

RSNI 57-2-1

Edisi Pertama
2001

PERALATAN DAN SISTEM TELEKONTROL

Bagian 2: Kondisi Operasi
Subbagian 1 - Catu Daya dan
Kompatibilitas
Elektromagnetik

Daftar Isi

	Halaman
Tim penyusun	Error! Bookmark not defined.
Prakata	iii
1 Ruang lingkup dan sasaran	1
2 Acuan normatif	1
3 Definisi	3
4 Catu daya	4
4.1 Umum	4
4.2 Catu daya AC	4
4.2.1 Toleransi tegangan AC	4
4.2.2 Toleransi frekuensi	5
4.2.3 Kandungan harmonisa	5
4.3 Catu daya DC	5
4.3.1 Toleransi tegangan DC	6
4.3.2 Pengaturan pembumian untuk catu daya DC	6
4.3.3 Riak tegangan catu daya DC	7
5 Kompatibilitas elektromagnetik	7
5.1 Umum	7
5.2 Uji ketahanan (ketahanan)	8
5.3 Syarat lulus uji ketahanan (ketahanan)	8
5.4 Uji emisi	8
5.5 Petunjuk teknik proteksi dan instalasi	8
6 Tegangan tahanan isolasi	19

Tim penyusun

No	Nama	Instansi	Jabatan
1.	Solida	PT. PLN UBS P3B	Ketua
2.	Riza	BPPT	Sekretaris
3.	Agus Kurniawan	PT. Honeywell Indonesia	Anggota
4.	Asep Saepudin	PT. Control Systems	Anggota
5.	Bonar Panjaitan	PT. IBP	Anggota
6.	Boy Sjamsulhadi Sjarif	PT. Siemens Indonesia	Anggota
7.	Dedi Rosyidi	SAT	Anggota
8.	Dwidharma Priyasta	BPPT	Anggota
9.	Elan Djaelani	INKOM-LIPI	Anggota
10.	Erry Hilman B.	PERTAMINA	Anggota
11.	Fachruddin R	BPPT	Anggota
12.	Fadjar Rahino Triputra	BPPT	Anggota
13.	Hari Satriyo Basuki	INKOM-LIPI	Anggota
14.	Johanes H.	PT. ABB Bailey	Anggota
15.	Jus Rafli	PERTAMINA	Anggota
16.	Prinadi Waluyo	BSN	Anggota
17.	Rangga Radji	PT. Perusahaan Gas Negara	Anggota
18.	Udjud Sofian	KIM-LIPI	Anggota

Prakata

Keputusan atau perjanjian resmi dari BSN dalam bidang teknik, disiapkan oleh Panitia Teknik (Pantek) 57E yang mewakili pengguna, pabrikan, instansi pemerintah dan para pakar dengan kepentingan khusus, menyatakan sedekat mungkin opini yang berkaitan dengan kesepakatan internasional.

Panitia Teknik mempunyai format rekomendasi untuk pemakaian di Indonesia dan internasional dan diterima oleh komite internasional dalam bidang tersebut.

Dalam rangka mempromosikan standar nasional, BSN menyatakan bahwa semua Panitia Teknik harus mengambil isi teks dari rekomendasi BSN untuk peraturan nasionalnya, sepanjang kondisi nasional mengijinkan.

Standar ini disusun oleh Panitia Teknik No.57E: Sistem Kendali Jauh berdasarkan SK No. 037/TIEM/ BPPT/X/2001. Standar ini merupakan adopsi dari standar IEC seri 870 dengan melakukan beberapa perubahan yang disesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan di Indonesia.

Istilah yang digunakan dalam standar ini adalah sebagai berikut:

- umumnya menggunakan bahasa Indonesia ataupun padanannya seperti derau untuk *noise*, julat untuk *range*, dsb.;
- istilah asing yang sudah umum, tetap dalam bahasa aslinya seperti *power line carrier* (PLC), *event logging*, dsb.;
- istilah asing yang di-Indonesia-kan tetapi belum umum, dituliskan dalam bahasa Indonesia dengan tambahan istilah aslinya dalam tanda kurung seperti waktu nyata (*real-time*), dsb.

Standar ini dapat menjadi acuan dalam pengembangan dan aplikasi telekontrol di Indonesia.

PERALATAN DAN SISTEM TELEKONTROL

Bagian 2: Kondisi Operasi –

Subbagian 1: Catu Daya dan Kompatibilitas Elektromagnetik

1 Ruang lingkup dan sasaran

Subbagian RSNI 57-2 ini diaplikasikan pada sistem dan peralatan telekontrol dengan transmisi data bit serial untuk memonitor dan mengendalikan proses yang tersebar secara geografis.

Subbagian ini juga merupakan dokumen acuan untuk sistem dan peralatan teleproteksi dan peralatan yang termasuk dalam sistem *distribution line carrier* (DLC) yang mendukung *distribution automation system* (DAS).

Standar ini melakukan spesifikasi dengan mengacu kepada berbagai komponen sistem yang didefinisikan di atas:

- 1) karakteristik catu daya dimana komponen sistem terhubung selama operasi normal;
- 2) persyaratan EMC minimum, dinyatakan dalam istilah tingkat uji ketahanan dan emisi.

Dengan mengacu pada EMC, tingkat uji sudah dipilih diantara klas yang ditetapkan oleh publikasi dasar IEC mengenai EMC, dengan memperhitungkan kondisi lingkungan tertentu dimana bermacam-macam peralatan yang dimaksud oleh subbagian ini beroperasi; prosedur uji, rangkaian uji dan kriteria penerimaan ditunjukkan secara singkat, kemudian membuat acuan untuk informasi rinci pada publikasi dasar IEC mengenai berbagai subyek; acuan juga dibuat pada publikasi dasar mengenai teknik proteksi dan penerapan praktis instalasi.

