

**ANALISIS DAN PENILAIAN GEGANTI ARUS LEBIH MELAWAN  
GEGANTI JARAK PADA TALIAN PENGHANTARAN  
MENGUNAKAN PERISIAN CAPE**

**Khairul Hadi Bin Khalid**

**Bachelor in Electrical Engineering (Industrial Power)**

**Mei 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 : EN. MOHD HENDRA BIN HAIRI

Tarikh : .....

**ANALISIS DAN PENILAIAN GEGANTI ARUS LEBIH MELAWAN GEGANTI  
JARAK PADA TALIAN PENGHANTARAN MENGGUNAKAN PERISIAN CAPE**

**KHAIRUL HADI BIN KHALID**

**Laporan Ini Dikemukakan Sebagai Memenuhi Syarat Sebahagian Daripada Syarat  
Penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Elektrik (Kuasa Industri)**

**Fakulti Kejuruteraan Elektrik  
Universiti Teknikal Malaysia Melaka**

**Mei 2010**

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

Tandatangan : .....

Nama : **KHAIRUL HADI BIN KHALID**

Tarikh : .....

## DEDIKASI

Buat abah dan mak, Khalid B. Mat Amin dan Habiah binti Abdullah, adik-beradik,  
Mohd Khairudin dan Haslida,  
Sanak – Saudara yang banyak membantu,  
Rakan-rakan seperjuangan yang dikasihi,

Terima kasih kerana memberi sokongan yang sepatutnya.

## PENGHARGAAN

Assalamualaikum W.B.T.

Syukur ke hadrat Allah S.W.T kerana dengan limpah kurnianya dapat penulis menyiapkan laporan projek untuk Projek Sarjana Muda. Di kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada penyelia projek En.Mohd Hendra Bin Hairi yang telah banyak memberi tunjuk ajar dan teguran selama menjalankan projek ini. Terima kasih juga buat pekerja Tenaga Nasional Berhad (TNB) iaitu En. Zainoren Bin Shukri dan En. Azman yang banyak memberi data serta nasihat dalam menyiapkan projek ini. Tidak lupa juga kepada ahli keluarga, sahabat dan semua pihak yang terlibat dalam penyediaan laporan projek ini, sama ada secara langsung atau pun tidak langsung. Semoga laporan projek ini dapat memberi manfaat kepada penulis dan juga warga UTeM secara keseluruhannya.

## ABSTRACT

This project is basically about the evaluation and analysis of overcurrent relay and distance relay on the transmission line using Computer Aided Protection Engineering (CAPE) software. The project using this software because of it used in Tenaga Nasional Berhad (TNB) and data for the two types of relay are obtained from TNB. Before doing the simulation, the exact data such as current transformer, voltage transformer and length of transmission line must be entered into the software and after that, shall be guilty of setting the relay to the two types of this relay. The results of this simulation, the graph curve of overcurrent relay, Time Distance Diagram, Qualidateral Graph and graph of combination of distance relay and overcurrent relay will be produced. The results from this graph, it will be analyzed and the value in terms of sensivity, speed and selectivity in detecting the failure on the transmission line. The analysis will show which type of relay suitable for use in transmission line.

## ABSTRAK

Projek ini secara asasnya adalah tentang analisis dan penilaian terhadap geganti arus lampau dan geganti jarak pada talian penghantaran dengan menggunakan perisian Computer Aided Protection Engineering (CAPE). Projek ini menggunakan perisian ini sepenuhnya kerana ia juga digunakan di Tenaga Nasional Berhad (TNB) dan data-data untuk kedua-dua jenis geganti ini di perolehi dari TNB. Sebelum melakukan simulasi, data-data yang tepat seperti alatubah arus, voltan dan panjang talian penghantaran mestilah di masukkan ke dalam perisian ini dan selepas itu barulah dapat melakukan penetapan terhadap geganti untuk kedua-dua jenis geganti ini. Hasil daripada simulasi ini, graf lengkungan untuk geganti arus lampau, rajah jarak masa, graf qualidateral dan graf gabungan antara geganti jarak antara geganti arus lampau akan terhasil. Hasil daripada graf ini, ia akan di analisa dan di nilai dari segi kepekaan, kelajuan dan jangkauan dalam mengesan kegagalan di talian penghantaran. Analisa ini akan menunjukkan jenis geganti yang mana sesuai digunakan pada talian penghantaran.



