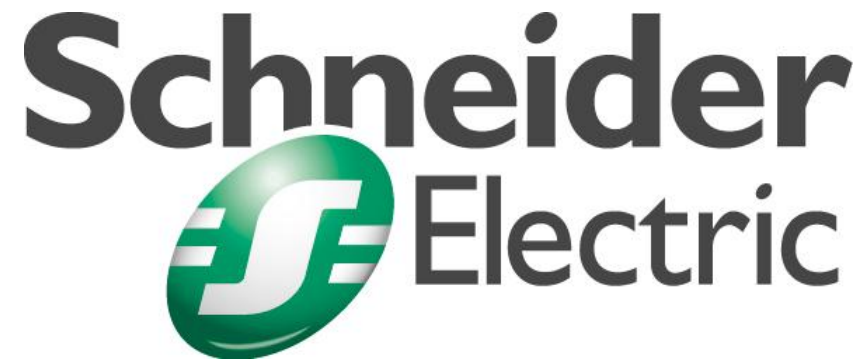


# Bab 6 Penentuan Luas Penampang Penghantar Arus

erlin Gerin

quare D

emecanique



## Ko-ordinasi antara konduktor dan gawai proteksi

n kaidah yg harus diikuti untuk mendapatkan pengaman kabel yg memadai.

