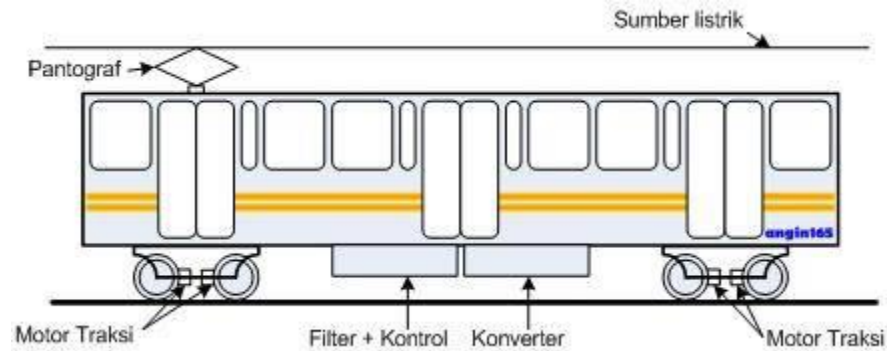


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kereta Rel Listrik (KRL)

Kereta Rel Listrik (KRL) merupakan kereta yang menggunakan tenaga listrik dalam menggerakkan motornya. Pada Kereta Rel Listrik (KRL) dua macam sumber listrik dapat digunakan yaitu sumber DC sebesar 600 V, 750 V, 1500 V, dan 3000 V, sedangkan untuk kereta sumber AC sebesar 15 kV dengan frekuensi 16,7 Hz dan 25 kV dengan frekuensi 50 Hz. Untuk menyalurkan sumber listrik ke kereta digunakan piranti bernama pantograf. Terdapat 2 tipe pantograf yang biasa digunakan pada KRL yaitu *diamond-shaped* dan *single-arm*, kedua tipe ini memiliki fungsi sama untuk mengalirkan listrik dari sumber diatas ke konverter kemudian diteruskan ke motor (Gambar 2.1) sehingga KRL berjalan. Pantograf harus selalu kontak secara kontinyu dengan konduktor sumber, disamping itu pantograf harus aerodinamis karena dipakai pada kecepatan yang relatif tinggi terus-menerus.



Gambar 2.1. Bagian-Bagian KRL^[15]

Pada awal perkembangan KRL, motor DC dominan digunakan karena mudah pengaturannya. Cara klasik pengaturan KRL motor DC adalah dengan membatasi tegangan yang masuk ke motor DC dengan menggunakan rheostat sehingga kecepatan motor DC dapat diatur. Efisiensi yang rendah akibat rheostat dan berkembangnya teknologi saklar statis (*thyristor*) mengakibatkan cara ini sudah tidak lagi dipakai. Sekarang ini untuk mengatur tegangan DC pada KRL motor DC digunakan konverter DC-DC atau sering disebut DC *Chopper*. Dengan konverter DC-DC pengaturan tegangan lebih mudah dan efisiensi lebih baik. Penggunaan konverter DC-DC dimulai pada KRL generasi tahun 1950. Pada motor DC, komutator, sikat dan cincin belah merupakan sesuatu yang harus ada, banyak kejadian *ground fault* yang terjadi ketika komutator kontak dengan sikat pada kecepatan putar yang tinggi. Hal ini termasuk salah satu yang mendasari penggunaan motor AC pada KRL. Hal utama yang mendasari penggunaan motor AC adalah motor AC dapat melaju lebih cepat dibanding motor DC dikarenakan kecepatan motor AC diatur berdasarkan frekuensi yang disalurkan dengan nilai tegangan dan arus yang tetap sedangkan motor

DC kecepatannya tergantung dari nilai tegangan sumber dan fluks yang menyebabkan untuk menaikkan kecepatan pada motor DC diperlukan tegangan yang besar dan nilai fluks yang kecil dikarenakan hubungan tegangan sumber dan fluks pada motor DC berbanding terbalik. Dikarenakan tegangan sumber yang digunakan stabil maka kecepatan pada motor DC relatif lebih stabil dan lambat karena tidak dapat melaju melebihi ambang batas kecepatannya akibat tegangan sumber yang tidak dapat diperbesar dari ambang batasnya.

