



HIGH VOLTAGE (equipment & testing)

HASBULLAH, M.T

TEKNIK PEMBANGKITAN PENGUJIAN TEGANGAN TINGGI

- Tegangan Tinggi Normal
 - Tegangan yang dapat ditahan oleh sistem tersebut untuk waktu tak terhingga
- Tegangan Tinggi Lebih (Gangguan)
 - Hanya dapat ditahan oleh sistem dalam waktu terbatas

Tegangan Tinggi Lebih

- Aperiodik
Bentuk Gelombang Tegangan: Impuls
 - Petir
 - Switching
- Periodik
Bentuk Gelombang Tegangan: Sinusoidal 50 Hz
 - Overvoltage

Berdasarkan Kejadiannya

- Alamiah
Dari luar sistem
 - Petir
- Buatan
Dari dalam sistem
 - Switching
 - Man made overvoltage

Dasar-Dasar Pengujian TT

- Kegagalan alat listrik → kegagalan Isolasinya
- Kegagalan Isolasi karena :
 - Waktu pemakaian
 - Kerusakan Mekanis
 - Penurunan Kekuatan Dielektrik
 - Terkena Tegangan Lebih

Tujuan Pengujian TT

- Menemukan bahan yg tidak baik
 - kualitas tidak baik
 - Salah cara pembuatannya
- Memberi jaminan
 - Alat-alat dapat dipakai pada tegangan normal pada waktu yang tidak terbatas (sesuai umur/masa pakai)
 - Alat-alat dapat tahan terhadap tegangan lebih pada waktu yang terbatas.

Jenis Pengujian

- Pengujian Tak Merusak (Non-Destructive)
 - Pengukuran Tahanan Isolasi
 - Pengukuran Faktor Daya Dielektrik ($\tan \delta$)
 - Pengukuran Korona
- Pengujian Merusak (Destructive)
 - Pengujian Ketahanan (Withstand Test)
 - Pengujian Pelepasan (Discharge Test)
 - Pengujian Kegagalan (Breakdown Test)

Kenaikan Tegangan

1. Tegangan dinaikkan sampai tegangan tertentu untuk waktu tertentu.
2. Tegangan dinaikkan sampai terjadi pelepasan.
3. Tegangan dinaikkan sampai gagal / breakdown.

Pengertian Dasar

- **Discharge** covers the phenomena associated with failure of insulation under dielectric stress which includes a collapse of voltage and passage of current.
- **Sparkover** applies to a discharge through air or gas which does not involve the surfaces of insulating materials. (e.g. pelepasan sela bola)
- **Flashover** applies to a discharge through air or gas along, or very close to, the surface of insulating materials. (e.g. pelepasan di pengujian isolator)

Macam Pengujian

A. Endurance Test

Pada tegangan nominal dan frekuensi tertentu. Untuk mengetahui pengaruh suhu, kerugian dan partial discharge.

B. Pengujian 1 menit

Mengetahui nilai isolasi dari peralatan.

C. Pengujian AC

Untuk mengetahui ketahanan terhadap over voltage saat gangguan.

D. Pengujian DC

Untuk mengetahui kekuatan dielektrik bahan

E. Pengujian Impulse

Untuk mengetahui pengaruh tegangan gangguan surja petir dan surja hubung

Sumber Tegangan

- Sumber Tegangan Tinggi AC 50 HZ
 - Trafo Uji Tegangan Tinggi
 - Seri Resonan
 - Resonan Seri
- Sumber Tegangan Tinggi AC frekuensi tinggi
 - Tesla Coil (Gulungan Tesla)
- Sumber Tegangan DC
 - Penyearah (Half Wave dan Full Wave)
 - Villard
 - Greinacher
 - Kaskade
- Sumber Tegangan Impuls
 - Generator Impuls (Marx Generator)

Pengujian Tak Merusak

- Faktor Daya Dielektrik ($\tan \delta$)
 - Jembatan Schering
- Tahanan Isolasi
 - Megger (Mega Ohm Meter)

