

LEMBAR PERSETUJUAN

**STRATEGI URUTAN TRIP PADA JARINGAN TRANSMISI
MENGUNAKAN "BACK-UP PROTECTION
EXPERT SYSTEM (BPES)"**

SKRIPSI

*Disusun dan Diajukan Untuk Melengkapi dan Memenuhi Syarat
Guna Mencapai Gelar Sarjana Teknik Elektro S-1*

Disusun Oleh :

**EDI SUWARJO
NIM. 99.12.059**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1**

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing**



(Ir. E. Yudi Limpraptono, MT)

NIP. Y. 103 950 0274

(Ir. I Made Wartana, MT)

NIP. 131 991 182

**KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Alhamdulillah....

Puji syukur kepada Allah yang Maha Pengasih Dan Penyayang kepada semua hambanya yang telah memberikan berkah dan rahmatnya kepadaku sehingga Skripsi ini bisa terselesaikan. Takut lupa sholawat dan salam saya sampaikan kepada junjungan kita nabi besar Muhammad S.A.W yang telah membawa umatnya kejalan yang benar.

Allah yang Maha Pengasih Dan Penyayang selalu memberikan yang terbaik kepada hambanya karena Dialah yang Maha Adil dan yang mengatur segalanya.

Skripsi ini kupersembahkan kepada:

Ayahanda dan Ibunda tercinta yang telah memberikan dukungan baik dari segi material maupun spiritual. Beribu ucap Terimakasih saya sampaikan kepada Ayahanda dan Ibunda atas do'a, kasih sayang, diutik moral dan agama, semangat dan gembelengan disaat aku masih kecil sampai saat ini yang menjadikan aku kuat menghadapi hidup ini. Perjuangan Ayahanda an Ibunda untuk membesarkanku sampai mendapatkan gelar sarjana ini takkan pernah aku lupakan.

Semoga aku bisa membuat Ayahanda dan Ibunda bahagia.

Mas Ji dan mbak Aul, terima kasih untuk semua bantuan dan pengertiannya aku sudah banyak ngepotin Mas dan Mbak selama ini.

Temen-temen kost n teman-teman mider: Hagang n Denix makasih ya untuk semua bantuannya n untuk mas Hagang cepai tuh skripsinya di selesaikan. Uliq, Warlim, Joyo (mas yang rajin ya ngerjain skripsinya biar cepai lulus), Ary, Genahut, Joko, the-mo, Dedy, Ronald, Chandra, Sari (tuh skripsinya cepai diselesaikan jangan malas malasan aja), Ika (sorry ya aku sering ngerjain kamu) makasih atas bantuan dan dukungan kalian semua.

Temen-temen seperjuangan: Diana, Rully, Heru, Jefri, Bima, Syamsul, Newy, friends akhirnya kua lulus juga.

Temen-temen ST 1-2: Arief, Soleh, Ubed, Rahmat, Tarit, Aris-Bapak, Panjul, Doni, Bambang, Teguh, Jamal, Dedy, Eko, Dani, Kristian, Wawan, dan temen-temen semua yang tidak dapat saya sebut satu per satu, maaf ya...

Dan yang terakhir untuk seseorang yang selalu ada di hatiku baik untuk saat ini, esok, lusa dan selamanya. Terima kasih ya atas do'a, semangat dan dukungan kamu.



ABSTRAKSI

STRATEGI URUTAN TRIP PADA JARINGAN TRANSMISI MENGUNAKAN "BACK-UP PROTECTION EXPERT SYSTEM (BPES)"

(Edi Suwarjo, 99.12.059, TEKNIK ENERGI LISTRIK, 74 halaman)
(Dosen Pembimbing : Ir. I Made Wartana., MT)

Kata kunci : *Back-up Protection, Expert System, Protection Relay, Transmission Networks, Wide Area Protection.*

Abstrak: Mengingat pentingnya kontinuitas pelayanan daya listrik dari pusat pembangkit ke konsumen, maka perlu suatu perencanaan yang tepat untuk mendukung tercapainya kontinuitas pelayanan daya listrik dari pusat pembangkit ke konsumen tersebut. Jaringan transmisi tenaga listrik sangat berperan penting dalam penyaluran daya listrik, untuk itu sistem proteksi yang andal dan efektif diperlukan dalam suatu jaringan transmisi. Dalam jaringan transmisi selain menggunakan proteksi utama sebagai peralatan proteksi utama dari sistem jaringan, juga diperlukan proteksi cadangan yang berfungsi untuk memberikan pengamanan cadangan apabila proteksi utama gagal dalam beroperasi atau kehilangan informasinya.

Strategi urutan trip *Back-up Protection Expert System* (BPES) merupakan salah satu pengamanan cadangan yang dapat diterapkan pada suatu area jaringan transmisi yang luas. Strategi urutan trip BPES dipergunakan untuk mengatasi keadaan pada rele pengamanan yang mengalami gagal dalam beroperasi. BPES adalah sebuah inovasi dalam desain *back-up* proteksi yang dimaksudkan untuk mencegah meluasnya *black-out*. BPES mengevaluasi kepastian bahwa jalur transmisi kemungkinan besar dipengaruhi oleh gangguan dan menggunakan strategi urutan trip untuk mengisolasi gangguan, apabila sebuah rele gagal beroperasi atau kehilangan informasinya. Mode analisa dan strategi urutan trip memastikan bahwa BPES akan mengatasi gangguan dengan mengambil resiko yang paling minimum untuk jaringan transmisi.

KATA PENGANTAR

Syukur *Alhamdulillah Robbil'aalamiin* yang pertama penulis ucapkan Kehadlirat *ALLAH S.W.T* yang telah memberikan *Taufik, Hidayah* serta *Inayah-Nya* kepada kita semua dan khususnya kepada penulis sehingga terselesaikannya Skripsi ini dengan baik, serta tidak lupa saya panjatkan syukur kepada *Baginda Rasulullah Muhammad S.A.W* yang telah membawa kita dari *Zaman Jahiliyah* ke *Zaman yang Terang Benderang*. Adapun Skripsi ini dengan judul **“Strategi Urutan Trip Pada Jaringan Transmisi Menggunakan *Back-Up Protection Expert System (BPES)*”**.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya tak lupa penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Ir. I Made Wartana, MT, selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, saran dan pemikiran serta dukungannya sehingga terselesaikannya skripsi ini.
5. Ayahanda dan Ibunda serta seluruh keluargaku. Terimakasih atas dukungan Moral dan Spiritualnya selama ini.
6. Teman-teman Elektro ITN pada umumnya dan Elektro Energi Listrik pada khususnya serta teman-teman semua baik yang kenal maupun tidak kenal.

Pada akhirnya penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan dari skripsi ini, karena penulis menyadari masih banyak yang dapat disempurnakan di dalam skripsi ini. Dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat di kemudian hari. *Amin Yaa Robbal Aalamiin.*

Malang, Oktober 2005

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
ABSTRAKSI	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Metodologi.....	4
1.6. Sistematika Pembahasan.....	6
1.7. Relevansi.....	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	8
2.1. Gangguan Pada Sistem Tenaga Listrik.....	8
2.2. Macam Gangguan Pada Sistem Tenaga listrik	8

2.2.1.	Gangguan Hubung Singkat Simetri	10
2.2.2.	Gangguan Hubung Singkat Tidak Simetri.....	11
2.3.	Analisa Gangguan.....	11
2.3.1.	Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa ke Tanah	11
2.3.2.	Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa ke Tanah	13
2.3.3.	Gangguan Hubung Singkat Antar Fasa	14
2.3.4.	Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah.....	15
2.4.	Penerapan Rele Pengaman.....	16
2.4.1.	Pertimbangan Mengenai Kemampuan Pengamanan	17
2.4.2.	Pertimbangan Mengenai Kondisi Sistem Tenaga.....	18
2.5.	Pengamanan Menurut Jenis Rangkaian Saluran Transmisi	19
2.5.1.	Saluran Radial.....	19
2.5.2.	Saluran Tertutup	20
2.5.3.	Saluran Ganda Sejajar Dengan Dua Terminal.....	20
2.5.4.	Saluran Banyak Terminal	21
2.5.5.	Saluran Kabel.....	22
2.5.6.	Saluran Dengan Kapasitor Seri.....	23
2.6.	Pengamanan Menurut Sistem Pembumian	23
2.6.1.	Sistem Tak Diketanahkan.....	23
2.6.2.	Sistem Pembumian Dengan Tahanan	23
2.6.3.	Sistem Pembumian Dengan Gulungan Petersen.....	25
2.6.4.	Sistem Pembumian Langsung (Efektif).....	26
2.7.	Penutupan Kembali (Auto Reclosing).....	28

2.7.1.	Sistem Penutupan Kembali	29
2.8.	Rele Pelepas Sistem	32
2.8.1.	Sistem Pelepas Hubung Singkat Tetap	32
2.8.2.	Sistem Pelepas Keadaan Tak Serempak	32
2.8.3.	Sistem Pelepas Frekwensi Tak Normal	33
2.9.	Rele Jarak (Distance Relays)	33
2.9.1.	Karakteristik Rele Jarak	34
2.9.2.	Standart Tiga Zona Proteksi	36
2.9.3.	Jangkauan Rele Jarak	37
2.9.4.	Remote Back-Up	38
BAB III	BACK-UP PROTECTION EXPERT SYSTEM DAN STRATEGI URUTAN TRIP	40
3.1.	Back-Up Protection Expert System (BPES)	40
3.1.1.	Action Factor (AF) Sebagai Dasar Expert Decision System	43
3.1.2.	Evaluasi Kepastian (Certainty Evaluation)	49
3.2.	Strategi Urutan Trip Back-up Protection Expert System	52
3.3.	Penyusunan Algoritma	56
BAB IV	PENGUJIAN DAN ANALISA HASIL PERANCANGAN SISTEM	58
4.1.	Rancangan Sistem Strategi Urutan Trip BPES	58

4.1.1.	Sistem Jaringan Transmisi Dan Rancangan Rele Pengaman	58
4.1.2.	Diagram Alir Sistem Operasional	58
4.2.	Pengujian Perancangan Sistem	62
4.2.1.	Analisa Hasil Pengujian Perancangan Sistem	66
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	72
5.1.	Kesimpulan	72
5.2.	Saran	73

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar :	Halaman
1-1. Blok Diagram Strategi Urutan Trip BPES.....	5
2-1. Hubung Singkat Tiga Fasa.....	12
2-2. Rangkaian Pengganti Hubung Singkat Tiga Phase	12
2-3. Hubung Singkat Dua Fasa ke Tanah.....	13
2-4. Rangkaian Pengganti Hubung Singkat Dua Fasa ke Tanah	13
2-5. Hubung Singkat Antar Fasa.....	14
2-6. Rangkaian Pengganti Hubung Singkat Antar Fasa.....	15
2-7. Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah.....	15
2-8. Rangkaian Pengganti Hubung Singkat Satu Phaseke Tanah.....	16
2-9. Diagram Urutan Waktu Penutupan Kembali Pemutus Beban.....	28
2-10. Karakteristik Tipe-Tipe Rele Jarak.....	35
2-11. Tahapan Waktu Karakteristik Rele Jarak	37
2-12. Zona Tiga yang Reverse dari Rele Jarak	39
3-1. Aplikasi Peralatan BPES pada Sebuah Substation	40
3-2. Lima Tahap Sistem Expert Decision.....	43
4-1. Single Line Sistem Jaringan Transmisi untuk Simulasi Strategi Urutan Trip BPES	58
4-2. Zona-Zona Pengaman Jarak dan Unit Protection	60
4-3. Diagram Alir Sistem Operasional.....	61
4-4. Form Simulasi Strategi Urutan Trip BPES.....	62

4-5.	Keadaan Gangguan dan Main Protection Maloperation Pada Feeder L5	63
4-6.	Report Expert Decision System Untuk Gangguan Pada Feeder L5 dan Main Protection Maloperation	64
4-7.	Trip CB oleh Strategi Urutan Trip Untuk Gangguan pada L5	65
4-8.	Action Factor Protection Elemen Power System.....	66

DAFTAR TABEL

Tabel :	Halaman
3-1. Nilai Action Factor Komponen Power Sistem	47
4-1. Total Nilai AF dari Tiap-Tiap item Dalam FAR Untuk Skenario Gangguan Pada Feeder L5.....	68

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi listrik merupakan kebutuhan yang sangat vital bagi kehidupan pada masa sekarang ini. Sistem tenaga listrik semakin lama semakin kompleks sehingga dibutuhkan sistem proteksi dengan kecepatan operasi yang semakin tinggi dan keandalan yang semakin baik.

Penyaluran daya listrik yang kontinyu dari pusat pembangkit ke konsumen tidak terlepas dari peranan penting sistem proteksi yang andal dari jaringan transmisi. Apabila suatu ketika terdapat gangguan pada jaringan transmisi, rele proteksi utama pada jaringan transmisi yang merasakan dan melihat adanya gangguan harus secara cepat dan tepat dapat menghilangkan atau mengisolasi gangguan, sehingga gangguan yang timbul tidak sampai menyebabkan kerusakan pada saluran dan peralatan jaringan transmisi dan kontinuitas pelayanan daya listrik dapat tetap dilaksanakan.

Pada jaringan transmisi banyak dijumpai suatu rele proteksi utama gagal untuk menghilangkan gangguan yang terjadi dan hal ini mengharapakan *back-up* proteksi dalam suatu jaringan transmisi untuk bekerja menghilangkan gangguan tersebut. Kegagalan rele proteksi utama dalam beroperasi seringkali juga mengakibatkan urutan trip berkelanjutan pada pengaman line jaringan transmisi yang mengakibatkan timbulnya blackout yang semakin luas^[1]. *Back-up* proteksi yang andal adalah solusi utama untuk memperkecil resiko timbulnya *black-out* yang semakin luas akibat gagal beroperasinya rele proteksi utama dalam

menghilangkan gangguan yang terjadi. Untuk itu perlu diterapkan *back-up* proteksi yang andal dan mampu bekerja secara cepat dan tepat untuk menghilangkan gangguan jika proteksi utama mengalami kegagalan dalam beroperasi atau kehilangan informasinya.

Strategi Urutan Trip "*Back-Up Protection Expert System (BPES)*" merupakan inovasi baru dalam desain *back-up* proteksi untuk mengatasi keadaan pada rele pengaman utama yang mengalami kegagalan dalam beroperasi. BPES mengevaluasi faktor kepastian dari line-line transmisi yang terganggu dan menganalisa faktor kepastian kegagalan dari tiap-tiap elemen pengaman untuk selanjutnya dengan strategi urutan trip memutuskan rele mana yang tepat untuk trip dengan mengambil resiko yang paling minimum untuk jaringan transmisi tersebut^{[1][2]}.

1.2. Rumusan Masalah

Jaringan transmisi besar peranannya dalam pelaksanaan kontinuitas pelayanan daya listrik dari pusat pembangkit ke konsumen. Adanya gangguan pada saluran jaringan transmisi harus segera dihilangkan. Penggunaan rele proteksi utama merupakan hal yang tepat mengingat hal tersebut di atas, tetapi sering dijumpai suatu rele proteksi utama mengalami maloperasi sehingga diharapkan *back-up* proteksi bekerja untuk menghilangkan gangguan yang terjadi.

Back-up proteksi yang konvensional terkadang gagal untuk beroperasi jika diperlukan untuk menghilangkan gangguan sehingga hal ini berakibat trip berkelanjutan pada pengaman saluran jaringan transmisi yang menghasilkan

black-out yang semakin luas. Untuk itu perlu adanya suatu back-up proteksi yang sensitif, andal, cepat dan tepat bekerja jika diperlukan dan mampu mengisolasi gangguan pada saluran yang benar-benar terdapat gangguan. Strategi urutan trip *Back-up Protection Expert System* merupakan inovasi dalam back-up proteksi yang dapat digunakan pada saluran jaringan transmisi untuk mengatasi keadaan rele proteksi utama yang gagal beroperasi dalam menghilangkan gangguan.

1.3. Tujuan

Menghitung *Action Factor (AF)* dari line-line yang terganggu. Mengkalkulasi *Certainty Factor (CF)* dan *Certainty Factor of Maloperation (CFM)* untuk mendapatkan line yang benar-benar mengalami gangguan dan pengaman utama gagal dalam beroperasi sehingga meluasnya blackout dapat dihindari dengan cara memberikan instruksi trip CB pada kedua ujung line yang diidentifikasi sebagai line yang terdapat gangguan.

1.4. Batasan Masalah

Dalam penulisan skripsi ini diperkenalkan suatu Strategi Urutan Trip *Back-up Protection Expert System (BPES)* dengan kriteria sebagai berikut :

1. Strategi urutan trip BPES merupakan strategi yang diterapkan pada *Back-up proteksi Expert System* yang bekerja jika rele proteksi utama mengalami *maloperation*.
 2. Strategi urutan trip BPES bekerja dengan menginvestigasi line-line yang kemungkinan besar terdapat gangguan dengan mengevaluasi *Action Factor (AF)* dari line-line yang terganggu. Kemudian mengkalkulasi
-

Certainty Factor (CF) dan *Certainty Factor of Protection Maloperation (CFM)* dari line dan elemen pengaman, strategi urutan trip BPES selanjutnya menghilangkan gangguan dengan mentripkan CB pada kedua ujung line yang terganggu.

3. Dalam skripsi ini hanya disimulasikan bagaimana Strategi urutan trip pada jaringan transmisi dengan menggunakan BPES bekerja untuk mengisolasi gangguan dengan mengevaluasi AF, mengkalkulasi CF, CFM dari line dan elemen pengaman yang terdapat dalam daerah yang dipengaruhi oleh gangguan (FAR) jika terdapat rele proteksi utama mengalami maloperation.

1.5. Metodologi

Metodologi yang dilakukan selama pelaksanaan tugas akhir ini melalui tahap-tahap sebagai berikut :

1. Studi Literature/pustaka

Studi Literature/pustaka mengenai strategi urutan trip BPES dan proteksi jaringan transmisi yang mendukung kerja dari BPES.

2. Perancangan dan pembuatan sistem

Merancang dan membuat sistem untuk mensimulasikan strategi urutan trip BPES sebagaimana digambarkan pada diagram blok, yang dapat dijelaskan sebagai berikut :



Gambar 1-1. Diagram Blok Strategi Urutan Trip BPES

Dari single line jaringan transmisi yang telah dipilih sebagai simulasi, skenario gangguan yang terjadi disimulasikan pada saluran jaringan transmisi yang diikuti dengan maloperation dari proteksi utama. Simulasi dari strategi urutan trip BPES dilakukan dengan penekanan tombol push button yang di dalamnya terdapat algoritma dari strategi urutan trip BPES. Algoritma strategi urutan trip BPES berisi lima tahap expert decision system yang dipergunakan untuk menyelidiki, mencari dan menyimpulkan adanya gangguan pada saluran jaringan transmisi. Lima tahap expert decision tersebut adalah sebagai berikut:

- a) Menentukan inisial *Fault Affected Region (FAR)*
- b) Menghitung nilai *Action Factor (AF)* dari masing-masing line yang terdapat pada inisial FAR
- c) Identifikasi Komponen yang mengalami gangguan
- d) Identifikasi bagian yang mengalami gangguan
- e) Menganalisa dan mengevaluasi *Certainty Factor (CF)*

Dari lima tahap *expert decision system* tersebut akan diperoleh kesimpulan dan laporan mengenai saluran yang kemungkinan besar terdapat gangguan yaitu saluran dengan nilai CF tertinggi diidentifikasi sebagai saluran yang

kemungkinan besar terdapat gangguan. Dengan strategi urutan trip BPES maka saluran yang kemungkinan terdapat gangguan tersebut akan diisolasi dari jaringan transmisi dengan mentripkan CB pada kedua ujung saluran.

3. Pengujian dan analisa

Pengujian dan analisa dari simulasi strategi urutan trip BPES yang telah dibuat.

1.6. Sistematika Pembahasan

Adapun sistematika pembahasan Skripsi ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bagian pendahuluan mencrangkan secara garis besar latar belakang, pembatasan masalah, tujuan dan relevansi, metodologi serta sistematika pembahasan yang terdapat pada Skripsi ini.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bagian ini dibahas teori yang menunjang dalam penulisan Skripsi mengenai gangguan pada sistem tenaga listrik, penerapan rele pengaman, relc pengaman jarak.

BAB III BACK-UP PROTECTION EXPERT SYSTEM DAN STRATEGI URUTAN TRIP

Pada bab ini berisi tentang penjelasan mengenai teori *back-up protection expert system* dan strategi urutan trip serta penyusunan algoritma.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA HASIL PERANCANGAN SISTEM

Bab ini berisi tentang perancangan sistem yang meliputi rancangan sistem jaringan transmisi dan rancangan rele pengaman, hasil pengujian perancangan sistem dan analisa hasil pengujian perancangan sistem.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran untuk penyempurnaan di masa mendatang.

1.7. Relevansi

Pembahasan mengenai penggunaan strategi urutan trip *Back-up Protection Expert Sistem* (BPES) pada suatu jaringan transmisi ini diharapkan dapat menjadi alternatif dan bahan pertimbangan untuk penerapan sistem pengaman cadangan pada jaringan transmisi yang nantinya juga diharapkan dapat diperoleh suatu jaringan transmisi yang andal.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Gangguan Pada Sistem Tenaga Listrik

Pada dasarnya, gangguan yang terjadi pada sistem tenaga listrik adalah setiap keadaan sistem yang menyimpang dari keadaan normal. Gangguan ini dapat menyebabkan kerusakan atau mempengaruhi sistem, antara lain :

1. Terjadi gangguan yang tidak normal dari batas yang diijinkan yang akan menyebabkan arus yang besar mengalir pada saluran.
2. Gangguan dapat menurunkan, menghilangkan atau menaikkan sistem tegangan diluar batas yang diijinkan.
3. Gangguan dapat menyebabkan sistem daya tiga phase menjadi tidak simetris atau tidak seimbang.
4. Gangguan dapat menghalangi aliran daya.
5. Gangguan dapat mengakibatkan sistem tidak stabil dan menghentikan aliran daya sistem tenaga listrik.

Gangguan hubung singkat akan menimbulkan arus gangguan yang sangat besar yang dapat dengan cepat merusak peralatan generator, motor maupun transformator.

2.2. Macam Gangguan Pada Sistem Tenaga Listrik

Gangguan pada sistem tenaga listrik adalah suatu keadaan yang menyebabkan bekerjanya rele dan menjatuhkan pemutus tenaga (PMT), sehingga menyebabkan terputusnya aliran daya yang melalui PMT tersebut. Adapun

gangguan tersebut terjadi disebabkan karena adanya kesalahan mekanis, termis dan tegangan lebih atau karena adanya material yang sudah cacat atau rusak dimakan umur.

Bila ditinjau dari segi lamanya waktu gangguan, maka dapat dikelompokkan menjadi :

- a. Gangguan sementara (temporary).
- b. Gangguan permanen (stationary).

Untuk gangguan temporary ditandai dengan normalnya kerja dari pemutus tenaga setelah dimasukkan kembali. Sedangkan gangguan permanen ditandai dengan bekerjanya kembali pemutus tenaga untuk memutus listrik, sehingga dengan menghilangkan penyebab timbulnya gangguan, maka gangguan yang bersifat permanen baru dapat diatasi. Pada gangguan yang bersifat temporer penyebab gangguan akan hilang dengan sendirinya setelah pemutus tenaga jatuh.

Gangguan yang bersifat permanen bisa disebabkan adanya kerusakan pada peralatan sistemnya, sehingga gangguan baru bisa diatasi setelah kerusakan pada peralatan tersebut sudah diperbaiki. Sedangkan untuk gangguan temporer yang terjadi berulang-ulang akan dapat menyebabkan timbulnya kerusakan pada peralatan sistem dan hal ini dapat pula menimbulkan gangguan yang bersifat permanen sebagai akibat adanya kerusakan peralatan tersebut.

Ditinjau dari jenisnya maka gangguan dapat dibedakan menjadi :

- a. Gangguan hubung singkat satu phase ke tanah.
 - b. Gangguan hubung singkat dua phase ke tanah.
 - c. Gangguan hubung singkat tiga phase.
-

- d. Gangguan hubung singkat antar phase.

Dari jenis gangguan tersebut dapat digolongkan menjadi dua kelompok gangguan :

- a. Gangguan hubung singkat simetris.
- b. Gangguan hubung singkat tidak simetris.

Yang termasuk dalam gangguan hubung singkat simetris yaitu gangguan hubung singkat tiga phase, sedangkan gangguan hubung singkat lainnya termasuk gangguan hubung singkat tidak simetris. Gangguan hubung singkat ini akan mengakibatkan arus lebih pada fasa yang terganggu, dimana arus gangguan tersebut mempunyai harga yang jauh lebih besar dari rating arus maksimum yang diijinkan peralatan. Sehingga akan dapat mengakibatkan kerusakan pada peralatan sistem tenaga listrik bila alat pengaman tidak segera bekerja.

2.2.1. Gangguan Hubung Singkat Simetri

Gangguan hubung singkat simetri terdiri atas gangguan hubung singkat tiga fasa sedangkan gangguan yang lainnya adalah merupakan gangguan hubung singkat tidak simetri. Gangguan hubung singkat ini akan mengakibatkan arus lebih pada phase-phase yang terganggu dan juga akan dapat mengakibatkan tegangan pada phase-phase yang tidak terganggu. Adapun akibat yang dapat ditimbulkan dengan adanya gangguan hubung singkat tersebut adalah :

- ✓ Rusaknya peralatan listrik yang berada dekat dengan gangguan yang disebabkan arus-arus yang besar, arus tidak seimbang maupun tegangan yang rendah.
-

- ✓ Terhentinya kontinuitas pelayanan listrik kepada konsumen apabila gangguan hubung singkat tersebut sampai mengakibatkan terputusnya circuit, yang biasa disebut dengan pemadaman listrik.

2.2.2. Gangguan Hubung Singkat Tidak Simetri

Hampir semua gangguan yang terjadi pada sistem tenaga listrik adalah merupakan gangguan tidak simetri. Gangguan-gangguan tidak simetri ini terjadi sebagai akibat dari gangguan satu fasa ke tanah, gangguan antar fasa, gangguan dua fasa ke tanah.

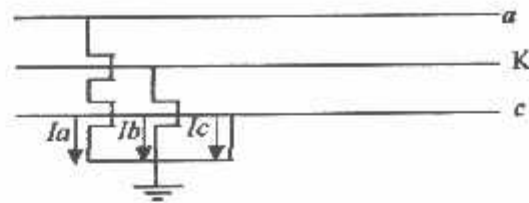
Gangguan tidak simetri akan mengakibatkan mengalirnya arus tidak seimbang dalam system, sehingga untuk menganalisa gangguan tersebut dipergunakan metode komponen simetri untuk menentukan arus maupun tegangan disemua bagian sistem setelah terjadi gangguan.

2.3. Analisa Gangguan

Dalam menganalisa gangguan yang terjadi pada suatu sistem tenaga listrik dipergunakan rangkaian urutan positif, negatif dan nol dalam hubungannya dengan metode komponen simetri.

2.3.1. Gangguan hubung Singkat Tiga Fasa ke Tanah

Gangguan hubung singkat tiga fasa ketanah sering juga disebut gangguan simetri atau gangguan tiga fasa seimbang yaitu hubung singkat antar fasa a,b,c ke tanah. Besarnya arus gangguan ketanah adalah sama besar untuk tiap-tiap fasa dan simetri sehingga arus yang mengalir hanya arus urutan positif.



Gambar 2-1. Hubung Singkat Tiga Fasa

Besarnya arus gangguan adalah $I_{a0} = I_{a2} = 0$

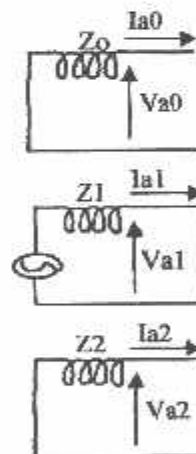
$$I_a = I_{a0} + I_{a1} + I_{a2}$$

$$I_a = I_b = I_c = I_{a1}$$

Dari perbedaan tersebut menunjukkan bahwa masing-masing rangkaian pengganti urutan tidak dihubungkan sehingga besarnya arus hubung singkat adalah sama untuk masing-masing saluran.

