

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Sistem Tenaga Listrik

Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik, sistem distribusi ini berguna untuk membagi dan menyalurkan tenaga listrik dari sumber tenaga listrik sampai ke beban listrik[1]. Adapun beberapa peralatan yang dipakai dalam jaringan distribusi ini adalah

##### 2.1.1 Transformator

Transformator atau trafo adalah alat yang memindahkan tenaga listrik antar dua rangkaian listrik atau lebih melalui induksi elektromagnetik. Transformator bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Tegangan masukan bolak-balik yang membentangi primer menimbulkan fluks magnet yang idealnya semua bersambung dengan lilitan sekunder. Fluks bolak-balik ini menginduksikan gaya gerak listrik (ggl) dalam lilitan sekunder. Jika efisiensi sempurna, semua daya pada lilitan primer akan dilimpahkan ke lilitan sekunder.

Transformator mempunyai 2 jenis yaitu transformator step-up dan transformator step-down, Transformator step-up adalah transformator yang memiliki lilitan sekunder lebih banyak daripada lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai penaik tegangan. Transformator ini biasa ditemui pada pembangkit tenaga listrik sebagai penaik tegangan yang dihasilkan generator menjadi tegangan tinggi yang digunakan dalam

transmisi jarak jauh. Berbeda dengan transformator step-up, Transformator step-down memiliki lilitan sekunder lebih sedikit daripada lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai penurun tegangan. Transformator jenis ini sangat mudah ditemui, terutama dalam adaptor AC-DC.

### **2.1.2 Kabel Penghantar**

Kabel listrik adalah media untuk menyalurkan energi listrik. Sebuah kabel listrik terdiri dari isolator dan konduktor. Isolator di sini adalah bahan pembungkus kabel yang biasanya terbuat dari bahan thermoplastik atau thermosetting, sedangkan konduktornya terbuat dari bahan tembaga ataupun aluminium. Kemampuan hantar sebuah kabel listrik ditentukan oleh KHA (kemampuan hantar arus) yang dimilikinya, sebab parameter hantaran listrik ditentukan dalam satuan Ampere. Kemampuan hantar arus ditentukan oleh luas penampang konduktor yang berada dalam kabel listrik, adapun ketentuan mengenai KHA kabel listrik diatur dalam spesifikasi SPLN.

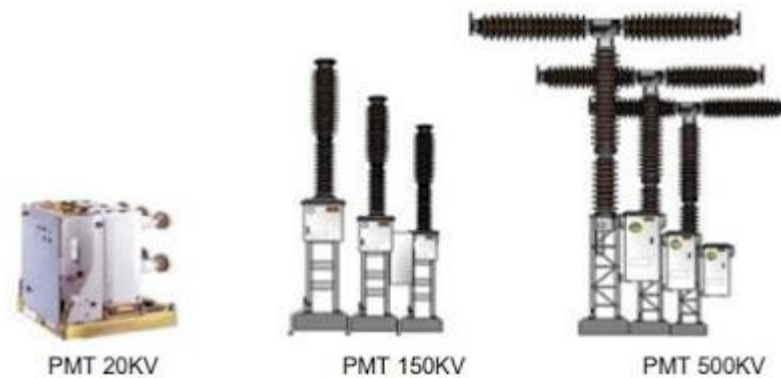
### **2.1.3 Circuit Breaker**

Circuit Breaker atau Pemutus Tenaga (PMT) berdasarkan IEV (International Electrotechnical Vocabulary) 441-14-20 merupakan peralatan saklar/switching mekanis, yang mampu menutup, mengalirkan dan memutus arus beban dalam kondisi normal serta mampu menutup,

mengalirkan (dalam periode waktu tertentu) dan memutus arus beban dalam kondisi abnormal/gangguan seperti kondisi hubung singkat (short circuit). Sedangkan definisi circuit breaker berdasarkan IEEE C37.100:1992 (Standard definitions for power switchgear) adalah merupakan peralatan saklar/ switching mekanis, yang mampu menutup, mengalirkan dan memutus arus beban dalam kondisi normal sesuai dengan ratingnya serta mampu menutup, mengalirkan (dalam periode waktu tertentu) dan memutus arus beban dalam spesifik kondisi abnormal/gangguan sesuai dengan ratingnya. Fungsi utamanya adalah sebagai alat pembuka atau penutup suatu rangkaian listrik dalam kondisi berbeban, serta mampu membuka atau menutup saat terjadi arus gangguan (hubung singkat) pada jaringan atau peralatan lain.

