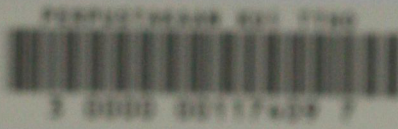


ANALISIS TALIAN PENCHANTARAN KUASA
SISTEM DWI-LITAR TIGA-FASA DAN SISTEM ENAM-FASA.

SITI AMELY BINTI JUMAAT

UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA



UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS*

**JUDUL: ANALISIS TALIAN PENGHANTARAN KUASA
SISTEM DWI-LITAR TIGA-FASA DAN SISTEM ENAM-FASA**

SESI PENGAJIAN: 2003/2004

Saya **SITI AMELY BINTI JUMAAT**
mengaku membenarkan tesis (~~PSM/Sarjana/Doktor Falsafah~~)* ini disimpan di Perpustakaan
Universiti Teknologi Malaysia dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Teknologi Malaysia.
2. Perpustakaan Universiti Teknologi Malaysia dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.

4. **Sila tandakan (√)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

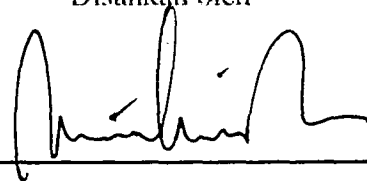
(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh



(TANDATANGAN PENULIS)



(TANDATANGAN PENYELIA)

Alamat Tetap:

POS 341-2 PARIT YUSOF
83600 SEMERAH,
BATU PAHAT, JOHOR

PM. DR. MOIID WAZIR BIN MUSTAFA

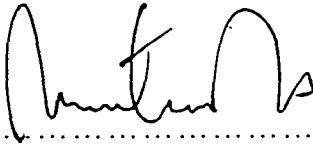
Nama Penyelia

Tarikh: 19 MAC 2004

Tarikh: 19 MAC 2004

CATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.
** Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT atau TERHAD.

“Saya akui bahawa saya telah membaca karya ini dan pada pandangan saya karya ini adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan ijazah Sarjana Kejuruteraan Elektrik”.

Tandatangan : 

Nama Penyelia : PROF. MADYA MOHD. WAZIR BIN MUSTAFA

Tarikh : MAC 2004

ANALISIS TALIAN PENGHANTARAN KUASA
SISTEM DWI-LITAR TIGA-FASA DAN SISTEM ENAM-FASA.


SITI AMELY BINTI JUMAAT

Laporan projek ini dikemukakan sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat
penganugerahan ijazah Sarjana Kejuruteraan Elektrik.

Fakulti Kejuruteraan Elektrik
Universiti Teknologi Malaysia

MAC, 2004

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

Tandatangan : 

Nama Penulis :SITI AMELY BINTI JUMAAT

Tarikh :MAC 2004

Teristimewa buat...

*Abah dan Mak tercinta, Along, Angah dan As yang dikasihii
serta tunang tersayang, Farisal Abdullahi.
Terima kasih atas dorongan dan doa restu kalian.*

PENGHARGAAN

Penulis ingin merakamkan penghargaan ikhlas dan setinggi-tinggi terima kasih kepada Prof. Madya. Dr. Mohd Wazir Bin Mustafa selaku penyelia projek yang sentiasa memberi bimbingan dan nasihat dalam pelaksanaan dan penulisan tesis ini.

Penulis juga ingin merakamkan penghargaan kepada En. Anuar b. Abd. Wahid, Pengurus Wilayah Selatan Selenggaraan Rangkaian dan En. Ariff, Jurutera I, Johor Bahru Selatan, Tenaga Nasional Berhad di atas kerjasama yang diberikan.

Penghargaan juga ditujukan kepada Pn Norlela bt. Saihen, Juruteknik Makmal Sistem Kuasa Lanjut di atas kerjasama yang telah diberikan sepanjang tempoh projek ini dijalankan.