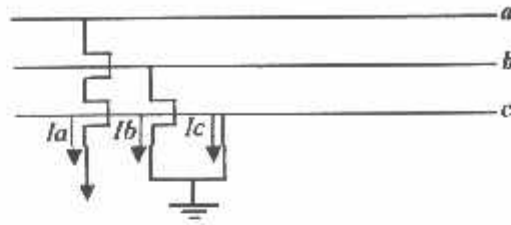
$$V_{a0} = V_{a1} = V_{a2} = 0 \quad (2.1)$$

$$I_{a1} = V_a / Z_1 \quad (2.2)$$



Gambar 2-2. Rangkaian Pengganti Hubung Singkat Tiga Phase

2.3.2. Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa ke Tanah



Gambar 2-3. Hubung Singkat Dua Fasa ke Tanah

Selama terjadi gangguan keadaan sistem adalah sebagai berikut :

$$I_a = 0$$

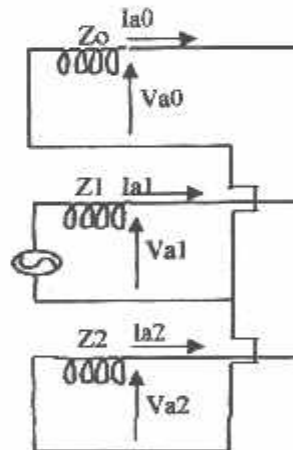
$$V_b = V_c = 0$$

Dari komponen simetri diperoleh $V_{012} = A^{-1} V_{abc}$

Dengan substitusi persamaan diatas maka $V_{a0} = V_{a1} = V_{a2} = 1/3 V_a$

Arus yang mengalir pada fasa a adalah sebagai berikut :

$$I_a = I_{a0} + I_{a1} + I_{a2} = 0$$



Gambar 2-4. Rangkaian Pengganti Hubung Singkat Dua Fasa ke Tanah

Dari rangkaian pengganti di atas terlihat urutannya terhubung paralel, diperoleh besarnya arus urutan yang mengalir ketanah

$$I_{a1} = \frac{V_a}{Z_1} + \left[\frac{Z_2 \times Z_0}{Z_2 + Z_0} \right] \text{ dan } I_{a2} = \left[\frac{-Z_0}{Z_2 + Z_0} \right] I_{a1} \quad (2.3)$$

$$I_{a0} = \left[\frac{-Z_2}{Z_2 + Z_0} \right] I_{a1} \quad (2.4)$$

2.3.3. Gangguan Hubung Singkat Antar Fasa



Gambar 2-5. Hubung Singkat Antar Fasa

Kecadaan sistem selama terjadi gangguan adalah sebagai berikut :

$$I_{a0} = 0$$

$$I_b = -I_c$$

$$V_b = V_c$$

Berdasarkan komponen simetri arus yang mengalir pada fasa a :

$$I_{a0} = 1/3 (I_a + I_b + I_c) = 0$$

$$I_{a1} = 1/3 (I_a + a^2 I_b + a I_c)$$

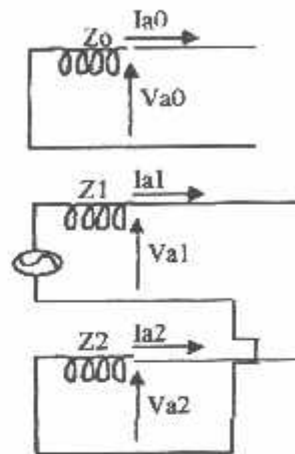
$$I_a = (a^2 - a) / 3 I_c \text{ dan}$$

$$I_{a2} = 1/3 (I_a + a^2 I_b + a I_c) = (a^2 - a) / 3 I_c$$

Sehingga diperoleh persamaan $I_{a2} = -I_{a1}$

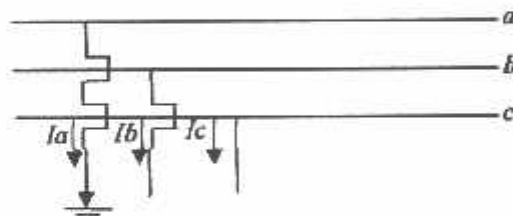
Karena $I_{a0} = 0$, maka $V_{a0} = 0$ sehingga tidak terdapat komponen urutan nol seperti gambar. Dan besarnya arus urutan positif dan negatif adalah sebagai berikut :

$$I_{a1} = -I_{a2} = \frac{V_a}{Z_1 + Z_2} \quad (2.5)$$



Gambar 2-6. Rangkaian Pengganti Hubung Singkat Antar Fasa

2.3.4. Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah



Gambar 2-7. Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah

Gangguan hubung singkat satu phase ke tanah ditunjukkan oleh gambar di atas, selama terjadi gangguan keadaan sistem adalah :

$$I_b = I_c = 0$$

$$V_a = 0$$

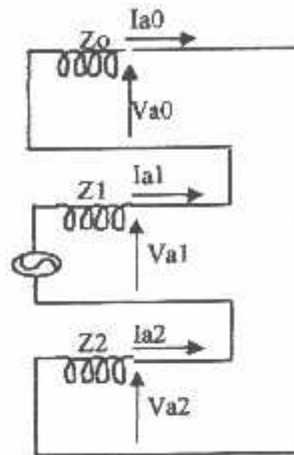
Transformasi arus ke dalam komponen simetri adalah

$$I_{012} = A^{-1} abc$$

Sehingga $I_{a0} = I_{a1} = I_{a2} = 1/3 I_a$

Dan tegangan :

$$V_a = V_{a0} + V_{a1} + V_{a2} = 0$$



Gambar 2-8. Rangkaian Pengganti Hubung Singkat Satu Phase ke Tanah

Sehingga :

$$I_{a1} = I_{a2} = I_{a0} = \frac{3V_a}{Z_1 + Z_2 + Z_0} \quad (2.6)$$

2.4. Penerapan Rele Pengaman^[5]

Rele pengaman untuk saluran transmisi melindungi saluran dan peralatan terhadap kerusakan dengan cara menghilangkan gangguan yang terjadi secara cepat dan tepat. Kecuali itu ia berusaha membatasi daerah yang terkena gangguan seminimum mungkin sehingga mutu dan kehandalan penyaluran terjamin.

Banyak sekali macam sistem pengaman yang diketahui, banyak juga derajat kemampuan pengamanannya. Untuk saluran transmisi yang penting sering dipakai jenis “pilot relay”, meskipun sistem rele arus lebih (overcurrent) juga dapat dipakai. Oleh karena itu pemilihan jenis rele yang diperlukan dengan seksama, dengan memperhatikan frekwensi gangguan, pentingnya saluran yang hendak dilindungi, faktor-faktor ekonomisnya, kekurangan dan kelebihan jenis yang satu terhadap yang lain.

2.4.1. Pertimbangan Mengenai Kemampuan Pengamanan

Dalam pemilihan rele dari segi kemampuannya untuk mengamankan saluran transmisi beberapa pertimbangan perlu diperhatikan :

- a) Koordinasi antara kemampuan kembali ke keadaan normal dan kemampuan untuk mengetahui adanya gangguan. Penting sekali bagi sistem rele pengaman untuk mengetahui adanya gangguan dan mengamankannya dengan memperhatikan kemampuan untuk kembali ke keadaan normal secara otomatis.
 - b) Kemampuan selektif. Gangguan harus dihilangkan dengan interupsi terbatas pada daerah semimum mungkin, sesudah gangguan itu diketahui dengan tepat. Bila digunakan “zone-step tripping” maka dapat dipakai sistem rele arus lebih atau rele arus lebih yang mengarah (directional). Untuk saluran transmisi rangkaian ganda dapat digunakan sistem pengaman yang memakai input sekunder (seperti dengan trafo ukur), misalnya dengan sistem pengaman arus-seimbang (current-balance) kalau “series tripping” diizinkan. Bila diinginkan penjatuhan tripping) kecepatan tinggi, dalam hal ini “series tripping” tidak diperbolehkan, maka sistem “pilot relay” harus digunakan.
 - c) Kepekaan operasi. Rele harus bekerja dengan kepekaan (sensitivity) yang tinggi, artinya melalui tegangan dan arus yang dicatat ia harus dapat mengetahui gangguan yang sulit sekalipun dan dengan kecepatan kerja tertentu.
-

- d) Waktu bekerja. Dalam hal tertentu rele harus bekerja dalam waktu singkat, dalam hal yang lain ia harus bekerja dengan waktu yang tertunda (time delay), semuanya ini tergantung kepada batas stabilitas dari sistem dan kecepatan bekerjanya alat-alat pada sistem tersebut.
- e) Pengaman cadangan (back-up). Dalam hal rele utama tidak bekerja, harus ada pengaman cadangan (back-up relay system) sehingga gangguan tetap dapat dihilangkan. Sistem pengaman rele cadangan ini bertugas mengamankan daerahnya sendiri dan mengamankan daerah-daerah yang bertetangga dengannya, bila rele dalam daerah-daerah tetangga tersebut tidak bekerja.

2.4.2. Pertimbangan Mengenai Kondisi Sistem Tenaga

Beberapa kondisi pada sistem tenaga yang perlu diperhatikan dalam penerapan rele pengaman :

- ✓ Daya terbalik. Tegangan dan arus gangguan berubah dengan berubahnya arah daya (back power). Oleh karena itu ada atau tidaknya perubahan arah daya perlu diperhatikan bila sistem "pilot relay" dipakai pada terminal beban atau terminal yang berubah dayanya.
 - ✓ Rangkaian ganda yang sejajar dan yang bercabang di tengah. Sistem pengamanan seimbang (balance protection) tidak sesuai untuk saluran ganda yang sejajar atau bila sesuatu cabang dihubungkan pada saluran tersebut. Pada saluran banyak (multi-circuit) yang sejajar perubahan impedansi urutan nol harus dicatat dalam hal pembumian rangkaian tetangga, dan adanya arus urutan nol harus dicatat dalam hal berbagai
-

saluran terpasang pada menara yang sama. Bila suatu sumber tenaga dihubungkan dengan cabang saluran di tengah, maka kemampuan rele jarak (distance relay) untuk mengukur jarak ke gangguan berubah pula, disamping itu arus gangguan dalam daerah yang dilindungi mengalir ke luar dari daerah tersebut, sehingga rele arah (directional relay) akan terpengaruh.

- ✓ Sistem pembumian dan titik pembumian. Arus dan tegangan berubah dengan berubahnya sistem pembumian (efektif atau tidak), sehingga hal ini berpengaruh pula pada sistem pengamanannya. Untuk sistem yang ditanahkan efektif sistem rele jarak sering dipakai dalam pengamanan terhadap hubung singkat. Untuk sistem yang tidak dibumikan secara efektif sistem relenya dipilih sedemikian rupa sehingga rele tidak bekerja terhadap arus pemuat atau arus impedansi urutan nolnya semu, karena arus hubung singkatnya kecil. Titik pbumiannya juga penting dalam pemilihan sistem pengamanan tersebut.

2.5. Pengamanan Menurut Jenis Rangkaian Saluran Transmisi^[5]

2.5.1. Saluran Radial

Pengamanan untuk saluran radial dapat dilakukan dengan rele arus lebih atau rele jarak. Untuk rele arus lebih karakteristik terbalik (inverse) dapat dimanfaatkan karena arus hubung singkat berkurang bila jaraknya bertambah jauh dari sumber tenaga. Rele arus lebih dibuat terarah (directional) untuk menyederhanakan persoalan mendapatkan selektivitas bila arus hubung singkat kira-kira sama besarnya dari kedua jurusan dilihat dari tempat rele tersebut.

Selektivitas itu tidak mungkin didapatkan bila rele arus lebih akan membuka pemutus beban untuk hubung singkat dari mana saja arahnya. Pada umumnya karakteristik arah ini tidak diperlukan untuk saluran radial dengan satu sumber tenaga disatu ujung saja. Namun pemasangan karakteristik ini direkomendasikan untuk menampung perubahan pada jaringan dikemudian hari.

Bila ada sumber tenaga pada kedua ujung saluran maka yang dipakai haruslah rele arah atau rele jarak arah, karena arah arus hubung singkat di gardu tengah berubah dengan berubahnya letak hubung singkat itu. Untuk saluran-saluran yang penting lebih baik dipakai rele pilot untuk memungkinkan pembukaan pemutus beban dengan cepat dan agar letak hubung singkat lebih mudah dilihat.

2.5.2. Saluran Tertutup

Bila sumber tenaga ada pada satu tempat dalam saluran tertutup (loop), pengamanannya dapat dilakukan dengan rele arah yang bekerja bila ada arus hubung singkat yang arahnya keluar dari ril (bus) sumber tersebut. Bila sumber tenaganya lebih dari dua, maka pengamanannya itu perlu dilakukan oleh rele jarak-arah atau rele pilot.

2.5.3. Saluran Ganda Sejajar Dengan Dua Terminal

Untuk mengamankan saluran ini dipakai sistem rele seimbang atau sistem rele pilot. Sistem seimbang dengan arus (current balance) tidak dapat dipakai pada gardu beban karena tugasnya hanya mencari rangkaian yang terkena hubung singkat dengan membandingkan arus pada kedua rangkaian tersebut. Dalam hal

terakhir ini sistem yang lebih baik lagi adalah sistem yang melihat arus differensial antara kedua rangkaian sejajar tadi. Caranya adalah dengan menghilangkan hubungan trafo arus dari kedua saluran dan memasang gulungan arus sebuah rele arah secara differensial diantara hubungan-hubungan trafo arus tadi. Bila arus dalam kedua saluran sama vektorial tidak ada arus dalam rele arah, karena arusnya hanya berputar melalui trafo arus saja. Bila karena sesuatu gangguan arus pada satu saluran menjadi besar, maka arus akan mengalir pada satu jurusan dalam rele arah tadi, yang kemudian membuka pemutus beban pada saluran yang arusnya lebih besar. Sistem rele seimbang ini mempunyai kelemahan bahwa ia sukar mengetahui keadaan tak seimbang untuk hubung singkat yang jauh letaknya dari gangguan tadi. Dalam hal demikian sistem rele pilot harus digunakan.

2.5.4. Saluran Banyak Terminal

Kesukaran dalam pengamanan saluran yang terminalnya banyak adalah bahwa pencatatan arus hubung singkatnya menjadi sulit karena adanya cabang-cabang (kesulitan timbul, misalnya, karena kesalahan pengukuran jarak oleh rele jarak). Ada beberapa cara untuk mengatasi kesulitan ini :

- ✓ Saluran diperlakukan seperti saluran sejajar, bila salurannya dapat dianggap sejajar, maka sistem rele seimbang dapat dipakai, meskipun waktu untuk menghilangkan gangguan bertambah lama, karena penjatuhannya beruntun (series tripping) bila jumlah terminal bertambah. Dalam proses penjatuhan beruntun itu cabang-cabang saluran menjadi tidak seimbang, sehingga untuk mengatasinya perlu
-

diusahakan penjatuhan bersamaan. Oleh karena itu maka lebih baik digunakan sistem pilot perbandingan arah atau sistem penjatuhan pindah (*remote tripping*).

- ✓ Dihindarkan arus keluar dari rangkaian yang hubung singkat, di sini sistem yang dipakai adalah yang dapat melihat hubung singkat dan membuka rangkaian tertutup di luar daerah yang dilindungi dengan cepat, dengan demikian maka mengalirnya arus keluar rangkaian waktu hubung singkat terjadi dapat dihindarkan. Kelemahannya adalah bahwa ada penundaan waktu penghilangan gangguan. Oleh karena itu, bila diperlukan pembukaan cepat (*high speed tripping*), sistem pilot kawat atau penjatuhan pindah lebih sesuai.

2.5.5. Saluran Kabel

Saluran kabel lebih gawat dibandingkan dengan saluran udara karena komplikasi yang terjadi dalam keadaan transient sesudah terjadi hubung singkat. Oleh karena itu, untuk memungkinkan peniadaan gangguan dengan cepat, sistem yang dipakai haruslah sistem yang tidak menyebabkan kesalahan operasi karena berubahnya bentuk arus dan tegangan hubung singkat pada keadaan transient. Juga, karena arus pemuat dan arus kompensasi reaktor berbeda pada kedua ujung saluran yang dilindungi, maka kemungkinan terjadinya operasi rele karena hubung singkat di luar daerah yang dilindungi harus diperhitungkan. Dalam hubungan ini, maka rele pilot kawat sering dipakai.

2.5.6. Saluran Dengan Kapasitor Seri

Untuk saluran transmisi dengan kapasitor seri bila pengamanan dengan rele jarak dipilih, maka perubahan impedansi karena pelepasan (discharge) sela pelindung perlu diperhitungkan. Penggunaan rela jarak harus diperlengkapi dengan rele arah untuk melihat arah arus dalam daerah yang dilindungi.

2.6. Pengamanan Menurut Sistem Pembumian^[5]

2.6.1. Sistem Tak Diketanahkan

Untuk sistem yang titik netralnya tidak diketanahkan, adanya hubung singkat harus dilihat dari arus pemuat urutan nol. Dengan menggunakan trafo arus urutan nol digerakkan rele arah hubung singkat tanah (directional ground fault relay), bila arus pemuatnya cukup besar (beberapa Ampere). Bila trafo arus tadi tidak digunakan maka rele arah hubung singkat tanah tidak dapat melihat adanya gangguan dengan sempurna, kecuali bila arus pemuatnya beberapa puluh ampere besarnya. Bila arus pemuat tidak cukup besar, dapat digunakan sistem rele deteksi denyut (pulse detection) yang melihat fasa dari denyut yang dibangkitkan bila terjadi hubung singkat. Pada umumnya, karena sukar mengetahui hubung singkat pada sistem yang tidak diketanahkan, maka dilihat dari segi penerapan rele sistem dibumikan lebih baik.

2.6.2. Sistem Pembumian Dengan Tahanan

Rele deteksi hubung singkat tanah yang digunakan untuk sistem ini adalah rele tegangan urutan nol, rele arus lebih tanah dan rele arah tanah (directional grounding relay). Kedua rele terakhir ini harus mempunyai kepekaan yang tinggi

dan harus dapat bekerja dengan daya (arus) yang rendah, karena tahanan yang tinggi dan adanya titik hubung singkat membatasi besarnya arus hubung singkat. Bila arus hubung singkat tanah kecil, ketidak seimbangan pada rangkaian sekunder dari trafo arus menyebabkan kesalahan bekerja relc, sebab itu ketidak seimbangan harus dihindarkan. Beberapa hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut :

- Sebab-sebab terjadinya arus urutan nol yang semu (apparent) : sebab yang pertama adalah bahwa dalam rangkaian urutan nol dari trafo arus, ada arus beban yang mengalir karena tidak seragamnya karakteristik trafo arus setiap fasa atau karena beban sekunder setiap fasa tidak seimbang. Sebab yang kedua terjadi karena transposisi rangkaian sejajar tidak cukup sehingga arus yang mengalir dalam tiap fasa tidak seimbang. Ini menyebabkan terjadinya arus urutan nol semu. Hal ini juga terjadi bila salurannya pendek, karena impedansi saluran tiap fasa (termasuk pemutus beban, isolator dan trafo arus) berbeda. Sebab yang lain adalah bahwa karena kejenuhan inti besi pada trafo atau generator dan kapasitansi saluran yang tidak seimbang, maka ada arus dengan frekwensi dasar, komponen harmonik ketiga dan keempat yang mengalir melalui tahanan pembumian. Oleh karena arus urutan nol yang semu karena sebab-sebab pertama dan kedua tadi sebanding dengan arus yang mengalir dalam saluran transmisi, maka relc dapat bekerja karena hubung singkat di luar daerah yang dilindungi. Hal ini perlu diperhatikan dalam pencrapan sistem pengamanan yang sesuai.
-

- Sistem rele pengaman. Untuk menaikkan kepekaan rele dan mengurangi beban trafo, maka rele yang terbaik adalah rele arah hubung singkat tanah. Apabila gardu yang tidak mempunyai tahanan pembumian dalam sistem transmisinya, perlu diadakan sistem penghilang hubung singkat dengan deteksi tegangan urutan nol karena tidak ada arus hubung singkat tanah. Bila diinginkan penjatuhan cepat dan serentak sistem rele pilot untuk hubung singkat tanah harus digunakan.

2.6.3. Sistem Pembumian Dengan Gulungan Petersen

Sistem ini baik sekali guna menanggulangi hubung singkat satu fasa ke tanah yang sementara sifatnya karena dapat mematikan busur api yang disebabkan oleh hubung singkat itu. Tetapi untuk hubung singkat yang tetap (permanent) sukar sekali melihat adanya hubung singkat itu dari arus urutan nol yang mengalir karena arusnya kecil sekali. Hubung singkat itu tidak dapat dibiarkan begitu saja karena hubung singkat itu dapat mengganggu bagian-bagian sistem lainnya. Oleh karena itu hubung singkat tetap harus dicari dengan menggunakan rele hubung singkat tanah. Ada dua cara penerapan yaitu cara penutupan terusan (continously closing) dan cara hubung singkat. Pada cara pertama rangkaian tahanan yang dipasang paralel dengan gulungan Petersen ditutup terus untuk memungkinkan bekerjanya rela tanah, rangkaian tahanan itu dibuka untuk hubung singkat satu fasa, tetapi ditutup lagi bila hubung singkat tanah tidak hilang dalam waktu 3 – 10 detik. Cara hubung singkat menutup rangkaian tahanan paralel, bila hubung singkat itu tidak dimatikan secara otomatis oleh gulungan petersen. Untuk sistem pertama perlu dijaga agar rele tidak bekerja untuk hubung singkat yang bukan satu

fasa ke tanah. Oleh karena itu rele ini tidak boleh bekerja beberapa saat sesudah terlihat tegangan urutan nol tertentu, karena saluran transmisi tidak boleh dibuka sebelum hubung singkat dihilangkan dengan mematikan busur api.

Bila dikehendaki penggunaan rele tanah arah (directional ground fault relay), maka karakteristik fasa dari elemen arah itu tidak boleh dipengaruhi oleh komponen reaktif dari arus hubung singkat tanah. Oleh sebab itu jenis rele konduktansi lebih baik.

2.6.4. Sistem Pembumian Langsung (Efektif)

Oleh karena besarnya arus hubung singkat dalam sistem ini, maka hubung singkat itu harus segera dihilangkan guna mencegah kerusakan pada peralatan atau interferensi elektromagnetis. Untuk hubung singkat satu fasa ke tanah arus ini dibatasi besarnya oleh impedansi saluran transmisi, peralatan dan tanah. Harganya paling besar diantara arus sejenis dalam berbagai sistem pembumian seperti diuraikan di atas.

Dalam penerapan rele pengaman terhadap hubung singkat tanah untuk sistem pembumian efektif perlu diperhatikan hal-hal berikut ini :

- ✓ Untuk rangkaian ganda sejajar ditambahkan rangkaian kompendasi untuk menghindarkan kesalahan pengukuran jarak karena impedansi bersama (mutual impedance) urutan nol. Bila kedua ujung ditanahkan karena satu saluran tidak bekerja, penyetelan rele jarak mungkin perlu dirubah jika impedansi urutan nolnya berubah.
 - ✓ Dalam hal hubung singkat dua fasa, rele jarak yang terpasang pada fasa yang mendahului (leading) harus mempunyai kondisi operasi dari rele
-

jarak dari fasa yang lain untuk perlindungan tahap pertama yang daerah kerjanya ada dalam daerah yang dilindungi.

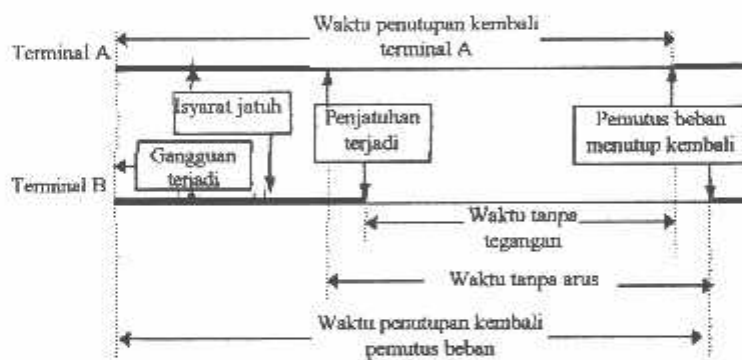
- ✓ Bila penutupan kembali satu fasa (single phase reclosing) hanya dilakukan pada fasa yang terkena hubung singkat untuk hubung singkat satu fasa ke tanah, maka pembukaan pemutus beban oleh rele jarak karena ada hubung singkat itu harus dicegah. Oleh karena itu perlu ditambahkan rangkaian prioritas terhadap hubung singkat tanah. Untuk itu dapat digunakan rele tegangan kurang (under voltage) dan atau rele arus lebih hubung singkat tanah dikombinasikan dengan operasi penghilangan hubung singkat.
- ✓ Rele arus lebih hubung singkat tanah yang tidak boleh bekerja terhadap arus urutan nol yang ditimbulkan oleh arus serbu magnetis dari trafo (magnetic inrush current). Oleh sebab itu rele harus bekerja terhadap arus frekwensi dasar saja.
- ✓ Pembukaan pemutus beban karena bekerjanya rele jarak hubung singkat tanah harus dicegah, oleh sebab itu ia harus digunakan bersama rele arus lebih hubung singkat tanah.

Berhubung dengan hal-hal di atas maka, untuk memungkinkan penghilangan hubung singkat dengan cepat, maka rele jarak hubung singkat tanah, sistem perbandingan fasa, sistem perbandingan arah atau kombinasi-kombinasinya perlu digunakan.

2.7. Penutupan Kembali (Auto Reclosing)^[5]

Bila gangguan pada saluran transmisi dapat ditiadakan dalam waktu singkat maka kerusakan pada saluran dan isolator dapat dikurangi. Seringkali saluran dapat dipakai kembali tanpa menimbulkan bahaya apapun. Oleh karena itu, bila pemutus beban yang dibuka waktu terjadi gangguan dapat ditutup kembali secara otomatis sesudah sesuatu waktu tertentu, maka stabilitas dan keandalan sistem dapat dipertahankan. Proses ini dinamakan penutupan kembali (reclosing) pemutus beban.

Dalam hubungan di atas perlu diketahui beberapa definisi yang diterangkan dengan gambar berikut ini :



Gambar 2-9. Diagram Urutan Waktu Penutupan Kembali Pemutus Beban^[5]

- (a) Waktu penutupan kembali (reclosing time) adalah waktu diantara terjadinya gangguan (fault) sampai menutupnya kembali pemutus beban, termasuk waktu tanpa tegangan (no-voltage time) dan waktu tanpa arus (no-current time).
- (b) Waktu tanpa tegangan adalah waktu saluran yang dilindungi terputus dari semua sumber tenaga. Dalam hal penutupan kembali cepat (high

speed) perlu diketahui dengan tepat waktu yang dibutuhkan untuk membasmi busur api pada saluran tersebut.

- (c) Waktu tanpa arus adalah waktu antara pembukaan pemutus beban pada satu terminal saluran dan penutupan pemutus beban pada semua saluran dalam daerah yang dilindungi. Dalam hal terminal banyak, waktu tersebut adalah waktu sampai arus beban mengalir kembali bila gardu utama ditutup.

2.7.1. Sistem Penutupan Kembali

Jenis-jenis penutupan kembali yang dikenal adalah penutupan satu fasa (hanya satu fasa yang terkena gangguan yang dibuka lalu ditutup kembali), penutupan tiga fasa (untuk tiga fasa satu rangkaian) dan banyak fasa (hanya untuk fasa-fasa yang terganggu dalam hal gangguan banyak fasa). Mengenai waktu penutupan, ada penutupan cepat (guna mempertahankan stabilitas sesudah terjadinya gangguan) dan penutupan lambat (low speed, guna memungkinkan sistem kembali ke keadaan semula secara otomatis). Sistem yang dikenal adalah :

☛ Sistem penutupan satu fasa

Dalam hal hubung singkat satu fasa ke tanah, bila tenaga listrik dapat disalurkan oleh kedua fasa yang sehat dan sinkronisasi dapat dipertahankan, maka penutupan kembali rangkaian dengan cepat dimungkinkan bila gangguan dapat diiadakan. Untuk itu penting sekali diperhatikan bahwa penutupan itu dilakukan secepat mungkin sesudah isolasinya kembali kepada keadaan semula, seperti keadaan sebelum ada gangguan. Waktu tanpa tegangan untuk ini makin panjang, bila

kembalinya keadaan isolasi ke keadaan semula lama, dibandingkan dengan penutupan tiga fasa, meskipun faktor-faktor tegangan rangkaian, panjang saluran dan konstruksi saluran juga mempengaruhi. Waktu tanpa tegangan ini berkisar antara 15-30 gelombang (cycle), termasuk waktu operasi pemutus beban. Dalam hal penutupan satu fasa, operasi rele hubung singkat tanah harus ditangani dengan hati-hati mengingat bahwa ada arus urutan nol yang mengalir dalam rangkaian sekunder dari trafo arus karena arus beban selama waktu tanpa tegangan.

