

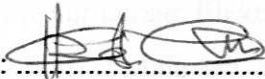
KESAN HARMONIK PADA PENGUBAH

RASIDAH BINTI ABDUL RANI

7 MEI 2007

PENGESAHAN PENYELIA

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

Tandatangan : 

Nama Penyelia : Ir. Rosli Bin Omar

Tarikh : 4/5/07

KESAN HARMONIK PADA PENGUBAH

RASIDAH BINTI ABDUL RANI

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

**Fakulti Kejuruteraan Elektrik
Universiti Teknikal Malaysia, Melaka**

Mei 2007

HALAMAN PENGAKUAN

“Saya akui laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dari petikan yang tiap – tiap satunya saya jelas sumbernya .”

Tandatangan : *Rasidah*
Nama Penulis : Rasidah Binti Abdul Rani
Tarikh : 4 / 5 / 07

Untuk mak, abah dan adik – adik yang tersayang.

PENGHARGAAN

Pertama sekali saya bersyukur kehadiran ilahi kerana dapat menyiapkan projek sarjana muda saya mengikut masa yang ditetapkan. Projek sarjana muda ini banyak memberi pengetahuan dan pengalaman kepada saya. Saya juga ingin berterima kasih kepada keluarga saya, kawan – kawan dan pihak UTEM kerana memberi dorongan dan semangat untuk saya menyiapkan projek ini. Tanpa mereka mungkin saya tidak dapat menyiapkannya dengan sempurna.

Saya ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada Ir. Rosli bin Omar selaku penyelia projek saya yang telah banyak memberi tunjuk ajar kepada saya untuk menyiapkan projek ini. Selain itu ribuan terima kasih juga kepada juruteknik makmal Aplikasi Elektronik Kuasa yang telah banyak memberi tunjuk ajar kepada saya semasa menyiapkan projek ini. Tidak lupa juga kepada rakan – rakan sekelas yang banyak membantu saya menyelesaikan masalah projek ini.

Akhir sekali , terima kasih kepada pihak UTEM khususnya Fakulti Kejuruteraan Elektrik yang banyak membantu secara terus memberi maklumat dan kerjasama kepada saya bagi menyiapkan projek ini. Saya juga ingin memohon maaf jika ada kesilapan dari pihak saya dan semoga Allah merahmati kamu semua.

Sekian Terima Kasih

ABSTRAK

Projek ini adalah rumusan daripada mempelajari mengenai “Kesan Harmonik Pada Pengubah” dengan menggunakan perisian PSCAD. Setiap simulasi akan menggunakan pelbagai jenis sambungan pada pengubah seperti wye – wye, Delta – wye, Delta – Delta dan sebagainya. Tujuan mendalami projek ini adalah ingin mengkaji keberkesanan kesan harmonik pada setiap sambungan dan dari situ dapat menentukan jenis sambungan yang paling berkesan dalam mengurangkan atau menghapuskan harmonik terutamanya harmonik gandaan tiga. Setiap keputusan yang di perolehi melalui simulasi ditentukan melalui Jumlah Pengherotan Harmonik (THD) pada setiap jenis penyambungan bagi beban seimbang dan beban tidak seimbang. Memahami kandungan harmonik untuk setiap penyambungan adalah sangat penting sebelum pelaksanaan teknik pelonggaran “mitigation technique” dibuat.

ABSTRACT

This project summarizes the studies on “effect of harmonic on transformers” using PSCAD software with various types of transformer configurations. Such as wye-delta connected, wye-wye connected, delta-delta connected and etc. The purpose of the studies is to determine which configurations more effective in eliminating harmonics especially for triplen harmonics. The results of Total Harmonics Distortion (THD) obtained in numerous experiments covering types of transformer configuration and balanced or unbalanced load conditions. Understanding significant characteristic of harmonic contents produced by different types of transformer configuration is the up most importance before implementing mitigation techniques.