## ISI KANDUNGAN

| <b>BAB</b> | <b>TAJUK</b>  | <b>MUKASURAT</b> |
|------------|---|------------------|
|            | <b>PENGHARGAAN</b>                                      | <b>v</b>         |
|            | <b>ABSTRAK</b>  | <b>vi</b>        |
|            | <b>ISI KANDUNGAN</b>                                    | <b>viii</b>      |
|            | <b>SENARAI JADUAL</b>                                   | <b>xi</b>        |
|            | <b>SENARAI RAJAH</b>                                    | <b>xii</b>       |
| <b>1</b>   | <b>PENDAHULUAN</b>                                      | <b>1</b>         |
|            | 1.1 Pengenalan  | 1                |
|            | 1.2 Objektif  | 2                |
|            | 1.3 Skop  | 2                |
|            | 1.4 Penyataan Masalah                                   | 3                |
| <b>2</b>   | <b>KAJIAN LITERATUR</b>                                 | <b>4</b>         |
|            | 2.1 Pengenalan  | 4                |
|            | 2.2 Gganti Arus Lampau                                  | 5                |
|            | 2.2.1 Prosedur Penyelarasan                             | 5                |
|            | 2.2.2 Prinsip pembuatan dan operasi bagi<br>gganti IDMT | 6                |
|            | 2.2.3 Penyesetan Palam (PS)                             | 10               |
|            | 2.2.4 Berbilang Penyesetan Masa (TMS)                   | 11               |
|            | 2.3 Gganti Jarak  | 13               |
|            | 2.3.1 Tetapan Zon 1                                     | 14               |
|            | 2.3.2 Tetapan Zon 2                                     | 15               |
|            | 2.3.3 Tetapan Zon 3                                     | 16               |
|            | 2.3.4 Perlaksanaan Gganti Jarak                         | 17               |
| <b>3</b>   | <b>METODOLOGI</b>                                       | <b>18</b>        |
|            | 3.1 Pengenalan  | 18               |
|            | 3.2 Gambarajah Carta Aliran Projek                      | 19               |
|            | 3.2.1 Pemilihan dan pengesahan tajuk projek             | 20               |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
|          | 3.2.2 Mengumpul Data   | 20        |
|          | 3.2.3 Merekabentuk gambarajah talian tunggal<br>dengan menggunakan perisian CAPE | 25        |
|          | 3.2.4 Simulasi menggunakan perisian CAPE   | 26        |
|          | 3.3 Perancangan Projek   | 27        |
| <b>4</b> | <b>KEPUTUSAN DAN ANALISIS</b>  | <b>28</b> |
|          | 4.1 Keputusan Simulasi   | 28        |
|          | 4.1.1 Aliran Kuasa   | 28        |
|          | 4.1.2 Kegagalan Tiga Fasa Menggelunsur<br>Di Talian Penghantaran                 | 29        |
|          | 4.1.3 Kegagalan Tiga Fasa Pada Hujung Talian                                     | 35        |
|          | 4.1.4 Kegagalan Tiga Fasa di Titik Tengah Talian                                 | 40        |
| <b>5</b> | <b>CADANGAN DAN KESIMPULAN</b>   | <b>46</b> |
|          | <b>RUJUKAN</b>   | <b>49</b> |
|          | <b>LAMPIRAN</b>  | <b>50</b> |

## SENARAI JADUAL

| <b>JADUAL</b> | <b>TAJUK</b>  | <b>MUKASURAT</b> |
|---------------|---|------------------|
| 2.1           | Plug Setting untuk geganti arus lampau (OC)                         | 10               |
| 2.2           | Plug Setting untuk geganti rosak bumi (E/F)                         | 10               |
| 3.1           | Nilai Galangan untuk Jujukan Positif dan Jujukan Sifar              | 20               |
| 3.2           | Tetapan Geganti Jarak pada Pencawang Melaka<br>Ke Pencawang Gemas   | 21               |
| 3.3           | Tetapan Geganti Jarak pada Pencawang Gemas<br>Ke Pencawang Segamat  | 22               |
| 3.4           | Tetapan Geganti Jarak pada Pencawang Melaka<br>Ke Pencawang Tangkak | 23               |
| 3.5           | Tetapan Geganti Jarak pada Pencawang Gemas<br>ke Pencawang Tangkak  | 24               |
| 3.6           | Data untuk penetapan geganti arus lampau                            | 25               |
| 3.7           | Perancangan Projek  | 27               |
| 4.1           | Tetapan masa yang di gunakan TNB                                    | 32               |
| 4.2           | Perbezaan antara geganti jarak dengan geganti arus lebih            | 34               |
| 4.3           | Tetapan masa yang di gunakan TNB                                    | 38               |
| 4.4           | Perbezaan antara geganti jarak dengan geganti arus lebih            | 39               |
| 4.5           | Tetapan masa yang di gunakan TNB                                    | 43               |
| 4.6           | Perbezaan antara geganti jarak dengan geganti arus lebih            | 45               |

