

**SPESIFIKASI REMOTE TERMINAL UNIT
(RTU) dan GATEWAY SCADA
Bagian 1: Transmisi**



PT PLN (Persero)
Jl. Trunojoyo Blok M-1/135 Kebayoran Baru
Jakarta Selatan 12160

**SPESIFIKASI REMOTE TERMINAL UNIT
(RTU) dan GATEWAY SCADA
Bagian 1: Transmisi**



PT PLN (Persero)
Jl. Trunojoyo Blok M-1/135 Kebayoran Baru
Jakarta Selatan 12160

©PT PLN (Persero) 2024

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin atau menggandakan sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun dan dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak di luar internal PLN tanpa izin tertulis dari PT PLN (Persero).

PT PLN (Persero)

Jl. Trunojoyo Blok M-1/135 Kebayoran Baru

Jakarta Selatan 12160

SPESIFIKASI REMOTE TERMINAL UNIT (RTU) dan GATEWAY SCADA Bagian 1: Transmisi

Disusun oleh:

**Kelompok Bidang Standardisasi SCADA dan OPSIS
dengan Keputusan Direksi PT PLN (Persero)
No. 0053.K/DIR/2024**

**Kelompok Kerja Standardisasi
Remote Terminal Unit
dengan Keputusan General Manager
PT PLN (Persero) Puslitbang Ketenagalistrikan
No. 0081.K/GM-PUSLITBANG/2023**

Diterbitkan oleh :

**PT PLN (Persero)
Jl. Trunojoyo Blok M - 1/135, Kebayoran Baru
Jakarta Selatan 12160**



PLN

PT PLN (PERSERO)

KEPUTUSAN DIREKSI PT PLN (PERSERO)

NOMOR: 0217 .K/DIR/2024

TENTANG

PENETAPAN SPLN S3.006-1: 2024

REMOTE TERMINAL UNIT (RTU) DAN GATEWAY SCADA BAGIAN 1: TRANSMISI

DIREKSI PT PLN (PERSERO)

- Menimbang : a. bahwa untuk memberikan pedoman yang terarah dan seragam di lingkungan PT PLN (Persero) dalam pemilihan spesifikasi transformator tenaga pada jaringan tenaga listrik, maka Draf Standar Final (DSF) S3.006-1: 2024 yang disusun oleh Kelompok Standardisasi Bidang SCADA dan OPSIS perlu ditetapkan menjadi SPLN;
- b. bahwa Draf Standar Final (DSF) sebagaimana dimaksud pada huruf a telah memenuhi syarat untuk ditetapkan menjadi SPLN S3.006-1: 2024 *Remote Terminal Unit* (RTU) dan *Gateway* SCADA Bagian 1: Transmisi;
- c. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud pada huruf a dan b, perlu menetapkan Keputusan Direksi PT PLN (Persero) tentang Penetapan SPLN S3.006-1: 2024 *Remote Terminal Unit* (RTU) dan *Gateway* SCADA Bagian 1: Transmisi.
- Mengingat : 1. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2003 tentang Badan Usaha Milik Negara;
2. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 40 Tahun 2007 tentang Perseroan Terbatas;
3. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan;
4. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2023 tentang Penetapan Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2022 tentang Cipta Kerja menjadi Undang-Undang;
5. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 1994 tentang Pengalihan Bentuk Perusahaan Umum (Perum) Listrik Negara Menjadi Perusahaan Perseroan (Persero);

6. Peraturan...

Paraf 



6. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 45 Tahun 2005 tentang Pendirian, Pengurusan, Pengawasan dan Pembubaran Badan Usaha Milik Negara sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2022;
7. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2012 tentang Kegiatan Usaha Penyediaan Tenaga Listrik sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2014;
8. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 62 Tahun 2012 tentang Usaha Jasa Penunjang Tenaga Listrik;
9. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 25 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Bidang Energi dan Sumber Daya Mineral;
10. Anggaran Dasar PT PLN (Persero);
11. Keputusan Menteri Badan Usaha Milik Negara Selaku Rapat Umum Pemegang Saham Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara Nomor SK-325/MBU/12/2019 tentang Pemberhentian, Perubahan Nomenklatur dan Pengangkatan Anggota-Anggota Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara;
12. Keputusan Menteri Badan Usaha Milik Negara Selaku Rapat Umum Pemegang Saham Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara Nomor SK-200/MBU/06/2021 tentang Pemberhentian, Pengalihan Tugas, dan Pengangkatan Anggota-Anggota Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara;
13. Keputusan Menteri Badan Usaha Milik Negara Selaku Rapat Umum Pemegang Saham Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara Nomor SK-389/MBU/12/2021 tentang Pemberhentian, Perubahan Nomenklatur Jabatan, dan Pengalihan Tugas Anggota-Anggota Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara;
14. Keputusan Menteri Badan Usaha Milik Negara Selaku Rapat Umum Pemegang Saham Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara Nomor SK-392/MBU/12/2021 tentang Pemberhentian dan Pengangkatan Anggota-Anggota Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara;
15. Keputusan Menteri Badan Usaha Milik Negara Selaku Rapat Umum Pemegang Saham Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan listrik Negara Nomor SK-2/MBU/01/2022 tentang Pemberhentian dan Pengangkatan Anggota Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara

16. Keputusan...

Paraf 



PLN

16. Keputusan Menteri Badan Usaha Milik Negara Selaku Rapat Umum Pemegang Saham Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara Nomor SK-162/MBU/07/2022 tentang Pemberhentian, dan Pengangkatan Anggota Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara;
17. Keputusan Menteri Badan Usaha Milik Negara Selaku Rapat Umum Pemegang Saham Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara Nomor SK-213/MBU/09/2022 tentang Pemberhentian, Perubahan Nomenklatur Jabatan, Pengalihan Tugas dan Pengangkatan Anggota-Anggota Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara;
18. Keputusan Menteri Badan Usaha Milik Negara Selaku Rapat Umum Pemegang Saham Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara Nomor SK-258/MBU/09/2023 tentang Pengangkatan Anggota Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara;
19. Keputusan Direksi PT PLN (Persero) Nomor 033.K/DIR/2005 tentang Penetapan PT PLN (Persero) Penelitian dan Pengembangan Ketenagalistrikan sebagai Penanggung Jawab Kegiatan Standardisasi di Lingkungan PT PLN (Persero);
20. Keputusan Direksi PT PLN (Persero) Nomor 304.K/DIR/2009 tentang Batasan Kewenangan Pengambilan Keputusan di Lingkungan PT PLN (Persero) sebagaimana telah beberapa kali diubah, terakhir dengan Peraturan Direksi PT PLN (Persero) Nomor 0297.P/DIR/2016;
21. Peraturan Direksi PT PLN (Persero) Nomor 0026.P/DIR/2024 tentang Organisasi dan Tata Kerja PT PLN (Persero);
22. Keputusan Direksi PT PLN (Persero) Nomor 0053.K/DIR/2024 tentang Pembentukan Kelompok Bidang Standardisasi Ketenagalistrikan di Lingkungan PT PLN (Persero).

MEMUTUSKAN:

- Menetapkan : KEPUTUSAN DIREKSI PT PLN (PERSERO) TENTANG PENETAPAN SPLN S3.006-1: 2024 *REMOTE TERMINAL UNIT* (RTU) DAN GATEWAY SCADA BAGIAN 1: TRANSMISI.
- PERTAMA : Menetapkan SPLN S3.006-1: 2024 *Remote Terminal Unit* (RTU) dan *Gateway SCADA* Bagian 1: Transmisi sebagaimana tercantum dalam Lampiran Keputusan ini.

KEDUA ...

Paraf



- KEDUA : SPLN S3.006-1: 2024 sebagaimana dimaksud dalam Diktum PERTAMA diberlakukan di lingkungan PT PLN (Persero) dan Anak Perusahaan PT PLN (Persero) melalui adopsi secara langsung oleh Direksi Anak Perusahaan atau pengukuhan dalam Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) Anak Perusahaan PT PLN (Persero).
- KETIGA : Pada saat Keputusan ini mulai berlaku, ketentuan-ketentuan lain yang bertentangan dengan Keputusan ini dicabut dan dinyatakan tidak berlaku.

