjalan maupun yang diharapkan akan terjadi di masa mendatang.

Diagram satu garis tipe bus dari suatu sistem tenaga listrik ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.7. Tipikal bus dari sistem tenaga

Aplikasi hukum arus *Kirchhoff* pada bus ini diberikan dalam bentuk:

arus pada bus i adalah :

$$I_i = V_i \sum_{j=0}^n y_{ij} - \sum_{j=1}^n y_{ij} V_j \quad \text{dimana } j \neq i \quad (2.14)$$

Dimana,

- I_i : Arus Pada Bus i (A)
- V_i : Tegangan Pada i (V)
- V_j : Tegangan Pada j (V)
- y_i : Admitansi Pada Bus i (Siemens)
- y_j : Admitansi Pada Bus j (Siemens)

2.7. Metode Newton Raphson

Metode yang digunakan dalam studi aliran daya adalah Metode *Newton-Raphson*. Dimana Metode *Newton-Raphson* ini memiliki perhitungan yang lebih baik. Kalau untuk sistem tegangan tinggi, karena lebih efisien dan praktis. Dalam bentuk admintasi persamaan (2.14) dapat ditulis sebagai :

$$I_i = V_i \sum_{j=0}^n y_{ij} y_{ij} \quad (2.15)$$

atau dalam berbentuk polar menjadi:

$$I_i = \sum_{j=1}^n |Y_{ij} V_j| \angle(\theta_{ij} + \delta_j) \quad (2.16)$$

daya kompleks di bus i adalah :

$$P_i^{-j} Q_i = V_i^{L-\delta_i} \sum_{j=1}^n |Y_{ij} V_j| \angle(\theta_{ij} + \delta_j) \quad (2.17)$$

daya aktif di bus i adalah :

$$P_i = \sum_{j=1}^n |Y_{ij} V_j V_{ij}| \cos(\theta_{ij} + \delta_j - \delta_i) \quad (2.18)$$

daya reaktif di bus i adalah :

$$Q_i = \sum_{j=1}^n |Y_{ij} V_j V_{ij}| \sin(\theta_{ij} + \delta_j - \delta_i) \quad (2.19)$$

Memperluas persamaan (2.18) dan persamaan (2.19) ke dalam deret *Taylor* dan order pertama maka diperoleh persamaan :

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_1 & J_2 \\ J_3 & J_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \Delta |V| \end{bmatrix} \quad (2.20)$$

Dimana J_1, J_2, J_3 dan J_4 adalah matrik jakobian dengan elemen sebagai berikut :

$$J^m = \begin{bmatrix} \frac{\partial P}{\partial \delta} & \frac{\partial P}{\partial |V|} \\ \frac{\partial Q}{\partial \delta} & \frac{\partial Q}{\partial |V|} \end{bmatrix} \quad (2.21)$$

3. Metodologi Penelitian

3.1. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

3.1.1. Kajian Literatur

Yaitu kajian pustaka untuk mempelajari teori – teori mengenai penelitian yang di lakukan pada Optimasi Penempatan Kapasitor Untuk Meminimalkan Rugi-Rugi Daya dan Meningkatkan Profil Tegangan Pada Sistem Kelistrikan Lombok ini. Referensi berupa buku – buku maupun jurnal yang ada dan berhubungan dengan penelitian ini.

3.1.2. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data system kelistrikan 20 kV Lombok, data beban yang tersalurkan, data trafo, data kapasitor dan single line diagram. Yang kemudian disimulasikan pada software ETAP Power Station 12.6 dan menggunakan metode *Newton Rhapson*.

3.1.3. Analisis

Hasil simulasi digunakan untuk mengetahui profil tegangan dan rugi-rugi daya pada system distribusi Lombok, dengan menyelidiki bagaimana pengaruh

system distribusi sebelum dan sesudah optimasi penempatan kapasitor.

3.2. Study Kasus.

3.2.1. Sistem Kelistrikan Lombok

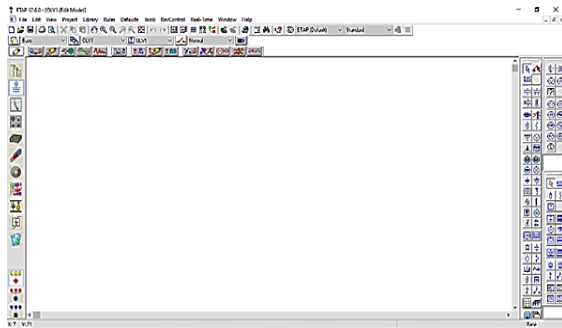
Sistem kelistrikan yang di gunakan untuk penelitian ini adalah sistem kelistrikan Lombok yang terdiri dari 39 unit pembangkit, yang beroperasi pada tegangan 20 kV, serta terdiri dari 68 Bus.

3.1. Metode Penelitian

Skripsi ini menggunakan standar IEEE sebagai acuan dalam proses implementasi penentuan kesetabilan tegangan dengan penempatan svc pada sistem jaringan distribusi 20KV. Simulasi sistem 20 kV dapat dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Pembangkit Listrik ETAP dengan menggunakan data survei yang dikumpulkan dari PLN sistem kelistrikan Lombok sebagai titik awal untuk pengujian dan studi ini. Untuk menilai kesetabilan tegangan, daya aktif, daya reaktif, dan rugi-rugi daya yang terjadi pada sistem 20 kV, dapat dilakukan simulasi berupa aliran daya atau aliran beban. Sebuah studi aliran daya dapat digunakan untuk menentukan profil tegangan. Apabila terdapat beberapa bus yang mengalami penurunan tegangan dibawah *margin* yang diizinkan ($V_d 0,95 \leq V_d \leq 1,05$) maka dapat dilakukan perbaikan kesetabilan tegangan dengan penempatan svc pada jaringan sistem distribusi 20 kv di Lombok.

3.2. ETAP Power Station

Etap adalah program grafis komprehensif yang dapat digunakan sebagai analisis untuk merencanakan dan menilai keadaan sistem kelistrikan saat ini. Dalam modul simulasi, ETAP dapat digunakan untuk mensimulasikan sistem tenaga offline, simulasi sistem waktu nyata, optimasi, sistem manajemen energi, dan simulasi pelepasan beban cerdas. Topologi sistem tenaga listrik dan berbagai situasi dimaksudkan untuk ditangani oleh ETAP baik di sisi utilitas maupun konsumen. Jaringan grounding (koordinasi/selektivitas perangkat pelindung), desain jalur kabel, diagram sistem kontrol AC/DC, dan simulasi jaringan AC dan DC semuanya didukung oleh program ini.

