

# STUDI PENGARUH FLICKER PADA INDUSTRI

Lancar Siahaan

Dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Darma Agung  
Jl.Dr.TD. Pardede No.21 Medan

## ABSTRAK

Variasi tegangan ini erat hubungannya dengan perubahan beban, sebab dengan berubahnya beban, maka akan terjadi perubahan arus beban, berubahnya arus beban, berubahnya arus beban ini akan menyebabkan perubahan rugi tegangan (drop tegangan) pada sistem. Untuk itu perlu di ketahui informasi-informasi tentang rugi-rugi tegangan pada suatu sistem tenaga listrik. Variasi tegangan ini tidak akan menjadi masalah jika peralatan di lengkapi oleh sistem pengaturan otomatis, tetapi penambahan alat ini akan menambah biaya yang tidak dikehendaki. Umumnya untuk mengatasi variasi tegangan dipakai transformator dengan tap changing yang bekerja secara otomatis, tetapi pemasangan alat ini di anggap ekonomis bila transformator yang digunakan berkapasitas 10 MW atau lebih. Umumnya transformator ini digunakan pada jaringan menengah atau tinggi, sedangkan untuk jaringan tegangan rendah jarang digunakan, sehingga sulit untuk menghindari variasi tegangan ini. Negara Indonesia, dalam hal ini PLN, membuat batasan variasi tegangan, maksimum,  $\pm 5\%$  dan minimum  $- 10\%$  terhadap tegangan nominal.

## 1. PENDAHULUAN

Dalam perkembangan penggunaan tenaga listrik yang semakin meningkat seiring dengan makin pesatnya penggunaan perangkat elektronik dan komputer yang sangat berpengaruh terhadap menurunnya mutu pelayanan tenaga listrik. Dimana menurunnya mutu pelayanan tenaga listrik ini akan mengganggu kerja dan hasil kerja dari perangkat elektronika dan komputer tersebut. Misalnya terganggunya kerja alat pengontrol dan rusaknya data pada komputer. Oleh sebab itu perlu di ketahui penyebab-penyebab menurunnya mutu pelayanan, sejauh mana penurunan mutu pelayanan itu telah terjadi, dan cara untuk mengatasinya.

Flicker merupakan salah satu penyebab menurunnya mutu pelayanan, adalah merupakan fluktuasi tegangan sesaat yang terjadinya berulang, yang terutama di sebabkan oleh penggunaan motor-motor listrik, dapur listrik dan las listrik, yang dalam pengoperasiannya memakai daya yang besar. Flicker mempunyai masalah tersendiri, disamping dapat mengganggu kerja dan hasil kerja dari perangkat elektronik dan komputer, juga akan menyebabkan berubahnya terang cahaya pada lampu,

yang akan membawa dampak negative terhadap mata manusia. Oleh sebab itu penulis merasa perlu untuk membahas masalah flicker ini dan system peredamnya, agar di dapat suatu mutu pelayanan yang baik dan bereaksi cepat terhadap suatu gangguan.

Menurutnya mutu pelayanan tenaga listrik, selain di sebabkan oleh flicker, seperti di sebutkan di atas, juga diakibatkan oleh beberapa hal seperti : variasi frekwensi, variasi tegangan, harmonisasi, tegangan tidak seimbang, pemadam ( service interruption ), voltage dip. Untuk mendapatkan gambaran yang lebih jelas mengenai mutu pelayanan tenaga listrik ini, pada Bab II dari tugas akhir ini, penulis akan membahas secara singkat mengenai hal-hal yang mengganggu mutu pelayanan tenaga listrik, serta berbagai masalah yang di timbulkannya.

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis hanya menitik beratkan masalah flicker, dan hubungannya dengan voltage dip, pada jaringan distribusi primer dan sekunder, serta penggunaan thyristor dalam system peredamannya, yang pembahasannya merupakan study literatur.

## II.MUTU PELAYANAN LISTRIK

### 2.1.Jenis Gangguan Umum

Tenaga listrik yang di salurkan dari system pembangkit hingga ke konsumen selalu mendapat banyak gangguan, baik yang timbul dari system itu sendiri ataupun dari luar, yang akan mempengaruhi mutu tenaga listrik yang di salurkan. Oleh sebab itu mutu pelayanan tenaga listrik perlu mendapat perhatian yang khusus dalam perencanaan ataupun perluasan suatu system kelistrikan. Ada 7 ( tujuh ) jenis gangguan yang di ambil sebagai criteria dasar mutu pelayanan tenaga listrik, yakni :

1. Variasi frekuensi
2. Variasi tegangan
3. Harmonisasi
4. Tegangan tidak seimbang
5. Pemadaman (service interruption)
6. Voltage dip
7. Flicker

#### 1.Variasi Frekuensi.

Frekuensi yang di maksud dalam hal ini adalah frekuensi nominal system, yaitu 60 atau 50 Hertz. Untuk Negara Indonesia frekuensi yang di gunakan adalah system 50 Hertz.

Frekuensi nominal suatu system pelayanan tenaga listrik tidak selalu konstan. Bila beban turun maka frekuensi akan naik, dan bila beban yang besar di bebaskan secara tiba-tiba, misalnya pada saat beban puncak, frekuensi akan turun. Hal ini di sebabkan karena berubahnya arus beban secara tiba-tiba. Penurunan frekuensi ini terjadi beberapa saat, dan akan pulih kembali setelah sistem pengatur pada sistem pembangkit bekerja. Naik turunnya frekuensi ini dari harga nominalnya, inilah yang di sebut Variasi frekuensi. Jadi Variasi Frekwensi ini adalah sebagai akibat perubahan perubahan beban yang mendadak, dan akan pulih kembali secara berangsur setelah sistem pengatur pada pembangkit bekerja.

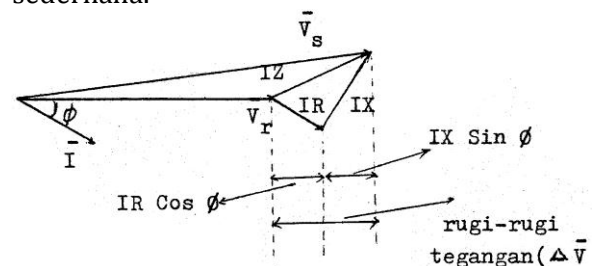
Variasi frekuensi ini akan mempengaruhi kerja dan hasil kerja dari peralatan listrik. Pada motor induksi,

variasi frekuensi akan menimbulkan perubahan kecepatan dan kopel, bila frekuensi bertambah, maka kecepatan motor induksi juga bertambah, dan bila kopel beban dia nggap konstan, maka motor akan mengalami beban lebih ( over load ). Panas yang di timbulkan akibat kenaikan kecepatan, tentunya akan mempengaruhi umur motor tersebut. Demikian juga untuk beberapa peralatan industry, yang memerlukan kecepatan yang konstan dalam operasinya, variasi frekwensi akan memperendah mutu atau bahkan merusak hasil produksinya.