2 Acuan normatif

Dokumen normatif berikut berisi ketentuan, yang melalui acuan dalam teks ini, merupakan ketentuan dari subbagian RSNI 57-2 ini. Pada saat dipublikasikan, edisi ini dinyatakan sah. Seluruh dokumen normatif dapat direvisi, dan berbagai pihak untuk menyepakatinya berdasarkan pada subbagian RSNI 57-2 ini didorong untuk meneliti kemungkinan penerapan edisi paling baru dari dokumen normatif yang dinyatakan berikut.

IEC 38: 1983, Tegangan standar IEC

IEC 50 (161): 1990, *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV) – Bab 161: Kompatibilitas elektromagnetik

IEC 60: Teknik pengujian tegangan tinggi

IEC 664-1: 1992, Koordinasi insulasi untuk peralatan dalam sistem tegangan rendah – Bagian 1: Prinsip, persyaratan dan pengujian

IEC 61000-3-2: 1995, Kompatibilitas elektromagnetik (EMC) – Bagian 3: Batasan – Subbagian 2: Batas emisi arus harmonisa (arus masukan ke peralatan ≤ 16 A per fasa)

IEC 61000-3-3: 1995, Kompatibilitas elektromagnetik (EMC) – Bagian 3: Batasan – Subbagian 3: Batas fluktuasi tegangan dan kedip dalam sistem catu tegangan rendah untuk peralatan dengan arus pengenal (*rating*) ≤ 16 A

IEC 61000-4-1: 1995, Kompatibilitas elektromagnetik (EMC) – Bagian 4: Teknik pengukuran dan pengujian – Subbagian 1: Tinjauan uji ketahanan – Publikasi Dasar EMC

IEC 61000-4-2: 1995, Kompatibilitas elektromagnetik (EMC) – Bagian 4: Teknik pengukuran dan pengujian – Subbagian 2: Uji ketahanan peluahan (*discharge*) elektrostatik – Publikasi Dasar EMC

IEC 61000-4-3: 1995, Kompatibilitas elektromagnetik (EMC) – Bagian 4: Teknik pengukuran dan pengujian – Subbagian 3: Uji ketahanan, medan elektromagnetik, frekuensi radio dan radiasi – Publikasi Dasar EMC

IEC 61000-4-4: 1995, Kompatibilitas elektromagnetik (EMC) – Bagian 4: Teknik pengukuran dan pengujian – Subbagian 4: Uji ketahanan transien cepat/*burst* listrik – Publikasi Dasar EMC

IEC 61000-4-5: 1995, Kompatibilitas elektromagnetik (EMC) – Bagian 4: Teknik pengukuran dan pengujian – Subbagian 5: Uji ketahanan *surge* – Publikasi Dasar EMC

IEC 61000-4-6: Kompatibilitas elektromagnetik (EMC) – Bagian 4: Teknik pengukuran dan pengujian – Subbagian 6: Ketahanan terhadap gangguan konduksi, yang disebabkan oleh medan frekuensi radio – Publikasi Dasar EMC ¹⁾

IEC 61000-4-8: 1993, Kompatibilitas elektromagnetik (EMC) – Bagian 4: Teknik pengukuran dan pengujian – Subbagian 8: Uji ketahanan frekuensi daya medan magnetik – Publikasi Dasar EMC

IEC 61000-4-9: 1993, Kompatibilitas elektromagnetik (EMC) – Bagian 4: Teknik pengukuran dan pengujian – Subbagian 9: Uji ketahanan pulsa medan magnetik – Publikasi Dasar EMC

IEC 61000-4-10: 1993, Kompatibilitas elektromagnetik (EMC) – Bagian 4: Teknik pengukuran dan pengujian – Subbagian 10: Uji ketahanan osilasi medan magnetik teredam – Publikasi Dasar EMC

IEC 61000-4-11: 1994, Kompatibilitas elektromagnetik (EMC) – Bagian 4: Teknik pengukuran dan pengujian – Subbagian 11: Uji ketahanan variasi tegangan, pemutusan singkat dan tegangan kedip – Publikasi Dasar EMC

CISPR 22: 1993, Batasan dan metode pengukuran karakteristik gangguan radio dari peralatan teknologi informasi

Rekomendasi CCITT halaman 53: Psophometer (alat untuk mengukur secara obyektif derau rangkaian)

1) Saat ini, dalam tahap draft standar internasional

3 Definisi

Definisi berikut diaplikasikan untuk subbagian RSNI 57-2 ini.

