

**PENYELARASAN GEGANTI IDMT ARUS LAMPAU DALAM RANGKAIAN**

**33/11KV PPU KRUBONG**

**Stephanie Piang Fah**

**B010710240**

**BEng(Hons)Electrical Engineering**

**MAY 2010**

“Saya akui bahawa saya telah membaca karya ini pada pandangan saya karya ini adalah memadai dari skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Elektrik(Kuasa Industri)

Tandatangan : .....

Nama Penyelia : Mohd Hendra bin Hairi

Tarikh : .....

“I hereby declared that I have read through this report entitle “ *Penyelarasan Geganti  
IDMT Arus Lampau Dalam Rangkaian 33/11kV PPU Krubong* ”  
and found that it has comply the partial fulfillment for awarding the degree of Bachelor of  
Electrical Engineering (Industrial Power)”

Signature : .....

Supervisor's Name : Mohd Hendra bin Hairi

Date : .....

**PENYELARASAN GEGANTI IDMT ARUS LAMPAU DALAM RANGKAIAN  
33/11KV PPU KRUBONG**

**STEPHANIE PIANG FAH**

**A report submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of  
Bachelor in Electrical Engineering (Industrial Power)**

**Faculty of Electrical Engineering**

**UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA**

**MAY 2010**

“Saya akui laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang tiap-tiap satunya saya jelaskan sumbernya.”

Tandatangan : .....

Nama : Stephanie Binti Piang Fah

Tarikh : .....

“I hereby declared that this report entitle “*Penyelarasan Geganti IDMT Arus Lampau Dalam Rangkaian 33/11kV PPU Krubong*” is a result of my own research except as cited in the references. This report has not been accepted for any degree and is not concurrently of any other degree.

Signature: .....

Name : Stephanie Binti Piang Fah

Date : .....

## PENGHARGAAN

Bersyukur saya kepada Tuhan kerana dengan kasih kurnia-Nya, saya telah menghabiskan Projek Sarjana Muda ini pada waktu yang ditetapkan. Saya ingin merakamkan penghargaan kepada penyelia PSM saya, En. Mohd Hendra Bin Hairi atas segala tunjuk ajar, sokongan, galakan yang sentiasa dicurahkan sepanjang perjalanan projek ini. Tidak dilupakan juga setinggi penghargaan kepada pensyarah-pensyarah yang telah memberikan tunjuk ajar sama ada secara langsung ataupun tidak langsung, terutamanya dalam masalah teknikal dalam memahami penggunaan CAPE ini dengan memberikan bantuan dan tunjuk ajar yang tidak berbelah bagi bagi mencapai objektif projek ini. Tidak lupa juga kepada Ketua Jurutera Negeri Melaka di TNB Banda Kaba, Ir.Rosman Bin Ismail kerana telah membekalkan gambar rajah talian tunggal rangkaian 33/11kV PPU Krubong serta memberikan tunjuk ajar serta tidak jemu memberikan tunjuk ajar dalam mengajar saya yang masih serba kekurangan ini. Tidak lupa juga kepada Encik Mohd Faizal bin Baharom yang telah banyak memberi tunjuk ajar terutamanya dalam memahami penggunaan perisian CAPE. Sesungguhnya, segala pengetahuan, kritikan yang diberikan sepanjang tempoh perjalanan projek ini merupakan pengetahuan yang tidak ternilai harganya. Ucapan terima kasih juga kepada rakan-rakan yang telah terlibat secara langsung mahupun tidak langsung yang turut menjayakan projek PSM ini. Penghargaan yang tidak mungkin dapat dibalas hanya dengan ucapan terima kasih kepada ibu saya yang sentiasa memberikan sokongan didalam segala hal yang dilakukan.

