

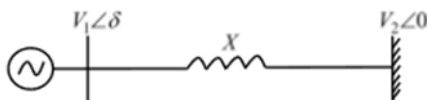
BAB II KAJIAN PUSTAKA

1.1. 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.

1.2. 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

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

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

$$V1 \angle \delta \text{ dan } V2 \angle 0^\circ$$

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 $V1 = V2 = V$ ini diberikan oleh:

$$P_{\max} = \frac{V^2}{X} \dots\dots\dots(2.2)$$

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 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:

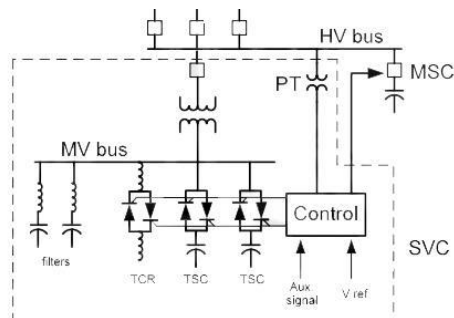
- Thermal keterbatasan.
- keterbatasan fisik.
- Stabilitas.

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.

1.3. 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 Compensator

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:

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

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

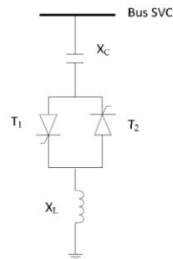
Matriks baru *Jacobian* dari persamaan linear dapat dibentuk seperti berikut:

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

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

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

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.

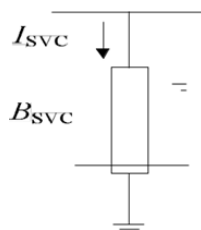


Gambar 2.3. Skema svc

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 setabil.

1.4. 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 di atas arus yang ditarik oleh SVC dapat ditulis dengan persamaan :

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

Dimana:

B_{SVC} = Suseptansi SVC

V_K = Tegangan terminal pada bus K

Dan pada daya reaktif yg diinjeksikan ke bus K adalah

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

Berdasarkan pada faktor daya, besar Q_{svc} (daya kapasitif yang diberikan oleh SVC) dapat dicari sebagai berikut:

kVar sebelum SVC:

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

kVar yang diinginkan berdasarkan PF=0.999

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

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

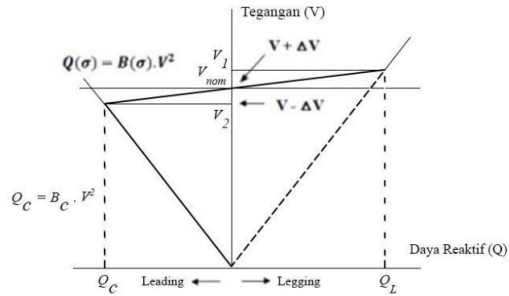
$$Q_{SVC} = \theta_2 - \theta_1 \dots\dots\dots(2.11)$$

dimana

Q_1 = kVar sebelum SVC

Q_2 = kVar yang diinginkan berdasarkan PF=0.999

Kurva daya reaktif yang dihasilkan svc terhadap tegangan pada 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 :

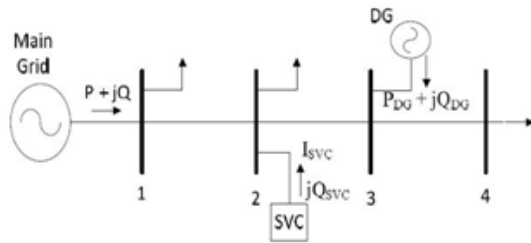
Area kerja pertama terdapat di antara V_1 dan V_2 . Pada area ini, svc bersifat induktif atau kapasitif. Pada daya reaktif yang dihasilkan akan berubah-ubah sesuai kebutuhan pada sistem.

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.