Dikarenakan kerugian sebelumnya dan semakin berkembangnya teknologi saklar statis untuk rangkaian elektronika daya mengakibatkan KRL generasi selanjutnya lebih memanfaatkan motor AC dari pada motor DC Apabila sumber yang digunakan berupa sumber DC maka pengaturan kecepatan menggunakan inverter VVVF (*variable voltage, variable frequency*) untuk mendapatkan tegangan AC tiga fasa yang bisa diubah-ubah tegangan sekaligus frekuensinya sehingga kecepatan motor AC dapat berubah-ubah. Pada kasus sumber yang dipakai adalah sumber AC satu fasa, diperlukan tambahan penyearah untuk mengubah sumber AC menjadi DC, kemudian diubah kembali menjadi tegangan tiga fasa menggunakan inverter VVVF (*variable voltage, variable frequency*). Hal tersebut terlihat cukup rumit dengan konfigurasi AC-DC-AC padahal sumbernya AC dan motornya AC juga. Sehingga pada umumnya sumber AC yang dipakai merupakan sumber satu fasa sedangkan motor AC yang digunakan adalah motor tiga fasa.

Penggunaan motor AC pun terbagi menjadi dua macam, yaitu KRL dengan menggunakan mesin AC asinkron dan menggunakan mesin AC sinkron.

2.2 Converter

Pada sistem tenaga listrik terdapat empat jenis konversi daya yang berguna menunjang pemanfaatan energi. Konversi daya tersebut adalah sebagai berikut :

- *Penyearah (Rectifier)*

Merupakan *converter* yang berfungsi merubah tegangan AC menjadi DC.

- *Cycloconverter*

Merupakan *converter* yang berfungsi merubah tegangan AC menjadi AC dengan mengontrol tegangan AC.

- *DC Chopper*

Merupakan *converter* yang berfungsi merubah tegangan DC menjadi DC dengan mengubah besaran tegangan DC.

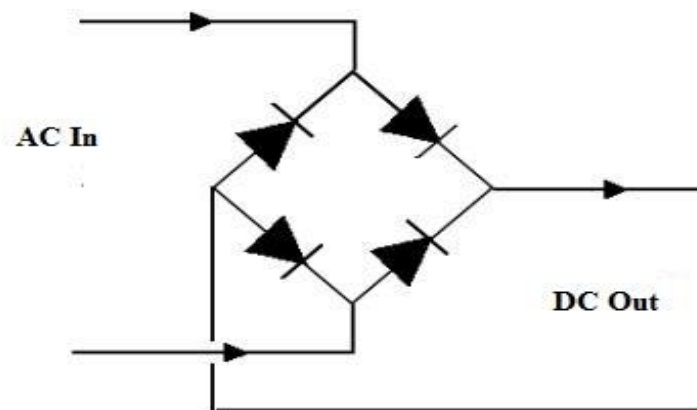
- *Inverter*

Merupakan *converter* yang berfungsi merubah tegangan DC menjadi AC.

Pada sistem Kereta Rel Listrik (KRL) ini menggunakan *converter* jenis penyearah (*rectifier*) dan *inverter*.

2.2.1. Penyearah (*Rectifier*)

Penyearah (*Rectifier*) pada sistem Kereta Rel Listrik (KRL) ini berfungsi menyearahkan sumber 3 fasa AC 20 kV menjadi sumber 1500 V DC. Komponen dalam sistem penyearah adalah jembatan dioda yang terdiri atas 4 buah dioda yang ditunjukkan pada gambar 2.2 sebagai berikut :



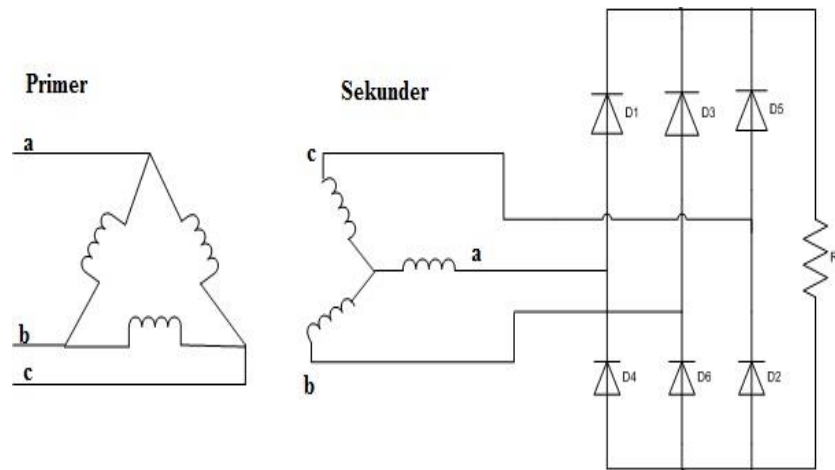
Gambar 2.2. Jembatan Dioda.