Pengukuran Tegangan Tinggi

| Jenis Tegangan | Cara/Teknik Mengukur |
|------------------|--|
| Tegangan DC | <ul style="list-style-type: none">• μ Ampere meter (Tahanan Seri)• Pembagi Tegangan (Resistor) |
| Tegangan AC | <ul style="list-style-type: none">• Pembagi Tegangan (Resistor)• Pembagi Tegangan (Kapasitor)• Meter arus dgn Impedansi Seri |
| Tegangan Impulse | <ul style="list-style-type: none">• Voltmeter Sela Bola• Oscilloscope |

Penurunan Tegangan dan Penaikan Tegangan

A. Penurunan Tegangan (Voltage Sags)

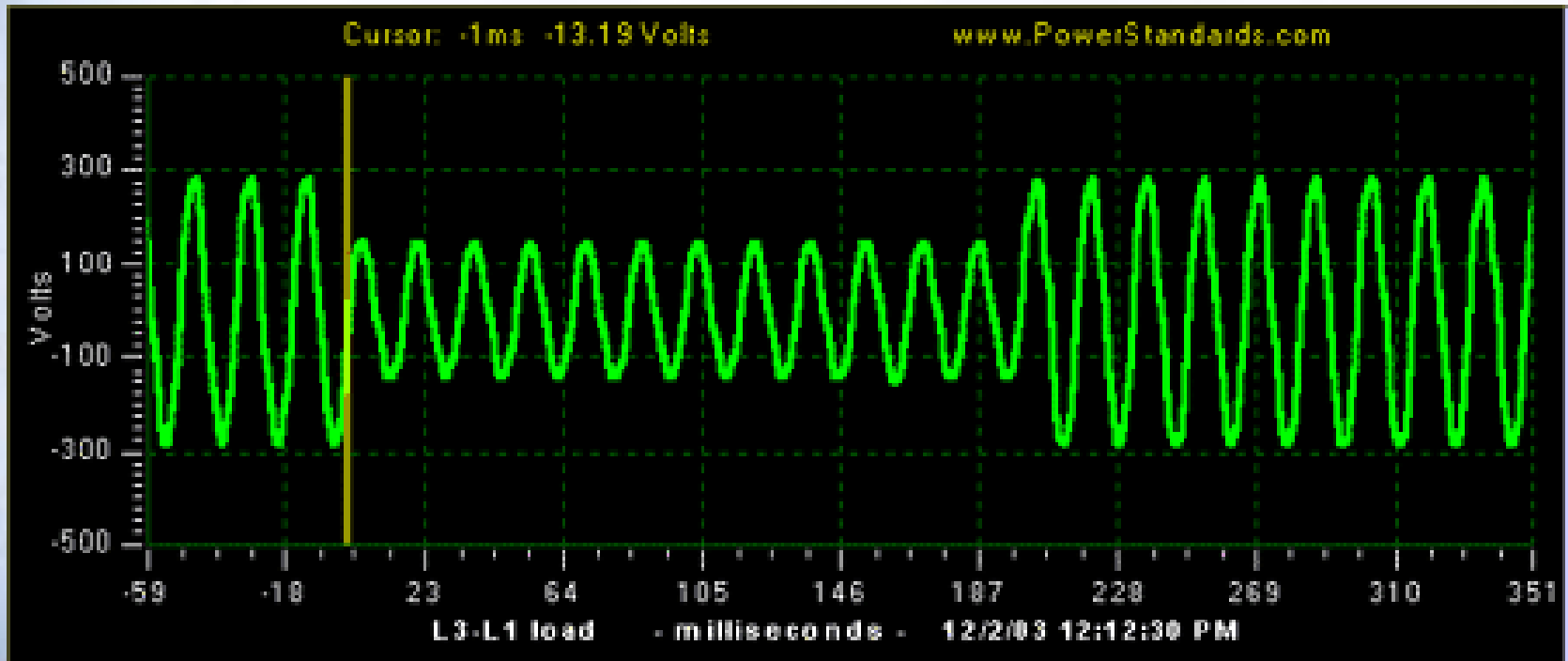
- Definisi
- Sebab-sebab
- Sumber-sumber