1.5. SVC pada Persamaan Aliran Daya

SVC yang telah ditempatkan pada jaringan distribusi akan mengabsorbsi 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 :

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

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

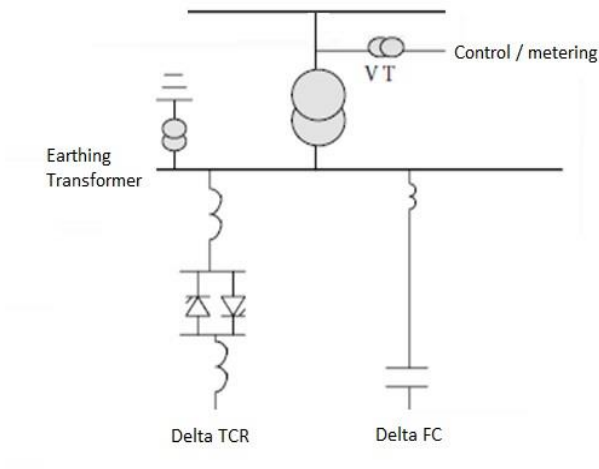
$$V_i = \frac{1}{Y_{ii}} \left[\frac{P_i - jQ_i}{V_i^*} - \sum_{k=1}^n Y_{ik} V_k \right] \dots\dots\dots(2.13)$$

1.6. Jenis SVC Berdasarkan Kontrolnya

Secara umum jenis SVC yang digunakan berdasarkan kontrolnya terbagi menjadi tiga, yaitu :

a) SVC menggunakan TCR dan fixed Capacitor (FC)

Fixed Capacitor bank terhubung ke sistem melalui transformator step down. Rating pada reaktor dipilih yang lebih besar ratingnya dari kapasitor untuk memungkinkan jumlah yang diberikan maksimum lagging vars yang akan diserap oleh sistem. Dengan diubah firing angle dari thyristor akan mengontrol reaktor dari 90° ke 180° , maka sifat kompensasi akan berubah menjadi dari lagging ke leading. Kerugian dari konfigurasi ini yaitu harmonik yang dihasilkan karena besarnya partial conduction dari reaktor dibawah kondisi operasi sinusoidal steady-state normal dimana SVC menyerap zero MVar.

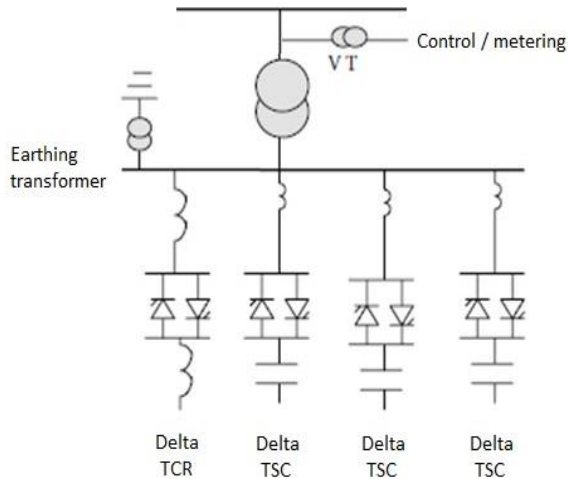


Gambar 2.7. SVC menggunakan TCR dan FC

(<http://ilmulistrik.com/jenis-svc-berdasarkan-kontrol.html>)

b) SVC menggunakan TCR dan Thyristor Switched Capacitor (TSC)

Kompensator pada jenis ini berguna untuk mengurangi losses pada kondisi pengoperasian dan mempertahankan kinerja yang baik pada saat gangguan sistem yang besar. Pada gambar di bawah menunjukkan pengaturan dari svc dari satu TCR yang diparalel dengan beberapa bank TSC untuk mengurangi harmonik yang dihasilkan reaktor.