#### 2.Variasi Tegangan .

Variasi tegangan dapat di didefinisikan sebagai perubahan nilai tegangan pelayanan pada kerja normal terhadap nilai tegangan nominal sebagai akibat perubahan beban dan pengaturan tegangan sistem pembangkit atau gardu induk. Variasi tegangan ini merupakan keadaan yang tidak di ingini pada suatu sistem pelayanan tenaga listrik.

Di bawah ini, diberikan diagram vector, yang secara umum memberikan gambaran tentang hubungan antara arus, tegangan dan komponen rugi-rugi tegangan, dari suatu sistem yang sederhana.



Di mana :  $V_s$  = tegangan sisi pengirim, dalam volt.

$V_r$  = tegangan sisi penerima, dalam volt.

$I$  = arus jaringan, dalam ampere.

$R$  = tahanan jaringan, dalam Ohm.

$X$  = reaktansi jaringan, dalam

Ohm.

KVA = beban tiga fasa, dalam kilo volt ampere.

$XV$  = tegangan antara fasa, dalam kilo volt.

$\phi$  = sudut factor daya

### 3. Harmonisa.

Yang dimaksud dengan gejala harmonisa adalah merupakan bentuk gelombang yang timbul pada suatu sistem tenaga listrik, di mana frekwensinya merupakan pergandaan ( bilangan bulat ) dari frekwensi gelombang dari sistem tenaga listrik. Dan orde harmonisa tersebut merupakan besar bilangan penggandaan tersebut. Akibat timbulnya gelombang harmonis ini , maka bentuk dasar gelombang dari sistem tenaga listrik akan mengalami perubahan, baik dalam bentuk, amplitude, dan juga frekwensinya.

Harmonisa ini dapat terjadi sebagai akibat dari penggunaan beban yang tidak linier dan sistem yang tidak simetris, di mana frekwensinya yang dibangkitkan berbeda dengan frekwensi sistem yang ada. Harmonisa ini dapat juga terjadi akibat penyerapan arus yang mempunyai bentuk tidak sinusoidal.

Harmonisa dalam suatu sistem distribusi daya menyebabkan beberapa efek sebagai berikut:

1. Terjadinya beban lebih dari koreksi factor pada saat tuning untuk frekwensi tertentu.
2. Resonansi antara reaktansi kapasitansi dan transformator yang mengakibatkan tegangan dan arus yang berlebih.
3. Interferensi dengan rangkaian-rangkaian telepon dan pemancar karena harmonisa deret nol.
4. Tidak bekerjanya peralatan pengatur akibat distorsi bentuk gelombang yang mempengaruhi titik kerja thyristor.
5. Kesalahan - kesalahan pada meter-meter pirngan berputar pengukur energi.
6. Terlalu panasnya mesin-mesin berputar karena bertambahnya kehilangan daya yang disebabkan arus edy seperti halnya kehilangan torque.

Seperti yang diterangkan terdahulu, bahwa harmonisa itu adalah merupakan bentuk gelombang yang frekwensinya merupakan pergandaan dari frekwensi

gelombang dasar, dan umumnya amplitudo gelombang harmonisa tersebut lebih kecil dari amplitudo gelombang dasarnya. Jadi gangguan yang ditimbulkan oleh harmonisa tersebut terutama disebabkan oleh besar penjumlahan antara amplitudo gelombang dasarnya. Untuk itu beberapa Negara membatasi harga efektif total gelombang harmonisa tidak lebih dari 5 % dari harga efektif gelombang dasarnya.

### 4. Tegangan Tidak Seimbang.

Yang dimaksud dengan tegangan tidak seimbang adalah perbandingan antara perubahan maksimum dari harga tegangan rata-rata pada sistem tiga fasa, dengan harga rata-rata tegangan tiga fasa, yang dapat dituliskan sebagai berikut :

$$* \quad V_{ub} = \frac{\text{Maksimum perubahan dari harga tegangan rata-rata}^2}{\text{harga tegangan rata-rata}}$$

di mana :  $V_{ub}$  = besar ketidakseimbangan.

Untuk jelasnya, jika pada suatu sistem tiga fasa, besarnya tegangan masing-masing fasa adalah 220, 215 dan 210 Volt maka dapat diketahui perubahan harga tegangan rata-ratanya 215 volt. Mka besar ketidakseimbangan adalah 0, 023 atau 2,3 % bila dinyatakan dalam persen .

Tegangan tidak setimbang ini dapat terjadi sebagai akibat dari beban yang tidak setimbang pada masing-masing fasa pada sistem tiga fasa, dimana hal ini dimungkinkan oleh karena adanya perbedaan karakteristik kerja dari beban -beban satu fasa. Dan dapat sebagai akibat dari sistem tiga fasa yang tidak ditransposisikan pada suatu jarak yang jauh, yang digunakan untuk penyaluran daya listrik.

### 5. Pemadaman ( Service Interruption )

Yang dimaksud dengan pemadaman ialah terputusnya pelayanan tenaga listrik kepada konsumen. Pemadaman tenaga listrik pada sistem pelayanan tenaga listrik pada sistem pelayanan tenaga

listrik pada dasarnya dapat ditimbulkan oleh beberapa sebab, yakni :

- Pemadaman karena kerusakan peralatan : pemadaman karena hal ini dapat meliputi keseluruhan dari sistem pelayanan tenaga listrik, yang mana hal ini tergantung dari bagian yang mengalami kerusakan.
- Pemadaman karena beban lebih : pemadaman ini terjadi pada sistem pembangkit yang mempunyai kapasitas kecil dibandingkan dengan kapasitas beban yang ada, sehingga untuk menghindarkan beban lebih sebagian dari beban tidak dilayani.
- Pemadaman karena perawatan : pemadaman ini biasanya terjadi dalam rangka perawatan rutin dari sistem pembangkit, jaringan ataupun peralatannya. Pemadaman karena perawatan ini biasanya mempunyai jadwal tertentu dan direncanakan.

Penyebab yang disebutkan diatas adalah hal yang sering menimbulkan pemadaman, disamping itu ada beberapa hal lain yang menyebabkan terjadinya pemadaman, antara lain pemadaman karena keadaan darurat, bencana alam, pengembangan jaringan, dan lain-lain. Tapi pemadaman jenis ini jarang terjadi.

#### 6.Voltage Dip.

Voltage dip merupakan gangguan pada sistem pelayanan tenaga listrik, berupa penurunan tegangan sesaat dan terjadinya tidak berulang ( fluktuasi tegangan sesaat dan tidak berulang ), dalam waktu yang singkat.

Voltage dip ini dapat terjadi sebagai akibat dari beberapa keadaan, seperti :

- Start motor listrik : jika pada motor induksi distart secara langsung, maka akan dibutuhkan arus yang besar. Bersarnya arus start ini dapat mencapai 7 sampai dengan 8 kali dari besarnya arus motor pada saat beban penuh.
- Hubung Singkat : Apabila terjadi hubung singkat pada jaringan, voltage dip ini akan timbul dan akan berakhir sampai peralatan

pengaman mengisolir bagian yang mengalami gangguan tersebut.