Penghargaan juga buat Cik Noorfazlia serta Saudara Mohd Redzuan B.Ahmad kerana kerjasama dan dorongan yang diberikan sepanjang projek ini dijalankan. Tanpa bantuan kalian adalah amat sukar untuk menyiapkan projek ini dalam tempoh yang ditetapkan.

Tidak lupa juga kepada rakan-rakan seperjuangan samada secara langsung atau tidak langsung membantu menjayakan projek ini.

ABSTRAK

Jurutera sistem kuasa telah menimbangkan kemungkinan memperkenalkan talian penghantaran sistem enam-fasa dengan mengubah sistem dwi-litar tiga-fasa disebabkan permintaan pada masa hadapan. Talian penghantaran sistem enam-fasa mempunyai beberapa kelebihan yang unik sebagai talian penghantaran fasa tinggi. Pada keadaan normal, talian penghantaran sistem enam-fasa dapat meningkatkan keupayaan penghantaran sebanyak 73% berbanding sistem dwi-litar tiga-fasa. Pengurangan kesan korona dan penurunan medan magnet memberi kebaikan kepada persekitarannya. Penggunaan struktur pembinaan yang kecil tetapi mampu meningkatkan keupayaan ruang talian atas memberikan kelebihan kepada sistem ini. Selain mengkaji konsep asas dan ciri-ciri talian penghantaran, kajian ini lebih menumpu kepada analisis rekabentuk pengubah untuk sistem enam-fasa. Perbandingan secara kiraan sistem per unit menggunakan MATLAB dan simulasi PSCAD/EMTDC dilaksanakan untuk kedua-dua sistem. Analisis data dijalankan dalam beberapa aspek seperti nilai beza fasa, voltan, arus dan kuasa di bahagian penjanaan, talian penghantaran dan beban. Pada masa yang sama, pemilihan rekabentuk pengubah yang terbaik untuk sistem enam-fasa dilakukan.

ABSTRACT

Power system engineers have mulled the possibility of introducing six-phase transmission line by converting three-phase double-circuit system due to high demand for power in the future. Six-phase system lines have special advantages in high phase order transmission. Under the normal condition, six-phase system can increase the transmission capacity by 37% compared to three-phase double circuit system. Reduced corona effects and lower magnetic field benefited the environment. The use of smaller structures but with more power density of right of way gives an advantage for this system. Besides looking into basic concept and features of the six-phase system, this study aims to focus on the analysis of the transformer design for six-phase system. Comparison between calculation of per unit system using MATLAB and PSCAD/EMTDC simulation were done for both systems. Analysis of data was done in various aspects such as numbers of phase, voltage, current, power of generator, power of transmission line, and power of load. In the same time, the best design of the transformer for six-phase system will be selected.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKASURAT
	PENGESAHAN PENYELIA	
	TAJUK	
	PENGAKUAN	ii
	DEDIKASI	iii
	PENGHARGAAN	iv
	ABSTRAK	v
	ABSTRACT	vi
	KANDUNGAN	vii
	SENARAI JADUAL	xi
	SENARAI RAJAH	xii
	SENARAI SIMBOL	xix
	SENARAI LAMPIRAN	xxi
BAB I	Pengenalan	1
1.1	Pengenalan	1
1.2	Objektif	2
1.3	Skop	2
1.4	Kajian Literatur	3
1.5	Susunatur Tesis	4

