

MENGELOLA RISIKO BAHAYA LISTRIK

Referensi:

PUIL 2020, IEC 60479, NFPA 70E,
Permenaker 38/2016

Oleh: Faukal Hasan



DEFINISI

BAHAYA LISTRIK

Potensi bahaya listrik merupakan ancaman keselamatan yang bisa terjadi akibat dari; bahaya kejutan (sentuhan langsung dan tak langsung), panas berlebihan dan efek medan elektromagnetik.

RISIKO

adalah: efek ketidakpastian

RISIKO K3

adalah: kombinasi kemungkinan terjadinya kejadian atau paparan berbahaya yang terkait dengan pekerjaan dan keparahan cedera dan gangguan kesehatan yang dapat disebabkan oleh kejadian-kejadian atau paparan-paparan

IDENTIFIKASI BAHAYA LISTRIK

adalah kegiatan untuk mencari, mengetahui, mencatat, menganalisa, mengevaluasi, dan menentukan solusi pencegahan atau mengurangi terjadinya kecelakaan ditempat kerja.

MANAJEMEN RISIKO

Adalah upaya pengendalian risiko yang berkaitan dengan bahaya dari kegiatan kerja guna terciptanya tempat kerja yang aman, efisien dan produktif.

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Mengidentifikasi potensi bahaya listrik	1.1 Formulir identifikasi bahaya disiapkan untuk menginventarisir potensi bahaya. 1.2 Formulir diisi sesuai potensi bahaya.
2. Menilai risiko bahaya listrik	2.1 Formulir potensi bahaya listrik yang telah diisi dianalisis. 2.2 Risiko bahaya listrik dinilai sesuai dengan ketentuan K3. 2.3 Konsekuensi risiko bahaya listrik dinilai sesuai dengan besar tegangan dan arus yang mengalir. 2.4 Kemungkinan risiko dinilai berdasarkan jumlah tenaga kerja yang terpajan atau frekuensi pajanan. 2.5 Tingkat risiko bahaya listrik ditentukan oleh konsekuensi dan kemungkinan risiko.
3. Mengendalikan risiko bahaya listrik	3.1 Pengendalian risiko bahaya listrik dilakukan berdasarkan tingkat risiko. 3.2 Pengendalian tingkat risiko dilakukan sesuai dengan hirarki pengendalian .
4. Mengevaluasi pengelolaan risiko bahaya listrik	4.1 Hasil pengelolaan risiko bahaya listrik diverifikasi sesuai persyaratan K3. 4.2 Hasil pengelolaan risiko bahaya listrik yang telah diverifikasi disusun sesuai format yang berlaku. 4.3 Hasil pengelolaan risiko bahaya listrik dilaporkan kepada atasan untuk memperoleh pengesahan. 4.4 laporan hasil pengelolaan risiko bahaya listrik didokumentasikan sesuai dengan prosedur.





1. BAHAYA PRIMER

2. BAHAYA SEKUNDER

BAHAYA LISTRIK MELIPUTI



BAHAYA LISTRIK

PRIMER



Kebakaran Listrik

Api timbul dari panas akibat arus listrik berlebih

Penyebab:

Arus lebih, sambungan kendur, isolasi getas, beban tidak seimbang

Risiko/ Efek/ Dampak:

Isolasi kabel terbakar, asap beracun, panel hancur, kebakaran merambat ke bangunan

Pengendalian Risiko (Kontrol Utama):

1. Pengamana MCB/MCCB sesuai beban
2. terminasi kencang
3. thermal imaging rutin
4. Penyediaan APAR CO2/Dry Chemical

BAHAYA LISTRIK

PRIMER



Sengatan Listrik

Arus listrik mengalir lewat tubuh karena beda potensial

Penyebab:

Sentuh bagian bertegangan, isolasi bocor, kerja di area basah, alat rusak.

Risiko/ Efek/ Dampak:

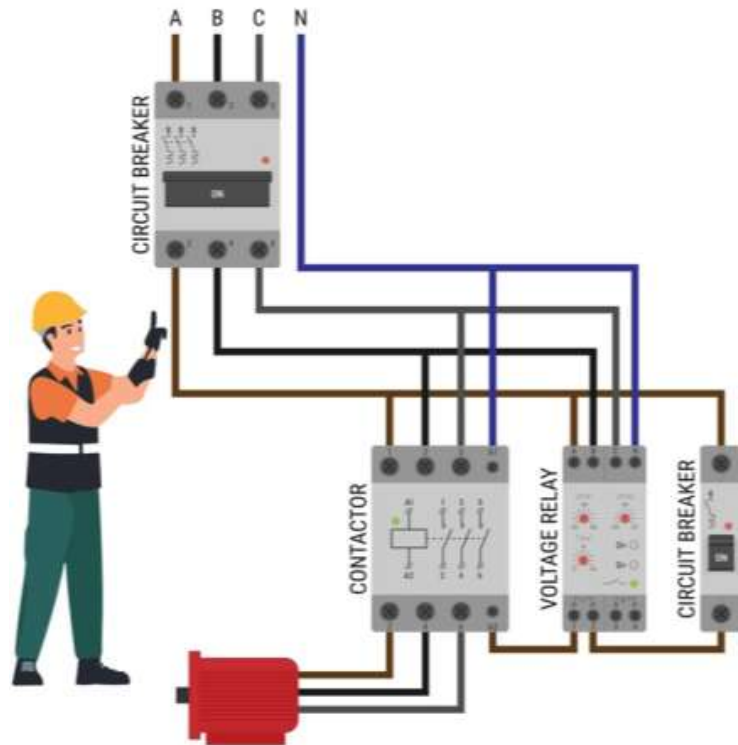
- 1 mA: kesemutan
- 10-16 mA: otot kejang, tak bisa lepas
- 50-100 mA: fibrilasi jantung
- 100 mA: luka bakar, henti jantung

Pengendalian Risiko (Kontrol Utama):

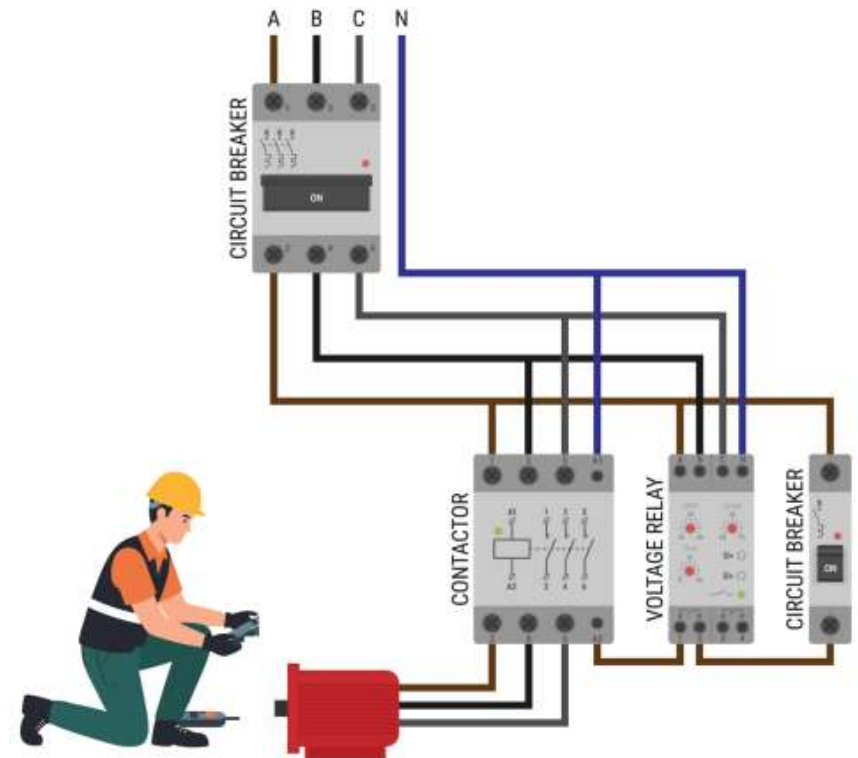
- Penerapan SOP LOTO
- Pengalaman RCD 30mA,
- isolasi ganda, sarung tangan isolasi 1000V
- sepatu dielektrik, lokasi kerja kering