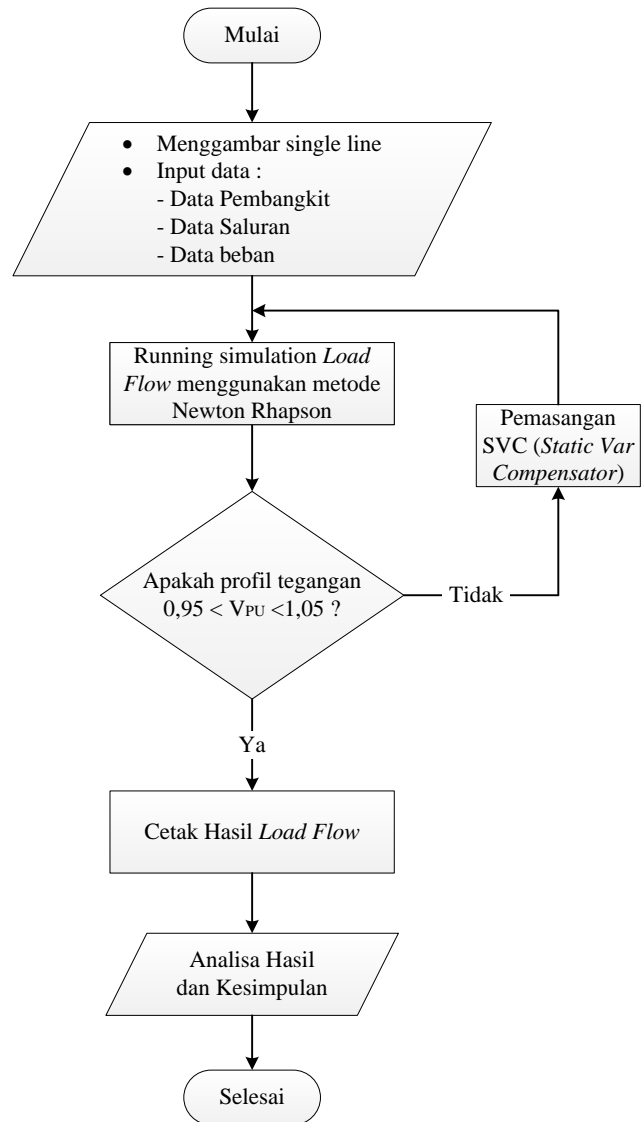


Gambar 3.1 ETAP Power Station

3.3. Algoritma Simulasi ETAP

1. Memasukkan data :
 - Data saluran distribusi
 - Data Trafo distribusi (kVA)
 - Data Beban
2. Menjalankan Load Flow pada kondisi base case menggunakan metode Newton Rhapson
3. Mengecek hasil parameter apakah profil tegangan sebelum dan sesudah integrasi ($V_d 0,95 < V_d < 1,05$).
4. Jika “Tidak” mengecek kembali data yang dimasukkan, dan penempatan svc setelah selesai jalankan simulasi untuk melihat hasil simulasi kesetabilan tegangan.
5. Jika “Ya” kemudian cetak hasil
6. Kesimpulan dan saran
7. Selesai

Dibawah ini adalah *flowchart* penyelesaian masalah yang terjadi pada sistem distribusi 20 kV Lombok untuk memperbaiki kesetabilan tegangan dan penurunan rugi-rugi daya.

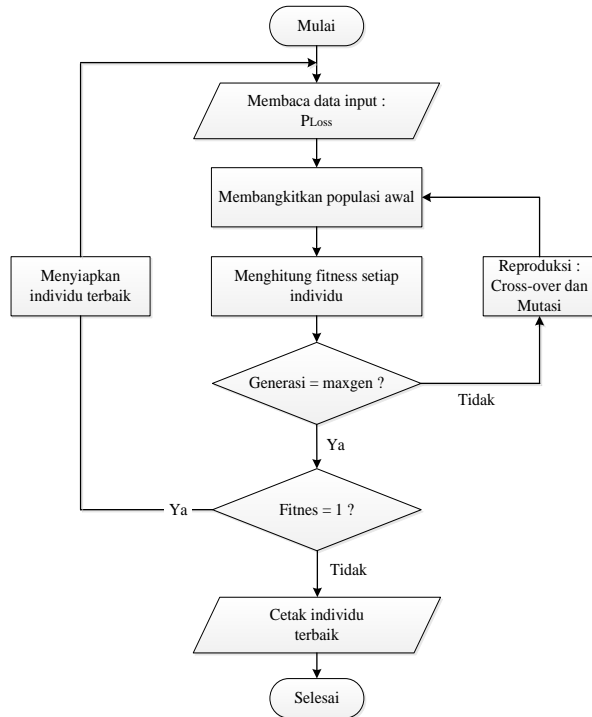


Gambar 3.2 Flow chart penyelesaian masalah

3.3. Flow chart

3.4. Flowchart Strategi Optimasi

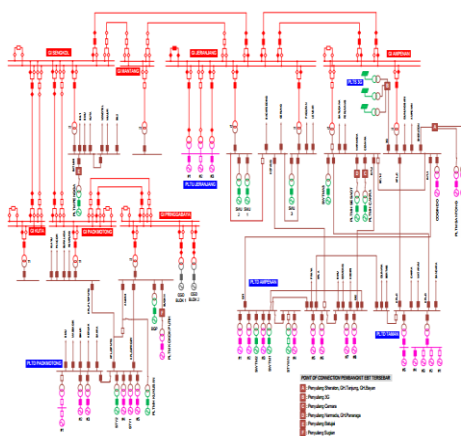
Berikut ini merupakan flowchart strategi optimasi untuk mendapatkan penempatan dan besar kapasitas optimal static var compensator pada sistem 20 kV Lombok.



Gambar 3.3 Flow chart strategi optimasi

4. HASIL DAN ANALISA

4.1. Single Line Kelistrikan Lombok.



Gambar 3. 1 Single Line Kelistrikan Lombok.

4.2. Data Pembangkit dan Trafo Step-Up PT.PLN Lombok

Table 4.1 Data Generator dan Tranformator

No	Generator	Daya terpasang (KW)	Trafo (kVA)
1	Unit 1 Jeranjang	30.000	33.333
2	Unit 2 Jeranjang	25.000	27.778
3	Unit 3 Jeranjang	30.000	33.333
4	Unit 4 PLTD Ampenan	5.000	5.882
5	Unit 5 PLTD Ampenan	3.400	4.000
6	Unit 6 PLTD Ampenan	4.342	5.428
7	Unit 7 PLTD Ampenan	4.000	5.000
8	Unit 8 PLTD Ampenan	3.060	4.000
9	Unit Pengga	27.720	32.611
10	Pielstick	5.000	5.882
11	Ruston 1	1.105	1.300
12	Ruston 2	1.105	1.300
13	Ruston 3	1.103	1.297
14	Ruston 4	1.103	1.297
15	Nigata	5.390	6.341
16	Sulzer 1	6241	7342
17	Sulzer 2	6241	7342
18	Sulzer 3	6241	7342
19	PLTM Kokok Putih	4288	5044
20	BGP	16830	19800
21	CGD 1 BLOK	43136	50748
22	CGD 2 BLOK	43136	50748
23	Sewatama 1	17000	20.000
24	Sewatama 2	15510	18247
25	Sewatama 3	17061	20071
26	PLTMH Cakra	900	1059
27	PLTMH Sesaot	400	470
28	Unit Santong	1000	1176
29	Unit Segara	5000	5882
30	Cogindo	17061	20071
31	Unit SWJ 1	18408	21656
32	Unit SWJ 2	18408	21656
33	STY01	4500	5294
34	STY02	4500	5294
35	Stiyawan	6800	8000
36	Unit 1 PLTD Ampenan	7448	8762
37	Unit 2 PLTD Ampenan	7448	8762
38	Unit 3 PLTD Ampenan	7448	8762
39	Unit SWJ 3	18408	21656