Penyearah memiliki jenis-jenis rangkain berdasarkan gelombang keluaran yang dihasilkan.

Adapun jenis-jenis tersebut adalah :

1. Penyearah setengah gelombang
2. Penyearah gelombang penuh.

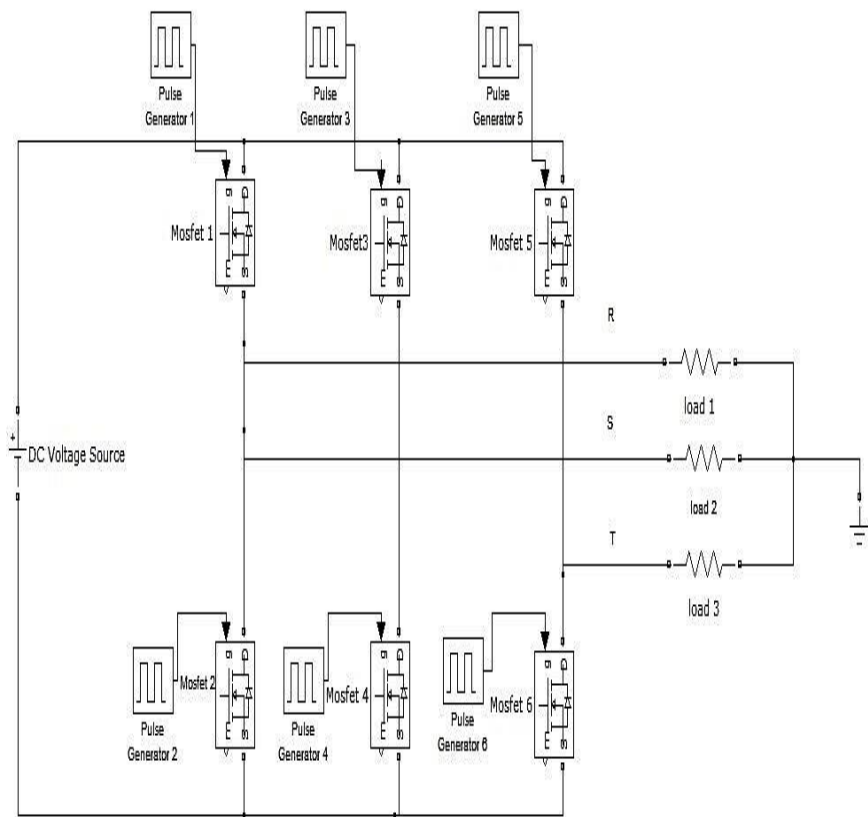
Pada simulasi, penyearah yang digunakan adalah penyearah gelombang penuh tiga fasa. Adapun gambar rangkaian pada penyearah gelombang penuh tiga fasa ditunjukkan pada gambar 2.3 sebagai berikut :



Gambar 2.3. Penyearah Gelombang Penuh Tiga Fasa^[10]

2.2.2. Inverter

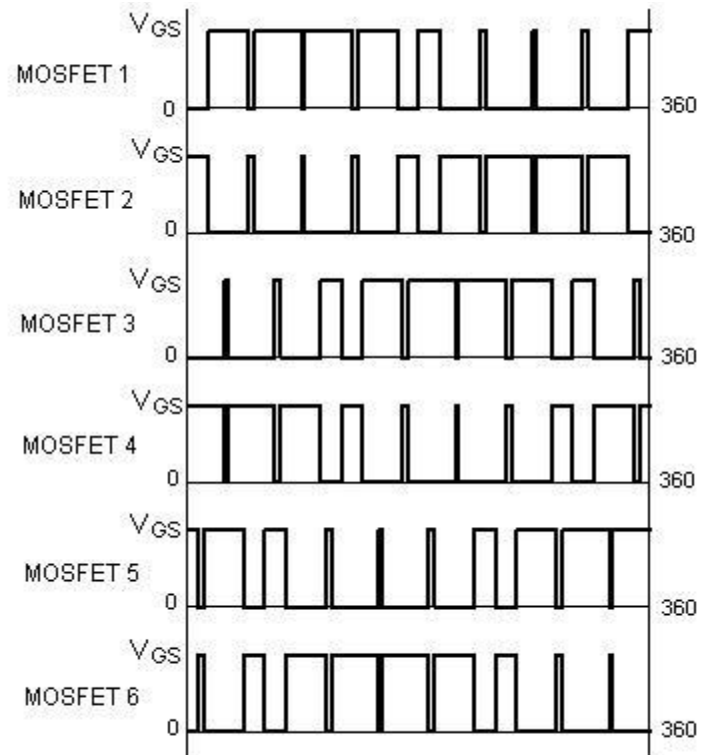
Pada sistem Kereta Rel Listrik (KRL) inverter berfungsi merubah kembali tegangan 1500 V DC menjadi 20 kV AC. Dalam sistem inverter komponen yang digunakan terdiri dari *mosfet* dan pulsa generator. Adapun *inverter* yang digunakan pada sistem KRL ini adalah inverter jembatan tiga fasa Hal ini ditunjukkan pada gambar 2.4 sebagai berikut :