n **IEC 364-4-433-2**

q pengaman dengan menggunakan pemutus daya

q pengaman dengan menggunakan pengaman lebur

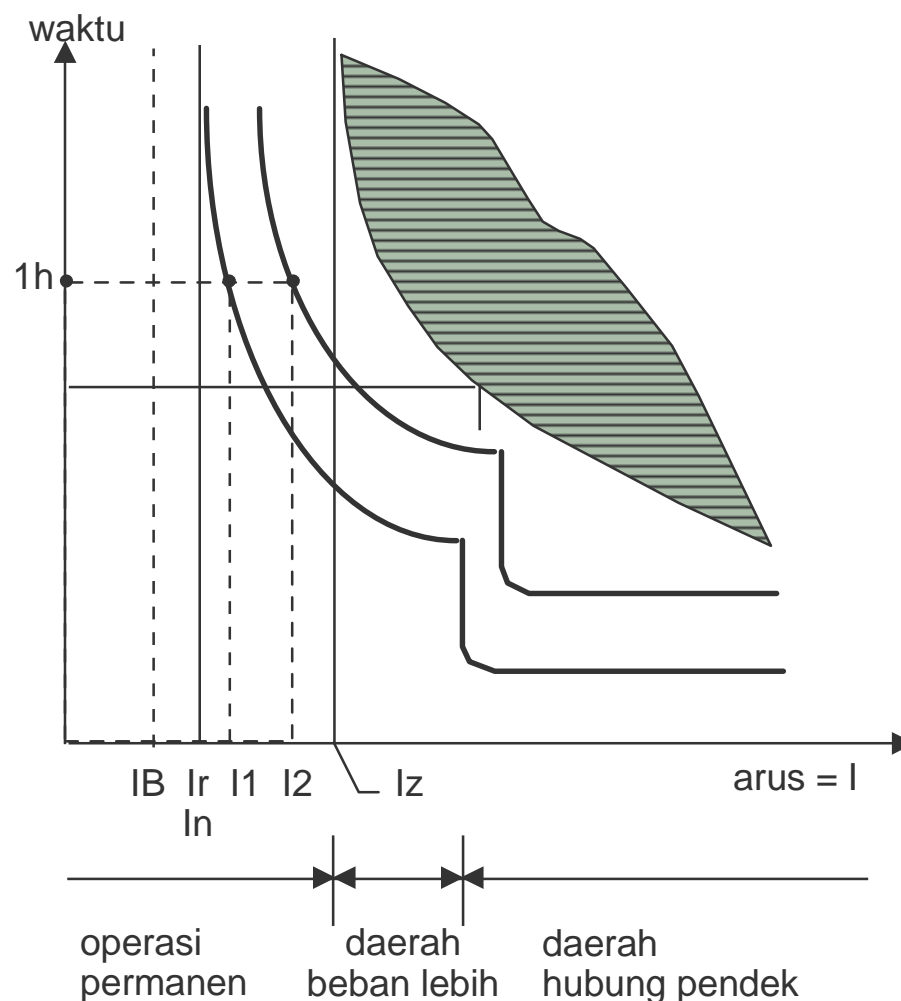
$I_b$  = arus pemakaian

$I_n$  (atau  $I_r$ ) = arus nominal gawai proteksi

$I_z$  = arus beban lebih

$I_1$  = setelan arus beban lebih non tripping

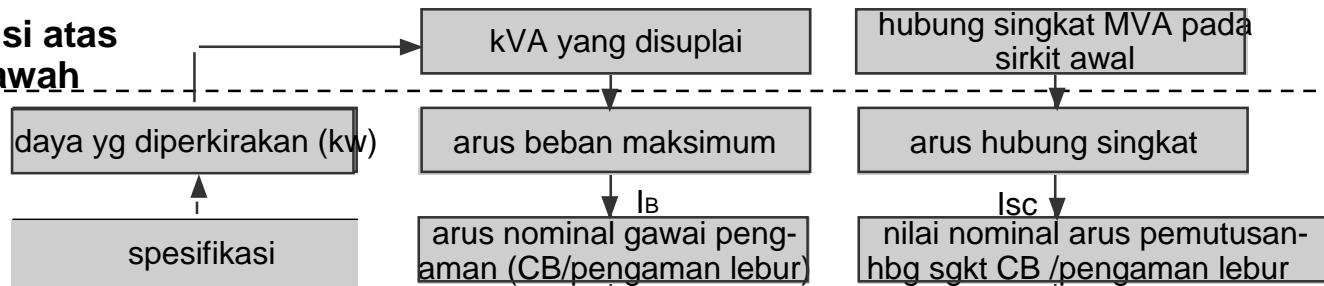
$I_2$  = setelan arus beban lebih tripping



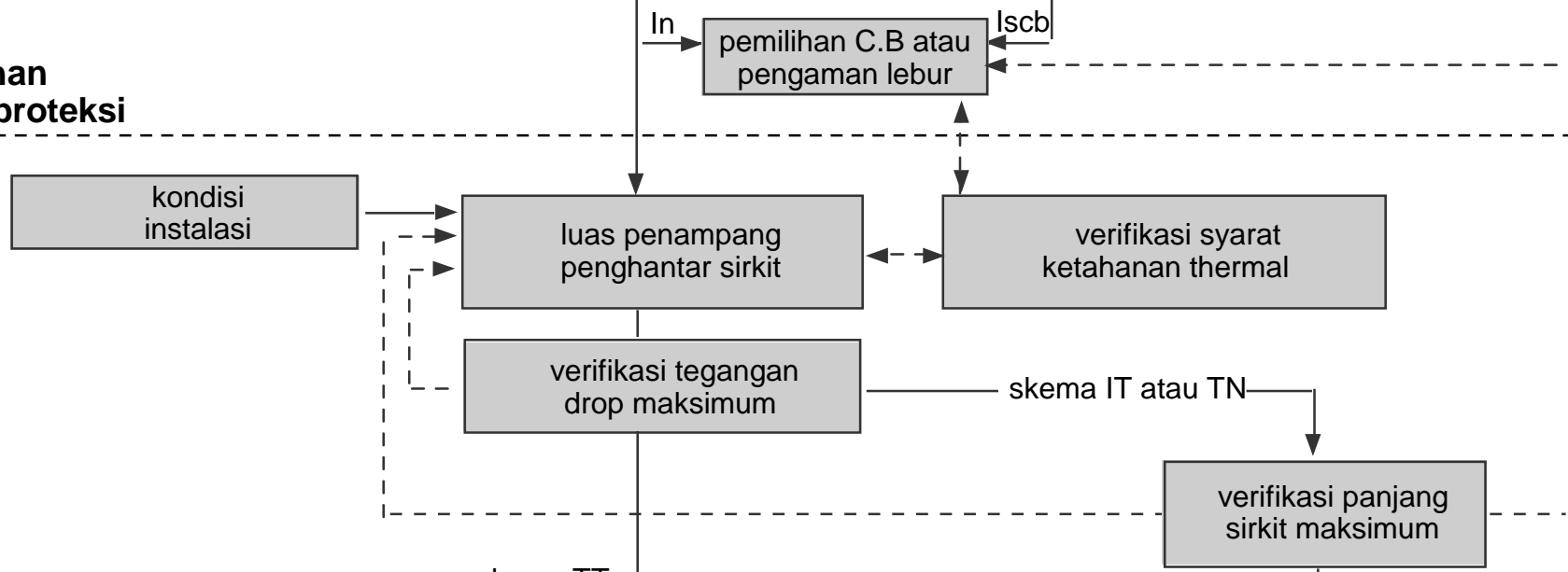
# Diagram logika pemilihan ukuran kabel dan gawai pengaman