4.3. Data Beban PLN Lombok

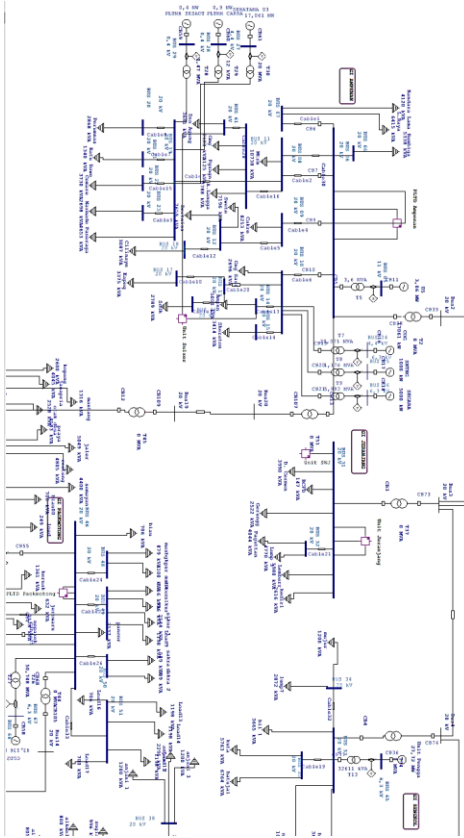
Table 4.2 Data Beban.

No	Nama Bus	Nominal kV	Beban	
			kVA	PF
1	Mataram	20 KV	10,738	0,85
2	B. Lama	20 KV	4,120	0,85
3	Lombok Raya	20 KV	6,415	0,85
4	Rembiga	20 KV	7,338	0,85
5	Cakra	20 KV	8,253	0,85
6	Gunung Sari	20 KV	2,696	0,85
7	Ampenan	20 KV	5000	0,85
8	Sheraton	20 KV	3,414	0,85
9	Dasan Agung	20 KV	3,681	0,85
10	Gomong	20 KV	2,68	0,85
11	Pagesangan	20 KV	3,125	0,85
12	Airlangga	20 KV	3,788	0,85
13	Bertais	20 KV	7,659	0,85
14	Sweta	20 KV	7,196	0,85
15	Cilinaya	20 KV	3,087	0,85
16	Kapek	20 KV	3,375	0,85
17	Sandik	20 KV	2,789	0,85
18	Panerage	20 KV	4,653	0,85
19	Narmada	20 KV	2,698	0,85
20	Cemara	20 KV	3,73	0,85
21	Batu Dawe	20 KV	1,34	0,85
22	Perumnas	20 KV	3,868	0,85
23	Dasan cermen	20 KV	3,99	0,85
24	BCKFD	20 KV	0,147	0,85
25	Gerung	20 KV	2,522	0,85
26	Pagutan 1	20 KV	4,044	0,85
27	Pagutan 2	20 KV	4,77	0,85
28	Lembar	20 KV	5,98	0,85
29	Kediri	20 KV	2,616	0,85
30	Mujur	20 KV	1,2	0,85
31	Sengkol	20 KV	2,872	0,85
32	BIL 1	20 KV	3,665	0,85
No	Nama Bus	Nominal kV	Beban	
			kVA	PF

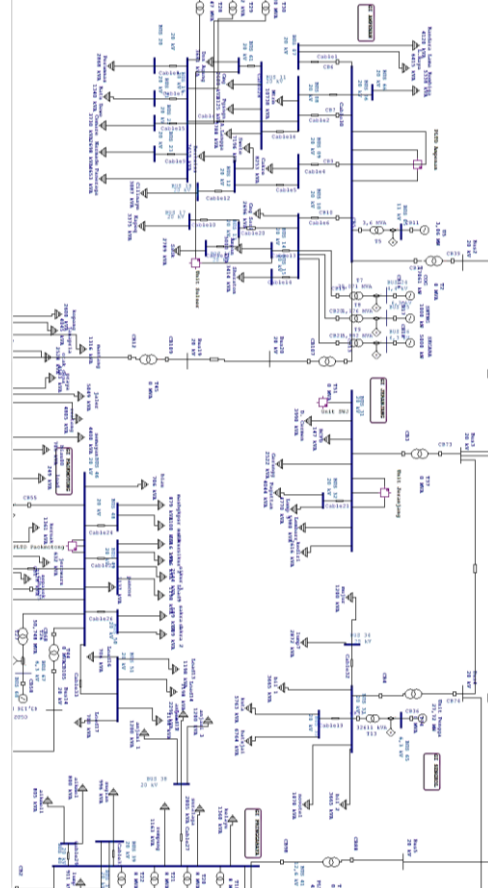
33	BIL 2	20 KV	3,665	0,85
34	Kuta	20 KV	2,763	0,85
35	Batujai	20 KV	3,764	0,85
36	Kelayu	20 KV	1,36	0,85
37	Suralaga	20 KV	2,805	0,85
38	Rempung	20 KV	1,163	0,85
39	Sugian	20 KV	0,996	0,85
40	Aikmel 1	20 KV	0,8	0,85
41	Aikmel 2	20 KV	0,8	0,85
42	Anjani	20 KV	1,2	0,85
43	Sakra	20 KV	0,589	0,85
44	Sikur	20 KV	1,516	0,85
45	Pancor	20 KV	2,137	0,85
46	Masbagik	20 KV	0,879	0,85
47	Biau	20 KV	0,7	0,85
48	Keruak	20 KV	1,361	0,85
49	Jerowaru	20 KV	0,632	0,85
50	Sepit	20 KV	2,115	0,85
51	Pamongkang	20 KV	0,762	0,85
52	Sepakek	20 KV	2,128	0,85
53	Praya	20 KV	4,583	0,85
54	Jaler	20 KV	2,049	0,85
55	Semayan	20 KV	2,2	0,85
56	Renteng	20 KV	4,805	0,85
57	Kopang	20 KV	2,6	0,85
58	Janapria	20 KV	4,04	0,85
59	Mantang	20 KV	1,316	0,85
60	Otak Desa	20 KV	2,528	0,85

4.4. Simulasi Pemodelan SLD Sistem Kelistrikan PLN Lombok

Tahap awal dalam melakukan analisis adalah pemodelan single line diagram sistem kelistrikan PLN Lombok menggunakan software ETAP Power Station. Semua informasi teknis, seperti kapasitas, generator, saluran, transformator, dan beban, akan dimasukkan dalam simulasi ini.