B. Penaikan Tegangan (Voltage Swells)

- Definisi
- Sebab-sebab
- Transient

Voltage Sags

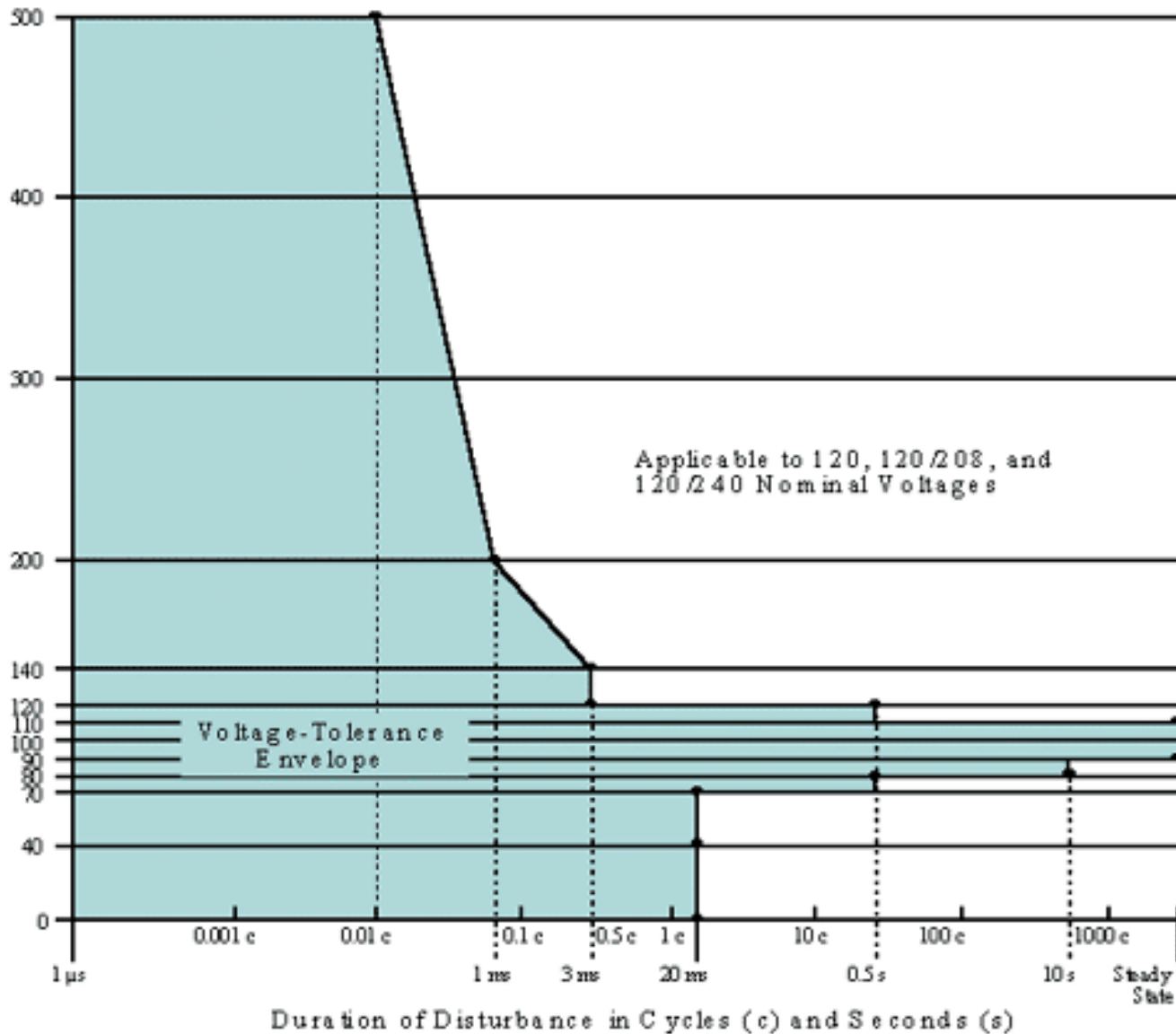
Voltage sags (dips) adalah penurunan tegangan dalam waktu singkat biasanya berlangsung satu periode sampai 1 detik. (puluhan miliseconds atau ratusan miliseconds)