SENGATAN LISTRIK

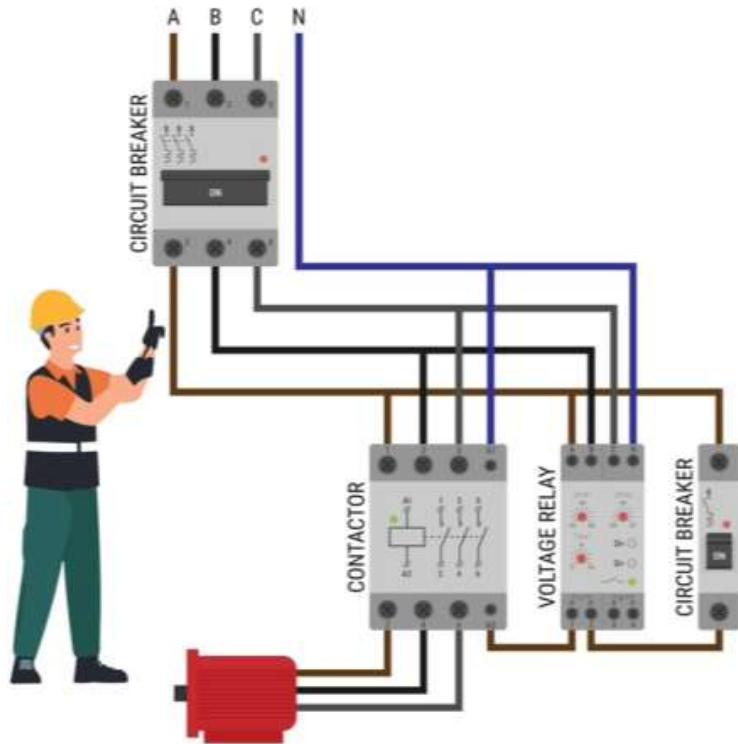
SENGATAN LISTRIK SENTUHAN LANGSUNG



SENGATAN LISTRIK SENTUHAN TIDAK LANGSUNG



BAHAYA LISTRIK PRIMER



SENGATAN LISTRIK SENTUHAN LANGSUNG

Kondisi ketika bagian tubuh manusia menyentuh langsung bagian aktif bertegangan dari instalasi/peralatan listrik yang seharusnya tidak tersentuh dalam kondisi normal.

Penyebab:

Bagian Aktif kondisi terbuka (Konduktor, terminal, kawat, busbar yang memang dialiri listrik saat operasi normal, inti kabel yang terkelupas, terminal MCB, rel fasa di panel)

Risiko/ Efek/ Dampak:

- Besar arus: $>30\text{mA}$ sudah bahaya. Tergantung tegangan & tahanan tubuh
- Lama kontak: $>0,3$ detik di 30mA bisa fatal
- Jalur arus: Paling bahaya jika lewat jantung. Tangan kiri ke kaki kanan
- Jenis arus: AC 50Hz paling bahaya untuk fibrilasi jantung dibanding DC

Contoh Kasus Sentuhan Langsung

- Teknisi pegang kabel SR yang terkelupas saat konek ke meteran
- Pekerja buka panel dan tidak sengaja menyentuh busbar 380V
- Colok kabel ke stop kontak pakai tangan basah dan jari menyentuh kaki steker
- Anak masukkan paku ke lubang stop kontak

BAHAYA LISTRIK PRIMER

SENGATAN LISTRIK SENTUHAN TIDAK LANGSUNG

Kondisi ketika bagian tubuh manusia menyentuh bagian konduktif terbuka / BKT dari peralatan listrik yang menjadi bertegangan karena kegagalan isolasi, padahal dalam kondisi normal bagian itu tidak bertegangan.

Penyebab:

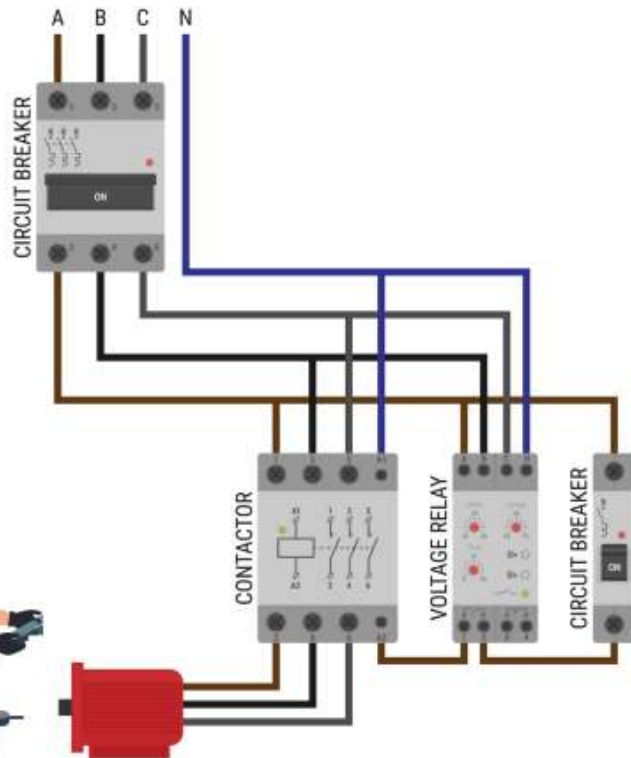
- Gangguan: Isolasi dalam motor/mesin rusak → kawat fasa nempel ke bodi logam
- Bodi bertegangan: Bodi mesin yang seharusnya 0V jadi 220V terhadap tanah
- Orang sentuh: Pekerja pegang bodi mesin sambil kaki napak lantai → arus mengalir: Bodi → Tangan → Badan → Kaki → Tanah
- Ada kegagalan isolasi dasar
- Bagian konduktif terbuka dapat disentuh
- Tidak ada pemutusan otomatis atau pemutusan $>0,4$ detik untuk 230V
- Tahanan pembumian jelek >5 ohm, sehingga tegangan sentuh $>50V$

Risiko/ Efek/ Dampak:

- Fatal: Jika tidak ada arde & RCD, arus 50mA lewat jantung >1 detik = fibrilasi

Contoh Kasus di Lapangan

1. Mesin cuci nyetrum: Dinamo bocor, bodi jadi 220V. Korban kesetrum saat buka pintu dengan tangan basah
2. Panel listrik nyetrum: Kabel fasa lecet nempel ke plat panel. Teknisi buka panel tanpa sarung tangan
3. Pipa air nyetrum: Water heater bocor, arus masuk ke pipa logam. Korban kesetrum saat mandi
4. Lampu jalan nyetrum: Ballast lampu bocor, tiang besi jadi bertegangan saat hujan
5. Komputer casing nyetrum: PSU bocor, casing nyetrum kecil-kecil. Bahaya kalau kaki tidak pakai sandal



BAHAYA LISTRIK PRIMER



Tegangan Liar / Stray Voltage

Tegangan listrik yang muncul di tempat yang seharusnya tidak bertegangan. Biasanya kecil $<50V$ tapi tetap bahaya di kondisi basah.