Gambar 4.2 Pemodelan Single Line Diagram Sistem Kelistrikan PLN Lombok di Software ETAP Power Station.



Gambar 4.3 Load Flow Single Line Diagram Sebelum Penempatan SVC.

4.5. Hasil Simulasi load flow SLD Sebelum Pemasangan SVC

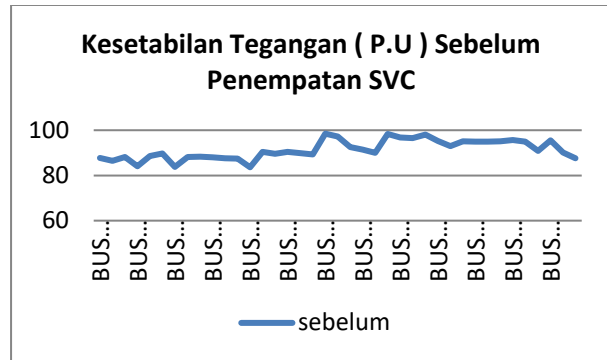
Simulasi *load flow* ini Untuk memastikan status awal sistem, peringkat tegangan pada setiap bus, jumlah daya yang mengalir di setiap saluran, dan jumlah daya aktif dan reaktif pada bus, simulasi aliran beban dilakukan.

Tabel 4.3 kestabilan tegangan Sebelum penempatan

No	Bus	Nominal kV	Aliran daya		
			P(kW)	Q(kVar)	V(kV)
1	BUS 06	20 KV	0	0	87,692
2	BUS 07	20 KV	0,067	7,887	86,524
3	BUS 08	20 KV	0,071	8,339	88,127
4	BUS 09	20 KV	0,050	5,828	84,039
5	BUS 10	20 KV	0,018	2,116	88,603
6	BUS 11	20 KV	0,066	7,715	89,681
7	BUS 12	20 KV	0,089	10,438	83,826
8	BUS 13	20 KV	0	0	88,187
9	BUS 14	20 KV	0,033	3,904	88,364
10	BUS 15	20 KV	0,023	2,647	88,059
11	BUS 16	20 KV	0,018	2,142	87,634
12	BUS 17	20 KV	0,022	2,585	87,519
13	BUS 18	20 KV	0,018	2,158	83,608
14	BUS 19	20 KV	0,032	3,805	90,431

No	Bus	Nominal kV	Aliran daya		
			P(kW)	Q(kVar)	V(kV)
15	BUS 20	20 KV	0,020	2.300	89,559
16	BUS 21	20 KV	0,009	1.095	90,404
17	BUS 22	20 KV	0,026	3.015	89,900
18	BUS 23	20 KV	0,018	2.153	89,340
19	BUS 31	20 KV	0,126	14,795	98,481
20	BUS 32	20 KV	0,071	8,327	97,202
21	BUS 33	20 KV	0,061	7.185	92,488
22	BUS 34	20 KV	0,029	3.407	91,476
23	BUS 35	20 KV	0,086	10.130	89,929
24	BUS 37	20 KV	0,044	5,153	98,348
25	BUS 38	20 KV	0,037	4.399	96,804
26	BUS 39	20 KV	0,022	2.601	96,515
27	BUS 40	20 KV	0,013	1.543	98,064
28	BUS 46	20 KV	0,022	2.575	95,168
29	BUS 47	20 KV	0,051	6.046	92,954
30	BUS 48	20 KV	0,038	4.497	95,041
31	BUS 49	20 KV	0,056	6.046	94,992
32	BUS 50	20 KV	0,009	1.061	94,901
33	BUS 51	20 KV	0,038	4.523	95,115
34	BUS 54	20 KV	0	0	95,617
35	BUS 55	20 KV	0,08	9.450	94,918
36	BUS 56	20 KV	0,132	15.563	90,898
37	BUS 57	20 KV	0,389	2.212	95,467
38	BUS 61	20 KV	0,025	2,989	90,112
39	BUS 66	20 KV	0,035	4.096	87,598

Adanya beberapa bus yang mengalami marginal seperti pada table 1 dengan besaran nilai tegangan V_{min} dan V_{max} kondisi sebelum optimasi ($V_d \leq 0,93$, $V_d \leq 100$) sehingga diperlukan kompensasi daya reaktif yang optimal untuk memperbaiki rating tegangan disetiap bus. Dengan menggunakan tool Optimal Placement Capacitor yang ada di Software ETAP yang dapat mengoptimalkan penempatan SVC agar tegangan setiap bus kembali beroperasi pada standart yang ditentukan yaitu IEEE ($0,95 \leq V_d \leq 1,05$).

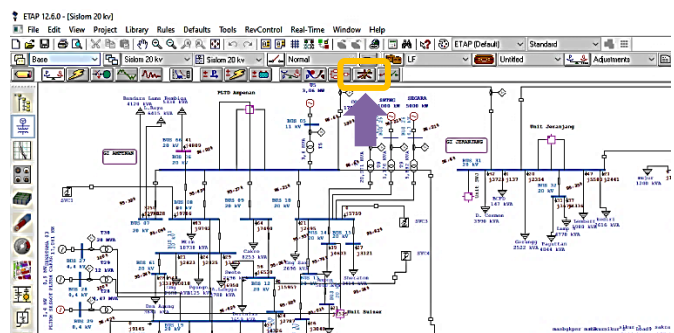


Gambar 4.4 Grafik kesetabilan tegangan sebelum penempatan svc

Dari grafik dan tabel diatas kita dapat melihat bahwa terdapat 28 bus yang mengalami penurunan tegangan, maka dari masalah itu, kita akan menempatkan beberapa svc di bus yg mengalami undervoltage dengan tujuan untuk dapat memperbaiki kesetabilan tegagan pada bus-bus yang mengalami penurunan tegangan pada sistem jaringan distribusi.