BAB II	SISTEM ENAM-FASA	5
2.1	Pengenalan	5
2.2	Rajah Pemfasa	6
	2.2.1 Rajah Pemfasa Sistem Tiga Fasa	6
	2.2.2 Rajah Pemfasa Sistem Enam Fasa	7
2.3	Kebaikan Talian Penghantaran Enam Fasa	10
	2.3.1 Meningkatkan Keupayaan Penghantaran	10
	2.3.2 Pemindahan Kuasa Tinggi	11
	2.3.3 Keperluan Penebat Rendah	12
	2.3.4 Kestabilan	12
	2.3.5 Kesan Korona Rendah	12
	2.3.6 Pengurangan Medan Magnet	13
	2.3.7 Meningkatkan Keupayaan Ruang Talian Atas	14
2.4	Ringkasan	15
BAB III	PENGUBAH	16
3.1	Pengenalan	16
3.2	Pengubah Fasa Tunggal	17
	3.3.1 Keadaan Tanpa Beban	17
	3.3.2 Keadaan Berbeban	20
3.3	Pengubah Tiga Fasa	22
	3.3.1 Penyambungan (Y-Y)	23
	3.3.2 Penyambungan (Y- Δ)	23
	3.3.3 Penyambungan (Δ -Y)	24
	3.3.4 Penyambungan (Δ - Δ)	25
3.4	Pengubah Enam Fasa	26
	3.4.1 Penyambungan Y-Y, Y-Songsangan Y	27
	3.4.2 Penyambungan Delta-Y, Delta-Songsangan Y	27
	3.4.3 Penyambungan Diametrikal	27
	3.4.4 Penyambungan Dwi-Delta	29
	3.4.5 Penyambungan Dwi-Bintang	30

3.5	Ringkasan	32
BAB IV	REKABENTUK SISTEM ENAM FASA	33
4.1	Pengenalan	33
4.2	Perisian PSCAD/EMTDC	33
	4.2.1 Kepentingan Simulasi	34
	4.2.2 Perisian PSCAD/EMTDC	34
4.3	Model Litar Analisa Penghantaran Kuasa	36
	4.3.1 Litar Perwakilan	36
4.4	Penggunaan MATLAB	39
	4.4.1 Penggunaan M-File Untuk Pengiraan	39
4.5	Ringkasan	39
BAB V	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	40
5.1	Pengenalan	40
5.2	Sistem Ujian 1	41
	5.2.1 Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa	41
	5.2.2 Sistem Enam-Fasa	49
	5.2.2.1 Pengubah Bentuk Penyambungan (Delta-Bintang,Delta-Songsangan Bintang)	51
	5.2.2.2 Pengubah Bentuk Penyambungan (Bintang-Bintang,Bintang-Songsangan Bintang)	52
	5.2.2.3 Pengubah Diametrikal, Dwi-Delta dan Dwi-Bintang	52
5.3	Sistem Ujian 2	60
	5.3.1 Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa	60
	5.3.2 Sistem Enam-Fasa	68
	5.3.2.1 Pengubah Bentuk Penyambungan (Delta-Bintang,Delta-Songsangan Bintang)	71
	5.3.2.2 Pengubah Bentuk Penyambungan (Bintang-Bintang,Bintang-Songsangan Bintang)	72
	5.3.2.3 Pengubah Bentuk Penyambungan Diametrikal	72

5.4	Sistem Tenaga Nasional Berhad (Sistem TNB)	81
5.4.1	Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa	82
5.4.2	Sistem Enam-Fasa	89
5.4.2.1	Pengubah Bentuk Penyambungan (Delta-Bintang, Delta-Songsangan Bintang)	92
5.4.2.2	Pengubah Bentuk Penyambungan (Bintang-Bintang, Bintang-Songsangan Bintang)	92
5.4.2.3	Pengubah Bentuk Penyambungan Diametrikal	94
5.4.3	Sistem Ujian Motor (Sistem Motor)	100
5.4.3.1	Sistem Dw-Litar Tiga-Fasa	101
5.4.3.2	Sistem Enam-Fasa	103
5.5	Ringkasan	108
BAB VI	KESIMPULAN DAN CADANGAN	
6.1	Kesimpulan	109
6.2	Cadangan	111
	RUJUKAN	113
	LAMPIRAN A-G	115

