

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Manuver Jaringan

Pemanipulasian jaringan distribusi, yang biasa dikenal sebagai manuver jaringan, merupakan serangkaian tindakan terencana untuk memodifikasi operasi normal jaringan. Tindakan ini dilakukan sebagai respons terhadap gangguan atau pekerjaan pemeliharaan, dengan tujuan utama untuk mempertahankan penyaluran tenaga listrik secara optimal. Dalam melakukan manuver direkomendasikan untuk memilih penyulang dengan rugi saluran paling kecil sehingga dapat diminimalisir gangguan namun kualitas listrik tetap dapat dipertahankan. (Firdaus, 2013).

Manuver jaringan dilakukan ketika terjadi suatu gangguan atau terdapat pekerjaan pada jaringan yang membutuhkan pemadaman listrik, sehingga jaringan dapat dirubah dan suplai tenaga listrik dipindahkan ke suatu sumber tenaga listrik lain agar bisa mengurangi daerah yang mengalami pemadaman serta agar tetap tercapainya kondisi pendistribusian tenaga listrik yang semaksimal mungkin (Widodo, 2019). Manuver harus dilakukan pada saat terjadi gangguan penyulang disalah satu penyulang tersebut. Penyulang yang layak untuk dilakukan manuver jaringan yaitu ketika kedua jaringan penyulang tersebut sudah bertemu di salah satu *Load Break Switch* (LBS) dan kapasitas yang akan dimanuver masih dalam keadaan aman atau tidak terjadi *overload* (Manzinger et al., 2017).

Tujuan dan manfaat listrik manuver jaringan adalah sebagai berikut:

1. Dapat mengurangi pemadaman listrik ketika terjadi gangguan atau pemeliharaan jaringan listrik.
2. Dapat meminimalisir pemadaman listrik pelanggan.
3. Dapat mengoptimalkan suatu penyaluran listrik

Manuver jaringan bisa dilaksanakan dengan dua cara, yaitu:

1. Manuver Manual: Pengalihan Aliran Listrik secara Langsung

Manuver manual merupakan tindakan terencana untuk mengubah aliran listrik penyulang utama dengan penyulang cadangan. Proses ini dilaksanakan secara manual, dikerjakan oleh petugas yang sudah ahli dalam bidang kelistrikan dengan langsung menuju ke gardu hubung atau lokasi manuver. Manuver manual umumnya diterapkan pada:

- Situasi Darurat: Saat terjadi gangguan pada penyulang utama, manuver manual memungkinkan pengalihan aliran listrik secara cepat untuk meminimalkan durasi pemadaman dan menjaga kontinuitas pasokan daya.
- Pemeliharaan Jaringan: Manuver manual diperlukan untuk memisahkan bagian jaringan yang sedang dipelihara dari aliran listrik, memastikan keselamatan personel dan kelancaran proses pemeliharaan.
- Pengaturan Beban: Manuver manual dapat digunakan untuk menyeimbangkan beban di seluruh jaringan, meningkatkan efisiensi dan stabilitas sistem distribusi.

2. Manuver Otomatis: Pengalihan Aliran Listrik Cerdas dengan ATS

Manuver otomatis memanfaatkan teknologi *Automatic Transfer Switch* (ATS) untuk mengubah aliran listrik diantara penyulang utama dan penyulang cadangan. Sistem ini bekerja dengan otomatis tanpa intervensi manual, sehingga lebih cepat dan efisien dalam merespons gangguan.

- Peningkatan Keandalan: ATS secara otomatis memindahkan aliran listrik ke penyulang cadangan saat terjadi gangguan pada penyulang utama, meminimalkan durasi pemadaman dan meningkatkan keandalan sistem distribusi.
- Penghematan Waktu: ATS bekerja secara *real-time*, sehingga operator tidak perlu melakukan manuver manual secara langsung, menghemat waktu dan sumber daya.
- Peningkatan Keamanan: ATS meminimalkan risiko *human error* dan memastikan kelancaran proses pengalihan aliran listrik, meningkatkan keamanan sistem distribusi.