## SENARAI RAJAH

| <b>RAJAH</b> | <b>TAJUK</b>  | <b>MUKASURAT</b> |
|--------------|---|------------------|
| 2.1          | Geganti IDMT  | 7                |
| 2.2          | Ciri-ciri garis lengkung untuk geganti  | 8                |
| 2.3          | Berbilang penyesetan palam  | 9                |
| 2.4          | Ciri-ciri arus dan masa   | 11               |
| 2.5          | Kegagalan Arus (Berbilang penyesetan arus)                                      | 12               |
| 2.6          | Perlindungan geganti jarak untuk sistem talian                                  | 14               |
| 2.7          | Ciri-ciri operasi untuk tiga zon  | 14               |
| 2.8          | Ciri-ciri jarak/masa untuk tiga zon perlindungan                                | 16               |
| 3.1          | Carta Alir Projek   | 19               |
| 3.2          | Gambarajah talian tunggal untuk penetapan geganti jarak dan geganti arus lampau | 25               |
| 3.3          | Simulasi menggunakan CAPE   | 26               |
| 4.1          | Aliran kuasa  | 28               |
| 4.2          | Kegagalan Tiga Fasa Menggelunsur  | 29               |
| 4.3          | Graf lengkungan untuk geganti arus lampau                                       | 30               |
| 4.4          | Graf Qualidateral untuk Zon 1, Zon 2 dan Zon 3                                  | 31               |
| 4.5          | Rajah jarak masa  | 32               |
| 4.6          | Graf untuk geganti jarak melawan geganti arus lampau                            | 33               |
| 4.7          | Kegagalan Tiga Fasa Pada Hujung Talian  | 35               |
| 4.8          | Graf lengkungan untuk geganti arus lampau                                       | 36               |
| 4.9          | Graf Qualidateral untuk Zon 1, Zon 2 dan Zon 3                                  | 37               |
| 4.10         | Rajah jarak masa  | 38               |
| 4.11         | Graf untuk geganti jarak melawan geganti arus lampau                            | 39               |
| 4.12         | Kegagalan Tiga Fasa di Titik Tengah Talian                                      | 40               |
| 4.13         | Graf lengkungan untuk geganti arus lampau                                       | 41               |
| 4.14         | Graf Qualidateral untuk Zon 1, Zon 2 dan Zon 3                                  | 42               |
| 4.15         | Rajah jarak masa  | 43               |

|      |  |    |
|------|--|----|
| 4.16 | Graf untuk geganti jarak melawan geganti arus lampau         | 44 |
| 5.1  | Perbandingan antara geganti jarak dengan geganti arus lampau | 46 |

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Pengenalan**

Litar pintas sering berlaku dalam sistem kuasa apabila penebat peralatan gagal kerana voltan lampau disebabkan oleh kilat atau gelombang pensuisan, pencemaran penebat, masalah-masalah mekanikal dan punca-punca semulajadi. Berhati-hati ketika merekabentuk, operasi dan senggaraan boleh mengurangkan berlakunya litar pintas tetapi tidak boleh mengelak daripada berlakunya kegagalan.

Masalah dengan peranti perlindungan boleh terjadi dengan sendiri. Pemutus litar yang kedua berfungsi sebagai perlindungan sokongan untuk pemutus litar yang pertama sekiranya pemutus litar yang pertama gagal berfungsi dengan lancar. Dalam sistem HV(Voltan Tinggi), arus berasingan atau peralatan-peralatan mengukur voltan, pengasingan pemutus lingkaran pada pemutus litar dan pemutus lingkaran pada bateri boleh di gunakan. Pelbagai peralatan perlindungan mesti selaras dengan geganti utama kerana ia ditugaskan untuk melindungi peralatan dalam satu zon tertentu bila beroperasi. Sekiranya geganti utama gagal berfungsi, geganti sokongan sepatutnya beroperasi selepas ditentukan oleh selang masa.