SENARAI JADUAL

JADUAL	TAJUK	MUKA SURAT
1	Senarai jenis voltan untuk sistem enam-fasa	9
2	Kaitan voltan talian dengan voltan fasa untuk sistem enam-fasa	10
3	Peningkatan Kuasa Pada Julat Voltan Yang Sama	11
4	Data-data Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa Untuk Sistem Ujian 1	48
5	Data-data Kiraan Sistem Enam-Fasa Untuk Sistem Ujian 1	53
6	Data-data Simulasi PSCAD/EMTDC untuk Sistem Ujian 1	59
7	Data-data Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa Untuk Sistem Ujian 2	67
8	Data-data Kiraan Sistem Enam-Fasa Untuk Sistem Ujian 2	73
9	Data-data Simulasi Sistem Enam-Fasa Untuk Sistem Ujian 2	80
10	Data-data Kiraan Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa Untuk Sistem TNB	88
11	Data-data Kiraan Sistem Enam-Fasa Untuk Sistem TNB	93
12	Senarai Data Yang Diperolehi Secara Simulasi Untuk Sistem TNB	100

SENARAI RAJAH

No. RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
	Rajah Pemfasa Untuk Sistem Tiga Fasa	7
	Rajah Pemfasa Untuk Sistem Enam Fasa	8
	Graf hingar audio untuk talian tiga fasa dan talian enam fasa	13
	Graf medan elektrik untuk talian tiga fasa dan talian enam fasa	13
	Graf medan magnet untuk sistem enam-fasa dan sistem tiga fasa	14
	Asas Rekabentuk Pengubah	17
1	Litar setara semasa tanpa beban	18
2	Litar setara semasa pengubah tidak unggul	21
3	Bentuk penyambungan pengubah tiga fasa dan litar skematik Y-Y	23
4	Bentuk penyambungan pengubah tiga fasa dan litar skematik Y- Δ	24
5	Bentuk penyambungan pengubah tiga fasa dan litar skematik Δ -Y	25
6	Bentuk penyambungan pengubah tiga fasa dan litar skematik Δ - Δ	26
7	Penyambungan 2 pengubah 3-fasa ke 6-fasa	
	a) Penyambungan Y-Y, Y-Songsangan Y	28
8	Penyambungan 2 pengubah 3-fasa ke 6-fasa	
	b) Penyambungan Delta-Y, Delta-Songsangan Y	28
9	Penyambungan Diametrikal	29

Litar Skematik Pengubah Disambung Dalam Bentuk Diametrikal	29
Bentuk penyambungan Dwi-Delta	30
Litar Skematik untuk penyambungan Dwi-Delta	31
Penyambungan Dwi-Bintang	31
Litar Skematik untuk penyambungan Dwi-Bintang	31
Bentuk Penyambungan Pengubah Bintang-Bintang antara Bahagian Penjanaan dan Penghantaran	37
Bentuk Penyambungan Pengubah Bintang-Bintang antara Bahagian Penghantaran dan Beban	38
Talian Tunggal Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa Untuk Sistem Ujian 1	41
Litar Setara Talian Tunggal Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa Untuk Sistem Ujian 1	42
Litar Skematik Dwi-Litar Tiga-Fasa Untuk Sistem Ujian1	45
Keputusan Simulasi Voltan Fasa di Bahagian Penjanaan Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa Untuk Sistem Ujian1	45
Keputusan Simulasi Kuasa di Bahagian Penjanaan Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa Untuk Sistem Ujian1	46
Keputusan Simulasi Beza Antara Fasa di Bahagian Talian Penghantaran Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa Untuk Sistem Ujian1	46
Rajah Pemfasa Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa	47
Keputusan Simulasi Voltan Fasa dan Voltan Talian di Bahagian Talian Penghantaran Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa Untuk Sistem Ujian1	47
Keputusan Simulasi Voltan Fasa di Beban Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa Untuk Sistem Ujian1	47
Keputusan Simulasi Kuasa di Beban Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa Untuk Sistem Ujian1	48
Talian Tunggal Sistem Enam-Fasa Untuk Sistem Ujian1	49
Litar Setara Talian Tunggal Sistem Enam-Fasa	