☞ *Sistem penutupan tiga fasa*

Disini penutupan dilakukan sesudah pembukaan tiga fasa, tanpa memperhatikan fasa mana yang terganggu. Waktu tanpa tegangannya dapat dibuat lebih singkat dari penutupan satu fasa. Pada penutupan tiga fasa perlu diketahui apakah benar keadaan sinkron dapat dipertahankan waktu rangkaianannya dibuka (tiga fasa). Untuk rangkaian banyak yang sejajar penutupan tiga fasa satu rangkaian biasanya dapat dilakukan bila keadaan sinkron dapat dipertahankan oleh rangkain lainnya. Caranya mengetahui adalah dengan mengukur arus pada rangkaian lainnya dengan rele daya atau rele arus. Untuk membedakan arus beban dari arus pemuat pada saluran yang panjang sebaiknya dipakai rele daya. Untuk rangkain tertutup (loop) bagian rangkaian yang akan ditutup dilihat apakah sudah terhubung pada rangkaian tersebut. Caranya adalah dengan pengiriman isyarat atau deteksi perbedaan sudut fasa. Dalam cara pertama isyarat dikirimkan untuk meyakini bahwa semua pemutus beban

pada semua gardu dengan sistem tertutup benar-benar tertutup. Isyaratnya dikirim melalui pembawa saluran (power line carrier) atau pembawa gelombang mikro. Cara pengukuran perbedaan fasa ada dua macam, yaitu cara pertama dengan membandingkan perbedaan fasa tegangan pada kedua terminal yang akan ditutup, cara kedua dengan meyakini keadaan sinkron pada terminal yang satu bila terminal lainnya ditutup lebih dahulu.

☞ *Sistem penutupan banyak fasa*

Disini yang ditutup kembali adalah saluran-saluran yang terganggu bila sekurang-kurangnya ada dua fasa normal dalam rangkaian banyak sejajar. Oleh karena itu perlu diketahui dengan tepat saluran dan fasa mana yang terganggu. Untuk itu perlu digunakan sistem perbandingan fasa atau sistem relay pilot untuk hubung singkat banyak.

☞ *Sistem penutupan bertahap dengan pembukaan menurut prioritas*

Disini pembukaan dan penutupan kembali disederhanakan yaitu dengan membuka dan menutup kembali saluran dengan hubung singkat banyak (multi-fault). Sistem ini ada kelemahannya yaitu karena membutuhkan waktu yang cukup lama untuk meniadakan semua gangguan. Oleh karena itu hanya dipakai untuk saluran yang kurang penting.

☞ *Penutupan tiga fasa dipaksakan (force)*

Disini generator dipaksa untuk dihubungkan kembali pada suatu sistem tenaga tertentu, atau suatu sistem dipaksakan untuk dihubungkan dengan sistem yang lain. Untuk merealisasikan diperlukan pengetahuan yang

mendalam tentang peralatan yang ada dan karakteristik sistem tenaganya. Oleh karena itu cara ini tidak dapat diterapkan secara umum.

2.8. Relé Pelepas Sistem^[5]

Perluasan suatu sistem tenaga dengan cara menghubungkannya dengan sistem tenaga yang lain memperbesar kemungkinan terjadinya gangguan. Untuk menghindari hal ini perlu dicari titik keseimbangan antara permintaan dan penyediaan pada sistem-sistem yang dihubungkan, serta dicari sistem relé pengaman yang memungkinkan pemutusan hubungan pada titik keseimbangan tadi bila terjadi gangguan. Beberapa diantara sistem pelepas hubungan tadi diuraikan di bawah ini.

2.8.1. Sistem Pelepas Hubung Singkat Tetap

Disini relé pengaman memutuskan suatu sistem tenaga bila gangguan yang menyebabkan hilangnya sinkronisasi tidak dapat ditiadakan dalam batas waktu tertentu. Sistem yang dipakai adalah kombinasi antara relé jarak (hubung singkat), relé tegangan kurang serta relé waktu.

2.8.2. Sistem Pelepas Keadaan Tak Serempak

Cara ini membatasi keadaan tak serempak dengan melepaskan hubungan bila terjadi gangguan sistem. Sistem biasanya dipakai adalah kombinasi antara relé jarak kecepatan tinggi dan relé daya (power relé) atau relé yang bekerja terhadap perubahan tegangan. Bekerjanya adalah dengan melihat perubahan

tempat kedudukan impedansi secara lambat bila keadaan tidak serempak, sedangkan perubahannya cepat bila terjadi hubung singkat.

2.8.3. Sistem Pelepas Frekwensi Tak Normal

Disini sistem pengamannya bekerja bila terjadi perubahan frekwensi (naik atau turun) yang tidak normal. Cara mendeteksinya adalah dengan rele frekwensi dan rele waktu. Pemasangan dilakukan di tempat dimana tegangan fasa tidak berubah dengan perubahan beban, Oleh karena itu dapat menyebabkan kesalahan bekerja rele-rele tersebut.

2.9. Rele Jarak (Distance Relays)

Operasi semua sistem proteksi jarak bergantung pada kenyataan dasar dari gangguan yang terjadi, jarak diantara beberapa titik dalam power sistem dan gangguan adalah sebanding dengan rasio dari tegangan dengan arus pada titik tersebut. Dalam suatu jaringan interkoneksi yang terdapat beberapa power station, ratio tegangan dengan arus adalah maksimum pada power station dan menurun sepanjang feeder menuju gangguan dimana biasanya hampir sama dengan nol. Rele bereaksi untuk rasio tegangan dengan arus ini, oleh karena itu dapat dipergunakan pada bermacam-macam titik pada power sistem untuk memberikan pengukuran jarak atau panjang saluran menuju gangguan. Dan dengan mengatur rele yang paling dekat dengan lokasi gangguan untuk beroperasi lebih cepat daripada rele yang jaraknya lebih jauh dari gangguan, sehingga pengontrolan trip Circuit Breaker dari bermacam-macam feeder dapat dihasilkan perbedaannya.

2.9.1. Karakteristik Rele Jarak

Rele jarak bereaksi untuk tegangan dan arus yang wajib beroperasi ketika impedansi kompleks Z_L yang ditunjukkan oleh rasio V/I lebih kecil dari nilai yang telah ditetapkan yang diketahui sebagai setting impedansi Z_R . Besar Z_R beberapa kasus mungkin bergantung pada sudut phase dari Z_R , yaitu sudut antara tegangan dan arus. Titik Operasi dari rele jarak secara umum didefinisikan sebagai beberapa titik pada bidang impedansi kompleks yang digambarkan sebuah garis dari titik asal ke titik impedansi kompleks dari besar Z_R dan sudut phase θ . Locus titik operasi ini diketahui sebagai karakteristik polar dari rele.

Tipe karakteristik dari rele jarak dapat dibedakan menjadi dua antara lain:

1. Tipe karakteristik klasik
2. Tipe karakteristik non klasik

Beberapa tipe karakteristik klasik dari rele jarak adalah sebagai berikut :

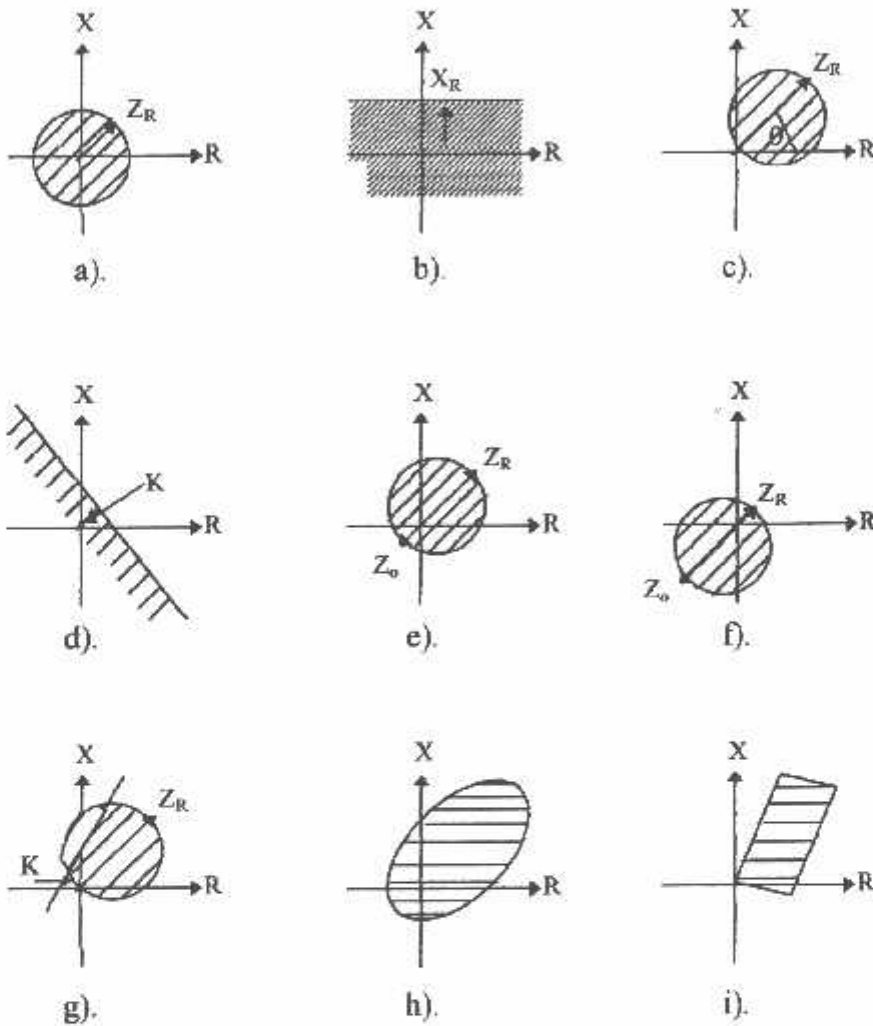
- a) Impedansi
- b) Reaktansi
- c) Mho atau admitansi (sudut admitansi)
- d) Ohm
- e) Offset mho
- f) Modifikasi impedansi

Beberapa tipe karakteristik non klasik dari rele jarak adalah sebagai berikut :

- g) Tipe karakteristik Kompleks
 - h) Tipe karakteristik Elliptical
-

i) Tipe karakteristik quadrilateral

Karakteristik tipe-tipe rele jarak di atas dapat ditunjukkan pada bidang kompleks seperti gambar berikut ini :



Gambar 2-10. Karakteristik Tipe-tipe Rele Jarak

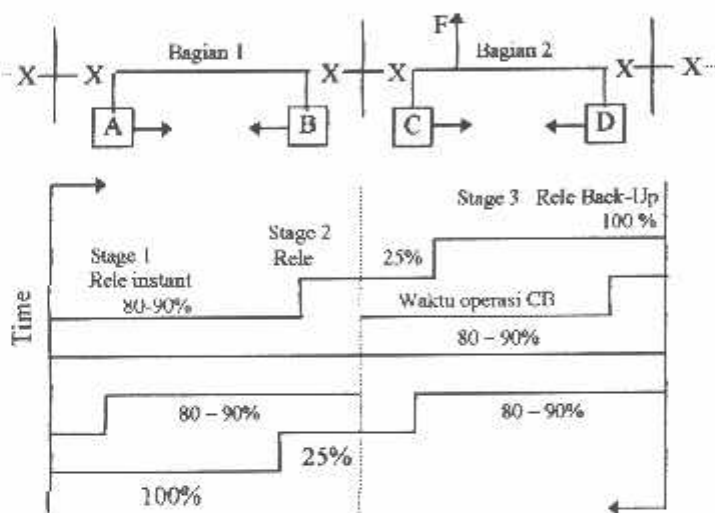
2.9.2. Standar Tiga Zona Proteksi

Rele jarak konvensional menggunakan tiga pengukuran unit jarak. Zona pertama biasanya diatur untuk melindungi antara 80% sampai 90% bagian pertama yaitu instant rele kecepatan tinggi sedangkan zona dua diatur untuk melindungi 25% bagian kedua dan zona tiga diatur untuk melindungi sampai akhir bagian kedua yaitu rele dengan waktu tunda. Waktu tunda T_2 dan T_3 untuk zona dua dan tiga berturut-turut disediakan oleh rele waktu tersendiri. Zona pertama diatur lebih kecil dari 100% dari panjang saluran, hal ini dibuat untuk menghindari jangkauan lebih (overreach) dari rele kedalam bagian selanjutnya. Jangkauan lebih terjadi oleh sebab-sebab berikut ini :

- ✓ Jangkauan lebih transient dari rele
- ✓ Kesalahan pada rele
- ✓ Kesalahan pada CT dan VT
- ✓ Kesalahan pada data pengaturan impedansi yang telah dibuat

Obyek utama dari zona dua adalah menyediakan proteksi untuk akhir zona pertama dan juga untuk memberikan back-up jarak jauh (remote back-up) untuk bagian selanjutnya sampai 25% dari panjang saluran. Zona dua harus diatur sedemikian ia akan mampu beroperasi untuk gangguan busur api (arcing fault) pada akhir bagian pertama. Kecenderungan jangkauan kurang oleh rele untuk efek arus sumber lanjutan dan kesalahan-kesalahan lain seperti disebutkan di atas seharusnya diperhitungkan. Secara normal waktu tunda (T_2) zona dua adalah antara 0.2 sampai 0.5 detik.

Zona tiga menyediakan proteksi back-up (remote) untuk gangguan dalam bagian saluran selanjutnya. Sepanjang mungkin jangkauannya harus luas melebihi bagian akhir dari saluran selanjutnya yang paling panjang. Waktu tunda zona tiga (T_3) biasanya antara 0.4 sampai 1 detik. Dalam beberapa kasus dimana bagian saluran agak berbeda sangat banyak dalam panjang, alternatif dalam rancangan di atas dalam banyak tahap atau waktu tunda mungkin dibutuhkan untuk memberikan optimum selektifitas dan pengamanan.



Gambar 2-11. Tahapan Waktu Karakteristik Relé Jarak

2.9.3. Jangkauan Relé Jarak

Relé jarak diatur berdasarkan impedansi urutan positif antara lokasi relé dan titik gangguan, relé tidak beroperasi jika diluar ketentuan ini. Relé jarak ground diatur dalam cara yang sama meskipun beberapa tipe mungkin bereaksi untuk impedansi urutan nol. Impedansi ini atau jarak yang berhubungan ini disebut sebagai jangkauan dari relé. Untuk mengubah impedansi primer (impedansi saluran yang digantikan sebagai tegangan dan arus saluran) ke nilai sekunder

(impedansi saluran untuk sisi rele) yang dipergunakan untuk pengaturan rele jarak, hubungan dibawah ini dipergunakan :

$$Z_{sec} = Z_{pri} \times \frac{CT \text{ ratio}}{VT \text{ ratio}} \quad (2.7)$$

di mana, $CT \text{ ratio} = \frac{\text{Arus fasa primer}}{\text{Arus fasa sekunder}} \quad (2.8)$

$$VT \text{ ratio} = \frac{\text{Tegangan line to line primer (HV)}}{\text{Tegangan line to line sekunder (LV)}} \quad (2.9)$$

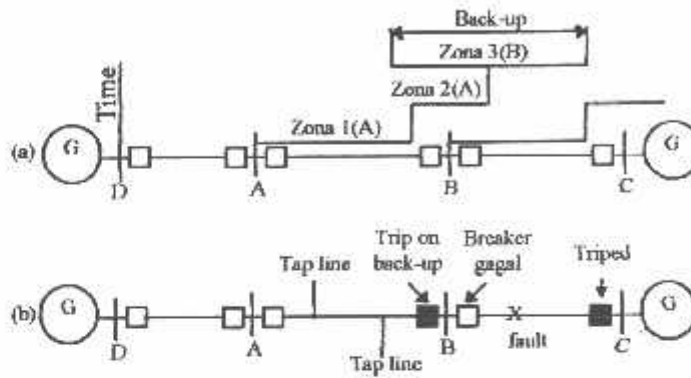
pada kondisi tiga fasa seimbang.

Kecenderungan rele jarak untuk beroperasi pada impedansi yang lebih besar daripada nilai setting disebut sebagai jangkauan lebih (*overreach*) dan kecenderungan untuk beroperasi pada nilai impedansi yang lebih kecil daripada nilai setting disebut sebagai jangkauan kurang (*underreach*).

2.9.4. Remote Back-Up

Batas kemampuan dari jangkauan back-up rele jarak kebanyakan pada panjang saluran, perbaikan dalam operasi dari back-up rele jarak tersebut dapat diperoleh dari penempatan unit zona 3 pada bagian akhir dari saluran yang lain dan arah reverse dari back-up zona 3 tersebut. Dapat dilihat pada gambar di bawah ini yaitu tiga tahap dari rele jarak pada A secara normal menyediakan back-up untuk gangguan pada bagian BC jika breaker pada B gagal untuk trip. Back-up ini sama baiknya dengan yang disediakan oleh unit reverse zona tiga pada B yang juga melindungi bagian BC.

Pengaturan tidak hanya mengurangi impedansi yang dilihat oleh rele back-up pada impedansi dari bagian AB tetapi juga mempertahankan supply daya untuk tap beban pada bagian AB yang akan hilang sumber dayanya dengan pengaturan normal bagian BC dengan rele back-up pada A.



Gambar 2-12. Zona Tiga Reverse dari Rele Jarak
(a) The Time Zones (b) Preservation of Tap Line

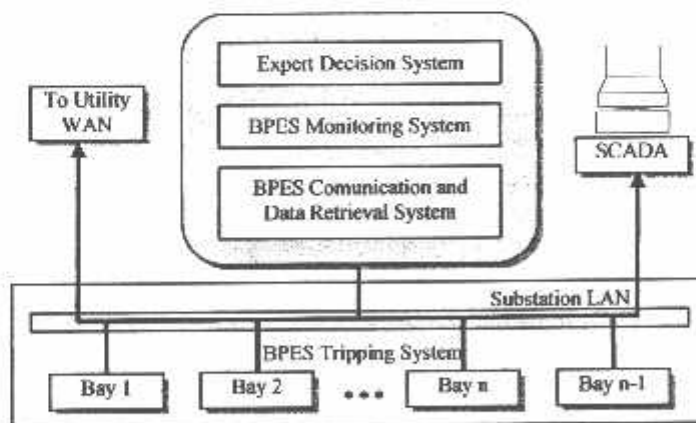
BAB III

BACK-UP PROTECTION EXPERT SYSTEM DAN STRATEGI URUTAN TRIP

3.1. *Back-Up Protection Expert System (BPES)*^[1]

BPES adalah sistem *back-up* proteksi yang dirancang untuk melindungi daerah jaringan transmisi pada sebuah area jaringan yang luas. BPES terdiri dari peralatan dasar BPES jaringan substation, penerima informasi dari *intelligent Electronic Devices* (IEDS) yang dipasang pada pemicu (bays) *Circuit Breaker* (CB). Normalnya satu peralatan BPES dipergunakan persubstation dan peralatan ini bekerja secara *lokal area network* (LAN) substation dan menggunakan *wide area network* (WAN). Pada tiap-tiap peralatan BPES terdapat empat komponen inti yang terdapat di dalamnya, antara lain :

- ☞ Sistem Komunikasi dan Data Retrieval BPES
- ☞ Sistem Monitoring BPES
- ☞ Sistem Expert Decision
- ☞ Sistem Tripping BPES

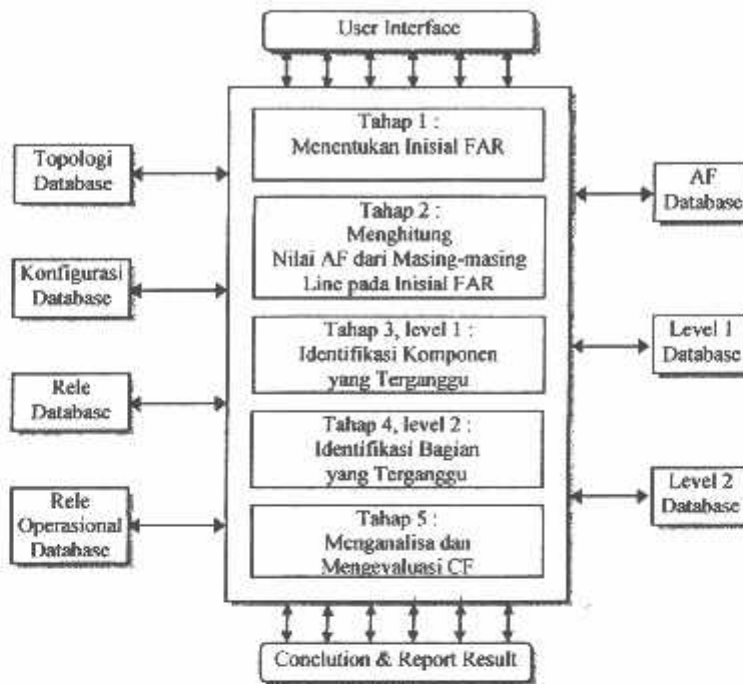


Gambar 3-1. Aplikasi Peralatan BPES pada Sebuah Substation^[1]

Selama operasi normal, sistem komunikasi dan data retrieval dalam sebuah peralatan BPES berkomunikasi dengan IEDS (rele proteksi dan controller Cirkuit Breaker) dengan menggunakan LAN substation dan diperoleh informasi penting mengenai lokasi suatu gangguan. Informasi ini dikirim ke peralatan BPES pada lokasi substation yang berdekatan dan dihubungkan dengan utility WAN yang sama. Informasi operasional dari rele dan *Circuit Breaker* diperoleh dari sistem monitoring BPES dengan menggunakan kecepatan sampling yang telah ditentukan. Dengan menganalisa keberadaan dan samples sebelumnya, sistem monitoring mampu untuk mengidentifikasi kejadian secara terus menerus memberitahu sistem expert decision untuk memutuskan suatu keputusan. Selama oprasi normal, Sistem expert decision dalam keadaan tidak aktif yaitu dalam mode standby sampai suatu gangguan dideteksi. Sebuah timer diinisialisai, ketika waktunya habis, sistem expert decision kemudian diaktifkan. Waktu tunda ini, berkenaan dengan waktu tunda komunikasi BPES yang diperlukan untuk memastikan bahwa semua sinyal yang berhubungan dengan kejadian telah diterima sebelum sistem expert decision memulai untuk mengidentifikasi lokasi gangguan dan bagaimana cara terbaik untuk mengisolasi gangguan ini.

Untuk menemukan lokasi gangguan secara tepat yang terjadi pada jaringan yang diamankan, terdapat lima tahap sistem expert dalam tiap-tiap peralatan BPES. Pertama kali sistem *expert decision* menghasilkan inisial daerah yang dipengaruhi gangguan atau *Fault Affected Region* (FAR) yang mana terdapat semua jalur dan busbar yang terdapat operasi elemen rele atau dalam jangkauan beberapa rele jarak. Sistem *expert decision* kemudian mengkalkulasi *Action*

Factor atau *Action Factor* (AF) yang berhubungan dengan dengan jalur dan busbar dalam initial FAR. *Action Factor* menyatakan bobot yang diberikan untuk aksi rele khusus atau elemen atau kumpulan rele dalam bagian gangguan yang diidentifikasi. Tahap ketiga meliputi aksi dari proses pembuatan keputusan level 1. Keputusan yang dibuat pada level 1 meliputi hanya informasi dari komponen yang terganggu, hal ini kemungkinan besar dari rele yang gagal beroperasi atau masalah komunikasi. Jika keputusan pada level 1 tidak dapat dijangkau, sistem expert decision memanggil proses pembuatan keputusan level 2 dan mencoba untuk memperkecil besarnya daerah yang dipengaruhi oleh gangguan. BPES memulai dari inisial FAR dan menggunakan pedoman level 2 dan level 2 inference engine untuk menemukan komponen gangguan. Biasanya ini cukup dengan memperkecil besarnya FAR ke dalam komponen tunggal yang terganggu. Bagaimanapun jika BPES tidak mampu untuk memperkecil besarnya FAR ke dalam komponen tunggal, multi item FAR akan ditentukan. Sistem expert decision menyimpulkan bahwa gangguan harus dalam FAR akhir ini dan memulai proses evaluasi kapastian. Hal ini menentukan saluran atau busbar dalam FAR akhir ini adalah mungkin untuk terdapat gangguan.



Gambar 3-2. Lima Tahap Sistem Expert Decision^[1]

Satu keputusan telah dicapai dengan sistem expert decision, BPES memberikan instruksi trip/intertrip untuk memutuskan komponen yang diidentifikasi dari jaringan. Trip Circuit Breaker dalam BPES adalah melalui perangkat keras yang terhubung dari BPES ke controller Circuit Breaker atau melalui RTU dengan kontrol trip Circuit Breaker atau melalui LAN substation.

3.1.1. *Action Factor (AF) Sebagai Dasar Expert Decision System^[1]*

Action Factor adalah dasar dari expert decision system yang merupakan hati atau inti dari *Back-up Protection Expert System* (BPES). Keputusan yang dibuat dalam BPES akan memberitahu bagian jaringan yang terdapat gangguan dan Cirkuit Breaker (CB) harus beroperasi untuk mengisolasi bagian yang mengalami gangguan.

3.1.1.1. *Action Factor (AF)* dan Komponen Power Sistem

Action Factor (AF) adalah nilai numerik yang didefinisikan untuk memberikan nilai pada elemen aktif tunggal atau suatu komponen yang meliputi banyak elemen aktif untuk proses mendapatkan letak dari suatu gangguan. Action Factor dari elemen pengaman yang tidak bekerja adalah 0. Action Factor dari elemen pengaman yang mengindikasikan gangguan dalam arah maju dan terletak pada satu item adalah bernilai 1. Action Factor dari elemen dalam rele pengaman yang menunjukkan adanya gangguan dalam arah terbalik, yaitu tidak terletak pada item yang diamankan oleh rele maka faktor aksinya bernilai -1 . Action Factor dari elemen pada rele yang menunjukkan gangguan dalam arah maju dan dalam zona operasi yang terdapat banyak rancangan item maka Action Factor bernilai antara 0 dan 1.

Action Factor yang dipergunakan oleh rele jarak adalah sebagai berikut :

1. Setengah ($1/2$) untuk elemen zona 2
2. Sepertiga ($1/3$) untuk elemen zona 3 forward looking tanpa offset dalam karakteristiknya
3. Seperlima belas ($1/15$) untuk elemen zona 3 forward looking dengan reverse looking offset

Nilai ini dipilih sesuai dengan jangkauan tiap-tiap elemen dan dirancang untuk memberikan nilai tertinggi untuk elemen dengan jangkauan yang lebih pendek. Pengaturan dari elemen zona 2 adalah 100% dari impedansi utama ditambah 50% dari line selanjutnya yang paling pendek. Oleh karena elemen zona 2 mendeteksi gangguan dalam dua subset dari jaringan, maka nilai faktor aksinya adalah

setengah. Pengaturan jangkauan dari elemen zona 3 forward looking tanpa offset secara khusus adalah impedansi utama ditambah dengan 120% dari impedansi line selanjutnya yang paling panjang. Oleh karena elemen zona 3 mendeteksi gangguan dalam tiga subset dari jaringan, maka faktor aksinya adalah sepertiga. Pengaturan jangkauan elemen zona 3 forward looking dengan offset secara normal sama dengan yang digunakan untuk zona 3 tanpa offset, dan jangkauan reverse looking secara khusus adalah 25% dari impedansi zona 1. Zona 3 dengan offset mendeteksi gangguan dalam empat subset dari jaringan yang diamankan, akan tetapi sejak satu ini dalam arah reverse maka nilai Action Factor yang optimum adalah seperlima belas.

Action Factor dari rele arus lebih yang beroperasi dalam arah maju adalah $1/2$. Rele arus lebih arah mendeteksi gangguan dalam arah maju akan tetapi tidak menentukan subset dari jaringan. Action Factor dari rele arah yang beroperasi reverse looking adalah -1 . Action Factor dari elemen jarak aktif reverse looking adalah -1 untuk zona 4 tanpa offset dan $-2/3$ untuk zona 4 dengan offset. Kondisi selanjutnya bahwa jika elemen zona 4 reverse looking dengan offset beroperasi dan elemen zona 2 forward looking dalam rele yang sama tetap tidak beroperasi, tambahan nilai Action Factor $-1/3$ akan dihasilkan yaitu gangguan eksternal dapat diputuskan.

Jika operasi banyak elemen dalam rele tunggal, nilai Action Factor untuk rele adalah jumlah dari nilai-nilai Action Factor dari tiap-tiap elemen yaitu

$$AF_{\text{Relay}} = \sum_{i=1}^n AF_{\text{elemen}(i)} \quad (2.10)$$

Dimana n adalah banyak elemen aktif dalam rele.

Rancangan pengaman yang terdapat banyak rele pengaman mempunyai nilai Action Factor yaitu jumlah dari Action Factor dari tiap-tiap rele, yaitu :

$$AF_{\text{Rancangan}} = \sum_{i=1}^l AF_{\text{Relay}(i)} \quad (2.11)$$

Dimana l adalah banyak rele dalam rancangan.

Nilai Action Factor dari terminal line transmisi adalah dihitung dengan jumlah nilai Action Factor semua rele pengaman pada terminal, yaitu

$$AF_{\text{Terminal}} = \sum_{i=1}^k AF_{\text{Relay}(i)} \quad (2.12)$$

Dimana k adalah banyak rele yang terdapat dalam terminal line transmisi. Ini meliputi pengaman utama dan pengaman back-up.