Gambar 2.4. Inverter Jembatan Tiga Fasa

Cara kerja *inverter* pada gambar 2.4 adalah secara bergantian dilakukan pemicuan terhadap MOSFET sisi atas dan sisi bawah pada masing-masing fasa sesuai sudut pemicuan.

- Fasa R terdiri dari MOSFET 1 untuk sisi atas dan MOSFET 2 untuk sisi bawah.
- Fasa S terdiri dari MOSFET 3 untuk sisi atas dan MOSFET 4 untuk sisi bawah.
- Fasa T terdiri dari MOSFET 5 untuk sisi atas dan MOSFET 6 untuk sisi bawah.



Gambar 2.5. Sinyal Keluaran Pada Setiap MOSFET

Pemicuan MOSFET sisi atas dan bawah dilakukan secara bergantian dimana ketika MOSFET sisi atas dipicu (kondisi ON) maka MOSFET sisi bawah tidak dipicu (kondisi OFF).

2.3 Penelitian Terdahulu Mengenai Harmonisa

Dalam kaitannya dengan harmonisa, beberapa penelitian terdahulu telah mengidentifikasi dalam berbagai objek peralatan yang menyebabkan sumber harmonisa, misalnya dalam kasus harmonisa yang terjadi pada gardu penyearahan pusat listrik aliran atas PT KAI Commuter Jabodetabek yang ditulis oleh (sabri dkk, 2012) dalam makalahnya ^[7] yang dilakukan di KRL *commuter* Jabodetabek. Penelitian tersebut merancang fiilter pasif dan

pemasangan kapasitor *bank* yang berguna meredam harmonisa yang diakibatkan beban non *linear* berupa penyearah. Penelitian ini dilakukan dengan cara mensimulasikan sistem pada program *Matlab*. Dari hasil penelitian didapat untuk mengatasi harmonisa pada sistem dilakukan pemasangan kapasitor *bank* pada busbar pertama dekat dengan sumber tiga fasa PLN sedangkan filter dipasang pada busbar kedua berdekatan dengan transformator. Hal tersebut menyebabkan penurunan nilai arus harmonisa total rata-rata yakni untuk penyearah 6 pulsa dari 25,36% menjadi 0,91% dan untuk penyearah 12 pulsa dari 11,64% menjadi 0,43%.

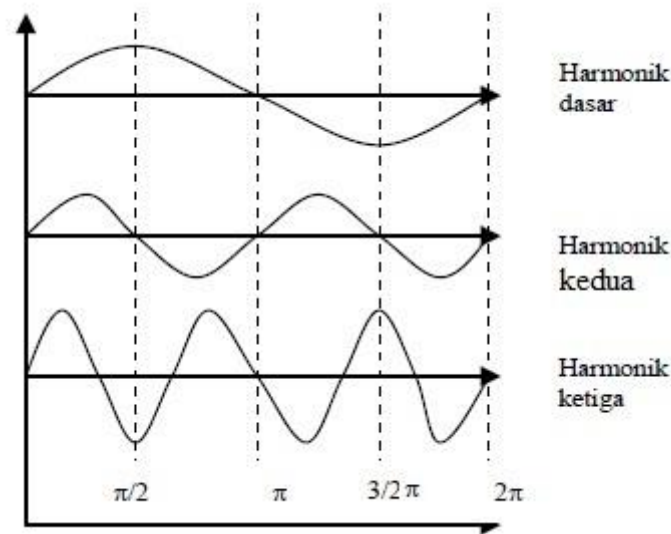
Penelitian untuk peredaman harmonisa dan perbaikan faktor daya pada beban rumah tangga yang dianalisa oleh (Hardi *et al*, 2013) pada makalahnya ^[4] yang bertujuan untuk mendapatkan sistem peredaman harmonisa dan perbaikan faktor daya khususnya untuk kebutuhan rumah tangga. Penelitian ini dilakukan dengan pengukuran, penghitungan, dan pengujian perancangan dari modul filter mengACu pada standar IEEE-519-1992. Dari hasil penelitian diperoleh menggunakan filter LCL *Total Harmonic Distortion* (THD) tegangan dari 5,4% berkurang menjadi 1,72% sedangkan THD arus dari 11,2% berkurang menjadi 3,12%.