Jenis circuit breaker berdasarkan tegangannya dapat dibedakan sebagai berikut :

1. Circuit breaker tegangan rendah (Low Voltage) dengan range tegangan 0,1 s/d 1 kV (SPLN 1.1995 - 3.3)
2. Circuit breaker tegangan menengah (Medium Voltage) dengan range tegangan 1 s/d 35 kV (SPLN 1.1995 – 3.4)
3. Circuit breaker tegangan tinggi (High Voltage) dengan range tegangan 35 s/d 245 kV (SPLN 1.1995 – 3.5)
4. Circuit breaker tegangan extra tinggi (Extra High Voltage) dengan range tegangan lebih besar dari 245 kVAC (SPLN 1.1995 – 3.6)



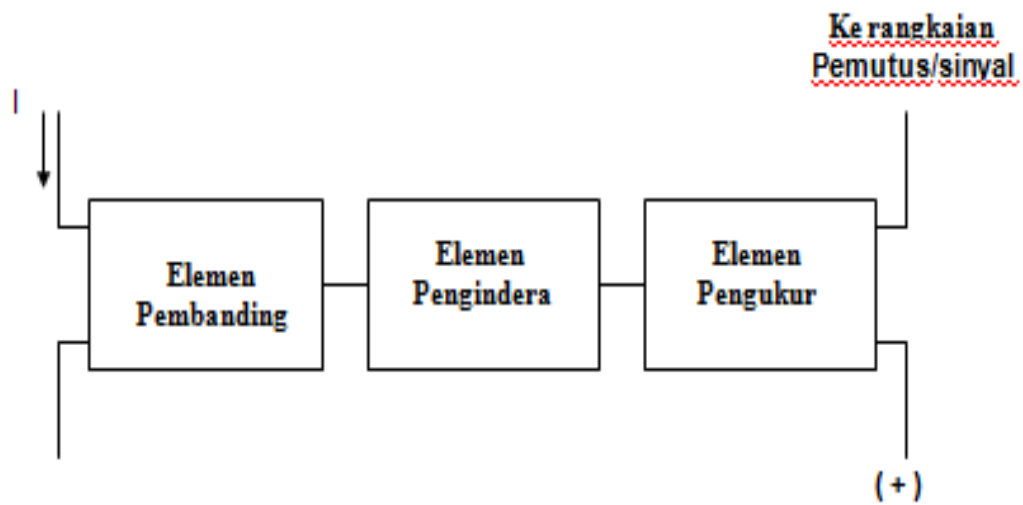
**Gambar 2.1.** Macam-macam PMT

#### **2.1.4 Rele Proteksi Arus Lebih**

proteksi sistem tenaga listrik adalah sistem proteksi yang dipasang pada peralatan-peralatan listrik suatu sistem tenaga listrik, misalnya generator, transformator, jaringan dan lain-lain, terhadap kondisi abnormal operasi sistem itu sendiri. Proteksi overload dikembangkan jika dalam semua hal rangkaian listrik diputuskan sebelum terjadi overheating. Jadi disini overload action relatif lebih lama dan mempunyai fungsi inverse terhadap kwadrat dari arus. Proteksi gangguan hubung singkat dikembangkan jika action dari sekering atau circuit breaker cukup cepat untuk membuka rangkaian sebelum arus dapat mencapai harga yang dapat merusak akibat overheating, arcing atau ketegangan mekanik.

Proteksi tenaga listrik diterapkan pada distribusi tenaga listrik agar jika terjadi gangguan peralatan yang berhubungan dengan transmisi tenaga listrik tidak mengalami kerusakan. Ini juga termasuk saat terjadi perawatan dalam kondisi menyala. Jika proteksi bekerja dengan baik, maka pekerja dapat melakukan pemeliharaan transmisi tenaga listrik dalam kondisi bertegangan. Jika saat melakukan pemeliharaan tersebut terjadi gangguan, maka pengaman-pengaman yang terpasang harus bekerja demi mengamankan sistem dan manusia yang sedang melakukan perawatan

Salah satu peralatan penting dalam sistem proteksi distribusi ini adalah rele proteksi, Rele proteksi adalah suatu alat yang bekerja secara otomatis untuk mengatur memasukan suatu rangkaian listrik (rangkaiannya trip atau alarm) akibat adanya perubahan lain. Rele, sebagai alat perasa untuk mendeteksi adanya gangguan yang selanjutnya memberi perintah trip kepada Pemutus Tenaga (PMT). Pemilihan rele proteksi harus mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut [3] : Proteksi maksimum, biaya peralatan minimum, proteksi yang handal, operasi cepat, desain simpel, sensitivitas tinggi terhadap gangguan, dan tidak sensitif terhadap arus beban normal. Secara garis besar bagian dari rele proteksi terdiri dari tiga bagian utama, seperti pada blok diagram dibawah ini :