Beberapa keadaan yang timbul pada dan peralatan listrik akibat voltage dip, dapat dilihat pada table berikut ini ,

**Tabel 2.1 Beberapa pengaruh voltage dip terhadap peralatan**

% voltage dip	Pengaruhnya terhadap peralatan listrik
1 sampai 6	jika sering terjadi merupakan flicker yang mengganggu
15	Kontaktor AC tegangan rendah akan mulai bekerja.
20	Lampu flouresen akan padam
25	Kontaktor AC tegangan tinggi akan mulai bekerja
30	Kontaktor AC tegangan rendah bekerja. Menghambat operasi kerja motor induksi pada beban penuh.
50	Motor listrik tak dapat distart,

### III.PENGARUH FLICKER PADA PERALATAN LISTRIK

#### 3.1.Umum

Flicker atau fluktuasi tegangan berulang atau disebut juga merupakan tegangan sesaat dalam waktu yang singkat, adalah merupakan salah satu factor yang mempengaruhi mutu pelayanan listrik terhadap konsumen . flicker ini paling jelas akan menimbulkan perubahan teranag cahaya lampu pijar, yang akan merusak penglihatan. Umumnya flicker ini timbul sebagai akibat dari perubahan beban sistem tenaga listrik yang terjadi secara mendadak dengan karakteristik kerja yang tertentu, yakni :

1. Motor-motor listrik.
2. Dapur listrik .
3. Las listrik.

Suatu hal yang penting dalam mempelajari flicker adalah mengenai kurva flicker. Kurva flicker ini didapat dari hasil penelitian beberapa badan

penelitian listrik, sehingga hasil penelitian yang didapat berbedabeda. Ada beberapa faktor yang menyebabkan perbedaan tingkat pengaruh flicker pada mata manusia ; yakni :

- Amplitudo dan frekwensi dari fluktuasi tegangan.
- Lamanya perubahan tegangan yang terjadi
- Jenis penerangan yang digunakan.
- Impedansi sistem, dimana peraltannya yang menyebabkan terjadinya fluktuasi tegangan mengambil daya.
- Titik pemakaian bersama ( TPB ) diantara beban yang menimbulkan fluktuasi tegangan dengan konsumen lain.
- Kesensitifan konsumen terhadap pengaruh fluktuasi tegangan pada sistem penenrangan.

### 3.2.Flicker Yang Diizinkan

Sebagai dasar dari penentuan batas-batas pengaruh flicker adalah pengaruh penerangan lampu pijar akibat dari flicker, pada penglihatan mata manusia. Flicker pada lampu pijar yang telah mengganggu penglihatan adalah merupakan flicker yang tidak diizinkan ( di tolak ), sedangkan flicker pada lampu pijar yang tidak mengganggu penglihatan adalah flicker yang diizinkan.

Di Indonesia batas-batas yang berhubungan dengan fluktuasi tegangan berulang ( flicker ) , diatur menurut ketentuan pada peraturan instalasi listrik ( PLN ) No 23/PRT/1979 , yang menyatakan

- a. Fluktuasi tegangan yang terjadi kurang dari satu kali dalam tiap jam, diizinkan maksimum 8 %.
- b. Fluktuasi tegangan yang terjadi setinggi-tingginya empat kali tiap jam, diizinkan maksimum 4%.
- c. Fluktuasi yang terjadi terus menerus, yang melebihi empat kali tiap jam diizinkan maksimum  $1\frac{1}{2}$  %.

### 3.3.Terjadinya Flicker

Terjadinya flicker dapat terjadi keseluruhan system kelistrikan, tergantung kepada penyebab timbulnya flicker tersebut. Oleh sebab itu lokasi terjadinya flicker dapat meliputi daerah :

1. Sistem pembangkit
2. Jaringan transmisi.
3. Jaringan distribusi.

Terjadinya flicker pada jaringan transmisi dapat dikatakan jarang terjadi, hal ini disebabkan karena tidak ada beban yang langsung di hubungkan ke jaringan transmisi tersebut. Oleh sebab itu pembahasan terjadinya flicker hanya dilakukan pada daerah system pembangkit dan jaringan distribusi

#### 1.Terjadinya Flicker Pada Sistem Pembangkit.

Flicker dapat juga terjadi akibat peralatan system pembangkit, yang meliputi :

- a. Penggerak mula.
- b. Generator

#### a.Penggerak Mula.

Mesin, sebagai penggerak mula, yang menggerak generator adalah merupakan salah satu penyebab timbulnya flicker pada system tenaga listrik.

Dengan menganggap seluruh factor-factor yang lain konstan, ketidakseragaman putaran ini, akan menghasilkan terjadinya fluktuasi pada amplitude tegangan yang dibangkitkan oleh generator, yang digerakkan oleh mesin diesel.

Jumlah presentase perubahan tegangan akan sama dengan jumlah presentase perubahan kecepatan. Dan frekuensi perubahan adalah sam dengan rpm dikali dengan jumlah langkah daya per siklus. Dari kedua gambar tersebut diatas di dapat perubahan tegangan 0,7%, sehingga dapat frekuensi perubahan tegangan sebesar  $300 \times 2 = 600$  kali/menit atau 10 kali/detik. Dengan menghubungkan hasil yang diperoleh ke gambar 3-1, maka  $\pm 60\%$  dari pengamatan akan merasakan pengaruh flicker tersebut.

**b. Generator**

Suatu gerator yang simetris dengan beban, penguat dan kecepatan sudut yang konstan, akan didapat tegangan terminal yang konstan. Jika salah satu dari besaran ini berubah maka tegangan terminal juga berubah. Oleh sebab itu, jika beban generator tiba-tiba berubah, akan terjadi fluktuasi tegangan pada terminal generator tersebut. Adapun factor-faktor yang menyebabkan fluktuasi tegangan ini adalah :

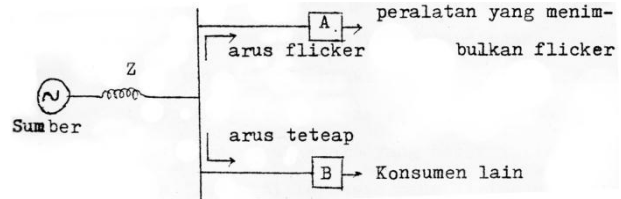
- o Perubahan putaran
- o Pengaturan mesin

Secara praktis perubahan putaran pada suatu system pembangkit, tidak merupakan factor utama ( hanya factor pendukung ) penyebab terjadinya fluktuasi tegangan, karena perubahan beban umumnya kecil dibandingkan dengan kapasitas total pembangkit. Sehingga perubahan tegangan yang dihasilkan terjadi secara lambat da pengaruhnya sebagai flicker terhadap penglihatan tidak terasa benar.

Hal lain yang dapat menimbulkan flicker dari generator ialah ketidak uniforman ( seragam ) jarak celah udara antara stator dan rotor oada generator , pada suatu tingkat tertentu. Tetapi pabrik-pabrik pembuat generator umunya tetap menjaga toleransi dari setisp mesin yang di produksi, sehingga timbul flicker akibat ketidak seragaman jarak celah udara antara stator dan rotor, dapat dikatakan jarang terjadi.