Oleh sebab itulah penetapan bagi geganti yang betul begitu penting agar ia dapat melindungi peralatan-peralatan dalam sistem kuasa pada tahap maksimum.

## 1.2 Objektif

Dalam melaksanakan atau pembikinan sesuatu projek, terdapat beberapa objektif yang perlu dilaksanakan dalam menyiapkan sesuatu projek bagi membuatkan pelaksanaan sesuatu projek berjalan dengan lancar.

Antara beberapa objektif yang telah disasarkan untuk projek ini ialah:

- a) Untuk memperoleh pengalaman dan pengetahuan dalam menjalankan analisis terhadap sistem kuasa.
- b) Untuk memperoleh pemahaman yang lebih baik dalam analisis sistem kuasa dari segi analisis terhadap kegagalan dan koordinasi sistem perlindungan berdasarkan kepada sistem bekalan kuasa.
- c) Untuk memberi pendapat dan cadangan dalam menentukan jenis-jenis geganti yang sesuai digunakan pada talian penghantaran.

## 1.3 Skop

Skop untuk projek ini adalah:

- a) Untuk mengetahui operasi geganti, penetapan masa dan geganti arus dan juga ciri-ciri geganti.
- b) Untuk menganalisis sistem dengan menggunakan perisian Computer Aided Protection Engineering (CAPE).

#### **1.4 Penyataan Masalah**

Secara keseluruhannya terdapat dua masalah dalam pelaksanaan untuk projek ini. Masalah pertama dalam projek ini adalah tentang kelajuan, jangkauan dan kepekaan pada sistem talian penghantaran dan ia merupakan masalah serius dalam apa jua jenis sistem terutamanya dalam penghantaran kuasa pada pencawang-pencawang. Kelajuan, kepekaan dan jangkauan adalah begitu penting untuk geganti kerana ia akan melindungi peranti daripada arus lampau serta dapat mengelakkan talian penghantaran daripada rosak.

Masalah kedua adalah untuk membuktikan bahawa penggunaan geganti mana yang lebih baik dalam mengesan kegagalan.



## BAB 2

### KAJIAN LITERATUR

#### 2.1 Pengenalan

Talian penghantaran adalah satu komponen yang penting untuk sistem penghantaran elektrik kerana ia menghantar kuasa antara penjanaan dan beban. Talian penghantaran beroperasi pada aras voltan dari 69KV hingga 765KV dan ianya saling berkait rapat untuk beroperasi dengan keadaan yang bagus. [2]

Faktor-faktor seperti persekitaran pasaran ditetapkan, ekonomi, cara betul untuk pembersihan dan keperluan persekitaran telah mendorong digunakan untuk mengendalikan rangkaian penghantaran berhampiran dengan operasi yang terhad. Setiap kegagalan, jika tidak dikesan dan diputuskan dengan cepat dalam suatu sistem yang luas akan menyebabkan gangguan yang banyak. [3]

Sistem perlindungan talian penghantaran ini direka untuk mengenalpasti lokasi kegagalan dan mengasingkan bahagian yang gagal berfungsi sahaja. Cabaran perlindungan talian penghantaran adalah mengesan dan mengasingkan kegagalan dari sistem. [5]

## 2.2 Geganti Arus lampau

Perlindungan terhadap arus lampau adalah semulajadi untuk sistem perlindungan sejak awal perkembangannya. Daripada prinsip asasnya, sistem perlindungan arus lampau boleh diklasifikasikan dan diskriminasi kegagalan perlindungan telah dibangunkan. Ini tidak boleh keliru dengan perlindungan beban berlebihan, yang mana kebiasaannya dimanfaatkan oleh geganti yang beroperasi dalam waktu yang berkaitan untuk perlindungan loji. Perlindungan arus lampau pada pandangan lain adalah digunakan untuk membuang kegagalan, meskipun dengan dengan penetapan yang biasa digunakan dengan menggunakan beberapa ukuran beban lampau, perlindungan kemungkinan boleh tercapai. [1]