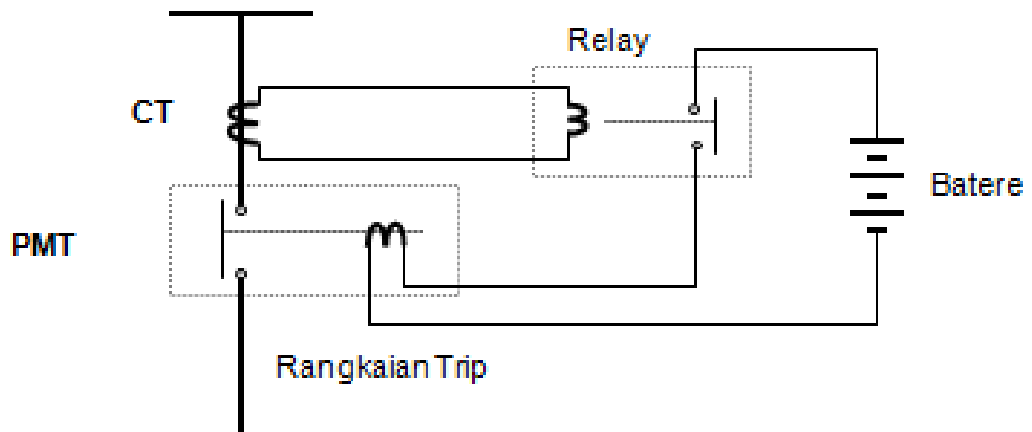
**Gambar 2.2.** Blok diagram rele proteksi

Masing-masing elemen/bagian mempunyai fungsi sebagai berikut :

1. Elemen pengindera. Elemen ini berfungsi untuk merasakan besaran-besaran listrik, seperti arus, tegangan, frekuensi, dan sebagainya tergantung rele yang dipergunakan. Pada bagian ini besaran yang masuk akan dirasakan keadaannya, apakah keadaan yang diproteksi itu mendapatkan gangguan atau dalam keadaan normal, untuk selanjutnya besaran tersebut dikirimkan ke elemen pembanding.
2. Elemen pembanding. Elemen ini berfungsi menerima besaran setelah terlebih dahulu besaran itu diterima oleh elemen oleh elemen pengindera untuk membandingkan besaran listrik pada saat keadaan normal dengan besaran arus kerja rele.

3. Elemen pengukur/penentu. Elemen ini berfungsi untuk mengadakan perubahan secara cepat pada besaran ukurnya dan akan segera memberikan isyarat untuk membuka PMT atau memberikan sinyal.

Pada sistem proteksi menggunakan rele proteksi sekunder digambarkan sebagai berikut:



**Gambar 2.3.** Rangkaian Rele Proteksi Sekunder

Transformator arus ( CT ) berfungsi sebagai alat pengindera yang merasakan apakah keadaan yang diproteksi dalam keadaan normal atau mendapat gangguan. Sebagai alat pembanding sekaligus alat pengukur adalah rele, yang bekerja setelah mendapatkan besaran dari alat pengindera dan membandingkan dengan besar arus penyetalan dari kerja rele. Apabila besaran tersebut tidak setimbang atau melebihi besar arus penyetalannya, maka kumparan rele akan bekerja menarik kontak dengan cepat atau dengan waktu tunda dan memberikan perintah pada

kumparan penjatuh (trip-coil) untuk bekerja melepas PMT. Sebagai sumber energi/penggerak adalah sumber arus searah atau batere.

Rele arus lebih merupakan salah satu jenis rele proteksi, Rele arus lebih merupakan rele pengaman yang bekerja karena adanya besaran arus dan terpasang pada jaringan tegangan tinggi, tegangan menengah juga pada pengaman transformator tenaga. Rele ini berfungsi untuk mengamankan peralatan listrik akibat adanya gangguan phasa-phasa. Rele arus lebih adalah rele yang beroperasi ketika arus yang mengalir melebihi batas yang diizinkan. Rele akan bekerja apabila memenuhi keadaan sebagai berikut [3]:

$I_f > I_p$       rele bekerja      (*trip*)

$I_f < I_p$       tidak bekerja      (blok)

Dimana  $I_p$  merupakan arus kerja yang dinyatakan menurut gulungan sekunder dari trafo arus (CT). Dan  $I_f$  merupakan arus gangguan yang juga dinyatakan terhadap gulungan sekunder CT. Rele arus lebih ini hampir melindungi semua bagian pada sistem tenaga listrik misalnya jaringan transmisi, trafo, generator, dan motor. Rele arus lebih dapat berupa Rele arus lebih waktu tertentu, Rele arus lebih waktu *invers*, Rele arus lebih waktu instan. Pada sistem kelistrikan di PT. Wilmar, peralatan arus lebih yang digunakan adalah rele digital jenis semam yang merupakan produk dari Merlin Gerin dengan sistem setting yang smart dan mudah digunakan[2].