Nilai Action Factor dari line transmisi adalah jumlah nilai dari Action Factor semua terminal yang berhubungan dengan line atau jumlah nilai Action Factor semua rancangan pengaman yang berhubungan dengan line, yaitu:

$$AF_{\text{Feeder}} = \sum_{i=1}^n AF_{\text{terminal}(i)} \quad (2.13)$$

$$AF_{\text{Feeder}} = \sum_{i=1}^m AF_{\text{Rancangan}(i)} \quad (2.14)$$

Dimana n adalah banyak terminal yang berhubungan dengan feeder dan m adalah banyak rancangan yang digunakan untuk melindungi feeder, termasuk pengaman back-up.

Nilai Action Factor komponen power sistem dapat diperlihatkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 3-1
NILAI ACTION FACTOR KOMPONEN POWER SISTEM^[1]

Protection Element	AF
Trip rele of differential protection	1.0
Zone 1 element of distance rele	1.0
Zone 2 element of distance rele	$\frac{1}{2}$
Zone 3 element of distance rele with off	1/15
Zone 3 distance rele without offset	1/3
Zone 4 reverse looking element without offset	-1.0
Zone 4 reverse looking element with offset	-2/3
Directional rele	$\frac{1}{2}$
Reverse looking dirccetional rele	-1.0
Directional earth fault overcurrent rele	$\frac{1}{2}$
Directional overcurrent rele	$\frac{1}{2}$
Earth fault overcurrent rele	1/10
Phase overcurrent rele	1/15

3.1.1.2. Keputusan Level 1

Keputusan level 1 mengidentifikasi gangguan internal dan trip Circuit Breaker yang sesuai menggunakan hanya informasi yang diperoleh dari rancangan item yang terdapat gangguan. Keputusan level 1 tidak dipengaruhi oleh informasi yang tidak tepat. Dua aturan yang didefinisikan pada level 1 untuk menemukan feeder yang terganggu.

- ✓ **Aturan pertama** : Aturan pertama menggambarkan prinsip “one-out-of-two”, yaitu jika feeder diamankan menggunakan dua rancangan

pengaman utama dan jika satu rancangan pengaman mendeteksi gangguan pada feeder, ia akan memulai trip Circuit Breaker pada ujung-ujung feeder. Keadaan aturan ini menyatakan bahwa jika Action Factor rancangan dalam pengaman feeder adalah ≥ 1 , suatu gangguan terletak pada feeder.

- ✓ **Aturan kedua :** Jika semua terminal pada feeder beroperasi elemen forward looking, yaitu Action Factor adalah $\geq 1/3$, maka gangguan terletak pada feeder.

Rule 2 :
If $\forall i, AF_{\text{terminal}(i)} \geq 1/3$
 $i \in \{1, 2, (3)\}$ untuk semua terminal pada feeder
Then gangguan terdapat pada feeder
 Dimana i adalah banyak terminal pada feeder

3.1.1.3. Keputusan Level 2

Keputusan level 2 merupakan prioritas lebih rendah dari keputusan level 1. Proses pembuatan keputusan level 2 hanya diminta jika expert system gagal untuk menjangkau keputusan pada level 1. Keputusan level 2 menawarkan sebuah “Fault Affected Region (FAR)” yang didefinisikan mencakup operasi rele pengaman. Keputusan level 2 kemudian akan melihat setiap kesempatan untuk memperkecil besar ukuran dari FAR.

Tiga usaha yang akan dibuat dalam proses pembuatan keputusan level 2 untuk memperkecil besar dari FAR. Usaha pertama adalah pada nilai-nilai faktor aksi. Sebuah feeder dengan nilai Action Factor negatif akan dibuang dari FAR. Usaha kedua adalah pada operasi elemen zona 2. Jika feeder di luar jangkauan

beberapa operasi elemen zona 2, maka feeder ini tidak termasuk dalam feeder yang terganggu. Oleh karena itu feeder diluar jangkauan beberapa operasi elemen zona 2 akan dibuang dari FAR. Jika lebih dari satu feeder tetap dalam FAR, dan feeder ini terhubung bersama pada satu substation dengan central sectionalizer, kemudian paling tidak satu feeder akan dibuang dari FAR dengan membuka central sectionalizer.

3.1.2. Evaluasi Kepastian (Certainty Evaluation)^[1]

Untuk mengatasi ketidakpastian yang tidak dapat dihindari dari operasi yang tidak sempurna dari rele proteksi atau kekurangan informasi komunikasi, dua faktor kepastian diperkenalkan dan proses evaluasi kepastian tergabung ke dalam sistem BPES. Sebagai dasar perhitungan kepastian pada tiap-tiap saluran atau bagian busbar dalam Fault Affected Region (FAR) akhir yang terdapat gangguan, BPES mampu untuk menemukan komponen yang pada umumnya mungkin terdapat gangguan. Sama halnya dengan analisa faktor kepastian yang berkaitan dengan ketidaksempurnaan suatu operasi rele, BPES juga mampu untuk mengidentifikasi elemen rele mana yang mungkin mengalami kegagalan dalam beroperasi.

3.1.2.1. Faktor Kepastian Pada Saluran Atau Busbar Yang Terdapat Gangguan

Faktor kepastian atau Certainty Factor (CF) didefinisikan untuk suatu saluran transmisi atau bagian busbar yang menunjukkan bahwa saluran atau

busbar terdapat gangguan. Untuk contoh sebuah saluran dengan nilai CF 1 menunjukkan bahwa gangguan nampak pada saluran dan dengan nilai CF 0 menunjukkan gangguan tidak nampak pada saluran. Peraturan umum untuk mendefinisikan suatu CF untuk saluran, busbar atau gangguan yang mempengaruhi suatu daerah adalah :

1. Suatu Keputusan Level 1 mempunyai nilai CF 1. Ini menunjukkan bahwa komponen didefinisikan terdapat gangguan.
2. Suatu FAR mempunyai nilai CF 1. Ini menunjukkan gangguan harus nampak pada suatu tempat dalam FAR.
3. Item dalam item tunggal FAR mempunyai nilai CF 1. Ini menunjukkan nyata-nyata item dalam FAR ini terdapat gangguan.
4. Item dalam banyak item dalam FAR mempunyai nilai diantara 0 dan 1.

Nilai CF dapat diperoleh dengan menggunakan rumus dibawah ini:

$$CF_{item(k)} = \frac{AF_{item(k)}}{\sum_{i=1}^m AF_{item(i)}} \quad (2.15)$$

k adalah tiap-tiap saluran yang terdapat dalam FAR dan m adalah jumlah total item dalam FAR akhir.

3.1.2.2. Faktor Kepastian Dari Proteksi Yang Mengalami Gangguan Operasi/Certainty Factor of Maloperation (CFM)

Faktor kepastian digunakan untuk mengukur kemungkinan kegagalan dari elemen rele proteksi yang didefinisikan sebagai certainty faktor of maloperation (CFM).

Suatu nilai CFM 1 menunjukkan keyakinan benar bahwa rele atau elemen mempunyai maloperasi dan gagal untuk melihat suatu gangguan atau gagal untuk beroperasi ketika diperlukan. Nilai CFM 0 bahwa rele yang terhubung atau elemen tidak mengalami maloperasi. Biasanya suatu saluran atau busbar yang terdapat dalam FAR akan mempunyai nilai diantara 0 dan 1. Khususnya jika FAR berisi lebih dari satu item. CFM rele berhubungan dengan besar dan arah zona proteksi dari rele yang di rancang untuk melindungi.

CFM untuk operasi rele proteksi reverse looking atau elemen dapat menggunakan formula dibawah ini :

$$CFM_{proteksi(j)} = 1 - CF_{(i)} \quad (2.16)$$

Dimana i adalah identitas dari saluran pada rele atau elemen yang diterapkan dan j adalah identitas dari rele atau elemen. Asumsi ini dalam FAR terakhir. Suatu operasi elemen zone 1 dalam suatu aplikasi rele jarak dipergunakan untuk mengamankan gangguan saluran yang mempunyai nilai CFM 0, keadaan elemen zona 1 dalam hal ini rele beroperasi secara tepat.

CFM rele proteksi atau elemen forward looking tidak aktif, dirancang untuk mengamankan panjang saluran keseluruhan, dapat menggunakan di bawah ini. CFM rele atau elemen adalah faktor kepastian (CF) dari saluran yang terdapat gangguan jika rele dipergunakan untuk mengamankan saluran ini :

$$CFM_{proteksi(j)} = CF_{(i)} \quad (2.17)$$

Elemen zona 2 tidak aktif dalam sebuah rele jarak dipergunakan untuk mengamankan dari gangguan saluran yang diidentifikasi dengan keputusan level 1

yang mempunyai sebuah CFM bernilai 1. Ini menunjukkan elemen zona 2 dalam rele didefinisikan gagal untuk beroperasi.

Jika rele proteksi forward looking atau elemen dirancang untuk memproteksi bagian saluran yang diamankan, CFM dari rele ini atau elemen ketika tidak aktif sebanding dengan panjang saluran yang diproteksi. Hal ini dapat dihitung menggunakan formula dibawah ini:

$$CFM_{proteksi(j)} = p \times CF_{(i)} \quad (2.18)$$

Dimana p adalah persentase dari panjang saluran yang mana terdapat rele atau elemen pengaman. Hal ini diasumsikan saluran tetap berada dalam FAR terakhir. Untuk pertimbangan zona 1 elemen dalam sebuah rele jarak, p diset untuk 80% dari panjang saluran. CFM adalah :

$$CFM_{proteksi(j)} = 80\% \times CF_{(i)} \quad (2.19)$$

3.2. Strategi Urutan Trip *Back-Up Protection Expert System*^[1]

Jika gangguan terjadi pada saluran jaringan transmisi atau subtransmisi dan proteksi utama pada saluran gagal dalam beroperasi, back-up proteksi pada jaringan harus beroperasi untuk menghilangkan atau mengisolasi gangguan. Jika BPES diterapkan untuk mengamankan jaringan, maka gangguan yang terjadi pada jaringan biasanya dihilangkan dengan suatu jangkauan keputusan tegas level 1 atau level 2 plus. Jika keputusan Level 1 dicapai, gangguan saluran atau bagian busbar diidentifikasi didasarkan pada informasi yang hanya berasal dari gangguan saluran atau bagian busbar. Keputusan level 2 plus berisi hanya satu item dalam akhir FAR dan BPES hanya memutuskan item yang terganggu dari

jaringan. Kadang-kadang dicapai suatu multi-item FAR untuk rele proteksi yang kehilangan informasi atau gagal beroperasi. Kemudian BPES memanggil proses evaluasi kepastian untuk menyelidiki saluran yang kemungkinan terdapat gangguan. Bagaimanapun hanya saluran yang kemungkinan terdapat gangguan yang akan trip, ini menunjukkan sebuah resiko kecil bahwa gangguan mungkin tetap dan aksi trip selanjutnya diperlukan. Oleh karena itu penting untuk memperkenalkan mekanisme dalam BPES untuk memastikan bahwa hal yang dapat dipertanggungjawabkan dapat dicapai.

Di bawah ini strategi urutan trip dikembangkan dan terdapat dalam BPES untuk mengatasi suatu keadaan apabila terdapat rele proteksi yang kehilangan informasinya atau gagal dalam beroperasi dan multi-item FAR akhirnya dijumpai. BPES secara normal menganalisa saluran yang kemungkinan terdapat gangguan dan memutuskan untuk memperkecil resiko trip multiple saluran dengan memutuskan saluran yang kemungkinan terdapat gangguan dari jaringan. Bagaimanapun hal ini juga menggunakan strategi urutan trip untuk memastikan gangguan telah hilang yaitu BPES akan membuat usaha kedua untuk menyelidiki dasar gangguan dari informasi terbaru, jika keputusan dibuat sebagai dasar untuk mengevaluasi faktor kepastian dari saluran-saluran. Proses diatas akan diulang sampai gangguan hilang dan ini dinamakan faktor dasar strategi urutan trip dalam BPES.

Keadaan strategi urutan trip di atas bahwa BPES hanya akan memutuskan saluran yang kemungkinan besar terdapat gangguan dari jaringan ketika keputusan level tinggi (level 1, level 2 plus) gagal untuk dicapai. Perlu untuk

menerapkan strategi urutan trip dalam BPES adalah untuk memastikan bahwa gangguan yang terjadi dalam jaringan selalu dihilangkan ketika resiko trip banyak item diperkecil. Usaha kedua dari strategi urutan trip adalah menginisialisasi menggunakan timer yang didesain untuk mentrigger kembali sistem expert decision. Ini memperbolehkan BPES untuk memanggil sistem expert decision setelah waktu tunda yang telah ditetapkan habis. Segera meminta sistem expert decision untuk menyelidiki dasar gangguan pada informasi yang terbaru. Biasanya tidak ada keputusan yang dijangkau seperti gangguan telah dihilangkan oleh keputusan pertama dari strategi urutan trip. Sistem expert kemudian kembali ke dalam mode standby tetapi menunda sistem monitoring BPES untuk melanjutkan memonitor sistem pengaman. Bagaimanapun apabila gangguan tetap ada, sistem expert decision akan kembali mengulang lima tahap untuk menyelidiki gangguan. Jika keputusan level tinggi dicapai pada level 1 atau level 2 plus, gangguan dihilangkan dengan kedua level keputusan dari strategi urutan trip. Jika keputusan level dalam BPES segera turun untuk multi-item FAR, strategi urutan trip akan segera diterapkan dan sebuah timer akan segera diinisialisasi. Waktu tunda timer telah habis, segera sistem expert decision untuk menyelidiki dasar gangguan pada informasi yang terbaru. Proses ini akan di ulang terus sampai gangguan hilang.

Dasar pemilihan saluran yang akan diputus adalah pada analisa faktor kepastian saluran dalam FAR terakhir. Salah satu dengan nilai CF maximum akan diidentifikasi sebagai saluran yang kemungkinan besar terdapat gangguan, karena itu akan diputuskan dari jaringan. Jika dua saluran dengan nilai CF maksimum, maka dua saluran akan diputuskan dari jaringan.

Penting untuk memeriksa hilang atau tidaknya gangguan ketika strategi urutan trip digunakan untuk menghilangkan gangguan, seperti gangguan pada jaringan yang harus segera dihilangkan. Oleh karena itu penting untuk menginisialisasi timer setelah BPES memberikan instruksi trip/intertrip untuk memutuskan saluran yang kemungkinan besar terdapat gangguan. Desain ini untuk kembali mentrigger system expert decision setelah waktu tunda yang ditentukan telah habis. Meminta sistem expert decision memeriksa apakah gangguan telah hilang pada informasi yang terbaru. Jika gangguan tetap nampak, sistem expert decision kemudian menyelidiki gangguan dan memutuskan cara terbaik untuk mengisolasinya atau kembali ke mode standby jika gangguan telah hilang. Bagaimanapun strategi urutan trip tidak harus diminta jika keputusan tegas dalam BPES mampu untuk mengatasinya. Oleh karena itu strategi urutan trip dengan keras diterapkan untuk situasi dimana tidak ada keputusan level 1 dan level 2 plus yang dibuat dan multi item FAR akhirnya dicapai dalam sebagian kasus, ketika back-up proteksi expert sistem diperlukan, gangguan secara normal dihilangkan dengan jangkauan keputusan level 1 atau level 2 plus dalam BPES. Kadangkadangkang strategi urutan trip digunakan ketika keputusan level tinggi tidak dapat dicapai dan multi-item FAR akhirnya dicapai. Gangguan serupa itu biasanya dihilangkan dengan keputusan pertama yang diberikan dari strategi urutan trip. Resiko banyaknya saluran yang trip diperkecil dalam BPES dan memastikan gangguan selalu dihilangkan ketika BPES bekerja. Evaluasi kepastian bahwa saluran terdapat gangguan menyediakan petunjuk untuk BPES dan mengaktifkan

BPES untuk memperkecil resiko pada jaringan dengan memutuskan saluran yang kemungkinan besar terdapat gangguan.

3.3. Penyusunan Algoritma

Penyusunan algoritma dibuat untuk memudahkan dalam pembuatan perangkat lunak setelah mengetahui garis besar dari diagram alir sistem operasional. Algoritma disusun berdasarkan cara kerja dari strategi urutan trip pada jaringan transmisi menggunakan back-up protection expert system dalam mengatasi rele pengaman yang gagal beroperasi untuk menghilangkan gangguan pada jaringan transmisi.

Algoritma dari strategi urutan trip pada jaringan transmisi menggunakan back-up protection expert system adalah sebagai berikut :

- a. Pendeteksian gangguan feeder pada jaringan transmisi

Deteksi gangguan feeder pada jaringan transmisi dari model single line yang telah dibuat dilakukan melalui penekanan tombol mouse pada bagian feeder dari single line jaringan transmisi.

- b. Proses strategi urutan trip pada jaringan transmisi menggunakan back-up protection expert system dengan mentrigger prosedur expert decision system untuk menemukan feeder jaringan transmisi yang terdapat gangguan. Hal ini dituliskan sebagai berikut :

If (*ada gangguan*) **and**

(pengaman utama gagal beroperasi)

Then *proses expert decision system*

c. Proses expert decision system

Proses expert decision system dapat diuraikan sebagai berikut. Langkah-langkah dari expert decision system yaitu

- Generates FAR

- Mengurangi/reduces item FAR dengan nilai faktor aksi dan jangkauan zona 2 rele pengaman.

- Menghitung CF dan CFM dari item pada akhir FAR

Item pada akhir FAR dengan nilai CF dan CFM tertinggi dinyatakan sebagai item yang terdapat gangguan.

d. Apabila selama proses di atas (a s/d c) gangguan tetap nampak, maka strategi urutan trip akan mengisolasi bagian yang terdapat gangguan dengan trip CB pada kedua ujung bagian yang terdapat gangguan.

e. Tiap-tiap proses di atas dilaksanakan secara terus-menerus, apabila terdapat gangguan dan penguaman utama gagal dalam menghilangkan gangguan.

BAB IV

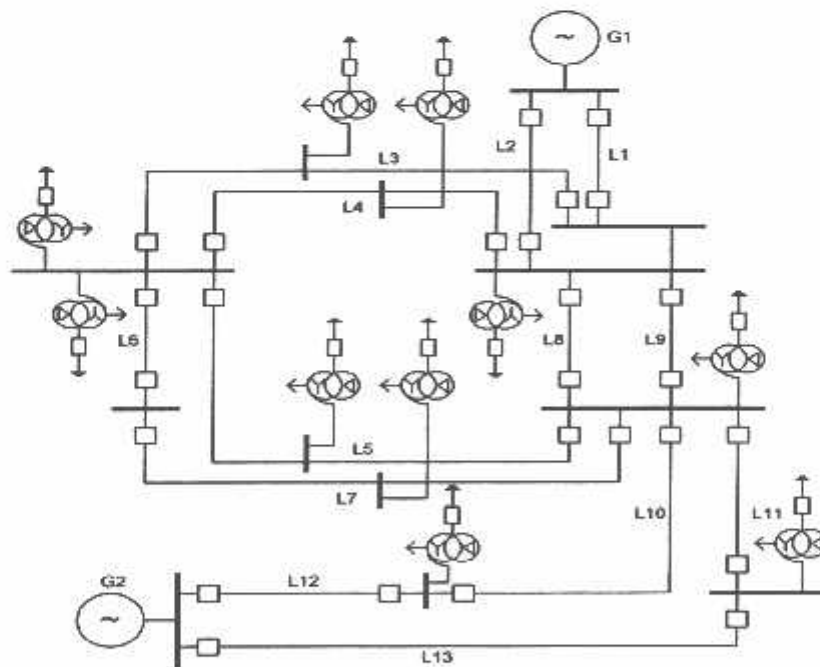
PENGUJIAN DAN ANALISA HASIL PERANCANGAN SISTEM

4.1. Rancangan Sistem Strategi Urutan Trip *Back-Up Protection Expert System*

Untuk mengimplementasikan strategi urutan trip pada jaringan transmisi menggunakan *back-up protection expert system* maka perlu mengetahui bentuk topologi jaringan transmisi beserta perencanaan sistem pengamannya.

4.1.1. Sistem Jaringan Transmisi dan Rancangan Rele Pengaman

Sistem jaringan transmisi yang dipergunakan untuk mensimulasikan strategi urutan trip *back-up protection expert system* ini dapat dilihat pada gambar berikut ini :



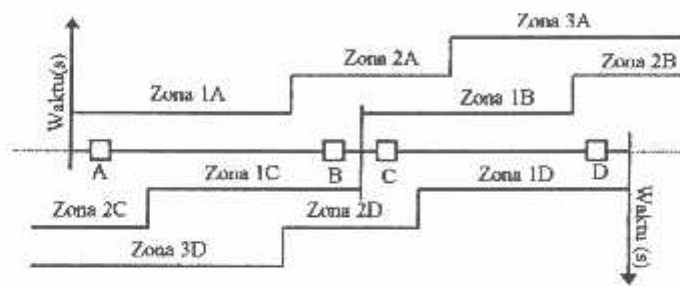
**Gambar 4-1. Single Line Sistem Jaringan Transmisi
Untuk Simulasi Strategi Urutan Trip BPES**

Rancangan pengaman sistem jaringan transmisi dalam hal ini mempergunakan rele jarak sebagai pengaman utama dengan back-up waktu tunda (time delayed back-up), seperti yang sering dipergunakan pada pengaman sistem jaringan transmisi. Rancangan pengaman untuk feeder L1, L2, L6, L8 dan L9 menggunakan rele jarak dan unit pengaman (unit protection). Rele jarak yang dipergunakan untuk pengaman feeder ini dengan ketentuan tiga zona pengaman yaitu antara lain :

1. Daerah 1 (Zone 1), sebagai daerah proteksi utama. Pada daerah ini rele jarak harus bekerja seketika (instantenous), tanpa perlambatan waktu dengan batas daerah.
2. Daerah 2 (Zone 2), daerah ini merupakan daerah cadangan (back-up) dari daerah 1 dengan daerah kerja meliputi seluruh daerah di saluran pertama ditambah 50% daerah yang berada setelah bus depan. Reaksi rele jarak untuk gangguan yang terjadi di daerah ini di setting dengan perlambatan waktu.
3. Daerah 3 (Zone 3), merupakan daerah proteksi cadangan dari daerah 2 yang meliputi daerah pertama dan kedua ditambah 25% panjang saluran ketiga. Reaksi rele terhadap gangguan yang terjadi pada daerah ini mengalami perlambatan waktu yang lebih besar daripada perlambatan waktu daerah 2.

Elemen zona 2 untuk mendeteksi gangguan fasa dan ke tanah pada akhir feeder dan back-up untuk gangguan busbar feeder yang berada didepannya jika pengaman utama busbar gagal beroperasi, dalam hal ini waktu operasi zona 2

adalah 0.5 detik. Elemen zona 3 dipergunakan untuk mendeteksi gangguan fasa dan ke tanah pada feeder yang lokasinya jauh dari pengaman feeder utama yang beroperasi dalam waktu 1 detik. Unit pengaman dipergunakan untuk mendeteksi gangguan ke tanah yang beroperasi antara 1 sampai 3 detik. Rancangan pengaman jarak beserta unit pengaman dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 4-2. Zona-Zona Pengaman Jarak dan Unit Protection

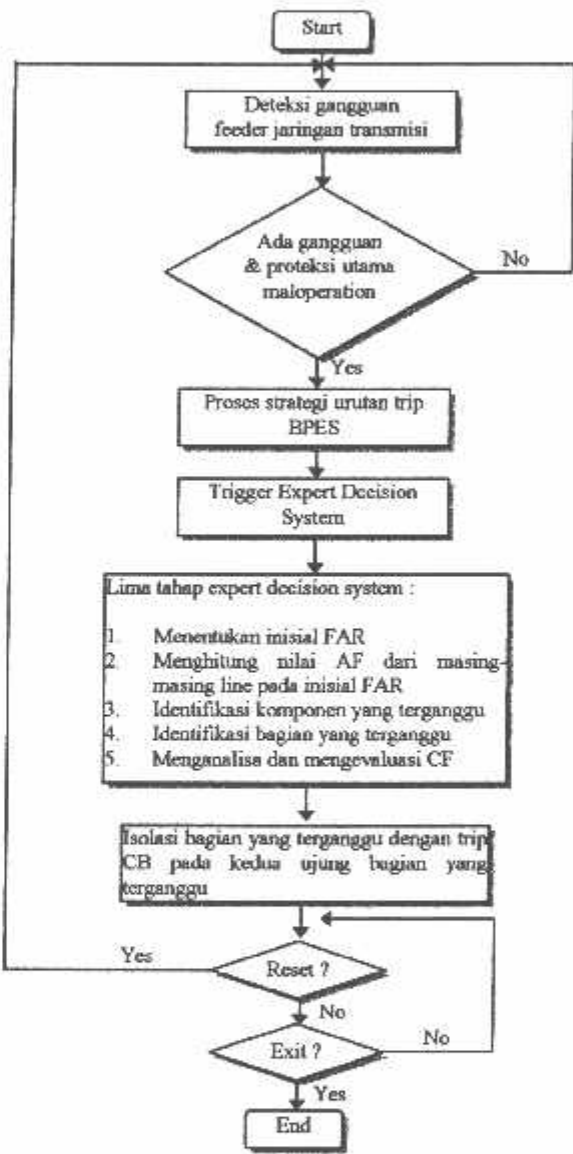
Sedangkan untuk rancangan pengaman feeder L3, L4, L5, L7, L10, L11, L12 dan L13 menggunakan pengaman jarak dengan rancangan double distance yaitu :

1. Pengaman utama pertama adalah tiga daerah rele jarak yang beroperasi menggunakan rancangan direct intertripping.
2. Pengaman utama kedua adalah empat daerah blocking rele jarak dengan daerah 4 (zone 4) reverse looking direction.

Rancangan ini dipilih mengingat pentingnya kontinyuitas pelayanan daya listrik ke beban dengan adanya tap-tap line pada saluran transmisi dan juga mempertinggi selektifitas kerja dari pengaman untuk melihat gangguan.

