



INSTALASI LISTRIK

JATUH TEGANGAN INSTALASI LISTRIK

Wike Handini

SUSUT/JATUH TEGANGAN (*DROP VOLTAGE*)

- ✓ Dalam penyaluran tenaga listrik dari suatu sumber ke beban pada suatu instalasi, akan terjadi suatu perbedaan tegangan antara tegangan di sisi sumber dan tegangan di sisi beban. Dimana tegangan pada sisi sumber lebih besar dari pada tegangan di sisi beban.
- ✓ Hal ini disebabkan oleh adanya susut tegangan (*drop voltage*) di dalam sistem instalasinya. Susut tegangan antara terminal konsumen dan sembarang titik dari instalasi tidak boleh melebihi 4% dari tegangan pengenal pada terminal konsumen (PUIL 2011 5.2.5 halaman 283).

PENYEBAB JATUH TEGANGAN

- ✓ Jarak antara sumber dengan beban
Semakin panjang sebuah penghantar, maka nilai tahanan dalamnya akan makin besar. Dengan demikian, risiko terjadinya susut tegangan pun menjadi makin besar.
- ✓ Ukuran luas penampang/diameter penghantar
Penghantar dengan luas penampang yang lebih kecil memiliki resistansi yang lebih tinggi dibandingkan penghantar dengan luas penampang yang lebih besar. Artinya, untuk arus yang sama, penghantar dengan luas penampang lebih kecil akan mengalami jatuh tegangan yang lebih besar.
- ✓ Sambungan pada penghantar
Sambungan yang tidak sempurna (misalnya, longgar atau kotor) dapat meningkatkan resistansi total pada jalur penghantar. Kenaikan resistansi ini akan memperbesar jatuh tegangan yang terjadi.

3

PENYEBAB JATUH TEGANGAN

- ✓ Bahan penghantar
Resistivitas (tahanan jenis) bahan penghantar juga memengaruhi jatuh tegangan. Bahan yang memiliki resistivitas lebih tinggi akan menyebabkan jatuh tegangan lebih besar untuk panjang dan luas penampang yang sama.
- ✓ Arus yang mengalir pada penghantar
Jatuh tegangan berbanding lurus dengan arus yang mengalir melalui penghantar. Jika arus meningkat, jatuh tegangan juga akan meningkat secara proporsional, dengan asumsi resistansi kabel tetap.
- ✓ Kondisi penghantar
Penghantar yang rusak atau sudah tua juga cenderung memiliki impedansi yang lebih tinggi, yang menyebabkan susut tegangan lebih besar daripada kabel baru dengan spesifikasi yang sama.

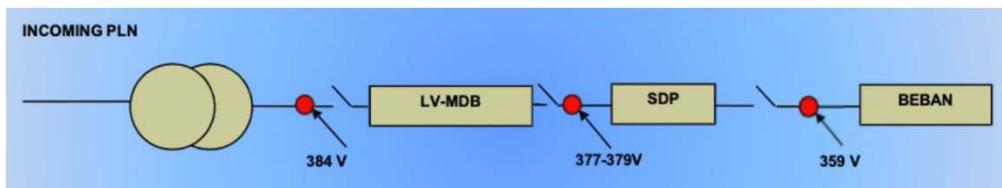
4

DAMPAK JATUH TEGANGAN

- ✓ Mesin atau motor tidak akan beroperasi secara maksimal akibat tidak sesuai tegangan nominal motor. Jika bekerja dalam kondisi tegangan rendah dalam waktu lama, maka akan mengalami kerusakan, karena harus bekerja lebih keras untuk menghasilkan daya yang sama.
- ✓ Mengakibatkan kerusakan pada peralatan elektronika karena harus bekerja ekstra keras saat tegangan rendah.
- ✓ Berkurangnya masa pakai peralatan.
- ✓ Terjadi gangguan pencahayaan (lampu redup atau berkedip).
- ✓ Meningkatnya resiko kebakaran akibat naiknya arus yang mengalir (saat tegangan turun, arus yang dibutuhkan untuk menghasilkan daya akan meningkat).
- ✓ Menurunnya efisiensi sehingga mengakibatkan pemborosan energi.