**Gambar 2.4.** Bentuk Fisik dari Relay Arus Lebih

### **2.1.5 Beban Listrik**

Beban Listrik adalah segala sesuatu yang ditanggung oleh pembangkit listrik atau bisa disebut segala sesuatu yang membutuhkan tenaga/daya listrik. Dalam kehidupan sehari-hari contoh beban listrik adalah setrika listrik, lampu listrik, Motor listrik, dll. Beban listrik dikatakan juga sebagai hambatan/resistan(Resistance) dalam ilmu listrik dimana dapat dirumuskan pada hukum ohm , Hukum Ohm adalah suatu pernyataan bahwa besar arus listrik yang mengalir melalui sebuah penghantar selalu berbanding lurus dengan beda potensial yang diterapkan kepadanya. Sebuah benda penghantar dikatakan mematuhi hukum Ohm apabila nilai resistansinya tidak bergantung terhadap

$$V = I.R \quad (2.1)$$

Dimana :

V adalah tegangan listrik dalam satuan volt

I adalah arus listrik dalam satuan ampere

R adalah hambatan/resistansi penghantar dalam satuan ohm

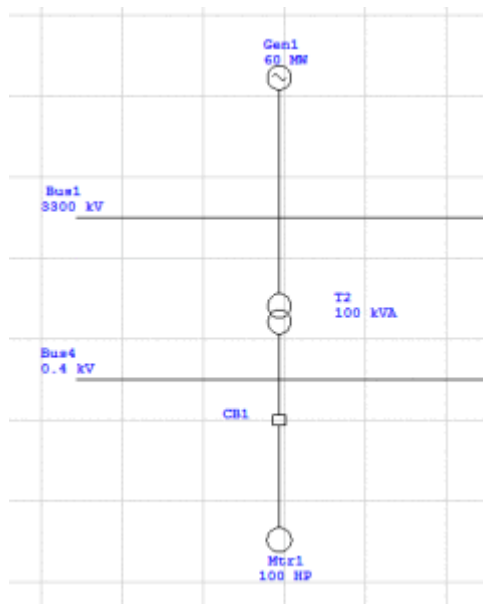
Ada 2 jenis beban listrik berdasarkan sumbernya :

1. Beban Listrik Tegangan Searah, Pada tegangan searah, semua beban adalah resistif(tidak ada pergeseran fase atau sudut) maka rumus yang digunakan adalah rumus pada hukum Ohm.
2. Beban Listrik Tegangan bolak-balik, Pada tegangan bolak-balik, beban dapat diklasifikasikan menjadi 3 macam, yaitu : resistif, induktif dan kapasitif

### **2.1.6 Single Line Diagram**

Single line diagram itu gambar listrik satu garis, yang menjelaskan sistem kelistrikan pada gardu induk secara sederhana sehingga memudahkan mengetahui kondisi dan fungsi dari setiap bagian peralatan instalasi yang terpasang, untuk operasi maupun pemeliharaan.

Single line diagram mempunyai tujuan untuk menyederhanakan hubungan elektrikal yang lebih sederhana, dengan melihat dimana sumbernya dan dimana beban-beban sistem tersebut, meskipun sebenarnya dalam kenyataannya hubungan itu bisa dengan tiga fasa, atau tiga kabel.




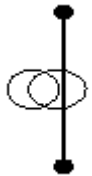

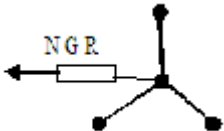
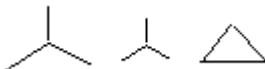
**Gambar 2.5.** Single Line Diagram

Bagan kutub tunggal di gambarkan dengan simbol-simbol yang mewakili bentuk dan fungsi setiap peralatan yang tersedia seperti dijelaskan sbb:

**Tabel 2.1** Simbol Dalam Single Line Diagram

NO	SIMBOL	KETERANGAN
1		Pemutus Tenaga (PMT) berfungsi sebagai alat untuk memutuskan dan menyambung arus beban baik pada kondisi normal maupun gangguan.
2		Pemisah (PMS) berfungsi sebagai alat untuk memisahkan peralatan dari tegangan. Terdiri dari pemisah tegangan (PMS REL & PMS Line) dan pemisah pentanahan.