**2. Terjadinya Flicker pada Jaringan Distribusi**

Sumber utama keluhan konsumen yang terhubung pada suatu system distribusi tenaga listrik, berupa gangguan flicker, adalah disebabkan perubahan arus beban yang ditimbulkan oleh bebrapa peralatan listrik yang mempunyai titik pemakaian bersama ( TPB ) dengan konsume tersebut



Adanya perubahan arus beban consume A, yang menyebabkan terjadinya fluktuasi tegangan berupa flicker, maka konsumen lainnya ( B ) yang terhubung pada titik pemakaian bersama ( TPB ), akan mengalami gangguan flicker pada suatu tingkat tertentu.

Jenis-jenis peralatan beban yang dapat menimbulkan flicker pada jarinagn distribusi, diantaranya adalah :

- a. Motor-motor listrik
- b. Dapur listrik
- c. Las listrik

**a. Motor-motor Induksi**

Penggunaan motor-motor listrik dengan kapasitas daya yang besar, sering menimbulkan gangguan pada konsumen lain yang mempunyai titik pemakaian bersama dengan motor-motor listrik tersebut, pada suatu sistem pelayanan tenaga listrik. Gangguan ini timbul sebagai akibat dari start motor secara langsung pada jaringan pelayanan, yang mana terjadinya sering akan menimbulkan gangguan berupa flicker.

**Tabel 3.1 Perbandingan Metode start Motor Induksi**

Metode start	Tegangan Terminal Motor (%)	Kopel Start Motor (%)	Arus Start Motor (%)
Star langsung	100	100	100
Auto trafo			
80 % tap	80	64	68
65 % tap	65	42	46
50 % tap	50	25	50
Start dengan tahanan, untuk 80% tegangan jaringan	80	64	80
Dengan reactor: 50	50	25	50
	45	20	45

% tap 45 % tap 37,5% tap	37,5	14	37,5
Start dengan sebagian belitan : 75 % 50 %	100 100	75 50	75 50

Semua harga-harga diatas dibandingkan terhadap tegangan jaringan nominal ( 100 % ).

Jika sisi primer transformator dihubungkan dengan sumber listrik, dengan sisi sekunder terhubung singkat, maka pada sisi sekunder akan timbul arus yang besar di bandingkan arus pada keadaan kerja normal. Untuk dapat melihat keadaan arus hubung singkat transformator, dalam hubungannya dengan besar arus start motor induksi, akan dilakukan ana`lisa terhadap rangkaian satu phasa dari sebuah motor induksi

#### b. Dapur Listrik

Akibat bertambah pesatnya perkembangan industry pengolahan baja, maka penyambungan dapur listrik pada suatu system pelayanan tenaga listrik akan bertambah, baik ukuran maupun daya yang dibutuhkan. Dipihak perusahaan listrik, dengan bertambahnya penggunaan dapur listrik ini, akan menimbulkan beberapa masalah terhadap mutu pelayannan listrik yang diterima konsumen lainnya . Masalah tersebut terutama adalah gangguan flicker.

Ada tiga jenis dapur listrik yang biasa digunakan yakni :

- o Resistanse furnace ( dapur listrik tahanan )
- o Induction furnace ( dapur listrik induksi )
- o Arc furnace (dapur listrik busur api )

Dapur listrik dalam proses kerjanya, mempunyai 2( dua ) periode kerja yakni :

- o Periode peleburan ( melting periode)

- o Periode pemurnian (refining periode )

Pada periode peleburan. Daya yang dibutuhkan kira-kira 100 sampai 120 kilowatt per ton. Dari besarnya daya yang digunakan, akan didapat bahwa arus yang besar akan dibutuhkan, karena tegangan kerja dari dapur listrik umumnya berkisar antara 150 sampai 500 volt. Kebutuhan arus yang besar ini terutama pada periode peleburan.

Flicker akibat operasi kerja dapur listrik terjadi secara tidak teratur, jika dibandingkan dengan flicker akibat start motor listrik. Frekwensi terjadinya flicker akibat operasi kerja dapur listrik adalah berkisar 1 sampai 25 Hertz.

Pengaruh gangguan flicker yang ditimbulkan oleh pengoperasian sejumlah dapur listrik yang identik, akan lebih besar dibandingkan dengan pengaruh yang ditimbulkan oleh pengoperasian hanya satu dapur listrik saja. Bila harga depresi hubung singkat telah diketahui , maka pengaruh flicker yang ditimbulkan akibat pengoperasian dapur listrik.

#### c. Las Listrik

Tujuan utama melas adalah menghubungkan/ menyambung sejumlah logam pada titik cairnya dengan menggunakan energy panas. Pada alas listrik energy panas tersebut didapat dari energi listrik.

Dalam pengoperasiannya las listrik ini dihubungkan pada suatu system pelayanan tenaga listrik, melalui transformator penurun tegangan, untuk mendapatkan tegangan kerja las listrik yang berkisar antara 70 sampai 100 volt. Jadi dalam kerjanya las listrik ini akan ditandai dengan tegangan yang rendah , arus yang besar dan temperatus yang tinggi.

Ditinjau dari cara mendapatkan panas pada proses pengelasan, las listrik dapat dibedakan atas 2 jenis, yakni :Las tahanan (resistance welding) dan Las busur api ( arc welding)

Pada las tahanan, panas yang dibutuhkan didapat dari arus yang besar yang melalui tahanan. Arus tersebut dialirkan melalui elektroda dan logam-

logam yang akan dihubungkan, yang berfungsi sebagai tahanan. Panas yang dihasilkan akibat pelaluan tersebut, besarnya dapat diketahui dari persamaan berikut:  $H = I^2 R t$ , dimana :

H = besarnya panas yang timbul, satuannya dalam watt detik

I = besarnya arus yang lewat melalui tahanan, satuannya dalam ampere.

R = besarnya tahanan yang dilalui arus, satuannya dalam Ohm .

t = waktu pelaluan arus, satuannya dalam detik.

Pada dasarnya flicker yang ditimbulkan oleh las jenis ini, tidak berpengaruh terhadap penglihatan mata.

### **3.4. Pengaruh Flicker Pada Beberapa Peralatan Listrik.**

Untuk mendapatkan gambar yang lebih jelas mengenai flicker, akan di jelaskan mengenai pengaruh flicker pada beberapa peralatan listrik, seperti :

1. Lampu penerang
2. Televisi
3. Komputer
4. Peralatan industry

#### **1.Lampu penerangan**

Lampu pijar sangat di pengaruhi oleeh gangguan akibat flicker, sedangkan lampu flour dan beberapa jenis lampu pelepasan muatan lainnya, kurang sensitive terhadap adanya flicker. Tetapi bila batas yang di izinkan bila sesuatu harga flicker telah dilampaui, maka lampu-lampu berjenis pelepasan muatan dapat berhenti kerja.

#### **2.Televisi**

Sampai pada batas-batas flicker yang diizinkan, padaq umumnya gangguan pada pesawat televisi belum menimnulkan keluhan dari konsumen pemakai pesawat televisi, tetapi hal ini juga tergantung pada mutu pesawat televisi tersebut. Pada suatu percobaan yang dilakukan salah satu perusahaan listrik, didapat pada pesawat televisi terutama dipengaruhi olehflicker yang mempunyai frekuensi sekitar 2 Hz.