ISI KANDUNGAN

BAB	PERKARA	HALAMAN
	PENGESAHAN PENYELIA	
	PENGAKUAN	ii
	PENGHARGAAN	iii – iv
	ABSTRAK PROJEK	v – vi
	KANDUNGAN	vii – xi
	SENARAI RAJAH	x – xi
	SENARAI JADUAL	xii
	SENARAI LAMPIRAN	xiii
	SENARAI SINGKATAN	xiv
I	Pengenalan	
	1.1 Pengenalan	1 – 4
	1.2 Objektif Projek	4
	1.3 Skop Projek	5
	1.4 Penyataan masalah	5
	1.6 Methodologi Projek	6 – 8
	1.5 Kajian literatur	8
II	TEORI MENGENAI HARMONIK	
	2.1 Pengenalan	12
	2.2 Masalah Harmonik	13
	2.3 Punca harmonik	13 – 14

2.4	Beban bukan linear dan Jumlah Pengherotan Harmonik (THD)	14 – 15
2.5	Teknik mengawal harmonik	16 – 17
III	PENGHASILAN HARMONIK MENGGUNAKAN PSCAD	
3.1	Pengenalan	18
3.2	Methodologi penghasilan harmonik	19 – 22
IV	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	
4.1	Pengenalan .	23
4.2.1	Simulasi PSCAD dan ujikaji (Beban seimbang).	
4.2.1a	Tanpa pengubah	24 – 28
4.2.1b	Pengubah sambungan Y – Y	28 – 31
4.2.1c	Pengubah sambungan Delta – Y	32 – 35
4.2.1d	Pengubah sambungan Delta – Delta	35 – 37
4.2.2	Simulasi PSCAD dan ujikaji (Beban tidak seimbang).	
4.2.2a	Tanpa pengubah	38 – 40
4.2.2b	Pengubah sambungan Y – Y	41 – 43
4.2.2c	Pengubah sambungan Delta – Y	44 – 46
4.2.2d	Pengubah sambungan Delta – Delta	46 – 48
4.3	Perbandingan bacaan diantara beban seimbang dan beban tidak seimbang	48 – 49

V KESIMPULAN DAN CADANGAN

5.1 Kesimpulan 50 – 51

5.2 Cadangan penambahbaikan 51

RUJUKAN 52**LAMPIRAN** 53

SENARAI RAJAH

BIL	PERKARA	HALAMAN
1.1.1a	Gelombang beban linear	2
1.1.1b	Gelombang beban tidak linear	2
1.1.2	Gelombang harmonik asas (E1) dan harmonik ke 3 (E2)	3
1.1.3	Litar asas menunjukkan Voltan asas dan Voltan harmonik ketiga	4
1.5.1	Gelombang harmonik	7
1.6.1	Carta alir lengkap projek.	9
2.3.1	Hubungan diantara sistem galangan dan pengherotan voltan	15
3.2.1	Carta alir penghasilan harmonik	19
4.1	Sambungan pengubah 3 fasa Y – Y, Delta - Delta dan Delta – Y.	23
4.2.1a1	Spektrum bagi sambungan tanpa pengubah	25
4.2.1a2	Kandungan harmonik pada setiap fasa	25
4.2.1a3	Kandungan harmonik pada neutral	26
4.2.1b1	Spektrum bagi pengubah sambungan Y - Y	29
4.2.1b2	Kandungan harmonik pada setiap fasa	30
4.2.1b3	Kandungan harmonik pada neutral	30
4.2.1c1	Kandungan harmonik pada setiap fasa	33
4.2.1c2	Spektrum bagi pengubah sambungan Delta -Y	33
4.2.1d1	Kandungan harmonik pada setiap fasa	36
4.2.1d2	Spektrum bagi pengubah sambungan Delta -Delta	36
4.2.1d3	pengubah sambungan Delta – Delta dengan anjakan fasa 180°	37
4.2.2a1	Spektrum bagi pengubah sambungan terus ke beban tidak seimbang.	39
4.2.2a2	Kandungan harmonik pada setiap fasa	39
4.2.2a3	Kandungan harmonik pada neutral	40
4.2.2b1	Spektrum bagi pengubah sambungan Y –Y	42