4.6. Lokasi penempatan Optimal SVC Menggunakan Program OCP pada software ETAP

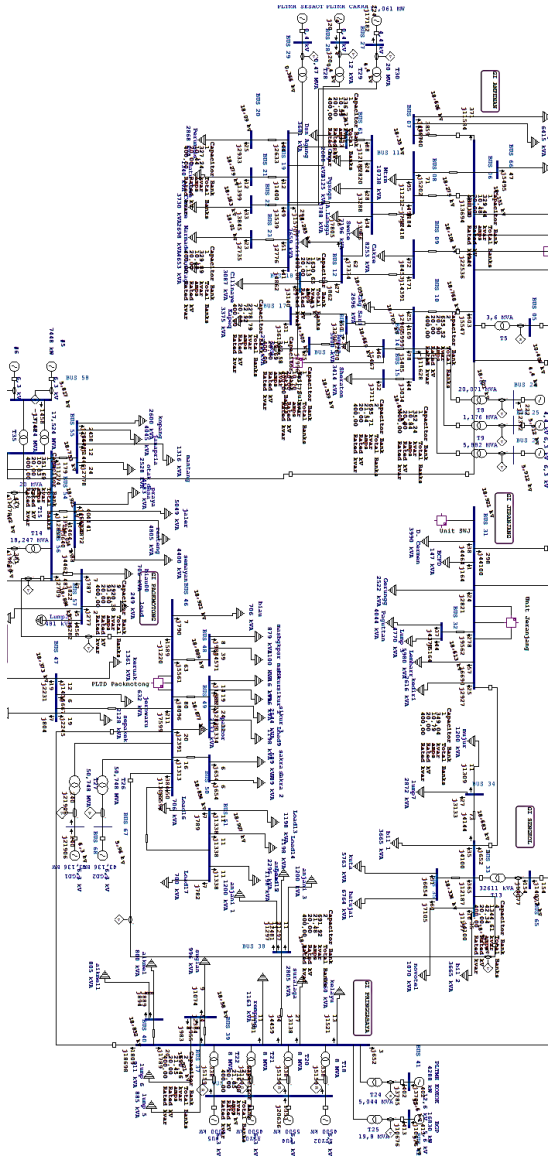
Jalankan Optimal Capacitor Placement (OCP) menggunakan pendekatan algoritma genetika untuk menentukan posisi dan kapasitas terbaik. Dengan sifat mutasi dan persilangan yang menguntungkan yang telah dipilih untuk diturunkan ke generasi berikutnya. Melalui penciptaan berulang, jawaban yang ideal dapat ditemukan. Calon bus dipilih untuk posisi pemasangan kapasitor atau SVC sebelum menggunakan OCP.



Gambar 4.5 Tool OCP

Secara otomatis *Optimal Capacitor Placement* (OCP) akan mengkalkulasikan lokasi optimal dan kapasitas penempatan svc untuk memperbaiki rating

tegangan system dalam Software ditampilkan pada diagram sebelum penempatan pemasangan svc.



Gambar 4.6 Lokasi penempatan optimal capacitor placement

Penentuan kandidat bus kembali dengan cara open circuit pada kapasitor yang sudah terpasang kemudian menentukan kandidat bus mana yang akan dipilih dengan beberapa kali percobaan pemilihan kandidat untuk optimasi pemasangan. Dari beberapa kali percobaan dan bisa didapatkan kandidat yang dipilih yaitu :

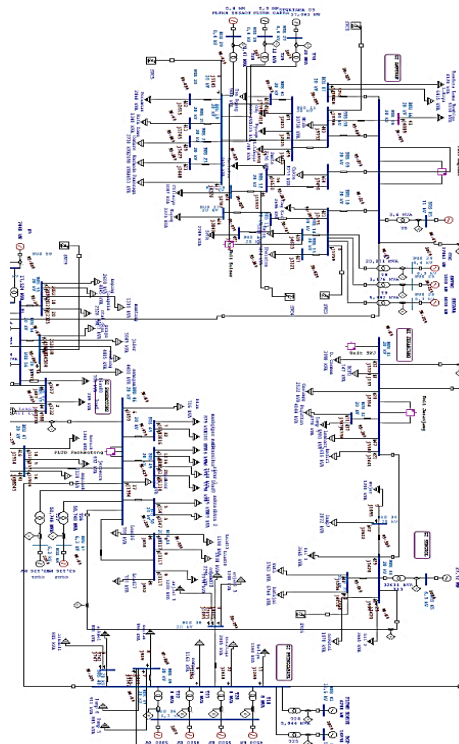
Tabel 4.4 Kandidat bus untuk penempatan SVC

No	ID Bus	SVC (Kvar)
1	08	40,8
2	10	20,7
3	12	22,9
4	19	12,6
5	33	13
6	47	4
7	56	11,5

Setelah adanya pemasangan SVC pada kandidat bus yang mengalami undervoltage pada tabel 4.4 diatas kita dapat melihat pengaruhnya terhadap perbaikan Kesetabilan tegangan yang sudah beroperasi pada batas standar PLN. Perubahan profil tegangan dapat kita lihat pada tabel 4.5.

4.7. Hasil load flow Sesudah penempatan SVC (static Var compesator)

Tahap selanjutnya uji coba pemasangan SVC pada sitem yaitu bus, masih terdapat bus yang nilainya belum diinginkan, maka tahap selanjutnya di tambahkan beberapa buah SVC pada bus yang mengalami penurunan tegangan.

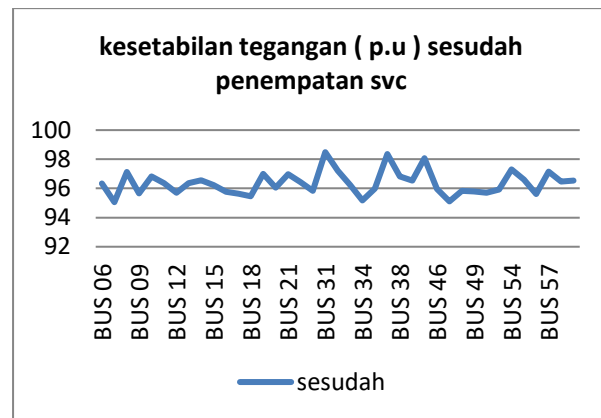


Gambar 4.7 Loadflow SLD sesudah penempatan svc

Tabel 4.5 kesetabilan tegangan sesudah penempatan.