#### **3.Komputer**

Komputer menimbulkan persoalan baru mengenai batas-batas flicker yang diizinkan pada pada system tenaga listrik, karena computer lebih sensitive terhadap flicker bila dibandingkan dengan lampu pijar. Sampai batas-batas harga dari flicker yang diizinkan, computer sudah mengalami gangguan berupa, hilangnya data yang tersimpan, keterlambatan keluarnya output, dan kesalahan pada hasil yang di olahnya.

#### **4.Peralatan Industri.**

Umunya peralatan industry kurang sensitive terhadap flicker, jadi pada batas-batas flicker yang diizinkan, flicker belum menimbulkan gangguan yang serius. Bila flicker yang terjadi sudah melewati batas yang diizinkan, flecker dapat mengganggu kerja dan hasil kerja peralatan.

### **3.5.Kerugian Yang Ditimbulkan Harmonik Pada Peralatan Listrik**

Secara umum harmonic mempunyai dua tipe dampak yaitu :

1. Dampak sesaat : dapat dilihat berdampak langsung pada fungsi material, pada fungsi materil,, pada peralatan elektronik seperti televisi dan monitor baik mutu dan gelombangnya menjadi rusak begitu juga untuk peralatan suara seperti telepon dan audio. Mempengaruhi keakuratan dari alat pengukur dan menimbulkan getaran pada alat elektromagnetik (motor, genetoator, dan transformator)
2. Dampak lama : Terutama hubungan dengan pemanasan penghantar dan komponen yang dilalui oleh arus harmonic serta percepatan penuaan dari isolasi yang mengalami tegangan lebih.

#### **1.Motor dan Generator**

Dengan meningkatnya penggunaan alat penggerak peubah frekuensi (VFDs) terhadap motor daya listrik. Tegangan dan arus memancar dari sebuah VFDs yang memasuki sebuah motor yang kaya akan komponen frekuensi harmonik. Suplai tegangan terhadap motor



menghasilkan medan magnet di dalam inti disertai rugi-rugi inti pada motor. Rugi-rugi histerisis dan rugi arus eddy (eddy current) adalah bagian dari rugi-rugi besi yang dihasilkan di dalam inti oleh karena adanya medan magnet bolak-balik. Rugi-rugi histerisis adalah sebanding terhadap frekuensi dan rugi-rugi arus eddy juga sebanding lurus kuadrat dari frekuensi. Penerapan tegangan yang tidak sinusoidal ke motor mengakibatkan sirkulasi arus yang mengandung harmonik di dalam belitan motor. Arus rms jaringan ( $I_{rms}$ ) dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$I_{rms} = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 + I_3^2 + \dots + I_n^2}$$

Dimana subkrip 1,2,3.....dst menunjukkan arus-arus harmonik yang berbeda

Harmonik dapat dikelompokkan ke dalam komponen urutan positif (+), negatif (-) dan komponen nol (zero). Komponen urutan positif (nomor harmonik 1,4,7,10,13.....dst) menghasilkan medan magnet dan arus yang berputar langsung merupakan arus frekuensi dasar harmonik. Harmonik utama negatif (nomor harmonik 2,5,8,11,14...dst) akan mengembangkan medan magnet dan arus yang berputar melawan arus urutan positif. Harmonik urutan nol (nomor harmonik 3,9,15,21...dst) tidak menghasilkan torsi, tetapi menghasilkan rugi-rugi tambahan di dalam motor. Interaksi arus urutan positif dan negatif menyebabkan medan magnet dan arus menghasilkan vibrasi pada poros motor dan hal ini dapat mengakibatkan kerusakan besar pada poros motor. Pada mesin berputar, arus harmonik dapat menimbulkan panas yang berlebihan, khususnya generator sikron non-salient pole (solid rotor). Arus harmonik membangkitkan medan magnet force (mmf) lawan yang mengakibatkan arus yang mengalir di permukaan rotor solid, sehingga menyebabkan kenaikan temperatur pada motor.

## 2.Kapasitor

Kapasitor dapat dijumpai pada sistem tenaga dan sistem distribusi yang umumnya adalah kapasitor tiga fasa yang dipasang paralel. Tujuannya adalah untuk perbaikan faktor daya dan regulasi tegangan. Kapasitor-kapasitor ini tidak membangkitkan harmonik, tetapi membentuk suatu rangkaian loop yang menghasilkan suatu resonansi. Kondisi resonansi dicapai bila reaktansi-reaktansi induktif dan kapasitif menjadi sama dalam sistem. Resonansi dalam sistem tenaga diklasifikasi sebagai resonansi paralel dan resonansi seri, tergantung pada konfigurasi rangkaian resonansi.

Reaktansi induktif dari sistem distribusi bertambah dengan bertambahnya frekuensi, sedangkan reaktansi kapasiti berkurang. Masalah-masalah yang disebabkan dengan resonansi paralel adalah pemanasan pada kapasitor baik akibat bertambahnya rugi-rugi isolasi, besi dan konduktor disertai dengan kenaikan temperatur. Jika arus harmonik yang melebihi standart dibiarkan berlangsung akan menyebabkan memperpendek umur kapasitor /kafasitor rusak.

## 3.Transformator

Pengaruh utama harmonik sistem instalasi tenaga pada transformator adalah kenaikan rugi-rugi panas yang disebabkan oleh harmonik yang terkandung dalam arus beban. Masalah lain yang mungkin timbul adalah resonansi antara induktansi transformator dan kapasitansi sistem, stres mekanik isolasi (belitan dan laminasi) mengacu pada siklus panas dan getaran kecil dari inti (small core vibrations). Komponen utama rugi-rugi transformasi adalah rugi-rugi belitan ( $I^2R$ ), rugi-rugi arus eddy dan steray losses dari fluks elektromagnetik dalam daerah seperti inti belitan dan tangki. Rugi-rugi yang mengacu pada komponen  $I^2R$  akan berakibat pada pemanasan konduktor yang mengakibatkan efek kulit pada isolasi (skin effect). Jadi bila arus beban mengandung harmonik yang berlebihan

maka transformator dengan mudah mengalami kerusakan. Salah satu cara untuk menghitung kemampuan transformator untuk mengantisipasi beban harmonik adalah apa yang disebut ranting faktor K, faktor K didefinisikan sebagai jumlah dari kuadrat dari arus harmonik dikali dengan jumlah kuadrat dari frekuensi.

Dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$K = (I_1)^2 (I^2) + (I_2)^2 (2^2) + \dots (I_n)^2 + (n^2)$$

Dimana :

K = Rating Faktor

$I_1$  = Rasio arus harmonik dasar terhadap arus rms total

$I_2$  = Rasio arus harmonik kedua terhadap arus total

1,2...n = nomor frekuensi harmonik. Arus rms total adalah akar kuadrat dari masing-masing arus dan diformulasikan sebagai berikut :

$$I = \sqrt{(I_1)^2 + (I_3)^2 + (I_5)^2 + (I_{n+1})^2 + \dots} \dots \dots (2.20)$$

#### 4. Rele Proteksi dan Fuse

Setiap rele berbeda unjuk kerjanya terhadap kehadiran harmonik, tergantung pada pabrik pembuat, modal dan jenisnya. Distorsi harmonik yang berlebihan dapat mengakibatkan rele beroperasi tidak tepat, yaitu tidak bekerja pada saat terjadi gangguan suatu sistem atau sebaliknya beroperasi saat tidak terjadi gangguan.