Selanjutnya penelitian mengenai harmonisa pada beban komersial yaitu pada sistem kelistrikan Rumah Sakit Umum Pusat (RSUP) Sanglah telah dilakukan oleh (suweden *et al*, 2009) dalam makalahnya^[5]. Penelitian ini menganalisa mengenai *Total Harmonic Distortion* (THD) yang terdapat

pada lima buah MDP (*Main Distribution Panel*) pada sistem kelistrikan RSUP Sanglah. Penelitian ini melakukan simulasi dengan simulink MATLAB 7.04 untuk mengetahui besarnya THDv dan THDi pada setiap MDP (*Main Distribution Panel*) apakah telah sesuai standard IEEE 519-1992. Hasilnya ialah nilai THDv pada lima buah MDP (*Main Distribution Panel*) bervariasi antara 0,46% - 3,77% dan THDi bervariasi antara 4,68% - 17,84%. Dengan pengoprasian filter pasif maka nilai THD mengalami penurunan dengan nilai terendah 2,63% hingga nilai 2,97% sehingga nilai THD arus dan THD tegangan telah memenuhi standar IEEE-152-1992.

2.4 Harmonisa^[6]

Pada dasarnya, gelombang tegangan dan arus yang ditransmisi dan didistribusikan dari sumber ke beban berupa gelombang sinusoidal murni. Akan tetapi, pada proses transmisi dan distribusi ini terjadi berbagai macam gangguan sehingga bentuk gelombang tidak lagi sinusoidal murni. Salah satu fenomena penyimpangan bentuk gelombang sinusoidal ini adalah distorsi harmonik. Harmonik adalah gejala pembentukan gelombang sinusoidal dengan frekuensi yang merupakan perkalian bilangan bulat dengan frekuensi dasarnya. Bila terjadi superposisi antara gelombang frekuensi dasar dengan gelombang frekuensi harmonisa maka terbentuklah gelombang yang terdistorsi sehingga bentuk gelombang tidak lagi sinusoidal. Adapun gelombang frekuensi dasar dan harmonisa dapat diperlihatkan pada gambar 2.6 sebagai berikut :



Gambar 2.6. Gelombang Frekuensi Dasar dan Harmonisa.^[13]

Harmonisa menurut *International Electrotechnical Commission (IEC) 6100-2-1-1990* didefinisikan sebagai tegangan ataupun arus sinusoidal yang mempunyai kelipatan frekuensi sistem pasokan tenaga listriknya sebagaimana yang dirancang untuk dioperasikan (50 Hz ataupun 60 Hz). Seperti dengan IEC, *Institute of Electrical and Electronic Engineering (IEEE) Std 1159-1995* mendefinisikan harmonik sebagai tegangan ataupun arus sinusoidal yang mempunyai kelipatan bulat dari frekuensi dimana sistem tenaga listrik pasokannya dirancang untuk dioperasikan (atau disebut juga dengan terminologi : frekuensi fundamental, yaitu pada umumnya 50 Hz atau 60 Hz).

Harmonisa disebabkan oleh adanya beban nonlinier yang digunakan dalam sistem tenaga listrik. Peralatan seperti *converter*, penyearah, *adjustable speed drive* untuk mengendalikan motor-motor industri, *thyristor controlled reactor*, serta berbagai peralatan yang didasarkan pada proses pensaklaran dapat menimbulkan terjadinya harmonik.

Sumber harmonisa secara garis besar terdiri dari 2 jenis yaitu peralatan yang memiliki kondisi saturasi (*saturated device*) dan peralatan elektronika daya (*power electronic equipment*). Peralatan yang memiliki kondisi saturasi biasanya memiliki komponen yang bersifat magneting seperti transformator, mesin-mesin listrik, tanur busur listrik, peralatan yang menggunakan *power supply*, dan *magnetic ballast*. Peralatan elektronika daya biasanya menggunakan komponen-komponen elektronika daya seperti *thyristor*, dioda, dan lain-lain.