## ABSTRACT

*The network system for 33/11kV PPU Krubong, Malacca is obtained with the approval from TNB Banda Kaba. This project is emphasizing on the study of the IDMT overcurrent relay coordination with the intention to obtain a better learning of understanding of how the coordination is done by using the protection software of Computer Aided Protection Engineering (CAPE) This project is focusing on the case study of the IDMT overcurrent relay of the protection relay coordination which is one of the most important types of protection employed in distribution system. The actual plant of 33/11kV PPU Krubong is used to perform the protection coordination analysis whereby the validity of the existing settings of TMS (Time Multiplier Setting) and PSM (Plug Setting Multiplier) used in serving the network is compared to the standard settings according to BS 142 and IEC 60255. The recommended setting will be proposed if there is any miscoordination to ensure the reliability and safety of the network system. The approach of Computer Aided Protection Engineering (CAPE) is used as the protection tool in achieving the required protection relay coordination. In this project, there is certain analysis involved such as the load flow analysis, fault analysis and relay coordination. The implementation of the coordination of the protective relay is intended to ensure for the safety of human life and overall network and to isolate fault in network with minimum time.*



## ABSTRAK

Rangkaian sistem 33/11kV PPU Krubong, Melaka ini didapati dengan kebenaran daripada TNB Banda Kaba. Projek ini ditumpukan khasnya kepada kajian tentang penyelarasan geganti Masa Minimum Tentu Songsang atau *Inverse Definite Minimum Time* (IDMT) di rangkaian 33/11kV PPU Krubong bagi mendapatkan pendedahan dan pengetahuan tentang pelaksanaan penyelarasan geganti IDMT arus lampau yang yang kian digunakan dengan menggunakan perisian perlindungan *Computer Aided Protection Engineering* (CAPE). Projek ini memberi penekanan terhadap kajian penyelarasan geganti IDMT arus lampau kerana ianya merupakan salah satu penyelarasan perlindungan geganti yang merupakan tulang belakang sistem perlindungan dalam litar pengagihan. Kajian analisis penyelarasan perlindungan yang mana pengesetan pekali masa atau *Time Multiplier Setting* (TMS) dan pengesetan palam atau *Plug Setting* (PS) yang sedia ada dikaji dan dibandingkan dengan pengesetan piawai BS 142 dan IEC 60255. Pengesetan yang baru akan disyorkan sekiranya wujud sebarang masalah dalam pengkoordinasian geganti. Perisian perlindungan CAPE telah digunakan untuk menjalankan penyelarasan perlindungan geganti. Dalam projek ini, beberapa analisis terlibat seperti analisis aliran beban, analisis kegagalan dan juga penyelarasan geganti. Objektif utama pelaksanaan penyelarasan perlindungan geganti ialah untuk memastikan keselamatan awam dan juga keseluruhan rangkaian sistem dan juga untuk mengasingkan kegagalan dalam rangkaian dengan masa yang paling minimum.

## ISI KANDUNGAN

<b>BAB</b>	<b>ISI KANDUNGAN</b>	<b>MUKA SURAT</b>
	<b>ABSTRAK</b>	<b>vi</b>
	<b>ISI KANDUNGAN</b>	<b>viii</b>
	<b>SENARAI JADUAL</b>	<b>x</b>
	<b>SENARAI RAJAH</b>	<b>xi</b>
<b>1</b>	<b>PENGENALAN</b>	
	1.1 Pernyataan Masalah	1
	1.2 Objektif	2
	1.3 Skop	3
<b>2</b>	<b>KAJIAN LITERATUR</b>	
	2.1 Pengenalan	
	2.1.1 Geganti IDMT Arus Lampau	5
	2.1.1.1 Ciri-Ciri Geganti dan Pelarasan Geganti	7
	2.1.1.2 Pelarasan Geganti	7
	2.1.1.2.1 Pengesetan Palam (PS)	8
	2.1.1.2.2 Berbilang Pengesetan Masa (TSM)	8
	2.1.1.3 Persamaan Asas Kiraan Pengesetan Geganti	8
	2.1.2 Prosedur Penggredan Geganti Arus Lampau	9
<b>3</b>	<b>TEORI PROJEK DAN LATAR BELAKANG</b>	
	3.1 Pengenalan Rangkaian Litar Pengagihan 33/11kV PPU Krubong	10