n nilai nominal gawai sirkit

Jaringan sisi atas atau sisi bawah



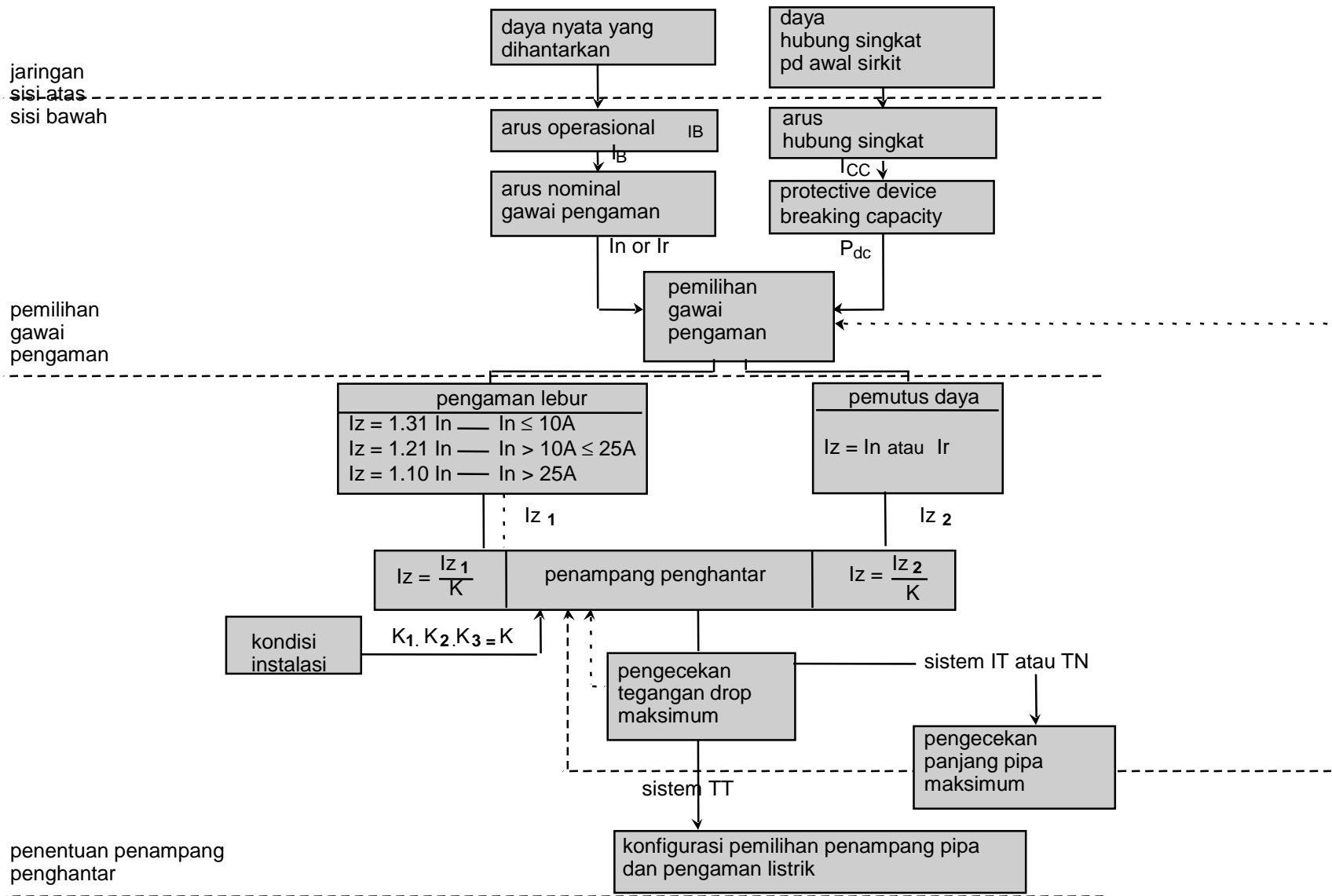
pemilihan gawai proteksi



Penentuan luas penampang penghantar



# Perbedaan pengaman dg pengaman lebur atau pemutus daya



## Metodologi dan definisi

estimasi kebutuhan daya

kalkulasi arus layanan  $I_B$

pemilihan gawai pengaman dan unit trip

kalkulasi ukuran kabel

verifikasi tegangan jatuh

kalkulasi arus hubung pendek

pemilihan kapasitas pemutusan

verifikasi tekanan thermis kabel

diskriminasi

*cascading*

verifikasi panjang maksimum sirkit (IT, TN)

konfirmasi luas penampang kabel

## Tipe sistem pengawatan

n metoda instalasi sistem pengawatan dalam hubungannya dg tipe penghantar atau kabel yang digunakan harus sesuai dengan tabel 52G IEC 364-5-521-1, termasuk pengaruh luar yg tercakup oleh kebutuhan standar produk yg terkait. q tabel 52G

kawat dan kabel		Metoda instalasi							
		tanpa perlengkapan	langsung dijepit	dalam saluran	kotak kabel (termask kotak selongsong, kotak lantai)	pipa saluran kabel	kabel bertangga rak kabel pengikat kabel	pada isolator	dgn kawat bantu
penghantar telanjang		-	-	-	-	-	-	+	-
penghantar dg isolasi		-	-	+	+	+	-	+	-
kabel bersarung (termasuk terlapis baja dan terisolasi mineral)	inti banyak	+	+	+	+	+	+	0	+
	inti tunggal	0	+	+	+	+	+	0	+

+ : diijinkan

- : tidak diijinkan

0 : tidak digunakan, atau tidak biasa digunakan dalam praktek

Penentuan luas penampang penghantar arus

# Sistem pengkawatan instalasi

Metoda instalasi sistem pengawatan dalam hubungannya lokasi penempatannya harus sesuai dengan tabel 52G dari IEC 364-5-521.2

Table 52G - pembangunan sistem pengawatan

Lokasi penempatan	Metoda instalasi							
	tanpa perlengkapan	dgn perlengkapan	dalam saluran	cable trunking (including skirting trunking, flush floor trunking)	cable ducting	cable ladder cable tray cable brackets	pd isolator	dgn kawat bantu
bangunan kosong	21, 25, 73, 74	0	22, 73, 74	-	23	12, 13, 14, 15, 16	-	-
saluran kabel	43	43	41, 42	31, 32	4, 23	12, 13, 14, 15, 16	-	-
dikubur dlm tanah	62, 63	0	61	-	61	0	-	-
dilekatkan di struktur	52, 53	51	1, 2, 5	33	24	0	-	-
diletakkan di permukaan	-	11	3	31, 32, 71, 72	4	12, 13, 14, 15, 16	18	-
di atas	-	-	0	34	-	12, 13, 14, 15, 16	18	17
dibenamkan	81	81	0	-	0	0	-	-