C. Dugan Roger, dkk, membagi sumber-sumber harmonisa berdasarkan sumber harmonik dari beban komersial dan sumber harmonik dari beban industri sebagai berikut :^[3]

a. Sumber Harmonik dari Beban Komersial

Fasilitas komersial seperti kantor yang kompleks, pusat perbelanjaan, rumah sakit, dan akses data internet didominasi oleh lampu *flourecent* dengan *ballast elektronik*, Pengatur kecepatan (*adjustable-speed driver*) digunakan pada pemanasan (*heating*), Ventilasi (*Ventilation*), dan pendingin ruangan (AC) disingkat HVAC, elevator, dan peralatan elektronik sensitive lainnya pada umumnya disuplai dari *single-phase switchmode power supplies (SMPS)*. Beban komersial merupakan beban dengan produksi harmonik kecil, tergantung pada keragaman jenis beban.

b. Sumber Harmonik dari Beban Industri

Fasilitas industri modern dicirikan oleh aplikasi luas beban nonlinier. Sumber harmonisa dari kelompok beban industri ini merupakan sumber harmonisa yang sangat penting, karena beban industri pada umumnya menghasilkan harmonisa yang cukup besar dibandingkan dengan beban komersial. Industri sering memanfaatkan fasilitas kapasitor bank untuk memperbaiki faktor daya untuk menghindari biaya penalti. Aplikasi kapasitor untuk perbaikan faktor daya memperbesar harmonik arus dari beban nonlinier, sehingga menimbulkan resonansi. Beban nonlinear industri secara umum dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori : Konverter daya tiga fasa (*threephase power converter*), peralatan tungku (*arcng devices*) dan perangkat saturasi (*saturable devices*).

2.5 Dampak Harmonisa^[5]

Secara khusus, efek atau dampak yang ditimbulkan oleh harmonik pada sistem tenaga listrik dapat dibagi menjadi :

1. Efek Jangka Pendek
 - a. Tegangan harmonik dapat mengganggu peralatan kontrol yang digunakan pada sistem elektronik.
 - b. Harmonik dapat menyebabkan kesalahan pada peralatan pengukuran listrik yang menggunakan prinsip induksi magnetik.
 - c. Harmonik juga dapat mengganggu alat-alat pengaman dalam sistem tenaga listrik seperti *relay*.

- d. Pada mesin-mesin berputar seperti generator dan motor, torsi mekanik yang diakibatkan oleh arus harmonik dapat menyebabkan getaran dan suara/bising pada mesin-mesin tersebut.
- e. Bila ada sistem komunikasi yang dekat dengan sistem tenaga listrik maka sistem tersebut dapat terganggu oleh harmonik. Biasanya sistem kontrol dari sistem telekomunikasi yang terganggu oleh harmonik.

2. Efek Jangka Panjang

a. Pemanasan kapasitor.

b. Pemanasan pada mesin-mesin listrik

Tegangan non-sinusoidal yang diterapkan pada mesin listrik dapat menimbulkan masalah-masalah sebagai berikut : Meningkatkan rugi inti dan rugi belitan, serta pemanasan lebih.

c. Pemanasan pada Transformator

Transformator sangat rentan terhadap pengaruh harmonik. Transformator dirancang sesuai dengan frekuensi kerjanya. Frekuensi harmonik yang lebih tinggi dari frekuensi kerjanya akan mengakibatkan penurunan efisiensi dan pada akhirnya mengakibatkan kerugian daya. Pengaruh utama harmonik pada transformator adalah :

- 1) Panas lebih yang dibangkitkan oleh arus beban yang mengandung harmonik.
- 2) Kemungkinan resonansi paralel transformator dengan kapasitansi sistem.

d. Pemanasan pada kabel dan peralatan lainnya :

Rugi-rugi kabel yang dilewati oleh arus harmonisa akan semakin besar. Hal ini disebabkan meningkatnya resistansi dari tembaga akibat meningkatnya frekuensi (*efek kulit*).

2.6 Istilah-Istilah Yang Terdapat Dalam Harmonisa^[7]

2.6.1 Komponen Harmonisa

Komponen harmonisa adalah gelombang yang mempunyai frekuensi kelipatan bilangan asli terhadap frekuensi dasar (frekuensi fundamental).