4.1.2. Diagram Alir Sistem Operasional

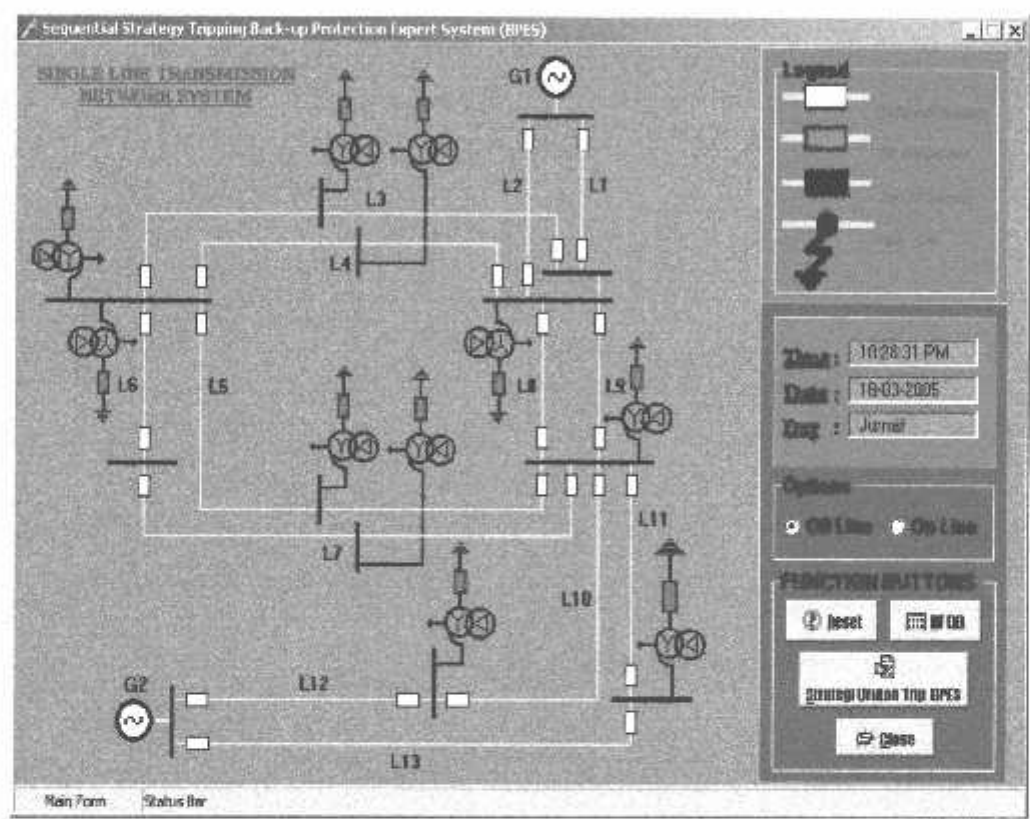
Diagram alir sistem operasional dari simulasi strategi urutan trip pada jaringan transmisi menggunakan back-up protection expert system adalah sebagai berikut :



Gambar 4-3. Diagram Alir Sistem Operasional

4.2. Pengujian Perancangan Sistem

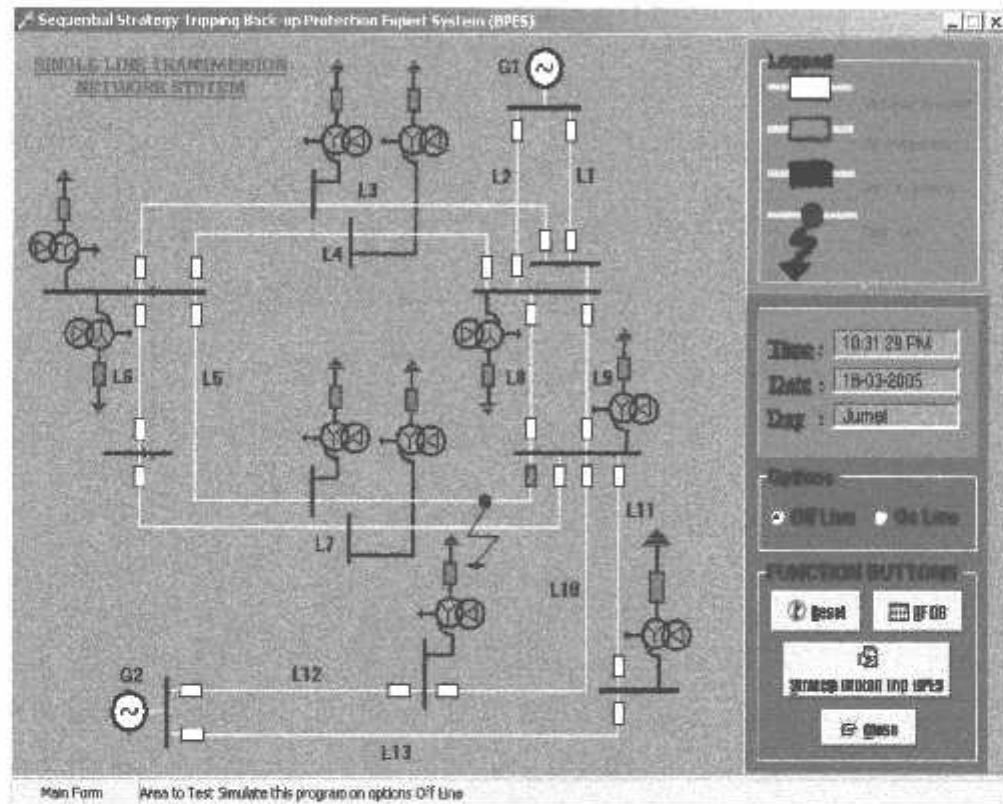
Implementasi dari perancangan sistem untuk mensimulasikan strategi urutan trip pada jaringan transmisi menggunakan back-up protection expert system adalah sebagai berikut:



Gambar 4-4. Form Simulasi Strategi Urutan Trip Back-up Protection Expert System

Dalam hal ini gangguan yang terjadi pada feeder jaringan transmisi disimulasikan untuk gangguan satu phasa ke tanah. Gangguan disimulasikan dengan penekanan tombol mouse. Untuk mensimulasikan cara kerja dari strategi urutan trip ini, maka setelah gangguan yang terjadi pada feeder jaringan transmisi akan diikuti oleh keadaan proteksi utama yang gagal beroperasi untuk mengisolasi gangguan. Proteksi utama yang dimaksud adalah proteksi yang paling dekat

dengan lokasi gangguan yang terjadi yaitu zona 1 dari pengaman jarak. Keadaan gangguan yang terjadi beserta proteksi utama yang gagal beroperasi ditunjukkan sebagai berikut :

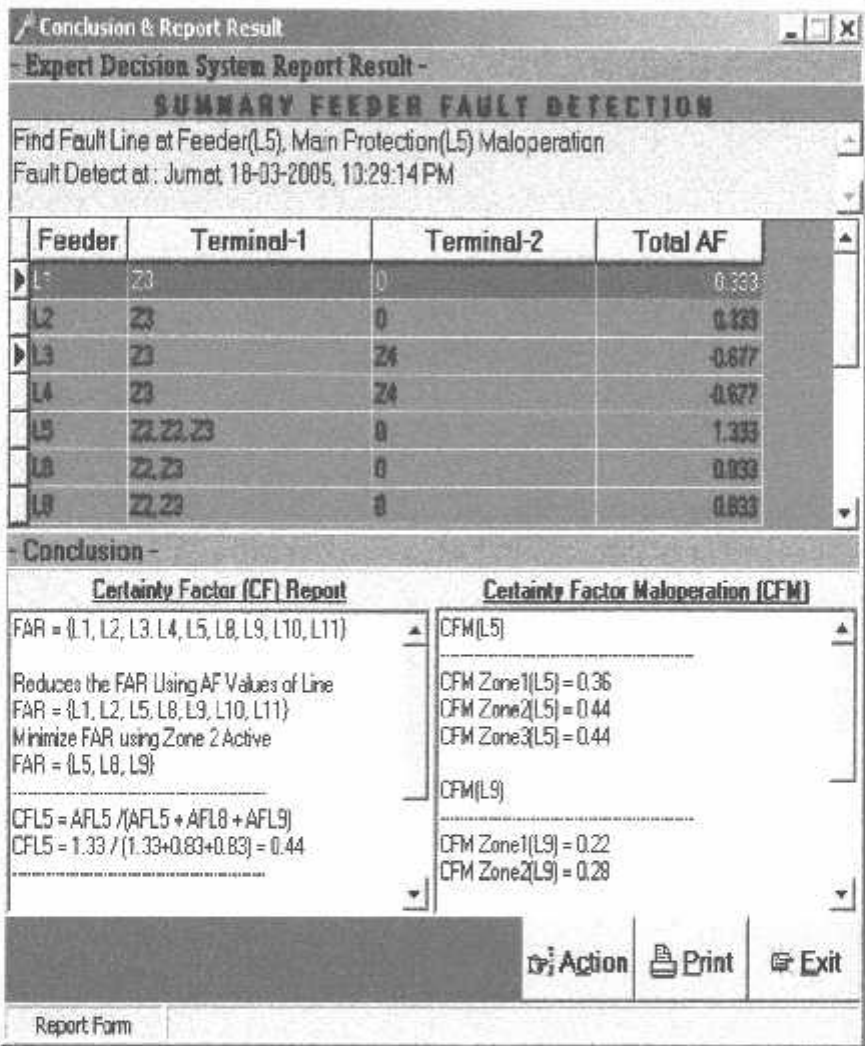


Gambar 4-5. Keadaan Gangguan dan Main Protection Maloperation Pada Feeder L5

Cara kerja strategi urutan trip disimulasikan dengan penekanan tombol push button “proses strategi urutan trip BPES” pada menu utama yang selanjutnya akan dihasilkan report dari expert decision system. Report expert decision system akan menganalisa dan mengevaluasi Certainty Factor (CF) untuk menemukan feeder jaringan transmisi yang kemungkinan terdapat gangguan. Tindakan dari strategi urutan trip pada jaringan transmisi ini dilakukan melalui penekanan tombol push button “Action” pada form expert decision sistem untuk mengisolasi gangguan

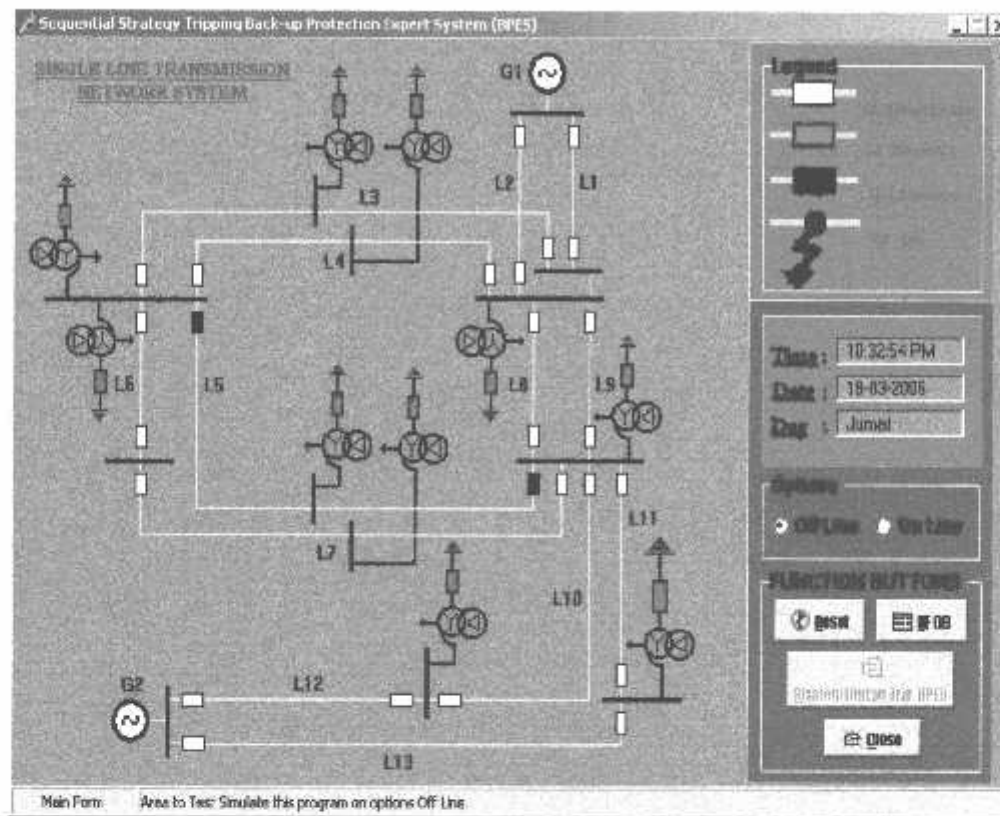
yang diidentifikasi oleh strategi urutan trip melalui hasil report expert decision system.

Hasil report expert decision system untuk gangguan pada L5 dengan main protection maloperation dapat ditunjukkan sebagai berikut :



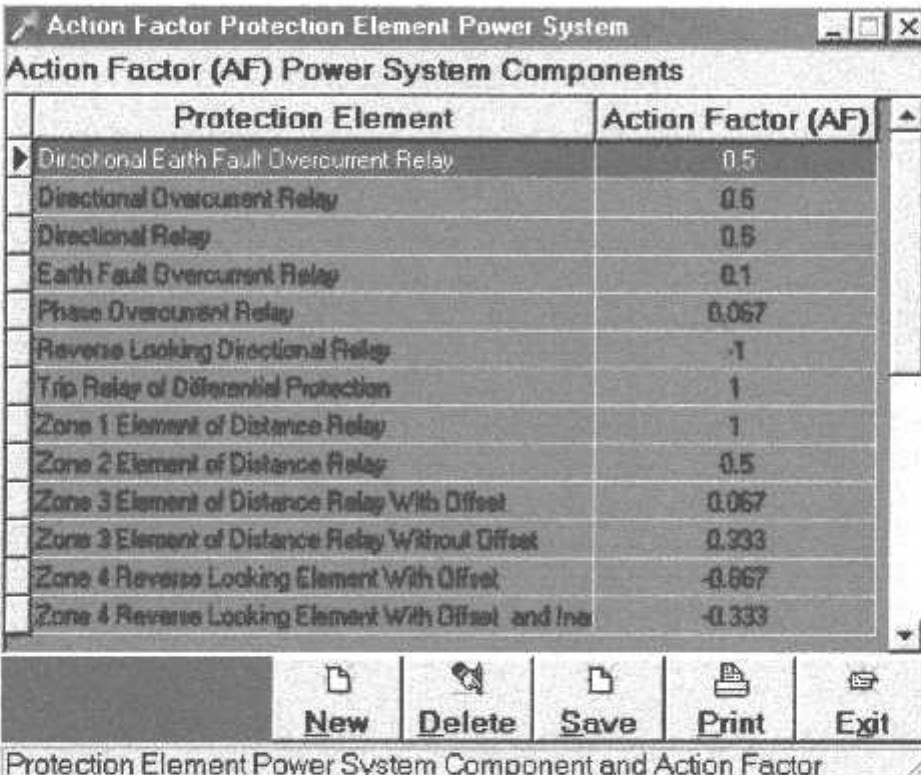
Gambar 4-6. Report Expert Decision System Untuk Gangguan Pada Feeder L5 dan Main Protection Maloperation

Aksi dari strategi urutan trip untuk mengisolasi gangguan ini dapat ditunjukkan sebagai berikut:



Gambar 4-7. Trip CB Oleh Strategi Urutan Trip Untuk Gangguan Pada L5

Referensi mengenai nilai action factor (AF) dari elemen proteksi power sistem dapat dilihat melalui penekan tombol push button “AF DB”. Pada Form ini dapat dilakukan penambahan, pengeditan, dan penghapusan elemen proteksi power sistem. Form dari elemen proteksi power sistem dapat ditunjukkan sebagai berikut:



Protection Element	Action Factor (AF)
Directional Earth Fault Overcurrent Relay	0.5
Directional Overcurrent Relay	0.5
Directional Relay	0.5
Earth Fault Overcurrent Relay	0.1
Phase Overcurrent Relay	0.067
Reverse Looking Directional Relay	-1
Trip Relay of Differential Protection	1
Zone 1 Element of Distance Relay	1
Zone 2 Element of Distance Relay	0.5
Zone 3 Element of Distance Relay With Offset	0.067
Zone 3 Element of Distance Relay Without Offset	0.333
Zone 4 Reverse Looking Element With Offset	-0.667
Zone 4 Reverse Looking Element With Offset and Ina	-1.333

Protection Element Power System Component and Action Factor

Gambar 4-8. Action Factor Protection Elemen Power System

4.2.1. Analisa Hasil Pengujian Perancangan Sistem

Untuk menggambarkan dan menganalisa cara kerja strategi urutan trip pada jaringan transmisi menggunakan back-up protection expert system ini maka dilakukan suatu skenario gangguan yang terjadi pada jaringan transmisi. Gangguan yang terjadi adalah gangguan satu phasa ke tanah pada feeder L5 dari jaringan transmisi dengan proteksi utama gagal beroperasi untuk mengisolasi gangguan. Skenario ini diperlihatkan pada gambar 4-5. Dari skenario ini, expert decision system menghasilkan report yang ditunjukkan pada gambar 4-6.

Analisa hasil report expert decision system untuk skenario gangguan pada feeder L5 jaringan transmisi adalah sebagai berikut:

Report tersebut menunjukkan lima tahap expert decision system untuk menemukan feeder pada jaringan transmisi yang kemungkinan terdapat gangguan, yaitu antara lain

1. Mengasumsikan suatu daerah yang dipengaruhi oleh gangguan yang disebut sebagai *Fault Affected Region (FAR)*. Untuk gangguan pada feeder L5 seperti di atas, FAR yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

$$FAR = \{L1, L2, L3, L4, L5, L8, L9, L10, L11\}.$$
2. Menghitung Action Factor (AF) dari tiap-tiap item dalam FAR. AF dari tiap-tiap item dalam FAR dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$AF_{Feeder} = \sum_{i=1}^n AF_{terminal(i)} \quad (4.1)$$

$$AF_{Feeder} = \sum_{i=1}^m AF_{rancangan(i)} \quad (4.2)$$

dimana n adalah banyak terminal yang berhubungan dengan feeder dan m adalah banyak rancangan yang digunakan untuk melindungi feeder, termasuk pengaman back-up.

Besar AF dari tiap-tiap item dalam FAR untuk skenario gangguan pada L5 adalah sebagai berikut :

$$AF_{L1} = AF_{zona3} = \frac{1}{3}$$

$$AF_{L2} = AF_{zona3} = \frac{1}{3}$$

$$AF_{L3} = AF_{zona3} + AF_{zona4} = \frac{1}{3} - 1 = -\frac{2}{3}$$

$$AF_{L4} = AF_{zona3} + AF_{zona4} = \frac{1}{3} - 1 = -\frac{2}{3}$$

$$AF_{L5} = AF_{ter\ min\ at(L5)} = \left\{ \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} \right\} = \frac{4}{3}$$

$$AF_{L8} = AF_{zona2} + AF_{zona3} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{5}{6}$$

$$AF_{L9} = AF_{zona2} + AF_{zona3} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{5}{6}$$

$$AF_{L10} = AF_{ter\ min\ at(L10)} = \left\{ \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} - 1 \right\} = \frac{1}{3}$$

$$AF_{L11} = AF_{ter\ min\ at(L11)} = \left\{ \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} - 1 \right\} = \frac{1}{3}$$

Hasil perhitungan nilai AF dari tiap-tiap item dalam FAR tersebut di atas dapat ditunjukkan dalam tabel berikut ini :

Tabel 4-1.
TOTAL NILAI AF DARI TIAP-TIAP ITEM DALAM FAR
UNTUK SKENARIO GANGGUAN PADA FEEDER L5

Feeder	Terminal-1	Terminal-2	Total AF
L1	Z3	0	0.333
L2	Z3	0	0.333
L3	Z3	Z4	-0.667
L4	Z3	Z4	-0.667
L5	Z2,Z2,Z3	0	1.333
L8	Z2,Z3	0	0.833
L9	Z2,Z3	0	0.833
L10	Z2,Z2,Z3	Z4	0.333
L11	Z2,Z2,Z3	Z4	0.333

3. Memperkecil banyak item dalam FAR menggunakan besar nilai AF dari tiap-tiap item dan jangkauan Zona 2 dari rancangan pengaman. Item dalam FAR dengan nilai AF tinggi dan terdapat jangkauan zona 2 dari rele pengaman akan tetap dalam FAR dan sebaliknya akan dikeluarkan dalam FAR. Sehingga FAR sekarang menjadi sebagai berikut :

$$FAR = \{L5, L8, L9\}.$$

4. Menghitung nilai Certainty Factor (CF) dan Certainty Factor of Maloperation (CFM) dari item pada akhir FAR. CF dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$CF_{item}(k) = \frac{AF_{item}(k)}{\sum_{i=1}^m AF_{item}(i)} \quad (4.3)$$

dimana k adalah tiap-tiap saluran yang terdapat dalam FAR dan m adalah jumlah total item dalam akhir FAR.

Akhir FAR yaitu, $FAR = \{L5, L8, L9\}$

$$CF_{L5} = \frac{AF_{L5}}{AF_{L5} + AF_{L8} + AF_{L9}} = \frac{1.333}{1.333 + 0.833 + 0.833} = 0.444$$

$$CF_{L8} = \frac{AF_{L8}}{AF_{L5} + AF_{L8} + AF_{L9}} = \frac{0.833}{1.333 + 0.833 + 0.833} = 0.278$$

$$CF_{L9} = \frac{AF_{L9}}{AF_{L5} + AF_{L8} + AF_{L9}} = \frac{0.833}{1.333 + 0.833 + 0.833} = 0.278$$

Sedangkan untuk analisa kemungkinan proteksi maloperasi (CFM) dihitung menggunakan formula sebagai berikut :

- ✓ Untuk elemen proteksi reverse looking

$$CFM_{proteksi(j)} = 1 - CF_{(i)} \quad (4.4)$$

- ✓ Untuk elemen forward looking yang dipergunakan untuk mengamankan panjang saluran keseluruhan maka nilai CFM sebanding dengan nilai faktor aksinya,

$$CFM_{proteksi(j)} = CF_{(i)} \quad (4.5)$$

- ✓ Untuk elemen forward looking yang dipergunakan untuk mengamankan bagian dari panjang saluran maka CFM dihitung menggunakan formula sebagai berikut :

$$CFM_{proteksi(j)} = p \times CF_{(i)} \quad (4.6)$$

Dimana i adalah nomer saluran, j adalah elemen pengaman pada saluran i dan p adalah prosentase dari panjang saluran yang diamankan. Sehingga besar nilai probabilitas dari proteksi maloperasi untuk gangguan pada feeder L5 adalah sebagai berikut :

- ☞ Untuk pengaman jarak L5

$$CFM_{zona1} = 80\% \times 0.444 = 0.355$$

$$CFM_{zona2} = CF_{L5} = 0.444$$

$$CFM_{zona3} = CF_{L5} = 0.444$$

$$CFM_{zona4} = 1 - CFM_{L5} = 0.556$$

- ☞ Untuk pengaman jarak L8

$$CFM_{zona1} = 80\% \times 0.278 = 0.222$$

$$CFM_{zona2} = CF_{L8} = 0.278$$

$$CFM_{zona3} = CF_{L8} = 0.278$$

- ☞ Untuk pengaman jarak L9

$$CFM_{zona1} = 80\% \times 0.278 = 0.222$$

$$CFM_{zona2} = CF_{1.9} = 0.278$$

$$CFM_{zona3} = CF_{1.9} = 0.278$$

5. Mengevaluasi dan menganalisa CF dan CFM

Dari hasil perhitungan nilai AF, CF dan CFM, maka feeder dengan CF dan CFM bernilai tertinggi diidentifikasi sebagai feeder yang kemungkinan besar terdapat gangguan. Feeder L5 dalam hal ini dinyatakan sebagai feeder yang kemungkinan terdapat gangguan.

Aksi strategi urutan trip selanjutnya akan memberikan instruksi trip CB pada kedua ujung feeder L5 yang diidentifikasi sebagai feeder yang terdapat gangguan. Hal ini dilakukan apabila selama proses lima tahap expert decision system gangguan tetap nampak pada jaringan transmisi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari pengujian dan analisa hasil perancangan sistem mengenai program *Protection Expert System (BPES)* yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Strategi *Back-Up Protection Expert System* mencegah meluasnya *black-out* akibat relay utama gagal beroperasi yang mana dapat di lihat gangguan di asumsikan pada L5 dan relay utama L5 gagal beroperasi maka *back-up konvensional* pada L5, L8, L9, L10, L11 dalam waktu bersamaan melihat gangguan dalam zone dua, sehingga relay tersebut trip secara bersamaan.
2. Strategi urutan trip pada jaringan transmisi menggunakan BPES hanya akan memutuskan feeder dari jaringan transmisi yang tetap berada dalam akhir *FAR* pada jangkauan zone dua dengan nilai *CF (certainty factor)* dan *CFM (certainty factor of maloperation)* maksimum. Dari hasil perhitungan nilai *AF (action factor)* diketahui bahwa L5, L8, L9 merupakan item dalam far dengan nilai *AF* tinggi dan terdapat jangkauan zone dua yang kemungkinan besar line yang mengalami gangguan. Untuk memastikan line mana yang bebar-benar mengalami gangguan maka dilakukan penghitungan nilai *CF* dan *CFM*, dari hasil perhitungan didapatkan nilai $CF_{L5} = 0,444$, $CF_{L8} = 0,278$, $CF_{L9} = 0,278$ dan nilai

$CFML5 = 0,355$, $CFML8 = 0,222$, $CFML9 = 0,222$ dengan demikian diketahui bahwa feeder L5 dinyatakan feeder yang mengalami gangguan dengan $CF = 0,444$ dan $CFM = 0,355$. Aksi strategi urutan trip selanjutnya akan memberikan instruksi trip CB pada kedua ujung feeder L5 yang diidentifikasi sebagai feeder yang terdapat gangguan.

5.2. Saran

Dari Skripsi mengenai Strategi Urutan Trip Pada Jaringan Transmisi Menggunakan *Back-Up Protection Expert System* (BPES) yang telah dibuat ini, diharapkan dapat dikembangkan ke dalam model yang nyata (on line), sehingga nantinya dapat lebih bermanfaat dalam perkembangan bidang teknik sistem tenaga khususnya sistem pengaman jaringan transmisi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J.C. Tan, P.A. Crossley, P.G. McLaren, I. Hall, J. Farrell and Phillip Gale, “*Sequensial Tripping Strategy for a Transmission Network Back-Up Protection Expert System*”, IEEE Transaction on Power Delivery, Vol. 17, No. 1, January 2002.
 - [2] J.C. Tan, P.A. Crossley, D.Kirschen, J. Goody, and J. A. Downes, “*An Expert System for The Back-Up Protection of Transmission Network*”, IEEE Transaction on Power Delivery, pp. 508-514, April 2000.
 - [3] J.C. Tan, P.A. Crossley, P.G. McLaren, P.F. Gale, I. Hall, J. Farrell, “*Application of a Wide Area Backup Protection Expert System to Prevent Cascading Outages*”, IEEE Transaction on Power Delivery, Vol. 17, No. 2, April 2002.
 - [4] John J. Grainger, William D. Stevenson, JR., “*Power System Analysis*”, MC-Graw Hill, Inc., International Editions 1994.
 - [5] A. Arismunandar, S. Kuwahara, Tcknik Tenaga Listrik jilid II, Pradnya Paramita.
 - [6] Setiyo Saksono “Diktat Kuliah Proteksi Sistem Tenaga Listrik”, ITN Malang.
-

LAMPIRAN



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

1. Nama Mahasiswa : Edi Suwarjo
2. NIM : 99.12.059
3. Jurusan : Teknik Elektro
4. Konsentrasi : Energi Listrik
5. Judul Skripsi :

**STRATEGI URUTAN TRIP PADA JARINGAN TRANSMISI
MENGUNAKAN "BACK-UP PROTECTION
EXPERT SYSTEM (BPES)"**

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu
(S-1) pada:

Hari : Jum'at
Tanggal : 07 Oktober 2005
Dengan Nilai : 73,4 (B+) *g*



Ir. Mochtar Asroni, MSME
Ketua

Panitia Ujian Skripsi

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Sekretaris

Angota Penguji

Ir. Taufik Hidavat, MT
Penguji Pertama

Irrine Budi S, ST, MT
Penguji Kedua



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

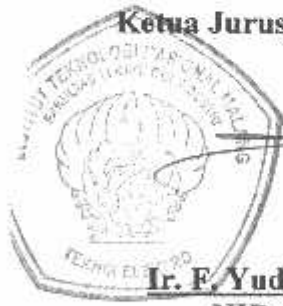
- | | |
|-------------------|------------------|
| 1. Nama Mahasiswa | : Edi Suwarjo |
| 2. NIM | : 99.12.059 |
| 3. Jurusan | : Teknik Elektro |
| 4. Konsentrasi | : Energi Listrik |
| 5. Judul Skripsi | : |

STRATEGI URUTAN TRIP PADA JARINGAN TRANSMISI MENGUNAKAN "BACK-UP PROTECTION EXPERT SYSTEM (BPES)"

- | | |
|----------------------------------|--|
| 6. Tanggal Mengajukan Skripsi | : 13 Oktober 2004 |
| 7. Tanggal Menyelesaikan Skripsi | : 01 Oktober 2005 |
| 8. Dosen Pembimbing | : Ir. I Made Wartana, MT |
| 9. Telah Dievaluasi Dengan Nilai | : 80 (Delapan Puluh)  |

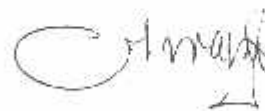
Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1




Ir. E. Yudi Limpraptono, MT
NIP. Y. 103 950 0274

Diperiksa dan Disetujui,
Dosen Pembimbing



Ir. I Made Wartana, MT
NIP. 131 991 182



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Teknik Energi Listrik, yang diselenggarakan pada :

Hari : Jum'at

Tanggal : 07 Oktober 2005

Telah dilakukan perbaikan Skripsi oleh :

Nama : Edi Suwarjo

N.I.M. : 99.12.059

Jurusan : Teknik Elektro

Program Studi : Energi Listrik S-1

Judul Skripsi : STRATEGI URUTAN TRIP PADA JARINGAN TRANSMISI
MENGUNAKAN "BACK-UP PROTECTION EXPERT
SYSTEM (BPES)"

Perbaikan Meliputi :

No.	Materi Perbaikan	Keterangan
1.	Tujuan	
2.	Kesimpulan	

Malang, Oktober 2005

Anggota Penguji

Ir. Taufik Hidayat, MT
Penguji Pertama

Irrine Budi S, ST, MT
Penguji Kedua

Mengetahui
Dosen Pembimbing

(Ir. I Made Wartana, MT)



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Edi Suwarjo
Nim : 99.12.059
Masa Bimbingan : 13 Oktober 2004 s/d 13 April 2005
Judul Skripsi : Strategi Urutan Trip Pada Jaringan Transmisi Menggunakan "Back-Up Protection Expert System (BPES)"

No.	Tanggal	Uraian	Parap Pembimbing
1.	01-12-04	Pelagi 9000 keatas meet power protection	s/
2.	2-1-05	Chlor & Carlos	s/
3.	7-02-05	Bagaimana mensimulasikan gangguan sistem tenaga. pemrosesan Power Point	s/
4.	14-02-05	Tipean & hasil ada kontrol	s/
5.	28-02-05	Apakah benar sebelum dan setelah simulasi pemrosesan program tsb.	s/
6.	31-03-05	Prosesan gambar zone? ada source	s/
7.	29-03-05	Pelaksanaan lagi sistem zone? dan back up nle. bagaimana hasil zone nle	s/
8.	25-04-05	Kesimpulan maka akan dibuat menjadi nilai kearah tsb	s/
9.	03-08-05	Hasil nle tsb. kesimpulan	s/
10.		Simpulan kesimpulan	s/

Malang, 200
Dosen Pembimbing,

Ir. I Made Wartana, MT

Form.S-4b



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Edi Suwarjo
Nim : 99.12.059
Masa Bimbingan : 13 Oktober 2004 s/d 13 April 2005
Judul Skripsi : Strategi Urutan Trip Pada Jaringan Transmisi Menggunakan
"Back-Up Protection Expert System (BPES)"

No.	Tanggal	Uraian	Parap Pembimbing
1.	10-09-'05	Kesimpulan belum mencapai hkm	/
2.	14-09-'05	Kesimpulan & simpulan lis p.p. Peleni lebih detail, prinsip umum	/
3.	19-09-'05	Simpulan kesimpulan urutan dari sistem sebelum & setelah trip pada BPES Ada daftar sumber	/
4.	28-09-'05	Lengkap, data tulis lebih lengkap	/
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

Malang, 200
Dosen Pembimbing,

Ir. I Made Wartana, MT

Form.S-4b



LEMBAR PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika *

1	Nama Mahasiswa : EDI SUWARJO			Nim : 99.12.059
2	Waktu pengajuan	Tanggal : 27	Bulan : JULI	Tahun : 2004
3	Spesifikasi judul (bentahi tanda silang)			
	a. Sistem Tenaga Elektrik	e. Elektronika & Komponen		
	b. Energi & Konversi Energi	f. Elektronika Digital & Komputer		
	c. Tegangan Tinggi & Pengukuran	g. Elektronika Komunikasi		
	d. Sistem Kendali Industri	h. lainnya		
4	Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Dosen *) : Ir. I Made Wartana, MT		Ketua Jurusan Ir. I Made Wartana, MT Nip: 131 991 182	
5	Judul yang diajukan mahasiswa	STRATEGI URUTAN TRIP PADA JARINGAN TRANSMISI MENGGUNAKAN " BACK - UP PROTECTION EXPERT SYSTEM (BPES) "		
6	Perubahan Judul yang disetujui Dosen sesuai materi bidang ilmu			
7	Catatan : Proteksi dengan cara back up apa saja sudah selesai Persetujuan Judul Skripsi yang dikonsultasikan kepada Dosen materi bidang ilmu Disetujui, g. Kwahs, 2004.. Dosen 			

Perhatian

1. Formulir Pengajuan ini harap dikembalikan kepada jurusan paling lambat satu minggu setelah disetujui kelompok dosen keahlian dengan dilampirkan proposal skripsi beserta persyaratan skripsi sesuai form S-1
2. Keterangan : * coret yang tidak perlu dituliskan a, b, c, atau d sesuai bidang keahlian

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2
MALANG

Lampiran : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

Kepada : Yth. Bapak/Ibu Ir. I Made Wartana, MT.
Dosen Institut Teknologi Nasional
MALANG

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : EDI SUWARJO
Nim : 99.12.059
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Energi Listrik

Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing Utama / Pendamping *), untuk penyusunan Skripsi dengan judul (proposal terlampir) :
STRATEGI URUTAN TRIP PADA JARINGAN TRANSMISI
MENGGUNAKAN " BACK - UP PROTECTION EXPERT SYSTEM
(BPES) "

Adapun tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk menempuh Ujian Akhir Sarjana Teknik.
Demikian permohonan kami dan atas kesediaan Bapak/Ibu kami ucapkan terima kasih.