Keputusan ini mulai berlaku terhitung sejak tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 1 September 2024

DIREKTUR UTAMA,

DARMAWAN PRASODJO

Paraf 

Susunan Kelompok Bidang Standardisasi SCADA dan OPSIS

Surat Keputusan Direksi PT PLN (Persero)
No. 0053.K/DIR/2024

1. Agus Harya Maulana, S.T., M.T. : Sebagai Ketua merangkap Anggota
2. Guntur Supriyadi, S.T., M.Sc. : Sebagai Sekretaris merangkap Anggota
3. Arham, S.T., M.T. : Sebagai Anggota
4. Tri Hardimasyar, S.T., M.Sc. : Sebagai Anggota
5. Dr. Dhany Hermeidy Barus, S.T., M.T. : Sebagai Anggota
6. M. Chaliq Fadli, S.T., M.Sc. : Sebagai Anggota
7. Lugito Nurwahono, S.T., M.T. : Sebagai Anggota
8. Ir. Teguh Kurnianto, S.T. : Sebagai Anggota
9. M. Said Al Manshury, S.T., M.T. : Sebagai Anggota
10. Indra Utama Ichsan, S.T., M.M. : Sebagai Anggota
11. Doni Adrean, S.T. : Sebagai Anggota
12. Eko Wibowo, S.T., M.M. : Sebagai Anggota
13. Timbul Ferdinand S., S.T., M.T. : Sebagai Anggota
14. Popi Puspitasari, S.T., M.Sc. : Sebagai Anggota
15. Drie Alsı Laksana, S.T. : Sebagai Anggota
16. Elvanto Yanuar Ikhsan, S.T., M.Sc. : Sebagai Anggota
17. Hendrix Reza, S.T. : Sebagai Anggota
18. H. M. Afip Nurul Hudah, S.T., M.T. : Sebagai Anggota

Susunan Kelompok Kerja Standardisasi

Remote Terminal Unit

Surat Keputusan General Manager PT PLN (Persero) Puslitbang Ketenagalistrikan
No. 0081.K/GM-PUSLITBANG/2023

1. M. Said Al Manshury, S.T., M.T. : Sebagai Ketua merangkap Anggota
2. Ir. Kemas M. Tofani HS, S.T., M.T. : Sebagai Sekretaris merangkap Anggota
3. Andi Putra Pradana, S.T. : Sebagai Anggota
4. Deva Kurniawan, S.T. : Sebagai Anggota
5. R Dimas Dityagraha, S.T., M.T. : Sebagai Anggota

Narasumber

1. Ir. Teguh Kurnianto, S.T. : PLN Kantor Pusat – Div RST
2. Gatot Sugiarto, S.T. : PLN UIP2B
3. Mochammad Ali Randy, S.T. : PLN UIP2B
4. Ir. Meiji Mamondol, S.T. : PLN UIP3B Sulawesi
5. Arma Perwira Nugraha, S.T. : PLN UIP3B Kalimantan
6. Anggi Satriadi, S.T. : PLN UIP3B Sumatera

Daftar Isi

Daftar Isi	i
Daftar Tabel.....	iii
Daftar Gambar	iv
Prakata	v
1 Ruang lingkup	1
2 Tujuan	1
3 Acuan normatif	1
4 Istilah dan definisi	2
5 Umum	7
5.1 Syarat teknis RTU dan <i>gateway</i>	7
5.2 Syarat non teknis RTU dan <i>gateway</i>	8
5.3 Catu daya.....	8
6 Arsitektur umum	9
6.1 Arsitektur GI konvensional.....	9
6.2 Arsitektur SOGI	10
7 <i>Remote terminal unit</i> (RTU).....	11
7.1 Pendahuluan	11
7.1.1 <i>Telesignaling</i>	11
7.1.2 <i>Telemetry</i>	12
7.1.3 Posisi <i>tap changer</i> (<i>step position</i>).....	12
7.1.4 Perintah <i>remote control</i>	12
7.2 Konfigurasi RTU.....	13
7.3 Protokol komunikasi	13
7.3.1 RTU ke <i>control center/gateway</i>	13
7.3.2 RTU ke IED/DCS pembangkit.....	14
7.4 Spesifikasi	14
7.4.1 Spesifikasi RTU	14
7.4.2 Spesifikasi RTU untuk LFC/AGC	16
7.5 Kelengkapan	18
7.6 Sinkronisasi waktu.....	18
7.7 Informasi status dan diagnostik	19
7.8 RTU <i>database</i> konfigurator	19
7.9 Perangkat lunak atau fitur.....	19
8 <i>Gateway</i>	20
8.1 Pendahuluan	20
8.2 Protokol komunikasi	20

8.2.1	Gateway ke <i>control center</i>	20
8.2.2	Gateway ke IED/RTU.....	21
8.3	Spesifikasi <i>gateway</i>	21
8.4	Kelengkapan.....	23
8.5	Sinkronisasi waktu	23
8.6	Informasi status dan diagnostik.....	23
8.7	Gateway database konfigurator	23
8.8	Perangkat lunak atau fitur	24
9	Pengujian jenis (<i>type test</i>) RTU dan <i>gateway</i>	24
9.1	Prosedur pengujian.....	24
9.2	Mata uji pengujian jenis (<i>type test</i>).....	24
9.2.1	Pengujian fungsi.....	25

Daftar Tabel

Tabel 1. Spesifikasi RTU	14
Tabel 2. Spesifikasi RTU untuk LFC/AGC.....	16
Tabel 3. Sinkronisasi waktu	18
Tabel 4. Spesifikasi <i>gateway</i>	21
Tabel 5. Sinkronisasi waktu	23
Tabel 6. Type test RTU dan <i>gateway</i>	25
Tabel 7. Mata uji pengujian fungsi RTU dan <i>Gateway</i>	29

Daftar Gambar

Gambar 1. Arsitektur umum RTU atau <i>gateway</i> di GI konvensional	10
Gambar 2. Arsitektur umum SOGI TT/TET	10
Gambar 3. <i>Telesignaling</i>	12
Gambar 4. Konfigurasi RTU	13
Gambar 5. Konfigurasi umum pengujian fungsi RTU	27
Gambar 6. Konfigurasi umum pengujian <i>gateway</i>	28

Prakata

Standar ini mengatur spesifikasi *remote terminal unit* (RTU) dan *gateway* SCADA untuk gardu induk tegangan tinggi dan ekstra tinggi.

SPLN S3.006 terkait RTU dan *gateway* SCADA terbagi menjadi dua bagian, yaitu:

1. S3.006-1, *Spesifikasi Remote Terminal Unit (RTU) dan Gateway SCADA Bagian 1: Transmisi.*
2. S3.006-2, *Spesifikasi Remote Terminal Unit (RTU) dan Gateway SCADA Bagian 2: Distribusi.*

Standar ini merupakan revisi dan pemecahan dari SPLN S3.005-1: 2021, *Spesifikasi Peralatan Remote Station Bagian 1: Transmisi* dan SPLN S6.003: 2020, *Uji Fungsi Remote Station*, khusus bagian RTU dan *gateway* SCADA pada sistem transmisi.

Standar ini menjadi pedoman PLN dalam menentukan persyaratan/kriteria, spesifikasi, konfigurasi dan pengujian RTU dan *gateway* SCADA pada sistem transmisi.

Dengan berlakunya standar ini, maka SPLN S3.005-1: 2021, *Spesifikasi Peralatan Remote Station Bagian 1: Transmisi* dan SPLN S6.003: 2020, *Uji Fungsi Remote Station* yang mengatur terkait RTU dan *gateway* SCADA di sistem transmisi sudah tidak berlaku dan tidak dapat diacu. Hal-hal terkait spesifikasi dan pengujian RTU dan *gateway* SCADA pada sistem transmisi diatur dalam SPLN ini, SPLN S3.006-1.

.

Spesifikasi Remote Terminal Unit (RTU) dan Gateway SCADA

Bagian 1: Transmisi

1 Ruang lingkup

Standar ini dimaksudkan untuk menetapkan standar spesifikasi *remote terminal unit* (RTU) dan *gateway* SCADA di sistem transmisi beserta pengujiannya untuk setiap unit PLN. Standar ini mengatur terkait kriteria/persyaratan, spesifikasi, dan pengujian RTU & *gateway* SCADA.

SPLN lain seperti SPLN S3.005-1: 2021, *Spesifikasi Peralatan Remote Station Bagian 1: Transmisi* dan SPLN S6.003: 2020, *Uji Fungsi Remote Station* yang memiliki pasal atau subpasal mengatur secara spesifik terkait RTU dan *gateway* SCADA pada sistem transmisi, sudah tidak dapat diacu.

2 Tujuan

Standar ini ditujukan untuk memberikan pedoman yang terarah dan seragam dalam penerapan standar spesifikasi RTU dan *gateway* SCADA yang mengutamakan mutu, keandalan dan ekonomis. Standar ini merupakan acuan dalam perencanaan, pembangunan, pengembangan dan pengujian RTU dan *gateway* pada sistem transmisi.

3 Acuan normatif

Ketentuan yang digunakan dalam SPLN ini mengikuti standar dan referensi berikut, kecuali ditetapkan secara khusus. Dalam hal terjadi revisi pada standar dan referensi tersebut, maka ketentuannya mengikuti edisi terakhirnya.

- a. SPLN S3.001: 2021, *Peralatan SCADA Sistem Tenaga Listrik*;
- b. SPLN S4.002:2011, *Interoperability Protokol IEC 60870-5-101*;
- c. SPLN S4.003:2011, *Interoperability Protokol IEC 60870-5-104*;
- d. SPLN S4.008:2021, *Penamaan dan Penulisan IEC 61850*;
- e. SPLN S4.006:2015, *Interoperability protokol DNP3*;
- f. SPLN S4.007:2017, *Interoperability protokol DNP3 - Bagian 2 – Pengujian*;
- g. SPLN S5.001-1: 2021, *Teleinformasi Data Untuk Operasi Jaringan Tenaga Listrik Bagian 1: Sistem Penyaluran*;
- h. SPLN S5.002-1: 2021, *Teleinformasi Data Untuk Pemeliharaan Jaringan Tenaga Listrik Bagian 1: Sistem Penyaluran*;
- i. SPLN S4.001: 2008, *Pengujian Sistem Scada*;
- j. Permen ESDM No. 20 Tahun 2020, *Aturan Jaringan Sistem Tenaga Listrik (Grid Code)*
- k. IEC 60870-5, *Telecontrol equipment and systems*;

- l. IEC 61850, *Communication networks systems for power utility automation*;
- m. IEEE 1815, IEEE Standard for Electric Power Systems Communication – Distributed Network Protocol (DNP3);
- n. IEC 60529 (2001-02), *Degrees of Protection Provided by Enclosures (IP Code)*.