Penyebab:

agar besi nyetrum saat hujanInduksi dari SUTM 20kV di atas, atau kabel fasa bocor nempel ke pagar, Air keran nyetrumGrounding pompa air putus, arus bocor masuk pipa logam, Lantai kolam renang nyetrumLampu kolam bocor, bonding ekupotensial kolam jelek, Bodi mesin cuci nyetrumIsolasi dinamo bocor + arde rumah >5 ohm

Risiko/ Efek/ Dampak:

- Sengatan saat pegang pagar, terutama kaki basah
- Sengatan saat mandi. Fatal kalau RCD tidak ada
- Tegangan langkah di air. Banyak kasus kematian

Pengendalian Risiko (Kontrol Utama):

1. RCD 30mA: Wajib di semua stop kontak & panel penerangan
2. Grounding <1 ohm: Biar arus bocor langsung ke tanah, MCB/RCD trip
3. Bonding ekupotensial: Semua logam di kamar mandi, kolam, dak beton dihubungkan biar tidak ada beda potensial
4. Uji berkala: Megger isolasi $>1M\Omega$, ukur tegangan sentuh pakai earth tester

BAHAYA LISTRIK

SEKUNDER

Jatuh dari Ketinggian

Penyebab:

Kaget kena sengatan saat di tangga/scaffolding

Risiko/ Efek/ Dampak:

Patah tulang, gegar otak, kematian. Sering lebih fatal dari sengatannya

Contoh Kejadian di Lapangan

Teknisi kesetrum di atas tiang listrik 6m, refleks lepas tangan → jatuh



BAHAYA LISTRIK

SEKUNDER

Terbentur Benda

Penyebab:

Refleks menghindar saat kesetrum

Risiko/ Efek/ Dampak:

Luka robek, gegar otak ringan-berat

Contoh Kejadian di Lapangan

Pekerja kesetrum bor tangan, kaget lalu kepala terbentur rangka baja



BAHAYA LISTRIK

SEKUNDER

Kerusakan Alat

Penyebab:

Lonjakan arus/tegangan merusak peralatan

Risiko/ Efek/ Dampak

Kerugian produksi M-an, mesin rusak

Contoh Kejadian di Lapangan

Petir induksi ke panel → PLC pabrik jebol → line produksi berhenti



BAHAYA LISTRIK

SEKUNDER

Tumpahan B3

Penyebab:

Kaget kesetrum → tuas/jerigen jatuh

Risiko/ Efek/ Dampak:

Luka bakar kimia, pencemaran, lingkungan

Contoh Kejadian di Lapangan

Operator kesetrum saat transfer asam sulfat → jerigen jatuh pecah



BAHAYA LISTRIK

SEKUNDER

Tabrakan Kendaraan

Penyebab:

Pengemudi kesetrum di kabin alat

Risiko/ Efek/ Dampak:

Kecelakaan ganda, korban tambahan

Contoh Kejadian di Lapangan

Operator crane kesetrum dari
tuas bocor → lepas kendali → nyenggol
pekerja lain



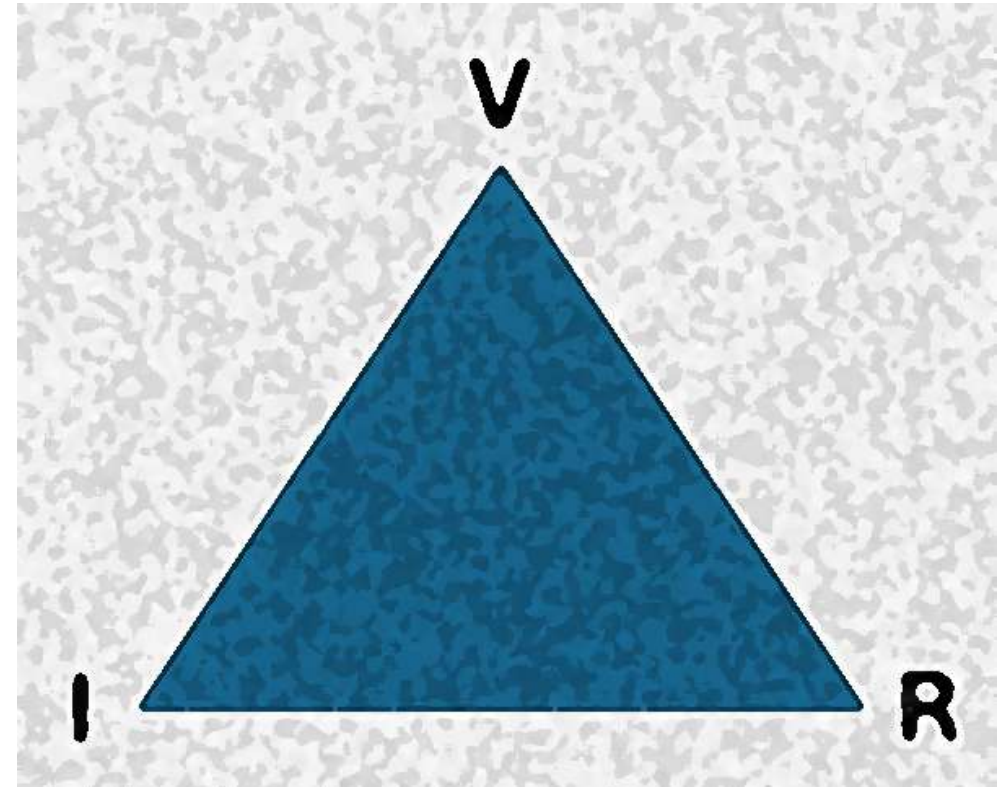
TINGKAT BAHAYA LISTRIK

1 $V = I \times R \rightarrow \text{Tegangan} = \text{Arus} \times \text{Tahanan}$

2 $I = V / R \rightarrow \text{Arus} = \text{Tegangan} \div \text{Tahanan}$

3 $R = V / I \rightarrow \text{Tahanan} = \text{Tegangan} \div \text{Arus}$

Fondasi semua K3 Listrik, kalau paham ini, gampang analisa kenapa orang kesetrum.



KONDISI TUBUH	R TUBUH	V SENTUH	I MASUK TUBUH	AKIBAT
Kulit kering, tebal	100.000 Ω	220V	2,2 mA	Kesemutan, aman
Kulit lembab	10.000 Ω	220V	22 mA	Kejang, tidak bisa lepas
Kulit basah	1.000 Ω	220V	220 mA	Fibrilasi, FATAL
Ada luka	500 Ω	220V	440 mA	Jantung berhenti, luka bakar

KENAPA PENTING BUAT K3 LISTRIK?

Kesimpulan PUIL:
Makanya batas aman di
area basah diturunkan
jadi 25V AC. Karena
 $25V/1000\Omega = 25mA$,
masih di bawah batas
kejang.



Contoh Hitungan Lapangan

Kasus-1

- Teknisi pegang fasa 220V, kaki napak lantai basah tanpa sepatu.
- Diketahui: $V = 220V$, R tubuh basah $\approx 1000\Omega$
- Ditanya: Arus lewat jantung?
- Jawab: $I = V / R = 220 / 1000 = 0,22 \text{ A} = 220 \text{ mA}$
- Analisa: $>50\text{mA}$ selama >1 detik = fibrilasi ventrikel = kematian. Makanya RCD 30mA wajib trip $<0,3$ detik



Kasus-2

- Pakai SELV 24V, tangan basah.
- $I = 24 / 1000 = 24 \text{ mA}$
- Analisa: Masuk zona kejang tapi belum fibrilasi. Masih bisa lepas sendiri.