2.2 Peralatan *Switch* Jaringan Tegangan Menengah

Peralatan *switching* merupakan elemen penting dalam sistem JTM, memainkan peran krusial dalam menjaga kelancaran dan keandalan penyaluran tenaga listrik. Kemampuannya dalam mengisolasi gangguan, mengatur beban, dan mendukung pemeliharaan jaringan menjadikannya aset berharga dalam optimasi sistem JTM. Berikut peralatan *switch* jaringan tegangan menengah:

2.2.1 Load Break Switch (LBS)

Load Break Switch (LBS) adalah alat pemutus pada sistem listrik dalam keadaan berbeban. LBS ini memiliki kesamaan dengan alat pemutus tenaga (PMT) atau *Circuit Breaker* (CB) dan biasanya dipasang dalam saluran distribusi listrik. Cara pengoperasian pemutus beban tidak sama dengan pemisah, biasanya melalui kotak panel control yang terdapat tombol sehingga pengoperasiannya bisa lebih mudah serta aman (Wigati, 2014).

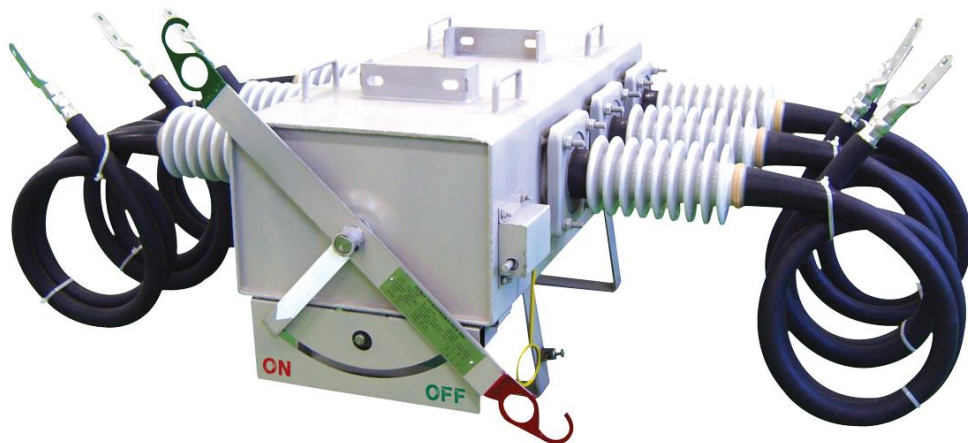
LBS sering dipakai untuk pemutusan lokal jika terjadi suatu gangguan ataupun apabila akan dilakukan perawatan jaringan listrik sehingga daerah tersebut tidak mengalami pemadaman listrik. Pada saat terjadi bencana atau gangguan listrik, seperti gempa, angin, pohon tumbang, dan yang lainnya sering terjadi gangguan pada jaringan distribusi seperti kabel tumbang. Pada kasus seperti ini perlu dilakukan Tindakan yang cepat dalam memutuskan saluran listrik untuk menghindari bahaya yang dapat ditimbulkan (Tupan et al., 2017).

Prinsip kerja dari *Load Break Switch* (LBS):

Sistem pengendalian elektronik disimpan pada sebuah kotak pengendali yang terbuat dari baja anti karat dan dapat digunakan dalam berbagai kondisi lingkungan. Suatu panel pengendalian (*user-friendly*) dan tahan dalam berbagai kondisi cuaca. Sistem monitoring serta pengendalian jarak jauh dapat ditambahkan tanpa perlu adanya penambahan *Remote Terminal Unit* (RTU) (Flaharizki, 2012).

Load Break Switch (LBS) dirancang untuk menyediakan pembuatan atau pemutusan arus yang telah ditentukan. Hal ini dicapai dengan penambahan

peralatan yang dapat meningkatkan kecepatan pengoperasian sudut sakelar pemutusan dan penambahan beberapa jenis peralatan untuk dapat mengubah fenomena busur api dan memungkinkan interupsi aman busur listrik yang dihasilkan saat mengalihkan arus beban (Manzinger et al., 2017).



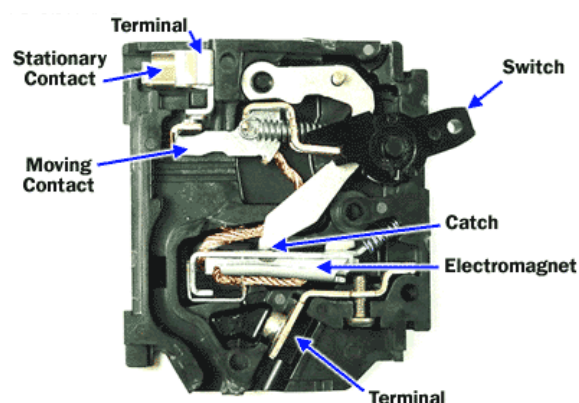
Gambar 2.1 Load Breaker Switch (LBS) (ecplaza, 2009)