4.2.2b2	Kandungan harmonik pada setiap fasa	42
4.2.2b3	Kandungan harmonik pada neutral	43
4.2.2c1	Spektrum bagi pengubah sambungan Delta -Y	45
4.2.2c2	Kandungan harmonik pada setiap fasa	45
4.2.2d1	Spektrum bagi pengubah sambungan Delta -Delta	47
4.2.2d2	Kandungan harmonik pada setiap fasa	47

SENARAI JADUAL

BIL	PERKARA	HALAMAN
4.2.1a1	Bacaan simulasi bagi kandungan THD dan arus harmonik	24
4.2.1a2	Bacaan ujikaji bagi kandungan THD dan arus harmonik	24
4.2.1a4	Kandungan harmonik gandaan tiga	27
4.2.1b	Bacaan simulasi bagi kandungan THD dan arus harmonik	28
4.2.1b	Bacaan ujikaji bagi kandungan THD dan arus harmonik	29
4.2.1c1	Bacaan simulasi bagi kandungan THD dan arus harmonik	32
4.2.1c2	Bacaan ujikaji bagi kandungan THD dan arus harmonik	32
4.2.1d	Bacaan simulasi bagi kandungan THD dan arus harmonik	35
4.2.2a1	Bacaan simulasi bagi kandungan THD dan arus harmonik	38
4.2.2a2	Bacaan ujikaji bagi kandungan THD dan arus harmonik	38
4.2.2b1	Bacaan simulasi bagi kandungan THD dan arus harmonik	41
4.2.2b2	Bacaan ujikaji bagi kandungan THD dan arus harmonik	41
4.2.2c1	Bacaan simulasi bagi kandungan THD dan arus harmonik	44
4.2.2c2	Bacaan ujikaji bagi kandungan THD dan arus harmonik	44
4.2.2d	Bacaan simulasi bagi kandungan THD dan arus harmonik	46
4.3.1	Perbezaan diantara beban seimbang dan beban seimbang	49

SENARAI LAMPIRAN

BIL	PERKARA
1	Litar tanpa pengubah bagi beban seimbang
2	Litar pengubah sambungan Y - Y bagi beban seimbang
3	Litar pengubah sambungan Delta - Y bagi beban seimbang
4	Litar pengubah sambungan Delta - Delta bagi beban seimbang
5	Litar tanpa pengubah bagi beban tidak seimbang
6	Litar pengubah sambungan Y-Y bagi beban tidak seimbang
7	Litar pengubah sambungan Delta - Y bagi beban tidak seimbang
8	Litar pengubah sambungan Delta – Delta bagi beban tidak seimbang
9	Methodologi penghasilan harmonik menggunakan perisian PSCAD

SENARAI SINGKATAN

- PSCAD - *Power System Computerized Analysis Design*
THD - Jumlah Pengherotan Harmonik
SMPS - *Switch Mode Power Supply*