Makanya PUIL izinkan 25V di kolam/tangki

APLIKASI HUKUM OHM DI PROTEKSI

Naikkan R:

Pakai sarung tangan isolasi 500V, sepatu dielektrik, lantai epoxy. R tubuh 1000Ω jadi $1M\Omega \rightarrow I = 220V/1M\Omega = 0,22mA$ aman

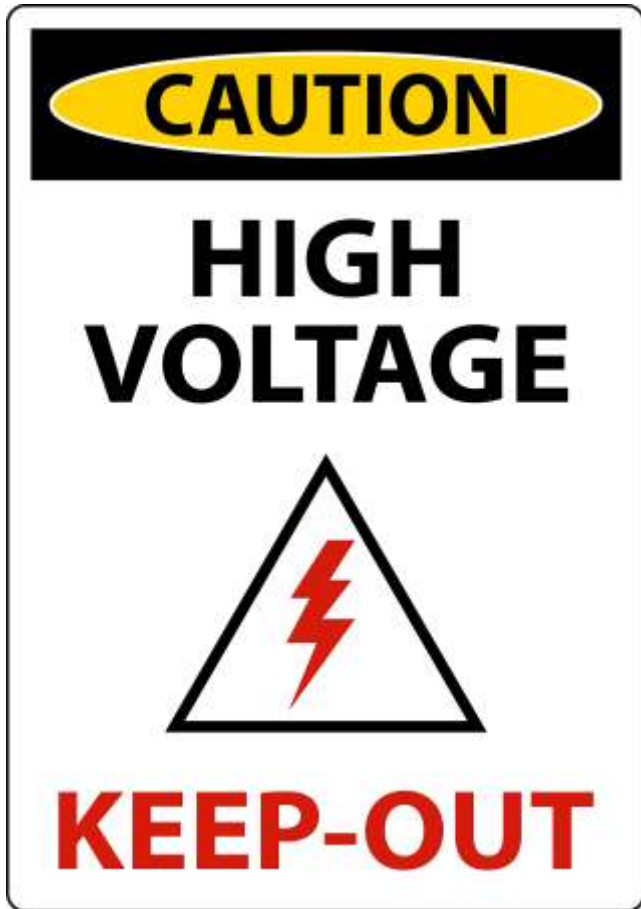
Turunkan V:

Pakai trafo isolasi 24V untuk kerja di tangki. $I_{maks} = 24mA$

Putus I cepat:

RCD baca selisih I masuk vs keluar. Bocor 30mA langsung putus sebelum 0,3 detik

**TIGA FAKTOR PENENTU
KESERiusAN AKIBAT SENGATAN
LISTRIK**



Faktor #1

**BESAR ARUS YANG LEWAT
TUBUH (I)**

Faktor #2

LAMA WAKTU KONTAK (t)

Faktor #3

JALUR ARUS DALAM TUBUH

Besar Arus	Efek Fisiologis	Zona IEC 60479	Tingkat Keseriusan
0,5 – 2 mA	Kesemutan, kaget	AC-1 s/d AC-2	RINGAN: Selamat, trauma ringan
10 – 16 mA	Otot kejang, tidak bisa lepas, napas susah	AC-3	SEDANG: Luka, pingsan, butuh lepas orang lain
30 – 50 mA	Sesak berat, tekanan darah naik	Batas AC-3	BERAT: Batas RCD 30mA, selamat jika <0,3 detik
50 – 100 mA	Fibrilasi ventrikel jika >1 detik	AC-4.1	FATAL: Jantung getar, mati klinis 3-5 menit
100 mA – 2 A	Henti jantung, kontraksi otot hebat	AC-4.2	FATAL: Kematian cepat
>2 A	Luka bakar dalam, organ gosong	AC-4.3	FATAL: Meninggal + cacat bakar parah

BESAR ARUS YANG LEWAT TUBUH (I)

- $I = V \text{ Sentuh} / R \text{ Tubuh}$
- Ini pembunuh utama.

Penerapan K3:

- R tubuh kering = $100\text{k}\Omega \rightarrow 220\text{V}$ cuma $2,2\text{mA}$ aman.
- R tubuh basah = $1\text{k}\Omega \rightarrow 220\text{V}$ jadi $220\text{mA} = \text{mati}$.
- Makanya PUIL turunkan tegangan jadi 25V di area basah.

Waktu Kontak	Contoh 50mA AC	Akibat
<0,03 detik	Belum sempat jantung kaget	RINGAN: Selamat tanpa luka
0,1 – 0,3 detik	Jantung mulai kacau	SEDANG: Ini batas RCD wajib trip
0,3 – 1 detik	Fibrilasi dimulai	BERAT: Perlu CPR + AED
1 – 3 detik	Fibrilasi mantap, otak kurang O ₂	FATAL: Mati batang otak 4 menit
>3 detik	Luka bakar dalam, otot hancur	FATAL + CACAT: Meninggal atau amputasi

LAMA WAKTU KONTAK (T)

- Makin lama nempel = makin rusak sel & jantung
- Satuan: detik

Penerapan K3:

- MCB 6A butuh >5 detik untuk trip di arus 50mA. Orang sudah mati duluan.
- Makanya RCD 30mA 0,3 detik yang menyelamatkan nyawa, bukan MCB.

Jalur Arus	% Arus Lewat Jantung	Tingkat Keseriusan
Tangan Kiri → Kaki Kanan	100%	PALING FATAL: Jalur umum teknisi, langsung lewat jantung
Tangan Kanan → Kaki Kiri	67%	FATAL: Masih banyak lewat jantung
Tangan → Tangan	40%	BERAT: Lewat dada, paru, bisa henti napas
Kepala → Badan/Kaki	100%	PALING FATAL: Lewat otak + jantung
Kaki → Kaki	<1%	RINGAN: Tegangan langkah, luka bakar lokal, jantung aman
Jari → Jari 1 tangan	0%	RINGAN: Luka bakar lokal saja

JALUR ARUS DALAM TUBUH

- Organ apa yang dilewati = penentu mati atau hidup
- Jalur diukur dari titik MASUK ke titik KELUAR

Penerapan K3:

- SOP listrik: kerja 1 tangan, tangan kiri masuk kantong. Biar kalau kesetrum, arus tangan ke tangan, tidak lewat jantung.

RUMUS CEPAT DI LAPANGAN

Contoh 1 – FATAL

$100\text{mA} \times 2 \text{ detik} \times 100\% \text{ jantung} = \text{Mati}$

Contoh 3 – SELAMAT (ada RCD)

$100\text{mA} \times 0,2 \text{ detik} \times 100\% \text{ jantung} =$
Selamat, karena jantung belum fibrilasi.
RCD trip di 0,2 detik

Contoh 2 – SELAMAT

$100\text{mA} \times 0,1 \text{ detik} \times 0\% \text{ kaki-kaki} =$
Luka bakar lokal

FAKTOR PENDUKUNG YANG MEMPERPARAH 3 FAKTOR UTAMA



1. Tahanan tubuh R: Basah/kering/luka → merubah I jadi besar/kecil
2. Jenis arus: AC 50Hz paling bikin fibrilasi. DC bikin otot lengket
3. Kondisi korban: Sakit jantung, pakai pacemaker → 10mA sudah fatal

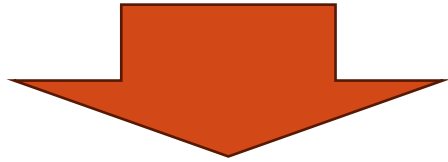
STRATEGI PENCEGAHAN SENGATAN LISTRIK (SESUAI PUIL)

UNTUK KECILKAN	SOLUSI PUIL	CONTOH PENERAPAN K3
Besar Arus I	Naikkan R, turunkan V	Sarung tangan isolasi, sepatu boot, trafo 24V
Lama Waktu t	Putus secepatnya	RCD 30mA 0,3 detik, ELCB
Jalur Jantung	JantungHindari jalur fatal	LOTO, alas isolasi, prosedur 1 tangan, jangan pegang pipa saat kerja

Kesimpulan:

1. Tegangan 20.000V bisa aman kalau $I = \mu A$. Tapi 24V bisa bunuh kalau $I = 100mA$, $t = 3$ detik, jalur lewat jantung.
2. Fokus K3 = kontrol I, t, dan jalur sengatan tubuh.