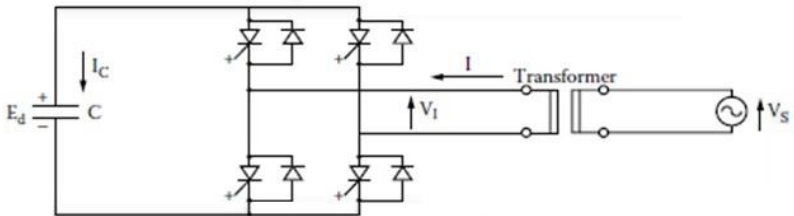


Gambar 2.8. SVC menggunakan TCR dan TSC

(<http://ilmulistrik.com/jenis-svc-berdasarkan-kontrol.html>)

c) SVC menggunakan Forced Commutation Inverters

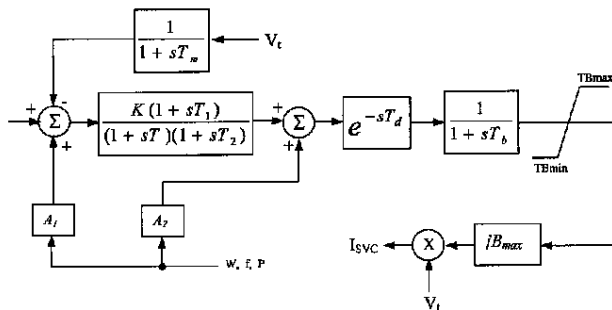
SVC ini terdiri dari pada satu inverter (sumber konverter DC-DC misalnya VSC) dengan menggunakan gate turn-off (GTO) thyristor. Dalam inverter ini, sumber dc dapat berupa baterai atau kapasitor yang pada tegangan terminalnya dapat diturunkan atau dinaikan oleh pengontrol inverter.



Gambar 2.9. SVC yang menggunakan *Self-Commutated Inverters*
(<http://ilmulistrik.com/jenis-svc-berdasarkan-kontrol.html>)

Inverter ini dihubungkan ke system supply melalui reaktansi secara bergantian dan output trafo. Ketiga tegangan inverter V_i sama dengan tegangan system, SVC akan floating. Ketika V_i lebih besar dari tegangan sistem, SVC akan bertindak sebagai kapasitor, dan jika V_i kurang dari tegangan sistem, SVC akan bertindak sebagai induktor. Dengan menggunakan beberapa inverter dengan sudut fasa berbeda operasi yang diinginkan dapat dicapai.

d) Rangkaian SVC pada software ETAP Power Station



Dimana : K = Voltage regulator gain (p.u)

$A1$ = Additional control signal gain (p.u)

$A2$ = Additional control signal gain (p.u)

T = Voltage regulator time constant (sec)

T_m = Measurement time constant (sec)

T_b = Thyristor phase control time constant (sec)

T_d = Thyristor phase control delay (sec)

$T1$ = Voltage regulator time constant (sec)

$T2$ = Voltage regulator time constant (sec)

T_{Bmax} = Maximum susceptance limit (p.u)

T_{bmin} = Minimum susceptance limit (p.u)

1.7. Aliran Daya (Load Flow)

Aliran daya atau disebut load flow merupakan studi yang dilakukan untuk memberikan informasi mengenai aliran daya atau tegangan pada sistem dalam kondisi operasi tunak (steady state). Studi aliran daya juga memberikan informasi dapat mengevaluasi unjuk kerja pada sistem tenaga dan menganalisis kondisi pembangkit maupun pada pembebanan. Didalam menganalisis juga memerlukan informasi aliran daya dalam kondisi normal maupun darurat (critical).

Studi aliran daya yaitu studi yang paling penting dalam perencanaan dan desain perluasan disistem tenaga listrik serta menentukan operasi yang terbaik pada jaringan yang sudah ada. Studi aliran daya sangat dibutuhkan dalam perencanaan serta pengembangan sistem dimasa-masa yang mendatang. Karena seiring dengan bertambahnya konsumen akan kebutuhan tenaga listrik, maka akan selalu meningkat akan terjadi perubahan beban, perubahan unit-unit pembangkit, dan perubahan saluran transmisi. Didalam studi aliran daya, bus-bus terbagi menjadi 3 bagian, yaitu Slack bus atau swing bus atau bus referensi, Voltage controller bus atau bus generator (PV), dan Load bus atau bus beban (PQ), yang mana dapat didefinisikan sebagai berikut :

a) Slack bus (Bus referensi)