3.2	Data Masukan Pengesetan Geganti Perlindungan	4
3.3	Analisis Kajian Cape Module	5
3.3.1	Kajian Aliran Beban / <i>Power Flow Analysis</i> (PF)	15
3.3.2	Kajian Litar Pintas / <i>Short Circuit Analysis</i> (SC)	6
3.3.3	Coordination Graphic (CG)	6
3.4	Pengiraan Litar Pintas	7
3.4.1	Kaedah Teknik MVAF	18
3.4.2	Kaedah Teknik <i>Inominal</i>	19
<b>4</b>	<b>METODOLOGI</b>	
4.1	Kajian Literatur	21
4.2	Pengumpulan Data dan Perisisan Perlindungan	21
4.3	Interpretasi Data	21
4.4	Analisis Kegagalan	22
4.5	Simulasi CAPE	22
<b>5</b>	<b>KEPUTUSAN</b>	
5.1	Analisis Litar Pintas dengan Kegagalan pada SSU Krubong 2 dari PPU Krubong ke SSU Krubong 2	25
5.2	Analisis Litar Pintas dengan Kegagalan pada SSU Olympic dari PPU Krubong ke SSU Krubong 2	26
5.3	Analisis Litar Pintas dengan Kegagalan pada SSU Krubong 1 dari PPU Krubong ke SSU Krubong 2	27
5.4	Analisis <i>Coordination Graphic</i> dengan Kegagalan pada SSU Krubong 2 dari PPU Krubong ke SSU Krubong 2	28

Mengikut Nilai Pengesetan Sedia Ada	
5.5 Analisis <i>Coordination Graphic</i> dengan Kegagalan pada SSU Krubong 2, SSU Olympic dan PPU Krubong dari PPU Krubong ke SSU Krubong 2 Selepas <i>Drag and Align</i>	32
5.6 Analisis Litar Pintas dengan Kegagalan pada SSU Stadium Hang Jebat dari PPU Krubong ke SSU Stadium Hang Jebat	39
5.7 Analisis Litar Pintas dengan Kegagalan pada SSU Krubong 3 dari PPU Krubong ke SSU Stadium Hang Jebat	40
5.8 Analisis Litar Pintas dengan Kegagalan pada SSU Krubong 1 dari PPU Krubong ke SSU Stadium Hang Jebat	41
5.9 Analisis <i>Coordination Graphic</i> dengan Kegagalan pada SSU Stadium Hang Jebat, SSU Krubong 3 dan SSU Krubong 1 dari PPU Krubong ke SSU Stadium Hang Jebat Mengikut Nilai Pengesetan Sedia Ada	42
5.10 Analisis <i>Coordination Graphic</i> dengan Kegagalan pada SSU Stadium Hang Jebat, SSU Krubong 3, dan SSU Krubong 1 dari PPU Krubong ke SSU Stadium Hang Jebat Selepas <i>Drag and Align</i>	46
5.11 Analisis Litar Pintas dengan Kegagalan pada SSU Cheng Fasa 4 dari PPU Krubong ke SSU Cheng Fasa 4	53
5.12 Analisis Litar Pintas dengan Kegagalan pada SSU <i>Impressive Edge</i> dari PPU Krubong ke SSU Cheng Fasa 4	54
5.13 Analisis <i>Coordination Graphic</i> dengan Kegagalan pada SSU Cheng Fasa 4 dan SSU <i>Impressive Edge</i> dari PPU Krubong ke SSU Cheng Fasa 4 Mengikut Nilai Pengesetan Sedia Ada	55
5.14 Analisis <i>Coordination Graphic</i> dengan Kegagalan pada SSU	58