Lanjutan Tabel 2.1 Simbol Dalam Single Line Diagram

NO	SIMBOL	KETERANGAN
3		<p>Transformator Tenaga adalah Transformator yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya.</p>
4		<p>Transformator Arus (CT) adalah trafo instrument yang berfungsi untuk merubah arus besar menjadi arus kecil sehingga dapat diukur dengan Amper meter.</p>
5		<p>Transformator Tegangan/Potensial (PT) adalah trafo instrument yang berfungsi untuk merubah tegangan tinggi menjadi tegangan rendah sehingga dapat diukur dengan Volt meter.</p>
6		<p>Netral Grounding Resistor (NGR) adalah alat bantu untuk pengaman peralatan Trafo tenaga, bila terjadi hubung singkat pada sistem sekunder.</p>
7		<p>Vektor group adalah hubungan kumparan tiga fasa sisi primer, sekunder dan tertier yang dijelaskan dengan angka pada jam.</p>

## 2.2 Koordinasi Setting Rele Arus Lebih

Rele arus lebih dapat berupa Rele arus lebih waktu tertentu, Rele arus lebih waktu *invers*, Rele arus lebih waktu instan.

### 2.2.1 Setting Rele Arus Lebih Waktu Invers

Batas penyetelan rele arus lebih adalah rele tidak bekerja pada saat beban maksimum. Oleh karena itu *setting* arusnya harus lebih besar dari arus beban maksimum. *Rele* arus lebih memiliki setelan *pickup* dan setelan *time dial*. Pada rele arus lebih, besarnya arus *pickup* ini ditentukan dengan pemilihan *tap*. Adapun untuk menentukan besarnya *tap* yang digunakan dapat menggunakan persamaan berikut :

$$Tap = \frac{I_{set}}{CT_{primary}} \quad (2.2)$$

Iset adalah arus *pickup* dalam Ampere. Menurut standart British BS 142 batas penyetelannya adalah 1,05-1,3 Iset.

Setelan *time dial* menentukan waktu operasi rele. Untuk menentukan *time dial* dari masing-masing kurva karakteristik invers rele arus lebih dapat digunakan persamaan sebagai berikut [5]:

$$td = \frac{k \times T}{\beta \times \left[ \left( \frac{I}{I_{set}} \right)^\alpha - 1 \right]} \quad (2.3)$$

Di mana :

td = waktu operasi (detik)

T = *time dial*

I = nilai arus (Ampere)

$I_{set}$  = arus *pickup* (Ampere)

$k$  = koefisien invers 1 (lihat Tabel 2.1)

$\alpha$  = koefisien invers 2 (lihat Tabel 2.1)

$\beta$  = koefisien invers 3 (lihat Tabel 2.1)

**Tabel 2.2** Koefisien invers *time dial*

Tipe Kurva	Koefisien		
	K	$\alpha$	$\beta$
<i>Standard Inverse</i>	0,14	0,02	2,970
<i>Very Inverse</i>	13,50	1,00	1,500
<i>Extremely Inverse</i>	80,00	2,00	0,808

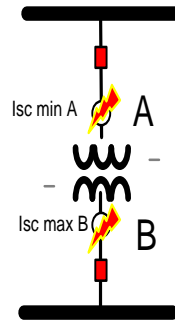
### 2.2.2 Setting Rele Arus Lebih Instan

Rele arus lebih instan akan bekerja seketika jika ada arus lebih yang mengalir melebihi batas yang diijinkan. Dalam menentukan setelan *pickup* instan ini digunakan  $I_{sc\ min}$  yaitu arus hubung singkat 2 fasa pada pembangkitan minimum. Sehingga *setting* ditetapkan:

$$I_{set} \leq 0,8 I_{sc\ min} \quad (2.4)$$

Untuk Pertimbangan khusus untuk pengaman *feeder* yang dipisahkan oleh trafo, koordinasi pengaman dibedakan menjadi dua daerah, yakni daerah *low voltage* (LV), dan daerah *high voltage* (HV) seperti pada Gambar 2.5. Untuk menentukan *setting pickup* dengan syarat sebagai berikut:

$$I_{sc\ max\ bus\ B} \leq I_{set} \leq 0,8 I_{sc\ min, A} \quad (2.5)$$



**Gambar 2.6** Rele arus lebih pengamanan trafo

Di mana  $I_{sc \text{ max bus B}}$  merupakan arus hubung singkat tiga fasa maksimum pada titik B, sedangkan  $I_{sc \text{ min, A}}$  adalah arus hubung singkat minimum pada titik A.