Pada bus ini rating tegangan $|v|$ dan sudut fasa tegangan δ sudah ditentukan besarnya sementara daya aktif (P) dan daya reaktif (Q) diperoleh dari perhitungan. Biasanya nilai $|v|$ adalah 1 pu, sedangkan sudut fasa tegangan bernilai nol karena fasor tegangan dari bus digunakan sebagai referensi.

b) Voltage controller bus (Bus generator)

Pada bus ini hanya terdapat daya pembangkit dimana $|v|$ diatur menggunakan regulator tegangan (AVR) dan P diatur dengan governor. Sehingga untuk bus ini P dan $|v|$ diketahui. Sedangkan daya reaktif (Q) dan sudut fasa (δ) didapatkan dari hasil perhitungan.

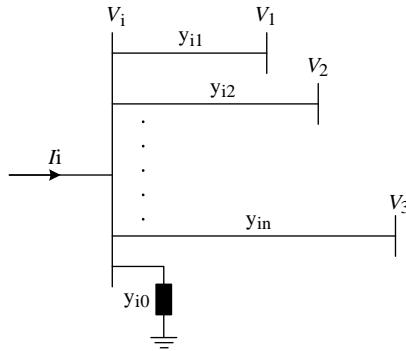
c) Load bus (Bus beban)

Pada bus ini hanya terdapat kebutuhan daya untuk memenuhi kebutuhan beban ketika daya aktif (P) dan daya reaktif (Q) sudah diketahui, sementara nilai tegangan $|v|$ dan sudut fasa (δ) bervariasi sesuai kebutuhan beban. Oleh karena itu, nilai tegangan $|v|$ dan sudut fasa (δ) harus ditentukan berdasarkan hasil perhitungan.

1.7.1. Persamaan Aliran Daya (Load Flow)

Studi aliran daya merupakan perhitungan atau penentuan tegangan, arus, daya aktif maupun daya reaktif yang terdapat berbagai titik pada jaringan listrik pada keadaan operasi normal, baik yang sedang berjalan maupun yang diharapkan akan terjadi dimasa mendatang.

Diagram satu garis tipe bus pada suatu sistem tenaga listrik terdapat pada gambar 2.10 ini.



Gambar 2.10. *Tipikal bus dari sistem tenaga*

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

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

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)

1.8. Metode *Newton Raphson*

Adapun metode yang digunakan untuk studi aliran daya yaitu Metode *Newton Raphson*. Dimana Metode *Newton Raphson* ini memiliki perhitungan yang lebih baik. Bila untuk sistem tegangan yang besar, karena lebih praktis dan efisien. Dalam bentuk admintasi persamaan (2.14) ditulis menjadi :

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

atau dalam berbentuk polar menjadi:

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

daya kompleks di bus i adalah :

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

daya aktif di bus i adalah :

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

daya reaktif di bus i adalah :

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

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

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

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

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

1.9. Strategi Penempatan dan Kapasitas Optimal

1.9.1. Penempatan Optimal Kapasitor

Penempatan optimal kapasitor pada sistem tenaga listrik mempunyai banyak variable yaitu kapasitas kapasitor, penempatan optimal, fungsi biaya, tegangan dan harmonisa. Dalam menentukan penempatan dan kapasitas optimal, jenis kapasitor yg menyesuaikan berdasarkan kondisi dilapangan. Mengingat variabel-variabel tersebut, penempatan optimal menjadi kadang sangat rumit. Sehingga dalam penyederhananya, jenis kapasitor dapat diasumsikan sebagai berikut :

1. Sistem pada kondisi seimbang (balanced)
2. Semua jenis beban dianggap konstan

1.9.2. Kapasitas Kapasitor

Dalam menentukan nilai kapasitas kapasitor, kapasitas yang digunakan diawali berdasarkan standart kapasitas paling kecil dari kapasitor dan kelipatannya. Maka berdasarkan standart tersebut, kapasitas kapasitor bisa dijadikan sebuah variabel discrete.