2.2.2 Pemutus Tenaga

Pemutus tenaga atau PMT adalah saklar mekanis yang bisa menutup, mengalirkan, serta memutuskan arus beban dalam kondisi normal serta pada kondisi abnormal. Prinsip kerja Pemutus Tenaga ketika kondisi normal bisa dioperasikan lokal oleh operator untuk *switching* serta perawatan, sedangkan pada kondisi gangguan akan membaca arus lebih yang lewat kemudian relay akan mendeteksi gangguan serta menutup rangkaian *trip circuit*, lalu mekanis penggerak akan mendapatkan perintah buka dari relay dan beroperasi membuka kontak-kontak PMT, maka gangguan tersebut akan hilang (Susanto, 2021). Pemutus tenaga atau PMT mampu bekerja secara otomatis dalam memutus ataupun menutup rangkaian

pada semua kondisi baik saat kondisi normal maupun saat kondisi ganggu dan mampu dialiri arus secara terus menerus. Alat ini mampu memutus arus beban dan memutus arus lebih akibat terjadinya ganggu (Azzura, 2012).

Kerusakan pada pemutus tenaga akan merugikan dan mengganggu operasi sistem distribusi. Apabila pemutus tenaga tidak bekerja ketika terjadi gangguan, maka arus gangguan akan merusak peralatan yang lainnya dan akan menimbulkan ketidakstabilan sistem tenaga listrik. Maka, diharapkan dengan adanya pengujian, pemutus tenaga dapat bekerja lebih lama sehingga akan meningkatkan kualitas sistem tenaga listrik. Pengujian pada pemutus tenaga diantaranya pengujian tahanan isolasi, pengujian tahanan kontak, serta pengujian keserempakan kontak (Susanto, 2021). Pada proses manuver, pemutus tenaga tidak bekerja sendiri tetapi terdapat peralatan yang dinamakan pemisah (PMS). PMS memiliki fungsi memisahkan peralatan yang ada pada gardu induk dalam kondisi tidak berbeban (PT. PLN, 2014).



Gambar 2.2 Pemutus Tenaga (PMT) (Azzura, 2012)

2.2.3 Pemutus Balik Otomatis (*Recloser*)

Pemutus Balik Otomatis (*Recloser*) merupakan alat yang dipakai untuk melindungi jaringan listrik apabila terjadi kerusakan. Pada sisi hilirnya *recloser* akan terbuka secara otomatis serta akan melakukan penutupan balik sampai beberapa kali tergantung pada penyetelannya dan akan membuka secara permanen apabila masih terjadi gangguan (*lock out*), dilengkapi relai-relai proteksi secara OCR (*Over Current Relay*) dan GFR (*Ground Fault Relay*) yang sudah disetting sesuai kondisi di lapangan. (Azzura, 2012).

Dalam pengoperasian *recloser*, sangat penting untuk menyertakan alat pelindung seperti rele arus lebih. Rele ini memiliki fungsi untuk mendeteksi gangguan dalam sistem dan pemeliharaan *recloser* untuk melakukan pemutusan arus. Koordinasi diantara *recloser* dengan rele arus lebih sangat diperlukan agar memperoleh hasil kerja yang maksimal serta proteksi jaringan distribusi akan lebih aman. *Recloser* ini terdiri dari pemutus tenaga yang dilengkapi dengan kontak control elektronik (*electronic control box*), yang merupakan peralatan elektronik yang tidak berhubungan dengan tegangan menengah dan dapat dikendalikan cara pelepasannya. Fungsi dari *recloser* untuk memisahkan daerah yang terjadi gangguan secara cepat sehingga dapat meminimalisir daerah gangguan secara sesaat sampai gangguan tersebut hilang, dengan demikian *recloser* akan masuk Kembali sesuai dengan setting dan jaringan akan aktif Kembali secara otomatis (Ario & Firdaus, 2017).



Gambar 2.3 *Recloser* (Azzura, 2012)

2.3 Indeks Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Keandalan adalah tingkat keberhasilan kinerja suatu sistem atau bagian dari sistem tenaga listrik untuk mendapatkan hasil yang lebih baik pada periode waktu dan dalam kondisi operasi tertentu. Untuk menentukan tingkat keandalan dari suatu sistem, harus dilakukan pemeriksaan dengan menggunakan perhitungan ataupun analisa terhadap tingkat keberhasilan kinerja serta operasi dari sistem yang ditinjau, kemudian membandingkannya dengan standar yang telah ditetapkan (Funan & Utama, 2020).