Malang, 9 AGUSTUS 2009.

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Ir. I Made Wartana, MT
NIP. 131 991 182

Hormat kami,



EDI SUWARJO

*) coret yang tidak perlu

PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa/i :

Nama : EPI SUWARJO

Nim : 99-12-059

Semester : XI

Jurusan : Teknik Elektro S-1

Konsentrasi : Energi Listrik

Dengan ini Menyatakan bersedia / ~~tidak bersedia~~ *) Membimbing Skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul :

STRATEGI UPATAN TRIP PADA JARINGAN TRANSMISI
MENGUNAKAN " BACK-UP PROTECTION EXPERT SYSTEM
(BPES) "

Demikian surat Pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Malang, 9 AGUSTUS 2004

Kami yang Membuat pernyataan,

Catatan :

Setelah disetujui agar formulir ini
Diserahkan mahasiswa/i yang bersangkutan
Kepada Jurusan untuk diproses lebih lanjut.

*) Coret yang tidak perlu



NIP. 131. 991. 182 .

Form.S-3b

```

object Frm_BPES: TFrm_BPES
  Left = -65
  Top = 43
  Hint = 'Area to Test Simulate this program on options Off Line'
  BorderIcons = [biSystemMenu, biMinimize]
  BorderStyle = bsSingle
  Caption =
    'Sequential Strategy Tripping Back-up Protection Expert System (B' +
    'PESy'
  ClientHeight = 552
  ClientWidth = 744
  Color = clGray
  Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Font.Color = clWindowText
  Font.Height = -11
  Font.Name = 'MS Sans Serif'
  Font.Style = []
  OnActivate = FormActivate
  OnClose = FormClose
  OnCreate = FormCreate
  PixelsPerInch = 96
  TextHeight = 13
  object Shape13: TShape
    Left = 322
    Top = 319
    Width = 2
    Height = 56
    Brush.Color = 4194368
  end
  object Shape8: TShape
    Left = 323
    Top = 101
    Width = 2
    Height = 57
    Brush.Color = 4194368
  end
  object Label21: TLabel
    Left = 16
    Top = 14
    Width = 204
    Height = 16
    Caption = 'SINGLE LINE TRANSMISSION'
    Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
    Font.Color = 4210688
    Font.Height = -13
    Font.Name = 'Bookman Old Style'
    Font.Style = [fsBold, fsUnderline]
    ParentFont = False
  end
  object Shape42: TShape
    Left = 410
    Top = 9
    Width = 35
    Height = 30
    Pen.Width = 3
    Shape = stCircle
  end
  object Shape98: TShape
    Left = 426
    Top = 39

```

```

Width = 2
Height = 12
Brush.Color = clSilver
Pen.Color = clSilver
end
object Shape99: TShape
Left = 397
Top = 51
Width = 59
Height = 3
Brush.Color = clBlack
end
object Shp_CB1_L1: TShape
Left = 444
Top = 61
Width = 9
Height = 16
end
object Shape101: TShape
Left = 447
Top = 54
Width = 2
Height = 7
Brush.Color = clSilver
Pen.Color = clSilver
end
object Shape102: TShape
Left = 404
Top = 54
Width = 2
Height = 7
Brush.Color = clSilver
Pen.Color = clSilver
end
object Shp_CB1_L2: TShape
Left = 401
Top = 61
Width = 9
Height = 16
end
object Shp_L2: TShape
Left = 447
Top = 77
Width = 2
Height = 63
Brush.Color = clSilver
Pen.Color = clSilver
OnMouseDown = Shp_L2MouseDown
end
object Shp_L1: TShape
Left = 404
Top = 77
Width = 2
Height = 82
Brush.Color = clSilver
Pen.Color = clSilver
OnMouseDown = Shp_L1MouseDown
end
object Label22: TLabel
Left = 385

```

```
Top = 94
Width = 17
Height = 16
Caption = 'L2'
Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
Font.Color = clWindowText
Font.Height = -13
Font.Name = 'MS Sans Serif'
Font.Style = [fsBold]
ParentFont = False
end
object Label23: TLabel
Left = 453
Top = 93
Width = 17
Height = 16
Caption = 'L1'
Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
Font.Color = clWindowText
Font.Height = -13
Font.Name = 'MS Sans Serif'
Font.Style = [fsBold]
ParentFont = False
end
object Shp_CB2_L1: TShape
Left = 444
Top = 140
Width = 9
Height = 16
end
object Shp_CB2_L3: TShape
Left = 424
Top = 140
Width = 9
Height = 16
end
object Shape108: TShape
Left = 427
Top = 156
Width = 2
Height = 8
Brush.Color = clSilver
Pen.Color = clSilver
end
object Shape109: TShape
Left = 447
Top = 156
Width = 2
Height = 7
Brush.Color = clSilver
Pen.Color = clSilver
end
object Shape110: TShape
Left = 417
Top = 163
Width = 55
Height = 3
Brush.Color = clBlack
end
object Shape111: TShape
```

```
Left = 461
Top = 166
Width = 2
Height = 16
Brush.Color = clSilver
Pen.Color = clSilver
end
object Shp_CB1_L9: TShape
Left = 458
Top = 193
Width = 9
Height = 16
end
object Shape113: TShape
Left = 461
Top = 186
Width = 2
Height = 7
Brush.Color = clSilver
Pen.Color = clSilver
end
object Shape114: TShape
Left = 370
Top = 183
Width = 103
Height = 3
Brush.Color = clBlack
end
object Shp_CB1_L8: TShape
Left = 413
Top = 193
Width = 9
Height = 16
end
object Shape116: TShape
Left = 416
Top = 186
Width = 2
Height = 7
Brush.Color = clSilver
Pen.Color = clSilver
end
object Shape117: TShape
Left = 404
Top = 174
Width = 2
Height = 8
Brush.Color = clSilver
Pen.Color = clSilver
end
object Shape118: TShape
Left = 380
Top = 175
Width = 2
Height = 8
Brush.Color = clSilver
Pen.Color = clSilver
end
object Shp_CB2_L4: TShape
Left = 377
```

```

    Top = 159
    Width = 9
    Height = 16
end
object Shp_CB2_L2: TShape
    Left = 401
    Top = 158
    Width = 9
    Height = 16
end
object Shp_lanj_kn: TShape
    Left = 380
    Top = 145
    Width = 2
    Height = 14
    Brush.Color = clSilver
    Pen.Color = clSilver
    OnMouseDown = Shp_lanj_knMouseDown
end
object Shp_L4: TShape
    Left = 148
    Top = 143
    Width = 234
    Height = 2
    Brush.Color = clSilver
    Pen.Color = clSilver
    OnMouseDown = Shp_L4MouseDown
end
object Shp_L3: TShape
    Left = 102
    Top = 122
    Width = 327
    Height = 2
    Brush.Color = clSilver
    Pen.Color = clSilver
    OnMouseDown = Shp_L3MouseDown
end
object Shp_L3_Lanj_kn: TShape
    Left = 427
    Top = 123
    Width = 2
    Height = 17
    Brush.Color = clSilver
    Pen.Color = clSilver
    OnMouseDown = Shp_L3_Lanj_knMouseDown
end
object Label24: TLabel
    Left = 277
    Top = 104
    Width = 17
    Height = 16
    Caption = 'L3'
    Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
    Font.Color = clWindowText
    Font.Height = -13
    Font.Name = 'MS Sans Serif'
    Font.Style = [fsBold]
    ParentFont = False
end
object Label25: TLabel

```

[illegible]

```

399377FF3377737FF7733993330009993933373FF3777377F7E3399933000399
99333773FF777F77773339993707339933333773FF7FFF7733333999999999
33333377733777333333333999993333333337777333333}
NumGlyphs = 2
ParentFont = False
ParentShowHint = False
ShowHint = True
OnClick = Spd_resetClick
end
object Spd_AF: TSpeedButton
  Left = 94
  Top = 21
  Width = 73
  Height = 33
  Cursor = crHandPoint
  Hint = 'Button Action Factor Database'
  Caption = '&AF DB'
  Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Font.Color = clWindowText
  Font.Height = -12
  Font.Name = 'Impact'
  Font.Style = []
  Glyph.Data = {
    76010000424D7601000000000000760000002800000020000000100000000100
    04000000000000010000120B0000120B000010000000000000000000000000
    800000800000008080008000000080008000808000007F7F7F00BFBFBF000000
    FF0000FF000000FFFF00FE000000FF00FF00FFFF0000FFFFFF00333333333333
    333333FFFFFFF000000000000000077777777777777770FFFFFFF00000000
    FFF07F3FF3FF3FF3FFF70F00F00F00F000F07F77377377377370FFFFFFF00
    FFF07F3FF3FF3FF3FFF70F00F00F00F000F07F77377377377370FFFFFFF00
    FFF07F3FF3FF3FF3FFF70F00F00F00F000F07F77377377377370FFFFFFF00
    FFF07F3FF3FF3FF3FFF70F00F00F00F000F07F77377377377370FFFFFFF00
    FFF07FFFFFFFFFFF70CCCCCCCCCCCC07777777777777777088CCCCCCCC
    C8807FF7777777777FF7000000000000000077777777777777773333333333
    333333333333333333333333333333333333333333333333333333333333333333}
  NumGlyphs = 2
  ParentFont = False
  ParentShowHint = False
  ShowHint = True
  OnClick = Spd_AFClick
end
object Spd_simulasi: TSpeedButton
  Left = 23
  Top = 60
  Width = 135
  Height = 40
  Cursor = crHandPoint
  Hint = 'Button Simulate Sekuensial Trip Strategi BPES'
  Caption = '&Strategi Urutan Trip BPES'
  Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Font.Color = clWindowText
  Font.Height = -12
  Font.Name = 'Impact'
  Font.Style = []
  Glyph.Data = {
    76010000424D7601000000000000760000002800000020000000100000000100
    04000000000000010000120B0000120B000010000000000000000000000000
    800000800000008080008000000080008000808000007F7F7F00BFBFBF000000
    FF0000FF000000FFFF00FF000000FF00FF00FFFF0000FFFFFF00333333000000
    00003333337777777777733330FFFFFFF03FF3F7FFF33FFF7003000000FF0
  }

```

```
00F077F7777773E77737E00FBFBFB0FFFFFF0777333FF7FF33F7E0FBFB00000F
F0F077F333777773F737E0BFBFBFBFB0FFF077F3333FFFF733F7E0FBFB00000F
F0F077F333777773F737E0BFBFBFBFB0FFF077F3333FFFF733F7E0FB0000000F
F0F077FF777777733737000FB0FFFFFFF07773F7F33333337333000FFFFFFF
FFF0333777F3FFF33FF7333330F000FF000033337F77733777733330FFFFFFF
0FF0333337FFFFFFF7F37333330CCCCC0F0333337777777F73333330FFFFFFF
003333337FFFFFFF7733333300000000333333777777773333}
Layout = blGlyphTop
NumGlyphs = 2
ParentFont = False
ParentShowHint = False
ShowHint = True
OnClick = Spd_simulasiClick
end
object spd_close: TSpeedButton
  Left = 52
  Top = 106
  Width = 78
  Height = 36
  Cursor = crHandPoint
  Hint = 'Button Close the Form'
  Caption = '&Close'
  Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Font.Color = clWindowText
  Font.Height = -12
  Font.Name = 'Impact'
  Font.Style = []
  Glyph.Data = {
    76010000424D7601000000000000760000002800000020000000100000000100
    040000000000000010000130B0000130B000010000000000000000000000000
    8000008000000008080000800000080008000808000007F7F7F00BFBFBFB00000
    FF0000FF000000FFFF00FF000000FF00FF00FFFF0000FFFFFF0033333333B333
    333B33F333337F3333373B33333BB33333B337FF33377F33337F3BB3333BB333
    3BB3377FF3377F33377333BB777BB777BB333377FFF77FFF7733330000000000
    B333337777777777733330FFFFFFF03333337F3FF3FFF7F333330F00F000F0
    33333F7F77377737FFFFBB0FFF8FFFF0BBB3777F3F33FFF7777F3B0F08700000
    000B377F73F77777777773308880FFFFFF033337F37733333733330807FFFFF8
    033333737FFFFFFF7F33333000000000B333337777777777FF333BB333BB333
    BB33337733377F3377FF3BB3333BB3333BB3377333377F33377F3B3333BB333
    33B33733333773333373B33333B333333B733333373333337}
  NumGlyphs = 2
  ParentFont = False
  ParentShowHint = False
  ShowHint = True
  OnClick = spd_closeClick
end
end
object Rdg_options: TRadioGroup
  Left = 11
  Top = 124
  Width = 176
  Height = 62
  Hint = 'Options Program Run'
  Caption = 'Options '
  Color = 10485760
  Columns = 2
  Ctl3D = True
  Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Font.Color = clBlack
  Font.Height = -13
```

```
Font.Name = 'MS Sans Serif'
Font.Style = [fsBold]
Items.Strings = (
  'Off Line'
  'On Line')
ParentColor = False
ParentCtl3D = False
ParentFont = False
ParentShowHint = False
ShowHint = True
TabOrder = 2
OnClick = Rdg_optionsClick
end
end
object Timer1: TTimer
  OnTimer = Timer1Timer
  Left = 698
  Top = 136
end
end
```

```

object frm_af: Tfrm_af
  Left = 141
  Top = 103
  Cursor = crHandPoint
  BorderIcons = [biSystemMenu, biMinimize]
  BorderStyle = bsSingle
  Caption = 'Action Factor Protection Element Power System'
  ClientHeight = 348
  ClientWidth = 431
  Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Font.Color = clWindowText
  Font.Height = -11
  Font.Name = 'MS Sans Serif'
  Font.Style = []
  OnActivate = FormActivate
  OnCreate = FormCreate
  PixelsPerInch = 96
  TextHeight = 13
object stb_af: TStatusBar
  Left = 0
  Top = 329
  Width = 431
  Height = 19
  Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Font.Color = clWindowText
  Font.Height = -11
  Font.Name = 'MS Sans Serif'
  Font.Style = []
  Panels = <
    item
      Width = 50
    end>
  ParentFont = False
  SimplePanel = False
end
object Panel1: TPanel
  Left = 0
  Top = 288
  Width = 431
  Height = 41
  Align = alBottom
  BevelOuter = bvNone
  Color = 10485760
  TabOrder = 1
object spd_exit: TSpeedButton
  Left = 370
  Top = 0
  Width = 61
  Height = 41
  Cursor = crHandPoint
  Hint = 'Button Close the Form'
  Caption = 'E&xit'
  Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Font.Color = clWindowText
  Font.Height = -13
  Font.Name = 'MS Sans Serif'
  Font.Style = [fsBold]
  Glyph.Data = {
    76010000424D7601000000000000760000002800000020000000100000000100
    04000000000000010000130B0000130B000010000000000000000000000000
  }

```

```
8000008000000008080008000000080008000808000007F7F7F00BFBFBF000000
FF0000FF000000FFFF00FF000000FF00FF00FFFF0000FFFFFF00333333B333
333B33F33337F333373B3333BB3333B337FF33377F33337F3BB3333BB333
3BB3377FF3377F33377333BB777BB777BB333377FFF77FFF7733330000000000
B33333777777777733330FFFFFFF0333337F3FF3FFF7F33330F00F000F0
33333F7F77377737FFFBB0FFF8FFF0BBB3777F3F33FFF7777F3B0F08700000
000B377F73F7777777773308880FFFFFF033337F37733333733330807FFFFF8
033337377FFF7F33333000000000B333337777777777FF333BB333BB333
BB3333773377F3377FF3BB333BB333BB337733377F33377F3B3333BB333
33B337333377333373B33333B333333B733333733333337}
```

```
Layout = biGlyphTop
NumGlyphs = 2
ParentFont = False
ParentShowHint = False
ShowHint = True
OnClick = spd_exitClick
end
object spd_print: TSpeedButton
Left = 309
Top = 0
Width = 61
Height = 41
Cursor = crHandPoint
Hint = 'Button Print Action Factor (AF) Value'
Caption = '&Print'
Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
Font.Color = clWindowText
Font.Height = -13
Font.Name = 'MS Sans Serif'
Font.Style = [fsBold]
Glyph.Data = {
76010000424D76010000000000000760000002800000020000000100000000100
04000000000000010000130B0000130B000010000000000000000000000000
80000800000008080008000000080008000808000007F7F7F00BFBFBF000000
FF0000FF000000FFFF00FF000000FF00FF00FFFF0000FFFFFF00300000000000
00033FFFFFFFFFFFFFFFFF0888888888888880777777777777777F088888888888
88807777777777777F0000000000000000FFFFFFFFFFFFFFFFF0F8F8F8F8F8F
8F807777777777777F08F8F8F8F8F8F9F0777777777777777F0F8F8F8F8F8F
8F807777777777777F7F0000000000000000777777777777777F3330FFFFFFF
03333337F3FFF3F7F333330F0000F0F0333337F7773737F333330FFFFFFF
03333337F3FF3FFF7F333330F00F00000333337F7737777333330FFFF0FF0
33333337F3FF7F373333330F08F0F033333337F7737F733333330FFFF0033
3333337FFF773333333300000033333333777773333333}
```

```
Layout = biGlyphTop
NumGlyphs = 2
ParentFont = False
ParentShowHint = False
ShowHint = True
OnClick = spd_printClick
end
object spd_new: TSpeedButton
Left = 126
Top = 0
Width = 61
Height = 41
Cursor = crHandPoint
Hint = 'Button New Action Factor (AF) Value'
Caption = '&New'
Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
Font.Color = clWindowText
```

```
Font.Height = -13
Font.Name = 'MS Sans Serif'
Font.Style = [fsBold]
Glyph.Data = {
  76010000424D7601000000000000760000002800000020000000100000000100
  04000000000000010000130B0000130B00001000000000000000000000000000
  8000008000000008080008000000080008000808000007F7F7F00BFBFBF000000
  FF0000FF000000FFFF00FF000000FF00FF00FFFF0000FFFFFF0033333333B333
  333B33FF33337F3333F73BB3777BB7777BB3377FFFF77FFFF77333B0000000000
  0B33337777777777777777777777777777777777777777777777777777777777
  0733337F33333337F333330FFFFFFF0733337F3333337F333330FFFFFFF
  07333FF7F3333337FFB330FFFFFFF0BB37777F333333777F3BB0FFFFFFF
  0BBB3777F3333FFF77773330FFFF00000333337F33377777333330FFFF0FF0
  3333337F3337F37F333330FFFF0F0B3333337F3337F77FF33330FFFF003B
  B333337FFFF77377FF333B000000333BB3333777777F3377FF3BB3333BB333
  3BB337733377333773B33333B333333B73333373333337}
Layout = blGlyphTop
NumGlyphs = 2
ParentFont = False
ParentShowHint = False
ShowHint = True
OnClick = spd_newClick
end
object spd_simpan: TSpeedButton
  Left = 248
  Top = 0
  Width = 61
  Height = 41
  Cursor = crHandPoint
  Hint = 'Button Save Action Factor (AF) Value'
  Caption = '&Save'
  Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Font.Color = clWindowText
  Font.Height = -13
  Font.Name = 'MS Sans Serif'
  Font.Style = [fsBold]
  Glyph.Data = {
    76010000424D7601000000000000760000002800000020000000100000000100
    04000000000000010000130B0000130B00001000000000000000000000000000
    8000008000000008080008000000080008000808000007F7F7F00BFBFBF000000
    FF0000FF000000FFFF00FF000000FF00FF00FFFF0000FFFFFF0033333333B333
    333B33FF33337F3333F73BB3777BB7777BB3377FFFF77FFFF77333B0000000000
    0B33337777777777777777777777777777777777777777777777777777777777
    0733337F33333337F333330FFFFFFF0733337F3333337F333330FFFFFFF
    07333FF7F3333337FFB330FFFFFFF0BB37777F333333777F3BB0FFFFFFF
    0BBB3777F3333FFF77773330FFFF00000333337F33377777333330FFFF0FF0
    3333337F3337F37F333330FFFF0F0B3333337F3337F77FF33330FFFF003B
    B333337FFFF77377FF333B000000333BB3333777777F3377FF3BB3333BB333
    3BB337733377333773B33333B333333B73333373333337}
  Layout = blGlyphTop
  NumGlyphs = 2
  ParentFont = False
  ParentShowHint = False
  ShowHint = True
  OnClick = spd_simpanClick
end
object spd_delete: TSpeedButton
  Left = 187
  Top = 0
  Width = 61
```

```

Height = 41
Cursor = crHandPoint
Hint = 'Button Delete Action Factor (AF) Value'
Caption = '&Delete'
Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
Font.Color = clWindowText
Font.Height = -13
Font.Name = 'MS Sans Serif'
Font.Style = [fsBold]
Glyph.Data = (
  76010000424D7601000000000000760000002800000020000000100000000100
  040000000000000010000120B0000120B000010000000000000000000000000
  80000080000000008080008000000080008000808000007F7F7F00BFBFBF000000
  FF0000FF000000FFFF00FF000000FF00FF00FFFF0000FFFFFF00555555555555
  555555FFFF5F55555577777775755999577777777575777F75555555555550
  30555555555555557F7F555555550055BB0555555555775F777F555555550FB000
  00555555557557777F5555550FB0BF0F05555555755757F5555550FBFBFB0F
  B05555557F55557557F555550BFBFB0FB005555557F5557577F555500FBFBFB0
  B0555577F55557F7F5550E0BFBFB00B055557575F55577F7F550EEE0BFB0B0
  B05557FF575F5757F7F5000EEE0BFBFB0B055777FF575FFF7F7F50000EEE00000
  B0557777FF57777F7F50000E05555080557777F755557575500000555555
  055557777555557F5555000555555055557775555557555}
Layout = biGlyphTop
NumGlyphs = 2
ParentFont = False
ParentShowHint = False
ShowHint = True
OnClick = spd_deleteClick
end
end
object Panel2: TPanel
  Left = 0
  Top = 0
  Width = 431
  Height = 288
  Align = alClient
  BevelOuter = bvNone
  Color = 12615680
  TabOrder = 2
object Panel3: TPanel
  Left = 0
  Top = 0
  Width = 431
  Height = 21
  Align = alTop
  Alignment = taLeftJustify
  BevelOuter = bvLowered
  Caption = 'Action Factor (AF) Power System Components'
  Color = clSilver
  Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Font.Color = clWindowText
  Font.Height = -13
  Font.Name = 'MS Sans Serif'
  Font.Style = [fsBold]
  ParentFont = False
  TabOrder = 0
end
object dbg_af: TDBGGrid
  Left = 0
  Top = 21

```

```

Width = 431
Height = 267
Hint = 'Protection Element Power System Component and Action Factor'
Align = alClient
Color = 12615680
DataSource = dsc_tbl_af
Options = [dgTitles, dgIndicator, dgColumnResize, dgColLines, dgRowLines, dgTabs, dgRowSelect,
dgConfirmDelete, dgCancelOnExit]
TabOrder = 1
TitleFont.Charset = DEFAULT_CHARSET
TitleFont.Color = clWindowText
TitleFont.Height = -11
TitleFont.Name = 'MS Sans Serif'
TitleFont.Style = []
OnDbClick = dbg_afDbClick
Columns = <
  item
    FieldName = 'Komponen_proteksi'
    Title.Alignment = taCenter
    Title.Caption = 'Protection Element'
    Title.Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
    Title.Font.Color = clWindowText
    Title.Font.Height = -13
    Title.Font.Name = 'MS Sans Serif'
    Title.Font.Style = [fsBold]
    Width = 261
  end
  item
    Alignment = taCenter
    FieldName = 'Faktor_aksi'
    Title.Alignment = taCenter
    Title.Caption = 'Action Factor (AF)'
    Title.Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
    Title.Font.Color = clWindowText
    Title.Font.Height = -13
    Title.Font.Name = 'MS Sans Serif'
    Title.Font.Style = [fsBold]
    Width = 130
  end>
end
end
object dsc_tbl_af: TDataSource
  AutoEdit = False
  DataSet = Tbl_AF
  Left = 112
  Top = 104
end
object Tbl_AF: TTable
  Active = True
  BeforeEdit = Tbl_AFBeforeEdit
  AfterPost = Tbl_AFAfterPost
  AfterCancel = Tbl_AFAfterCancel
  DatabaseName = 'TA'
  TableName = 'Tb_AF.db'
  Left = 152
  Top = 104
end
end

```

```

object Qr_AF: TQr_AF
  Left = 0
  Top = 0
  Width = 559
  Height = 794
  Frame.Color = clBlack
  Frame.DrawTop = False
  Frame.DrawBottom = False
  Frame.DrawLeft = False
  Frame.DrawRight = False
  DataSet = frm_af.Tbl_AF
  Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Font.Color = clWindowText
  Font.Height = -13
  Font.Name = 'Arial'
  Font.Style = []
  Options = [FirstPageHeader, LastPageFooter]
  Page.Columns = 1
  Page.Orientation = poPortrait
  Page.PaperSize = A5
  Page.Values = (
    254.000000000000000000000000000000
    2100.000000000000000000000000000000
    254.000000000000000000000000000000
    1480.000000000000000000000000000000
    254.000000000000000000000000000000
    190.500000000000000000000000000000
    0.00000000000000000000000000000000)
  PrintIfEmpty = False
  PrinterSettings.Copies = 1
  PrinterSettings.Duplex = False
  PrinterSettings.FirstPage = 0
  PrinterSettings.LastPage = 0
  PrinterSettings.OutputBin = First
  ReportTitle = 'Report'
  SnapToGrid = True
  Units = Inches
  Zoom = 100
object ColumnHeaderBand1: TQRBand
  Left = 96
  Top = 153
  Width = 391
  Height = 48
  Frame.Color = clBlack
  Frame.DrawTop = False
  Frame.DrawBottom = False
  Frame.DrawLeft = False
  Frame.DrawRight = False
  AlignToBottom = False
  Color = clWhite
  ForceNewColumn = False
  ForceNewPage = False
  Size.Values = (
    127.000000000000000000000000000000
    1034.520833333333300000000000000000)
  BandType = rbColumnHeader
object QRShape2: TQRShape
  Left = 0
  Top = 25
  Width = 296