No	Bus	Nominal kV	Aliran daya		
			P (kW)	Q (kVar)	V(kV)
1	BUS 06	20 KV	0	0	96.341
2	BUS 07	20 KV	0.081	9.519	95.058
3	BUS 08	20 KV	0.086	-13.905	97.120
4	BUS 09	20 KV	0.064	7.552	95.659
5	BUS 10	20 KV	0.021	-10.876	96.823
6	BUS 11	20 KV	0.076	8.908	96.367
7	BUS 12	20 KV	0.116	-6.198	95.708
8	BUS 13	20 KV	0	0	96.369
9	BUS 14	20 KV	0.040	4.662	96.562
10	BUS 15	20 KV	0.027	3.161	96.229
11	BUS 16	20 KV	0.022	2.558	95.765
12	BUS 17	20 KV	0.026	3.087	95.639
13	BUS 18	20 KV	0.024	2.813	95.459
14	BUS 19	20 KV	0.037	-3.338	96.999
15	BUS 20	20 KV	0.022	2.647	96.064
16	BUS 21	20 KV	0.011	1.260	96.970
17	BUS 22	20 KV	0.029	3.468	96.430
18	BUS 23	20 KV	0.021	2.478	95.829
19	BUS 31	20 KV	0.126	14.797	98.488
20	BUS 32	20 KV	0.071	8.329	97.209
21	BUS 33	20 KV	0.066	7.778	96.227
22	BUS 34	20 KV	0.031	3.688	95.174
23	BUS 35	20 KV	0.098	0.984	95.981
24	BUS 37	20 KV	0.044	5.155	98.366
25	BUS 38	20 KV	0.037	4.401	96.821
26	BUS 39	20 KV	0.022	2.602	96.532
27	BUS 40	20 KV	0.013	1.544	98.081
28	BUS 46	20 KV	0.022	2.619	95.972
29	BUS 47	20 KV	0.054	2.417	95.102
30	BUS 48	20 KV	0.039	4.574	95.844
31	BUS 49	20 KV	0.057	6.656	95.794

No	Bus	Nominal kV	Aliran daya		
			P (kW)	Q (kVar)	V(kV)
32	BUS 50	20 KV	0.009	1.079	95.703
33	BUS 51	20 KV	0.039	4.600	95.918
34	BUS 54	20 KV	0	0	97.315
35	BUS 55	20 KV	0.083	9.788	96.604
36	BUS 56	20 KV	0.146	7.100	95.625
37	BUS 57	20 KV	0.403	2.292	97.163
38	BUS 61	20 KV	0.029	3.425	96.461
39	BUS 66	20 KV	0.042	4.975	96.537



Gambar 4.8. Grafik kesetabilan tegangan setelah pemasangan SVC

Setelah melakukan pemasangan SVC pada beberapa kandidat bus yang mengalami penurunan tegangan, kita bisa melihat pada tabel 4.6 dan gambar grafik 4.9, bus – bus tersebut sudah kembali beroperasi pada kondisi normal atau standar sesuai ketentuan PLN, ada pun kenaikan Kesetabilan tegangan terjadi pada beberapa bus yang tidak mengalami penurunan tegangan.

4.8. Perbandingan Hasil Simulasi sesudah dan sebelum penempatan SVC

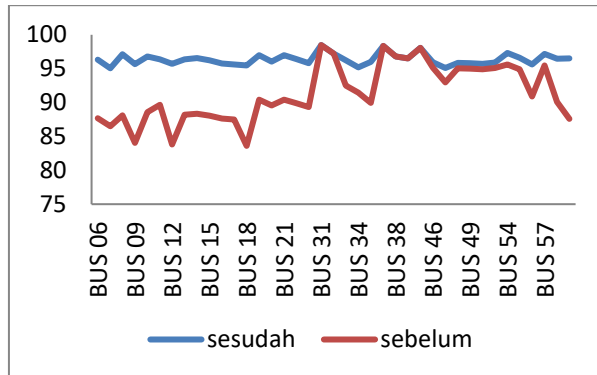
Dari simulasi yang dilakukan dengan menggunakan Etap 12.6.0 didapatkan persentase tegangan setiap bus meningkat. Dari 28 bus yang mengalami penurunan tegangan setelah dilakukan penempatan static var compensator di beberapa tempat pada system sebesar 125,5 Mvar tidak ada bus lagi yang mengalami penurunan tegangan pada batas critical

Tabel 4.6 Perbandingan Hasil Simulasi

No	Bus	Sebelum			Sesudah		
		Aliran daya					
		P(kW)	Q(kVar)	V(kV)	P(kW)	Q(kVar)	V(kV)
1	Bus 06	0	0	87,692	0	0	96,341
2	Bus 07	0,067	7,887	86,524	0,081	9,519	95,058
3	Bus 08	0,071	8,339	88,127	0,086	13,905	97,120
4	Bus 09	0,050	5,828	84,039	0,064	7,552	95,659
5	Bus 10	0,018	2,116	88,603	0,021	10,876	96,823
6	Bus 11	0,066	7,715	89,681	0,076	8,908	96,367
7	Bus 12	0,089	10,438	83,826	0,116	6,198	95,708
8	Bus 13	0	0	88,187	0	0	96,369
9	Bus 14	0,033	3,904	88,364	0,040	4,662	96,562
10	Bus 15	0,023	2,647	88,059	0,027	3,161	96,229
11	Bus 16	0,018	2,142	87,634	0,022	2,558	95,765
12	Bus 17	0,022	2,585	87,519	0,026	3,087	95,639
13	Bus 18	0,018	2,158	83,608	0,024	2,813	95,459
14	Bus 19	0,032	3,805	90,431	0,037	3,338	96,999
15	Bus 20	0,020	2,300	89,559	0,022	2,647	96,064
16	Bus 21	0,009	1,095	90,404	0,011	1,260	96,970
17	Bus 22	0,026	3,015	89,900	0,029	3,468	96,430
18	Bus 23	0,018	2,153	89,340	0,021	2,478	95,829
19	Bus 31	0,126	14,795	98,481	0,126	14,797	98,488

No	Bus	Sebelum			Sesudah		
		Aliran daya					
		P(kW)	Q(kVar)	V(kV)	P(kW)	Q(kVar)	V(kV)
20	Bus 32	0,071	8,327	97,202	0,071	8,329	97,209
21	Bus 33	0,061	7,185	92,488	0,066	7,778	96,227
22	Bus 34	0,029	3,407	91,476	0,031	3,688	95,174
23	Bus 35	0,086	10,130	89,929	0,098	0,984	95,981
24	Bus 37	0,044	5,153	98,348	0,044	5,155	98,366
25	Bus 38	0,037	4,399	96,804	0,037	4,401	96,821
26	Bus 39	0,022	2,601	96,515	0,022	2,602	96,532
27	Bus 40	0,013	1,543	98,064	0,013	1,544	98,081
28	Bus 46	0,022	2,575	95,168	0,022	2,619	95,972
29	Bus 47	0,051	6,046	92,954	0,054	2,417	95,102
30	Bus 48	0,038	4,497	95,041	0,039	4,574	95,844
31	Bus 49	0,056	6,046	94,992	0,057	6,656	95,794
32	Bus 50	0,009	1,061	94,901	0,009	1,079	95,703
33	Bus 51	0,038	4,523	95,115	0,039	4,600	95,918
34	Bus 54	0	0	95,617	0	0	97,315
35	Bus 55	0,08	9,450	94,918	0,083	9,788	96,604
36	Bus 56	0,132	15,563	90,898	0,146	7,100	95,625
37	Bus 57	0,389	2,212	95,467	0,403	2,292	97,163
38	Bus 61	0,025	2,989	90,112	0,029	3,425	96,461
39	Bus 66	0,035	4,096	87,598	0,042	4,975	96,537

Grafik Perbandingan tegangan sebelum dan sesudah pemasangan.