2.6.2 Orde Harmonisa

Orde harmonisa adalah perbandingan frekuensi harmonik dan frekuensi dasar.

$$n_h = \frac{Fn}{F} \quad (2.1)$$

n_h : Orde Harmonisa

Fn : Frekuensi ke-n

F : Frekuensi *Fundamental* (50 Hz)

2.6.3 Distorsi Harmonisa Individu (IHD)

Menurut saudara Endi Sopyandi, Distorsi Harmonisa Individu (IHD) merupakan rasio tegangan atau arus antara nilai RMS harmonik dengan RMS dasar (*fundamental*)^[9],

$$IHD = \frac{IHD_h}{I_1} \quad (2.2)$$

I_{HD} = I_{HD} orde harmonisa ke-h (h=2, 3, 4, 5...., h)

I_{HD}_h = Nilai RMS arus atau tegangan harmonisa ke-h

I_1 = Nilai RMS arus atau tegangan dasar (*fundamental*)

2.6.4 Distorsi Harmonisa Total (THD)

Total Harmonic Distortion (THD) adalah perbandingan antara nilai RMS dari seluruh komponen harmonisa terhadap nilai RMS dari fundamental, biasanya dinyatakan dalam persen (%). Nilai dari THD ini digunakan untuk mengukur besarnya penyimpangan dari bentuk gelombang periodik yang mengandung harmonisa dari gelombang sinusoidal murninya. Untuk gelombang sinusoidal sempurna nilai dari THD adalah bernilai 0%. Untuk mencapai nilai THD untuk tegangan dan arus dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V_{THD} = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} V_n^2}}{V_1} \times 100\% \quad (2.3)$$

$$I_{THD} = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} I_n^2}}{I_1} \times 100\% \quad (2.4)$$

Keterangan :

V_n : Nilai Tegangan harmonisa (V)

V_1 : Nilai fundamental (V)

I_n : Nilai arus harmonisa (A)

I_1 : Nilai arus fundamental (A)

n : Komponen harmonisa maksimum yang diamati

2.6.5 Nilai RMS

Nilai RMS yang dihasilkan oleh gelombang arus/tegangan yang terdistorsi harmonisa dapat dinyatakan dengan persamaan berikut, sesuai dengan formulasi pada *Dugan, Roger, C (2003)*^[3]

$$rms = \sqrt{\sum_{h>1}^{hmax} M_H^2} = M_1 x \sqrt{1 + THD^2} \quad (2.5)$$

$h = \text{bilangan bulat}$

M_H = Nilai RMS dari arus atau tegangan ke-h

2.7 Standarisasi Harmonisa

Keberadaan harmonisa pada kualitas daya sudah ditentukan batas yang diizinkan sesuai dengan standar internasional yaitu IEEE-519-1992 dan IEC 61000. Standar Harmonisa tegangan ditentukan oleh tegangan sistem yang dipakai seperti pada tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1. Batas THDv sesuai standar IEEE-519-1992^[2]

Tegangan Rel Daya Pada PCC	Distorsi Tegangan Individu (IHDv)	Total Hamonisa Distorsi Tegangan (THDv)
$\leq 69 \text{ kV}$	3.0	5.0
$69 \text{ kV} < V \leq 161 \text{ kV}$	1.5	2.5
$> 161 \text{ kV}$	1.0	1.5

Untuk menentukan batas harmonisa arus sesuai standar IEE-519-1992 sesuai nilai *Short Circuit Ratio (SCR)*. Dimana SCR adalah perbandingan antara arus hubung singkat dengan arus beban nominal seperti pada tabel 2.2 berikut :

Tabel 2.2. Batas arus harmonisa sesuai standar IEEE 519-1992^[2]

Isc/I _L	Orde Harmonisa (dalam %)					Total Demand Distortion (TDD)
	< 11	11-17	17-23	23-35	>35	
<20	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0
20<50	7.0	3.5	2.5	1.0	0.5	8.0
50<100	10.0	4.5	4.0	1.5	0.7	12.0
100<1000	12.0	5.5	5.0	2.0	1.0	15.0
>1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4	20.0

Dimana :

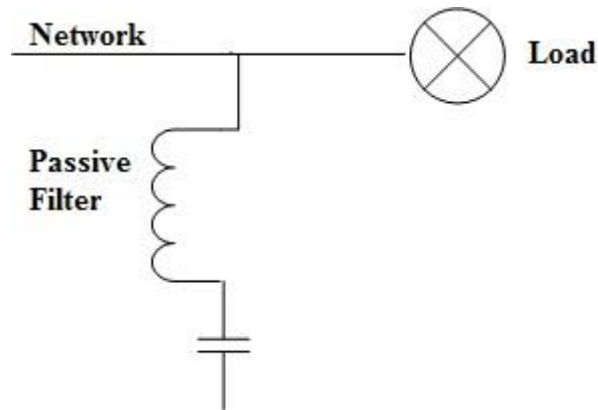
Isc : arus hubung singkat pada *Point of Common Coupling* (PCC)
(ampere)