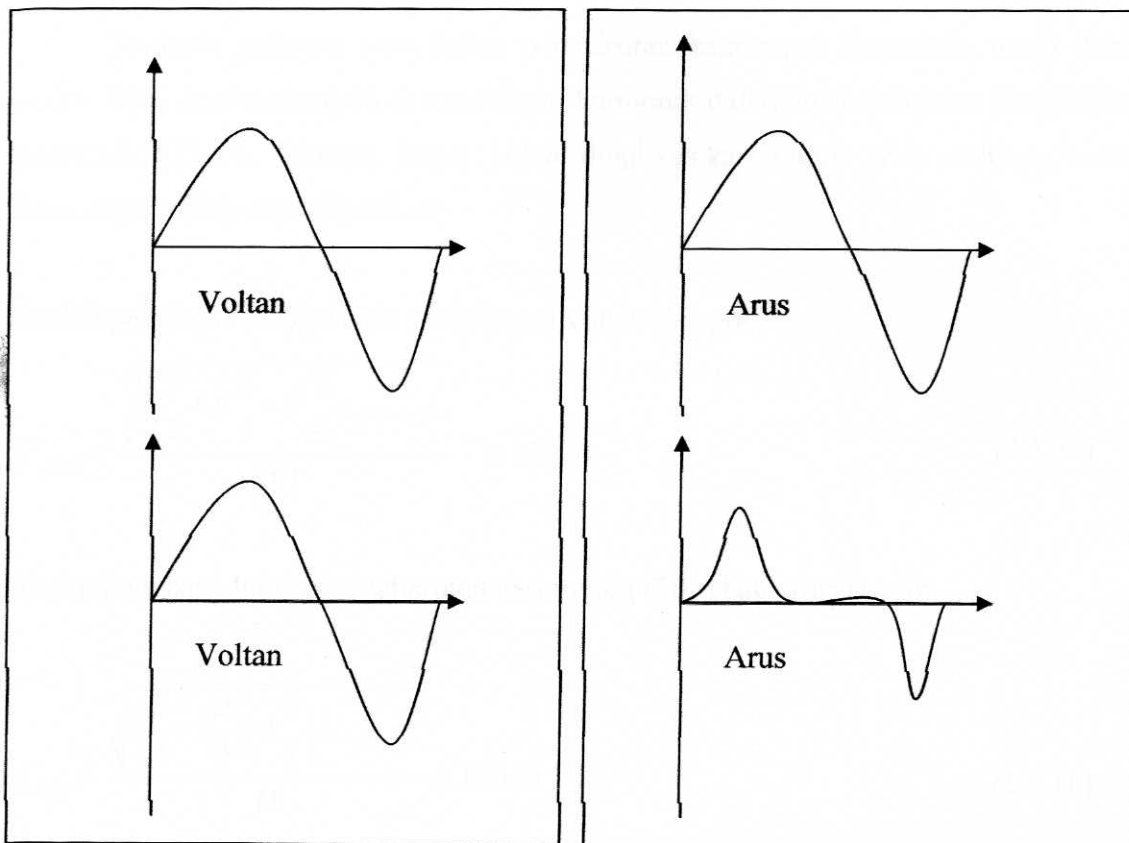
BAB 1

PENGENALAN

1.1 Pengenalan

Projek ini menerangkan mengenai kesan harmonik di pelbagai jenis sambungan pengubah. Tujuan mempelajari projek ini adalah untuk mengenal pasti jenis sambungan yang paling berkesan bagi mengurangkan harmonik ataupun dalam erti kata lain menghapuskan harmonik. Keputusan yang diperolehi adalah berdasarkan beban seimbang dan beban tidak seimbang. Selain itu, kajian turut di buat ke atas kandungan harmonik bagi sambungan tanpa pengubah untuk kedua – dua situasi.

Harmonik boleh didefinisikan sebagai gangguan arus ataupun voltan yang berkadar dengan frekuensi asas iaitu samada 50 Hz atau 60 Hz. Misalnya, jika frekuensi asas adalah 50 Hz, harmonik kedua adalah 100 Hz dan begitulah seterusnya. Harmonik adalah disebabkan oleh beban yang tidak linear, iaitu beban yang tidak lagi mempunyai gelombang sinus tulen seperti alatan yang menggunakan elektronik kuasa, lampu elektronik ballast, komputer dan sebagainya. Kandungan harmonik dalam arus lebih ketara kelihatan berubah berbanding voltan. Ini dapat dilihat pada Rajah 1.1.1a dan 1.1.1b.



Rajah 1.1.1a: Gelombang beban linear

Rajah 1.1.1b: Gelombang beban tidak linear

Beban linear : Beban yang mempunyai gelombang voltan dan arus sinus tulen.

Beban tidak linear : Beban yang tidak lagi mempunyai gelombang voltan dan arus sinus tulen.