Gambar.4.9. Perbandingan tegangan sebelum dan sesudah pemasangan.

Tabel 4.7 Rugi-rugi daya sebelum dan setelah penempatan svc.

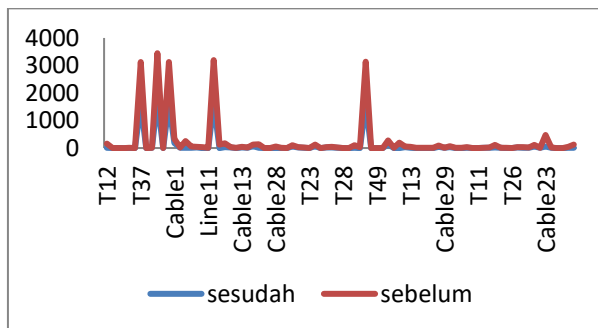
No	ID	sebelum		sesudah	
		P_{Loss} (kW)	Q_{Loss} (kvar)	P_{Loss} (kW)	Q_{Loss} (kvar)
1	T12	147,1	1250,7	12,9	109,5
2	T16	0	0	0	0
3	T17	0	0	0	0
4	Line1	0,1	-1190,6	0,1	-1231,5
5	Line4	2	-6331,9	2	-6549,6
6	Line8	0	-9944,5	0	-10285,5
7	T37	1516,4	2274,6	1607	2410,5
8	T19	0	0	0	0
9	Line5	2,9	-6122,1	3,1	-6332,6
10	T34	1711,4	2567,2	1734,6	2601,9
11	T5	0	0	0	0
12	T31	1516,7	2275,0	1606,8	2410,3
13	Cable1	151,7	103,7	183,1	125,2
14	Cable2	4,2	11,3	10,7	28,8
15	Cable4	241,2	240,4	8,2	-655,9
16	Cable6	44,2	72,7	9,7	16
17	T2	22,6	1015,3	21,1	949,1
18	T52	28,1	562,4	2,2	43,2
19	Line11	1,6	-3768,8	1,7	-3898,3
20	T40	1557,5	2336,2	1634,6	2452

No	ID	sebelum		sesudah	
		P_{Loss} (kW)	Q_{Loss} (kvar)	P_{Loss} (kW)	Q_{Loss} (kvar)
21	Cable3	120,2	-126,1	1,9	-273,7
22	Cable16	139,5	140,5	35,9	36,1
23	Cable30	16,7	24,5	20,3	29,8
24	Cable5	13,7	18,7	0,8	-15,4
25	Cable13	18,2	10,3	21,8	12,4
26	Cable14	11	16,2	13,2	19,4
27	Cable20	57,9	21,3	69,1	25,5
28	T7	130,6	2611,1	10,2	204
29	T8	0	0	0	0
30	T9	0	0	0	0
31	Cable28	51,9	76,4	2,8	4,1
32	Cable12	2,2	5,6	2,9	7,3
33	Line10	0	-1369,2	0	-1380,9
34	T42	49,3	73,9	51,7	77,5
35	Cable10	13,3	19,6	15,9	23,4
36	Cable11	9,1	13,4	10,9	16
37	T23	0	0	0	0
38	T44	66,1	99,2	64,3	96,4
39	Cable7	0,2	0,3	0,3	0,4
40	Cable8	15,1	22,2	17,4	25,6
41	Cable9	17,7	26,1	20,4	30
42	Cable15	12	17,7	13,8	20,3
43	T28	0	0	0	0
44	T29	0,6	2,1	0,1	0,2
45	T30	91,5	1829,8	9,0	180
46	Line3	32,2	-1064,1	1,7	-1212,8
47	T53	1538,5	2307,8	1602,0	2403
48	T48	1,4	64,9	1,4	64,3
49	T49	1,4	64,9	1,4	64,3
50	T50	1,4	64,9	1,4	64,3
51	Cable21	136,8	-38,7	136,8	-38,7
52	T47	2,7	120,5	2,7	119,3
53	Cable19	193,7	284,9	1,6	2,4
54	Cable32	25,4	37,4	27,5	40,5
55	T13	32,9	1479,3	8,5	380,3
56	T18	2	26,3	2,0	25,8
57	T20	2	26,3	2,0	25,8
58	T21	2	26,3	2,0	25,8
59	T22	2	26,3	2,0	25,8
60	Cable27	47,3	69,6	47,3	69,6

		P_{Loss} (kW)	Q_{Loss} (kvar)	P_{Loss} (kW)	Q_{Loss} (kvar)
61	Cable29	3	4,4	3,0	4,5
62	Cable31	33,2	48,9	33,3	48,9
63	T24	2,3	19,3	2,2	18,9
64	T25	2,7	54,4	2,7	53,3
65	T6	20,2	171,9	14,1	119,6
66	T10	0	0	0	0
67	T11	0	0	0	0
68	Cable22	7,2	12,1	7,4	12,3
69	Cable24	10,5	5,9	10,6	6
70	Cable25	96,9	142,5	14,8	21,8
71	Cable26	2,9	3	3,0	3
72	Cable33	1,7	2,5	1,8	2,6
73	T26	0	0	0	0
74	T27	21,1	949,1	14,7	660,3
75	T15	19,4	387,2	7,3	146,2
76	T14	17,7	353,3	6,7	133,4
77	Cable17	56,7	68,9	58,7	71,4
78	Cable18	4,2	2,8	4,4	2,9
79	Cable23	418,3	391,2	53,3	-206,6
80	T33	16,2	324,5	6,1	122,5
81	T35	1,7	33,8	1,2	23,8
82	T1	1,7	33,8	1,2	23,8
83	T3	38,9	778,2	3,9	77,1
84	T4	107,4	2148,5	13,8	276,2

Dari tabel 4.7 di atas dapat dilihat sebelum dan sesudah penempatan SVC maka total rugi-rugi daya sebagai berikut: rugi – rugi daya aktif berkurang dari 10690,1 kW menjadi 9325 kW yaitu sekitar 1365,1 kW. Rugi – rugi daya reaktif meningkat dari -1682 kvar menjadi menjadi -14986,9 yaitu sekitar -13304,9 kvar.

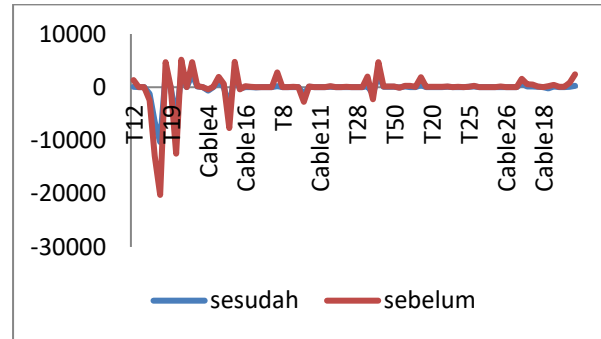
Grafik Perbandingan P_{Loss}



Gambar.4.10. Perbandingan P_{Loss}

Dari gambar 4.10 dapat diketahui bahwa nilai rugi daya aktif pada tegangan distribusi menurun setelah pemasangan svc.