Nilai angka dalam kotak menyatakan nomor reference dalam tabel 52H

- : tidak diijinkan

0 : tidak digunakan, atau tidak biasa dipakai dalam praktek

Note : utk arus kapasitas lihat IEC 364-5-523

## Metoda penentuan luas penampang minimum konduktor

- q arus layanan I
- q arus nominal gawai proteksi I
- q jenis material : tembaga atau aluminium
- q jenis sirkit : inti tunggal, inti banyak
- q cara instalasi
- q pengelompokkan sirkit (penghantar terparalel)
- q suhu ruang (30°C : utk kabel udara bebas, 20°C utk kabel tertanam)
- q dalam tanah atau tidak dalam tanah (udara)
- q jenis isolasi (PVC, XLPE atau EPR)
- q resistivitas thermis tanah (IEC364-5-523 2.5k.m/w, plg banyak digunakan)
- q variasi kondisi instalasi sepanjang rute



## Faktor koreksi dan tabel

### n sirkit (kabel) pd udara bebas

q K2 : table 52-X3 (IEC 364)

q K3 : table 52-D1 (IEC 364)

$$K_t = K_2 \cdot K_3$$

### n sirkit (kabel) dalam tanah

q K4 :

q K5 : tabel 52-E2 dan tabel 52-E3

q K6 : under table K4

q K7 : table 52-D2 (untuk suhu ruang dalam tanah lebih dari 20°C)

$$K_t = K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7$$

q kode huruf menyatakan metoda instalasi dan tipe kawat (tabel 52-B1, table 52-B2)

## Distribusi radial dengan prafabrikasi bus *trunking*

**n metoda penentuan luas penampang *bus trunking***

q arus layanan  $I_B$

q rating arus gawai proteksi ( $I_n$  atau  $I_r$ )

q suhu

q metoda instalasi

q penentuan faktor  $K_1$  dan  $K_2$  (lihat halaman berikutnya)

$$q I_{nc} = \frac{I_n \text{ atau } I_r}{K_1 \cdot K_2} \quad (I_{nc} = \text{ arus bus trunking})$$

q dalam pemilihan prefabricated bus trunking.  
Arusnya harus lebih besar dari  $I_{nc}$ .

## Prafabrikasi *bus trunking*

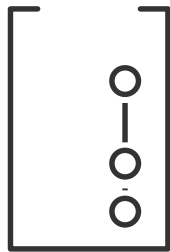
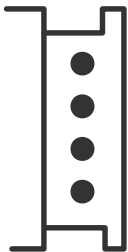



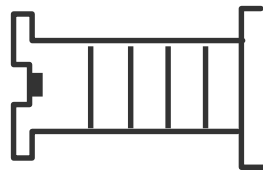
### n faktor koreksi $K_1$

suhu ruang °C	KB 25 or 40A	KL 25 or 40A	KN 40 or 100A	KS 100 or 800A
20	1.17	1.13	1.19	1.06
25	1.13	1.09	1.13	1.04
30	1.09	1.05	1.06	1.02
35	1.04	1.00	1.00	1.00
40	1.00	0.95	0.92	0.97
45	0.95	0.90	0.84	0.94
50	0.90	0.85	0.75	0.91

# Prafabrikasi *bus trunking*

n faktor koreksi  $K_2$

q metoda horizontal di udara bebas

<p>KB 25 or 40A</p> 	<p>KLA 25 or 40A</p> 	<p>KN 63A to 100A vertical</p> 	<p>KN 63A to 100A horizontal</p> 	<p>KSA 100 to 800A vertical</p> 	<p>KSA 100 to 800A horizontal</p> 
$K_2 = 1$		$K_2 = 0.9$		$K_2 = 1$	$K_2 = 1.1$

## Prefabrikasi *bus trunking*

n bagaimana menentukan dan memilih bus trunking

Inc (A)	reference of Canalis			
25	KB2	KLA25		
40	KB4	KLA40	KN.4	
63			KN.6	
100			KN.10	KSA10
160				KSA16
250				KSA25
315				KSA31
400				KSA40
500				KSA50
630				KSA63
800				KSA80

## Tegangan jatuh pada instalasi pelanggan

### n IEC 364-5-525 : masih dalam pertimbangan

- q direkomendasikan bahwa tegangan jatuh antara titik awal instalasi pelanggan dan perlengkapan harus kurang dari 4% dari tegangan nominal instalasi.
- q pertimbangan lain termasuk waktu pengasutan motor dan perlengkapan dengan arus masuk tinggi.
- q kondisi sementara seperti tegangan transien dan perubahan tegangan pada operasi abnormal dapat diabaikan.