Cheng Fasa 4 Dan SSU *Impressive Edge* dari PPU Krubong ke  
SSU Cheng Fasa 4 Selepas *Drag and Align*

**6 KESIMPULAN 64**

**RUJUKAN**

65

## SENARAI JADUAL

<b>BAB</b>	<b>ISI KANDUNGAN</b>	<b>MUKA SURAT</b>
3.1	Petunjuk SSU	13
3.2	Pengesetan Geganti Arus Lampau	14-15
5.4	Output Analisis <i>Coordination Graphic</i> Sebelum <i>Drag and Align</i> Bagi Litar PPU Krubong ke SSU Krubong 2	31
5.5	Output Analisis <i>Coordination Graphic</i> Selepas <i>Drag and Align</i> Bagi Litar PPU Krubong ke SSU Krubong 2	34
	Keputusan Pengiraan Manual	37
	Keputusan Simulasi Mengikut Pengesetan Sedia Ada	37
	Keputusan Simulasi Selepas Menggunakan <i>Drag and Align</i>	37
5.9	Output Analisis <i>Coordination Graphic</i> Sebelum <i>Drag and Align</i> Bagi Litar PPU Krubong ke SSU Std Hang Jebat	45
5.10	Output Analisis <i>Coordination Graphic</i> Sebelum <i>Drag and Align</i> Bagi Litar PPU Krubong ke SSU Std Hang Jebat	48
	Keputusan Pengiraan Manual	51
	Keputusan Simulasi Mengikut Pengesetan Sedia Ada	51
	Keputusan Simulasi Selepas Menggunakan <i>Drag and Align</i>	51
5.13	Output Analisis <i>Coordination Graphic</i> Sebelum <i>Drag and Align</i> Bagi Litar PPU Krubong ke SSU Cheng Fasa 4	57
5.14	Output Analisis <i>Coordination Graphic</i> Selepas <i>Drag and Align</i> Bagi Litar PPU Krubong ke SSU Cheng Fasa 4	60

## SENARAI RAJAH

<b>BAB</b>	<b>ISI KANDUNGAN</b>	<b>MUKA SURAT</b>
3.1	Gambar Rajah Skematik 33/11Kv PPU Krubong	11
3.2	Ringkasan Skematik 33/11Kv PPU Krubong	12
4.1	Carta Alir Metodologi	20
5.1	Keputusan Simulasi Kajian Aliran Beban	24
5.2	Kegagalan 3 Fasa pada Bas SSU Krubong2	25
5.3	Kegagalan 3 Fasa pada Bas SSU Olympic	26
5.4	Kegagalan 3 Fasa pada Bas SSU Krubong 1	27
5.5	Ciri-Ciri Lengkung Geganti Bagi Kegagalan pada SSU Krubong 2, SSU Olympic, dan SSU Krubong 1 Mengikut Nilai Pengesetan Sedia Ada	28
5.6	Ciri-Ciri Lengkung Bagi Geganti Bagi Kegagalan pada SSU Krubong 2,32 SSU Olympic, dan SSU Krubong 1 Selepas <i>Drag and Align</i>	32
5.7	Kegagalan 3 Fasa pada Bas SSU Std Hg Jebat	39
5.8	Kegagalan 3 Fasa pada Bas SSU Krubong 3	40
5.9	Kegagalan 3 Fasa pada Bas SSU Krubong 1	41
5.10	Ciri-Ciri Lengkung Geganti Bagi Kegagalan pada SSU Krubong 3, dan SSU Krubong 1, dan PPU Krubong Mengikut Nilai Pengesetan Sedia Ada	42
5.11	Ciri-Ciri Lengkung Bagi Geganti Bagi Kegagalan pada SSU Stadium Hang Jebat, SSU Krubong 3, dan SSU Krubong 1 Selepas <i>Drag and Align</i>	46