4 Istilah dan definisi

4.1

Automatic Generation Control (AGC)

Pengatur pembebanan pembangkit secara otomatis yaitu suatu fasilitas komputerisasi yang secara otomatis mengatur daya listrik yang keluar dari generator sebagai respons terhadap perubahan frekuensi sistem, yang memungkinkan optimisasi biaya pembangkitan secara keseluruhan dengan pengiriman sinyal untuk mengubah *set point governor* unit pembangkit.

4.2

Alarm

Perubahan kondisi dari peralatan atau sistem yang telah terdeteksi sebelumnya dari kondisi normal operasinya [IEV ref 351-43-08].

4.3

Availability

Kemampuan suatu unit atau sistem untuk melakukan fungsi yang dibutuhkan setiap saat ketika diperintahkan.

4.4

Bouncing Delay

Waktu tunda agar apabila terjadi beberapa event perubahan status pada teleinformasi data yang sama di dalam rentang waktu tersebut akan dianggap sebagai satu *event*.

4.5

Control Center

Pusat kendali pengoperasian sistem tenaga listrik dimana *master station* ditempatkan.

4.6

Event

Perubahan diskrit yang terjadi pada kondisi sebuah sistem atau peralatan.

4.7***Debouncing contact***

Kondisi transien dimana kontak berubah posisi antara posisi *On* dan *Off* dalam periode yang singkat.

4.8***Gateway***

Simpul rele (*relay node*) jaringan data dimana jalur transmisi dengan definisi protokol yang berbeda dari semua tujuh layer protokol terinterkoneksi oleh konversi protokol.

4.9***Global positioning system (GPS)***

Peralatan yang mengakuisisi data waktu dan posisi dengan presisi tinggi dari satelit.

4.10***Human machine interface (HMI)***

Perangkat dimana pengguna berinteraksi dengan sistem SCADA. HMI menyediakan fasilitas dimana pengguna dapat memberikan input kepada sistem dan sistem dapat memberikan *output* kepada pengguna.

4.11***Intelligent electronic devices (IED)***

Peralatan elektronik yang berbasis *microprocessor* yang biasa digunakan dalam *industrial control system* (ICS). Peralatan elektronik berbasis mikroprosesor yang memiliki fungsi tertentu untuk melakukan telekontrol (*telemetry, telesignal, dan remote control*), proteksi, dan meter energi.

4.12***Load frequency control (LFC)***

LFC secara konsep sama halnya dengan AGC, yaitu pengaturan frekuensi pada sistem tenaga listrik dengan cara mengatur governor agar dapat menyeimbangkan kecepatan turbin dengan perubahan beban yang ada. Penggunaan istilah LFC di PLN mengacu pada mesin pembangkit lama yang belum menggunakan *set point* daya (Pset). Perbedaan AGC dan LFC dalam istilah yang sering digunakan di PLN adalah terkait sinyal set point yang dikirimkan, pada LFC sinyal set point menggunakan *set point* daya (Pset) sedangkan pada LFC menggunakan sinyal N-Level.

4.13

Logical node (LN)

Bagian terkecil dari fungsi yang bertukar data. LN adalah objek yang ditentukan oleh data dan metodenya [IEC 61850].

4.14

Master station

Stasiun yang melaksanakan telekontrol (*telemetering*, *telesignal*, dan *remote control*) terhadap *remote station*.

4.15

Perpetual license

Jenis lisensi yang memberikan hak ke user untuk menggunakan sistem tanpa batas durasi.

4.16

Power meter

Peralatan elektronik yang memiliki kemampuan melakukan perhitungan untuk menghasilkan nilai besaran-besaran listrik.

4.17

Protokol

Sekumpulan semantik dan aturan cara penulisan (sintaksis) yang menentukan cara unit fungsional dalam berkomunikasi. [ISO/IEC 2382-9].

4.18

Remote control

Penggunaan teknik telekomunikasi untuk mengubah status peralatan operasional. [IEV 371-01-06].

4.19

Remote station

Stasiun yang dipantau, atau diperintah dan dipantau oleh *master station*, yang terdiri dari *gateway*, IED, HMI lokal, RTU, meter energi, dan beberapa peralatan di jaringan dan gardu.

4.20

Remote terminal unit (RTU)

Peralatan yang dipantau dan atau diperintah oleh *master station*. [IEV 371-06-04].

4.21**Sequence of Event (SOE)**

Urutan kejadian pada suatu *remote station* yang diproses dan dikirim ke *control center*.

4.22**Supervisory control and data acquisition (SCADA)**

Pengontrol dan pengukur jarak jauh yang digunakan dalam tenaga listrik yang mengumpulkan data operasional seperti frekuensi, tegangan, aliran daya, posisi CB dalam jaringan, serta memproses dan menampilkannya di pengelola operasi sistem PT PLN (Persero) yang mengawasi dan mengendalikan peralatan proses yang tersebar secara geografis. [IEC 870-1-3].

4.23**Telecontrol**

Kendali peralatan operasional jarak jauh menggunakan transmisi informasi dengan teknik telekomunikasi. [IEV 371-01-01].

CATATAN: Telekontrol dapat berisi kombinasi perintah, *alarm*, indikasi, *metering* (pengukuran), proteksi dan fasilitas *tripping*, tidak menggunakan pesan suara

4.24**Telemeter**

Transmisi nilai variabel yang diukur dengan menggunakan teknik telekomunikasi. [IEV 371-01-03].

4.25**Telesignal**

Pengawasan status dari peralatan operasional dalam jarak tertentu dengan menggunakan teknik telekomunikasi seperti kondisi *alarm*, posisi *switch* atau posisi katup. [IEV 371-01-04].

4.26**Time synchronization**

Proses yang mengatur frekuensi *clock* untuk mencapai keserempakan dari dua fenomena waktu yang berbeda. [IEV 704-13-17].

4.27**Time tag**

Penanda waktu untuk setiap informasi yang ditransmisikan [IEV 371-05-02].

Berikut beberapa daftar singkatan yang digunakan.

AGC	: <i>Automatic Generation Control</i>
AI	: <i>Analog Input</i>
AO	: <i>Analog Output</i>
BCD	: <i>Binary Code Decimal</i>
BoQ	: <i>Bill of Quantity</i>
COT	: <i>Cause of Transmission</i>
DCS	: <i>Distributed Control System</i>
DI	: <i>Digital Input</i>
DO	: <i>Digital Output</i>
DO	: <i>Direct Operate</i>
FAT	: <i>Factory Acceptance Test</i>
FIFO	: <i>First Input First Output</i>
GI	: <i>Gardu Induk</i>
GPS	: <i>Global Positioning System</i>
HMI	: <i>Human Machine Interface</i>
IED	: <i>Intelligent Electronic Device</i>
LFC	: <i>Load Frequency Control</i>
OEM	: <i>Original Equipment Manufacturer</i>
RCA	: <i>Remote Control Analog (setpoint)</i>
RCD	: <i>Remote Control Digital</i>
RKS	: <i>Rencana Kerja dan Syarat-syarat</i>
RTU	: <i>Remote Terminal Unit</i>
SAT	: <i>Site Acceptance Test</i>
SBO	: <i>Select Before Operate</i>
SCADA	: <i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>
SoE	: <i>Sequence of Events</i>
SOGI	: <i>Sistem Otomasi Gardu Induk</i>
TID	: <i>Teleinformasi Data</i>
TM	: <i>Telemetry</i>
TS	: <i>Telesignaling</i>
TSD	: <i>Telesignal Double</i>
TSS	: <i>Telesignal Single</i>
TT/TET	: <i>Tegangan Tinggi/Tegangan Ekstra Tinggi</i>

5 Umum

5.1 Syarat teknis RTU dan *gateway*

Berikut beberapa hal terkait persyaratan teknis RTU dan *gateway*:

- a. Melampirkan laporan hasil uji yang menyatakan RTU dan *gateway* telah lulus uji dari Laboratorium PLN.
- b. Kualitas komponen RTU dan *gateway* masuk dalam kelas industrial, yang tahan terhadap:
 - Surja (dapat berupa peralatan eksternal);
 - Elektromagnetik;
 - Tegangan lebih;
 - Panas;
 - Kelembaban;
 - korosi/karat (dilengkapi dengan perlindungan korosif).
- c. Barang yang telah dipasok harus dijamin 100% (seratus persen) baru dan asli (*genuine*) sesuai dengan spesifikasi teknik yang dipesan dan bebas dari cacat kerusakan yang terlihat maupun yang tersembunyi dan harus disertai dengan dokumen-dokumen:
 - Asli *Certificate of Origin* dan *Certificate of Manufacture* termasuk *factory test certificate*;
 - Buku *instruction manual* dalam bentuk *hardcopy* dan atau *softcopy*.
- d. Seluruh peralatan yang dipasok harus dijamin kualitas mulai dari material, desain teknik dan prosedur fabrikasi, pengujian, pengepakan dan pengiriman.
- e. Penerapan standar SCADA (teleinformasi data) dalam RTU dan *gateway* mengikuti Standardisasi teleinformasi data untuk fungsi operasi dan fungsi pemeliharaan sesuai SPLN terbaru.
- f. Pengalamatan I/O pada proses mapping harus *configurable*.
- g. Semua peralatan utama harus dapat dilakukan konfigurasi dari jauh (*remote setting*) yang dapat dijalankan menggunakan *operating system* terbaru atau aplikasi *web based* dengan tetap memperhatikan keamanan siber.
- h. Dokumen manual, *tool* untuk konfigurator dalam bahasa Indonesia dan atau bahasa Inggris. Lisensi fitur *tool* konfigurator waktunya bersifat tidak terbatas (*perpetual license*).
- i. Lisensi peralatan (*hardware* dan *software*) bersifat *perpetual license* dan dapat diklaim kembali secara gratis jika terjadi kerusakan pada perangkat.