3.1 **gangguan elektromagnetik:** Setiap gejala elektromagnetik yang dapat menurunkan kinerja gawai (*device*), peralatan atau sistem, atau menimbulkan kerugian pada kehidupan atau kerusakan materi. [IEV 161-01-05]

3.2 **interferensi elektromagnetik:** Penurunan kinerja peralatan, kanal transmisi atau sistem yang disebabkan oleh gangguan elektromagnetik. [IEV 161-01-06]

3.3 **kompatibilitas elektromagnetik:** *Electromagnetic Compatibility* (EMC): Kemampuan peralatan atau sistem untuk berfungsi secara memuaskan dalam lingkungan elektromagnetik tanpa menimbulkan gangguan elektromagnetik yang tidak dapat ditoleransi yang ada dalam lingkungan tersebut. [IEV 161-01-07]

3.4 **emisi (elektromagnetik):** Gejala energi elektromagnetik yang berasal dari sebuah sumber. [IEV 161-01-08]

3.5 **tingkat kompatibilitas (elektromagnetik):** Tingkat gangguan elektromagnetik maksimum yang akan diterima pada gawai (*device*), peralatan atau sistem yang dioperasikan dalam kondisi tertentu. [IEV 161-03-10]

3.6 **ketahanan (terhadap gangguan):** Kemampuan gawai (*device*), peralatan atau sistem untuk bekerja tanpa penurunan walaupun ada gangguan elektromagnetik. [IEV 161-01-20]

3.7 **tingkat emisi (dari sumber gangguan):** Tingkat gangguan elektromagnetik yang dipancarkan oleh gawai (*device*), peralatan atau sistem tertentu, yang diukur dengan cara tertentu. [IEV 161-03-11]

3.8 **batas emisi (dari sumber gangguan):** Tingkat emisi maksimum yang ditentukan dari sumber gangguan elektromagnetik. [IEV 161-03-12]

3.9 **tingkat ketahanan:** Tingkat maksimum gangguan elektromagnetik yang diberikan oleh suatu kejadian pada gawai (*device*), peralatan atau sistem tertentu supaya tetap mampu beroperasi pada tingkat kinerja yang diperlukan. [IEV 161-03-14]

3.10 **saluran daya:** Saluran daya yang berasal dari catu daya (AC atau DC).

3.11 **saluran kendali:** Dalam konteks subbagian ini, semua saluran adalah untuk tujuan kendali, pensinyalan dan pengukuran.

3.12 **tegangan *common mode*:** Rata-rata tegangan fasor yang muncul diantara tiap konduktor dan acuan yang ditentukan, biasanya bumi dan rangka. [IEV 161-04-09]

3.13 **tegangan *differential mode*:** Tegangan antara dua konduktor aktif yang ditentukan. [IEV 161-04-08]

3.14 ***inter-harmonic*:** Unsur dari spektrum Fourier yang berada diantara harmonisa dari frekuensi daya (50 Hz atau 60 Hz).

4 Catu daya

4.1 Umum

Pasal ini menspesifikasikan karakteristik daya yang dicatukan ke peralatan dan sistem yang dibahas dalam subbagian ini.

Energi listrik untuk mengoperasikan sistem dapat diberikan dengan cara sebagai berikut:

- hubungan langsung ke sumber daya;
- hubungan ke gawai catu daya, menghubungkan antara sumber daya sistem dengan sistem atau bagian dari sistem;
- catu daya cadangan yang disediakan untuk operasi sistem atau bagian sistem ketika sedang dalam perawatan atau kegagalan catu daya utama.

4.2 Catu daya AC

Subbagian ini hanya mempertimbangkan catu daya AC dengan karakteristik umum yang sama dengan jaringan tenaga listrik yang menggunakan frekuensi 50 Hz. Tidak termasuk catu daya AC frekuensi lebih tinggi, misalnya 400 Hz.

Tegangan yang paling umum digunakan pada frekuensi 50 Hz diberikan pada Tabel 1.

**Tabel 1 – Tegangan nominal AC
(Volt r.m.s.: 50 Hz)**

Satu fasa	Tiga fasa
240	415
230	400
220*	380*
110	190
* nilai yang digunakan di Indonesia	

4.2.1 Toleransi tegangan AC

Klas toleransi berikut dapat diaplikasikan pada peralatan dan sistem yang menjadi obyek subbagian ini.

Tabel 2 – Klas toleransi tegangan AC

Klas	Toleransi tegangan nominal (%)
AC1*	+10 sampai -10
AC2	+10 sampai -15
AC3	+15 sampai -20
ACx	Khusus
* nilai yang digunakan di Indonesia	

4.2.2 Toleransi frekuensi

Klas toleransi berikut dapat diaplikasikan pada peralatan dan sistem yang menjadi obyek subbagian ini.

Tabel 3 – Toleransi frekuensi

Klas	Toleransi frekuensi nominal (%)
F1*	$\pm 0,2$
F2	± 1
F3	± 5
Fx	Khusus
* nilai yang digunakan di Indonesia	

4.2.3 Kandungan harmonisa

Kandungan harmonisa didefinisikan sebagai persentase akar dari jumlah kuadrat tegangan-tegangan harmonisa pada tegangan frekuensi daya.

Klas level harmonisa berikut dapat diaplikasikan pada peralatan dan sistem yang dibahas dalam subbagian ini.

Tabel 4 – Klas level harmonisa

Klas	Level harmonisa
H1*	Kurang dari 5%
H2	Kurang dari 10%
Hx	Khusus
* nilai yang digunakan di Indonesia	

4.3 Catu daya DC

Tegangan nominal DC yang paling umum digunakan pada peralatan dan sistem yang dibahas dalam subbagian ini diberikan pada Tabel 5.

Tabel 5 – Tegangan nominal DC (V)

250	60
220	48*
125	24*
110*	12*
* nilai yang digunakan di Indonesia	

4.3.1 Toleransi tegangan DC

Klas toleransi tegangan DC berikut dapat diaplikasikan pada catu tegangan DC dari peralatan dan sistem yang dibahas dalam subbagian ini.

Tabel 6 – Klas toleransi tegangan DC

Klas	Toleransi tegangan nominal (%)
DC1*	± 10
DC2	± 15
DC3	-20 sampai +15
DCx	Khusus
* nilai yang digunakan di Indonesia	

4.3.2 Pengaturan pembumian untuk catu daya DC

Empat klas pengaturan pembumian untuk catu daya DC diberikan pada Tabel 7.