Telah banyak studi dan penelitian yang telah digunakan oleh IEEE, dan menyimpulkan bahwa sangat sulit untuk memprediksi performansi suatu rele tanpa melakukan pengujian/percobaan. Hasil penelitian yang telah dipublikasi adalah tentang rele elektromekanikal.

Fuse merupakan peralatan sistem instalasi sistem tenaga dan distribusi yang berfungsi sebagai pemutus beban. Karena fuse yang digerakkan secara termal yang melebur sehingga elemennya cukup panas, dan fuse juga respon terhadap arus lebih rms. Hadirnya arus harmonik pada fuse-fuse akan menyebabkan panas lebih (over heating) yang menyebabkan berubahnya prinsip

kerjanya/karakteristik pemutusan arus terhadap waktu (I.Vs.t).

#### 5. Switchgear

Komponen-komponen harmonik dalam gelombang arus dapat mempengaruhi kemampuan switchgear dalam menginterupsi arus. Masalahnya yang timbul adalah bahwa komponen harmonik dapat menyebabkan tingginya di/dt pada zero crossing dari gelombang sinusoidal, sehingga pemutusan akan lebih sulit.

Arus beban yang terdistorsi dan level gangguan yang rendah kemungkinan mengandung presentase distorsi arus beban yang tinggi. Distorsi harmonik mempengaruhi kemampuan pemutus termal magnetik untuk meraskan arus. Alat mekanik sesaat dari beberapa pemutus adalah sebuah solenoidal yang mendissipasikan panas tambahan disebabkan rugi-rugi karena beroperasi diatas frekuensi dasar. Panas ini kemudian menaikkan temperatur dan mengurangi trip point.

#### 6. Alat-Alat Ukur

Meter dan alat-alat ukur dipengaruhi oleh arus - arus harmonik, terutama bila kondisi resonansi terjadi yang menyebabkan tingginya tegangan harmonik pada rangkaian. Alat- alat induksi seperti watt meter dan rele arus lebih yang merancang untuk memonitori hanya terhadap arus dasar, tetapi arus- arus harmonik yang berasal dari beban yang tidak linier atau dari fasa yang terganggu yang disebabkan oleh distorsi dapat menyebabkan kesalahan operasi pada alat ukur tersebut.

Sebuah studi Kanada (Canadian Study) menunjukkan bahwa 20% harmonik ke-5 dapat menghasilkan 10% sampai dengan 15% kesalahan terhadap alat-alat ukur elektronik.

### IV. SISTEM PEREDAM FLICKER

#### 4.1. Umum

Seperti telah dijelaskan pada bab-bab terdahulu, bahwa terjadinya flicker yang

dapat mengurangi mutu pelayanan tenaga listrik suatu sistem, terutama disebabkan oleh peralatan yang mempunyai karakteristik kerja tertentu. Peralatan-peralatan tersebut pada saat-saat tertentu membutuhkan arus yang besar dalam operasi kerjanya, sehingga timbul drop tegangan sesaat yang menyebabkan terjadinya fluktuasi tegangan berupa flicker. Flicker yang terjadi, disamping mengganggu peralatan listrik juga mengganggu penglihatan mata manusia. Bertitik tolak dari keterangan diatas, didapat bahwa tingkat terjadinya flicker dapat diperkecil dengan :

- Memperkecil besar impedansi sistem
- Memperkecil drop tegangan yang terjadi.

#### **4.2.Kapasitor**

Salah satu elemen kompensator statis yang umum dipergunakan dalam sistem distribusi adalah kapasitor. Kapasitor dalam sistem daya akan menimbulkan daya reaktif untuk memperbaiki factor daya dan tegangan. Pengaruh perbaikan factor daya akan mengurangi besar arus yang mengalir ke beban, dengan demikian rugi-rugi tembaga akan diperkecil serta meningkatkan kapasitas sistem.

Penerapan kapasitor pada jaringan tenaga listrik dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu secara seri dan paralel. Baik secara seri maupun paralel dapat digunakan untuk tujuan yang sama, perbedaannya hanya terletak pada hubungan antara daya reaktif terhadap arus dan tegangan. " dalam kapasitor seri daya reaktif sebanding dengan kwadrat tegangan.

#### **4.3. Kompesator Dengan Memakai Thyristor**

Ada dua jenis kompesator dengan memakai thyristor, yakni

1. Fixed capasitor with Control Reaktor ( FCCR ).
2. Switch capasitor and control Reaktor ( SCCR )

Kedua jenis kompesator ini sama-sama dipakai untuk memperbaiki faktro

daya dan tegangan. Pada kompensator ini sama-sama dipakai untuk memperbaiki faktor daya dan tegangan. Pada kompesator jenis pertama ( FCCR ), kapasitor yang dipakai sebagai sumber daya reaktif sudah tertentu besarnya ( fixed ), jadi pengaturan suplai daya reaktif diatur dengan mengatur reaktor yang diswitch dengan thyristor, sebagai beban reaktif sam-sama dapat diatur dengan mengatru kontrol thyristor.

#### **1.Karakteristik Thyristor.**

Thyristor atau silicon controlled Retifier ( SCR ), adalah semi konduktor yang mempunyai empat lapisan yang terbuat dari bahan silicon dengan terminal anoda, katoda, gate.

Apabila tegangan positif diberikan pada anoda thyristor dan tegangan negatif pada katoda thyristor dengan arus gate nol, maka praktis tidak arus yang mengalir karena penghubung ( junction )  $J_2$  dalam keadaan menyumbat, dan arus yang mengalir hanya arus bocor. Thyristor yang telah masuk ke keadaan menghantar, akan bersifat menghantar terus walaupun arus gate tidak diberikan. Untuk menghentikan keadaan ini , adalah dengan jalan menurunkan arus anoda ke suatu harga diamna penghubung ( junction ) tidak dapat melalukan arus. Arus minimum yang diperlukan oleh penghubung-penghubung ( junctions ) untk dapat melalukan arus disebut gengam ( holding current ). Thyristor juga tidak akan bekerja jika tegangan antara anoda dan katoda nol atau lebih negatif.

