

# Kualitas Daya Listrik (*Power Quality*)

- 
- Dr. Giri Wiyono, M.T.
  - Jurusan Pend. Teknik Elektro, Fakultas Teknik
  - Universitas Negeri Yogyakarta
    - HP: 0812 2745354
    - giriwiyono@uny.ac.id



# Perkembangan Teknologi

- Karakteristik elektris baru
- Mempengaruhi sistem suplai energi listrik ke konsumen
- Menimbulkan masalah pada **Kualitas Daya Listrik**



# Masalah Kualitas Daya Listrik

- Terjadi penyimpangan pada parameter:
  - Tegangan listrik
  - Arus listrik
  - Frekuensi
- Memperburuk kualitas daya listrik
- Terjadinya kegagalan atau salah operasi pada peralatan listrik di konsumen (**mal-operation**)



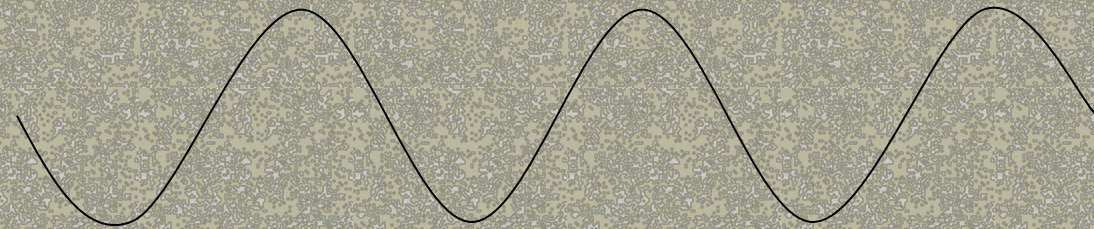
# Harmonik

- Tegangan yang mempunyai frekuensi sebanding atau sama dengan frekuensi sistem tenaga listrik merupakan bentuk gelombang frekuensi dasar (50 Hz).
- **Realitasnya**, Tidak semua tegangan dan arus pada sistem tenaga listrik mempunyai gelombang sinusoidal sebanding dengan suatu frekuensi, yang beroperasi pada sistem tsb (50 Hz).

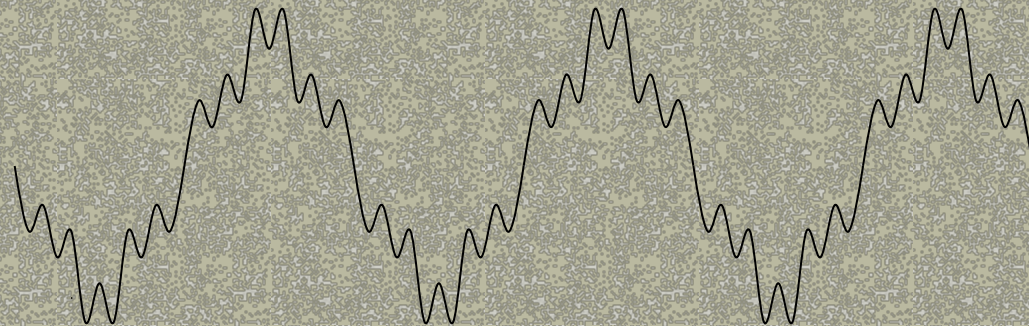


# Gelombang Harmonik

- Gelombang lain dengan frekuensi berbagai bilangan bulat pada frekuensi dasar (*100Hz, 150Hz, 200Hz, dll*).
- Pengali bilangan bulat menggambarkan order harmonik.
- **Distorsi terjadi karena** penambahan harmonik pada frekuensi dasar (**50Hz**) mengakibatkan bentuk gelombang menjadi non-sinusoidal.



Gambar gelombang sinusoidal dengan amplitudo 10% dalam orde harmonik ke-3 (H-3)



Gambar gelombang sinus dengan menambahkan amplitudo yang sebanding pada harmonik ke-5, ke-7, ke-9, ke-11, ke-13 (H-3, 5, 7, 9, 11, 13)



# Prinsip Dasar Harmonik

- **Harmonik** adalah gejala pembentukan gelombang-gelombang dengan frekuensi berbeda yang merupakan perkalian bilangan bulat dengan frekuensi dasarnya.
- Suatu karakteristik komponen yang mengakibatkan perubahan bentuk gelombang arus dan tegangan dari yang seharusnya (**distorsi gelombang**).