Tabel 7 – Klas kondisi pembumian catu daya DC

Klas	Kondisi pembumian
E+*	Positif ke bumi
E-	Negatif ke bumi
EC	Netral
EF*	Mengambang
* nilai yang digunakan di Indonesia	

CATATAN

- 1 Tidak ada rekomendasi yang dibuat terhadap konfigurasi yang digunakan; tetapi yang paling banyak digunakan adalah positif pembumian.
- 2 Jika digunakan catu daya mengambang, terdapat kemungkinan timbulnya tegangan statik yang tinggi, dan dapat merusak peralatan elektronik. Dibutuhkan tahanan buang dengan nilai yang tinggi (contoh: 1 MΩ).
- 3 Titik pembumian tunggal untuk meminimalkan kondisi *ground loop*.

4.3.3 Riak tegangan catu daya DC

Pada subbagian ini, tegangan riak didefinisikan sebagai persentase dari nilai puncak ke puncak terhadap total komponen tegangan AC terhadap tegangan catu daya terukur pada beban nominal.

Riak tegangan dapat diukur pada terminal input peralatan dalam keadaan catu daya DC terhubung.

Spesifikasi klas dalam Tabel 8 direkomendasikan untuk peralatan dan sistem yang dibahas dalam subbagian ini.

Tabel 8 – Klas riak

Klas	Riak tegangan DC nominal (%)	Keterangan
VR1*	$\leq 0,5$	Untuk pengukuran/ <i>metering</i>
VR2	≤ 1	
VR3	≤ 5	Untuk pengukuran/ <i>metering</i>
VRx	Khusus	Untuk peralatan

* Direkomendasikan

5 Kompatibilitas elektromagnetik

5.1 Umum

Peralatan dan sistem yang dibahas dalam subbagian ini dapat berupa berbagai bentuk gangguan elektromagnetik yang ditimbulkan oleh saluran daya atau saluran kendali atau radiasi langsung oleh lingkungan. Jenis dan level gangguan tergantung pada kondisi tertentu pada sistem, subsistem atau peralatan yang beroperasi.

Tabel 9 memberikan daftar uji ketahanan terkait yang dipertimbangkan berdasarkan publikasi dasar IEC untuk mencakup gejala elektromagnetik yang paling penting yang dapat mempengaruhi perangkat elektronik dalam berbagai instalasi; tabel yang sama memberikan kriteria penerapan setiap pengujian untuk sejumlah tertentu subsistem atau komponen yang merupakan bagian dari sistem.

Sejumlah pengujian tertentu yang dimuat dalam publikasi dasar (uji A.1.6, A.1.7, A1.8, A.1.9, A.2.6, A.2.7, A.4.2) belum dapat diaplikasikan untuk setiap peralatan, sistem atau subsistem.

Berbagai komponen sistem yang dibahas dalam subbagian ini dapat juga berupa sumber gangguan elektromagnetik dalam jangkauan frekuensi yang lebar, yang mungkin dihantarkan melalui saluran daya dan saluran sinyal atau radiasi langsung yang mempengaruhi kinerja komponen lain dari sistem atau mempengaruhi lingkungan elektromagnetik di luar sistem.

Tabel 10 memberikan daftar pengukuran emisi yang diambil dari publikasi dasar IEC dan kriteria penerapan terkait untuk berbagai komponen sistem.

5.2 Uji ketahanan (ketahanan)

Tabel 11 sampai 15 memberikan acuan tingkat ketahanan untuk uji ketahanan pada peralatan dan sistem untuk berbagai aplikasi. Untuk setiap pengujian, tabel tersebut memberikan penjelasan singkat tentang sumber gangguan, dimana pengujian disimulasikan di laboratorium, dan tabel tersebut menunjukkan parameter utama dari medan/tegangan/arus yang diaplikasikan.

Penjelasan lebih lengkap tentang prosedur pengujian dan rangkaian acuan pengujian terdapat pada publikasi dasar IEC.

Nilai yang diberikan dalam tabel harus dianggap sebagai persyaratan minimum. Untuk aplikasi tertentu, persyaratan dengan tingkat yang lebih tinggi dapat diaplikasikan berdasarkan persetujuan.

5.3 Syarat lulus uji ketahanan (ketahanan)

Publikasi dasar IEC memberikan kriteria umum untuk mengevaluasi hasil pengujian ketahanan. Tabel 16 memberikan penerapan kriteria umum tersebut untuk sistem yang dibahas dalam subbagian ini, dengan memperhatikan berbagai fungsi yang berkaitan dengan sistem tersebut dan jenis-jenis interferensinya.

Aplikasi dengan kriteria yang berbeda atau kriteria yang lebih rinci terhadap fungsi tersebut dapat disepakati antara pemakai dan pabrikan.

5.4 Uji emisi

Tabel 17 memberikan tingkat ketahanan untuk pengukuran emisi, yang terkonduksi dan yang teradiasi.

Penjelasan lebih lengkap tentang prosedur pengujian dan rangkaian acuan pengujian terdapat pada publikasi dasar IEC.

5.5 Petunjuk teknik proteksi dan instalasi

Subbagian ini tidak memuat rekomendasi untuk teknik proteksi dan pelaksanaan instalasi; untuk aspek ini acuan dibuat dalam petunjuk umum.