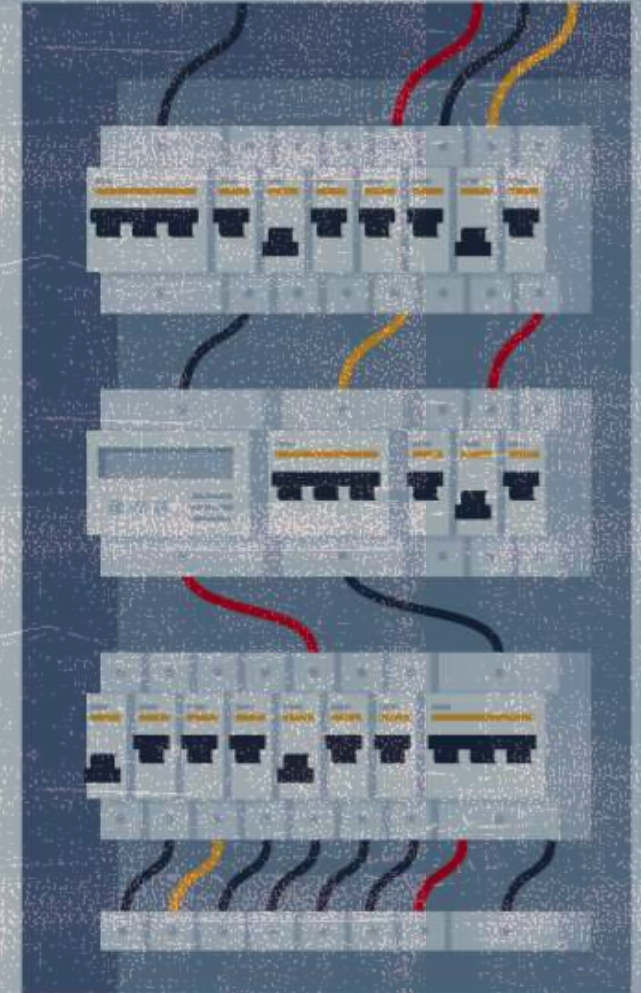
SISTEM PENGAMANAN TERHADAP BAHAYA LISTRIK



MELAKUKAN UPAYA
MANAJEMEN RISIKO

Referensi:

PUIL 2020 Bagian 4-41.2; SNI 0225:2020; Permenaker 12/2015





HIRARKI PENGENDALIAN RISIKO

Eliminasi

Substitusi

Rekayasa Teknik


Administratif

APD

ELIMINASI

Hilangkan sumber bahaya

Desain tanpa listrik: Ganti motor listrik dengan pneumatic di area sangat basah/ledakan




Gunakan SELV: Turunkan tegangan ke $\leq 25V$ AC / $\leq 60V$ DC di area konduktif. Contoh: lampu kerja 24V di dalam tangki

SUBSTITUSI

Ganti dengan yang lebih aman

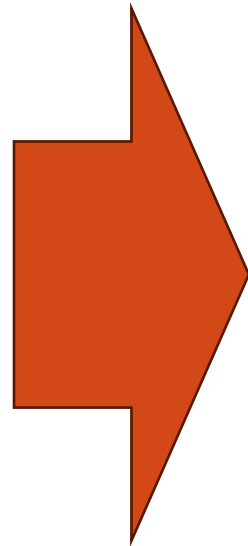
Trafo isolasi: Suplai dari trafo 1:1 biar tidak ada hubungan ke tanah



Sistem IT: Jaringan dengan titik netral tidak ditanahkan + monitor isolasi. Dipakai di ruang operasi RS

REKAYASA TEKNIK

kontrol utama
untuk sentuh
langsung menurut
PUIL



Metode	Syarat PUIL	Contoh Penerapan
A. Isolasi Dasar	Semua bagian aktif harus ditutup isolasi yang hanya bisa dilepas dengan merusak	Isolasi PVC kabel, selongsong terminal, heat shrink
B. Selungkup/Penghalang	IP2X atau IPXXB: jari tidak bisa masuk. Panel wajib terkunci	Panel listrik tertutup, MCB box, tutup terminal, ducting
C. Rintangan	Cegah sentuhan tak disengaja, tapi bisa disengaja	Pagar pembatas di gardu, railing di depan SUTM
D. Penempatan Luar Jangkauan	Min 2,5 m dari lantai, 1,25 m horizontal dari jangkauan tangan	SUTR di tiang, busbar di atas plafon >2,5m, kabel di tray tinggi
E. RCD 30mA	Wajib untuk semua sirkuit akhir $\leq 32A$ yang suplai peralatan portable & area basah	Stop kontak bengkel, toilet, area outdoor. Trip <0,3 detik
F. Interlock	Pintu panel tidak bisa dibuka jika CB masih ON	Panel MCC, LVMDP pabrik

KONTROL ADMINISTRATIF



LOTO: Prosedur 6 langkah sebelum kerja. Pastikan zero energy



Permit kerja listrik: Untuk kerja dekat/dekat bagian aktif



Rambu & label: "Awas Tegangan Tinggi", "Danger 380V"



Jarak aman: 3 meter dari SUTM 20kV tanpa APD khusus



Petugas kompeten: Hanya teknisi bersertifikat K3 Listrik yang boleh buka panel



Inspeksi rutin: Cek isolasi pakai megger min 1 M Ω , cek cover panel, cek RCD pakai tombol test tiap bulan

APD

Sarung tangan isolasi: Class 00
500V sampai Class 4 36kV. Wajib
dites udara sebelum pakai

Sepatu dielektrik: Tahanan > 1000
 $M\Omega$

Face shield: Untuk proteksi arc
flash sekunder

Pakaian kerja: 100% katun, tidak
pakai bahan meleleh seperti
nylon Alat ukur:

Test pen, tang ampere, semua
CAT III/IV sesuai tegangan



KESALAHAN FATAL YANG SERING DITEMUKAN

Sentuhan langsung harus **TIDAK MUNGKIN TERJADI** bagi orang awam. Kalau masih mungkin, berarti pengamannya kurang.



Panel tanpa cover:
Busbar 380V terbuka.
Teknisi kesetrum saat
ambil obeng jatuh



Kabel disambung isolasi
saja: Lama-lama lepas, inti
fasa keluar, tersentuh dan
terjadi kecelakaan
tersetrum



Stop kontak tanpa
RCD: Karyawan
ngepel, air masuk
stop kontak, kesetrum
lewat pel



Gardu tidak
digembok: Anak
bermain, manjat trafo,
kena 20kV

SISTEM PENGAMANAN TERHADAP BAHAYA LISTRIK SENTUHAN LANGSUNG

NO	SISTEM PENGAMANAN	PRINSIP KERJA	SYARAT PUIL	CONTOH PENERAPAN	CEK LAPANGAN
1	Isolasi Bagian Aktif	Tutup semua bagian bertegangan dengan isolasi yang hanya bisa dibuka pakai ala	Tegangan uji isolasi: 500V untuk 220V, 1000V untuk 380V. Tidak rusak oleh panas, lembab, mekanis	Kabel NYM, NYY. Terminal MCB ada cover plastic	Visual: tidak ada inti tembaga kelihatan. Uji megger >1MΩ
2	Selungkup/ Penghalang	Masukkan bagian aktif ke dalam box, panel, lemari. IP2X minimum	IP2X = jari tidak bisa masuk. IP4X untuk umum. Dibuka pakai kunci/alat	Panel MDP, SDP, T-Dus, ducting. Stop kontak ada penutup	Coba masukkan jari tes IPXXB. Panel wajib gembok
3	Rintangan	Pasang pagar/palang agar orang tidak sengaja sentuh. Tapi masih bisa disengaja	Hanya untuk ruangan khusus listrik, diawasi ahli. Bukan untuk umum	Pagar gardu, railing belakang panel terbuka 20kV	Ukur jarak: min 1m dari bagian aktif terbuka
4	Penempatan di Luar Jangkauan	Pasang bagian aktif tinggi/jauh sehingga tangan tidak sampa	Jarak min 2,5m dari lantai. Ke samping 1,25m	SUTM 20kV, lampu PJU, kabel udara	Ukur pakai meteran. Jika <2,5m wajib isolasi

