

RSNI 870.1.5

Edisi Pertama
2004

PERALATAN DAN SISTEM TELEKONTROL

Bagian 1-5: Pertimbangan Umum -

Pengaruh prosedur transmisi modem dengan pengacak (*scramblers*) pada integritas data sistem transmisi menggunakan protocol IEC 60870-5

Daftar Isi

	Halaman
Daftar Isi.....	2
Prakata.....	3
1. Ruang Lingkup.....	4
2. Pola galat bit yang tidak terdeteksi pada format <i>frame</i> FT1.2	4
3. Propagasi <i>bit error</i> oleh pengacak (<i>scramblers</i>)	5
4. Kondisi untuk pola galat yang tidak terdeteksi pada <i>frame</i> FT1.2	6
5. Efek pengacak (<i>scrambler</i>) khusus pada integritas data FT1.2.....	6
Bibliography	8

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

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

Istilah yang digunakan dalam standard 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.

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

Sistem Dan Peralatan Telekomunikasi

Bagian 1-5: Pertimbangan Umum

Pengaruh prosedur transmisi modem dengan pengacak (*scramblers*) pada integritas data sistem transmisi menggunakan protocol IEC 60870-5

1. Ruang Lingkup

Laporan teknis ini meliputi penjelasan mengenai pengaruh prosedur transmisi modem.

2. Pola galat bit yang tidak terdeteksi pada format *frame* FT1.2

Format *frame* transmisi FT1.2 menggunakan kode produk dengan pengecekan *parity*-tunggal yang khusus sebagai perlindungan terhadap galat *frame* yang tidak terdeteksi. Setiap karakter terdiri dari satu *start bit* ("0"), delapan bit informasi, satu *even parity bit* dan satu *stop bit* ("1"). Satu blok karakter diakhiri dengan satu karakter *check sum* yang didefinisikan sebagai penjumlahan aritmatika dari karakter informasi modulo 256.

Ini berarti galat *frame* yang tidak terdeteksi itu terjadi karena pola galat bit tertentu dengan setidaknya terdapat 4 bit salah:

- a) Dua bit salah yang berlawanan pada dua kolom

Start	1	2	3	4	5	6	7	8	P	Stop
0										1
0			X				Y			1
0										1
0			X'				Y'			1
0										1

- b) Dua bit salah yang berlawanan pada satu kolom dan dua *parity check* yang salah.

Start	1	2	3	4	5	6	7	8	P	Stop
0										1
0			X						E	1
0										1
0			X'						E	1
0										1

X, X', dan Y, Y' menunjukkan pasangan bit salah yang nilainya berlawanan. E menunjukkan satu bit salah.

- c) Dua bit salah pada kolom 8 dan dua *parity check* yang salah.

Start	1	2	3	4	5	6	7	8	P	Stop
0										1
0								E	E	1
0										1
0								E	E	1
0										1

- d) Dua bit salah dengan nilai yang sama pada satu kolom, satu bit salah dengan nilai yang berlawanan pada kolom selanjutnya dan satu bit *parity check* yang salah.

Start	1	2	3	4	5	6	7	8	P	Stop
0										1
0			X	X'						1
0										1
0			X						E	1
0										1

- e) Tiga bit salah dengan nilai sama pada dua kolom berurutan dan satu bit salah dengan nilai yang berlawanan pada kolom selanjutnya.

Start	1	2	3	4	5	6	7	8	P	Stop
0										1
0		X		X'						1
0										1
0		X	X							1
0										1

- f) Dua bit salah dengan nilai sama pada kolom 7, satu bit salah dengan nilai sama pada kolom 8 dan satu *parity check* yang salah.

Start	1	2	3	4	5	6	7	8	P	Stop
0										1
0							X		E	1
0										1
0							X	X		1
0										1

Efek dari pola *bit error* yang tidak terdeteksi ini pada probabilitas galat *frame* yang tersisa telah dibahas. [3]

Selanjutnya ada pola *bit error* yang tidak terdeteksi dengan lebih dari lima bit salah.

Dua contoh dari pola galat yang tidak terdeteksi dengan enam *bit error*.

- i) Tiga pasang bit salah yang berlawanan pada tiga kolom.

Start	1	2	3	4	5	6	7	8	P	Stop
0					Y		Z			1
0										1
0		X					Z			1
0										1
0										1
0		X			Y					1

- ii) Dua pasang bit salah yang berlawanan pada dua kolom dan dua *parity check* yang salah.