1.9.3. Fungsi Objektif

Tujuan dari fungsi penempatan kapasitor yaitu untuk meningkatkan kesetabilan tegangan dan mengoptimalkan total rugi-rugi daya pada sistem tenaga yang ditempatkan. Fungsi objektif diambil dari dua istilah. Yang pertama adalah penempatan kapasitor dan yang kedua adalah total rugi-rugi daya. Secara umum fungsi penempatan dan kapasitas optimal kapasitor dapat dituliskan dalam persamaan sebagai berikut :

$$\min = P_{Loss} + \sum_{j=1}^J Q_j^c \dots\dots\dots(2.22)$$

Subject to :

$$V_{\min} \leq |V_j| \leq V_{\max} \dots\dots\dots(2.23)$$

$$Q_j^c \leq Q_{\max}^c \dots\dots\dots(2.24)$$

Dimana :

P_{Loss} = Total rugi-rugi daya

J = Jumlah Bus

Q_j^c = Penempatan kapasitas kapasitor pada bus j

V_j = Tegangan rms pada bus j

V_{min} = Tegangan minimum yang diizinkan (p.u.)

V_{max} = Tegangan maksimum yang diizinkan (p.u.)

Q_{max}^c = Kapasitas maksimum kapasitor yang diizinkan

Q_0^c = Kapasitas minimum kapasitor bank

1.9.4. Kendala Oprasional

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.

1.10. Algoritma Genetika (GA)

Genetik Algorithm (GA) merupakan metode adaptif yang diaplikasikan untuk memecahkan suatu pencarian nilai dalam sebuah masalah optimasi. Pada penulisan skripsi ini hanya difokuskan pada mencari solusi optimal saja. GA sangat berguna dan efisien untuk masalah dengan karakteristik sebagai berikut :

1. Ruang masalah sangat besar, kompleks dan sulit dipahami.
2. Tidak ada pengetahuan yang menandai untuk mempresentasikan masalah kedalam ruang pencarian yang lebih sempit.
3. Tidak tersedianya analisis matematika yang memadai.
4. Metode-metode konvensional sudah tidak mampu lagi untuk menyelesaikannya.

Dalam metode genetic algorithm, ada sekumpulan individu (populasi) untuk suatu permasalahan, dalam hal ini dapat diperhitungkan aliran daya dinyatakan dalam bentuk bilangan real yang menyusun gen-gen pembentuk kromosom.

Populasi dibentuk dari pembangkitan secara acak dan selanjutnya dipilih melalui prosedur operasi genetika yang terdiri dari seleksi

crossover, dan mutasi. Hasil dari mutasi dievaluasi menggunakan fungsi fitness untuk menentukan kromosom mana yang terpilih dilakukan proses perulangan sehingga mencapai nilai tertentu pada suatu kriteria berhenti yang telah ditetapkan sebelumnya (dapat berupa suatu nilai tertentu pada generasi tertentu).

1.10.1. Pengkodean

Pada proses Genetic Algorithm mengasumsikan sebuah populasi untuk sebuah persoalan dimungkinkan dengan mewakili satu set parameter. Parameter-parameter ini dinamakan gen nilai-nilai (representasi) yang bersatu membentuk string (kromosom). Selanjutnya beberapa kromosom sejenis berkumpul membentuk populasi. Dari sebuah populasi tersebut, genetic algorithm mulai melakukan pencarian. Ilustrasi pengkodean dapat dilihat pada gambar berikut :