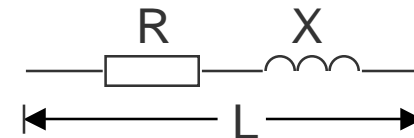
# kalkulasi tegangan jatuh pd kondisi beban mantap

n gunakan rumus

sirkuit	tegangan jatuh (DU) dlm volt
Fase tunggal : fase/fase	$\Delta U = 2 I_B L (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$
Fase tunggal : fase/netral	$\Delta U = 2 I_B L (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$
3 fase seimbang : 3 fase (dg atau tanpa netral)	$\Delta U = \sqrt{3} I_B L (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$

q tegangan jatuh dalam %

$$\frac{100 \Delta U}{U_n} = \%$$



$I_B$  : arus operasi, ampere

L : panjang kabel, km

R : resistans penghantar, ohm/km

X : reaktans penghantar, ohm/km

$\varphi$  : sudut fase

$U_n$ : tegangan nominal, volt

## Tabel sederhana

n perhitungan dihindari dg menggunakan tabel dibawah, pendekatan yang memadai tegangan jatuh fase-fase untuk setiap km kabel per ampere.

q tegangan jatuh  $\Delta U$  dalam volt/ampere/km

Luas penampang dalam mm <sup>2</sup>		Sirkuit fase tunggal			
		daya listrik			penerangan
Cu	Al	operasi normal	pengasutan		
		cos j = 0,8	cos j = 0,35	cos j = 0,45	cos j = 1
1,5		24	10,6	13,6	30
2,5		14,4	6,4	8,24	18
4		9,1	4,1	5,2	11,2
6	10	6,1	2,9	3,52	7,5
10	16	3,7	1,7	2,17	4,5
16	25	2,36	1,15	1,40	2,8
25	35	1,5	0,75	0,95	1,8
35	50	1,15	0,6	0,72	1,29
50	70	0,86	0,47	0,55	0,95
70	120	0,64	0,37	0,43	0,64
95	150	0,48	0,30	0,35	0,47
120	185	0,39	0,26	0,31	0,37
150	240	0,33	0,24	0,28	0,30
185	300	0,29	0,22	0,25	0,24
240	400	0,24	0,2	0,23	0,19
300	500	0,21	0,19	0,21	0,15



## Tabel sederhana

n perhitungan dihindari dg menggunakan tabel di bawah, pendekatan yang memadai tegangan jatuh phase ke netral untuk setiap km kabel per ampere.

Tabel di bawah memberikan pendekatan yg cukup memadai jatuh tegangan setiap km kabel untuk 1 A arus sesuai dengan :

q tipe yg digunakan :

daya listrik dengan  $\cos\phi$  sekitar 0.8 atau beban lampu dg  $\cos\phi$  sekitar 1;

q tipe phase-tunggal atau tiga-phase. Jatuh tegangan pd sirkit diformulasikan :

$$DU \text{ (volts)} = K \times IB \times L,$$

K : diberikan dalam tabel,

IB : arus operasi dalam amper,

L : panjang kabel dalam km.

Kolom pada “daya listrik” pd tabel dapat digunakan apabila diperlukan untuk menghitung tegangan jatuh saat pengasutan motor.

sesuai IEC 947-4-1

ambil  $\cos\phi$  0.35 untuk  $I_n \leq 100A$

ambil  $\cos\phi$  0.45 untuk  $I_n > 100A$

## Tabel sederhana

n perhitungan dihindari dg menggunakan tabel di bawah, pendekatan yang memadai tegangan jatuh fase ke fase untuk setiap km kabel per ampere.

Luas penampang dalam mm <sup>2</sup>		Sirkuit tiga-phaseimbang			penerangan
		daya listrik			
Cu	Al	operasi normal	pengasutan		cos j =1
		cos j = 0,8	cos j = 0,35	cos j = 0,45	
1,5		20	9,4	11,8	25
2,5		12	5,7	7,13	15
4		8	3,6	4,5	9,5
6	10	5,3	2,5	3,04	6,2
10	16	3,2	1,5	1,87	3,6
16	25	2,05	1	1,22	2,4
25	35	1,3	0,65	0,82	1,5
35	50	1	0,52	0,62	1,1
50	70	0,75	0,41	0,47	0,77
70	120	0,56	0,32	0,37	0,55
95	150	0,42	0,26	0,31	0,4
120	185	0,34	0,23	0,27	0,31
150	240	0,29	0,21	0,24	0,27
185	300	0,25	0,19	0,22	0,2
240	400	0,21	0,17	0,2	0,16
300	500	0,18	0,16	0,18	0,13

## kalkulasi tegangan jatuh pada suhu t

Rumus menghitung resistansi pada suhu 20°C:

$$R_{20} = \rho \cdot L/A$$

Rumus menghitung resistans pada suhu t :

$$R_t = R_{20} \times \frac{234,5 + t}{254,5} \times \frac{L}{1000} \quad \text{untuk tembaga}$$

$$R_t = R_{20} \times \frac{228 + t}{248} \times \frac{L}{1000} \quad \text{untuk aluminium}$$

dimana  $R_t$  = resistans L meter kabel pada suhu t°C dalam ohm

$R_{20}$  = resistans pada 20°C, ohm/km

t = suhu / temperatur penghantar dalam oC

L = panjang penghantar dalam m

$\rho$  = 17,86 mm<sup>2</sup> ohm/km

A = luas penampang penghantar mm<sup>2</sup>

## Tegangan jatuh selama pengasutan motor

n hal penting :

q jatuh tegangan saluran saat pengasutan motor :