Penyebab Voltage Sags

- Kenaikan beban (arus) secara tiba-tiba yang diakibatkan adanya:
 - Gangguan hubung singkat
 - Starting peralatan (motors, heaters dll)
- Kenaikan impedansi sumber (biasanya karena koneksi yang kurang baik)

IT Industry Tolerance Curves



Sumber-sumber Voltage Sags

- Internal Facilities
 - Starting beban-beban besar
 - Pengkawatan/pengkabelan yang kurang baik
 - Gangguan (short circuits)
- Utilities
 - Gangguan salah satu facilities yang terhubung dalam utility yang sama
 - Kegagalan Voltage Regulator

Voltage Swells

Voltage Swells adalah kebalikan daripada **Voltage Sags**. Artinya kenaikan tegangan dalam waktu yang singkat (periodenya sama dengan voltage sags)

Penyebab Voltage Swells

- Penurunan beban secara tiba-tiba (dalam jumlah yang significant) dan voltage regulator kurang cepat respons
- Buruknya koneksi netral

Transient Over Voltage

Transient overvoltages adalah kenaikan tegangan dalam waktu singkat dengan frequency tinggi pada catu daya AC

Transient Secara Umum

Secara umum, ada dua macam Transient Overvoltage, yaitu:

- low frequency transients
- high-frequency transients
- Extremely Fast Transients