5.2 Syarat non teknis RTU dan *gateway*

Berikut beberapa hal terkait persyaratan non teknis RTU dan *gateway*:

- a. Kontraktor atau *vendor* yang boleh mengikuti pengadaan RTU/*gateway* ≥ 3 (tiga) gardu induk harus melampirkan surat keterangan kepuasan pengguna RTU/*gateway* dengan mencantumkan merek/tipe RTU/*gateway* yang terhubung dengan *control center* dan berfungsi baik. Definisi RTU/*gateway* berfungsi baik adalah tidak ada permasalahan yang sifatnya mayor dan permanen seperti protokol komunikasi, *telesignal*, *remote control* dan *telemetry*.
- b. Merujuk poin (a), melampirkan surat kepuasan pengguna bahwa RTU/*gateway* yang beroperasi dengan baik minimal 2 (dua) tahun dan 2 (dua) perusahaan utilitas di negara tropis (misal: ditunjukkan dengan nilai *availability* RTU selama beroperasi).
- c. Kalau terjadi perbedaan antara spesifikasi teknik, BOQ dan TPG maka PLN akan memutuskan yang terbaik.
- d. Penawaran harga dari peserta pengadaan sudah termasuk biaya material (*hardware*, *interfacing*), lisensi *software*, instalasi, transportasi, FAT, SAT, pelatihan, migrasi, *dismantling*.
- e. Rencana kerja dan syarat-syarat (RKS), spesifikasi teknik dan *bill of quantity* (BOQ) merupakan kesatuan yang tidak dapat dipisahkan.
- f. Penawaran harga peserta pengadaan sudah mencakup RKS, spesifikasi teknik yang tidak tercantum di dalam BOQ.
- g. RTU dan *gateway* harus *original equipment manufacturer* (OEM);
- h. *Vendor* harus mempunyai minimal 3 (tiga) orang enjiner warga negara Indonesia yang mampu mengintegrasikan RTU dan *gateway* (dibuktikan dengan demo konfigurasi tanpa panduan pihak lain).
- i. Dalam hal pembangunan baru, PLN unit pembangunan tetap berkoordinasi dengan PLN unit operasional (*user/pemilik aset*) setempat untuk kebutuhan dan keperluan sistem, seperti protokol, komunikasi, dan spesifikasi lainnya.

5.3 Catu daya

Catu daya RTU dan *gateway* yang dipilih dapat menggunakan +48 VDC atau +110 VDC (positif catu daya tidak diground). Rentang batasan tegangan kerja RTU dan *gateway* beroperasi normal adalah dari -15% s.d +10%. RTU dan *gateway* harus memiliki proteksi dari polaritas terbalik (*reverse polarity*), *over current*, *over voltage*, dan *surge protection*.

6 Arsitektur umum

6.1 Arsitektur GI konvensional

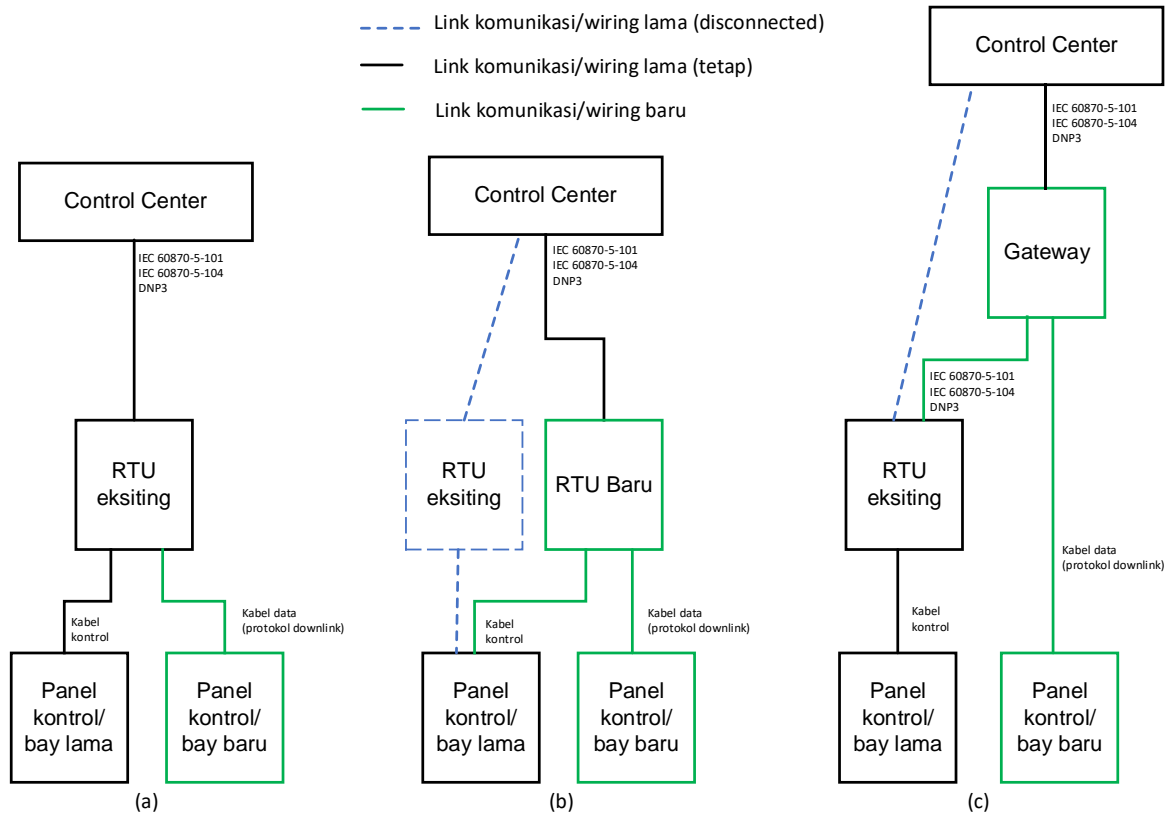
Setiap gardu induk konvensional di sisi transmisi hanya boleh memiliki 1 (satu) RTU/*gateway* yang berkomunikasi dengan *control center*.

Jika ada penambahan *bay* baru dan RTU eksisting *support* protokol *downlink* ke peralatan dibawahnya, maka IED *bay* baru harus dapat diintegrasikan dengan RTU eksisting, seperti ditunjukan pada Gambar 1 (a). RTU eksisting yang tetap berkomunikasi dengan *control center* dan komisioning RTU dilakukan hanya untuk penambahan *bay* baru.

Jika RTU eksisting **tidak** *support* protokol *downlink* ke peralatan di bawahnya, maka:

- a. Opsi 1: Pengadaan RTU baru untuk penggantian RTU eksisting. Untuk *bay* eksisting dilakukan *re-wiring* ke RTU baru. Komisioning dilakukan terhadap *bay* eksisting dan *bay* baru. Konfigurasi digambarkan pada Gambar 1 (b).
- b. Opsi 2: Penambahan *gateway*. Gateway harus terintegrasi dengan RTU eksisting dan IED *bay* baru. Pertukaran data komunikasi ke *control center* dilakukan oleh *gateway*. Komisioning dilakukan terhadap *bay* eksisting dan *bay* baru. Dengan catatan RTU eksisting memiliki protokol eksisting yang standar, jika tidak maka opsi 1 yang diambil. Konfigurasi digambarkan pada Gambar 1 (c).