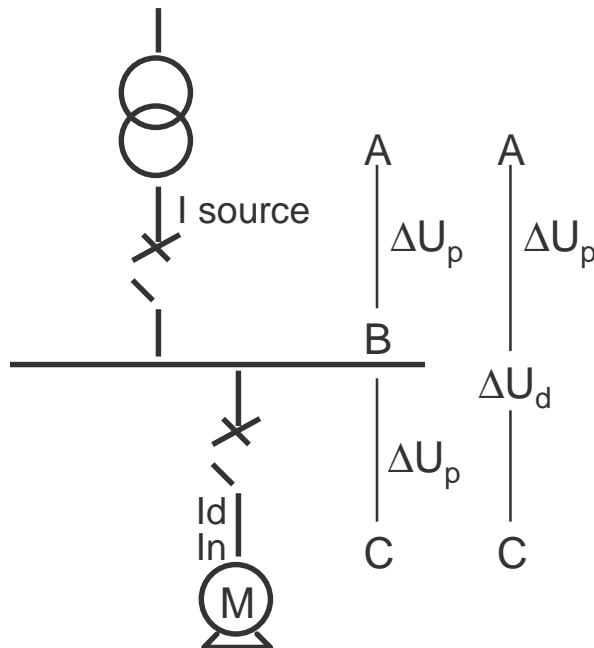
- kemungkinan pengasutan motor akan susah,
- tidak boleh melebihi 10% dari  $\Delta U$  pengasutan.

q tegangan jatuh pd saat pengasutan sisi atas dari penyulang motor :

- periksa gangguan yg ditimbulkan oleh penyulang yg berdekatan

$$\text{a.l. : } \Delta U_{ABd} = \Delta U_{ABp} \times K2$$

$$\Delta U_{ACd} = \Delta U_{ABd} + \Delta_{BCd}$$



## Tegangan jatuh selama pengasutan motor

q faktor K2 menentukan tegangan jatuh pd saat pengasutan sisi atas dari pada penyulang motor.

		pengasutan						
		star delta		langsung				
Id/In		2	3	4	5	6	7	8
I source/Id	2	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
	4	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75
	6	1,17	1,34	1,50	1,67	1,84	2	2,17
	8	1,13	1,25	1,38	1,5	1,63	1,75	1,88
	10	1,10	1,23	1,34	1,45	1,56	1,67	1,78
	15	1,07	1,14	1,20	1,27	1,34	1,4	1,47

## Penghantar netral

n IEC 364.5.524-2, IEC 364.5.524-3

- q penghantar netral, bila ada, harus memiliki luas penampang yang sama dengan penghantar fase :
- fase-tunggal, sirkit 2-kawat untuk semua luas penampang,
  - fase banyak dan fase tunggal, sirkit tiga-kawat, bila ukuran kawat fase lebih kecil atau sama dengan 16 mm<sup>2</sup> untuk tembaga atau 25 mm<sup>2</sup> untuk aluminium.
- q untuk sirkit fase banyak dimana setiap kawat fase memiliki luas penampang lebih besar 16 mm<sup>2</sup> untuk tembaga atau 25 mm<sup>2</sup> untuk aluminium, kawat netral boleh memiliki luas penampang lebih kecil dari kawat fase bila kondisi di bawah dipenuhi.
- arus maksimum termasuk harmonisanya, selama layanan normal kawat netral dengan luas penampang yg telah dikurangi, masih mampu mengalirkan arus secara normal.

## Kawat netral (lanjutan)

n kawat netral diamankan terhadap arus lebih sesuai dg aturan 473.3.2 dan IEC 364.4.473

q tabel penghantar netral

Cu	L.penampang fase	$\leq 16$	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400
Cu	L.penampang netral	Sfase	16	25	25	35	50	70	70	95	120	150	185
Al	L.penampang fase	$\leq 25$	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	
Al	L.penampang netral	Sfase	25	35	35	50	70	70	95	120	150	185	

## Identifikasi kawat netral dan kawat pengaman (PE)

### n 514.3 identifikasi penghantar netral dan pengaman

q 514.3.1 identifikasi penghantar netral dan pengaman secara terpisah harus mengacu pada IEC 446

q 514.3.2 penghantar PEN, bila diisolasi, harus diberi marka dg metoda berikut:

- hijau/kuning sepanjang kawat tersebut, dg tambahan, marka biru muda pada terminalnya atau
- biru muda sepanjang kawat tersebut, dg tambahan, marka hijau/kuning pada terminalnya.

q catatan : pemilihan metode diharapkan dibuat oleh komite nasional



## Ketentuan penghantar netral menurut PUIL 1987

Penghantar netral harus mempunyai KHA sebagai berikut:

- penghantar netral saluran dua kawat harus mempunyai KHA sama dengan penghantar fase.
- penghantar netral saluran fase banyak harus mempunyai KHA sesuai dengan arus maksimum yang mungkin timbul dalam keadaan tidak seimbang yang normal.
- bila saluran fase banyak melayani sebagian besar dari beban di antara penghantar fase dan netral, maka penampang dari penghantar netral harus:
  - tidak kurang dari penghantar fase bila penghantar fase mempunyai penampang tidak lebih dari  $16 \text{ mm}^2$
  - tidak kurang dari setengah penampang penghantar fase bila penghantar fase mempunyai penampang sama atau lebih dari  $25 \text{ mm}^2$
- KHA penghantar netral (saluran fase banyak) harus paling sedikit sama dengan penghantar fasenya, pengecualian diperbolehkan sesuai dengan tabel sebelum *slide* ini.