Pada suatu sistem distribusi, tingkat keandalan merupakan hal yang sangat penting untuk menentukan kinerja sistem tersebut. Keandalan suatu tenaga listrik yaitu dengan menjaga kontinuitas penyaluran tenaga listrik kepada pelanggan terutama pelanggan daya besar yang akan membutuhkan kontinuitas penyaluran tenaga listrik secara mutlak (Dasman & Handayani, 2017). Ketika tenaga listrik tersebut terputus ataupun tidak tersalurkan maka akan mengakibatkan proses produksi dari pelanggan besar terganggu. Struktur suatu jaringan tegangan

menengah memegang peranan penting dalam menentukan keandalan penyaluran tenaga listrik karena jaringan yang baik akan memungkinkan dapat melakukan manuver tegangan dengan mengalokasikan tempat gangguan dan beban dapat dipindahkan melalui jaringan lainnya (Mumu et al., 2021).

Sarana penyaluran jalur distribusi memiliki tingkat kontinuitas yang bergantung pada sumber saluran susunan saluran serta cara pengaturan operasi dan pemeliharanya, yang pada akhirnya direncanakan dan dipilih untuk memenuhi kebutuhan dan sifat beban (Muhammad Hendra Permana, 2019).

2.3.1 Laju Kegagalan

Laju kegagalan merupakan nilai rata-rata dari sebuah jumlah kegagalan persatuan waktu pada selang pengamatan tertentu (T) (Tupan et al., 2017). satuan yang digunakan kegagalan pertahun sehingga dapat ditulis sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{N}{T} \quad (2.1)$$

Keterangan:

λ = Laju Kegagalan (kegagalan/tahun)

N = Jumlah kegagalan dalam waktu T

T = Selang waktu pengamatan (tahun)

2.3.2 Laju Perbaikan Rata-rata (μ)

Laju perbaikan rata-rata merupakan Jumlah jam yang diperlukan untuk mengganti alat yang telah rusak agar dapat berfungsi Kembali. Persamaan 2 dapat

digunakan dalam perhitungan, untuk menentukan waktu kegagalan rata rata yang dialami oleh sebuah alat, dapat dilihat dari persamaan berikut ini.

$$\mu = \frac{T}{N} \quad (2.2)$$

Keterangan:

μ = Laju Perbaikan Rata-Rata

T = Lama Pemadaman

N = Jumlah Pemadaman

2.3.3 Indeks Keandalan Menggunakan Laju Kegagalan Komponen dan Lama Waktu Perbaikan

Perhitungan indeks keandalan dapat dilakukan dengan menggunakan perhitungan laju kegagalan setiap komponen yang terdapat pada sistem distribusi. Indeks keandalan tersebut dihitung dengan indeks-indeks titik beban. Untuk menghitung indeks keandalan dengan laju kegagalan komponen menggunakan persamaan berikut:

$$F = \sum_{i=1}^n C_i \cdot X_i \cdot \lambda_i \quad (2.3)$$

Keterangan:

F = SAIFI

C_i = Jumlah komponen perunit yang mengalami pemadaman

X_i = Panjang penyulang atau jumlah komponen

λ_i = angka keluaran komponen

$$D = \sum_{i=1}^n X_i \cdot \lambda_i \left(\sum_{j=1}^m C_{ij} \cdot t_{ij} \right) \quad (2.4)$$

Keterangan:

D = SAIDI

λ_i = angka keluaran komponen

X_i = Panjang penyulang atau jumlah komponen

i = banyaknya komponen yang mengakibatkan padam

m = jumlah peralatan yang terlibat dalam pemulihan

C_{ij} = jumlah komponen per-unit yang mengalami pemadaman

T_{ij} = waktu perbaikan

2.3.4 *System Average Interruption Duration Index (SAIDI)*

System Average Interruption Duration Index (SAIDI) merupakan nilai rata-rata dari lamanya kegagalan untuk setiap konsumen selama satu tahun. Satuan perhitungan SAIDI adalah jam/pelanggan. Indeks ini ditentukan dengan cara pembagian jumlah dari lamanya kegagalan secara terus menerus untuk semua pelanggan selama periode waktu yang sudah ditentukan dengan jumlah pelanggan yang diayani selama tahun tersebut (Manoppo et al., n.d.). Persamaan untuk indeks ini dapat dilihat dari persamaan dibawah ini:

$$SAIDI = \frac{\sum_{0=i}^n \text{durasi padam} \times \text{pelanggan padam}}{\text{jumlah pelanggan dalam satu periode}} \quad (2.5)$$

atau

$$SAIDI = \frac{\sum_{0=i}^n u_i \times N_i}{N_t}$$

Keterangan:

U_i = Durasi pemadaman tahun titik beban I (jam/tahun)

N_i = Jumlah pelanggan padam pada titik beban i (pelanggan)

N_t = Jumlah pelanggan total dalam satu tahun (pelanggan)

2.3.5 System Average Interruption Frequency Index (SAIFI)

System Average Interruption Frequency Index (SAIFI) merupakan jumlah rata-rata dari kegagalan yang terjadi per pelanggan yang dilayani oleh sistem per satuan waktu (pada umumnya per tahun). Satuan dari perhitungan indeks SAIFI adalah pemadaman per pelanggan. Indeks ini ditentukan dengan membagi jumlah semua kegagalan pelanggan dalam satu tahun dengan jumlah pelanggan yang dilayani oleh sistem tersebut (Tupan et al., 2017). Persamaan indeks ini dapat dilihat pada persamaan dibawah ini:

$$SAIFI = \frac{\sum_{0=i}^n (\text{laju kegagalan} \times \text{pelanggan padam})}{\text{jumlah pelanggan dalam satu periode}} \quad (2.6)$$

Atau

$$SAIFI = \frac{\sum_{0=i}^n \lambda_i \times N_i}{N_t}$$

Keterangan:

λ_i = Frekuensi padam untuk titik beban I (kali/tahun)

N_i = Jumlah pelanggan padam pada titik beban I (pelanggan)

N_t = Jumlah Pelanggan Total dalam satu tahun (pelanggan)

2.3.6 Standar Nilai Indeks Keandalan

Standar PLN merupakan standard yang ditetapkan oleh direksi yang memiliki sifat wajib, standar yang dikeluarkan seperti halnya pedoman instruksi dan cara pengujian serta spesifikasi Teknik. Standar PLN ini untuk menjelaskan dan menetapkan tingkat keandalan pada sistem distribusi tenaga listrik. Tujuan dari SPLN ini untuk menjadikan pegangan yang terarah dalam menilai serta menentukan tingkat keandalan suatu sistem distribusi (Sihombing, 2022). Standar keandalan sesuai dengan standar SPLN No 59 Tahun 1985 dan Standard IEEE Std 1366-2003 yang dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2.

Tabel 2.1 Standart Nilai Indeks Keandalan SPLN No 59 Tahun 1985

Indeks Keandalan	Standard
<i>System Average Interruption Frequency Index (SAIFI)</i>	3,2 kali/pelanggan/tahun
<i>System Average Interruption Duration Index (SAIDI)</i>	23,1 jam/pelanggan/tahun

Tabel 2.2 Standart Nilai Indeks Keandalan IEEE Std 1366-2003

Indeks Keandalan	Standard
<i>System Average Interruption Frequency Index (SAIFI)</i>	1,45 kali/pelanggan/tahun
<i>System Average Interruption Duration Index (SAIDI)</i>	2,3 jam/pelanggan/tahun

2.4 Metode *Binary Particle Swarm Optimization*

Particle Swarm Optimization (PSO) dirancang untuk mengatasi suatu permasalahan optimasi fungsi kontinu. Hal tersebut tidak untuk mengatasi permasalahan optimasi fungsi diskrit. Maka dari itu, Kennedy dan Eberhart mengusulkan versi modifikasi dari *Particle Swarm Optimization* (PSO) yang disebut dengan *Binary Particle Swarm Optimization* (BPSO) yang dapat digunakan untuk memecahkan suatu permasalahan optimasi fungsi diskrit (Cahyono et al., 2017).

Dalam BPSO P_i dan P_g dari *swarm* di *update* ke dalam standar PSO. Perbedaan utama dari PSO dan BPSO adalah pada interpretasi dari kecepatan. Pada BPSO kecepatan dibatasi dalam kisaran. Persamaan dari kecepatan seperti berikut

$$\text{sigmoid}(v_{ij}^{k+1}) = \frac{1}{1 + e^{-v_{ij}^{k+1}}} \quad (2.7)$$

Perilaku sosial terdiri dari suatu tindakan individu dan pengaruh dari individu-individu lain di suatu kelompok. Kata partikel menunjukkan seperti halnya

seekor burung dalam kawanan burung. Setiap individu atau partikel mempunyai perilaku secara terdistribusi dengan menggunakan kecerdasannya (*intelligence*) sendiri serta akan dipengaruhi oleh perilaku kelompok kolektifnya (Paffrath et al., 2002).