### 2.2.1 Prosedur penyelarasan

Aplikasi geganti arus lampau yang betul mestilah memerlukan pengetahuan dalam kegagalan arus yang boleh mengalir dalam setiap bahagian untuk sesuatu rangkaian. Data-data yang diperlukan untuk penetapan geganti adalah :

- a) Gambrajah talian tunggal untuk sistem perlindungan yang terlibat, menunjukkan jenis dan kadar untuk peranti perlindungan.
- b) Galangan dalam unit ohm, per cent atau per unit untuk kesemua alatubahkuasa, putaran mesin dan litar penyuaap.
- c) Nilai maksimum dan minimum arus untuk litar pintas yang mengalir melalui peranti perlindungan.
- d) Arus beban maksimum yang melalui peranti perlindungan.
- e) Arus permulaan diperlukan bagi motor, masa permulaan dan rotor terkunci untuk aruhan motor.
- f) Ciri-ciri kerosakan, kemasukan alatubah dan kebolehan tahan panas.
- g) Pengurangan lengkungan menunjukkan kadar kehilangan kegagalan untuk pembekalan penjanaan.
- h) Prestasi lengkungan untuk alatubah arus

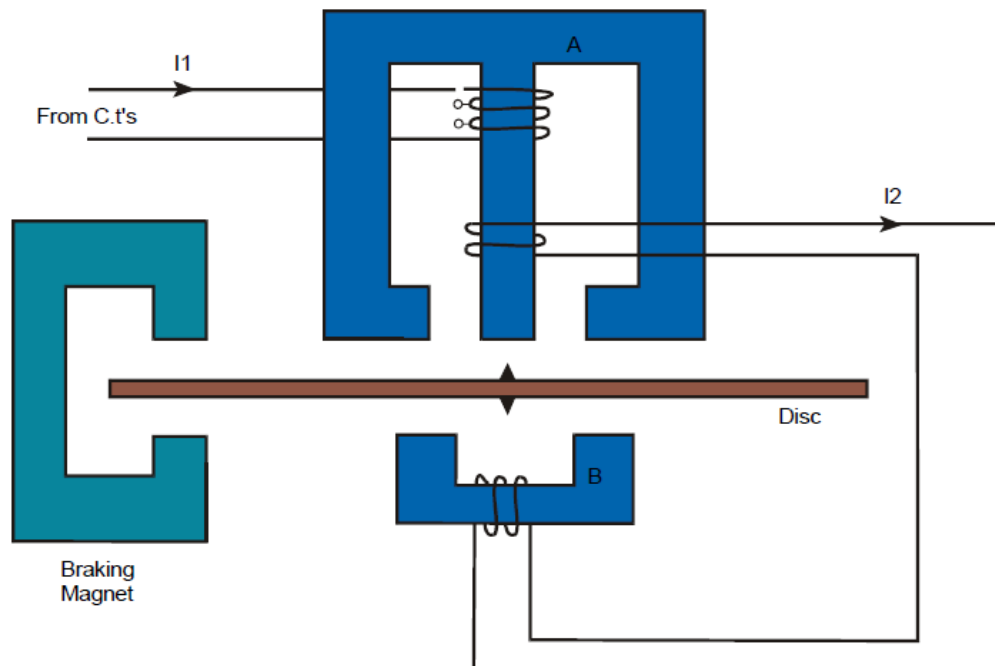
Penetapan geganti yang pertama adalah untuk memberi masa operasi yang pendek pada tahap kegagalan maksimum dan kemudian ianya diperiksa untuk melihat operasinya berada ditahap yang memuaskan pada tahap kegagalan yang minimum. Ia selalu dianjurkan untuk merancang lengkungan geganti dan lain-lain peranti perlindungan seperti fius yang beroperasi secara siri pada skala yang umum. Pada kebiasaannya, lebih mudah menggunakan skala yang sesuai dengan arus yang dijangka pada pangkalan voltan terendah atau dominan voltan pangkalan. Ini adalah alternatif pangkalan MVA atau pecahan skala arus untuk setiap sistem voltan. [2]

Secara amnya, peraturan asas untuk penyelarasan geganti adalah seperti berikut:

- a) Pada bila-bila masa kemungkinan, gunakan geganti dengan ciri-ciri operasi yang sama secara siri dengan antara satu sama lain.
- b) Pastikan bahawa geganti berada jauh daripada sumber yang mempunyai penetapan arus yang sama atau kurang dengan geganti yang di sebaliknya iaitu arus utama diperlukan oleh geganti didepannya untuk beroperasi adalah sama atau kurang dari arus utama yang diperlukan oleh geganti yang dibelakangnya untuk beroperasi.