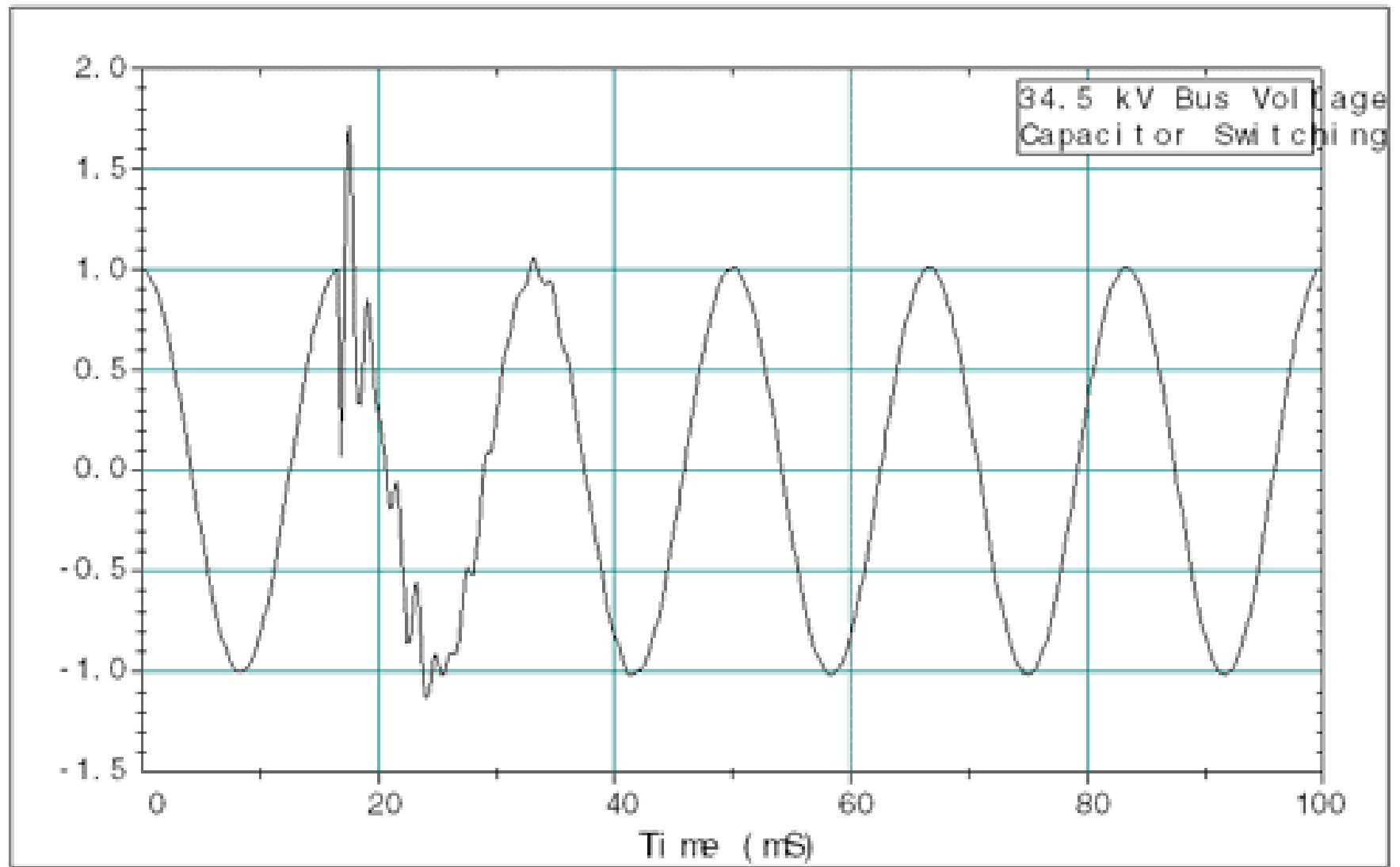
Low Frequency Transient

low frequency transients dengan komponen frequency beberapa ratus hertz yang biasanya disebabkan oleh capacitor switching. (Capacitor Switching Transient)

Low Frequency Transient

Low frequency transients Terjadi jika capacitor melepaskan muatan untuk melakukan perbaikan power factor pada jala-jala. Inductance yang ada di jala-jala kemudian menyebabkan resonansi yang terjadi pada frequency 400-600 hertz pada sistem distribusi. Hal ini akan menyebabkan adanya gelombang exponential teredam. Puncak gelombang ini secara teoritis tidak akan melebihi 2x nilai puncak gelombang fundamental. Biasanya 120%-140%. Akan tetapi, nilai ini akan berlipat jika terjadi resonansi dengan capacitor yang lain.