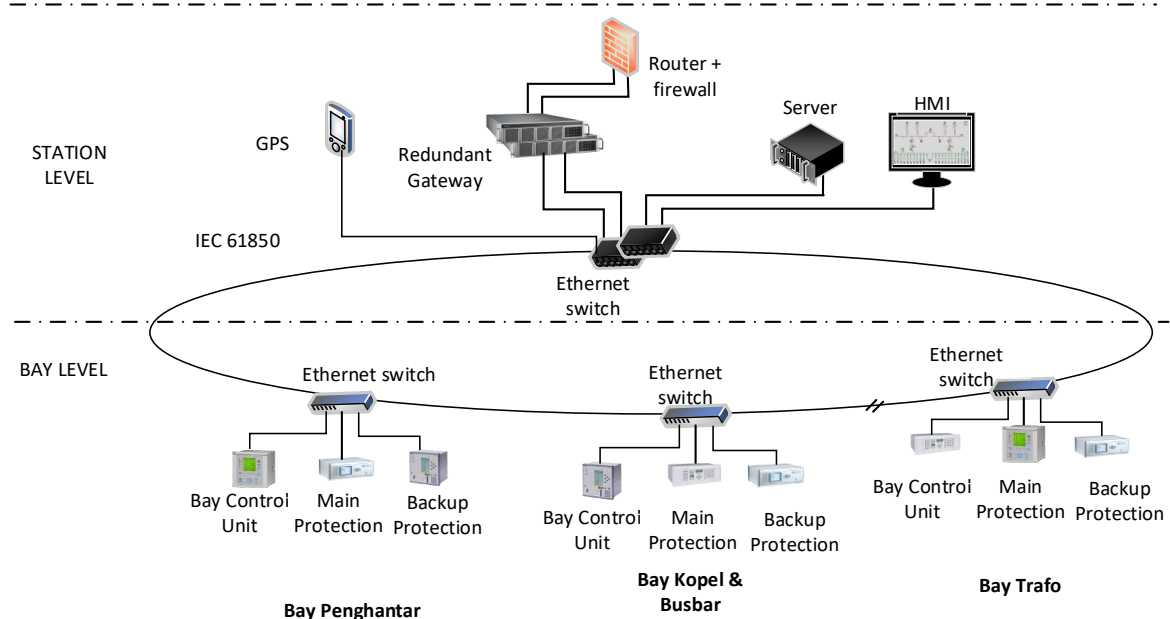
Komunikasi dari RTU/*gateway* ke *control center* mengikuti aturan SPLN S5.008 (*series*), Cyber Security.



Gambar 1. Arsitektur umum RTU atau gateway di GI konvensional

6.2 Arsitektur SOGI

Pada arsitektur SOGI jika ada penambahan bay baru maka **wajib** terintegrasi dengan SOGI eksisting. Komisioning dilakukan hanya pada bay baru.



Gambar 2. Arsitektur umum SOGI TT/TET

7 Remote terminal unit (RTU)

7.1 Pendahuluan

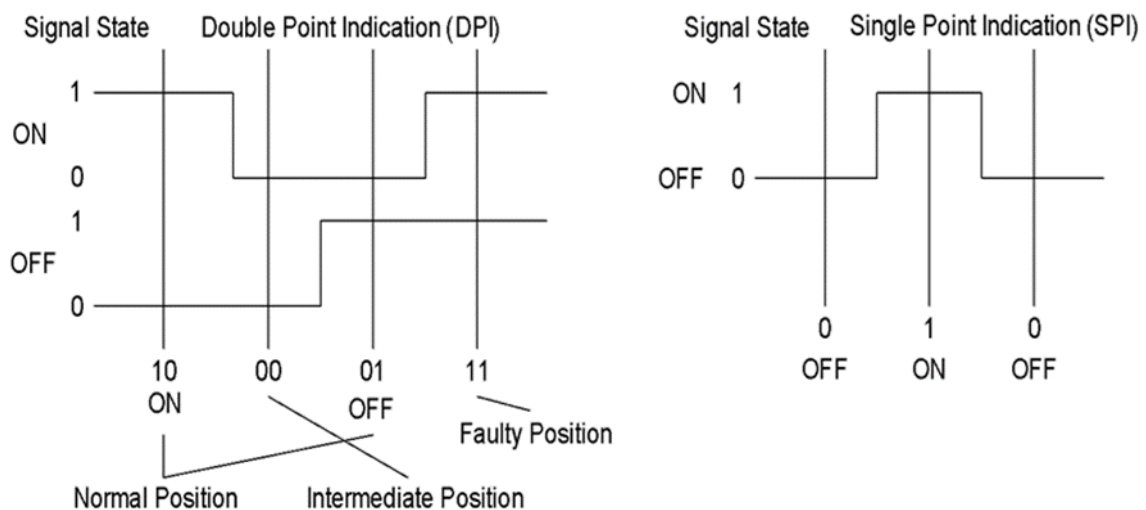
RTU merupakan perangkat yang memiliki protokol komunikasi *uplink* dan dilengkapi protokol komunikasi *downlink* serta harus mempunyai modul Input/Output (I/O).

RTU harus minimal memiliki fungsi sebagai berikut:

- a. Berkomunikasi dengan multi *master station* secara simultan dengan *database* yang terpisah.
- b. Berkomunikasi dengan *IED* dan sub-RTU.
- c. Berkomunikasi dengan HMI lokal.
- d. Berkomunikasi dengan secara simultan dengan multi protokol.
- e. Fungsi *remote control*.
- f. Fungsi *telesignaling*.
- g. Fungsi *telemetry*.
- h. Fungsi *tap changer*.
- i. Fungsi *counter*.
- j. *Process archiving*.
- k. *Load archiving*.
- l. *Diagnostic* secara *real time*.
- m. *Monitoring data real time*.
- n. Kemampuan otomatis *start-up (booting)* dan inisialisasi setelah RTU *off* tanpa *manual intervention*.
- o. Kemampuan untuk sinkronisasi waktu dengan *master station*.
- p. Kemampuan fitur *Sequence of Events (SoE)*.
- q. Kemampuan untuk dapat ekspansi modul RTU atau *sub-rack*.
- r. Kemampuan *remote reset (reset proses)*.

7.1.1 Telesignaling

Telesignaling terbagi menjadi dua, *Telesignal Single (TSS)* dan *Telesignal Double (TSD)*. Berikut adalah ilustrasi pembagian kedua jenis *telesignal* tersebut.



Gambar 3. Telesignaling

7.1.2 Telemetry

Telemetry RTU terhubung dengan IED/*power meter* menggunakan protokol. Sedangkan untuk RTU LFC/AGC dapat menggunakan *analog input* (*unipolar* atau *bipolar*).

7.1.3 Posisi *tap changer* (*step position*)

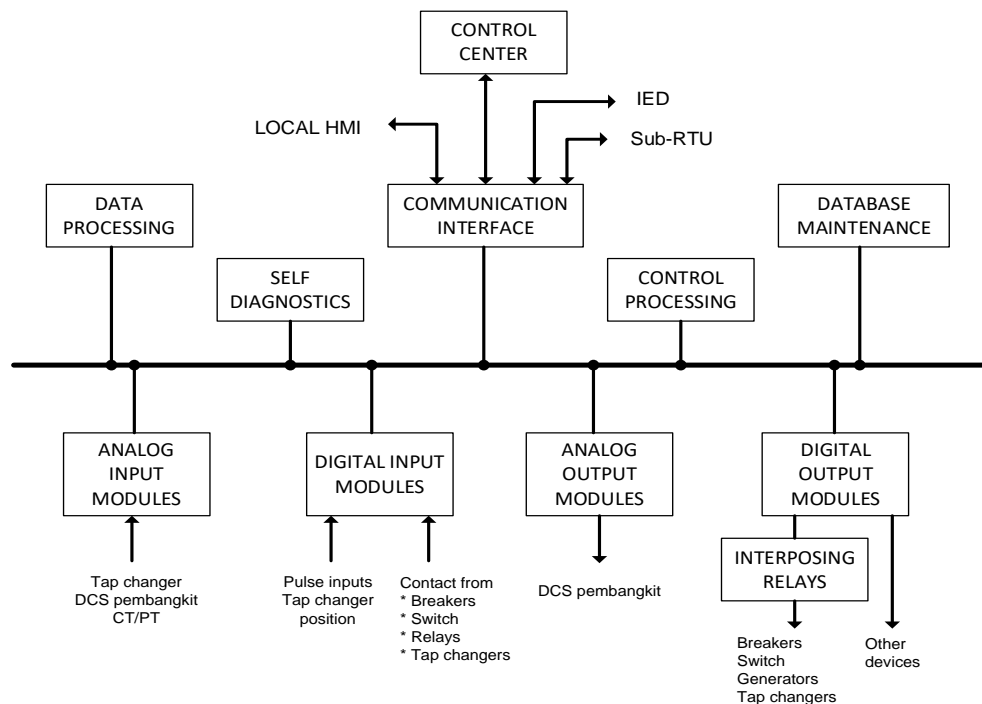
Posisi *tap changer* (*step position*) menggunakan *binary code decimal* (BCD) atau mili Ampere (mA).

7.1.4 Perintah *remote control*

Jenis perintah *remote control* sebagai berikut:

- Single command.*
- Double command.*
- Step command.*
- Set point command* (untuk LFC/AGC).

7.2 Konfigurasi RTU



Gambar 4. Konfigurasi RTU

Pada konfigurasi ini, RTU terhubung langsung ke *control center* dan memiliki kemampuan untuk berkomunikasi dengan sub-RTU dan IED. RTU juga harus memiliki kemampuan untuk berkomunikasi dengan *local HMI*. RTU harus memiliki fungsi *Digital Input* (DI), *Digital Output* (DO) dan *Analog Input* (AI). Untuk *telemetry*, RTU terhubung dengan IED/power meter menggunakan protokol, sedangkan untuk RTU LFC/AGC yang terhubung ke DCS pembangkit dapat menggunakan modul *analog input* (AI). Khusus RTU untuk LFC/AGC, RTU tersebut juga harus memiliki fungsi *Analog Output* (AO) seperti pada Gambar 4. Komunikasi RTU untuk LFC/AGC dengan DCS pembangkit juga dapat menggunakan protokol mengacu pasal 7.3.2.