## **Ketentuan gawai saklar pada penghantar netral dan nol menurut PUIL 1987**

- Alat pengaman arus lebih tidak boleh dipasang pada penghantar nol
- Pemasangan sakelar ada penghantar netral diijinkan hanya jika sakelar ini bersama-sama dengan sakelar pada penghantar yang aktif bekerja serentak memutuskan semua penghantar suatu sirkit
- Penghantar nol (penghantar yang dibumikan dengan tugas rangkap, yaitu sebagai penghantar pengaman dan penghantar netral) tidak boleh diputuskan atau dihubungkan dengan sakelar secara tersendiri. Bila penghantar nol tersebut dihubungkan atau diputuskan bersama-sama dengan penghantar fasenya, maka pada saat dihubungkan, penghantar nolnya harus terhubung lebih dahulu dan pada saat diputuskan penghantar nol harus terputus paling akhir. Bila digunakan, sakelar yang dapat membuka dan menutup dengan cepat (dengan sentakan) maka penghantar nol dan fase boleh dihubungkan dan diputuskan serentak.

## pengenal penghantar dengan warna

Pengganti inti atau rel	Dengan huruf	Pengenal	
		Dengan lambang	Dengan warna
<b>A. Instalasi arus bb</b>			
fase satu	L 1/R		merah
fase dua	L 2/S		kuning
fase tiga	L 3/T		hitam
netral	N		biru
<b>B. Instalasi perlgkp listrik</b>			
fase satu	U/X		merah
fase dua	V/Y		kuning
fase tiga	W/Z		hitam
<b>C. Instalasi arus searah</b>			
positif	L +	+	
negatif	L -	-	
kawat tengah	M		biru
<b>D. Penghantar pembumian</b>	HB		loreng hijau- kuning

## **pengenal penghantar dengan warna**

No.	Jenis kabel	Tegangan nominal (volt)	Warna selubung
1	Kabel beisolasi PVC	500	putih
2	Kabel udara berisolasi PE, PVC, atau XLPE	600 - 1000	hitam
3	Kabel tanah berselubung PVC	600 - 1000	hitam
4	Kabel tanah berselubung PVC	> 1000	merah

# kemampuan hantar arus (KHA)

Tabel 710-1. KHA terus-menerus yang diperkenankan dan pengamanan untuk kabel berisolasi PVC tunggal pada suhu keliling 30oC dan suhu penghantar maksimum 70oC

Jenis penghantar	Luas penampang nominal (mm <sup>2</sup> )	KHA terus menerus		KHA nominal alat pengaman	
		Dalam pipa	Di udara	Pemasangan dalam pipa	Pemasangan dalam pipa
		(A)	(A)	(A)	(A)
	0.5	2.5	-	2	-
	0.75	7	-	6	-
	1	11	19	10	20
	1.5	15	24	16	25
	2.5	20	32	20	35
NYFA	4	25	42	25	50
NYFAW	6	33	54	35	63
NYFAZ	10	45	73	50	80
NYFAD	16	61	98	63	100
NYA	25	83	129	80	125
NYAF	35	103	158	100	160
NYAFw	50	132	197	125	200
NYFAFw	70	165	245	160	250
NYFAZw	95	197	290	200	300
NYFADw	120	235	345	250	355
NYL	150	-	390	-	425
	185	-	445	-	425
	240	-	-	-	500
	300	-	-	-	600
	400	-	-	-	850
	500	-	825	-	850

Sumber: PUIL 1987

## kemampuan hantar arus (KHA)

Tabel 710-4. KHA terus-menerus yang diperkenankan dan pengamanan untuk kabel instalasi berisolasi dan berselubung PVC, serta kabel fleksibel pada suhu keliling 30oC dan suhu penghantar maksimum 70oC

Jenis penghantar	luas penampang (mm <sup>2</sup> )	KHA terus menerus (A)	KHA nominal alat pengaman (A)
	1.5	19	20
NYIF	2.5	25	25
NYIFY	4	34	35
NYIPLYw	6	44	50
NYM/NYM-0	10	61	63
NYIRAMZ	16	82	80
NYIRUZY	25	108	100
NYIRUZYr	50	167	125
NHYIRUZY	70	207	160
NHTIRUZYr	95	249	224
NYBUY	120	291	250
NYLRZY	150	334	300
kabel	185	380	355
fleksibel	240	450	355
berisolasi	300	520	425
PVC	400	-	-
	500	-	-