### 2.2.3 Koordinasi Berdasarkan Arus dan Waktu

Antara rele pengaman utama dan rele pengaman backup tidak boleh bekerja secara bersamaan. Untuk itu diperlukan adanya *time delay* antara rele utama dan rele *backup*. *Time delay* ini sering dikenal sebagai setelan *setting* kelambatan waktu ( $\Delta t$ ) atau *grading time*. Perbedaan waktu kerja minimal antara rele utama dan rele *backup* adalah 0,2 – 0,35 detik [2]. Dengan spesifikasi sebagai berikut menurut standard IEEE 242 :

Waktu buka CB : 0,04 – 0,1s (2-5 cycle)

*Overtravel* dari rele : 0,1s

Faktor keamanan : 0,12 – 0,22s

Untuk rele berbasis *Microprocessor Overtravel time* dari rele diabaikan. Sehingga total waktu yang diperlukan adalah 0,2 – 0,4s.

### 2.3 Algoritma Particle Swarm Optimization

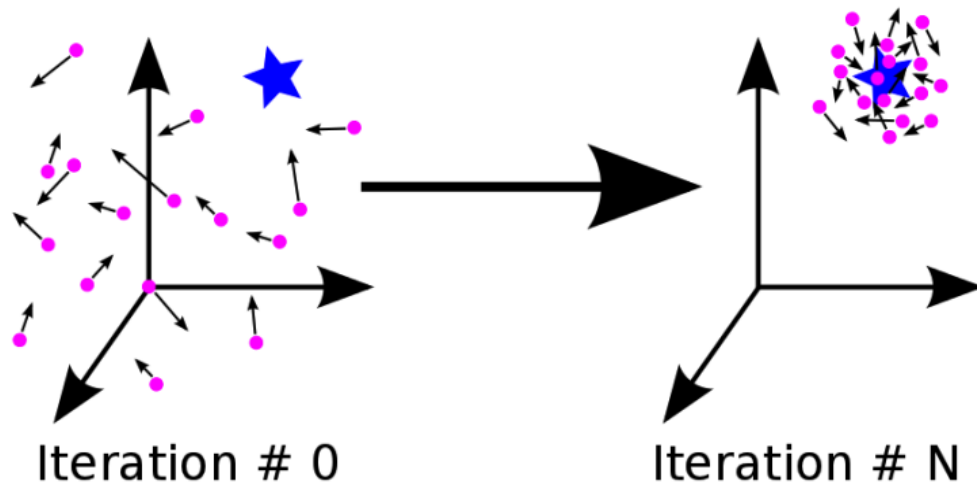
Swarm Intelligence adalah kecerdasan kolektif yang muncul dari sekelompok agent atau individu makhluk hidup[5]. Salah satu metode yang dapat diterapkan adalah *particle swarm optimization* (PSO). PSO diperkenalkan oleh Kennedy dan Eberhart pada tahun 1995, terinspirasi dari perilaku sosial hewan, seperti segerombolan burung.

Penggunaan metode PSO ini didasarkan pada penggunaan operasi matematika primitif dan secara komputasional tidak besar dalam hal pemanfaatan memori serta kecepatan pemrosesan, algoritma yang sangat sederhana, dan paradigma dapat diimplementasikan hanya dalam beberapa baris kode. Metode ini meniru kemampuan binatang yang mencari sumber makanan, setiap individu dalam PSO akan dianggap sebagai sebuah partikel. Algoritma PSO berfokus pada penyelesaian masalah optimasi dalam pencarian ruang untuk mendapatkan solusi.

Algoritma ini adalah salah satu dari teknik komputasi evolusioner, yang mana populasi pada PSO didasarkan pada penelusuran algoritma dan diawali dengan suatu populasi yang random yang disebut dengan *particle*. Berbeda dengan teknik komputasi evolusioner lainnya, setiap *particle* di dalam PSO juga berhubungan dengan suatu *velocity*. Partikel-partikel tersebut bergerak melalui penelusuran ruang dengan *velocity* yang dinamis yang disesuaikan menurut perilaku historisnya. Oleh karena itu, partikel-partikel mempunyai



kecenderungan untuk bergerak ke area penelusuran yang lebih baik setelah melewati proses penelusuran.



**Gambar 2.7.** Ilustrasi pergerakan Algoritma PSO

Perhatikan Ilustrasi PSO, setiap partikel setara dengan burung, mereka terus-menerus memperbarui mereka posisi dan *velocity*. Mereka mencapai solusi optimal melalui iterasi terus menerus. Menentukan sendiri posisi dan kualitas *velocity* oleh dua nilai “extremes” dalam setiap iterasi. Nilai ekstrim pertama adalah solusi optimal ditemukan oleh partikel itu sendiri, disebut *local best*, Dan ekstrem yang lain adalah solusi optimal yang ditemukan oleh seluruh partikel, yang disebut *global best*. Sehingga posisi optimal dan kecepatan bisa dipilih secara tepat.