Start	1	2	3	4	5	6	7	8	P	Stop
0					Y				E	1
0										1
0		X							E	1
0										1
0										1
0										1
0		X			Y					1

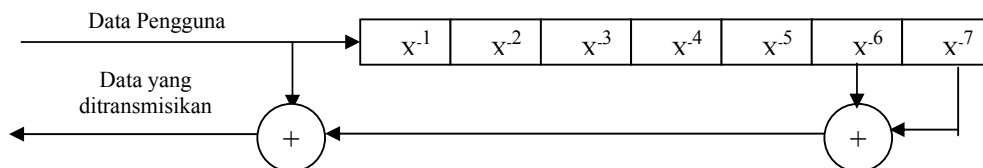
3. Propagasi *bit error* oleh pengacak (*scramblers*)

Pengacak (*Scramblers*) melakukan transformasi kode linier (*linier code transformation*) dengan menyisipkan suatu *shift register* umpan balik sebelum mengirimkan urutan bit dari suatu *frame* (data pengguna) ke kanal transmisi. Transformasi kode dideskripsikan oleh suatu polinomial yang memiliki koefisien dengan eksponen negatif yang menunjukkan posisi dari *shift register* sehingga menyebabkan umpan balik pada *frame* transmisi.

Contoh, generator polinomial

$$g(x) = 1 + x^{-6} + x^{-7} \text{ (Pengacak (scrambler) polinomial menurut rekomendasi ITU-T V.27)}$$

mentransformasikan urutan dari data pengguna secara eksklusif atau kombinasi dari tiap bit dengan isi shift register pada posisi x^{-6} dan x^{-7} .



Pada sisi penerima, data aslinya didapat dengan menggunakan sirkit yang sama, dimana data yang diterima sebagai input dan data pengguna sebagai output. Ini berarti *bit error* E pada posisi x dari sebuah *frame* menyebabkan tiga bit berlawanan pada data pengguna yang diterima, yaitu pada posisi x , $x+6$ dan $x+7$.

..	X-2	X-1	X	X+1	X+2	X+3	X+4	X+5	X+6	X+7	X+8
User data		E	User data					E	E	User data			

Bit error tunggal dikalikan dengan w , jika w mewakili bobot Hamming (jumlah koefisien $\neq 0$) dari generator polinomial. Pengurangan kesalahan propagasi terjadi pada akhir *frame*, ketika data pengguna tidak mencapai akhir *shift register*.

Seluruh generator polinomial yang diperhitungkan dalam seri standard ITU-T adalah polinomial primitif dengan bobot Hamming sama dengan tiga. Ini berarti *bit error* tunggal dikalikan dengan faktor tiga atau kurang. Karena format FT1.2 mendeteksi semua pola *bit error* yang kurang dari empat bit salah, sehingga *bit error* tunggal akan selalu terdeteksi. Selanjutnya *bit error* tunggal tidak mempengaruhi level integritas data pada format FT1.2 dan dapat diabaikan pada perhitungan selanjutnya.

4. Kondisi untuk pola galat yang tidak terdeteksi pada *frame* FT1.2

Investigasi pola *bit error* yang tidak terdeteksi oleh format *frame* FT1.2 seperti yang telah diberikan pada bagian 2 diatas memperlihatkan bahwa, dalam semua kasus, ada setidaknya satu pasang bit salah pada satu kolom. Pada beberapa kasus ada bit salah pada kolom yang bersebelahan secara langsung atau pada kolom yang berada di samping kolom yang bersebelahan. Karena panjang karakter sama dengan 11, maka jarak antara bit salah harus merupakan kelipatan 11 bit. Kondisi untuk terjadinya bit salah pada satu atau dua kolom selanjutnya adalah jarak dari $11t+1$ atau $11t+2$, dimana t adalah bilangan bulat. Ini berarti generator polinomial pengacak (*scramblers*) dengan koefisien, yang selisih eksponen negatifnya sebesar 1, 2, 11, 12, 13, 22, 23, 24, 33, 34, 35, ... merupakan kandidat yang mungkin untuk menghasilkan pola galat yang tidak terdeteksi.

5. Efek pengacak (*scrambler*) khusus pada integritas data FT1.2

Berdasarkan klausa sebelumnya dimana generator polinomial pengacak (*scrambler*) digunakan dalam rekomendasi ITU-T V.22 dan V.22 bis ($1 + x^{-14} + x^{-17}$) bukan merupakan kandidat yang mungkin untuk menghasilkan pola galat yang tidak terdeteksi. Akan tetapi polinomial yang digunakan dalam rekomendasi V.26 ter, V.27, V.27 bis, V.27 ter, V.29, V.32, dan V.33 merupakan semua kandidat yang mungkin untuk menghasilkan pola galat tersebut.

Diperlihatkan pada [1], [2] bahwa hanya generator polinomial $1 + x^{-5} + x^{-23}$ yang digunakan pada *calling direction* pada rekomendasi V.26 ter yang secara aktual dapat mengurangi jarak Hamming pada *frame* FT1.2; dalam hal ini, pengurangannya dari 4 ke 3.