	Untuk Sistem Ujian 2	50
5.13	Litar Skematik Bentuk Penyambungan Delta-Bintang, Delta Songsangan Bintang Untuk Sistem Ujian1	55
5.14	Litar Skematik Bentuk Penyambungan Diametrikal Untuk Sistem Ujian1	55
5.15	Keputusan Simulasi Beza Antara Fasa Pengubah Delta-Bintang, Delta Songsangan Bintang Untuk Sistem Ujian1	56
5.16	Keputusan Simulasi Beza Antara Fasa Pengubah Bintang-Bintang, Bintang- Songsangan Bintang Untuk Sistem Ujian1	56
5.17	Keputusan Simulasi Beza Antara Fasa Diametrikal Untuk Sistem Ujian1	56
5.18	Rajah Pemfasa Untuk Sistem Enam Fasa	57
5.19	Keputusan Simulasi Voltan Fasa dan Voltan Talian Pengubah Delta-Bintang, Delta Songsangan Bintang Untuk Sistem Ujian1	57
5.20	Keputusan Simulasi Voltan Fasa dan Voltan Talian Pengubah Bintang-Bintang, Bintang- Songsangan Bintang Untuk Sistem Ujian1	57
5.21	Keputusan Simulasi Voltan Fasa dan Voltan Talian Pengubah Diametrikal Untuk Sistem Ujian1	58
5.22	Talian Tunggal Dwi-Litar Tiga-Fasa Sistem Ujian 2	61
5.23	Litar Setara Dwi-Litar Tiga-Fasa Sistem Ujian 2	62
5.24	Litar Skematik Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa Sistem Ujian 2	65
5.25	Keputusan Simulasi Voltan Fasa di Bahagian Penjanaan Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa Untuk Sistem Ujian2	65
5.26	Keputusan Simulasi Kuasa di Bahagian Penjanaan Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa Untuk Sistem Ujian2	66

27	Keputusan Simulasi Beza Antara Fasa di Bahagian Talian Penghantaran Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa Untuk Sistem Ujian2	66
28	Keputusan Simulasi Voltan Fasa dan Voltan Talian di Bahagian Talian Penghantaran Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa Untuk Sistem Ujian2	66
29	Keputusan Simulasi Voltan Fasa di Beban Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa Untuk Sistem Ujian2	67
30	Keputusan Simulasi Kuasa di Beban Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa Untuk Sistem Ujian2	67
31	Talian Tunggal Sistem Enam-Fasa Untuk Sistem Ujian 2	69
32	Litar Setara Talian Tunggal Sistem Enam-Fasa Untuk Sistem Ujian 2	69
5.33	Litar Skematik Pengubah Delta-Bintang, Delta-Songsangan Bintang Untuk Sistem Ujian 2	75
5.34	Litar Skematik Pengubah Bintang- Bintang, Bintang-Songsangan Bintang Untuk Sistem Ujian 2	75
5.35	Litar Skematik Pengubah Diametrikal Untuk Sistem Ujian 2	76
5.36	Keputusan Simulasi Kuasa Pengubah Delta-Bintang, Delta Songsangan Bintang Untuk Sistem Ujian1	76
5.37	Keputusan Simulasi Kuasa Pengubah Bintang-Bintang, Bintang- Songsangan Bintang Untuk Sistem Ujian 2	77
5.38	Keputusan Simulasi Kuasa Diametrikal Untuk Sistem Ujian 2	77
5.39	Keputusan Simulasi Beza Antara Fasa Pengubah Delta-Bintang, Delta Songsangan Bintang Untuk Sistem Ujian 2	77
5.40	Keputusan Simulasi Beza Antara Fasa Pengubah Bintang-Bintang, Bintang- Songsangan Bintang	