## 2.4 Etap 12.6

Etap (Electric Transient and Analysis Program) merupakan suatu perangkat lunak yang mendukung sistem tenaga listrik. Perangkat ini mampu bekerja dalam keadaan offline untuk simulasi tenaga listrik, online untuk

pengelolaan data real-time atau digunakan untuk mengendalikan sistem secara real-time[6]. Fitur yang terdapat di dalamnya pun bermacam-macam antara lain fitur yang digunakan untuk menganalisa pembangkitan tenaga listrik, sistem transmisi maupun sistem distribusi tenaga listrik. Etap ini awalnya dibuat dan dikembangkan untuk meningkatkan kualitas keamananan fasilitas nuklir di Arnerika Serikat yang selanjutnya dikembangkan menjadi sistem monitor manajemen energi secara real time, simulasi, kontrol, dan optimasi sistem tenaga listrik. Etap dapat digunakan untuk membuat proyek sistem tenaga listrik dalam bentuk diagram satu garis (one line diagram) dan jalur sistem pentanahan untuk berbagai bentuk analisis, antara lain: aiiran daya, hubung singkat, starting motor, trancient stability, koordinasi relay proteksi dan sistem harmonisasi. Proyek sistem tenaga listrik memiliki masing-masing elemen rangkaian yang dapat diedit langsung dari diagram satu garis dan atau jalur sistem pentanahan. Untuk kemudahan hasil perhitungan analisis dapat ditampilkan pada diagram satu garis[8].

Etap Power Station memungkinkan anda untuk bekerja secara langsung dengan tampilan gambar single line diagram/diagram satu garis . Program ini dirancang sesuai dengan tiga konsep utama:

1. Virtual Reality Operasi

Sistem operational yang ada pada program sangat mirip dengan sistem operasi pada kondisi real nya. Misalnya, ketika Anda membuka atau menutup sebuah sirkuit breaker, menempatkan suatu elemen pada sistem, mengubah status operasi suatu motor, dan utnuak kondisi de-

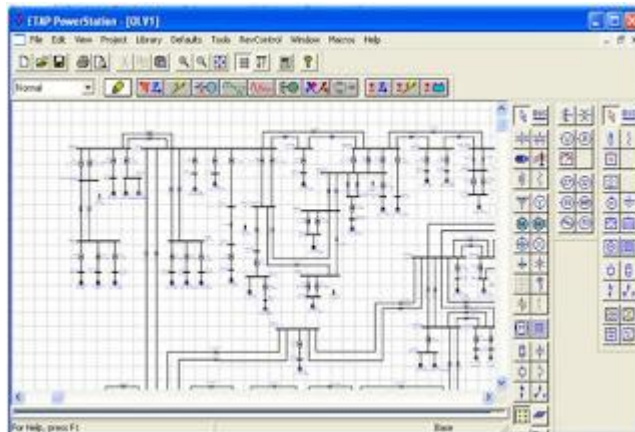
energized pada suatu elemen dan sub-elemen sistem ditunjukkan pada gambar single line diagram dengan warna abu-abu.

## 2. Total Integration Data

Etap Power Station menggabungkan informasi sistem elektrik, sistem logika, sistem mekanik, dan data fisik dari suatu elemen yang dimasukkan dalam sistem database yang sama. Misalnya, untuk elemen sebuah kabel, tidak hanya berisikan data kelistrikan dan tentang dimensi fisiknya, tapi juga memberikan informasi melalui raceways yang dilwati oleh kabel tersebut. Dengan demikian, data untuk satu kabel dapat digunakan untuk dalam menganalisa aliran beban (load flow analysis) dan analisa hubung singkat (short-circuit analysis) yang membutuhkan parameter listrik dan parameter koneksi serta perhitungan ampacity derating suatu kabel yang memerlukan data fisik routing.

## 3. Simplicity in Data Entry

Etap Power Station memiliki data yang detail untuk setiap elemen yang digunakan. Dengan menggunakan editor data, dapat mempercepat proses entri data suatu elemen. Data-data yang ada pada program ini telah dimasukkan sesuai dengan data-data yang ada di lapangan untuk berbagai jenis analisa atau desain.



**Gambar 2.8.** Contoh Tampilan Etap

Etap PowerStation dapat melakukan penggambaran single line diagram secara grafis dan mengadakan beberapa analisa/studi yakni Load Flow (aliran daya), Short Circuit (hubung singkat), motor starting, harmonisa, transient stability, protective device coordination, dan cable derating.

Etap PowerStation juga menyediakan fasilitas Library yang akan mempermudah desain suatu sistem kelistrikan. Library ini dapat diedit atau dapat ditambahkan dengan informasi peralatan bila perlu.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam bekerja dengan Etap PowerStation adalah :

1. One Line Diagram, menunjukkan hubungan antar komponen/peralatan listrik sehingga membentuk suatu sistem kelistrikan.
2. Library, informasi mengenai semua peralatan yang akan dipakai dalam sistem kelistrikan. Data elektrik maupun mekanis dari peralatan yang detail/lengkap dapat mempermudah dan memperbaiki hasil simulasi/analisa.