```

```

Height = 22
Frame.Color = clBlack
Frame.DrawTop = False
Frame.DrawBottom = False
Frame.DrawLeft = False
Frame.DrawRight = False
Size.Values = (
  58.20833333333340000
  0.00000000000000000
  66.14583333333340000
  783.16666666666660000)
Shape = qrsRectangle
end
object QRShape3: TQRShape
Left = 295
Top = 25
Width = 96
Height = 22
Frame.Color = clBlack
Frame.DrawTop = False
Frame.DrawBottom = False
Frame.DrawLeft = False
Frame.DrawRight = False
Size.Values = (
  58.20833333333340000
  780.52083333333340000
  66.14583333333340000
  254.00000000000000000)
Shape = qrsRectangle
end
object QRLabel5: TQRLabel
Left = 303
Top = 27
Width = 47
Height = 17
Frame.Color = clBlack
Frame.DrawTop = False
Frame.DrawBottom = False
Frame.DrawLeft = False
Frame.DrawRight = False
Size.Values = (
  44.97916666666670000
  801.68750000000000000
  71.43750000000000000
  124.35416666666670000)
Alignment = taLeftJustify
AlignToBand = False
AutoSize = True
AutoStretch = False
Caption = 'AF Value'
Color = clWhite
Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
Font.Color = clWindowText
Font.Height = -13
Font.Name = 'Arial Narrow'
Font.Style = [fsBold]
ParentFont = False
Transparent = False
WordWrap = True
FontSize = 10

```

```

end
object QRLabel6: TQRLabel
  Left = 43
  Top = 27
  Width = 178
  Height = 17
  Frame.Color = clBlack
  Frame.DrawTop = False
  Frame.DrawBottom = False
  Frame.DrawLeft = False
  Frame.DrawRight = False
  Size.Values = (
    44.979166666666670000
    113.7708333333333300000
    71.437500000000000000
    470.9583333333333300000)
  Alignment = taLeftJustify
  AlignToBand = False
  AutoSize = True
  AutoStretch = False
  Caption = 'Element Power System Protection'
  Color = clWhite
  Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Font.Color = clWindowText
  Font.Height = -13
  Font.Name = 'Arial Narrow'
  Font.Style = [fsBold]
  ParentFont = False
  Transparent = False
  WordWrap = True
  FontSize = 10
end
end
object DetailBand1: TQRBand
  Left = 96
  Top = 201
  Width = 391
  Height = 20
  Frame.Color = clBlack
  Frame.DrawTop = False
  Frame.DrawBottom = False
  Frame.DrawLeft = False
  Frame.DrawRight = False
  AlignToBottom = False
  Color = clWhite
  ForceNewColumn = False
  ForceNewPage = False
  Size.Values = (
    52.916666666666670000
    1034.5208333333333000000)
  BandType = rbDetail
object QRShape5: TQRShape
  Left = 0
  Top = -2
  Width = 296
  Height = 22
  Frame.Color = clBlack
  Frame.DrawTop = False
  Frame.DrawBottom = False
  Frame.DrawLeft = False

```

```

Frame.DrawRight = False
Size.Values = (
  58.208333333333340000
  0.000000000000000000
  -5.291666666666667000
  783.166666666666600000)
Shape = qrsRectangle
end
object QRShape6: TQRShape
  Left = 295
  Top = -2
  Width = 96
  Height = 22
  Frame.Color = clBlack
  Frame.DrawTop = False
  Frame.DrawBottom = False
  Frame.DrawLeft = False
  Frame.DrawRight = False
  Size.Values = (
    58.208333333333340000
    780.5208333333333400000
    -5.291666666666667000
    254.000000000000000000)
  Shape = qrsRectangle
end
object QRDBText1: TQRDBText
  Left = 298
  Top = 1
  Width = 85
  Height = 17
  Frame.Color = clBlack
  Frame.DrawTop = False
  Frame.DrawBottom = False
  Frame.DrawLeft = False
  Frame.DrawRight = False
  Size.Values = (
    44.9791666666666670000
    788.4583333333333400000
    2.645833333333333000
    224.895833333333300000)
  Alignment = taCenter
  AlignToBand = False
  AutoSize = False
  AutoStretch = False
  Color = clWhite
  DataSet = frm_af.Tbl_AF
  DataField = 'Faktor_aksi'
  Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Font.Color = clWindowText
  Font.Height = -11
  Font.Name = 'Arial'
  Font.Style = []
  ParentFont = False
  Transparent = False
  WordWrap = True
  FontSize = 8
end
object QRDBText2: TQRDBText
  Left = 3
  Top = 1

```

```

Width = 290
Height = 17
Frame.Color = clBlack
Frame.DrawTop = False
Frame.DrawBottom = False
Frame.DrawLeft = False
Frame.DrawRight = False
Size.Values = (
  44.979166666666670000
  7.937500000000000000
  2.645833333333333000
  767.291666666666600000)
Alignment = taLeftJustify
AlignToBand = False
AutoSize = False
AutoStretch = False
Color = clWhite
DataSet = frm_af.Tbl_AF
DataField = 'Komponen_proteksi'
Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
Font.Color = clWindowText
Font.Height = -11
Font.Name = 'Arial'
Font.Style = []
ParentFont = False
Transparent = False
WordWrap = True
FontSize = 8
end
end
object TitleBand1: TQRBand
  Left = 96
  Top = 96
  Width = 391
  Height = 57
  Frame.Color = clBlack
  Frame.DrawTop = False
  Frame.DrawBottom = False
  Frame.DrawLeft = False
  Frame.DrawRight = False
  AlignToBottom = False
  Color = clWhite
  ForceNewColumn = False
  ForceNewPage = False
  Size.Values = (
    150.812500000000000000
    1034.52083333333330000000)
  BandType = rbTitle
object QRLabel1: TQRLabel
  Left = 8
  Top = 8
  Width = 33
  Height = 17
  Frame.Color = clBlack
  Frame.DrawTop = False
  Frame.DrawBottom = False
  Frame.DrawLeft = False
  Frame.DrawRight = False
  Size.Values = (
    44.979166666666670000

```

```

21.16666666666670000
21.16666666666670000
87.312500000000000000)
Alignment = taLeftJustify
AlignToBand = False
AutoSize = True
AutoStretch = False
Caption = 'Day : '
Color = clWhite
Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
Font.Color = clWindowText
Font.Height = -13
Font.Name = 'Arial'
Font.Style = [fsBold]
ParentFont = False
Transparent = False
WordWrap = True
FontSize = 10
end
object QRLabel2: TQRLabel
Left = 112
Top = 8
Width = 38
Height = 17
Frame.Color = clBlack
Frame.DrawTop = False
Frame.DrawBottom = False
Frame.DrawLeft = False
Frame.DrawRight = False
Size.Values = (
44.97916666666670000
296.33333333333300000
21.16666666666670000
100.541666666666700000)
Alignment = taLeftJustify
AlignToBand = False
AutoSize = True
AutoStretch = False
Caption = 'Date : '
Color = clWhite
Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
Font.Color = clWindowText
Font.Height = -13
Font.Name = 'Arial'
Font.Style = [fsBold]
ParentFont = False
Transparent = False
WordWrap = True
FontSize = 10
end
object QRLabel3: TQRLabel
Left = 248
Top = 8
Width = 41
Height = 17
Frame.Color = clBlack
Frame.DrawTop = False
Frame.DrawBottom = False
Frame.DrawLeft = False
Frame.DrawRight = False

```

```

Size.Values = (
  44.979166666666670000
  656.166666666666600000
  21.166666666666670000
  108.4791666666666700000)
Alignment = taLeftJustify
AlignToBand = False
AutoSize = True
AutoStretch = False
Caption = 'Time ;'
Color = clWhite
Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
Font.Color = clWindowText
Font.Height = -13
Font.Name = 'Arial'
Font.Style = [fsBold]
ParentFont = False
Transparent = False
WordWrap = True
FontSize = 10
end
object QRShape1: TQRShape
  Left = 1
  Top = 27
  Width = 414
  Height = 22
  Frame.Color = clBlack
  Frame.DrawTop = False
  Frame.DrawBottom = False
  Frame.DrawLeft = False
  Frame.DrawRight = False
  Size.Values = (
    58.208333333333340000
    2.64583333333333000
    71.437500000000000000
    1095.375000000000000000)
  Brush.Color = clSilver
  Shape = qrsRectangle
end
object QRLabel4: TQRLabel
  Left = 45
  Top = 30
  Width = 313
  Height = 17
  Frame.Color = clBlack
  Frame.DrawTop = False
  Frame.DrawBottom = False
  Frame.DrawLeft = False
  Frame.DrawRight = False
  Size.Values = (
    44.979166666666670000
    119.062500000000000000
    79.375000000000000000
    828.1458333333333400000)
  Alignment = taLeftJustify
  AlignToBand = False
  AutoSize = True
  AutoStretch = False
  Caption = 'Action Factor Componens Power System Printing'
  Color = clSilver

```

```

Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
Font.Color = clWindowText
Font.Height = -13
Font.Name = 'Arial'
Font.Style = [fsBold]
ParentFont = False
Transparent = False
WordWrap = True
FontSize = 10
end
object QRShape4: TQRShape
  Left = 0
  Top = 55
  Width = 413
  Height = 2
  Frame.Color = clBlack
  Frame.DrawTop = False
  Frame.DrawBottom = False
  Frame.DrawLeft = False
  Frame.DrawRight = False
  Size.Values = (
    5.291666666666667000
    0.000000000000000000
    145.520833333333300000
    1092.7291666666667000000)
  Brush.Color = clBlack
  Shape = qrsRectangle
end
end
object SummaryBand1: TQRBand
  Left = 96
  Top = 221
  Width = 391
  Height = 38
  Frame.Color = clBlack
  Frame.DrawTop = False
  Frame.DrawBottom = False
  Frame.DrawLeft = False
  Frame.DrawRight = False
  AlignToBottom = False
  Color = clWhite
  ForceNewColumn = False
  ForceNewPage = False
  Size.Values = (
    100.5416666666666700000
    1034.5208333333333000000)
  BandType = rbSummary
object QRLabel7: TQRLabel
  Left = 222
  Top = 25
  Width = 190
  Height = 12
  Frame.Color = clBlack
  Frame.DrawTop = False
  Frame.DrawBottom = False
  Frame.DrawLeft = False
  Frame.DrawRight = False
  Size.Values = (
    31.750000000000000000
    587.375000000000000000

```

```
66.1458333333333340000
502.7083333333333300000)
Alignment = taRightJustify
AlignToBand = False
AutoSize = False
AutoStretch = False
Caption = 'This File Printing By Sequential Strategy Tripping BPES'
Color = clWhite
Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
Font.Color = clWindowText
Font.Height = -8
Font.Name = 'Arial'
Font.Style = [fsItalic, fsUnderline]
ParentFont = False
Transparent = False
WordWrap = True
FontSize = 6
end
end
end
```

```

unit BPES_Sistem_Pas;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
  ExtCtrls, ComCtrls, StdCtrls, Buttons;

type
  TFrm_BPES = class(TForm)
    Stb_BPES: TStatusBar;
    Panel2: TPanel;
    Panel1: TPanel;
    Label21: TLabel;
    Shape42: TShape;
    Shape98: TShape;
    Shape99: TShape;
    Shape101: TShape;
    Shape102: TShape;
    Shp_CB1_L2: TShape;
    Shp_L2: TShape;
    Shp_L1: TShape;
    Label22: TLabel;
    Label23: TLabel;
    Shp_CB2_L1: TShape;
    Shp_CB2_L3: TShape;
    Shape108: TShape;
    Shape109: TShape;
    Shape110: TShape;
    Shape111: TShape;
    Shp_CB1_L9: TShape;
    Shape113: TShape;
    Shape114: TShape;
    Shp_CB1_L8: TShape;
    Shape116: TShape;
    Shape117: TShape;
    Shape118: TShape;
    Shp_CB2_L4: TShape;
    Shp_CB2_L2: TShape;
    Shp_lanj_kn: TShape;
    Shp_L4: TShape;
    Shp_L3: TShape;
    Shp_L3_Lanj_kn: TShape;
    Label24: TLabel;
    Label25: TLabel;
    Shp_L4_lanj_kr: TShape;
    Shp_L3_Lanj_kr: TShape;
    Shp_CB1_L3: TShape;
    Shp_CB1_L4: TShape;
    Shape129: TShape;
    Shape130: TShape;
    Shape131: TShape;
    Shape132: TShape;
    Shp_CB1_L6: TShape;
    Shp_CB1_L5: TShape;
    Shape135: TShape;
    Shp_L5_Lanj_Kr: TShape;
    Shp_L6: TShape;
    Label26: TLabel;
    Label27: TLabel;
  end;

```

Shp_CB2_L6: TShape;
Shape139: TShape;
Shape140: TShape;
Shape141: TShape;
Shp_CB1_L7: TShape;
Shp_L7_lanj_Kn: TShape;
Shp_L5: TShape;
Shp_L7: TShape;
Label28: TLabel;
Shape146: TShape;
Label29: TLabel;
Shape147: TShape;
Label30: TLabel;
Shp_CB2_L9: TShape;
Shp_CB2_L8: TShape;
Shape150: TShape;
Shape151: TShape;
Shape152: TShape;
Shape153: TShape;
Shape154: TShape;
Shape155: TShape;
Shape156: TShape;
Shp_CB1_L11: TShape;
Shp_CB2_L10: TShape;
Shp_CB2_L7: TShape;
Shp_CB2_L5: TShape;
Shp_L5_lanj_Kn: TShape;
Shp_L7_lanj_kr: TShape;
Shp_L10: TShape;
Label31: TLabel;
Label32: TLabel;
Shp_L11: TShape;
Shp_CB2_L11: TShape;
Shape166: TShape;
Shape167: TShape;
Shape168: TShape;
Shp_CB2_L13: TShape;
Shp_L13_Lanj_kn: TShape;
Shp_L13: TShape;
Shp_CB1_L13: TShape;
Shape173: TShape;
Shape174: TShape;
Shp_CB1_L12: TShape;
Shp_L12: TShape;
Shape177: TShape;
Shape178: TShape;
Shape179: TShape;
Shp_CB2_L12: TShape;
Shape181: TShape;
Shape182: TShape;
Shape183: TShape;
Shp_CB1_L10: TShape;
Shp_L10_lanj: TShape;
Label33: TLabel;
Label34: TLabel;
Shp_CB1_L1: TShape;
Timer1: TTimer;
Panel3: TPanel;
Label7: TLabel;
Label8: TLabel;

```

Label10: TLabel;
Label9: TLabel;
Label11: TLabel;
edt_time: TEdit;
edt_date: TEdit;
edt_day: TEdit;
Label12: TLabel;
Label13: TLabel;
Grb_lgnd: TGroupBox;
Shape89: TShape;
Shape92: TShape;
Shape93: TShape;
Label2: TLabel;
Shape94: TShape;
shp_CB_lgd_fault: TShape;
Shape96: TShape;
Shape95: TShape;
Shape91: TShape;
Shape97: TShape;
Shape1: TShape;
Shape2: TShape;
Label5: TLabel;
Label4: TLabel;
Label3: TLabel;
Image1: TImage;
Grb_btn: TGroupBox;
Spd_reset: TSpeedButton;
Spd_AF: TSpeedButton;
Spd_simulasi: TSpeedButton;
spd_close: TSpeedButton;
Rdg_options: TRadioGroup;
Label1: TLabel;
Label6: TLabel;
Label14: TLabel;
Image2: TImage;
Image3: TImage;
Shape3: TShape;
Shape4: TShape;
Shape5: TShape;
Image4: TImage;
Shape6: TShape;
Image5: TImage;
Shape8: TShape;
Shape9: TShape;
Image6: TImage;
Image7: TImage;
Shape10: TShape;
Shape11: TShape;
Shape12: TShape;
Image8: TImage;
Shape13: TShape;
Shape14: TShape;
Image9: TImage;
Image10: TImage;
Image11: TImage;
Label15: TLabel;
procedure FormCreate(Sender: TObject);
procedure Shp_L3MouseDown(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
  Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
procedure Spd_resetClick(Sender: TObject);

```

```

Data_pos:=Y;

Cek_fault_line(Fault_line,posisi_1,posisi_2,posisi_3,CB1,CB2,Data_pos);

with frm_BPES do
begin
  Canvas.Brush.Color:=clblack;
  Canvas.Ellipse(DataX1, DataY1, DataX2, DataY2);
  Canvas.MoveTo(DataX2-6,DataY2);
  Canvas.LineTo(DataX2-20,DataY2+20);
  Canvas.LineTo(DataX2+5,DataY2+20);
  Canvas.LineTo(DataX2-14,DataY2+40);
  for I:=0 to 14 do
    Canvas.Pixels[(DataX2-20)+I,DataY2+40]:=Clblack;
  for I:=0 to 10 do
    Canvas.Pixels[(DataX2-18)+I,DataY2+41]:=Clblack;
  for I:=0 to 6 do
    Canvas.Pixels[(DataX2-16)+I,DataY2+42]:=Clblack;
  for I:=0 to 2 do
    Canvas.Pixels[(DataX2-14)+I,DataY2+43]:=Clblack;
  end;//end with
end//end if cek fault
else
begin
  //Detect_gangguan:=true;
end//end else if
end//end if button
end;

procedure TFrm_BPES.Shp_L12MouseDown(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
  Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
var
  DataX1, DataY1, DataX2, DataY2, I : integer;

begin
  If Button=mbLeft then
  begin
    DataX1:=X; DataY1:=Y;
    DataX1:=DataX1+153;
    DataY1:=DataY1+464;
    DataX2:=DataX1+10;
    DataY2:=DataY1+10;

    if Cek_fault_L12 = false then
    begin
      Detect_gangguan:=true;

      Cek_fault_L1:=true; Cek_fault_L8:=true;
      Cek_fault_L2:=true; Cek_fault_L9:=true;
      Cek_fault_L3:=true; Cek_fault_L10:=true;
      Cek_fault_L4:=true; Cek_fault_L11:=true;
      Cek_fault_L5:=true; Cek_fault_L12:=true;
      Cek_fault_L6:=true; Cek_fault_L13:=true;
      Cek_fault_L7:=true;

      fault_line:='Line duabelas';
      line_terganggu:='L12';

      L1:=false; L2:=false;
      L3:=false; L4:=false;

```

```

L5:=false; L6:=false;
L7:=false; L8:=false;
L9:=false; L10:=false;
L11:=false; L12:=true; L13:=false;

```

```

Posisi_1:=false;
Posisi_2:=true;
Posisi_3:=false;
Data_pos:=X;

```

```

Cek_fault_line(Fault_line,posisi_1,posisi_2,posisi_3,CB1,CB2,Data_pos),

```

```

with frm_BPES do

```

```

begin

```

```

Canvas.Brush.Color:=clblack;

```

```

Canvas.Ellipse(DataX1, DataY1, DataX2, DataY2);

```

```

Canvas.MoveTo(DataX2-6,DataY2);

```

```

Canvas.LineTo(DataX2-20,DataY2+20);

```

```

Canvas.LineTo(DataX2+5,DataY2+20);

```

```

Canvas.LineTo(DataX2-14,DataY2+40);

```

```

for I:=0 to 14 do

```

```

Canvas.Pixels[(DataX2-20)+I,DataY2+40]:=Clblack;

```

```

for I:=0 to 10 do

```

```

Canvas.Pixels[(DataX2-18)+I,DataY2+41]:=Clblack;

```

```

for I:=0 to 6 do

```

```

Canvas.Pixels[(DataX2-16)+I,DataY2+42]:=Clblack;

```

```

for I:=0 to 2 do

```

```

Canvas.Pixels[(DataX2-14)+I,DataY2+43]:=Clblack;

```

```

end;//end with

```

```

end//end if cek fault

```

```

else

```

```

begin

```

```

//Detect_gangguan:=true;

```

```

end;//end else if

```

```

end;//end if button

```

```

end;

```

```

procedure TFrm_BPES.Shp_L6MouseDown(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
Shift: TShiftState; X, Y: Integer);

```

```

var

```

```

DataX1, DataY1, DataX2, DataY2, I : integer;

```

```

begin

```

```

If Button=mbLeft then

```

```

begin

```

```

DataX1:=X; DataY1:=Y;

```

```

DataX1:=DataX1+97;

```

```

DataY1:=DataY1+208;

```

```

DataX2:=DataX1+10;

```

```

DataY2:=DataY1+10;

```

```

if Cek_fault_L6 = false then

```

```

begin

```

```

Detect_gangguan:=true;

```

```

Cek_fault_L1:=true; Cek_fault_L8:=true;

```

```

Cek_fault_L2:=true; Cek_fault_L9:=true;

```

```

Cek_fault_L3:=true; Cek_fault_L10:=true;

```

```

Cek_fault_L4:=true; Cek_fault_L11:=true;

```

```

Cek_fault_L5:=true; Cek_fault_L12:=true;

```

```

Cek_fault_L6:=true; Cek_fault_L13:=true;

```

```

Cek_fault_L7:=true;

fault_line:='Line_enam';
line_terganggu:='L6';

L1:=false; L2:=false;
L3:=false; L4:=false;
L5:=false; L6:=true;
L7:=false; L8:=false;
L9:=false; L10:=false;
L11:=false; L12:=false; L13:=false;

Posisi_1:=false;
Posisi_2:=true;
Posisi_3:=false;
Data_pos:=Y;

Cek_fault_line(Fault_line,posisi_1,posisi_2,posisi_3,CB1,CB2,Data_pos);

with firm_BPES do
begin
  Canvas.Brush.Color:=clblack;
  Canvas.Ellipse(DataX1, DataY1, DataX2, DataY2);
  Canvas.MoveTo(DataX2-6,DataY2);
  Canvas.LineTo(DataX2-20,DataY2+20);
  Canvas.LineTo(DataX2+5,DataY2+20);
  Canvas.LineTo(DataX2-14,DataY2+40);
  for I:=0 to 14 do
    Canvas.Pixels[(DataX2-20)+I,DataY2+40]:=Clblack;
  for I:=0 to 10 do
    Canvas.Pixels[(DataX2-18)+I,DataY2+41]:=Clblack;
  for I:=0 to 6 do
    Canvas.Pixels[(DataX2-16)+I,DataY2+42]:=Clblack;
  for I:=0 to 2 do
    Canvas.Pixels[(DataX2-14)+I,DataY2+43]:=Clblack;
  end;//end with
end//end if cek fault
else
begin
  //Detect_gangguan:=true;
end;//end else if
end;//end if button
end;
End;

```

```

object Qrp_af: TQrp_af
  Left = 0
  Top = 0
  Width = 559
  Height = 794
  Frame.Color = clBlack
  Frame.DrawTop = False
  Frame.DrawBottom = False
  Frame.DrawLeft = False
  Frame.DrawRight = False
  DataSet = frm_af.Tbl_AF
  Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Font.Color = clWindowText
  Font.Height = -13
  Font.Name = 'Arial'
  Font.Style = []
  Options = [FirstPageHeader, LastPageFooter]
  Page.Columns = 1
  Page.Orientation = poPortrait
  Page.PaperSize = A5
  Page.Values = (
    127.000000000000000000
    2100.000000000000000000
    190.500000000000000000
    1480.000000000000000000
    190.500000000000000000
    190.500000000000000000
    0.000000000000000000)
  PrintIfEmpty = False
  PrinterSettings.Copies = 1
  PrinterSettings.Duplex = False
  PrinterSettings.FirstPage = 0
  PrinterSettings.LastPage = 0
  PrinterSettings.OutputBin = First
  SnapToGrid = True
  Units = Inches
  Zoom = 100
object SummaryBand1: TQRBand
  Left = 72
  Top = 221
  Width = 415
  Height = 68
  Frame.Color = clBlack
  Frame.DrawTop = False
  Frame.DrawBottom = False
  Frame.DrawLeft = False
  Frame.DrawRight = False
  AlignToBottom = False
  Color = clWhite
  ForceNewColumn = False
  ForceNewPage = False
  Size.Values = (
    179.9166666666666700000
    1098.0208333333333000000)
  BandType = rbSummary
object QRLabel6: TQRLabel
  Left = 163
  Top = 52
  Width = 249
  Height = 15

```

```

Frame.Color = clBlack
Frame.DrawTop = False
Frame.DrawBottom = False
Frame.DrawLeft = False
Frame.DrawRight = False
Size.Values = (
  39.687500000000000000
  431.2708333333333400000
  137.5833333333333300000
  658.812500000000000000)
Alignment = taLeftJustify
AlignToBand = False
AutoSize = True
AutoStretch = False
Caption = 'File Printing By Sequential Strategy Tripping BPES'
Color = clWhite
Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
Font.Color = clWindowText
Font.Height = -11
Font.Name = 'Arial'
Font.Style = [fsItalic, fsUnderline]
ParentFont = False
Transparent = False
WordWrap = True
FontSize = 8
end
end
object TitleBand1: TQRBand
  Left = 72
  Top = 72
  Width = 415
  Height = 97
  Frame.Color = clBlack
  Frame.DrawTop = False
  Frame.DrawBottom = False
  Frame.DrawLeft = False
  Frame.DrawRight = False
  AlignToBottom = False
  Color = clWhite
  ForceNewColumn = False
  ForceNewPage = False
  Size.Values = (
    256.6458333333333400000
    1098.0208333333333000000)
  BandType = rbTitle
  object QRShape1: TQRShape
    Left = 1
    Top = 55
    Width = 413
    Height = 26
    Frame.Color = clBlack
    Frame.DrawTop = False
    Frame.DrawBottom = False
    Frame.DrawLeft = False
    Frame.DrawRight = False
    Size.Values = (
      68.791666666666680000
      2.645833333333333000
      145.520833333333300000
      1092.729166666667000000)
  end
end

```

```

Brush.Color = clSilver
Shape = qrsRectangle
end
object QRLabel1: TQRLabel
Left = 50
Top = 60
Width = 340
Height = 17
Frame.Color = clBlack
Frame.DrawTop = False
Frame.DrawBottom = False
Frame.DrawLeft = False
Frame.DrawRight = False
Size.Values = (
44.979166666666670000
132.291666666666670000
158.750000000000000000
899.583333333333340000)
Alignment = taLeftJustify
AlignToBand = False
AutoSize = True
AutoStretch = False
Caption = 'Action Factor (AF) Protection Elements Power System'
Color = clSilver
Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
Font.Color = clWindowText
Font.Height = -13
Font.Name = 'Arial'
Font.Style = [fsBold]
ParentFont = False
Transparent = False
WordWrap = True
FontSize = 10
end
object QRShape3: TQRShape
Left = 0
Top = 87
Width = 415
Height = 1
Frame.Color = clBlack
Frame.DrawTop = False
Frame.DrawBottom = False
Frame.DrawLeft = False
Frame.DrawRight = False
Size.Values = (
2.645833333333333000
0.000000000000000000
230.187500000000000000
1098.020833333333300000)
Shape = qrsRectangle
end
object QRShape4: TQRShape
Left = 0
Top = 85
Width = 415
Height = 1
Frame.Color = clBlack
Frame.DrawTop = False
Frame.DrawBottom = False
Frame.DrawLeft = False

```

```

Frame.DrawRight = False
Size.Values = (
  2.645833333333333000
  0.000000000000000000
  224.895833333333300000
  1098.020833333333000000)
Shape = qrsRectangle
end
object QRLabel4: TQRLabel
  Left = 0
  Top = 17
  Width = 188
  Height = 17
  Frame.Color = clBlack
  Frame.DrawTop = False
  Frame.DrawBottom = False
  Frame.DrawLeft = False
  Frame.DrawRight = False
  Size.Values = (
    44.979166666666670000
    0.000000000000000000
    44.979166666666670000
    497.416666666666700000)
  Alignment = taLeftJustify
  AlignToBand = False
  AutoSize = True
  AutoStretch = False
  Caption = 'Sequential Strategy Tripping'
  Color = clWhite
  Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Font.Color = clWindowText
  Font.Height = -13
  Font.Name = 'Arial'
  Font.Style = [fsBold, fsUnderline]
  ParentFont = False
  Transparent = False
  WordWrap = True
  FontSize = 10
end
object QRLabel5: TQRLabel
  Left = 1
  Top = 33
  Width = 263
  Height = 17
  Frame.Color = clBlack
  Frame.DrawTop = False
  Frame.DrawBottom = False
  Frame.DrawLeft = False
  Frame.DrawRight = False
  Size.Values = (
    44.979166666666670000
    2.645833333333333000
    87.312500000000000000
    695.854166666666800000)
  Alignment = taLeftJustify
  AlignToBand = False
  AutoSize = True
  AutoStretch = False
  Caption = 'Back-up Protection Expert System (BPES)'
  Color = clWhite