### **2.2.2 Prinsip pembuatan dan operasi bagi geganti IDMT( Inverse Definite Minimum Time)**

Geganti ini tanpa diragukan lagi adalah salah satu yang paling popular yang digunakan pada sistem yang pertengahan dan rendah untuk bertahun-tahun lalu dan sehingga sekarang. Ciri-ciri geganti digital adalah sebahagian besarnya berdasarkan kilas untuk geganti jenis ini. [3]



Rajah 2.1 : Geganti IDMT

Arus  $I_1$  daripada talian CT.'s menubuhkan satu fluks magnet A dan juga menyebabkan satu arus  $I_2$  dalam belitan sekunder yang bergilir-gilir menubuhkan satu fluks dalam B. Fluks A dan B tidak sekata menghasilkan satu kilas dalam cakera untuk putaran. [6]

*Laju adalah berkadaran terus dengan kilas brek.*

*Dan, Laju adalah berkadaran terus dengan kilas penggiringan.*

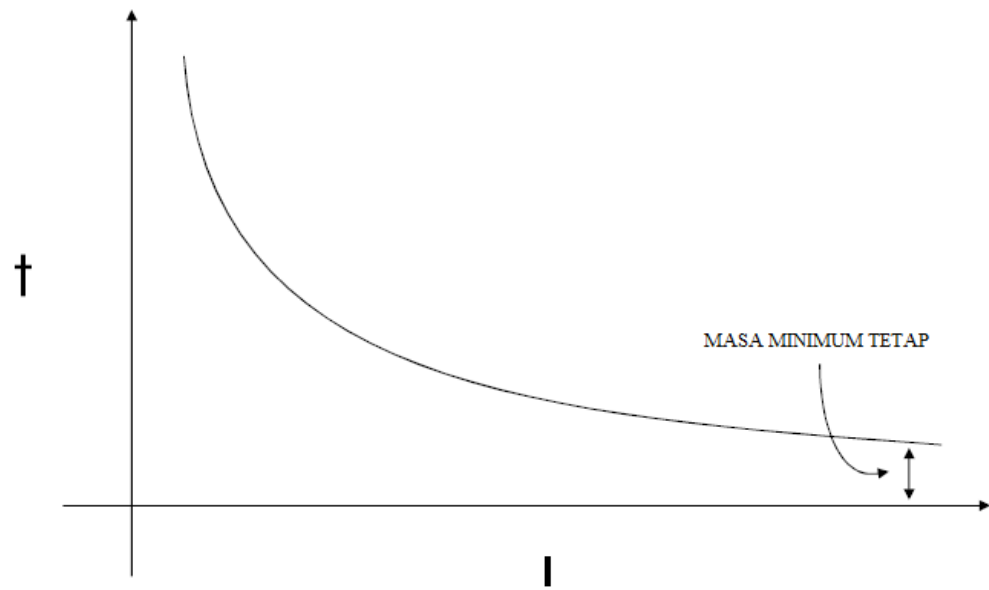
*Oleh itu Laju adalah berkadaran terus dengan  $I^2$ .*