Harmonik dijanakan oleh alatan yang disambungkan dalam rangkaian dan disebarkan keseluruhan sistem menerusi sistem penghantaran dan pengagihan. Antara punca – punca utama harmonik adalahlah seperti proses penepuan arus magnet di dalam pengubah, pengoperasian litar elektronik kuasa, perubahan voltan dan herotan fluks di dalam mesin putaran dan sebagainya. Proses penepuan arus magnet adalah seperti pengubah sambungan Y – Delta dan penjana segerak beban ringan, dimana menghasilkan harmonik ketiga disebabkan oleh arus kemagnetan.

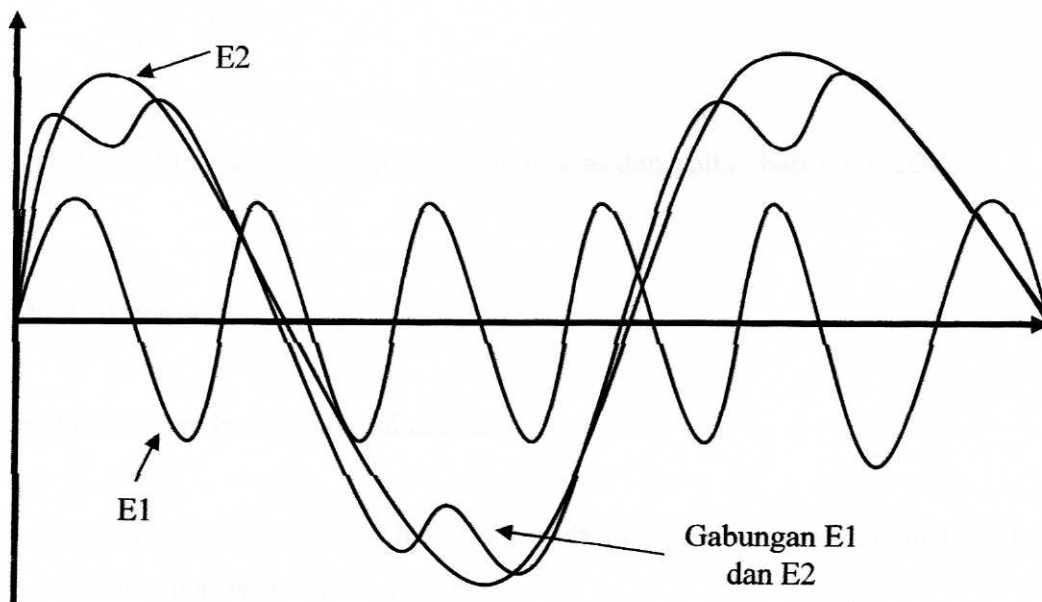
Terdapat pelbagai cara dalam pengukuran kandungan harmonik, tetapi dalam projek saya, saya menunjukkan kandungan harmonik dalam bentuk Jumlah Pengherotan Harmonik (THD). Dimana ianya boleh diaplikasikan untuk arus ataupun voltan. Rumusnya adalah seperti berikut:

Jumlah pengherotan harmonik (THD) bagi voltan (V_{THD}):

$$V_{THD} = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + \dots}}{V_1} \times 100 \% \quad (1.1.1a)$$

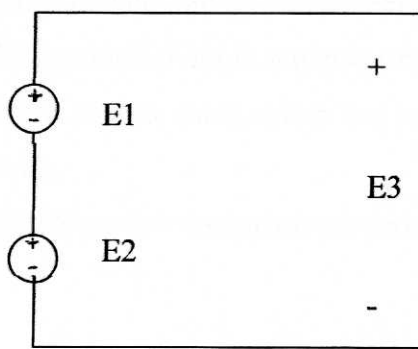
Begitu juga bagi Jumlah pengherotan harmonik (THD) bagi arus (I_{THD}):

$$I_{THD} = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + I_4^2 + \dots}}{I_1} \times 100 \% \quad (1.1.1b)$$