	Untuk Sistem Ujian 2	78
5.41	Keputusan Simulasi Beza Antara Fasa Pengubah Diametrikal Untuk Sistem Ujian 2	78
5.42	Keputusan Simulasi Voltan Fasa dan Voltan Talian Pengubah Delta-Bintang, Delta Songsangan Bintang Untuk Sistem Ujian 2	78
5.43	Keputusan Simulasi Voltan Fasa dan Voltan Talian Pengubah Bintang-Bintang, Bintang- Songsangan Bintang Untuk Sistem Ujian 2	79
5.44	Keputusan Simulasi Voltan Fasa dan Voltan Talian Pengubah Diametrikal Untuk Sistem Ujian 2	79
5.45	Talian Tunggal Dwi-Litar Tiga-Fasa Sistem TNB	82
5.46	Litar Setara Dwi-Litar Tiga-Fasa Sistem TNB	83
5.47	Litar Skematik Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa Sistem TNB	85
5.48	Keputusan Simulasi Voltan Fasa di Bahagian Penjanaan Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa Untuk Sistem TNB	86
5.49	Keputusan Simulasi Kuasa di Bahagian Penjanaan Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa Untuk Sistem TNB	86
5.50	Keputusan Simulasi Beza Antara Fasa di Bahagian Talian Penghantaran Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa Untuk Sistem TNB	87
5.51	Keputusan Simulasi Voltan Fasa dan Voltan Talian di Bahagian Talian Penghantaran Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa Untuk Sistem TNB	87
5.52	Keputusan Simulasi Voltan Fasa di Beban Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa Untuk Sistem TNB	88
5.53	Keputusan Simulasi Kuasa di Beban Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa Untuk Sistem TNB	88
5.54	Talian Tunggal Sistem Enam-Fasa Untuk Sistem TNB	89
5.55	Litar Setara Sistem Enam-Fasa Untuk Sistem TNB	90
5.56	Litar Skematik Bentuk Penyambungan Delta-Bintang,	

	Delta-Songsangan Bintang Untuk Sistem TNB	95
5.57	Litar Skematik Bentuk Penyambungan Bintang- Bintang, Bintang-Songsangan Bintang Untuk Sistem TNB	95
5.58	Litar Skematik Bentuk Penyambungan Diametrikal Untuk Sistem TNB	95
5.59	Keputusan Simulasi Kuasa Pengubah Delta-Bintang, Delta Songsangan Bintang Untuk Sistem TNB	96
5.60	Keputusan Simulasi Kuasa Pengubah Bintang-Bintang, Bintang- Songsangan Bintang Untuk Sistem TNB	96
5.61	Keputusan Simulasi Kuasa Diametrikal Untuk Sistem TNB	96
5.62	Keputusan Simulasi Beza Antara Fasa Pengubah Delta-Bintang, Delta Songsangan Bintang Untuk Sistem TNB	97
5.63	Keputusan Simulasi Beza Antara Fasa Pengubah Bintang-Bintang, Bintang- Songsangan Bintang Untuk Sistem TNB	97
5.64	Keputusan Simulasi Beza Antara Fasa Pengubah Diametrikal Untuk Sistem Ujian 2	97
5.65	Keputusan Simulasi Voltan Fasa dan Voltan Talian Pengubah Delta-Bintang, Delta Songsangan Bintang Untuk Sistem TNB	98
5.66	Keputusan Simulasi Voltan Fasa dan Voltan Talian Pengubah Bintang-Bintang, Bintang- Songsangan Bintang Untuk Sistem TNB	98
5.67	Keputusan Simulasi Voltan Fasa dan Voltan Talian Pengubah Diametrikal Untuk Sistem TNB	98
5.68	Litar Skematik Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa Untuk Sistem Motor	101
5.69	Keputusan Simulasi Voltan Fasa Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa Untuk Sistem Motor	102