Sumber: PUIL 1987

## Syarat pemasangan penghantar TR

- ▷ KHA penghantar (terus menerus atau intermiten),
- ▷ kondisi suhu
- ▷ tegangan jatuh yang diijinkan kurang dari 4%
- ▷ daerah penggunaan (di udara terbuka, dalam pipa, di dalam tembok, di dalam air, bawah tanah, atau daerah bahaya ledakan)
- ▷ kuat terhadap gaya elektrodinamik dan pembeban mekanis, dan dilindungi terhadap bahaya kerusakan mekanis
- ▷ kemungkinan perluasan
- ▷ tegangan isolasi penghantar (220, 380, 480, atau 600 V)
- ▷ penempatan isolator untuk penghantar berinti tunggal harus ditempatkan dengan jarak minimum 3 cm untuk antar penghantar, atau dengan jarak 1 cm antara penghantar dan dinding
- ▷ jarak minimum penghantar arus kuat dan arus lemah (telekomunikasi) adalah minimum 1 meter untuk di luar bangunan
- ▷ resistansi isolasi dalam ruang kering harus mempunyai nilai minimal 1000 ohm per volt tegangan nominal
- ▷ resistansi isolasi dalam ruang lembab (seperti kamar mandi, tempat mencuci, ruang pendingin, ruang kompresor, kandang, ruang bawah tanah, ruang pompa air) harus mempunyai nilai minimal 100 ohm per volt tegangan nominal

## nomenklatu r kabel

- N = penghantar berisolasi dan kabel standar atau penghantar berisolasi dan kabel berpenghantar tembaga
- NA = penghantar dari aluminium, contoh: NAYFGbY, NOAKuDEY
- A = selubung pelindung luar (*jute*), contoh: NKRA, NGKA
- AA = dua lapisan selubung pelindung luar, contoh: NTFAA
- B = perisai dari pita baja, contoh: NYBY
- B = selubung dari timah hitam, contoh: NYBUY
- C = penghantar konsentris tembaga, contoh: NYCY  
selubung penghantar di bawah selubung luar, contoh: NHSSHCou
- CE = penghantar konsentris pada masing-masing inti, pada kabel berurat banyak, contoh NYCEY
- CW= penghantar konsentris pada masing-masing inti, yang dipasang secara berlawanan arah, contoh: NYCWY
- D = spiral anti-tekanan
- E = kabel dengan urat yang masing-masing berselubung logam, contoh: NEKBA
- F = perisai dari kawat baja pipih, contoh: NYFGbY
- G = spiral dari kawat baja putih, contoh: NYKRG
- G = selubung isolasi dari karet, contoh: NGA  
selubung isolasi dari karet, contoh: NGG
- 2G = selubung isolasi dari karet butil dengan daya tahan lebih tinggi terhadap panas, contoh: N2GAU
- Gb = spiral dari pita baja, contoh: NYFGbY



# nomenklatur kabel

- H = lapisan penghantar di atas konduktor dan di atas isolasi untuk membatasi medan listrik
- K = selubung dari timah hitam, contoh: NKA
- KL = selubung aluminium dengan permukaan yang licin, contoh: NKLY
- KWK= selubung dari pita tembaga yang terpasang dan dilas memanjang
- L = perisai dari jalinan kawat baja bulat, contoh: NTRLA
- MK = kabel dengan selubung timah hitam untuk pemasangan dalam kapal laut, contoh: MK
- NF = kabel udara berisolasi dipilin, contoh: NF2X, NFY, NFAY
- NI = kabel bertekanan gas, contoh: NIKLDEY
- NO = kabel bertekanan minyak, contoh: NOKDEFOA
- NP = kabel dalam pipa bertekanan gas
- O = perisai terbuka dari kawat-kawat baja, contoh: NKROA
- Q = jalinan dari kawat-kawat baja berselubung seng, contoh: NYKQ
- R = perisai dari kawat-kawat baja bulat, contoh: NYRGbY
- RR = dua lapisan perisai dari kawat-kawat baja bulat, contoh: NKRRGbY
- S = - perisai dari tembaga  
- pelindung listrik dari pita tembaga yang dibalutkan pada semua inti kabel bersama-sama, contoh: N2XSY
- SE = pelindung listrik dari pita tembaga yang menyelubungi masing-masing inti kabel, contoh: N2XSEY
- T = tali penggantung dari baja
- 2X = selubung isolasi dari XLPE, contoh: NF2X, N2XSY

Ketentuan pengawatan  
**nomenklatur kabel**

- Y = selubung isolasi dari PVC, contoh: NYA  
selubung isolasi dari PVC, contoh: NYY
- 2Y = selubung isolasi dari polyethylene
- Z = perisai dari kawat-kawat baja yang masing-masing mempunyai bentuk “Z”, contoh:  
NKZAA
- Z = penghantar berisolasi dengan beban tarik, contoh: NYMZ
- Z = selubung logam dari pita seng, contoh: NYRUZY

## Soal-soal

1. Bila suatu instalasi listrik menggunakan penghantar NYA dan dipasang di luar gedung. Bagaimana cara instalasi penghantar NYA yang benar?
2. Bila diketahui In fase tunggal perlengkapan adalah 12 A, tegangan operasinya adalah 220 V, dan dilengkapi PEN. Tentukan:
  - a. KHA masing-masing penghantar.
  - b. Warna penghantar
  - c. Luas penampang penghantar.
  - d. Panjang maksimum penghantar berdasarkan KHA yang telah ditentukan, bila susut tegangan yang diijinkan adalah 4%.

Penentuan luas penampang penghantar arus

# Jawaban

**Akhir presentasi**