PROTEKSI TAMBAHAN YANG WAJIB ADA

Sistem di atas bisa gagal karena human error. PUIL tambah proteksi tambahan khusus sentuhan langsung:

NO	PROTEKSI TAMBAHAN	FUNGSI	WAJIB UNTUK	SYARAT
1	RCD 30mA	Putus <0,3 detik jika arus 30mA lewat tubuh ke tanah	Stop kontak $\leq 32A$, area basah, luar gedung, alat portable	Pasang di PHB. Tes tombol T tiap bulan
2	SELV/PELV $\leq 25V$ AC	Tegangan diturunkan ke level aman, kena pun tidak mati	Kolam renang, tangki logam, ruang bedah, mainan anak	Pakai trafo isolasi. Sirkuit tidak boleh grounding di SELV

Catatan Kritis:

- MCB/MCCB BUKAN pengaman sentuhan langsung.
- MCB 6A baru trip di 6000mA. Orang mati di 50mA.
- Yang melindungi nyawa = RCD 30mA.

CHECKLIST AUDIT SENTUHAN LANGSUNG - 5 POIN

Apakah semua inti kabel tertutup isolasi/terminal?

Tidak boleh ada tembaga kelihatan

Apakah panel/box IP2X?

Uji pakai jari tes. Jari tidak boleh kena busbar

Apakah stop kontak $\leq 32A$ sudah diproteksi RCD 30mA?

Tekan TEST, harus trip

Apakah area basah pakai SELV 25V atau RCD?

Kamar mandi, dapur, luar gedung

Apakah panel terkunci & ada rambu "Awat Tegangan"?

Cegah orang awam buka



Aturan PUIL 6-61.1:

Instalasi yang tidak memenuhi syarat proteksi sentuhan langsung **DILARANG DIOPERASIKAN.**

Stop Kontak Rumah: Pengaman = Isolasi + Selungkup + RCD 30mA.
Lubang stop kontak kecil = IP2X

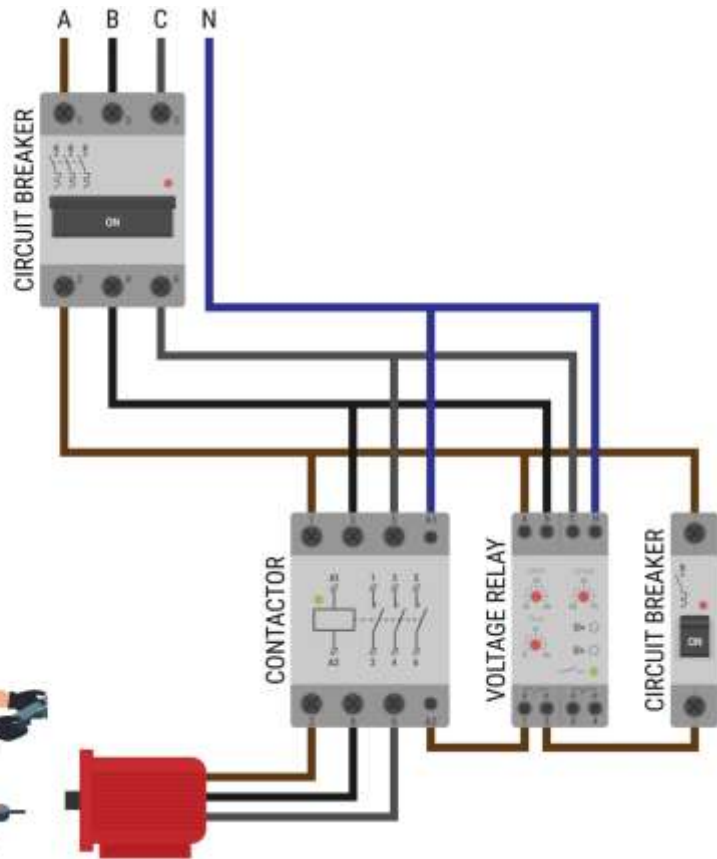
Panel MDP Pabrik: Pengaman = Selungkup IP54 + Gembok + Tanda bahaya. Dibuka hanya teknisi pakai kunci

Lampu Kolam Renang: Pengaman = SELV 12V + Trafo isolasi di luar kolam + IPX8

Gardu Distribusi: Pengaman = Rintangan pagar 2m + Tanda "Dilarang Masuk" + Kunci ganda

Kabel SUTM 20kV: Pengaman = Luar jangkauan 6m dari tanah + isolasi gantung

CONTOH PENERAPAN DI LAPANGAN




SISTEM PENGAMANAN TERHADAP BAHAYA LISTRIK SENTUHAN TIDAK LANGSUNG

Sentuhan Tidak Langsung = Menyentuh bagian konduktif terbuka (BKT) yang menjadi bertegangan karena kegagalan isolasi. Normalnya 0V, tapi jadi 220V saat rusak. Contoh: bodi mesin cuci, casing komputer, tiang lampu, panel listrik.

KESALAHAN FATAL DI LAPANGAN

Kabel PE diputus:	"Biar nggak nyetrum-nyetrum". Padahal PE itu jalur buang arus bocor
RCD di-bypass:	Karena sering trip. Berarti ada bocor. Harusnya cari bocornya
Alat Kelas II dikasih PE	Bodi jadi bertegangan kalau PE instalasi putus
Grounding tidak diukur:	Asal tancap besi 1m. R bisa 200Ω = tidak fungsi



No	Sistem	Syarat Kunci	Kapan Dipakai
1	Pemutusan Otomatis TN + PE	R ground $\leq 5\Omega$, MCB trip $< 0,4\text{dtk}$	Instalasi umum, pabrik
2	Pemutusan Otomatis TT + RCD	RCD 30mA wajib, R $< 1666\Omega$	Rumah, outdoor, tiang PJU
3	Isolasi Ganda Kelas II 	Bodi plastik, tidak pakai PE	Bor, gerinda, charger
4	SELV/PELV $\leq 25\text{V AC}$	Trafo isolasi, sirkuit terpisah	Kolam, tangki, ruang bedah
5	Pemisahan Listrik	1 trafo 1 alat, kabel pendek	Kerja dalam boiler/kapal
6	Ikatan Ekupotensial	Semua logam disambung 6mm^2	Kamar mandi zona 1-2

SISTEM PENGAMANAN SENTUHAN TIDAK LANGSUNG (PUIL 4-41.3.3)

PRINSIP PUIL Pemutusan Otomatis Catu Daya

Kalau isolasi jebol dan bodi jadi 220V, sistem pengaman wajib memutus listrik $< 0,4$ detik sebelum orang sempat kesetrum fatal.

CHECKLIST AUDIT SENTUHAN TIDAK LANGSUNG - 6 POIN

Apakah semua BKT dibumikan PE?

Ukur kontinuitas bodi ke rel PE $< 1\Omega$

Apakah R pentanahan $\leq 5\Omega$?