Bukti:

Tiga *bit error* berikut ini pada lima karakter terakhir menyebabkan suatu galat *frame* yang tidak terdeteksi:

	Start	1	2	3	4	5	6	7	8	P	Stop
	0	1	2				1'	2'			1
	0										1
	0		1"	2"							1
	0										1
Check Sum	0	3					3'				1
End character	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1
Suppressed			3"								

Dengan memilih bit data pengguna berikut pada posisi bit yang ditunjukkan, 3 bit error yang terjadi tetap tidak terdeteksi:

Data yang ditransmisikan

Data yang ditransmisikan dengan 3 bit error

Start	1	2	3	4	5	6	7	8	P	Stop		Start	1	2	3	4	5	6	7	8	P	Stop
0							1		1	1		0	1	1				1			1	1
0										1		0										1
0			1			1				1		0		1				1				1
0										1		0										1
0			1			1	1		1	1	Check sum	0	1		1				1		1	1

Sehingga, jarak Hamming *frame* FT1.2 berkurang menjadi 3.

Rekomendasi ITU-T V.32 menspesifikasikan generator polinomial $1 + x^{-5} + x^{-23}$ pada kombinasi *quadruple amplitude modulation* dengan suatu kode Trellis. Pada [2] diperlihatkan metode ini tidak mengurangi integritas-data *frame* FT1.2.

Tabel 1. memperlihatkan survey rekomendasi ITU-T yang telah diinvestigasi tentang penggunaan pengacak (*scramblers*) dan pengaruhnya pada integritas data *frame* FT1.2 .

Table1 – Klasifikasi Rekomendasi ITU-T dengan menggunakan pengacak (*scramblers*)

Rekomendasi ITU-T	Kecepatan Transmisi Bd	generator polinomial pengacak (<i>Scrambler</i>)	Metode Modulasi	Pengurangan Jarak Hamming d dalam <i>frames</i> FT1.2
V.22	600/1 200	$1+X^{-14}+X^{-17}$	Differential phase modulation	No
V.22 bis	1 200/2 400	$1+X^{-14}+X^{-17}$	Quadruple amplitude modulation (QAM)	No
V.26 ter	2 400	$1+X^{-5}+X^{-23}$ $1+X^{-18}+X^{-23}$	Differential phase modulation	Yes (d=3) No
V.27, V.27 bis	4 800	$1+X^{-6}+X^{-7}$	Differential phase modulation	No
V.27 ter	2 400/4 800	$1+X^{-6}+X^{-7}$	Differential phase modulation	No
V.29	4 800/7 200/ 9 600	$1+X^{-18}+X^{-23}$	Quadruple amplitude modulation (QAM)	No
V.32 V.33	9 600 14 400	$1+X^{-5}+X^{-23}$ $1+X^{-18}+X^{-23}$	QAM + Trellis-code	No

Antarmuka fisik selain yang diperlihatkan pada tabel di atas dan yang direkomendasikan pada klausa 5 dari *companion standard* IEC 60870-5-101, IEC 60870-5-103 dibolehkan dengan persetujuan antara vendor dan pengguna.