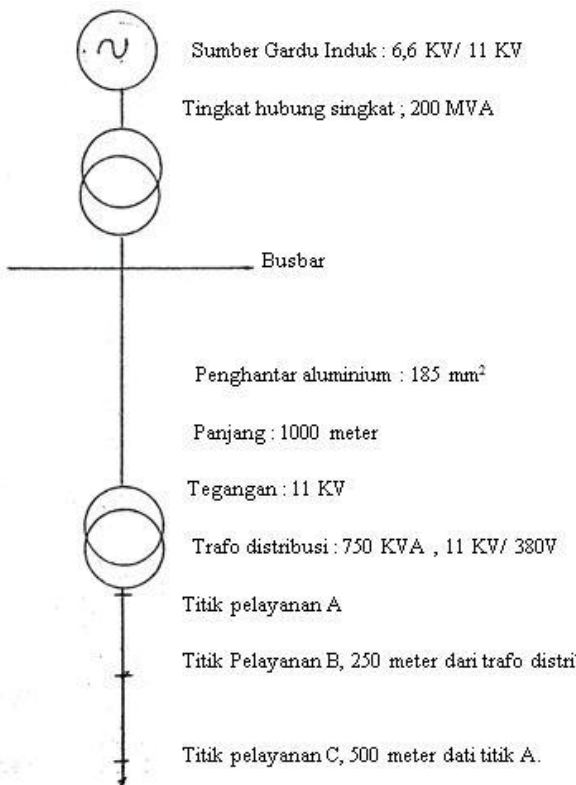
#### **2.Thyristor Sebagai Switch.**

Penggunaan thyristor memungkinkan untuk menghubungkan atau memutuskan ( trun-on / trun-off ) sumber arus bolak-balik kesuatu beban dengan cepat dan efisien. Metode pengontrolan ini disebut pengontrolan phasa thyristor .

#### **4.4.PERHITUNGAN**

##### **1. Fluktuasi Tegangan Akibat Start Motor Induksi Secara Langsung.**

Contoh perhitungan dilakukan pada suatu system seperti gambar dibawah . Semua harga merupakan pemisalan. Perhitungan dilaksanakan untuk pemasangan motor pada titik pelayanan A,B, dan C, Secara bergantian, untuk mendapatkan besar fluktuasi tegangan yang dihasilkan motor pada titik pelayanan berbeda.



**Table 4.1 Data-data Impedansi Jaringan. (Di pandang Terhadap 380 Volt)**

Hantaran	Tahanan (ohm)	Reaktansi ( Ohm )
Dari sumber ke busbar 11 KV	-	0,00094
Pada kabel 11 KV	0,00025	0,00012
Pada transformator	0,00313	0,0115
Pada kabel tegangan rendah, dari gardu distributor sampai titik pelayanan		
A	-	-
B	0,0515	0,0185
C	0,103	0,037

Data-data motor induksi 3 fasa :

Daya motor : 35 KW

Cos  $\phi$  : 0.95 lagging.

Efisiensi : 0.95

Pada saat start Cos  $\phi$  : 0.3 lagging

$I_{start} = 5 \times I_{nominal}$ .

a. Untuk Pemasangan Motor Pada Titik A

$$I_n = \frac{P}{1,732 \cdot V_{1-1} \cdot \cos \phi}$$

$$I_n = \frac{35.000}{1,732 \cdot 380 \cdot 0,95 \cdot 0,95} = 58,95$$

Jika ditentukan :  $I_{start} (st) = I_{nominal} (n) \times 5$

$$I_{st} = 5 \times 58,92 = 294,6 \text{ A}$$

Maka besarnya fluktuasi tegangan, adalah :

$$V_f = \frac{\Delta V}{V_s} = \frac{I (R \cdot \cos \phi + X \cdot \sin \phi)}{V_s} \times 100 \%$$

$$= \frac{294,6 (0,00338 \cdot 0,3 + 0,01256 \cdot 0,954)}{\frac{380}{1,732}}$$

$$= 1,75 \%$$

b. Untuk Pemasangan Motor pada Titik C. Dengan Cara yang sama, akan diperoleh :

$$V_f = \frac{294,6 (0,00338 \cdot 0,3 + 0,03106 \cdot 0,954)}{\frac{380}{1,732}} \times 100 \%$$

$$= 6,19 \%$$

c. Untuk Pemasangan Motor pada Titik C Dengan cara yang sama, akan diperoleh :

$$V_f = \frac{294,6 (0,00338 \cdot 0,3 + 0,04956 \cdot 0,954)}{\frac{380}{1,732}} \times 100 \%$$

$$= 10,6 \%$$

2. Batas pemasangan Motor Induksi Start Langsung Berdasarkan Batas Flicker Yang diijinkan .

Perhitungan seperti diatas, dengan batas flicker yang diijinkan 4 % dan  $1 \frac{1}{2}$  %.

a. Untuk Pemasangan Motor Pada Titik A .

- Untuk batas flicker yang diijinkan,  $V_f = 4 \%$ , dengan factor daya dan efisiensi, masing-masing 0,95.

$$V_f = \frac{\Delta V}{V_s}$$

$$\Delta V = V_f \cdot V_s$$

$$= 0,04 \times \frac{380}{1,732} = 8,776 \text{ volt}$$

$$\text{Dan } \Delta V = I_{st} = ( R \cdot \cos \phi + X \cdot \sin \phi )$$

$$8,779 = I_{st} (0,012996 )$$

Jika  $I_{st} = 5 \times I_n$ , didapat  $I_n = 135,06$  ampere

Dengan demikian besarnya daya motor :

$$P = 1,732 \cdot 380 \cdot 135,06 \cdot 0,95 \cdot 0,95 = 80,22 \text{ KW}$$

- Untuk batas flicker yang diijinkan,  $V_f = 1 \frac{1}{2} \%$ .

Maka;

$$\Delta V = 0,015 \times \frac{380}{1,732} = 3,291 \text{ volt}$$

$$\text{Dan } 3,291 = I_{st} (0,012996)$$

Sehingga  $I_{st} = 253,23$  ampere

$$I_n = 50,66 \text{ ampere}$$

Dengan Demikian besar nya daya motor :

$$P = 1,732 \cdot 380 \cdot 50,66 \cdot 0,95 \cdot 0,95 = 30,09 \text{ KW.}$$

b. Untuk Pemasangan Pada Titik B

- Untuk batas Flicker yang diijinkan,  $V_f = 4 \%$

$$\text{Maka ; } 8,776 = I_{st} (0,04609)$$

$$I_{st} = 190,39 \text{ ampere}$$

$$I_n = 38,08 \text{ ampere}$$

Sehingga besar daya motor adalah :

$$P = 1,732 \cdot 380,08 \cdot 50,66 \cdot 0,95 \cdot 0,95 = 22,62 \text{ KW.}$$

- Untuk batas flicker yang diijinkan,  $V_f = 1 \frac{1}{2} \%$ .

$$\text{Maka; } 3,291 = I_{st} (0,046095)$$

$$I_{st} = 71,40 \text{ ampere}$$

$$I_n = 14,28 \text{ ampere}$$

Dengan daya motor adalah :

$$P = 1,732 \cdot 380 \cdot 14,28 \cdot 0,95 \cdot 0,95 = 8,48 \text{ KW.}$$

c. Untuk Pemasangan Pada Titik C

- Untuk batas Flicker yang diijinkan,  $V_f = 4 \%$

$$8,776 = I_{st} (0,0792)$$

$$I_{st} = 110,81 \text{ ampere}$$

$$I_n = 22,2 \text{ ampere}$$

Maka besar daya motor adalah :

$$P = 1,732 \cdot 380,08 \cdot 22,2 \cdot 0,95 \cdot 0,95 = 13,19 \text{ KW.}$$

- Untuk batas flicker yang diijinkan,  $V_f = 1 \frac{1}{2} \%$ .

$$3,291 = I_{st} (0,0792)$$

$$I_{st} = 41,55 \text{ ampere}$$

$$I_n = 8,31 \text{ ampere}$$

Maka besar daya motor adalah :

$$P = 1,732 \cdot 380 \cdot 8,31 \cdot 0,95 \cdot 0,95$$

$$= 4,94 \text{ KW.}$$

Dari hasil perhitungan diatas, diharapkan pemasangan motor tidak melampaui batas ukuran yang diperbolehkan sehingga tidak menimbulkan flicker yang mengganggu.