Ukur pakai earth tester. Jika $> 5\Omega$ wajib perbaiki

Apakah area basah pakai SELV 25V atau ikatan ekupotensial?

Kamar mandi, tangki

Apakah alat Kelas II tidak dipasang PE?

Cek simbol , kabel cuma 2 inti

Apakah waktu trip $< 0,4$ detik?

Uji loop impedance. $Z_s < (220V/5xI_n \text{ MCB})$

Apakah RCD 30mA terpasang di stop kontak $\leq 32A$?

Tes tombol T harus trip



PUIL 6-61.2:

Gagal proteksi sentuhan tidak langsung = potensi kecelakaan.
Wajib diperbaiki sebelum operasi.

CONTOH PENERAPAN K3



MESIN LAS

SELV 24V untuk lampu kerja → tegangan aman

Isolasi Ganda untuk gerinda tangan → tidak butuh ground

RCD 30mA + Grounding 3Ω untuk mesin las → trip cepat jika bodi bocor

Alas isolasi karet → naikan R tubuh, I kecil jika sentuh

Ikatan ekupotensial semua meja besi → tidak ada beda tegangan



PIRANTI LISTRIK

KELAS I - KELAS II

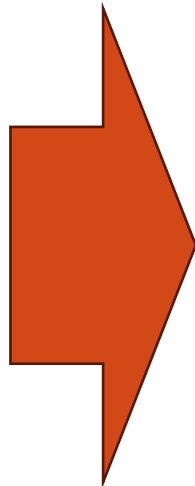
Acuan: IEC 61140, PUIL 2020 Bagian
4-41.3.3, SNI IEC 60335-1

PIRANTI LISTRIK KELAS I – WAJIB DIBUMIKAN

Ciri utama Kelas I:

- Proteksi sentuhan tidak langsung bergantung pada kabel PE.
- Bodi luar logam bisa jadi 220V kalau isolasi jebol.
- wajib 3 kabel + steker 3 kaki.

CARA IDENTIFIKASI CEPAT



Steker: 3 kaki. Kaki PE lebih panjang dari fasa-netral

Kabel: 3 inti. Warna Biru = Netral, Coklat/Hitam = Fasa, Kuning-Hijau = PE

Simbol: Polos atau simbol ground \perp . Tidak ada simbol \square

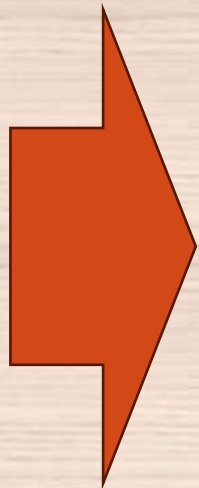
Bodi: Logam atau ada bagian logam terbuka yang bisa disentuh

Tulisan nameplate: "Must be earthed" / "Harus dibumikan"

Tes multimeter: Ukur kaki PE steker ke bodi logam → harus $<1\Omega$ bunyi

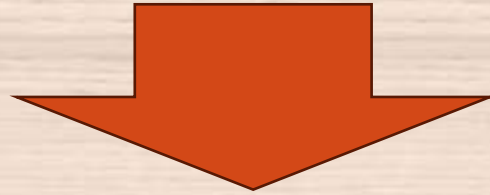
CONTOH PIRANTI LISTRIK KELAS I – PALING UMUM

PERALATAN RUMAH TANGGA



Piranti	Kenapa Kelas I	Bahaya Jika Tanpa PE
Kulkas / Freezer	Bodi logam, kompresor di dalam	Bodi nyetrum saat kompresor bocor. Banyak kasus meninggal di dapur
Mesin Cuci	Bodi logam + air = area basah	220V di bodi + lantai basah = arus 220mA FATAL
AC Split Indoor	Casing ada logam, pipa tembaga	Bocor freon basah, casing nyetrum
Oven / Microwave	Bodi full logam, daya besar	Isolasi elemen pemanas rusak → bodi 220V
Dispenser galon	Tabung pemanas logam di dalam	Air bocor ke elemen → bodi nyetrum
Water heater	Elemen celup + air + logam	Paling fatal. Elemen pecah = air jadi 220V
Setrika	Plat logam bawah langsung dipegang	Kabel sering ketekuk di gagang → bocor ke plat

PERALATAN KANTOR & IT



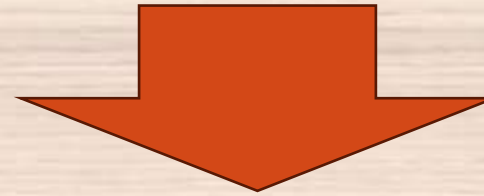
Piranti	Kenapa Kelas I	Bahaya Jika Tanpa PE
PC Desktop / CPU	Casing logam, PSU switching	Nyetrum kecil + merusak USB, LAN, harddisk
Printer laser besar	Bodi logam, pemanas 1000W	Fuser bocor → bodi 220V
Mesin fotokopi	Full logam, daya besar	Sering bocor, teknisi wajib pakai sarung tangan
UPS / Stabilizer	Trafo besar, casing logam	Arus bocor tinggi tanpa PE

PERALATAN INDUSTRI & BENGKEL



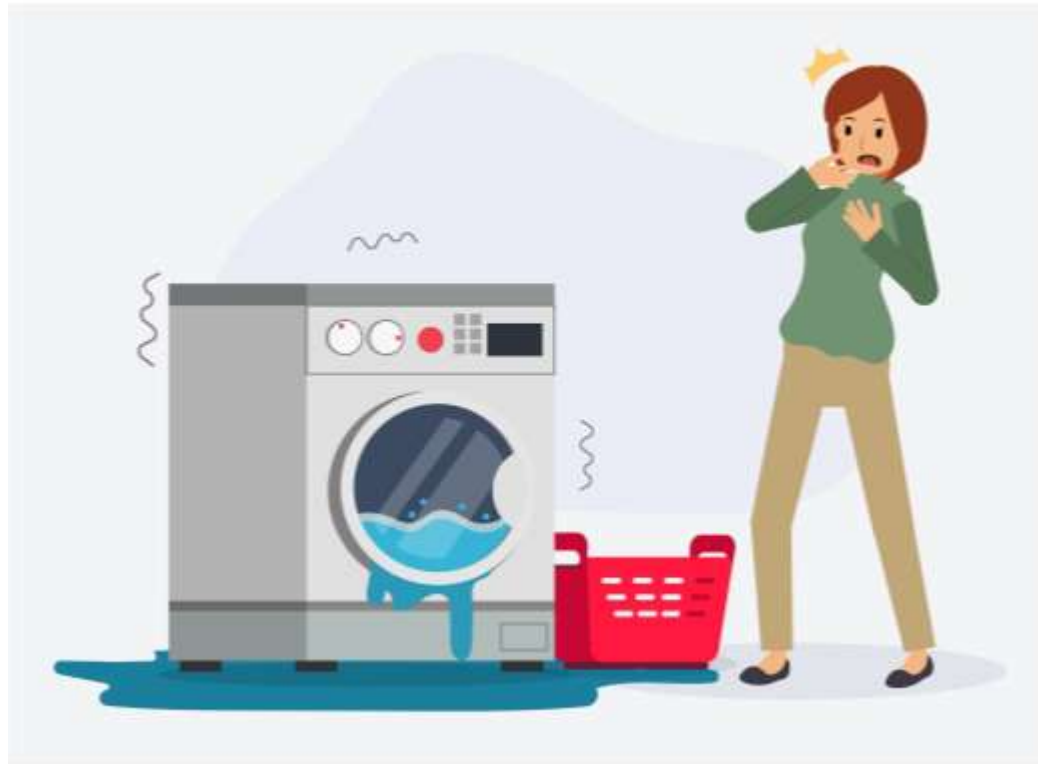
Piranti	Kenapa Kelas I	Bahaya Jika Tanpa PE
Mesin las	Trafo sekunder, bodi logam	Kabel elektroda nyentuh bodi → 60V tapi ampere besar
Kompresor angin	Motor + tabung logam	Getaran bikin kabel lecet, bodi nyetrum
Pompa air	Motor celup/bodi logam	Bocor seal → air + listrik = fatal
Bor duduk / Gerinda duduk	Bodi cor besi	Serbuk besi masuk motor → bocor ke bodi
Panel listrik MDP/SDP	Full logam, busbar 380V	Standar PUIL, wajib PE <5Ω
Mesin bubut / Milling	Full besi cor	Coolant basah + listrik = wajib PE + RCD