Grafik Perbandingan Q_{Loss}



Gambar.4.11 Perbandingan Q_{Loss}

Dari gambar 4.11 dapat diketahui bahwa nilai rugi daya reaktif pada tegangan distribusi meningkat setelah pemasangan svc.

Tabel 4.8 total loss sebelum dan sesudah penempatan.

Total P_{Loss} (kW) dan Q_{Loss} (kVar)	kW	Kvar
Sebelum	10.690,1	-1.682
Sesudah	9.325	-14.986,9

Dari tabel 4.8 di atas dapat diketahui bahwa rugi-rugi daya aktif dan reaktif berkurang karena adanya tambahan daya reaktif dari pemasangan svc sehingga kesetabilan tegangan terjaga dan tetap bekerja pada batas standart normal.

5. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah di lakukan penulis, dapat ambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pemasangan svc pada bus sistem distribusi memberikan peningkatan pada rugi - rugi daya reaktif (losses) sistem distribusi tenaga listrik dan juga memperbaiki kesetabilan tegangan yang mengalami undervoltage.
2. Pada rugi – rugi daya menjadi berkurang sebesar 1365,1 (KW) dan -13304,9 (kvar) karena adanya beberapa penempatan svc pada jaringan distribusi di Lombok.
3. Pemasangan SVC pada sistem 20 KV Lombok sangat berpengaruh terhadap kondisi

kestabilan tegangan dimana dengan adanya SVC mampu mengembalikan performa bus yang mengalami penurunan tegangan kembali pada kondisi normal.

5.2. Saran

1. Sistem tenaga listrik di Indonesia khususnya di pulau Lombok masih sangat perlu untuk meningkatkan kualitas tegangan yang dijabarkan dalam penelitian ini. Penggunaan Static Var Compensator (SVC) merupakan solusi yang praktis dan aman dalam meningkatkan kualitas tegangan, karena tidak menutup kemungkinan untuk beberapa tahun yang akan datang kebutuhan beban listrik dipulau Lombok juga akan bertambah. Sehingga dengan pemasangan SVC akan dapat meningkatkan kualitas tegangan dan mengurangi rugi-rugi daya supaya tidak merugikan konsumen.
2. Untuk mengetahui penempatan SVC dilakukan dengan menggunakan *Optimal Capacitor Placement* (OCP) agar mendapatkan hasil perbaikan profil tegangan yang lebih bagus. Dikarenakan apabila penempatan SVC jika kurang tepat akan menyebabkan tidak meratanya peningkatan setiap bus.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. N. G. Hingorani, L. Gyugyi, "Understanding FACTS-concepts and technology of flexible AC transmission systems," IEEE press, First Indian Edition, 2001.
- [2]. Suhadi,dkk, (2008) "*Teknik distribusi tenaga listrik*", Jilid 1., Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- [3]. Sunil N Maliva, "*Optimal Location of SVC by Voltage Stability Index*", International Journal For Scientific Research & Development, Vol. 1, Issue 10, 2013.
- [4]. Abdul Kadir, *Distribusi dan Utilasi Tenaga listrik*, Universitas Indonesia, Cetakan Pertama, 2001.
- [5]. William D. Stevensen Jr, *Analisis Sistem Tenaga Listrik*, Erlangga, Jakarta, 1984.
- [6]. Kishor Porate, K.L.Thakre and G.L.Bodhe, "*Voltage stability enhancement of low voltage radial distribution network using static var compensator: a case study*", WSEAS Transaction on power systems vol4, no.1, 2009.
- [7]. Mark Ndubuka NWOHU, "*Voltage stability improvement using static var compensator in power systems*" London journal of sciences, 14 januari 2009
- [8]. Abdul Hadi, Ir. As Pabla, *Sistem Distribusi Daya Listrik*, Erlangga, Cetakan Pertama, 1994.
- [9]. Taylor Carson W., "*Power System Operation Voltage Stability*", McGraw-Hill, Singapore, 1994 .
- [10]. Liliana.Syafutra ,"*Penempatan SVC Pada Jaringan Distribusi Dengan ETAP*, Jurnalis Sains, Teknologi dan Industri, Vol. 12, No. 1, Desember 2014, pp. 1-8.
- [11]. Arya Wiguna B,"*Penempatan SVC Untuk Memperbaiki Profil Tegangan Pada Jaringan Transmisi PLN Lampung*" Jurnal ELTEK vol. 3,no.1, april 2012.
- [12]. Alkindi, Mahdi Syukri, Syahrizal,"*Studi Pengaruh Pemasangan STATIC VAR COMPENSATOR Terhadap Profil Tegangan Pada Penyulang Neuhen*, vol.2, no.1 2017.
- [13]. S.Asrul, S.Indhana ST.MT., Ir.Sutedjo, MT., "*Rancang Bangun Alat Untuk Perbaikan faktor Daya Pada Beban Dinamis 1 fase dan Monitoring Daya Dengan LCD Grafik.*" Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Industri, PENS-IT, Surabaya ,Indonesia (<http://www.eepis-its.edu/uploadta/downloadmk.php?id=1891> diakses 8 Oktober 2013)
- [14]. Fajar Widiyanto, Agus Supriadi, ST, MT., Aris Budiman, ST, MT., (2014), "*Analysis of Three-Phase Short Circuit Fault In Ieee 13 Bus Standard Distribution System Using Etap Power Station 7.0 . Program*" Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
- [15]. A. Hastanto, Ir. Yuningtyastuti.,Mt, S. Handoko, St., Mt., (2012), "*Optimasi Penempatan Svc Untuk Memperbaiki Profil Tegangan Pada Sistem 500 Kv Jamali Menggunakan Metode Particle Swarm Optimization (Pso)*", Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

ANALISA PENGARUH PEMASANGAN STATIC VAR COMPESATOR (SVC) TERHADAP KESETABILAN TEGANGAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV LOMBOK

ORIGINALITY REPORT

18%	18%	1%	11%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Syiah Kuala University Student Paper	4%
2	e-repository.unsyiah.ac.id Internet Source	3%
3	core.ac.uk Internet Source	3%
4	repository.upi.edu Internet Source	2%
5	ejournal.uin-suska.ac.id Internet Source	2%
6	pt.scribd.com Internet Source	2%
7	repository.ub.ac.id Internet Source	1%
8	repository.uin-suska.ac.id Internet Source	1%

Submitted to Universitas Diponegoro

9

Student Paper

1%

10

media.neliti.com

Internet Source

1%

11

id.123dok.com

Internet Source

1%

Exclude quotes Off

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography Off