Bibliography

- [1] P. Mittag "Einfluss von MODEM-Verfahren mit Quadraturamplitudenmodulation und Scramblern auf die Übertragungssicherheit des Protocols nach IEC 870-5", Diplomarbeit (thesis), Georg Simon Ohm, Fachhochschule Nürnberg, 1992
- [2] Spagl "Einfluss von MODEM-Verfahren mit Trellis-Codierung auf die Übertragungssicherheit des Protocols nach IEC 870-5". Diplomarbeit (thesis), Georg Simon Ohm, Fachhochschule Nürnberg, 1992
- [3] G. Funk "Integritas Data dan Efisiensi dari Kode produk parity check tunggal", ntz archiv 7 H. 4, 1985. (G. Funk "Data Integrity and efficiency of single *parity check* product codes", ntz Archiv 7 H. 4, 1985)
- [4] IEC 60870-5-1:1990, Peralatan dan Sistem Telekomunikasi – Bagian 5: Protokol Transmisi – Seksi pertama: Format *Frame* Transmisi (IEC 60870-5-1:1990, *Telecontrol equipment and systems – Part 5: Transmission protocols – Section One: Transmission frame formats*)
- [5] IEC 60870-5-1:1990, Peralatan dan Sistem Telekomunikasi – Bagian 5: Protokol Transmisi – Seksi 101: *Companion standard* tentang Tugas Telekomunikasi Dasar (IEC 60870-5-101:1995, *Telecontrol equipment and systems – Part 5: Transmission protocols – Section 101: Companion standard for basic telecontrol tasks*)
- [6] IEC 60870-5-1:1990, Peralatan dan Sistem Telekomunikasi – Bagian 5: Protokol Transmisi – Seksi 101: *Companion standard* tentang Transmisi Integrasi Total pada Sistem Tenaga Listrik (IEC 60870-5-102:1996, *Telecontrol equipment and systems – Part 5: Transmission protocols – Section 102: Companion standard for the transmission of integrated totals in electric power systems*)
- [7] IEC 60870-5-1:1990, Peralatan dan Sistem Telekomunikasi – Bagian 5: Protokol Transmisi – Seksi 101: *Companion standard* tentang informasi antarmuka pada peralatan proteksi (IEC 60870-5-103:1997, *Telecontrol equipment and systems – Part 5-103: Transmission protocols – Companion standard for the informative interface of protection equipment*)
- [8] Rekomendasi ITU-T V.22 (11/88) – Modem 1200 *bits per second* yang distandardkan untuk penggunaan general switched telephone network dan tipe sirkuit telepon *leased* 2 kabel point-to-point (ITU-T Recommendation V.22 (11/88) – 1200 bits per second duplex modem standardized for use in the general switched telephone network and on point-to-point 2 wire leased telephone-type circuits)
- [9] Rekomendasi ITU-T V.22 bis (11/88) – Modem *duplex* 2400 *bits per second* menggunakan teknik pembagian frekuensi yang distandardkan untuk penggunaan general switched telephone network dan tipe sirkuit telepon *leased* 2 kabel point-to-point (ITU-T Recommendation V.22 bis (11/88) – 2400 bits per second duplex modem using frequency division technique standardized for use on the general switched telephone network and on point-to-point 2-wire leased telephone-type circuits)
- [10] Rekomendasi ITU-T V.26 (11/88) – Modem *duplex* 2400 *bits per second* yang distandardkan untuk penggunaan tipe sirkuit telepon *leased* 4 kabel (ITU-T Recommendation V.26 (11/88) – 2400 bits per second duplex modem standardized for use on 4-wire leased telephone-type circuits)
- [11] Rekomendasi ITU-T V.26 ter (11/88) – Modem *duplex* 2400 *bits per second* yang menggunakan teknik echo cancellation yang distandardkan untuk penggunaan pada *general switch telephone network* dan tipe sirkuit telepon *leased* 2 kabel *point-to-point* (ITU-T Recommendation V.26 ter (11/88) – 2400 bits per second duplex modem using the echo

cancellation technique standardized for use on the general switched telephone network and on point-to-point 2 wire leased telephone-type circuits)

- [12] Rekomendasi ITU-T V.27 (11/88) – Modem 4800 *bits per second* dengan equalizer manual yang distandardkan untuk penggunaan pada tipe serkuit telepon *leased* (ITU-T Recommendation V.27 (11/88) – 4800 bits per second modem with manual equalizer standardized for use on leased telephone-type circuits)
- [13] Rekomendasi ITU-T V.27 bis (11/88) – Modem 4800 / 2400 *bits per second* dengan equalizer otomatis yang distandardkan untuk penggunaan pada tipe serkuit telepon *leased* (ITU-T Recommendation V.27 bis (11/88) – 4800 / 2400 bits per second modem with automatic equalizer standardized for use on leased telephone-type circuits)
- [14] Rekomendasi ITU-T V.27 ter (11/88) – Modem 4800 / 2400 *bits per second* yang distandardkan untuk penggunaan pada *general switch telephone network* (ITU-T Recommendation V.27 ter (11/88) – 4800 / 2400 bits per second modem standardized for use in the general switched telephone network)
- [15] Rekomendasi ITU-T V.29 bis (11/88) – Modem 9600 *bits per second* yang distandardkan untuk penggunaan pada tipe sirkuit telepon *leased* 4 kabel *point-to-point* (ITU-T Recommendation V.29 bis (11/88) – 9600 bits per second modem standardized for use on point-to-point 4-wire leased telephone-type circuits)
- [16] Rekomendasi ITU-T V.32 (03/93) – Keluarga dari modem 2 kabel, *duplex* yang beroperasi pada kecepatan pensinyalan data sampai 9600 bits/s untuk penggunaan general switch telephone network dan pada tipe sirkuit telepon *leased* (ITU-T Recommendation V.32 (03/93) – A family of 2-wire, duplex modems operating at data signalling rates of up to 9600 bits/s for use on the general switched telephone network and on leased telephone-type circuits)
- [13] Rekomendasi ITU-T V.33 (11/88) – Modem 14400 bits per second yang distandardkan untuk penggunaan tipe sirkuit telepon *leased* 4 kabel *point-to-point* (ITU-T Recommendation V.33 (11/88) – 14400 bits per second modem standardized for use on point-to-point 4 wire leased telephone-type circuits)