5.70	Keputusan Simulasi Beza Antara Fasa Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa Untuk Sistem Motor	102
5.71	Keputusan Simulasi Voltan Fasa dan Voltan Talian Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa Untuk Sistem Motor	102
5.72	Keputusan Simulasi Kuasa Sistem Dwi-Litar Tiga-Fasa Untuk Sistem Motor	103
5.73	Litar Skematik Bentuk Penyambungan Delta-Bintang, Delta-Songsangan Bintang Untuk Sistem Motor	103
5.74	Litar Skematik Bentuk Penyambungan Diametrikal Untuk Sistem Motor	104
5.75	Keputusan Simulasi Voltan Fasa Bentuk Penyambungan Delta-Bintang, Delta Songsangan Bintang Untuk Sistem Motor	104
5.76	Keputusan Simulasi Voltan Fasa Bentuk Penyambungan Diametrikal Untuk Sistem Motor	105
5.77	Keputusan Simulasi Beza Antara Fasa Bentuk Penyambungan Pengubah Delta-Bintang, Delta Songsangan Bintang Untuk Sistem Motor	105
5.78	Keputusan Simulasi Beza Antara Fasa Bentuk Penyambungan Diametrikal Untuk Sistem TNB	105
5.79	Keputusan Simulasi Voltan Fasa dan Voltan Talian Bentuk Penyambungan Delta-Bintang, Delta Songsangan Bintang Untuk Sistem Motor	107
5.80	Keputusan Simulasi Voltan Fasa dan Voltan Talian Bentuk Penyambungan Diametrikal Untuk Sistem Motor	107
5.81	Keputusan Simulasi Kuasa Bentuk Penyambungan Delta-Bintang, Delta Songsangan Bintang Untuk Sistem Motor	107
5.82	Keputusan Simulasi Kuasa Bentuk Penyambungan Diametrikal Untuk Sistem Motor	108

SENARAI SIMBOL

V_{fasa}	-	Voltan Fasa
V_{talian}	-	Voltan Talian
I_{talian}	-	Arus Talian
I_{fasa}	-	Arus Fasa
θ	-	Sudut antara voltan dan arus
I_O	-	Arus Tanpa Beban
I_c	-	Arus yang membekalkan kehilangan besi
I_m	-	Arus pemagnetan
R_c	-	Perintang mewakili kehilangan besi
X_m	-	Regangan pemagnetan
E_1	-	dge teraruh di lilitan primer
E_2	-	dge teraruh di lilitan sekunder
P_t	-	Kehilangan teras
f	-	frekuensi bagi gelombang fluk
ϕ_{max}	-	puncak amplitud bagi gelombang fluks
N_1	-	bilangan lilitan Gelung Primer
N_2	-	bilangan lilitan Gelung Sekunder
X_{11}, X_{12}	-	kebocoran rintangan
V_1	-	Voltan bekalan
ϕ_1	-	fluks
I_1	-	Arus sekunder

I_2	-	Arus primer
Y	-	Bintang
Δ	-	Delta
λ	-	Songsangan Bintang
V_{FP}	-	Voltan Fasa Primer
V_{TP}	-	Voltan Talian Primer
V_{FS}	-	Voltan Fasa Sekunder
V_{TS}	-	Voltan Talian Sekunder
V_{LI}'	-	Voltan Talian Gelung Primer
V_{PI}'	-	Voltan Fasa Gelung Primer
V_{LI}''	-	Voltan Talian Gelung Sekunder
V_{PI}''	-	Voltan Fasa Gelung Sekunder
Z	-	Galangan dasar
I	-	Arus dasar
Z_{pu} penjana	-	Galangan di penjana dalam per unit
Z_{pu} pengubah	-	Galangan pengubah dalam per unit
Z_{pu} talian	-	Galangan di talian penghantaran dalam per unit
Z_{pu} beban	-	Beban dalam per unit
Z_{jumlah}	-	Jumlah galangan dalam per unit
I_{jumlah}	-	Jumlah arus dalam per unit
$S_{3\phi}$	-	Kuasa Ketara (MVA)
$P_{3\phi}$	-	Kuasa Aktif (MWatt)
$Q_{3\phi}$	-	Kuasa Reaktif (MVar)
$P_{Enam\ fasa}$	-	Kuasa di talian penghantaran sistem enam fasa (MWatt)