5.12	Kegagalan 3 Fasa pada Bas SSU Cheng Fasa 4	53
5.13	Kegagalan 3 Fasa pada Bas SSU <i>Impressive Edge</i>	54
5.14	Ciri-Ciri Lengkung Geganti Bagi Kegagalan pada SSU Cheng Fasa 4 dan SSU <i>Impressive Edge</i> Mengikut Nilai Pengesetan Sedia Ada	55
5.15	Ciri-Ciri Lengkung Bagi Geganti Bagi Kegagalan pada SSU <i>Impressive Edge</i> Selepas <i>Drag and Align</i>	58



**SENARAI RINGKASAN**

- IDMT** - *Inverse Definite Minimum Time*
- BS** - *British Standard*
- PS** - *Plug Setting*
- TMS** - *Time Multiple Setting*
- SSU** - *Stesen Suis Utama*
- CAPE** - *Computer Aided Protection Engineering*
- SI** - *Standard Inverse*
- VI** - *Very Inverse*
- EI** - *Extremely Inverse*
- TNB** - *Tenaga Nasional Berhad*
- SLG** - *Single Line To Ground*
- LTL** - *Line to Line*
- DLG** - *Double Line to Ground*

## BAB 1

### PENGENALAN

Koordinasi atau penyelarasan *Inverse Definite Minimum Time* (IDMT) atau geganti Masa Minimum Tentu Songsang arus lampau merupakan perlindungan yang berasaskan kepada magnitud arus di mana geganti akan berfungsi sekiranya arus dalam sistem melebihi nilai pikap yang telah ditentukan atau disetkan.

Marizan Sulaiman (2004) menyatakan bahawa reka bentuk komponen sistem perlindungan mempunyai kriteria berikut seperti keboleharapan yang tinggi untuk mengelakkan kerosakkan, kepilihan untuk mengelakkan belantik yang salah dan tidak perlu, kelajuan yang tinggi untuk meminimumkan tempoh kegagalan, lebih ekonomi, yakni kos yang rendah bagi perlindungan maksimum serta mudah, iaitu terdiri daripada litar dan alatan perlindungan yang minimum.

Koordinasi geganti yang berjaya amat penting dalam memastikan rangkaian sistem kuasa sentiasa berada di tahap yang selamat dengan adanya peranti perlindungan geganti yang mampu beroperasi secara betul dengan mengasingkan kegagalan dalam sistem tanpa menyebabkan belantik yang tidak perlu atau kegagalan pada sistem yang lain.

## 1.1 Pernyataan Masalah

Rangkaian 33/11kV PPU Krubong merupakan sistem kuasa sebenar yang dapat memberi pendedahan tentang koordinasi geganti yang sedia ada. Ianya lengkap dengan masukan data sebenar seperti jenis geganti yang digunakan, pengesetan palam arus (PS), berbilang pengesetan masa (TSM), galangan talian, serta alatubah arus yang diperlukan bagi menjalankan kajian tentang koordinasi geganti. Seringkali, sesuatu rangkaian sistem kuasa mengalami masalah dalam mengkoordinasi geganti, lalu menyebabkan belantik yang tidak perlu. Rangkaian 33/11kV PPU Krubong ini dapat memberikan pendedahan sebenar mengenai kajian koordinasi geganti bagi mengesahkan pengesetan yang sedia ada adalah memenuhi piawai BS 142 dan IEC 60255. Ini dijalankan dengan menggunakan dua teknik, iaitu melalui simulasi dengan penggunaan perisian perlindungan *Computer Aided Protection Engineering* (CAPE) dan juga pengiraan manual.

## 1.2 Objektif

Objektif utama kajian koordinasi geganti di rangkaian 33/11kV PPU Krubong dilakukan bagi :-

1. Mengkaji koordinasi perlindungan geganti IDMT arus lampau menggunakan perisian perlindungan CAPE.
2. Mengkaji dan mengaplikasikan prosedur yang piawai untuk mengeset geganti.
3. Menganalisis koordinasi geganti dengan menilai prestasi geganti dengan menggunakan kaedah pembezaalayan masa dan arus.