7.3 Protokol komunikasi

7.3.1 RTU ke *control center/gateway*

Protokol yang digunakan antara RTU dengan *control center (multi master)/gateway* yaitu:

- IEC 60870-5-101,
- IEC 60870-5-104,
- DNP 3.0. (opsional).

RTU wajib memiliki protokol *uplink* IEC 60870-5-101 dan IEC 60870-5-104 untuk komunikasi ke *control center (multi master)* dan IEC 61850 untuk komunikasi ke *gateway*. Pemilihan protokol DNP 3.0. disesuaikan dengan kebutuhan/permintaan unit PLN.

7.3.2 RTU ke IED/DCS pembangkit

Protokol yang digunakan *antara* RTU dengan IED/DCS pembangkit adalah:

- a. IEC 61850,
- b. IEC 60870-5-104 (opsional),
- c. IEC 60870-5-101 (opsional),
- d. IEC 60870-5-103 (opsional),
- e. DNP 3.0 (opsional),
- f. *Modbus* (opsional, khusus *metering* atau *remote control set point*, bukan untuk *remote control (single/double/step)* dan *telesignal*).

RTU wajib memiliki protokol *downlink* IEC 61850 untuk komunikasi ke IED. Pemilihan protokol lain seperti IEC 60870-5-104, IEC 60870-5-101, IEC 60870-5-103, DNP 3.0, atau *Modbus* disesuaikan dengan kebutuhan/permintaan unit PLN.

CATATAN:

1. Komunikasi RTU ke DCS pembangkit melalui protokol IEC 61850 bersifat opsional. Komunikasi ke DCS dapat menggundakan *Modbus*.
2. Protokol IEC 61850 pada Sistem/Gardu Induk baru menggunakan IEC 61850 edisi terbaru mengacu pada SPLN S4.008: 2021, Penamaan dan Penulisan IEC 61850 dan perubahannya. Sedangkan untuk pengembangan atau penambahan peralatan/*bay* baru pada sistem/gardu induk yang sudah menggunakan IEC 61850, edisi IEC 61850 menyesuaikan dengan edisi IEC 61850 pada sistem/gardu induk eksisting dengan tetap mengacu ke standar IEC 61850 sesuai edisinya dan mengikuti rekomendasi dari IEC 61850.

7.4 Spesifikasi

7.4.1 Spesifikasi RTU

Tabel 1. Spesifikasi RTU

No	Deskripsi	Persyaratan
1	Julat suhu operasi	0 °C s.d 70 °C
2	EMC	Sesuai standar IEC 60255, IEC 61000-4-2, IEC 61000-4-5
3	Kelembaban	5% s.d 95%
4	Perlindungan korosif	Ya
5	<i>Ingress Protection (IP)</i>	Min IP 30
6	<i>Data point</i>	Min 10.000 <i>points</i>

No	Deskripsi	Persyaratan
7	Jumlah IED yang bisa dilayani	≥ 24
8	Prosesor	≥ 32 bit
9	RAM	≥ 128 MB
	Data storage	≥ 512 MB
10	Catu daya	Semua modul RTU harus menggunakan satu modul yang sama dengan modul CPU
	Tegangan input RTU	<ul style="list-style-type: none"> 48 VDC (-15% s.d +10%) <i>redundant</i>, atau 110 VDC (-15% s.d +10%) <i>redundant</i>
11	<i>Communication</i>	
	<i>Communication to control center</i>	<i>Multi master</i> (minimal dengan 3 <i>control center</i>): Wajib mampu berkomunikasi secara bersamaan ke beberapa <i>control center</i> (bukan <i>hot-standby</i>) dengan protokol yang sama dan protokol yang berbeda.
	<i>Communication port</i>	<i>Port ethernet</i> : min 4 <i>port</i> <i>Port serial</i> : min 2 <i>port</i> Tersedia <i>port</i> konfigurasi dan pemeliharaan (<i>port serial / port ethernet</i>)
	<i>Serial Communication</i>	RS-232 dan RS-485
	<i>Data rate (bauds)</i>	Min. 300 s.d 19200
	<i>Ethernet</i>	Min. 10/100 Base
	<i>Data rate</i>	Min. 10 Mbps
	Protokol <i>uplink</i> (ke <i>control center/gateway</i>)	1. IEC 60870-5-101; 2. IEC 60870-5-104; 3. DNP 3.0 (opsional). (Mengacu pada pasal 7.3.1)
	Protokol <i>downlink</i> (ke IED/DCS pembangkit)	1. IEC 61850; 2. IEC 60870-5-104 (opsional); 3. IEC 60870-5-101 (opsional); 4. IEC 60870-5-103 (opsional); 5. DNP 3.0 (opsional); 6. Modbus (opsional) (Mengacu pada pasal 7.3.2)
12	<i>Digital input</i>	
	<i>Isolated Dry contact</i>	Yes
	<i>Capture contact operation</i> (<i>debouncing contact</i>)	≥ 20 ms
	Tegangan pengenalan	24 / 48 / 110 VDC

No	Deskripsi	Persyaratan
	<i>Minimal voltage threshold</i>	- 20%
	<i>Maksimal permitted voltage</i>	+ 20%
	<i>Power consumption</i>	< 0,2 Watt/input
	<i>Single point status</i>	1-bit in protocol message (1 contact, NC/NO)
	<i>Double point status</i>	2-bits in protocol message (2 contacts, NC/NO)
	<i>Tap changer position</i>	Binary code decimal BCD (minimal assigned up to 19 contact)
13	<i>Digital Output</i>	
	<i>Live contact</i>	Normally open
	<i>Single point control</i>	1-bit in protocol message (1 contact, NO)
	<i>Double point control</i>	2-bits in protocol message (2 contacts, NO)
14	<i>Analog Input</i>	Min 4-20 mA Analog to digital converter: Min. signed plus 11 data bits Loading max. 150% tanpa merusak modul <i>analog input</i> .
15	<i>SoE</i>	<ul style="list-style-type: none"> Resolusi 1 ms (<i>time tag</i>) Min 1000 events (<i>buffer</i> dan FIFO)
16	<i>Database configuration</i>	Upload dan download (Database hasil <i>upload</i> dari RTU harus dapat dimodifikasi apabila diperlukan perubahan)

7.4.2 Spesifikasi RTU untuk LFC/AGC

Tabel 2. Spesifikasi RTU untuk LFC/AGC

No	Deskripsi	Persyaratan
1	Julat suhu operasi	0 °C s.d 70 °C
2	EMC	Sesuai standar IEC 60255, IEC 61000-4-2, IEC 61000-4-5
3	Kelembaban	5% s.d 95% (tidak mengembun)
4	Perlindungan korosif	Ya
5	<i>Ingress Protection (IP)</i>	Min IP 30
6	<i>Data point</i>	Min 5.000 <i>points</i>
7	Jumlah IED yang dilayani	≥ 10
8	Prosesor	≥ 32 bit

No	Deskripsi	Persyaratan
9	RAM	≥ 64 MB
10	Catu daya	Semua modul RTU harus menggunakan satu modul yang sama dengan modul CPU
	Tegangan input RTU	<ul style="list-style-type: none"> • 24 VDC (-15% s.d +10%), atau • 48 VDC (-15% s.d +10%), atau • 110 VDC (-15% s.d +10%)
11	<i>Communication</i>	
	Protokol <i>uplink</i> (ke <i>control center</i>)	1. IEC 60870-5-101; 2. IEC 60870-5-104; 3. DNP 3.0 (opsional). (Mengacu pada pasal 7.3.1)
	Protokol <i>downlink</i> (ke DCS Pembangkit)	1. IEC 61850 (opsional); 2. IEC 60870-5-104 (opsional); 3. IEC 60870-5-101 (opsional); 4. IEC 60870-5-103 (opsional); 5. DNP 3.0 (opsional); 6. Modbus (opsional). (Mengacu pada pasal 7.3.2)
12	<i>Digital input</i>	
	<i>Isolated dry contact</i>	Yes
	<i>Capture contact operation</i> (debouncing contact)	≥ 20 ms
	Tegangan pengenalan	24 / 48 / 110 VDC
	<i>Minimum voltage threshold</i>	- 20%
	<i>Maximum permitted voltage</i>	+ 20%
	<i>Power consumption</i>	< 0,2 watt/input
	<i>Single point status</i>	1-bit in protocol message (1 contact, NC/NO)
	<i>Double point status</i>	2-bits in protocol message (2 contacts, NC/NO)
13	<i>Digital Output</i>	
	<i>Live contact</i>	<i>Normally open</i>
	<i>Single point control</i>	1-bit in protocol message (1 contact, NO)
	<i>Double point control</i>	2-bits in protocol message (2 contacts, NO)
14	<i>Analog Input</i>	Min 4 - 20 mA <i>Analog to digital converter: Min. signed plus 11 data bits</i> <i>Loading max. 150% tanpa merusak modul analog input.</i>

No	Deskripsi	Persyaratan
15	<i>Analog output</i>	4 - 20 mA
16	<i>SoE</i>	<ul style="list-style-type: none"> Resolusi 1 ms Min 1000 <i>events</i> (<i>buffer</i> dan FIFO)
17	<i>Database configuration</i>	<i>Upload dan download</i> <i>(Database hasil upload dari RTU harus dapat dimodifikasi apabila diperlukan perubahan)</i>

7.5 Kelengkapan

Beberapa hal yang harus dilengkapi dalam pengadaan RTU minimal adalah sebagai berikut:

- Lisensi untuk konfigurator dan *runtime* (*perpetual license*)
- Socket* untuk interface modul I/O.
- Mounting rack* RTU.