Dalam konteks optimasi multivariable, kawanan tersebut diasumsikan mempunyai ukuran tertentu atau tetap dengan setiap partikel posisi awalnya terletak pada lokasi yang acak dalam ruang multidimensi. Pada setiap partikel akan diasumsikan mempunyai dua karakteristi yaitu posisi dan kecepatan. Setiap partikel akan bergerak pada ruang tertentu serta mengingat posisi terbaik yang pernah dilalui atau ditemukan terhadap sumber makanan atau nilai fungsi objektif (Farid et al., 2020).

Setiap partikel memiliki nilai keunggulan yang dapat dievaluasi dengan fungsi kemampuan untuk menentukan pengalaman yang baik untuk dirinya sendiri dan kelompok. Populasi partikel dimulai dengan random. Partikel akan berubah arah pencariannya yang didasarkan pada dua nilai atau pengalaman pada setiap iterasi. Yang pertama yaitu pengalaman pencarian yang terbaik dari setiap individu yang disebut dengan p_{best} yang kedua adalah hasil yang diperoleh seluruh partikel pada populasi dan disebut g_{best} (Arifian, 2016). Apabila p_{best} dan g_{best} diperoleh, partikel akan memperbaharui dan posisinya didasarkan pada:

$$v_{ij}^{(k+1)} = w \cdot v_{ij}^{(k)} + c_1 r_1 (pbest_{ij}^{(k)} - x_{ij}^{(k)}) + c_2 r_2 (gbest_{ij}^{(k)} - x_{ij}^{(k)}) \quad (2.8)$$

$$x_{ij}^{(k+1)} = x_{ij}^{(k)} + v_{ij}^{(k+1)} \quad (2.9)$$

Keterangan:

$v_{ij}^{(k+1)}$ = kecepatan baru dari partikel ke-i

$v_{ij}^{(k)}$ = kecepatan awal dari partikel ke-i

$x_{ij}^{(k+1)}$ = posisi baru dari partikel i

$x_{ij}^{(k)}$ = posisi awal dari partikel i

r_1 dan r_2 = nilai *random* antara 0 dan 1

c_1 = faktor *cognitive learning*

c_2 = faktor *social learning*

w = inersia

g_b = *global best*

p_{best} = *personal best*

posisi sebelumnya yang terbaik dari sebuah partikel akan disimpan sebagai *personal best* (p_{best}) dan posisi terbaik yang diperoleh oleh populasi sejauh ini disebut *global best* (g_{best}). x_{id} merupakan posisi saat ini dari partikel I dimana d merupakan dimensi dari ruang pencarian. Pada metode ini diperlukan *input* pada *parameter value* seperti v_{max} , v_{min} , r_1 , r_2 , c_1 , c_2 dan w agar mendapatkan hasil pencarian yang optimal. Pada *Particle Swarm Optimization* (PSO), posisi partikel akan dibuat dengan nilai acak. Namun pada kasus *Binary Particle Swarm Optimization* (BPSO) representasi posisi tidak hanya nilai acak saja karena tidak akan mempresentasikan penggunaan fitur sehingga perlu dimodifikasi menjadi biner. Posisi partikel pada *Binary Particle Swarm Optimization* (BPSO) dimodelkan