Tabel 9 – Daftar uji ketahanan (ketahanan) untuk peralatan elektronik yang dibahas, dipertimbangkan dalam publikasi dasar IEC dan dapat digunakan pada berbagai macam komponen dari sistem dalam subbagian ini

(Pengujian A.1.6, A.1.7, A.1.8, A.1.9, A.2.6, A.2.7 dan A.4.2 cukup untuk diperhatikan, sebagai obyek sistem dalam subbagian ini. Akan tetapi pengujian tersebut dilaporkan untuk kelengkapan tabel karena pengujian tersebut termasuk di dalam publikasi dasar.)

Uji ketahanan IEC 61000-4.1		Peralatan pusat kendali				RTU/Stasiun yang dikendalikan		
		Sumber daya AC	Sumber daya DC	Sinyal dan kendali	Telekomunikasi	Sinyal dan kendali	Sumber daya DC	Sumber daya AC
A.1.1	Harmonisa	*						*
A.1.2	Interharmonisa	*						*
A.1.3	Tegangan sinyal	*						*
A.1.4	Fluktuasi tegangan	*	**				**	*
A.1.5	Tegangan kedip dan interupsi	*	**				**	*
A.1.6	Tegangan tiga fase tak seimbang							
A.1.7	Variasi frekuensi daya							
A.1.8	DC pada jaringan AC							
A.1.9	AC pada jaringan DC**							
A.2.1	100/1300 μ s gelombang surja	*					*	*
A.2.2	1.2/50-8/20 μ s gelombang surja					*	*	*
A.2.3	<i>Burst</i> transien total	*	*	*	*	*	*	*
A.2.4	Ring waves	*	*	*				
A.2.5	Redaman gelombang yang beresilasi				*	*	*	*
A.2.6	Tegangan induksi HF							
A.2.7	Gangguan RF yang dihantarkan							
A.2.8	10/700 μ s gelombang surja				*			
A.3.1	Pelepasan muatan elektrostatik		*				*	
A.4.1	Medan magnetik frekuensi daya		*				*	
A.4.2	Medan magnetik pulsa							
A.4.3	Redaman medan magnet yang beresilasi						*	
A.5.1	Radiasi medan elektromagnetik		*				*	
A.6.1	Tegangan frekuensi daya pada saluran kendali dan sinyal			*	*	*		
A.6.2	Tegangan DC pada saluran kendali dan sinyal					*		

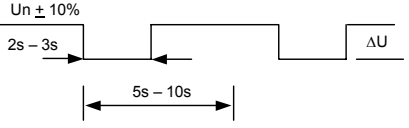
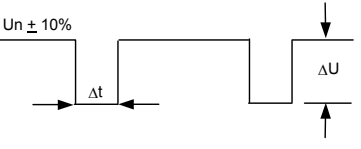
* Tidak dipertimbangkan pada publikasi dasar, tetapi menjadi perhatian dalam subbagian ini.

** Prosedur pengujian sedang dalam pertimbangan.

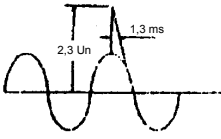
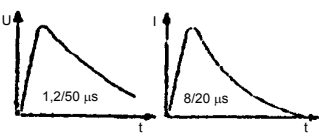
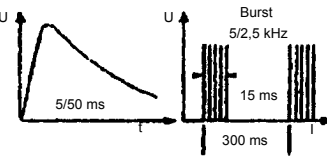
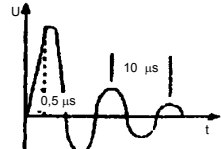
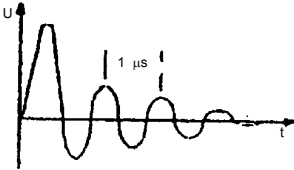
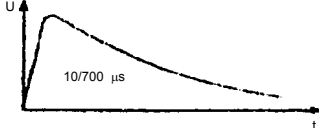
Tabel 10 – Daftar uji emisi untuk peralatan elektronika yang diperlukan oleh publikasi dasar IEC dan dapat diaplikasikan pada bermacam-macam komponen dari sistem dalam subbagian ini

Uji emisi	Pusat kendali, RTU/stasiun yang dikendalikan			
	Sumber daya AC	Sumber daya DC	Saluran telekomunikasi	Sinyal dan kendali
Arus harmonisa IEC 61000-3-2	•			
Fluktuasi tegangan IEC 61000-3-3	•			
Gangguan tegangan LF Rekomendasi CCITT hal. 53		•		
Gangguan tegangan transien	•	•		
Gangguan tegangan RF CISPR 22	•	•		
Gangguan arus RF CISPR 22			•	
Medan radiasi RF CISPR 22			•	

Tabel 11 – Gangguan frekuensi rendah: parameter utama untuk uji ketahanan pada bermacam komponen dari sistem, sesuai dengan yang didefinisikan pada Tabel 9