3. Study Case, berisikan parameter – parameter yang berhubungan dengan metode studi yang akan dilakukan dan format hasil analisa.

## 2.5 Matlab

Matlab adalah sebuah bahasa dengan (high-performance) kinerja tinggi untuk komputasi masalah teknik. Matlab mengintegrasikan komputasi, visualisasi, dan pemrograman dalam suatu model yang sangat mudah untuk pakai dimana masalah-masalah dan penyelesaiannya diekspresikan dalam notasi matematika yang familiar. Matlab dapat digunakan antara lain untuk pemodelan, simulasi, pembuatan prototipe, analisa data dan lain-lain[9].

Matlab merupakan suatu sistem interaktif yang memiliki elemen data dalam suatu array sehingga tidak lagi kita dipusingkan dengan masalah dimensi. Hal ini memungkinkan kita untuk memecahkan banyak masalah teknis yang terkait dengan komputasi, khususnya yang berhubungan dengan matrix dan formulasi vektor, yang mana masalah tersebut merupakan momok apabila kita harus menyelesaikannya dengan menggunakan bahasa level rendah seperti Pascall, C dan Basic.

Dalam lingkungan perguruan tinggi teknik, Matlab merupakan perangkat standar untuk memperkenalkan dan mengembangkan penyajian materi matematika, rekayasa dan kelimuan. Di industri, Matlab merupakan perangkat pilihan untuk penelitian dengan produktifitas yang tinggi, pengembangan dan analisisnya.

Fitur-fitur Matlab sudah banyak dikembangkan, dan lebih kita kenal dengan nama *toolbox*. Sangat penting bagi seorang pengguna Matlab, toolbox mana yang mendukung untuk *learn* dan *apply* teknologi yang sedang dipelajarinya. Toolbox toolbox ini merupakan kumpulan dari fungsi-fungsi Matlab (M-files) yang telah dikembangkan ke suatu lingkungan kerja MATLAB untuk memecahkan masalah dalam kelas particular. Area-area yang sudah bisa dipecahkan dengan toolbox saat ini meliputi pengolahan sinyal, system kontrol, neural networks, fuzzy logic, wavelets, dan lain-lain.

Sebagai sebuah system, Matlab tersusun dari 5 bagian utama:

1. Development Environment.

Merupakan sekumpulan perangkat dan fasilitas yang membantu anda untuk menggunakan fungsi-fungsi dan file-file Matlab. Beberapa perangkat ini merupakan sebuah graphical user interfaces (GUI). Termasuk didalamnya adalah Matlab desktop dan Command Window, command history, sebuah editor dan debugger, dan browsers untuk melihat help, workspace, files, dan search path.

2. Matlab Mathematical Function Library.

Merupakan sekumpulan algoritma komputasi mulai dari fungsi-fungsi dasar seperti: sum, sin, cos, dan complex arithmetic, sampai dengan fungsi-fungsi yang lebih kompleks seperti matrix inverse, matrix eigenvalues, Bessel functions, dan fast Fourier transforms.

3. Matlab Language.

Merupakan suatu high-level matrix/array language dengan control flow statements, functions, data structures, input/output, dan fitur-fitur object-oriented programming. Ini memungkinkan bagi kita untuk melakukan kedua hal baik "pemrograman dalam lingkup sederhana " untuk mendapatkan hasil yang cepat, dan "pemrograman dalam lingkup yang lebih besar" untuk memperoleh hasil-hasil dan aplikasi yang kompleks.

#### 4. Graphics.

Matlab memiliki fasilitas untuk menampilkan vector dan matrices sebagai suatu grafik. Didalamnya melibatkan high-level functions (fungsi-fungsi level tinggi) untuk visualisasi data dua dikensi dan data tiga dimensi, image processing, animation, dan presentation graphics. Ini juga melibatkan fungsi level rendah yang memungkinkan bagi anda untuk membiasakan diri untuk memunculkan grafik mulai dari bentuk yang sederhana sampai dengan tingkatan graphical user interfaces pada aplikasi Matlab anda.

#### 5. Matlab Application Program Interface (API).

Merupakan suatu library yang memungkinkan program yang telah anda tulis dalam bahasa C dan Fortran mampu berinteraksi dengan Matlab. Ini melibatkan fasilitas untuk pemanggilan routines dari Matlab (dynamic linking), pemanggilan Matlab sebagai sebuah computational engine, dan untuk membaca dan menuliskan MAT-files.