# Distorsi Harmonik

- Harmonik merupakan gejala pembentukan gelombang dengan frekuensi yang bukan frekuensi dasarnya.
- Gelombang harmonik menumpang pada gelombang dasarnya sehingga terbentuk gelombang yang terdistorsi.





# Distorsi Harmonik

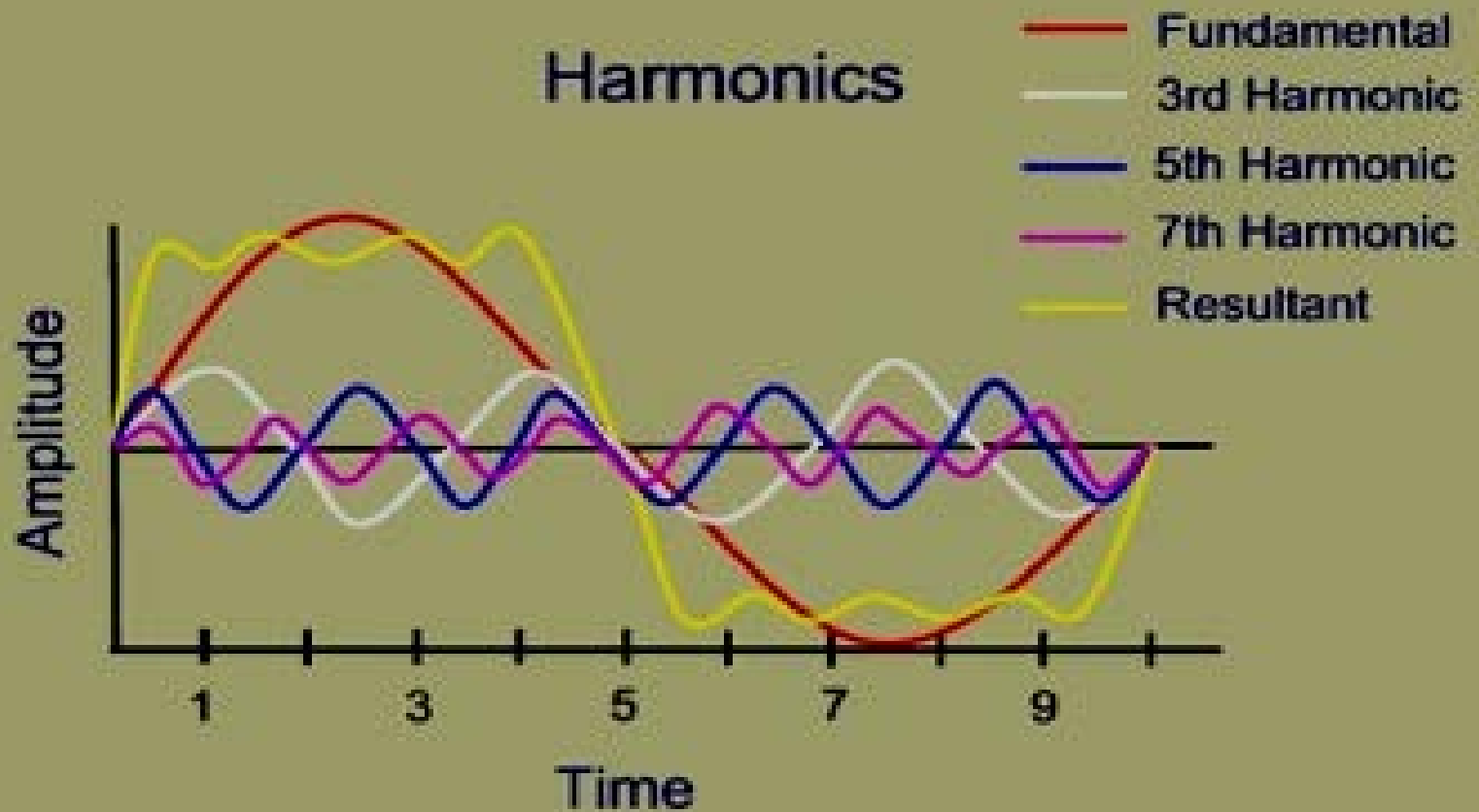
- Gelombang arus dan tegangan pada awalnya berbentuk sinusoidal
- Adanya beban non linier.
- Gelombang arus dan tegangan menjadi berbentuk non-sinusoidal
- Terjadi distorsi harmonik.
- **Memperburuk kualitas daya listrik.**