4. Membandingkan pengesetan TMS dan PS yang sedia ada dengan pengesetan piawai BS 142 dan IEC 60255 dan seterusnya mengesahkan keberkesanan pengesetan yang sedia ada.
5. Mengaplikasikan pengetahuan secara teoretikal dan praktikal yang dipelajari sepanjang tempoh pembelajaran dan latihan industri dalam kajian koordinasi geganti di 33/11kV PPU Krubong.
6. Mendapatkan pendedahan tentang sistem perlindungan bagi geganti arus lampau yang sedia ada.
7. Meningkatkan prestasi perlindungan rangkaian sistem kuasa secara keseluruhannya melalui penyelarasan geganti yang piawai bagi sebarang masalah yang mungkin wujud dalam PPU Krubong melalui analisis secara simulasi dan pengiraan manual.
8. Mempelajari dan memahami perisian perlindungan CAPE sebagai satu perisian perlindungan yang semakin penting dan efisien dalam menjalankan analisis terutamanya dalam mengkoordinasi geganti bagi jurutera perlindungan masa kini.
9. Memberikan pandangan dalam memperbaiki kelemahan yang mungkin wujud dalam pengkoordinasian geganti di 33/11kV PPU Krubong.

### **1.3 Skop**

Adalah amat penting bahawa kajian koordinasi geganti di 33/11kV PPU Krubong ini hanya diterhadkan kepada kelas masa minimum tentu songsang (SI) sahaja. Walaupun geganti IDMT arus lampau yang terdapat di PPU Krubong ini mungkin terdiri daripada kelas seperti masa sangat songsang (VI), dan masa lampau songsang (EI), namun, andaian dibuat bahawa semua geganti ini tergolong dalam kelas *Standard Inverse* (SI) sahaja.

Disamping itu, kajian litar pintas bagi kerosakan tiga fasa sahaja akan dibincangkan kerana ia mempunyai arus gagal yang paling serius berbanding kegagalan satu talian ke bumi (SLG), kegagalan talian ke talian (LTL), dan kegagalan dua talian ke bumi (DLG). Ini adalah kerana walaupun kebarangkalian kerosakan tiga fasa berlaku adalah jarang, namun implikasinya adalah paling memudaratkan.

Kajian analisis kerosakkan dalam projek ini hanya diterhadkan kepada litar jejari yang mempunyai tiga atau lebih bus dengan mengaplikasikan kerosakkan pada bus sahaja.

Dalam projek ini, teknik anggapan dan penghampiran telah diaplikasikan untuk sebahagian data masukan seperti nilai kadaran bagi penjana, jenis bus, jarak talian, magnitud dan voltan fasa bagi bus. Ini adalah kerana wujudnya permasalahan dalam mendapatkan data-data ini oleh pihak TNB Banda Kaba yang tidak dapat dielakkan.

Walaupun kajian skop diterhadkan hanya kepada geganti IDMT arus lampau minimum tentu songsang (SI), namun, konsep koordinasi geganti dalam kajian ini juga boleh diaplikasikan kepada kelas-kelas geganti lain seperti masa tentu, masa sangat songsang (VI), dan masa lampau songsang (EI). Projek ini tertumpu kepada analisis *Time Overcurrent* (TOC) sahaja dan *Instantaneous Overcurrent* (IOC) tidak diambil kira.

Teknik anggapan dan penghampiran yang digunakan adalah berasaskan kepada situasi yang dianggap ideal seperti menganggap nilai voltan per unit yang uniti pada setiap palang bus.

Nilai arus kerosakkan tiga fasa yang diperolehi melalui simulasi diaplikasikan dalam pengiraan manual.