```

```

Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
Font.Color = clWindowText
Font.Height = -13
Font.Name = 'Arial'
Font.Style = [fsBold, fsUnderline]
ParentFont = False
Transparent = False
WordWrap = True
FontSize = 10
end
end
object ColumnHeaderBand1: TQRBand
  Left = 72
  Top = 169
  Width = 415
  Height = 32
  Frame.Color = clBlack
  Frame.DrawTop = False
  Frame.DrawBottom = False
  Frame.DrawLeft = False
  Frame.DrawRight = False
  AlignToBottom = False
  Color = clWhite
  ForceNewColumn = False
  ForceNewPage = False
  Size.Values = (
    84.666666666666680000
    1098.020833333333000000)
BandType = rbColumnHeader
object QRShape2: TQRShape
  Left = 1
  Top = 11
  Width = 287
  Height = 22
  Frame.Color = clBlack
  Frame.DrawTop = False
  Frame.DrawBottom = False
  Frame.DrawLeft = False
  Frame.DrawRight = False
  Size.Values = (
    58.208333333333340000
    2.64583333333333000
    29.104166666666670000
    759.354166666666800000)
  Brush.Color = clSilver
  Shape = qrsRectangle
end
object QRShape5: TQRShape
  Left = 287
  Top = 11
  Width = 127
  Height = 22
  Frame.Color = clBlack
  Frame.DrawTop = False
  Frame.DrawBottom = False
  Frame.DrawLeft = False
  Frame.DrawRight = False
  Size.Values = (
    58.208333333333340000
    759.354166666666800000

```

```

    29.1041666666666670000
    336.0208333333333400000)
Brush.Color = clSilver
Shape = qrsRectangle
end
object QRLabel2: TQRLabel
    Left = 72
    Top = 14
    Width = 131
    Height = 17
    Frame.Color = clBlack
    Frame.DrawTop = False
    Frame.DrawBottom = False
    Frame.DrawLeft = False
    Frame.DrawRight = False
    Size.Values = (
        44.9791666666666670000
        190.5000000000000000000
        37.0416666666666670000
        346.6041666666666700000)
    Alignment = taLeftJustify
    AlignToBand = False
    AutoSize = True
    AutoStretch = False
    Caption = 'Protection Elements'
    Color = clSilver
    Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
    Font.Color = clWindowText
    Font.Height = -13
    Font.Name = 'System'
    Font.Style = []
    ParentFont = False
    Transparent = False
    WordWrap = True
    FontSize = 10
end
object QRLabel3: TQRLabel
    Left = 323
    Top = 14
    Width = 57
    Height = 17
    Frame.Color = clBlack
    Frame.DrawTop = False
    Frame.DrawBottom = False
    Frame.DrawLeft = False
    Frame.DrawRight = False
    Size.Values = (
        44.9791666666666670000
        854.6041666666666800000
        37.0416666666666670000
        150.8125000000000000000)
    Alignment = taLeftJustify
    AlignToBand = False
    AutoSize = True
    AutoStretch = False
    Caption = 'AF Value'
    Color = clSilver
    Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
    Font.Color = clWindowText
    Font.Height = -13

```

```

Font.Name = 'System'
Font.Style = []
ParentFont = False
Transparent = False
WordWrap = True
FontSize = 10
end
end
object DetailBand1: TQRBand
Left = 72
Top = 201
Width = 415
Height = 20
Frame.Color = clBlack
Frame.DrawTop = False
Frame.DrawBottom = False
Frame.DrawLeft = False
Frame.DrawRight = False
AlignToBottom = False
Color = clWhite
ForceNewColumn = False
ForceNewPage = False
Size.Values = (
52.9166666666666660000
1098.0208333333333000000)
BandType = rbDetail
object QRShape6: TQRShape
Left = 1
Top = 0
Width = 287
Height = 22
Frame.Color = clBlack
Frame.DrawTop = False
Frame.DrawBottom = False
Frame.DrawLeft = False
Frame.DrawRight = False
Size.Values = (
58.2083333333333340000
2.645833333333333000
0.0000000000000000000
759.3541666666666800000)
Shape = qrsRectangle
end
object QRShape7: TQRShape
Left = 287
Top = 0
Width = 127
Height = 22
Frame.Color = clBlack
Frame.DrawTop = False
Frame.DrawBottom = False
Frame.DrawLeft = False
Frame.DrawRight = False
Size.Values = (
58.2083333333333340000
759.3541666666666800000
0.0000000000000000000
336.0208333333333400000)
Shape = qrsRectangle
end

```

```

object QRDBText1: TQRDBText
  Left = 4
  Top = 5
  Width = 281
  Height = 15
  Frame.Color = clBlack
  Frame.DrawTop = False
  Frame.DrawBottom = False
  Frame.DrawLeft = False
  Frame.DrawRight = False
  Size.Values = (
    39.687500000000000000
    10.58333333333330000
    13.22916666666670000
    743.47916666666800000)
  Alignment = taLeftJustify
  AlignToBand = False
  AutoSize = False
  AutoStretch = False
  Color = clWhite
  DataSet = frm_af.Tbl_AF
  DataField = 'Komponen_proteksi'
  Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Font.Color = clWindowText
  Font.Height = -11
  Font.Name = 'Arial'
  Font.Style = []
  ParentFont = False
  Transparent = False
  WordWrap = True
  FontSize = 8
end
object QRDBText2: TQRDBText
  Left = 290
  Top = 5
  Width = 121
  Height = 15
  Frame.Color = clBlack
  Frame.DrawTop = False
  Frame.DrawBottom = False
  Frame.DrawLeft = False
  Frame.DrawRight = False
  Size.Values = (
    39.687500000000000000
    767.29166666666800000
    13.22916666666670000
    320.14583333333400000)
  Alignment = taCenter
  AlignToBand = False
  AutoSize = False
  AutoStretch = False
  Color = clWhite
  DataSet = frm_af.Tbl_AF
  DataField = 'Faktor_aksi'
  Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Font.Color = clWindowText
  Font.Height = -11
  Font.Name = 'Arial'
  Font.Style = []
  ParentFont = False

```

```
Transparent = False
WordWrap = True
FontSize = 8
end
end
end
```

```

object Frm_ksm: TFrm_ksm
  Left = 125
  Top = 25
  BorderIcons = [biSystemMenu, biMinimize]
  BorderStyle = bsSingle
  Caption = 'Conclusion & Report Result'
  ClientHeight = 477
  ClientWidth = 536
  Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Font.Color = clWindowText
  Font.Height = -11
  Font.Name = 'MS Sans Serif'
  Font.Style = []
  OnActivate = FormActivate
  OnCreate = FormCreate
  PixelsPerInch = 96
  TextHeight = 13
  object Panel1: TPanel
    Left = 0
    Top = 0
    Width = 536
    Height = 233
    Align = alTop
    BevelOuter = bvNone
    Color = 12615680
    TabOrder = 0
    object Label1: TLabel
      Left = 92
      Top = 21
      Width = 350
      Height = 13
      Caption = 'SUMMARY FEEDER FAULT DETECTION'
      Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
      Font.Color = clWindowText
      Font.Height = -11
      Font.Name = 'MS Sans Serif'
      Font.Style = [fsBold]
      ParentFont = False
    end
  end
  object Panel3: TPanel
    Left = 0
    Top = 0
    Width = 536
    Height = 17
    Align = alTop
    Alignment = taLeftJustify
    BevelOuter = bvLowered
    Caption = '- Expert Decision System Report Result -'
    Color = clGray
    Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
    Font.Color = clWindowText
    Font.Height = -13
    Font.Name = 'MS Serif'
    Font.Style = [fsBold]
    ParentFont = False
    TabOrder = 0
  end
  object dbg_report: TDBGrid
    Left = 0
    Top = 80

```

```

Width = 536
Height = 153
Hint = 'Fault Affect Region (FAR) and AF Value'
Align = alBottom
Color = 12615680
DataSource = Dsc_th_report
Options = [dgTitles, dgIndicator, dgColumnResize, dgColLines, dgRowLines, dgTabs, dgRowSelect,
dgConfirmDelete, dgCancelOnExit]
TabOrder = 1
TitleFont.Charset = DEFAULT_CHARSET
TitleFont.Color = clWindowText
TitleFont.Height = -11
TitleFont.Name = 'MS Sans Serif'
TitleFont.Style = []
Columns = <
item
  FieldName = 'Feeder'
  Title.Alignment = taCenter
  Title.Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Title.Font.Color = clWindowText
  Title.Font.Height = -13
  Title.Font.Name = 'MS Sans Serif'
  Title.Font.Style = [fsBold]
  Width = 61
end
item
  FieldName = 'Terminal1'
  Title.Alignment = taCenter
  Title.Caption = 'Terminal-1'
  Title.Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Title.Font.Color = clWindowText
  Title.Font.Height = -13
  Title.Font.Name = 'MS Sans Serif'
  Title.Font.Style = [fsBold]
  Width = 152
end
item
  FieldName = 'Terminal2'
  Title.Alignment = taCenter
  Title.Caption = 'Terminal-2'
  Title.Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Title.Font.Color = clWindowText
  Title.Font.Height = -13
  Title.Font.Name = 'MS Sans Serif'
  Title.Font.Style = [fsBold]
  Width = 140
end
item
  FieldName = 'Tot_AF'
  Title.Alignment = taCenter
  Title.Caption = 'Total AF'
  Title.Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Title.Font.Color = clWindowText
  Title.Font.Height = -13
  Title.Font.Name = 'MS Sans Serif'
  Title.Font.Style = [fsBold]
  Width = 103
end>
end
object dbm_keterangan: TDBMemo

```

```

Left = 0
Top = 33
Width = 538
Height = 48
Color = clSilver
DataField = 'Keterangan'
DataSource = dsc_ktr
Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
Font.Color = clWindowText
Font.Height = -13
Font.Name = 'MS Sans Serif'
Font.Style = []
ParentFont = False
ReadOnly = True
ScrollBars = ssVertical
TabOrder = 2
end
end
object Panel2: TPanel
Left = 0
Top = 233
Width = 536
Height = 244
Align = alClient
BevelOuter = bvNone
Color = 10485760
TabOrder = 1
object Panel4: TPanel
Left = 0
Top = 184
Width = 536
Height = 60
Align = alBottom
BevelOuter = bvNone
Color = 10485760
TabOrder = 0
object spd_close: TSpeedButton
Left = 466
Top = 0
Width = 71
Height = 41
Cursor = crHandPoint
Hint = 'Exit from this form'
Caption = '&Exit'
Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
Font.Color = clWindowText
Font.Height = -13
Font.Name = 'MS Sans Serif'
Font.Style = [fsBold]
Glyph.Data = {
76010000424D7601000000000000760000002800000020000000100000000100
04000000000000010000130B0000130B00001000000000000000000000000000
800000800000008080008000000080008000808000007F7F7F00BFBFBF000000
FF0000FF000000FFFF00FF000000FF00FF00FFFF0000FFFFFF0033333333B333
333B33F333337F3333373B33333BB33333B337FF33377F33337F3BB3333BB333
3BB3377FF3377F333377333BB777BB777BB333377FFF77FFF7733330000000000
B33333777777777733330FFFFFFF0333337F3FF3FFF7F33330F00F000F0
33333F7F77377737FFFFBB0FFF8FFFF0BBB3777F3F33FFF7777F3B0F08700000
000B377F73F777777773308880FFFFFFF033337F377333333733330807FFFFF8
033333737FFFFF7F33333000000000B333337777777777FF333BB333BB333

```

```
BB3333773377F3377FF3BB3333BB3333BB337733377F33377F3B3333BB333  
33B337333377333373B333333B3333333B733333373333337}  
NumGlyphs = 2  
ParentFont = False  
ParentShowHint = False  
ShowHint = True  
OnClick = spd_closeClick  
end  
object Spd_action: TSpeedButton  
Left = 324  
Top = 0  
Width = 71  
Height = 41  
Cursor = crHandPoint  
Hint = 'Action from Sekuential Strategy Tripping BPES'  
Caption = 'A&ction'  
Font.Charset = DEFAULT_CHARSET  
Font.Color = clWindowText  
Font.Height = -13  
Font.Name = 'MS Sans Serif'  
Font.Style = [fsBold]  
GlyphData = {  
76010000424D7601000000000000760000002800000020000000100000000100  
04000000000000010000130B0000130B000010000000000000000000000000  
8000008000000008080008000000080008000808000007F7F7F00BF000000  
FF0000FF000000FFFF00FF000000FF00FF00FFFF0000FFFFFF003333333333  
3333333333333333FF33333333333333330003FF3FFFFF33337770030000003333  
300077F777773F333777E00BF0BF03333337773333F7F3333FE0BF0BF000333  
330077F3337773F33377E0FBFBFBFB0333330077F3333FF7FFF377E0BF0BF000000  
333377F333777773F3FE0FBFBFBFB039977F33FFFFF7377E0BF00000000  
339977FF77777773377000BF033333333337773FF73333333F33300033333  
330033377733333333773333333333330033333333333377333333333333  
3333333333333333FF33333333333300033333333333777333333333333  
3000333333333333777333333333333333333333333333333333333333333333}  
NumGlyphs = 2  
ParentFont = False  
ParentShowHint = False  
ShowHint = True  
OnClick = Spd_actionClick  
end  
object spd_print: TSpeedButton  
Left = 395  
Top = 0  
Width = 71  
Height = 41  
Cursor = crHandPoint  
Hint = 'Print the Expert Decision System Report Result'  
Caption = '&Print'  
Font.Charset = DEFAULT_CHARSET  
Font.Color = clWindowText  
Font.Height = -13  
Font.Name = 'MS Sans Serif'  
Font.Style = [fsBold]  
GlyphData = {  
76010000424D7601000000000000760000002800000020000000100000000100  
04000000000000010000130B0000130B000010000000000000000000000000  
8000008000000008080008000000080008000808000007F7F7F00BF000000  
FF0000FF000000FFFF00FF000000FF00FF00FFFF0000FFFFFF00300000000000  
00033FFFFFFFFFFF088888888888888807777777777777777F0888888888888  
88807777777777777777F000000000000000000FFFFFFFFFFF0F8F8F8F8F8F8
```

```
8F807777777777777777F08F8F8F8F8F8F9F0777777777777777F0F8F8F8F8F8F
8F807777777777777777F7F0000000000000000777777777777777F3330FFFFFFF
03333337F3FFFFF3F7F333330F0000F0F0333337F77773737F333330FFFFFFF
03333337F3FF3FFF7F333330F00F00000333337F77377777333330FFFF0FF0
33333337F3FF7F373333330F08F0F033333337F7737F733333330FFFF0033
3333337FFFF7733333333000000333333333777777333333}
```

NumGlyphs = 2

ParentFont = False

ParentShowHint = False

ShowHint = True

OnClick = spd_printClick

end

object Stb_report: TStatusBar

Left = 0

Top = 41

Width = 536

Height = 19

Font.Charset = DEFAULT_CHARSET

Font.Color = clWindowText

Font.Height = -13

Font.Name = 'MS Sans Serif'

Font.Style = []

Panels = <

item

Alignment = taCenter

Text = 'Report Form'

Width = 100

end

item

Width = 50

end>

ParentFont = False

ParentShowHint = False

ShowHint = True

SimplePanel = False

end

end

object Panel5: TPanel

Left = 0

Top = 0

Width = 536

Height = 17

Align = alTop

Alignment = taLeftJustify

BevelOuter = bvLowered

Caption = '- Conclusion -'

Color = clGray

Font.Charset = DEFAULT_CHARSET

Font.Color = clWindowText

Font.Height = -13

Font.Name = 'MS Sans Serif'

Font.Style = [fsBold]

ParentFont = False

TabOrder = 1

end

object Panel6: TPanel

Left = 268

Top = 17

Width = 268

Height = 167

```

Align = alRight
BevelOuter = bvLowered
Caption = 'Panel6'
TabOrder = 2
object Panel9: TPanel
  Left = 1
  Top = 1
  Width = 266
  Height = 17
  Align = alTop
  BevelOuter = bvNone
  Caption = 'Certainty Factor Maloperation (CFM)'
  Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Font.Color = clWindowText
  Font.Height = -11
  Font.Name = 'MS Sans Serif'
  Font.Style = [fsBold, fsUnderline]
  ParentFont = False
  TabOrder = 0
end
object dbm_CFM: TDBMemo
  Left = 1
  Top = 18
  Width = 266
  Height = 148
  Align = alClient
  DataField = 'CFM'
  DataSource = dsc_ktr
  ReadOnly = True
  ScrollBars = ssVertical
  TabOrder = 1
end
end
object Panel7: TPanel
  Left = 0
  Top = 17
  Width = 268
  Height = 167
  Align = alClient
  BevelOuter = bvLowered
  Caption = 'Panel7'
  TabOrder = 3
object Panel8: TPanel
  Left = 1
  Top = 1
  Width = 266
  Height = 18
  Align = alTop
  BevelOuter = bvNone
  Caption = 'Certainty Factor (CF) Report'
  Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Font.Color = clWindowText
  Font.Height = -11
  Font.Name = 'MS Sans Serif'
  Font.Style = [fsBold, fsUnderline]
  ParentFont = False
  TabOrder = 0
end
object dbm_CF: TDBMemo
  Left = 1

```

```

    Top = 19
    Width = 266
    Height = 147
    Align = alClient
    DataField = 'CF'
    DataSource = dsc_ktr
    ReadOnly = True
    ScrollBars = ssVertical
    TabOrder = 1
end
end
end
object Tbl_report: TTable
    DatabaseName = 'TA'
    TableName = 'L5_CB1.db'
    Left = 248
    Top = 136
    object Tbl_reportFeeder: TStringField
        FieldName = 'Feeder'
        Size = 4
    end
    object Tbl_reportTerminal1: TStringField
        FieldName = 'Terminal1'
        Size = 10
    end
    object Tbl_reportTerminal2: TStringField
        FieldName = 'Terminal2'
        Size = 10
    end
    object Tbl_reportTot_AF: TFloatField
        FieldName = 'Tot_AF'
    end
    object Tbl_reportZona_dua: TFloatField
        FieldName = 'Zona_dua'
    end
end
object Dsc_th_report: TDataSource
    DataSet = Tbl_report
    Left = 216
    Top = 136
end
object dsc_sql_rpt: TDataSource
    DataSet = Sql_rpt
    Left = 216
    Top = 184
end
object Sql_rpt: TQuery
    DatabaseName = 'TA'
    SQL.Strings = (
        'select * from L5_CB1 orderby L5_CB1.Tot_AF')
    Left = 248
    Top = 184
end
object dsc_ktr: TDataSource
    DataSet = tbl_ktr
    Left = 144
    Top = 290
end
object tbl_ktr: TTable
    DatabaseName = 'TA'

```

```
TableName = 'L5_CB1_Ktr.db'  
Left = 176  
Top = 290  
object tbl_ktrCF: TMemoField  
    FileName = 'CF'  
    BlobType = ftMemo  
    Size = 240  
end  
object tbl_ktrCFM: TMemoField  
    FileName = 'CFM'  
    BlobType = ftMemo  
    Size = 240  
end  
object tbl_ktrKeterangan: TMemoField  
    FileName = 'Keterangan'  
    BlobType = ftMemo  
    Size = 240  
end  
end  
end
```

```

object qr_rpt_expert: Tqr_rpt_expert
  Left = 0
  Top = 0
  Width = 559
  Height = 794
  Frame.Color = clBlack
  Frame.DrawTop = False
  Frame.DrawBottom = False
  Frame.DrawLeft = False
  Frame.DrawRight = False
  DataSet = Tbl_1
  Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Font.Color = clWindowText
  Font.Height = -13
  Font.Name = 'Arial'
  Font.Style = []
  Options = [FirstPageHeader, LastPageFooter]
  Page.Columns = 1
  Page.Orientation = poPortrait
  Page.PaperSize = A5
  Page.Values = (
    127.000000000000000000
    2100.000000000000000000
    127.000000000000000000
    1480.000000000000000000
    127.000000000000000000
    127.000000000000000000
    0.000000000000000000)
  PrintIfEmpty = False
  PrinterSettings.Copies = 1
  PrinterSettings.Duplex = False
  PrinterSettings.FirstPage = 0
  PrinterSettings.LastPage = 0
  PrinterSettings.OutputBin = First
  SnapToGrid = True
  Units = Inches
  Zoom = 100
object TitleBand1: TQRBand
  Left = 48
  Top = 48
  Width = 463
  Height = 97
  Frame.Color = clBlack
  Frame.DrawTop = False
  Frame.DrawBottom = False
  Frame.DrawLeft = False
  Frame.DrawRight = False
  AlignToBottom = False
  Color = clWhite
  ForceNewColumn = False
  ForceNewPage = False
  Size.Values = (
    256.645833333333400000
    1225.020833333333000000)
  BandType = rbTitle
object QRShapc12: TQRShape
  Left = 1
  Top = 51
  Width = 461
  Height = 46

```

```

Frame.Color = clBlack
Frame.DrawTop = False
Frame.DrawBottom = False
Frame.DrawLeft = False
Frame.DrawRight = False
Size.Values = (
  121.70833333333300000
  2.6458333333333000
  134.93750000000000000
  1219.729166666667000000)
Shape = qrsRectangle
end
object QRDBText6: TQRDBText
  Left = 13
  Top = 56
  Width = 433
  Height = 33
  Frame.Color = clBlack
  Frame.DrawTop = False
  Frame.DrawBottom = False
  Frame.DrawLeft = False
  Frame.DrawRight = False
  Size.Values = (
    87.31250000000000000
    34.39583333333340000
    148.166666666666700000
    1145.645833333333000000)
  Alignment = taLeftJustify
  AlignToBand = False
  AutoSize = False
  AutoStretch = False
  Color = clWhite
  DataSet = Tbl_2
  DataField = 'Keterangan'
  Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Font.Color = clWindowText
  Font.Height = -11
  Font.Name = 'Arial'
  Font.Style = []
  ParentFont = False
  Transparent = False
  WordWrap = True
  FontSize = 8
end
object QRLabel7: TQRLabel
  Left = 1
  Top = 10
  Width = 215
  Height = 17
  Frame.Color = clBlack
  Frame.DrawTop = False
  Frame.DrawBottom = False
  Frame.DrawLeft = False
  Frame.DrawRight = False
  Size.Values = (
    44.97916666666670000
    2.6458333333333000
    26.4583333333330000
    568.854166666666800000)
  Alignment = taLeftJustify

```

```

AlignToBand = False
AutoSize = True
AutoStretch = False
Caption = 'Summary Feeder Fault Detection'
Color = clWhite
Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
Font.Color = clWindowText
Font.Height = -13
Font.Name = 'Arial'
Font.Style = [fsBold, fsUnderline]
ParentFont = False
Transparent = False
WordWrap = True
FontSize = 10
end
object QRLabel8: TQRLabel
  Left = 0
  Top = 29
  Width = 448
  Height = 17
  Frame.Color = clBlack
  Frame.DrawTop = False
  Frame.DrawBottom = False
  Frame.DrawLeft = False
  Frame.DrawRight = False
  Size.Values = (
    44.97916666666670000
    0.00000000000000000
    76.72916666666680000
    1185.333333333333000000)
  Alignment = taLeftJustify
  AlignToBand = False
  AutoSize = True
  AutoStretch = False
  Caption =
    'Sequential Strategi Tripping Back-Up Protection Expert System (B' +
    'PES)'
  Color = clWhite
  Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Font.Color = clWindowText
  Font.Height = -13
  Font.Name = 'Arial'
  Font.Style = [fsBold, fsUnderline]
  ParentFont = False
  Transparent = False
  WordWrap = True
  FontSize = 10
end
end
object ColumnHeaderBand1: TQRBand
  Left = 48
  Top = 145
  Width = 463
  Height = 32
  Frame.Color = clBlack
  Frame.DrawTop = False
  Frame.DrawBottom = False
  Frame.DrawLeft = False
  Frame.DrawRight = False
  AlignToBottom = False

```

```

Color = clWhite
ForceNewColumn = False
ForceNewPage = False
Size.Values = (
    84.66666666666680000
    1225.020833333333000000)
BandType = rbColumnHeader
object QRShape2: TQRShape
    Left = 1
    Top = 8
    Width = 461
    Height = 23
    Frame.Color = clBlack
    Frame.DrawTop = False
    Frame.DrawBottom = False
    Frame.DrawLeft = False
    Frame.DrawRight = False
    Frame.Width = 2
    Size.Values = (
        60.85416666666680000
        2.64583333333333000
        21.16666666666670000
        1219.729166666667000000)
    Brush.Color = clSilver
    Shape = qrsRectangle
end
object QRLabel1: TQRLabel
    Left = 13
    Top = 10
    Width = 49
    Height = 17
    Frame.Color = clBlack
    Frame.DrawTop = False
    Frame.DrawBottom = False
    Frame.DrawLeft = False
    Frame.DrawRight = False
    Size.Values = (
        44.97916666666670000
        34.395833333333340000
        26.45833333333330000
        129.64583333333300000)
    Alignment = taLeftJustify
    AlignToBand = False
    AutoSize = True
    AutoStretch = False
    Caption = 'Feeder'
    Color = clSilver
    Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
    Font.Color = clWindowText
    Font.Height = -13
    Font.Name = 'Courier New'
    Font.Style = [fsBold]
    ParentFont = False
    Transparent = False
    WordWrap = True
    FontSize = 10
end
object QRLabel2: TQRLabel
    Left = 112
    Top = 10

```

```

Width = 81
Height = 17
Frame.Color = clBlack
Frame.DrawTop = False
Frame.DrawBottom = False
Frame.DrawLeft = False
Frame.DrawRight = False
Size.Values = (
  44.979166666666670000
  296.3333333333333400000
  26.458333333333330000
  214.312500000000000000)
Alignment = taLeftJustify
AlignToBand = False
AutoSize = True
AutoStretch = False
Caption = 'Terminal-1'
Color = clSilver
Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
Font.Color = clWindowText
Font.Height = -13
Font.Name = 'Courier New'
Font.Style = [fsBold]
ParentFont = False
Transparent = False
WordWrap = True
FontSize = 10
end
object QRLabel3: TQRLabel
  Left = 266
  Top = 10
  Width = 81
  Height = 17
  Frame.Color = clBlack
  Frame.DrawTop = False
  Frame.DrawBottom = False
  Frame.DrawLeft = False
  Frame.DrawRight = False
  Size.Values = (
    44.979166666666670000
    703.7916666666666800000
    26.458333333333330000
    214.312500000000000000)
  Alignment = taLeftJustify
  AlignToBand = False
  AutoSize = True
  AutoStretch = False
  Caption = 'Terminal-2'
  Color = clSilver
  Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Font.Color = clWindowText
  Font.Height = -13
  Font.Name = 'Courier New'
  Font.Style = [fsBold]
  ParentFont = False
  Transparent = False
  WordWrap = True
  FontSize = 10
end
object QRLabel4: TQRLabel

```

```

Frame.DrawRight = False
Size.Values = (
  39.687500000000000000
  632.354166666666800000
  2.645833333333333000
  346.604166666666700000)
Alignment = taLeftJustify
AlignToBand = False
AutoSize = False
AutoStretch = False
Color = clWhite
DataSet = Tbl_1
DataField = 'Terminal2'
Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
Font.Color = clWindowText
Font.Height = -11
Font.Name = 'Arial'
Font.Style = []
ParentFont = False
Transparent = False
WordWrap = True
FontSize = 8
end
object QRDBText5: TQRDBText
  Left = 380
  Top = 1
  Width = 77
  Height = 17
  Frame.Color = clBlack
  Frame.DrawTop = False
  Frame.DrawBottom = False
  Frame.DrawLeft = False
  Frame.DrawRight = False
  Size.Values = (
    44.97916666666670000
    1005.41666666667000000
    2.645833333333333000
    203.729166666666700000)
  Alignment = taCenter
  AlignToBand = False
  AutoSize = False
  AutoStretch = False
  Color = clWhite
  DataSet = Tbl_1
  DataField = 'Tot_AF'
  Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Font.Color = clWindowText
  Font.Height = -11
  Font.Name = 'Arial'
  Font.Style = []
  ParentFont = False
  Transparent = False
  WordWrap = True
  FontSize = 8
end
object QRShape8: TQRShape
  Left = 231
  Top = -1
  Width = 1
  Height = 42

```