5

CONTOH 1



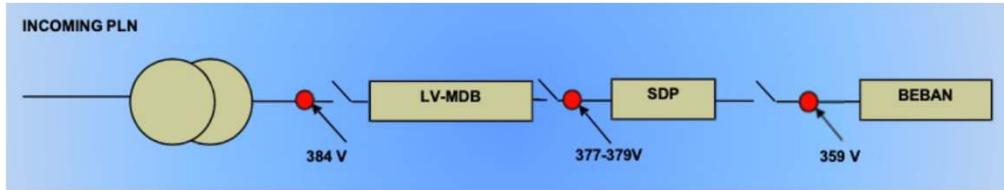
Dari gambar terlihat bahwa tegangan keluaran transformator adalah 384 Volt dan sampai ke beban mesin, tegangannya turun hingga 359 Volt.

$$\% \Delta V = \frac{384 - 359}{384} \times 100\% = 6,75\%$$

Persentase jatuh tegangan yang terjadi didapatkan sebesar 6,75%. Hasil tersebut kurang baik karena batas toleransi jatuh tegangan adalah 4%.

6

CONTOH 1



Tegangan kerja yang dibutuhkan mesin-mesin yang di pasok oleh transformator tidak sesuai dengan kebutuhan mesin tersebut yaitu sebesar 380 volt.

Maka untuk transformator tersebut perlu dilakukan perubahan tap agar tegangan keluarannya mencapai 400 volt dan tegangan yang sampai ke beban mesin menjadi 390-380 volt.

7

PERHITUNGAN JATUH TEGANGAN

Sistem 1 fasa



$$V_{drop} = \frac{2 \times \rho \times l \times I}{A}$$

Sistem 3 fasa



$$V_{drop} = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times l \times I \times \cos \varphi}{A}$$

$$V_{drop} = \frac{\sqrt{3} \times (R \cos \varphi + X \sin \varphi) \times l \times I}{A}$$

Keterangan:

ρ = resistivitas bahan konduktor

l = Panjang penghantar

I = arus

A = luas penampang konduktor

$\cos \varphi$ = faktor daya

R = resistansi konduktor

X = reaktansi konduktor

8

CONTOH 2

Suatu sistem instalasi 1 fasa dengan luas penampang kabel sebesar $2,5 \text{ mm}^2$, resistivitas bahan $0,018 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$ dan panjang 30 m dialiri arus 5 A. Jika sumber tegangan adalah 220 V, berapakah tegangan beban? Dan apakah jatuh tegangan sistem tersebut memenuhi ketentuan standar PUIL 2011?

Penyelesaian

Diketahui:

$$l = 30 \text{ m}$$

$$A = 2,5 \text{ mm}^2$$

$$\rho = 0,018 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$$

$$I = 5 \text{ A}$$

$$V_{drop} = \frac{2 \times \rho \times l \times I}{A}$$
$$V_{beban} = V_{sumber} - V_{drop}$$
$$= \frac{2 \times 0,018 \times 30 \times 5}{2,5}$$
$$= 220 - 2,16$$
$$= 217,84 \text{ V}$$
$$= \frac{5,4}{2,5} = 2,16 \text{ V}$$

9

CONTOH 2

$$\%V_{drop} = \frac{2,16}{220} \times 100\%$$
$$= 0,98\%$$

Hasil perhitungan memperlihatkan bahwa persentase jatuh tegangan sistem instalasi tersebut adalah sebesar 0,98% dan berada dibawah ketentuan 4%, dengan demikian, sistem memenuhi standar PUIL 2011

10

CONTOH 3

Diketahui sebuah instalasi 3 fasa sepanjang 100 m dengan kabel yang memiliki luas penampang 25 mm^2 dan resistivitas bahan sebesar $0,028 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$. Jika arus yang mengalir adalah 50 A dengan faktor daya 0,8 dan tegangan sumber sebesar 380 V, hitunglah:

- Jatuh tegangan dan persentasenya
- Tegangan beban

Penyelesaian a

Diketahui:

$$l = 100 \text{ m}$$

$$A = 25 \text{ mm}^2$$

$$\rho = 0,028 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$$

$$I = 50 \text{ A}$$

$$\cos \varphi = 0,8$$

$$\begin{aligned} V_{drop} &= \frac{\sqrt{3} \times \rho \times l \times I \times \cos \varphi}{A} \\ &= \frac{\sqrt{3} \times 0,028 \times 100 \times 50 \times 0,8}{25} \\ &= \frac{193,9897}{25} = 7,76 \text{ V} \end{aligned}$$

11

CONTOH 3

$$\%V_{drop} = \frac{7,76}{380} \times 100\%$$

$$= 2,042\%$$

Dari hasil perhitungan, terlihat bahwa persentase jatuh tegangan sistem instalasi tersebut $< 4\%$ (memenuhi standar PUIL 2011)

Penyelesaian b

$$V_{beban} = V_{sumber} - V_{drop}$$

$$= 380 - 7,76$$

$$= 372,4 \text{ V}$$

12