7.6 Sinkronisasi waktu

RTU dapat melakukan sinkronisasi waktu dengan cara sebagai berikut yang ditunjukkan pada Tabel 3:

Tabel 3. Sinkronisasi waktu

No	Media komunikasi	Metode	Sumber
1	<i>Serial</i>	Protokol SCADA	<i>Master station</i>
2	<i>Ethernet</i>	NTP	<i>Master station</i>
3	Lokal	NTP	GPS
CATATAN: <ol style="list-style-type: none"> Untuk media komunikasi serial, sinkronisasi waktu menggunakan protokol SCADA ke <i>master station</i>; Untuk media komunikasi <i>ethernet</i>, sinkronisasi waktu menggunakan NTP ke <i>master station</i>; Sinkronisasi waktu melalui GPS yang terpasang di gardu induk (opsional/sesuai kebutuhan PLN) dengan protokol NTP. 			

7.7 Informasi status dan diagnostik

RTU harus dapat melaporkan status dan kondisi *error* (sesuai dengan SPLN TID pemeliharaan sistem penyaluran) yang terjadi kepada *control center* melalui *system event*. Informasi ini dapat melalui *system message* pada RTU dan secara fisik ditampilkan secara visual.

7.8 RTU *database* konfigurator

Aplikasi konfigurator dilakukan secara lokal dan *remote*. Fitur yang harus disediakan minimal adalah sebagai berikut:

- a. *Perpetual license*.
- b. Konfigurator dapat berbentuk aplikasi *user interface* dengan *operating system* yang terbaru atau *web based*.
- c. Konfigurasi dan verifikasi *database*.
- d. Konfigurasi dan verifikasi *logic*.
- e. *Upload* dan *download* data terakhir yang ada di RTU meskipun di laptop tidak ada *database* dan data *event* dari RTU tersebut. *Database* hasil *upload* dari RTU harus dapat dimodifikasi apabila diperlukan perubahan.
- f. Diagnostik permasalahan pada modul-modul RTU.
- g. Standar kemampuan *editing* seperti *copy*, *cut*, *paste*, dan *sorting*.

7.9 Perangkat lunak atau fitur

Fungsi aplikasi yang tersedia di RTU adalah:

- a. Fungsi *remote control*.
- b. Fungsi *telesignaling*.
- c. Fungsi *telemetry*.
- d. Fungsi *tap changer*.
- e. *Process archive*.
- f. *Load archive*.
- g. Diagnostik secara *real time*.
- h. *Monitoring data real time*.

8 Gateway

8.1 Pendahuluan

Gateway digunakan sebagai perangkat penghubung komunikasi yang berfungsi sebagai pengubah protokol dan penghubung antara *control center* dan gardu induk. *Hardware gateway* secara fisiknya terpisah dengan HMI dan server. (Lihat Gambar 2, konfigurasi *gateway*).

Fungsi *gateway* adalah:

- a. Berkomunikasi dengan minimal tiga *master station* secara simultan dengan *database* yang terpisah;
- b. Berkomunikasi dengan *IED* dan sub-RTU.
- c. Berkomunikasi dengan secara simultan dengan multi protokol.
- d. Fungsi *remote control*.
- e. Fungsi *telesignaling*.
- f. Fungsi *telemetry*.
- g. Fungsi *tap changer*.
- h. Fungsi *counter*.
- i. *Process archive*.
- j. *Load archive*.
- k. *Diagnostik* secara *real time*.
- l. *Monitoring data real time*.
- m. Kemampuan otomatis *start up* dan inisialisasi setelah *gateway off* tanpa *manual intervention*.
- n. Kemampuan untuk sinkronisasi waktu dengan *master station*.
- o. Kemampuan fitur *Sequence of Events* (SoE).
- p. Kemampuan *remote reset* (*reset proses*).

8.2 Protokol komunikasi

8.2.1 Gateway ke *control center*

Protokol yang digunakan antara *gateway* dengan *control center* (*multi master*), yaitu:

- a. IEC 60870-5-101,
- b. IEC 60870-5-104,
- c. DNP 3.0 (Opsional).

Gateway wajib memiliki protokol *uplink* IEC 60870-5-101 dan IEC 60870-5-104 untuk komunikasi ke *control center*. Pemilihan protokol DNP 3.0. disesuaikan dengan kebutuhan/permintaan unit PLN.

8.2.2 Gateway ke IED/RTU

Protokol yang digunakan untuk komunikasi dengan IED/RTU adalah:

- a. IEC 61850,
- b. IEC 60870-5-104 (opsional),
- c. IEC 60870-5-103 (opsional),
- d. IEC 60870-5-101 (opsional),
- e. DNP 3.0 (opsional),
- f. Modbus (opsional, khusus *metering* bukan untuk *remote control/telesignal*).

Gateway wajib memiliki protokol *downlink* IEC 61850 untuk komunikasi ke IED. Pemilihan protokol lain seperti IEC 60870-5-104, IEC 60870-5-101, IEC 60870-5-103, DNP 3.0, atau Modbus disesuaikan dengan kebutuhan/permintaan unit PLN.

CATATAN: Protokol IEC 61850 pada sistem/gardu induk baru menggunakan IEC 61850 edisi terbaru mengacu pada SPLN S4.008: 2021, *Penamaan dan Penulisan IEC 61850* (dan perubahannya). Sedangkan untuk pengembangan atau penambahan peralatan/bay baru pada sistem/gardu induk yang sudah menggunakan IEC 61850, edisi IEC 61850 menyesuaikan dengan edisi IEC 61850 pada sistem/gardu induk eksisting dengan tetap mengacu ke standar IEC 61850 sesuai edisinya dan mengikuti rekomendasi dari IEC 61850.

8.3 Spesifikasi gateway

Gateway yang digunakan adalah *gateway* yang terintegrasi antara *hardware* dan *software*. *Hardware* dan *software gateway* berasal dari pabrikan yang sama (*complete build up*). Hal ini dibuktikan dengan *Certificate of Origin* dan *Certificate of Manufacture gateway* yang berasal dari pabrikan yang sama.

Tabel 4. Spesifikasi gateway

No	Deskripsi	Persyaratan
1	Suhu operasi	0 °C s.d 70 °C
2	EMC	Sesuai standar IEC 60255, IEC 61000-4-2, IEC 61000-4-5
3	Kelembaban	5% s/d 95%
4	Perlindungan korosif	Ya

No	Deskripsi	Persyaratan
5	<i>Ingress Protection (IP)</i>	Min IP 30
6	Kapasitas <i>datapoint</i>	Min 50.000 <i>points</i>
7	Jumlah IED yang dilayani	≥ 100
8	Catu daya	Semua modul <i>gateway</i> harus menggunakan satu modul yang sama dengan modul CPU
	Tegangan input <i>gateway</i>	<ul style="list-style-type: none"> 48 VDC (-15% s.d +10%) <i>redundant</i>, 110 VDC (-15% s.d +10%) <i>redundant</i>
9	<i>Communication to control center</i>	<i>Multi master</i> (minimal dengan 3 <i>control center</i>): Wajib mampu berkomunikasi secara bersamaan ke beberapa <i>control center</i> (bukan <i>hot-standby</i>) dengan protokol yang sama dan protokol yang berbeda.
	<i>Serial communication</i>	RS-232 / RS-485
	<i>Data rate (bauds)</i>	Min. 300 s.d 19200
	<i>Port</i>	<i>Port ethernet</i> : min 4 port <i>Port serial</i> : min 2 port <i>Tersedia</i> port konfigurasi dan pemeliharaan (port serial / port ethernet)
	<i>Ethernet</i>	Min. 100 Base
	<i>Data rate</i>	Min. 100 Mbps
	Protokol <i>uplink</i> (ke <i>control center</i>)	1. IEC 60870-5-101; 2. IEC 60870-5-104; 3. DNP 3.0 (opsional). (Mengacu pada pasal 8.2.1)
	Protokol <i>downlink</i> (ke IED/RTU)	1. IEC 61850; 2. IEC 60870-5-104 (opsional); 3. IEC 60870-5-103 (opsional); 4. IEC 60870-5-101 (opsional); 5. DNP 3.0 (opsional); 6. Modbus (opsional, khusus metering bukan untuk remote control/telesignal). (Mengacu pada pasal 8.2.2)
10	<i>System design</i>	<i>Fan less with no internal cabling</i>
11	<i>SoE</i>	Resolusi 1 ms Minimal 1000 <i>events</i> (<i>buffer</i> dan FIFO)
12	<i>Database configuration</i>	<i>Upload</i> dan <i>download</i> (<i>Database</i> hasil <i>upload</i> dari <i>gateway</i> harus dapat dimodifikasi apabila diperlukan perubahan)

8.4 Kelengkapan

Beberapa hal yang harus dilengkapi dalam pengadaan *gateway* minimal adalah sebagai berikut:

- a. Lisensi untuk konfigurator dan *runtime* (*perpetual license*)
- b. *Mounting rack gateway*.