# Distorsi Harmonik

- Penyebabnya beban non linier.
- Beban yang memiliki karakteristik arus yang tidak proporsional dengan tegangannya.
- Beban non linier ada pada peralatan:
  - Motor berputar, transformator
  - Peralatan elektronika daya,
  - Ballast elektronik, komputer,
  - Bahan semikonduktor

# Gelombang Terdistorsi





## Kerusakan yang disebabkan oleh Harmonik, yaitu:

- Panas mesin; mesin listrik karena rugi histerisis dan arus eddy yg meningkat.
- Turunnya torsi motor karena harmonik urutan negatif.
- Kegagalan fungsi relay (trip sendiri)
- Terjadinya resonansi antara kapasitor bank dan generator/transformator shg mengganggu sistem tenaga listrik.



# Kerusakan yang disebabkan oleh Harmonik, yaitu:

- Turunnya efisiensi karena rugi daya.
- Kesalahan dalam pembacaan alat ukur meter konvensional (KWh meter)
- Terjadinya panas pada transformator sehingga menurunkan efisiensi trafo dan akibatnya trafo bisa terbakar.
- Terjadinya pada saluran netral dan kawat netral



# Beban Linier

- Awal perkembangan sistem tenaga listrik, beban-beban yang digunakan hanya pemanas, lampu pijar, dan sistem penerangan lainnya.
- Beban ini disebut beban linier karena karakteristiknya jauh lebih toleran terhadap penyimpangan gelombang arus, tegangan, dan frekuensi.



# Beban Non Linier

- Suatu jenis beban listrik yang menimbulkan bentuk gelombang arus dan tegangan yang tidak proporsional dengan tegangan sumber dan mengalami distorsi atau non-sinusoidal



# Beban Non Linier

- Beban non linier menimbulkan distorsi atau kecacatan bentuk gelombang sumber yang awalnya gelombang sinus murni dan kecacatan gelombang ini akan menimbulkan harmonisa.
- Beban non linier menimbulkan perkalian frekuensi dasar (*harmonisa*) yang sangat mempengaruhi bentuk gelombang dasarnya.





# Beban Non Linier

- Beban pada Industri
  - Motor berputar, transformator.
  - Peralatan elda: konverter, inverter.
- Beban pada perkantoran
  - Ballast, komputer, semikonduktor.
- Beban rumah tangga
  - Ballast, komputer, semikonduktor.



# Efek Kualitas Daya Listrik

- Voltage dips
- Transiens
- Harmonics
- Flicker
- Voltage unbalance
- Waveform distortion
- Voltage fluctuation
- Power frequency variation



# Solusi Masalah Kualitas Daya Listrik

- Earthing
- Standby UPS, On line UPS
- Local on embedded generation
- Transfer switches
- Active filters
- Passsive filters
- Energy storage system
- Ferro resonant transformers



# Standar Kualitas Daya Listrik

- Tegangan: 198 – 231 Volt  
330,6 – 402,8 Volt
- Frekuensi: 49,5 – 50,5 Hz.
- Tegangan THD: 5%
- Arus THD: 5%
- Arus grounding: 300 mA.
- Faktor Daya ( $\text{Cos } \varphi$ ):  $> 0,85$



# Tugas Individual

- Buat makalah yang berkaitan dengan Kualitas Daya Listrik
- Sistematika makalah
  1. Permasalahan yang berkaitan dengan kualitas daya listrik.
  2. Kajian teori untuk pemecahan masalah tsb
  3. Pembahasan (perhitungan dan studi kasus)
  4. Kesimpulan
  5. Daftar Pustaka
- Makalah dikumpulkan *softcopy* dan *hardcopy*.  
Senin 3 Juni 2013