*Tapi, Laju = Jarak/Masa*

*Oleh itu, Laju = Jarak/Masa*

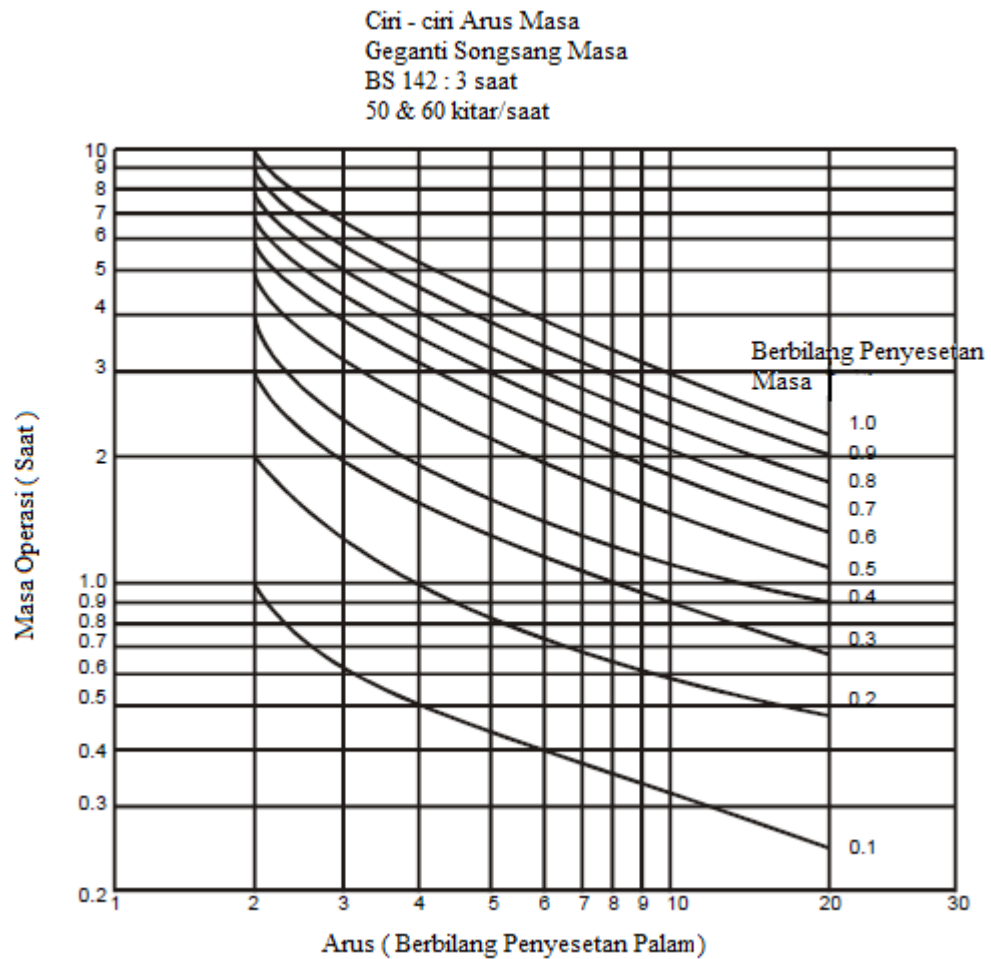
$$= 1/I^2$$

Oleh itu, ia menghasilkan ciri-ciri songsang :



Rajah 2.2 : Ciri-ciri garis lengkung untuk geganti

Lengkung cirian itu adalah ditakrifkan oleh BS 142 dan ditunjukkan seperti berikut:



Rajah 2.3 : Berbilang Penyesetan Palam

Ia boleh dilihat yang masa operasi satu geganti IDMTL adalah secara berkadaran terus songsang kepada satu fungsi untuk arus. Sebagai contoh, ia mempunyai satu masa operasi lama pada pelbagaian yang rendah untuk penetapan arus dan satu masa operasi yang pendek agak pada kepelbagaian yang tinggi untuk penetapan arus. [4]

Dua penyesetaran yang penting pada geganti:

a) Penyesetan Palam (PS)

Terdapat tujuh penetapan arus dalam unit ampiar atau % dalam jambatan penyesetan palam.

b) Berbilang Penyesetan Masa (TMS)

Masa kendalian geganti dapat diubahsuai dengan mengalihkan kedudukan sesentuh bergerak. Ini dapat dilakukan dengan melaraskan penetapan berbilang masa.

### 2.2.3 Penyesetan Palam

Tetapan ini menentukan aras untuk arus pada geganti akan pikap atau bermula. Geganti ini harus beroperasi pada penetapan 130% dan pasti menganjak pada penetapan 70%. Dalam konteks ini, penetapan palam adalah bahawa arus pada operasi dan kilas berada dalam keadaan seimbang. Geganti pasti tidak akan beroperasi pada tetapan dan untuk memastikan hal ini, sebuah geganti dapat memaparkan sedikit kecenderungan untuk menganjak pada penetapan biasa. Oleh kerana itu, geganti biasanya berada dalam julat 105% hingga 130% untuk penetapan palam. [1]

Jadual 2.1 : Penyesetan Palam untuk geganti arus lampau (OC)

|      |       |      |      |      |      |      |
|------|-------|------|------|------|------|------|
| 50%  | 75%   | 100% | 125% | 150% | 175% | 200% |
| 2.5A | 3.75A | 5    | 6.25 | 7.5  | 8.25 | 10A  |