Kromoson	1	0	0	1	0	1	1	0	1
	a. Pengkodean biner								

Kromoson	1	2	5	6	3	8	4	9	7
	b. Pengkodean permutasi								

Gambar 2.11. Pengkodean dalam Genetic Algorithm

Satu hal mendasar Genetic Algorithm bekerja pada daerah pengkodean dan solusi. Operasi genetika (pindah silang dan mutasi) bekerja pada daerah pengkodean, sedangkan proses evaluasi dan proses seleksi bekerja pada daerah solusi. Setiap konfigurasi yang memungkinkan (lokasi dan nilai) SVC mewakili suatu individu secara umum genetic algorithm dibentuk oleh serangkaian kromosom yang ditandai dengan X_i ($i = 1, 2, 3, \dots, N$). Setiap elemen dalam kromosom adalah variabel string disebut gen berisi allel. Variabel ini dinyatakan dalam bentuk bilangan biner, real atau abjad. Pengkodean string biner merupakan pendekatan klasik yang digunakan dalam penelitian genetic algorithm sederhana.

1.10.2. Nilai Fitness

Nilai fitness menyatakan seberapa baik nilai dari suatu individu atau solusi yang didapatkan. Di dalam evolusi alam, individu yang bernilai fitness tinggi yang akan bertahan hidup. Sedangkan individu yang bernilai fitness rendah akan mati. Dalam masalah optimasi, jika solusi yang dicari adalah memaksimalkan sebuah fungsi h (dikenal dengan masalah maksimal), maka nilai fitness yang digunakan adalah nilai fungsi h tersebut, yakni $f=h$ (di mana f adalah nilai fitness). Tetapi jika masalahnya adalah meminimalkan fungsi h (masalah minimasi), maka fungsi h tidak bisa digunakan secara langsung dikarenakan adanya aturan bahwa individu yang bernilai fitness tinggi akan mampu bertahan hidup pada generasi berikutnya.

1.10.3. Reproduksi

Reproduksi adalah proses pemilihan individu untuk berpindah menuju generasi baru menurut nilai fitnessnya. Metode seleksi alam yang digunakan adalah roulette wheel. Sesuai dengan namanya, metode ini menirukan permainan roulette-wheel dimana masing-masing kromosom menempati potongan lingkaran pada roda roulette secara proporsional yang memiliki nilai fitness yang lebih besar menempati potongan lingkaran yang lebih besar dibandingkan dengan kromosom bernilai fitness rendah. Untuk mencegah terjadinya konvergensi pada optimum lokal, maka dilakukan penskalaan fitness, sehingga fitness berada pada $[f_{max}-f_{min}]$ sebagai berikut :

$$f_i = \frac{1}{N} \left(\eta^+ - (\eta^+ - \eta^-) \times \frac{i-1}{N-1} \right)$$

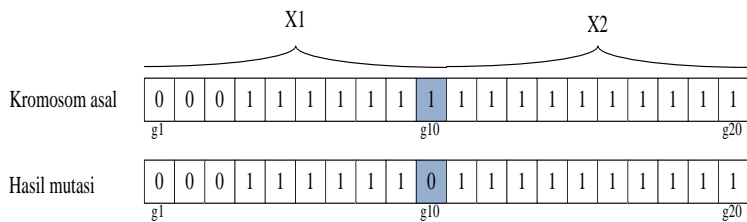
Dimana : f_i = Nilai fitness individu ke - i
 N = Ukuran populasi
 η^+ = Nilai fitness maksimum
 η^- = Nilai fitness minimum

1.10.4. Crossover

Crossover (kawin silang) merupakan proses mengkombinasikan dua individu untuk memperoleh individu-individu baru yang diharapkan mempunyai fitness lebih baik. Titik crossover ditentukan secara random. Gen baru yang lebih panjang dipertahankan sebagai bagian dari individu baru, sedangkan sisanya dipertukarkan.

1.10.5. Mutasi

Mutasi dilakukan pada semua gen yang ada, jika bilangan random yang dibangkitkan kurang dari probabilitas mutasi P_{mut} yang ditentukan maka gen tersebut dirubah menjadi nilai kebalikannya (dalam binary encoding, 0 diubah menjadi 1, dan 1 menjadi 0).



Gambar 2.12. Proses mutasi pada algoritma genetika