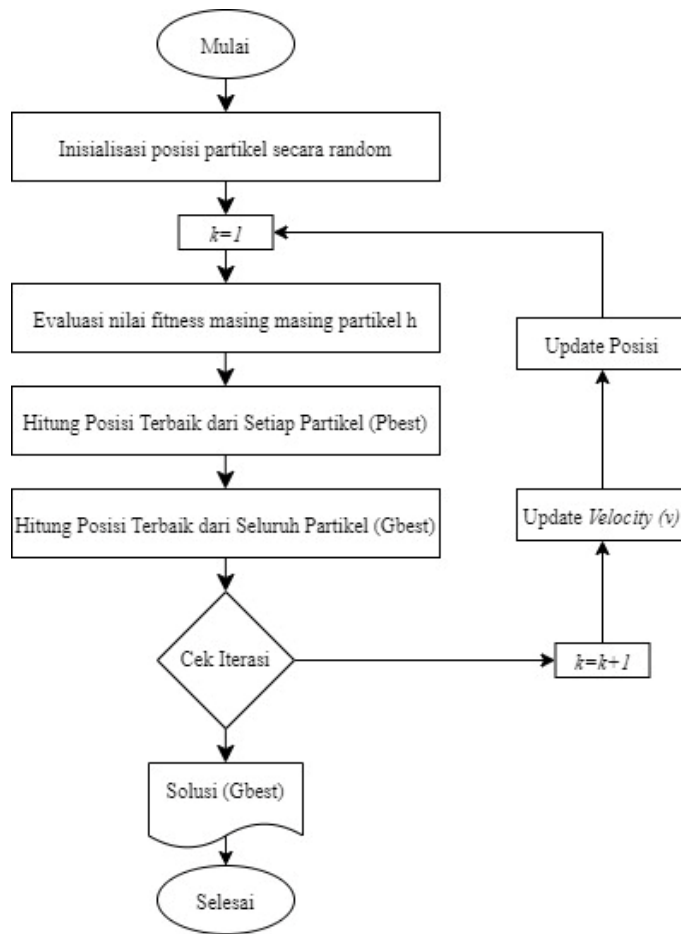
ke bentuk *bit string* untuk dapat membatasi *velocity* dalam interval $[0,1]$. *Velocity* merupakan probabilitas sebagai *bit* X_{ij} (i^{th} partikel dan j^{th} bit) untuk mencapai angka yang bernilai satu (Arifian, 2016). Untuk membatasi kecepatan dapat menggunakan fungsi transformasi *limiting* yang menerapkan fungsi *sigmoid* dengan persamaan sebagai berikut:

$$x_{ij}^{(k+1)} = \begin{cases} 1, \text{sigmoid}(v_{ij}^{(k+1)}) > \text{rand} \\ 0, \text{sigmoid}(v_{ij}^{(k+1)}) < \text{rand} \end{cases} \quad (2.10)$$

Algoritma *Binary Particle Swarm Optimization* (BPSO) didesain untuk mengatasi permasalahan optimasi secara kombinasi, partikel akan menangkap nilai vector biner dengan panjang n dan kecepatan ditandai sebagai probabilitas dari bit x_n untuk mencapai nilai 1 (Arifian, 2016). *Binary particle swarm optimization* (BPSO) membalikkan rumus untuk kecepatan apabila kecepatan tersebut dibatasi pada interval $[0,1]$ dengan membatasi fungsi transformasi dan menggunakan fungsi sigmoid, yaitu:

$$S(v_{ij}^{k+1}) = \frac{1}{\exp(-v_{ij}^{k+1})} \quad (2.11)$$

Metode *Binary Particle Swarm Optimization* (BPSO) memiliki beberapa langkah untuk menjalankan algoritmanya, dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Flowchart Metode Optimasi

Berikut langkah-langkah algoritma yang akan dilakukan:

1. Inisialisasi posisi partikel secara random.
2. Evaluasi setiap posisi dari partikel terhadap nilai objektif.
3. Menentukan posisi terbaaik dari setiap partikel (P_{best}).
4. Menentukan posisi terbaik dari seluruh partikel (G_{best}).
5. *Update velocity* dari setiap partikel dengan persamaan:

$$v_{ij}^{(k+1)} = w \cdot v_{ij}^{(k)} + c_1 r_1 (pbest_{ij}^{(k)} - x_{ij}^{(k)}) + c_2 r_2 (gbest_{ij}^{(k)} - x_{ij}^{(k)}) \quad (2.12)$$

Keterangan:

$v_{ij}^{(k+1)}$ = kecepatan baru dari partikel ke-i

$v_{ij}^{(k)}$ = kecepatan awal dari partikel ke-i

$x_{ij}^{(k)}$ = posisi baru dari partikel i

$x_{ij}^{(k)}$ = posisi awal dari partikel i

r_1 dan r_2 = nilai *random* antara 0 dan 1

c_1 = faktor *cognitive learning*

c_2 = faktor *social learning*

w = inersia

g_b = *global best*

p_{best} = *personal best*

6. Pindahkan posisi partikel dalam posisi terbaru, dengan persamaan:

$$x_{ij}^{(k+1)} = x_{ij}^{(k)} + v_{ij}^{(k+1)} \quad (2.14)$$

7. Cek iterasi, apalagi belum memenuhi ulangi langkah kedua dengan melakukan *update velocity* (v) dan *update* posisi sampai sesuai dengan kriteria yang optimal.