3. Tingkat Pengaruh Flicker Akibat Pengoperasian Dapur Listrik.

Data-data dapur Listrik :

Dapur Listrik 1 = 4 MVA

Dapur Listrik 2 = 3 MVA

Data-data hubung singkat :

- Pada busbar 20 KV = 500 MVA

- Pada dapur listrik

Dapur listrik 1= 10 MVA

Dapur listrik 2= 7,5 MVA

- Saat system melayani dapur listri 1.

$$V_t = \frac{S_t}{S_c} \times 100 \% = \frac{10}{500} \times 100 \% = 2 \%$$

Dengan melihat gambar 4-4, didapat bahwa dapur listrik belum flicker yang mengganggu.

- Saat system melayani dapur listrik 1 dan 2 .

$$V_t = \frac{S_t}{S_c} \times 100 \% = \frac{10+7,5}{500 \times 1,18} \times 100 \% = 2,966 \%$$

4. Flicker Akibat Pengoperasian Las Listrik.

a. Besar persentase flicker yang terjadi.

Las listrik dihubungkan pada system seperti diatas, dengan data-data las listrik adalah :

Daya las listrik : 120 KVA

Frekwensi flicker : 5 kali per menit

Factor daya : 0,5.

Besarnya persentase flicker pada masing-masing titik A,B, dan C dapat dihitung :

$$V_f = \frac{KVA (R.Cos \phi + X.Sin \phi)}{10 (KV)^2}$$

Pada titik A

$$V_f = \frac{120 (0,00338 \cdot 0,5 + 0,01256 \cdot 0,866)}{10 (0,380)^2} = 1,044 \%$$

Pada titik B

$$V_f = \frac{120 (0,05488 \cdot 0,5 + 0,03106 \cdot 0,866)}{10 (0,380)^2} = 4,516 \%$$

Pada titik C

$$V_f = \frac{120 (0,10638 \cdot 0,5 + 0,04956 \cdot 0,866)}{10 (0,380)^2}$$

$$= 7,987 \%$$

Dengan menghubungkan hasil perhitungan dengan kurva pada Gambar 3-4, maka dapat dikatakan bahwa pemasangan las listrik pada titik A belum menimbulkan flicker yang ditolak. Sedangkan pemasangan las listrik pada titik B dan C telah menimbulkan flicker yang ditolak ( tidak diijinkan ).

#### 5. Batas Pemasangan las Listrik Berdasarkan Flicker Yang Diiijinkan.

Batas persentase flicker yang diijinkan untuk frekwensi 5 kali per menit adalah sebesar kurang dari 1,3 %. Dengan batasan ini akan dihitung batas pemasangan las listrik dengan suatu ukuran yang belum menimbulkan flicker yang ditolak .

a. Pemasangan pada titik A.

Besarnya flicker adalah :

$$V_f = \frac{KVA (R.Cos \phi + X.Sin \phi)}{10 (KV)^2}$$

$$\text{Maka KVA} = \frac{V_f \cdot 10 (KV)^2}{(R.Cos \phi + X.Sin \phi)}$$

$$= \frac{1,3 \cdot 10 \cdot (0,380)^2}{0,01257}$$

$$= 149,33 \text{ KVA}$$

b. Pemasangan pada titik B

$$KVA = \frac{1,3 \cdot 10 \cdot (0,380)^2}{0,05434}$$

$$= 34,55 \text{ KVA}$$

c. Pemasangan pada titik C

$$KVA = \frac{1,3 \cdot 10 \cdot (0,380)^2}{0,09611}$$

$$= 19,53 \text{ KVA}$$

Dari perhitungan yang dilakukan dapat diketahui ukuran KVA las listrik yang belum menimbulkan flicker yang ditolak, maka untuk pemasangan pada :

Titik A dibatasi lebih kecil dari 149,33 KVA

Titik B dibatasi lebih kecil dari 34,55 KVA

Titik C dibatasi lebih kecil dari 19,53 KVA

## V.KESIMPULAN

1. Sampai dengan batas-batas flicker yang diizinkan, secara umum peralatan listrik belum mengalami gangguan.
2. Ditinjau dari keseluruhan penyebab turunnya mutu pelayanan tenaga listrik, hanya flicker yang disamping merusak kerja dan hasil kerja peralatan listrik juga menimbulkan gangguan penglihatan pada mata manusia.
3. Flicker lebih banyak menimbulkan gangguan bila dibandingkan dengan voltage dip, untuk besar fluktuasi tegangan yang sama.
4. Ditinjau dari frekwensi flicker, maka urutan dari peralatan yang paling besar tingkat pengaruh gangguannya adalah :
  - 1) Dapur listrik
  - 2) Las listrik
  - 3) Motor listrik
5. Pihak perusahaan listrik dapat mengambil langkah penanggulangan terhadap timbulnya flicker yang terjadi, sampai pada batas-batas yang diizinkan. Adapun langkah-langkah tersebut adalah :
  - Membatasi penyambungan peralatan listrik dengan besar daya tertentu, yang dapat menimbulkan flicker pada jaringan pelayanan.
  - Membuat feeder baru yang khusus untuk melayani peralatan yang dapat menimbulkan flicker.
  - Menggunakan kompensator untuk meredam flicker yang terjadi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Theraja, B.L. " Text Book of Electrical Technology" New Delhi 1982.
- [2] Griskom, S.B. : "Lamp Flicker On Power System",  
Electrical Transmission and Distribution Reference Book, Westinghouse 1950.
- [3] Uppal, S.L.D.R. " Elektrical Power:", New Delhi 1985.
- [4] Pabla, A.S.: " Elektircal Power Distribution System",

- Tata McGraw-Hill Publishing  
Company Limited, New Delhi  
1983.
- [5] Sugandhi,RK. " Thyristor Theory and Applications  
", John WILEY & Sons, 1984.
- [6] Berde,MS. : Thyristor Engineering ",  
Khanna  
Publishers, New Delhi 1984.
- [7] IEEE Recommended Practice for  
Electrical power  
Distribution for Industrial Plants,  
December 12, 1975.
- [8] IEEE Recommended Practice for  
Electrical Power  
Systems in Commercial Buildings,  
September 17, 1981.
- [9] Jones,K.M. " The Supression of Voltage  
Fluctuations Arising from Arc  
Furnaces and Other Distrurbing  
Loads ", CEPSI 1980.
- [10] Application of Thyristor ( SCR ), Fuji  
Electric Co,  
Ltd. Tokyo, Japan.
- [11] Turan Gonem, " Ellectrical Power  
Distribution  
System Engineering ", McGraw-  
Hill, 1986.