I_L : Arus beban fundamental nominal (ampere)

TDD : *Total Demand Distortion* (%)

2.8 Filter Pasif

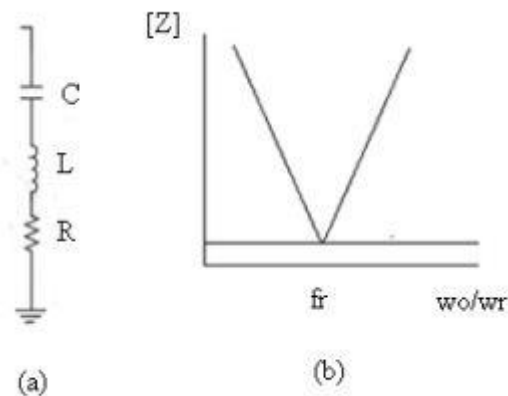
Aplikasi filter pasif merupakan metode penyelesaian yang efektif dan ekonomis untuk masalah harmonisa. Filter pasif sebagian besar didesain untuk memberikan bagian khusus untuk mengalihkan arus harmonisa yang tidak diinginkan dalam sistem tenaga. Rangkain filter pasif terdiri dari R, L, dan C. Komponen utama yang terdapat pada filter pasif adalah kapasitor dan induktor. Kapasitor dihubungkan seri atau paralel untuk memperoleh sebuah total rating tegangan dan kVAR yang diinginkan. Sedangkan induktor digunakan dalam rangkain filter dirancang mampu menahan selubung frekuensi tinggi yaitu efek kulit (*skin effect*)^[9].



Gambar 2.7. Rangkaian *Passive Fiter* Dalam Sistem

Tipe filter pasif yang umum digunakan adalah *single tuned filter*. Rangkaian filter ini mempunyai impedansi yang rendah.

Menurut saudara *adrianto* 2007 menjelaskan *tentang single tuned filter* dan memberikan contoh rangkaian filter dan kurva impedansi terhadap frekuensi yang dapat dilihat pada gambar 2.8 ^[1]:



**Gambar 2.8 (a). Rangkaian *Single Tuned Filter*
(b). Kurva Impedansi Terhadap Frekuensi**

Impedansi *single tuned filter* diberikan oleh persamaan :

$$Z_f = R + j\left[\omega L - \frac{1}{\omega C}\right] \quad (2.6)$$

Sedangkan magnitude impedansi *single tuned filter* adalah :

$$|ZF| = \sqrt{R^2 + j[\omega_L - \frac{1}{\omega_C}]} \quad (2.7)$$

Resonansi terjadi pada saat nilai reaktansi sama dengan kapasitansi. Filter disetel pada frekuensi f_r , yang menghasilkan resonansi seri. Frekuensi ini diberikan oleh persamaan :

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (2.8)$$

Pada frekuensi f_r , *single tuned filter* memiliki impedansi minimum, sebesar nilai resistansi R dari induktor. Oleh karena itu, filter ini menyerap semua arus harmonisa yang dekat dengan frekuensi f_r yang diinjeksikan, dengan distorsi tegangan harmonisa yang rendah pada frekuensi ini.

Parameter yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan nilai R, L dan C adalah faktor kualitas (Quality fACTor-Q). Faktor kualitas dari sebuah filter (Q) adalah ukuran ketajaman penyetelan filter tersebut dalam mengeliminasi harmonisa^[14]. Filter dengan Q tinggi disetel pada frekuensi rendah (misalnya harmonisa kelima), dan nilainya biasanya terletak antara 30 dan 60. Dalam *single tuned filter*, faktor kualitas Q didefinisikan sebagai perbandingan antara induktansi atau kapasitansi pada frekuensi resonansi terhadap resistansi.

$$Q = \frac{X_0}{R} \quad (2.9)$$

$$X_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

X_0 = impedansi filter

R = tahanan reaktor

Filter yang efektif harus memiliki induktor dengan faktor kualitas yang besar, oleh karena itu $R > X_0$ pada frekuensi resonansi. Perkiraan nilai Q untuk reaktor inti udara (*air core reactors*) adalah 75 dan untuk reaktor inti besi (*iron core reactors*)^[13].