Jadual 2.2 : Penyesetan Palam untuk geganti rosak bumi (E/F)

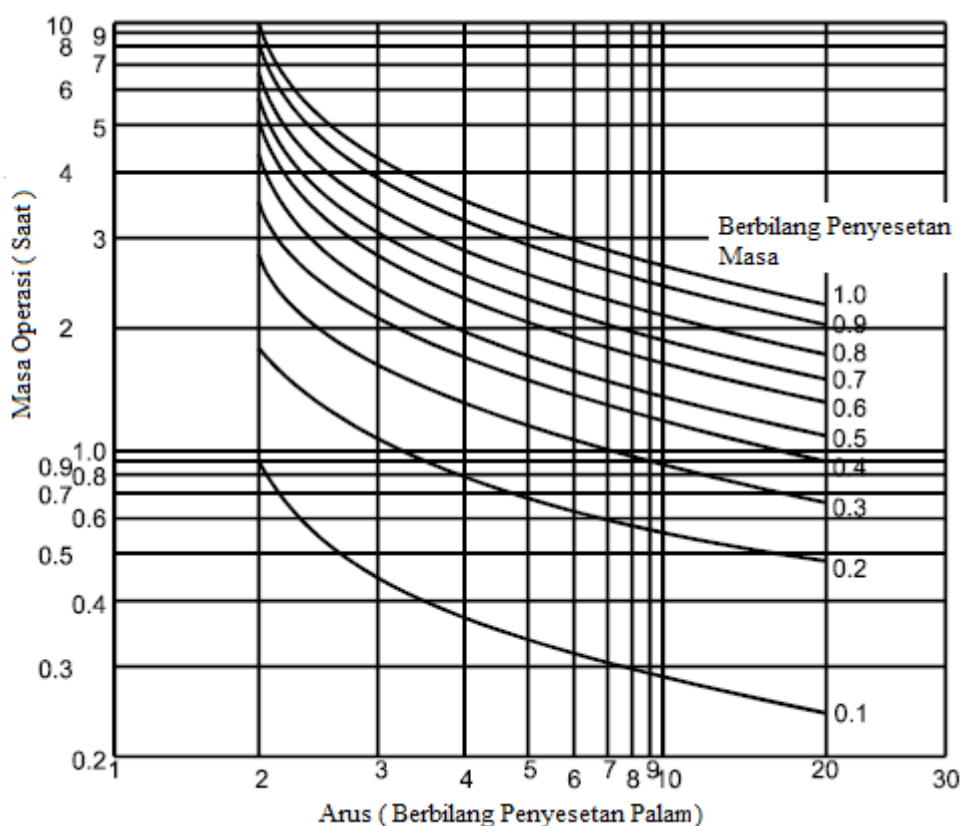
|      |       |      |       |      |       |      |
|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| 10%  | 15%   | 20%  | 25%   | 30%  | 35%   | 40%  |
| 0.5A | 0.75A | 1.0A | 1.25A | 1.5A | 1.75A | 2.0A |

Menjadi kebiasaannya, arus tertinggi akan dipilih secara automatik apabila palam ini dihapuskan, oleh itu penyelarasan dapat dilakukan pada beban tanpa membuka litar pada alatubah arus. [2]

### 2.2.4 Berbilang Penyesatan Masa

Penetapan ini dapat dilakukan dengan memutarakan cakera dan ianya bersama dengan sesentuh bergerak menghampiri ke sesentuh tetap, oleh sebab itu ianya akan mengurangkan jarak yang perlu dilalui, anggapkan dengan mencepatkan masa di putuskan untuk geganti. [1]

Ini mendatangkan kesan dengan mengalihkan lengkung terbalik ke bawah paksi seperti berikut:



Rajah 2.4 : Ciri-ciri arus dan masa

Lengkung diatas adalah yang paling biasa digunakan dan ia dinamakan lengkung terbalik. Ciri-cirinya menunjukkan operasi 3 saat pada 10 kali penetapan palam. Sebagai contoh, jika jambatan palam disetkan kepada 1 amp, bila 10 amps melaluinya, geganti akan menutup sesentuh selepas 3 saat (dengan pekali masa disetkan kepada 1.0). [2]