Uji	Fenomena gangguan	Bentuk gelombang tegangan/arus	Tingkat	Nilai uji
A.1.1	Harmonisa pada jaringan catu daya tegangan rendah	Satu atau kombinasi dari beberapa gelombang sinusoidal sangat mengganggu pada catu daya tegangan harmonisa sampai dengan orde 40 dipertimbangkan	1	Distorsi total: 5%
			2	10%
A.1.2	Interharmonisa pada jaringan catu daya tegangan rendah	Gelombang sinusoidal sangat mengganggu pada catu daya tegangan	1	Tidak dipakai
			2	2,5%
A.1.3	Sinyal tegangan pada jaringan catu daya tegangan rendah: - Kendali riak - MF <i>Power Line Carrier</i> (PLC) - RF <i>Power Line Carrier</i> (PLC) - Sistem penandaan	Gelombang kontinu pada julat (<i>range</i>) 9 kHz - 150 kHz (frekuensi yang lebih tinggi dalam pertimbangan)	1	Tidak dipakai
			2	140 dB μ V
A.1.4	Perubahan cepat dari catu daya yang dihasilkan oleh: - Variasi beban berat - On/Off <i>switch</i> pada beban - Pergantian tingkat tegangan	Perubahan tegangan langkah yang berulang dengan amplitudo sebesar ΔU  IEC 61000-4-11	1	$\Delta U = \pm 8\%$
			2	$\Delta U = \pm 12\%$
A.1.5	Gangguan pada jaringan tegangan rendah (LV), tegangan menengah (TM) dan tegangan tinggi (TT) Gangguan kedip tegangan Interupsi	Perubahan tegangan langkah yang berulang dengan amplitudo sebesar ΔU dan durasi sebesar Δt :  IEC 61000-4-11	1	ΔU Δt 30% 0,5s
			2	60% 0,5s
			1	100% 10ms
			2	100% 0,5s
<p>TINGKATAN</p> <p>1 Peralatan, sistem dan <i>Remote Terminal Unit</i> (RTU) dengan catu daya: UPS atau sumber DC yang distabilkan dengan menggunakan baterai.</p> <p>2 Peralatan, sistem dan <i>Remote Terminal Unit</i> (RTU) yang dihubungkan langsung ke jaringan listrik atau jaringan tegangan rendah dari industri dan pusat pembangkit.</p> <p>CATATAN – Beberapa tingkat yang berbeda dapat diaplikasikan untuk bermacam-macam instalasi dengan metode mitigasi yang sesuai (contoh: <i>harmonic tuned filters</i>, <i>low pass filters</i>, <i>voltage regulators</i>, UPS, dll) yang diadopsi sesuai dengan publikasi dasar IEC.</p>				

Tabel 12 – Gangguan frekuensi tinggi (HF) dan gelombang transien: parameter utama untuk uji ketahanan pada berbagai komponen dari sistem sesuai dengan yang didefinisikan pada Tabel 9

Uji	Fenomena gangguan	Bentuk gelombang tegangan/arus	Tingkat	Nilai uji Mode yang umum
A.2.1	Gelombang surja 100/1300 μ s	 <p>Prosedur uji: dalam pertimbangan</p>	--	1,3 Un mode yang berbeda
A.2.2	Gelombang surja 1,2/50 – 8/20 μ s	 <p>IEC 61000-4-4</p>	1 2 3 4	0,5 kVp 1,0 kVp 2,0 kVp 4,0 kVp
A.2.3	Fast transient bursts	 <p>IEC 61000-4-4</p>	1 2 3 4	0,5 kVp 1,0 kVp 2,0 kVp 4,0 kVp
A.2.4	Ring waves	 <p>IEC 61000-4-1</p>	1 2 3 4	0,5 kVp 1,0 kVp 2,0 kVp 4,0 kVp
A.2.5	Redaman gelombang yang terosilasi	 <p>IEC 61000-4-1</p>	1 2 3-4	0,5 kVp 1,0 kVp 2,5 kVp
A.2.6	Gelombang surja 10/700 μ s	 <p>IEC 61000-4-5</p>	1-2 3-4	1 kVp 2 kVp

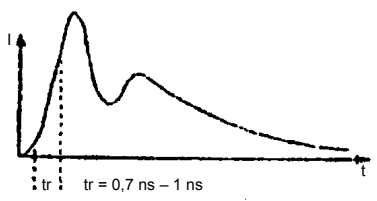
- Tingkatan mode diferensial adalah setengah dari tingkatan *common mode* (tidak dapat diaplikasikan pada saluran sinyal yang seimbang).

TINGKATAN

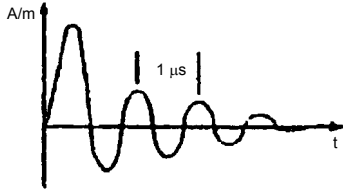
- 1 Peralatan yang diinstalasi pada lingkungan yang diproteksi dengan baik: peralatan komputer dan ruang kendali atau pusat kendali yang berlokasi di luar pabrik atau pusat pembangkit.
- 2 Peralatan yang diinstalasi pada lingkungan yang diproteksi normal: peralatan kendali di lokasi dalam pabrik atau pusat pembangkit.
- 3 Peralatan yang diinstalasi pada lingkungan yang tidak memiliki proteksi khusus: peralatan stasiun kendali atau *Remote Terminal Unit* (RTU) di perumahan dan kawasan industri.
- 4 Peralatan yang diinstalasi pada lingkungan dengan tingkat gangguan yang berat: peralatan stasiun kendali atau *Remote Terminal Unit* (RTU) yang berlokasi dekat gardu listrik tegangan menengah (TM) dan gardu listrik tegangan tinggi (TT) yang terbuka dan *Gas Insulated Switchgear* (GIS), kabel yang terhubung langsung ke peralatan tegangan tinggi, saluran telekomunikasi.

CATATAN – Tingkat ketahanan yang berbeda dapat diaplikasikan pada berbagai instalasi dengan metode mitigasi yang sesuai (misalnya: sangkar Faraday, selubung kabel, *filtering*, supresi transien, dll) adalah diadopsi sesuai dengan publikasi dasar IEC.