Rajah 1.1.2: Gelombang harmonik asas (E1) dan harmonik ke 3 (E2)

Frekuensi punca E1 ialah 50 Hz, manakala frekuensi E2 adalah 150 Hz. Voltan E1 dan E2 masing – masing mempunyai nilai 100 V dan 20 V. Bagi memudahkan analisis, voltan asas harmonik ketiga memotong sifar pada ketika yang sama dan kedua – dua gelombang adalah gelombang sinus tulen. Jumlah voltan E1 dan E2 menghasilkan E3 iaitu gelombang bukan sinus tulen. Dimana tahap herotan sesuatu gelombang bergantung ke atas kandungan harmonik tersebut. Daripada analisis ini dapat disimpulkan bahawa sesuatu amplitud bagi arus mahupun voltan harmonik adalah berkadar langsung terhadap masa dan berkadar songsang terhadap frekuensi, iaitu semakin besar sesuatu frekuensi atau bilangan harmonik, amplitud yang dihasilkan semakin kecil.



Rajah 1.1.3: Litar asas menunjukkan voltan asas dan voltan harmonik ketiga

1.2 Objektif Projek

Antara objektif membuat projek ini adalah:

- Untuk menganalisa kesan harmonik pada pelbagai jenis pengubah bagi beban seimbang dan beban tidak seimbang.
- Untuk mengenal pasti kesan harmonik pada pengubah.

- Membuat simulasi harmonik pada pengubah menggunakan perisian (*Power System Computerized Analysis Design*) PSCAD.
- Membuktikan data yang diperolehi melalui ujikaji dengan menggunakan perisian PSCAD.

1.3 Skop Projek

Skop bagi projek ini adalah:

- Mempelajari mengenai kesan harmonik pada pelbagai jenis sambungan pada pengubah melalui ujikaji dan simulasi.
- Membuat simulasi untuk setiap kes menggunakan perisian PSCAD.
- Membuat analisa untuk setiap kes bagi situasi beban seimbang dan beban tidak seimbang.
- Mendapatkan data dan membuat perbandingan diantara ujikaji dan simulasi.

1.4 Penyataan Masalah

Antara sebab – sebab projek ini dilaksanakan:

1. Harmonik bagi arus akan memberikan kesan yang besar kepada sistem kerana ianya boleh meningkatkan kehilangan sama ada kepada pengguna mahupun pada setiap kegunaan dalam peralatan sistem kuasa.
2. 3-fasa, 3 KVA, 415/240 V dan pengubah untuk pelbagai jenis sambungan seperti Delta – Delta, Y – Y, Delta - Y digunakan dalam projek saya untuk mengenal pasti kandungan harmonik bagi beban seimbang dan beban tidak seimbang.

1.5 Kajian Literatur

Terdapat sedikit kajian literatur mengenai kesan harmonik pada pengubah. Kajian pertama adalah mengenai “Merekabentuk Sistem Elektrik Moden Dengan Pengubah Dan Secara Semulajadi Mengurangkan Pengherotan Harmonik Dalam Persekitaran Komputer” mempelajari mengenai kepentingan mengurangkan kandungan harmonik terutama harmonik gandaan tiga seperti ke 3, ke 5, ke 9 dan sebagainya [1].

Daripada kajian, rumusan yang dapat dibuat daripada kuputusan yang diperolehi adalah seperti berikut:

1. Beban pada fasa – neutral adalah mengandungi kandungan arus harmonik yang tinggi, spektrum menunjukkan kandungan harmonik bagi harmonik ke 3, ke 5 dan ke 7. Daripada bacaan spektrum didapati harmonik ke 3 mencatatkan bacaan yang tinggi daripada harmonik ke 5 dan kadang- kala harmonik ke 7 pula mengalami peningkatan yang mendadak.
2. Apabila beban fasa – neutral menjadi majoriti, arus neutral akan meningkat bersama arus fasa berpandukan lebar margin, iaitu 1.5 kali dari purata.
3. Beban bagi fasa – fasa dan 3 fasa menunjukkan harmonik ke 5 dan ke 7 memberikan bacaan yang tinggi dan harmonik ke 3 tidak memberikan sebarang bacaan, ini menunjukkan beban berkenaan tidak mempunyai arus neutral kerana tiada sebarang penyambungan ke neutral.