Capacitor Transient



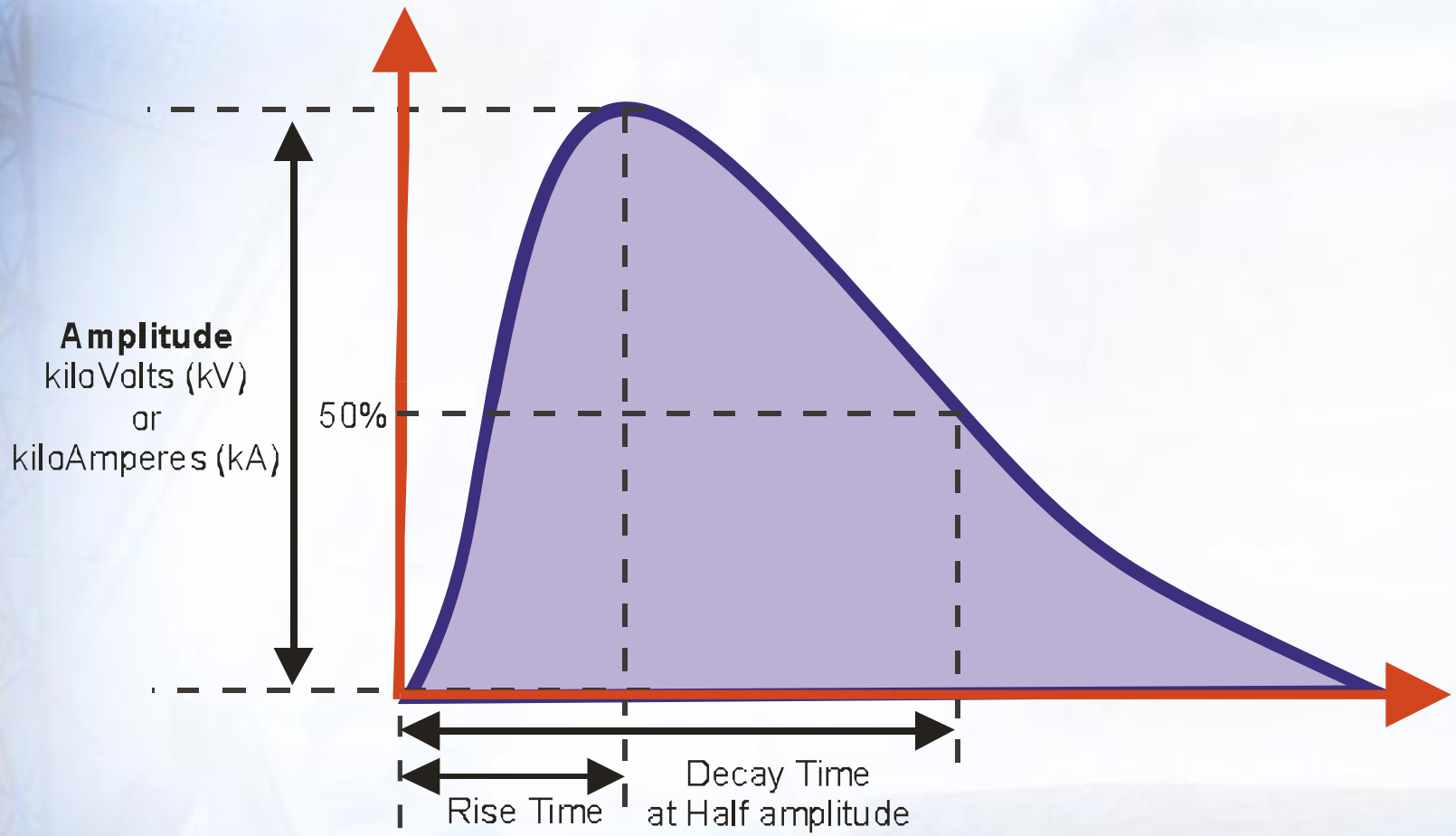
High Frequency Transient

high-frequency transients dengan komponen frequency beberapa ratus kilo-hertz yang biasanya disebabkan oleh inductive loads atau petir (impulse, spike, surge)

High Frequency Transient

High frequency transients. Dapat disebabkan petir, atau pemutusan beban inductive. Rise-time-nya umumnya berlangsung dalam orde microsecond, decay-time-nya berlangsung dalam orde puluhan sampai ratusan microsecond. Kadang, decay-nya berupa gelombang osilasi yang teredam secara exponential dengan frequency sekitar 100 kHz yang sesuai dengan frequency inductor/capacitor equivalent model dari jala-jala listrik tegangan rendah. Puncaknya bisa ratusan samapi ribuan volts , arus yang dihasilkan bisa mencapai beberapa ribu ampere.