Tabel 13 – Pelepasan muatan elektrostatik: parameter utama untuk uji ketahanan pada berbagai macam komponen pada sistem, sesuai dengan Tabel 9

Uji	Fenomena gangguan	Bentuk gelombang tegangan/arus	Tingkat	Nilai uji (kontak pelepasan muatan)
A.3.1				
Pelepasan muatan elektrostatik (Electrostatic Discharge, ESD)	Pelepasan muatan elektrostatik diantara seorang operator yang bermuatan listrik statis dan peralatan atau antara dua obyek yang berdekatan	 <p>IEC 61000-4-2</p>	1 2 3 4	2 kV 4 kV 6 kV 8 kV
<p>TINGKATAN</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Peralatan dan sistem pusat kendali yang diinstalasi dalam ruangan khusus dengan kelembaban yang terkendali dan perabot anti-statis. 2 Peralatan dan sistem pusat kendali atau <i>Remote Terminal Unit</i> (RTU) yang diinstalasi dalam ruangan khusus dengan perabot anti-statis. 3 Peralatan dan sistem pusat kendali atau <i>Remote Terminal Unit</i> (RTU) yang diinstalasi dalam ruangan khusus dengan kelembaban yang terkendali. 4 Peralatan <i>Remote Terminal Unit</i> (RTU) yang diinstalasi pada daerah yang tidak terkendali. <p>CATATAN</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Tingkat ketahanan yang berbeda dapat diaplikasikan pada berbagai instalasi dengan metode mitigasi yang sesuai (misalnya: karpet anti-statis, penutup meja, gelang anti-statis, dll) adalah diadopsi sesuai dengan publikasi dasar IEC. 2 Tindakan pencegahan yang tepat dilakukan selama transportasi, instalasi dan pemeliharaan, untuk mencegah kerusakan yang disebabkan oleh tegangan tinggi ESD. 				

Tabel 14 – Medan magnet: parameter utama untuk uji ketahanan pada berbagai macam komponen pada sistem, sesuai dengan Tabel 9

Uji	Fenomena gangguan	Bentuk gelombang tegangan/arus	Tingkat	Nilai uji (A/m)
A.4.1	Medan magnet pada frekuensi daya - Arus gangguan pada saluran daya atau rangkaian, penghantar pembumian, dll - Arus kerja pada saluran daya atau rangkaian - Kebocoran dari peralatan (transformator, motor, induktor, dll)	Gelombang sinusoidal kontinu/gelombang sinusoidal durasi pendek (1s – 3s) IEC 61000-4-8	1	3/--
			2	10/--
			3	30/300
			4	100/1 k
A.4.3	Redaman gelombang yang terosilasi Arus transien yang disebabkan oleh pemutus tenaga	 IEC 61000-4-10	1	--
			2	--
			3	30
			4	100
<p>TINGKATAN</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Peralatan yang diinstalasi pada lingkungan yang diproteksi dengan baik: peralatan komputer dan ruang kendali atau pusat kendali yang berlokasi di luar pabrik atau pusat pembangkit. 2 Peralatan yang diinstalasi pada lingkungan yang diproteksi: peralatan komputer dan ruang kendali di lokasi dalam pabrik atau pusat pembangkit. 3 Peralatan yang diinstalasi pada lingkungan industri khusus: peralatan stasiun kendali atau <i>Remote Terminal Unit</i> (RTU) di kawasan industri atau pusat pembangkit. Pada tingkat ini juga digunakan untuk <i>Remote Terminal Unit</i> (RTU) yang berlokasi di daerah perumahan. 4 Peralatan untuk industri atau peralatan pada lingkungan dengan gangguan yang berat: Peralatan stasiun kendali atau <i>Remote Terminal Unit</i> (RTU) di lokasi dekat dengan tegangan menengah (TM) dan tegangan tinggi (TT) yang terbuka dan <i>Gas Insulated Switchgear</i> (GIS) atau instalasi listrik lainnya. <p>CATATAN – Tingkat ketahanan yang berbeda dapat diaplikasikan pada berbagai instalasi dengan metode mitigasi yang sesuai (misalnya: sangkar Faraday) adalah diadopsi sesuai dengan publikasi dasar IEC.</p>				

Tabel 15 – Medan radiasi elektromagnetik: parameter utama untuk uji ketahanan pada berbagai komponen dari sistem sesuai dengan Tabel 9

Uji	Fenomena gangguan	Bentuk gelombang tegangan/arus	Tingkat	Nilai uji (V/m)
A.5.1	Medan elektromagnetik pada umumnya berasal dari radio <i>transceiver</i> portabel atau dari peralatan lainnya	Gelombang kontinu pada frekuensi antara 80 MHz – 1000 Mhz IEC 61000-4.3	1	1
Medan radiasi elektromagnetik			2	3
			3	10
			4	30
Untuk frekuensi rendah, mengacu pada IEC/DIS 61000-4-6.				
<p>TINGKATAN</p> <p>1 Peralatan yang diinstalasi pada daerah radiasi rendah: perangkat komputer dan ruang kendali utama, regional atau pusat kendali, lokasi di luar industri atau gardu listrik dan pembatasan penggunaan radio <i>transceiver</i> dan <i>handphone</i>.</p> <p>2 Peralatan yang diinstalasi pada daerah radiasi sedang: peralatan pusat kendali di lokasi industri atau fasilitas listrik.</p> <p>3 Peralatan yang diinstalasikan pada daerah radiasi kuat: peralatan stasiun kendali atau <i>Remote Terminal Unit</i> (RTU) yang berlokasi di daerah perumahan dan daerah industri atau fasilitas listrik.</p> <p>4 Peralatan yang diinstalasikan pada daerah radiasi sangat kuat: peralatan stasiun kendali atau <i>Remote Terminal Unit</i> (RTU) yang berlokasi di daerah perumahan dan daerah industri atau fasilitas listrik yang sangat dekat dengan sumber medan elektromagnetik.</p> <p>CATATAN – Tingkat ketahanan yang berbeda dapat diaplikasikan pada berbagai instalasi dengan metode mitigasi yang sesuai (contoh: sangkar Faraday, batas penggunaan radio <i>transceiver</i> dan <i>handphone</i>, dll) adalah diadopsi sesuai dengan publikasi dasar IEC.</p>				