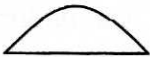

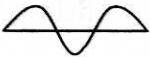


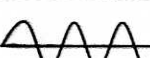
Kajian yang kedua, adalah mengenai ”Harmonik Ke 3, Kedudukan Gelombang Pada Rangkaian”[2]. Daripada kajian yang dibuat, beliau menyatakan

bahawa kedudukan bentuk sesuatu gelombang adalah hasil dari bentuk gelombang yang mengalami gangguan dua atau lebih di dalam medium yang sama. Setiap posisi gelombang bergantung pada nod. Nod adalah titik yang tidak kelihatan yang boleh membentuk gelombang. Ada juga gelombang yang mempunyai ciri – ciri antinod. Semua situasi ini berlaku disepanjang medium gelombang tersebut.

Terdapat pelbagai bentuk gelombang yang boleh dihasilkan dari getaran, samaada pada peralatan muzik, tali dan sebagainya. Setiap bentuk gelombang yang terhasil dipengaruhi oleh getaran yang dibuat ataupun dalam erti kata lain kekuatan sesuatu getaran yang dihasilkan. Getaran yang dibuat adalah berserenjang terhadap frekuensi, dimana inilah yang dikatakan harmonik. Frekuensi yang paling rendah yang dihasilkan oleh getaran dinamakan frekuensi asas, frekuensi yang kedua rendah dinamakan harmonik ke 2 dan begitulah seterusnya.

Jadual di bawah menunjukkan rumusan bagi bentuk gelombang:

Jadual 1.5.1: Gelombang harmonik

Harmonik	Bil nod	Bil antinod	Bentuk
Pertama	2	1	
Ke 2	3	2	
Ke 3	4	3	
Ke 4	5	4	
Ke 5	6	5	
Ke 6	7	6	
Seterusnya	$n + 1$	n	–

Kajian yang terakhir adalah “Perbandingan Harmonik Pada Pelbagai Sambungan Pengubah” [3]. Mereka telah melakukan ujikaji dan kajian kandungan harmonik terhadap pelbagai jenis sambungan pengubah. Keputusan yang diperolehi mereka menunjukkan sambungan Delta – Y menunjukkan sambungan yang boleh menghapuskan kandungan harmonik dengan berkesan, terutamanya bagi harmonik gandaan tiga. Kedua – dua beban iaitu beban seimbang dan beban tidak seimbang memberikan keputusan yang sama. Dalam kajian ini juga menunjukkan kesan harmonik pada pengubah, diantara kesan – kesannya adalah seperti meningkatkan kepanasan pada pengubah berkenaan, peningkatan kehilangan dan sebagainya.

Dalam projek ini, tumpuan diberikan pada sambungan Y - Y , Delta – Y dan Delta - Delta bagi sambungan beban seimbang dan beban tidak seimbang. Beban mode suis bekalan kuasa (SMPS) di gunakan sebagai beban penghasilan harmonik. Apa yang dapat dipelajari dalam projek ini adalah merangkumi dari kajian literatur dan analisa menggunakan perisian (*Power System Computerized Analysis Design*) PSCAD.

1.6 Methodologi Projek

Dalam melaksanakan projek ini, 4 langkah utama perlu diikuti bagi memastikan projek ini dapat disiapkan dengan jayanya. Langkah pertama yang diambil semasa membuat projek ini adalah mencari seberapa banyak maklumat mengenai kesan harmonik pada pengubah. Disamping itu, cuba mengenal pasti masalah – masalah yang disebabkan harmonik dan kesan – kesannya untuk setiap sambungan pengubah dan bagi beban seimbang dan beban tidak seimbang.