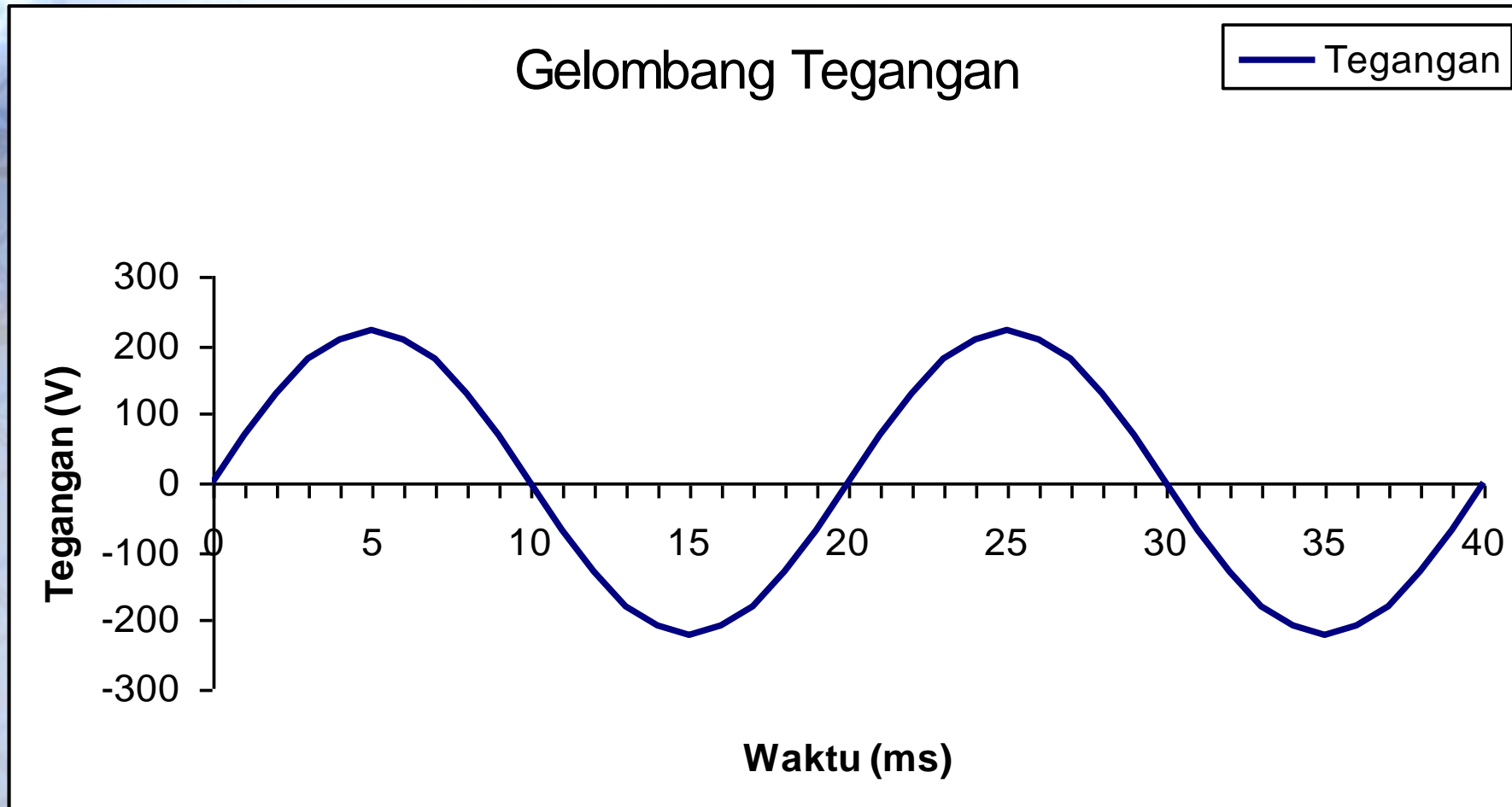
Transient Petir



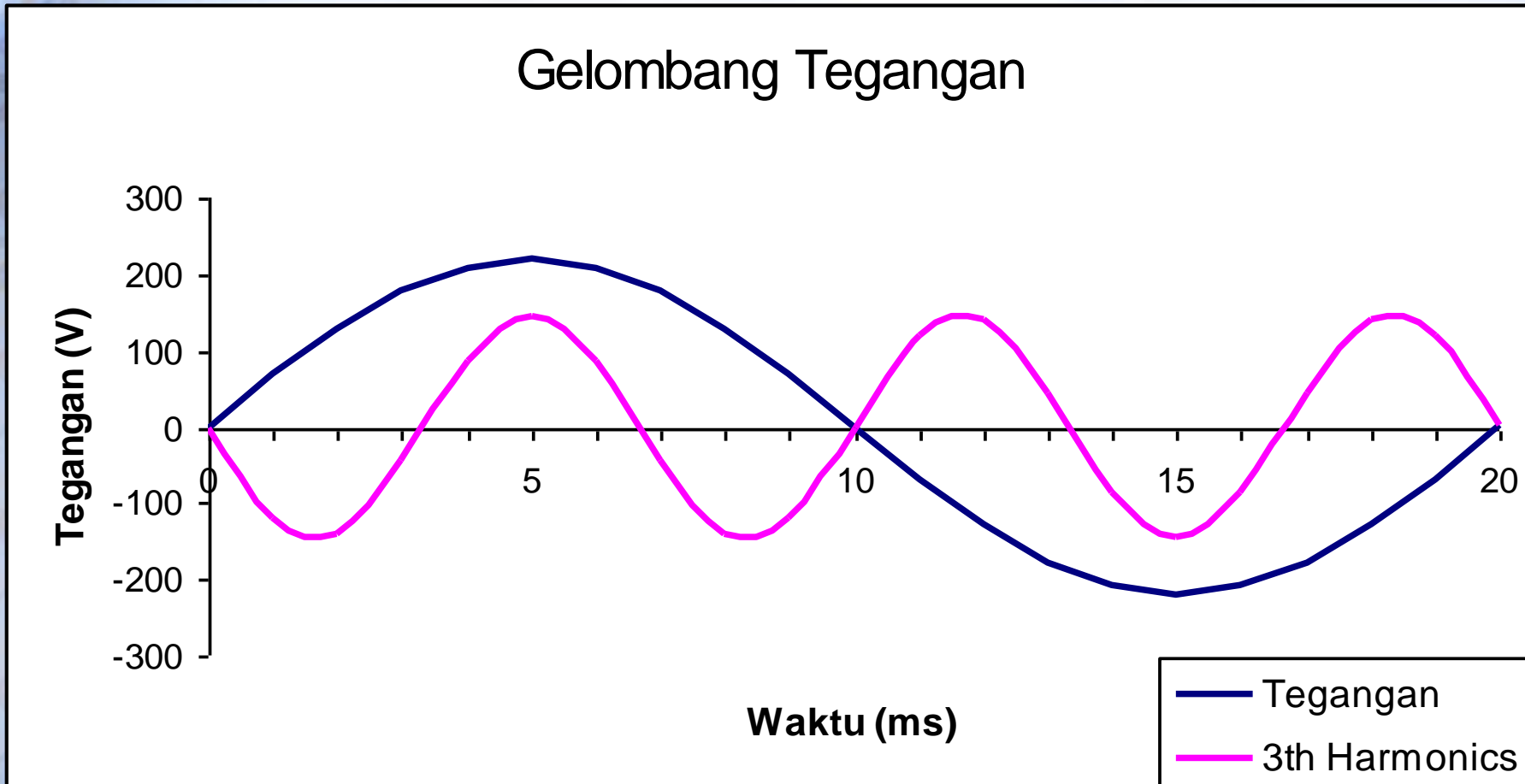
Extremely Fast Transients,

- **Extremely Fast Transients**, atau **EFT**, memiliki waktu naik (rise time) dan waktu turun (fall time) dalam orde nanosecond. Transient ini dapat disebabkan oleh adanya arcing faults seperti jeleknya sikat pada motor dan dapat segera teredam.

Harmonics



Voltage wave





TERIMA KASIH