2.5 Penelitian Terkait

Tabel 2.3 Penelitian Terkait

Identitas Penelitian	Judul	Permasalahan	Metode	Hasil
Syakirin, Harsiansyah, Purwoharjono, Program Studi Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, 2019	Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi 20KV PT.PLN (Persero) Rayon Ngabang Menggunakan Metode FMEA	Bagaimana mendapatkan MTTF, MTTR, MTBF, SAIFI, SAIDI, CAIDI, CAIFI	<i>Failure Models and Effect Analysis</i>	Dari hasil perbandingan SPLN, Feeder Sengah Termila memiliki indeks keandalan yang tidak andal karena nilai lebih besar dibandingkan SPLN 68-2 Tahun 1986, hal tersebut diakibatkan karena panjang saluran serta beban yang jauh pada Feeder Sengah Temila. Sedangkan pada Feeder Tungkul, indeks keandalan memiliki nilai yang andal

Identitas Penelitian	Judul	Permasalahan	Metode	Hasil
				terhitung andal karena lebih kecil dari SPLN 68-2 Tahun 1986.
Hendrik Kenedy Tupan, Rini Nur Nurhasanah, Wijono, Jurnal EECCIS Vol 11, No. 1, April 2017	Optimasi Penempatan <i>Load Break Switch</i> (LBS) pada Penyulang Karpan 2 Ambon menggunakan Metode Algoritma Genetika	Dilakukan upaya untuk mengoptimalkan penempatan 5 LBS yang ada pada penyulang Karpan 2 Ambon untuk meminimalisir total daya reaktif (terdampak), serta untuk dapat meningkatkan keandalan sistem distribusi.	Algoritma Genetika	Kromosom individu yang dibangkitkan dalam populasi sebanyak 6 kromosom individu dengan 5 gen yang mewakili jumlah LBS yang terdapat pada saluran. Titik LBS menggunakan GA, diperoleh total nilai Q yang minimal. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai SAIDI dan SAIFI setelah optimasi penempatan LBS memiliki nilai yang paling

Identitas Penelitian	Judul	Permasalahan	Metode	Hasil
				mendekati standar SUTM radial, yaitu sebesar 25,30 jam/tahun dan Untuk f sebesar 3,86 kali/tahun. Simpangan <i>error</i> dari SAIDI dan SAIFI sebesar 20,479% untuk d dan 20,625% untuk f.
Gunawan Sihombing, Surya Hardi, Rohana, Pasca Sarjana Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara, 2022	Analisis Indeks Keandalan secara Teknis dan Ekonomis Jaringan Distribusi 20KV dengan Menggunakan Metode <i>Section Technique</i> pada	Gangguan atau kerusakan yang mengakibatkan pemadaman listrik dapat mempengaruhi nilai keandalan sistem distribusi. Tingginya gangguan mengakibatkan terjadinya	<i>Section Technique</i>	Dengan menggunakan metode <i>section technique</i> maka akan diketahui indeks yang sering mengalami kegagalan atau gangguan. Nilai indeks keandalan SAIFI melebihi

Identitas Penelitian	Judul	Permasalahan	Metode	Hasil
	PT.PLN (Persero) Rayon Belawan	pemadaman dan terhentinya penyaluran energi dan berakibat pada banyaknya energi yang tak tersalurkan (ENS).		standard yang ditetapkan oleh IEEE Std 1366-2003 dan memenuhi standar yang ditetapkan SPLN. Nilai SAIDI memenuhi standard yang telah ditetapkan IEEE Std 1366-2003 dan memenuhi standar SPLN. Nilai CAIDI melebihi standard yang ditetapkan IEEE-1366-2003 dan melebihi standar yang ditetapkan SPLN.
Syarifah, Rudy Kurniawan, Asmar, Jurusan Teknik Elektro,	Analisis Kelayakan Pemasangan <i>Load Break Switch</i> (LBS) Penyulang	Adanya <i>maintenance</i> atau pemeliharaan <i>circuit breaker</i> pada penyulang Rindik,	Newton Raphson	Hasil perbandingan simulasi dari 3 kondisi simulasi manuver yang

Identitas Penelitian	Judul	Permasalahan	Metode	Hasil
Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung, 2021	Rindik pada Proses Manuver antar Penyulang di PLN ULP Toboali	pihak PLN sedang berencanankan menambahkan <i>load break switch</i> dengan cara melakukan manuver beban pada penyulang Rindik, maka diperlukan analisis mengenai aliran daya antara <i>eksisting</i> dan sesudah manuver.		dilakukan, manuver beban yang menghasilkan tegangan ujung yang baik serta memiliki rugi-rugi daya yang paling kecil adalah pada simulasi manuver pertama, dimana penyulang Rindik melakukan manuver ke penyulang Bencah Bus K72. Sehingga kondisi pemasangan <i>load break switch</i> layak dipasang.