Tabel 16 – Kriteria evaluasi hasil akhir

Fungsi	Kriteria evaluasi	Deskripsi kesalahan yang dapat diterima
Perintah dan kendali	A	Waktu tunda singkat dalam pelaksanaan perintah
Pengukuran	A	Penyimpangan sementara namun dapat pulih dengan sendirinya
Penjumlahan (<i>counting</i>)	O	Tidak berpengaruh
Transmisi data	A	Kehilangan data sesaat
Informasi dan proteksi penyimpanan data	O	Tidak berpengaruh
Proses	<i>On-line</i>	Tidak berpengaruh
	<i>Off-line</i>	<i>Stop dan reset</i>
Pemantauan	A	Kehilangan sesaat
<i>Human Machine Interface</i> (HMI)	B	<i>Stop dan reset</i>
Diagnostik sendiri	A	Kehilangan sesaat
<p>O: Tidak ada kesalahan: kinerja normal dengan spesifikasi terbatas.</p> <p>A: Kesalahan kecil: degradasi sesaat atau kehilangan fungsi atau kinerja yang pulih dengan sendirinya.</p> <p>B: Kesalahan kritis: degradasi sesaat atau kehilangan fungsi yang memerlukan operator untuk mereset sistem.</p> <p>C: Kerusakan: degradasi atau kehilangan fungsi yang tidak dapat dipulihkan akibat kerusakan pada peralatan atau perangkat lunak, atau kehilangan data.</p> <p>CATATAN – Tabel ini ditujukan untuk gangguan sementara; sedangkan gangguan terus menerus selalu menggunakan kriteria O (tidak berpengaruh).</p>		

Tabel 17 – Hantaran dan gangguan radiasi: parameter utama untuk uji emisi pada berbagai komponen dari sistem, sesuai dengan Tabel 10

Uji	Julat frekuensi dan batasan	Klas
Arus harmonisa IEC 61000-3-2	Sampai dengan harmonisa ke 40 (lihat pasal 7)	A = B
Fluktuasi tegangan IEC 61000-3-3	Fluktuasi tegangan dan kedip tegangan (lihat pasal 5)	A = B
Gangguan tegangan frekuensi rendah (LF) Rekomendasi CCITT hal. 53	Pengukuran psophometrik 3 mV (0 kHz – 4 kHz)	A = B
Gangguan tegangan transien (dalam persetujuan)	Pengukuran <i>time domain</i> 500 mVpp	A
	(<i>wide band</i>) 50 mVpp	B
Gangguan tegangan frekuensi radio (RF) CISPR 22		A
		B
Gangguan arus frekuensi radio (RF) CISPR 22		A
		B
Medan radiasi frekuensi radio (RF) CISPR 22		A
		B
<p>Klas A: Peralatan pusat kendali, stasiun kendali dan <i>Remote Terminal Unit</i> (RTU) yang berlokasi di daerah industri atau fasilitas listrik.</p> <p>Klas B: Peralatan pusat kendali, stasiun kendali dan <i>Remote Terminal Unit</i> (RTU) yang berlokasi di daerah selain pada klas A.</p>		

6 Tegangan tahanan isolasi

Peralatan yang bekerja pada frekuensi daya 50 Hz dan *impulse* tegangan lebih yang berasal dari bermacam-macam terminal.

Syarat minimum tegangan tahanan isolasi untuk peralatan dengan uji ketahanan frekuensi daya dan uji *impulse* yang dispesifikasikan oleh IEC 60 dan IEC 664-1 yang sesuai dengan Tabel 18.

Uji tegangan dilakukan pada terminal masukan dari jalur daya, jalur komunikasi, dan jalur kendali yang terisolasi dan jalur sinyal; semua terminal yang tidak diuji harus dibumikan.

Rangkaian yang tidak diuji isolasinya harus dispesifikasikan oleh pembuatnya.

Tabel 18 – Klas ketahanan tegangan

Klas	Ketahanan tegangan frekuensi daya kVrms – 60 s	1,2/50 μ s tegangan <i>impulse</i> kV puncak
VW1	0,5	1
VW2	1	2
VW3	2,5	5
VWx	Khusus	Khusus
CATATAN 1 Klas VW1 dan VW2 adalah untuk peralatan yang beroperasi pada tegangan DC dibawah 60 V. Klas VW2 dan VW3 adalah untuk pasokan tegangan sampai dengan 250 V. 2 Nilai di atas disesuaikan dengan kondisi atmosfer standar. Faktor koreksi yang tepat mengacu pada IEC 60 yang diperoleh dari hasil pengujian pada kondisi yang berbeda-beda. 3 Pada terminal yang dilindungi oleh kapasitor yang dibumikan, uji catu daya frekuensi dapat diganti dengan uji DC pada tegangan yang sama dengan tegangan puncak dari tegangan AC.		