## BAB 2

### KAJIAN LITERATUR

#### 2.1 Pengenalan

Koordinasi geganti merupakan kajian yang rumit kerana ianya melibatkan pengreddan di antara satu geganti dengan geganti yang lain di dalam sesuatu rangkaian sistem kuasa dan mungkin terdiri daripada pelbagai kelas geganti. Ini menyebabkan proses mengkoordinasi geganti memakan masa serta memerlukan kesabaran dan penelitian yang terperinci. Walaubagaimanapun, penggunaan perisian perlindungan CAPE yang banyak digunakan oleh jurutera perlindungan masa kini telah memudahkan proses menganalisis sesuatu rangkaian sistem secara amnya dan sistem perlindungan secara khususnya kerana keupayaannya yang mampu diadaptasikan bagi pelbagai jenis rangkaian sistem kuasa seperti litar jejari mahupun litar gelung. Koordinasi geganti yang mempunyai kebolehharian yang tinggi adalah amat penting kerana sesuatu perlindungan sesuatu sistem adalah bergantung sepenuhnya kepada pengesetan geganti yang betul dan tepat bagi mengatasi sebarang komplikasi yang mungkin terjadi bila-bila sahaja.

##### 2.1.1 Geganti IDMT Arus Lampau

Geganti masa minimum tentu songsang (IDMT) merupakan peranti perlindungan yang berasaskan kepada masa dan arus. Geganti ini bekerja atas prinsip yang akan menjanakan isyarat belantik setelah dilengahkan bagi satu sela masa yang pendek. Ciri-ciri geganti ini adalah ianya mempunyai kendalian masa yang pendek bagi kerosakkan arus yang besar dan penjang bagi kerosakkan arus yang kurang besar, dan tidak terhingga bagi arus beban. Geganti IDMT ini boleh diselaraskan di atas persetujuan di antara songsang sebenar dengan masa tertentu. Ciri-ciri kompromi ini membolehkan kendalian yang cepat dengan berkurangnya arus gagal sepanjang talian penghantaran sedangkan bahagian masa

tertentu mengelakkan pembezalayanan yang buruk bilamana arus gagal tinggi (Abdullah Asuhaimi Bin Mohd.Zin). Kajian berkenaan dengan pengaplikasian dan penilaian geganti arus lampau masa minimum tentu songsang (IDMT) sebagai perlindungan dalam litar pengagihan telah dijalankan. Lidgate D *et.al* (1988)

Pembezalayaan masa mempunyai keburukkan di mana kerosakkan yang paling dekat dengan sumber bekalan menyebabkan arus kegagalan yang paling besar, namun, hanya dapat dipisahkan menggunakan masa yang paling panjang. Pembezalayaan arus pula mungkin menyebabkan belantik pada semua geganti pada litar jejari kerana magnitud arus kerosakkan yang sama mengalir dan menyebabkan keboleharapan yang rendah, lalu menyebabkan litar terbuka. Kelemahan yang wujud dalam kedua-dua pembezalayaan menyebabkan ianya tidak praktikal untuk digunakan sebagai pembezalayaan yang mempunyai keboleharapan yang tinggi dalam sesuatu rangkaian sistem.

Geganti IDMT yang mempunyai ciri-ciri arus-masa songsang dalam pengreddannya mempunyai kebaikan kerana ianya dapat mengatasi masalah yang dihadapi oleh geganti yang beroperasi hanya berdasarkan kepada prinsip pembezalayaan masa dan pembezalayaan arus. Ia digunakan dengan meluas sama ada sebagai perlindungan utama mahupun perlindungan sokongan kerana ciri-ciri kendaliannya yang unik serta ianya mempunyai keboleharapan yang tinggi.

Ciri-ciri geganti arus-masa boleh dibahagikan kepada empat kelas:

- i. Geganti masa tentu
- ii. Geganti masa sangat songsang
- iii. Geganti masa lampau songsang
- iv. Geganti masa minimum tentu songsang

Persamaan kendalian masa untuk geganti masa minimum tentu songsang ialah

$$t = 3(\log M)^{-1} \text{ atau } \frac{3}{\log M} \quad (2.1)$$