PENERANGAN & INSTALASI



Piranti	Kenapa Kelas I	Bahaya Jika Tanpa PE
Lampu sorot halogen	Rumah lampu logam	Panas merusak kabel → bocor ke rumah lampu
Tiang lampu PJU	Tiang besi tinggi	Rawan sambaran petir & bocor, wajib grounding
Kap lampu industri	Kap logam di pabrik	Debu konduktif + lembab → bodi nyetrum

STUDI KASUS FATAL



- Kasus: Mesin cuci kabel PE dipotong biar masuk stop kontak kamar mandi.
- Kejadian: Selang air bocor kena dinamo. Bodi jadi 220V.
- Ibu rumah tangga lantai basah sentuh bodi.
- Hasil: $I = 220V/1000\Omega = 220mA$ lewat jantung >2 detik = meninggal.
- Seharusnya: Pasang stop kontak 3 lubang + RCD 30mA. Trip $<0,3$ detik, selamat.





ATURAN WAJIB UNTUK SEMUA PIRANTI LISTRIK KELAS I

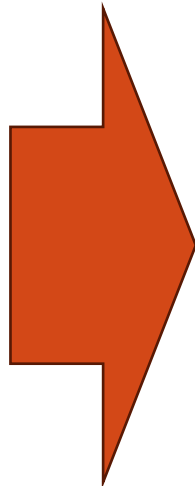
1. Wajib pakai stop kontak 3 lubang yang PE-nya tersambung ke tanah
2. Dilarang memotong kaki PE biar masuk stop kontak 2 lubang
3. Uji rutin: Kontinuitas PE bodi ke steker $< 1\Omega$. Tahanan isolasi $> 1M\Omega$
4. Area basah/outdoor: Wajib tambah RCD 30mA meskipun sudah ada PE
5. Kabel: Untuk alat Kelas I harus 3 inti. Kabel 2 inti hanya untuk Kelas II

PIRANTI LISTRIK KELAS II – ISOLASI GANDA ☐ DILARANG DIBUMIKAN

Ciri utama Kelas II:

- Proteksi sentuhan tidak langsung **TIDAK** tergantung kabel PE. Aman karena ada 2 lapis isolasi independen.
- Kalau lapis 1 jebol, masih ada lapis 2. Makanya dilarang keras dikasih PE karena PE bisa "bawa" tegangan dari luar.

CARA IDENTIFIKASI CEPAT



Simbol wajib: Kotak ganda ☐ di nameplate. Ini satu-satunya penanda resmi

Steker: 2 kaki saja. Gepeng bulat. Tidak ada kaki PE

Kabel: 2 inti saja. Warna Biru = Netral, Coklat = Fasa. Tidak ada kuning-hijau

Bodi: Plastik penuh atau logam yang diisolasi total dari bagian dalam

Tulisan: "Double insulated" / "Isolasi ganda" / "Class II"

Tes multimeter: Ukur kaki steker ke bodi → harus OL/tidak nyambung. Kalau nyambung = rusak/bahaya

CONTOH PIRANTI LISTRIK KELAS II – PALING UMUM

PERKAKAS TANGAN / POWER TOOLS



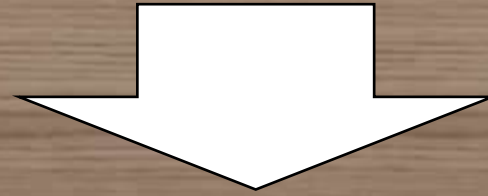
Piranti	Kenapa Kelas II	Catatan K3
Bor tangan	Genggam langsung, risiko tinggi. Bodi plastik tebal	Paling sering disalahgunakan dikasih PE. Fatal
Gerinda tangan	Putaran tinggi, serbuk logam	Debu masuk motor tetap aman karena isolasi ganda
Jigsaw / Circular saw	Dipegang 2 tangan dekat mata pisau	Jika PE dipasang, bodi bisa nyetrum dari instalasi
Heat gun	Elemen 600°C dekat tangan	Lapisan mika + bodi plastik = 2 isolasi
Solder	Ujung panas dipegang dekat	Gagang plastik tebal + isolasi lilitan

ELEKTRONIK KONSUMEN



Piranti	Kenapa Kelas II	Catatan K3
Charger HP / Laptop	Trafo SMPS, output SELV	Trafo isolasi di dalam = lapis 1. Casing plastik = lapis 2
TV LED	Layar besar, sering disentuh anak	Rangkaian SMPS + casing plastik belakang
Radio / Tape	Dipindah-pindah, colok cabut sering	Isolasi ganda biar awam aman
Hair dryer	Dipakai kamar mandi, dekat air	Elemen + motor diisolasi, bodi plastik. Tetap jangan kena air
Blender / Mixer	Bodi plastik, motor di dalam	Poros pisau pakai seal + isolasi motor
Kipas angin meja	Baling-baling logam tapi as terisolasi	Motor + saklar di dalam casing plastik

LAMPU & PENERANGAN



Piranti	Kenapa Kelas II	Catatan K3
Lampu meja belajar	Disentuh sering, dekat kepala	Fitting plastik + kabel ganda = 2 isolasi
Lampu tumblr/desk lamp	Kabel panjang, rawan ketarik	Isolasi diperkuat di pangkal steker
Adaptor lampu LED strip	Dipasang awam di mana-mana	Output 12V SELV + input isolasi ganda
Kap lampu plastik	Di kamar tidur, anak bisa pegang	Fitting E27 plastik = isolasi ganda

STUDI KASUS FATAL MODIFIKASI



- Kasus: Bor tangan □ dimodif steker 3 kaki biar "lebih aman".
- Kejadian: Instalasi gedung netral putus, tegangan 110V naik lewat PE.
- Akibat: Bodi bor yang harusnya 0V jadi 110V. Operator kesetrum saat ganti mata bor.
- Seharusnya: Biarkan 2 kaki asli. Isolasi ganda sudah proteksi tanpa PE.
- Aturan Emas PUIL: Lihat simbol □ = haram dikasih ground. Lihat steker 2 kaki = jangan dimodif 3 kaki.



ATURAN WAJIB UNTUK SEMUA PIRANTI LISTRIK KELAS II

1. Dilarang nambah kabel PE. Jika steker dimodif jadi 3 kaki = melanggar PUIL & bahaya
2. Cek bodi retak/pecah. Isolasi ganda rusak jika casing pecah → alat harus dibuang
3. Uji rutin: Tahanan isolasi $>2M\Omega$. Tidak perlu uji kontinuitas PE
4. Area basah: Tetap lebih aman pakai Kelas II dibanding Kelas I. Tapi air masuk tetap bahaya
5. Kabel: Boleh pakai kabel 2 inti untuk alat Kelas II



SELAMAT BEKERJA DAN SUKSES SELALU

Anda butuh Pelatihan Ahli K3 Ketenagalistrikan bersertifikat BNSP?

[Info Lengkap](#)