8.5 Sinkronisasi waktu

Gateway dapat melakukan sinkronisasi waktu dengan cara sebagai berikut yang ditunjukkan pada 5

Tabel 5. Sinkronisasi waktu

No	Media komunikasi	Metode	Sumber
1	Serial	Protokol SCADA	<i>Master station</i>
2	Ethernet	NTP	<i>Master station</i>
3	Lokal	NTP	GPS
CATATAN: <ol style="list-style-type: none"> 1. Untuk media komunikasi serial, sinkronisasi waktu menggunakan protokol SCADA ke <i>master station</i>. 2. Untuk komunikasi komunikasi ethernet, sinkronisasi waktu menggunakan NTP ke <i>master station</i>. 3. Sinkronisasi waktu melalui GPS yang terpasang di gardu induk (opsional/sesuai kebutuhan PLN) dengan protokol NTP. 			

8.6 Informasi status dan diagnostik

Gateway harus dapat melaporkan status dan kondisi *error* (sesuai dengan SPLN TID pemeliharaan sistem penyaluran) yang terjadi kepada *control center* melalui *system event*. Informasi ini dapat melalui *system message* pada *gateway* dan secara fisik ditampilkan secara visual.

8.7 Gateway database konfigurator

Aplikasi konfigurator dilakukan secara lokal dan *remote*. Fitur yang harus disediakan minimal adalah sebagai berikut:

- a. *Perpetual license*
- b. Konfigurator dapat berbentuk aplikasi *user interface* dengan *operating system* yang terbaru atau *web based*;
- c. Konfigurasi dan verifikasi *database*;

- d. *Upload dan download* data terakhir yang ada di *gateway* meskipun di laptop tidak ada data base dan data event dari *gateway* tersebut. Database hasil *upload* dari *gateway* harus dapat dimodifikasi apabila diperlukan perubahan;
- e. Standar kemampuan *editing* seperti *copy*, *cut*, *paste*, dan *sorting*.

8.8 Perangkat lunak atau fitur

Fungsi aplikasi yang tersedia di *gateway* adalah:

- a. Fungsi *remote control*.
- b. Fungsi *telesignaling*.
- c. Fungsi *telemetry*.
- d. Fungsi *tap changer*.
- e. *Process archive*.
- f. *Load archive*.
- g. Diagnostik secara *real time*.
- h. *Monitoring data real time*.

9 Pengujian jenis (*type test*) RTU dan *gateway*

9.1 Prosedur pengujian

Standar ini digunakan sebagai acuan dalam melakukan pengujian peralatan RTU dan *gateway* di laboratorium PLN. Prosedur pengujian meliputi:

- a. Pengarahan teknis pengujian;
- b. Pemeriksaan spesifikasi peralatan RTU dan *gateway*, laporan hasil pengujian yang tidak dilakukan di Laboratorium PLN;
- c. Pengujian mata uji yang dilakukan di laboratorium PLN;
- d. Laporan hasil pengujian tipe (*type test*).

Pemeriksaan spesifikasi peralatan RTU dan *gateway*, laporan hasil pengujian sesuai dengan pasal dan subpasal pada dokumen SPLN ini.

9.2 Mata uji pengujian jenis (*type test*)

Type test yang harus dipenuhi mengacu pada Tabel 6.

Tabel 6. Type test RTU dan *gateway*

No	Mata uji	Metode Uji/Acuan/Persyaratan	Kriteria
1	Impuls tegangan tinggi	IEC 60255-5, IEC 60255-27	Memenuhi kriteria sesuai acuan
2	Panas lembab	IEC 60068-2-3, IEC 60068-2-30	Memenuhi kriteria sesuai acuan
3	Panas kering (<i>dry heat</i>)	IEC 60068-2-2, IEC 60068-2-1	Memenuhi kriteria sesuai acuan
4	Tingkat pengaman IP	IEC 60529	Memenuhi kriteria sesuai acuan (\geq IP 30)
5	<i>Electrostatic discharge</i>	IEC 60255-22-2/IEC 61000-4-2	Memenuhi kriteria sesuai acuan
6	<i>Surge immunity</i>	IEC 61000-4-5	Memenuhi kriteria sesuai acuan
7	<i>Conformance test</i> IEC 61850	IEC 61850	Memenuhi kriteria sesuai acuan
8	<i>Compliance test</i> IEC 60870-5-101	IEC 60870-5-101	Memenuhi kriteria sesuai acuan
9	<i>Compliance test</i> IEC 60870-5-104	IEC 60870-5-104	Memenuhi kriteria sesuai acuan
10	Uji fungsi	Subpasal 9.2.1	Memenuhi kriteria sesuai acuan
CATATAN: Jika mata uji dari nomor 1 s.d. 9 tidak dapat dilakukan laboratorium PLN, maka pengujian harus dilakukan di laboratorium independen terakreditasi dan dilakukan verifikasi dokumen oleh laboratorium PLN sebagai syarat dilakukannya uji fungsi (mata uji nomor 10).			

9.2.1 Pengujian fungsi

Pengujian fungsi di Laboratorium PLN ini terdiri dari pengujian fungsi RTU dan *gateway*.

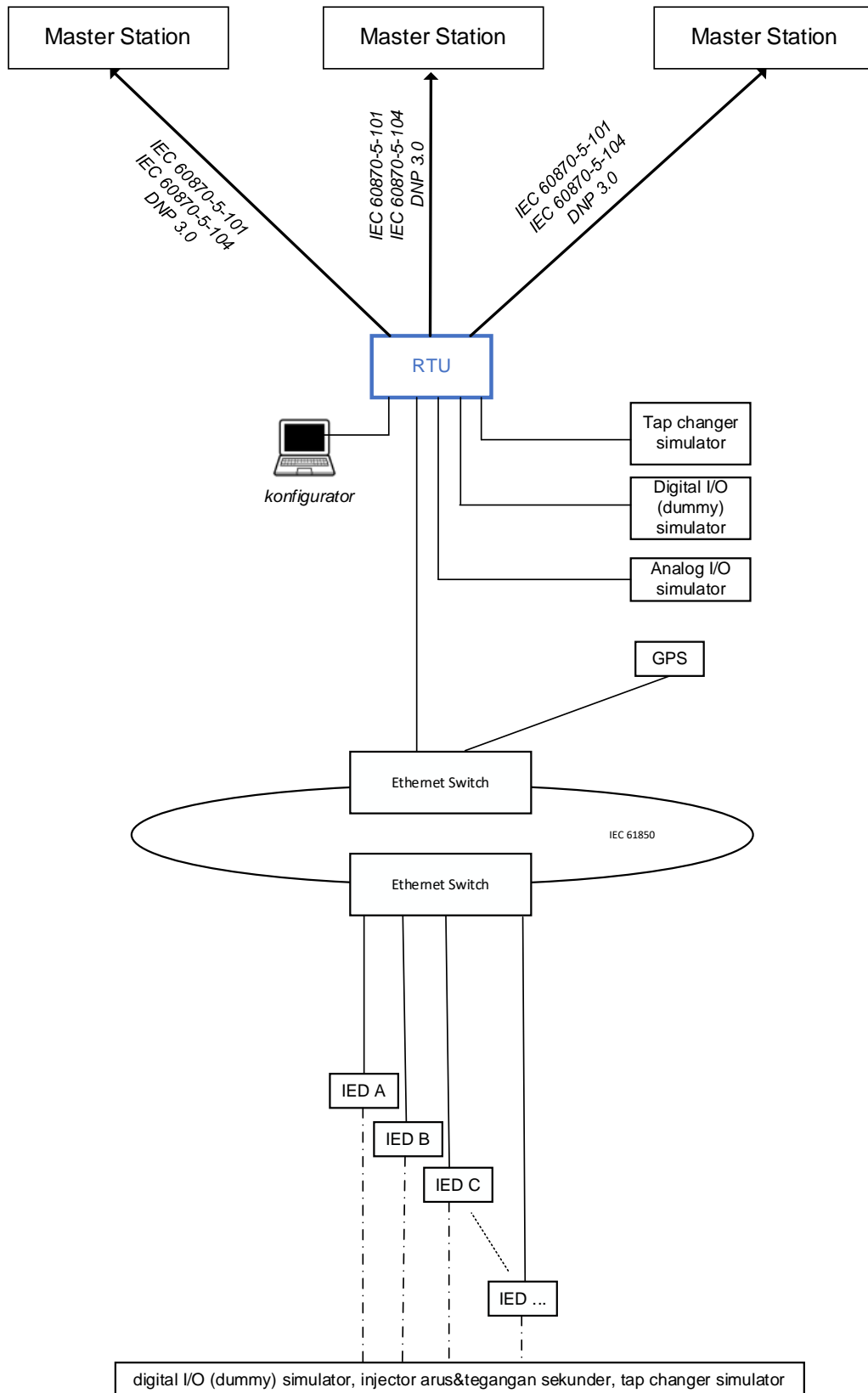
Beberapa ketentuan umum dalam pengujian fungsi RTU dan *gateway* adalah sebagai berikut:

- Engineer* yang diperbolehkan melakukan pendampingan selama pengujian di Laboratorium PLN adalah *engineer* lokal/WNI dengan bahasa Indonesia;
- Tidak diperbolehkan melakukan perubahan *firmware* dan penggantian hardware dengan spesifikasi/tipe yang berbeda;
- Versi *software* aplikasi/*firmware* yang diujikan merupakan *release* resmi dari vendor tersebut dan harus menggunakan lisensi resmi, tidak boleh menggunakan versi trial/demo;

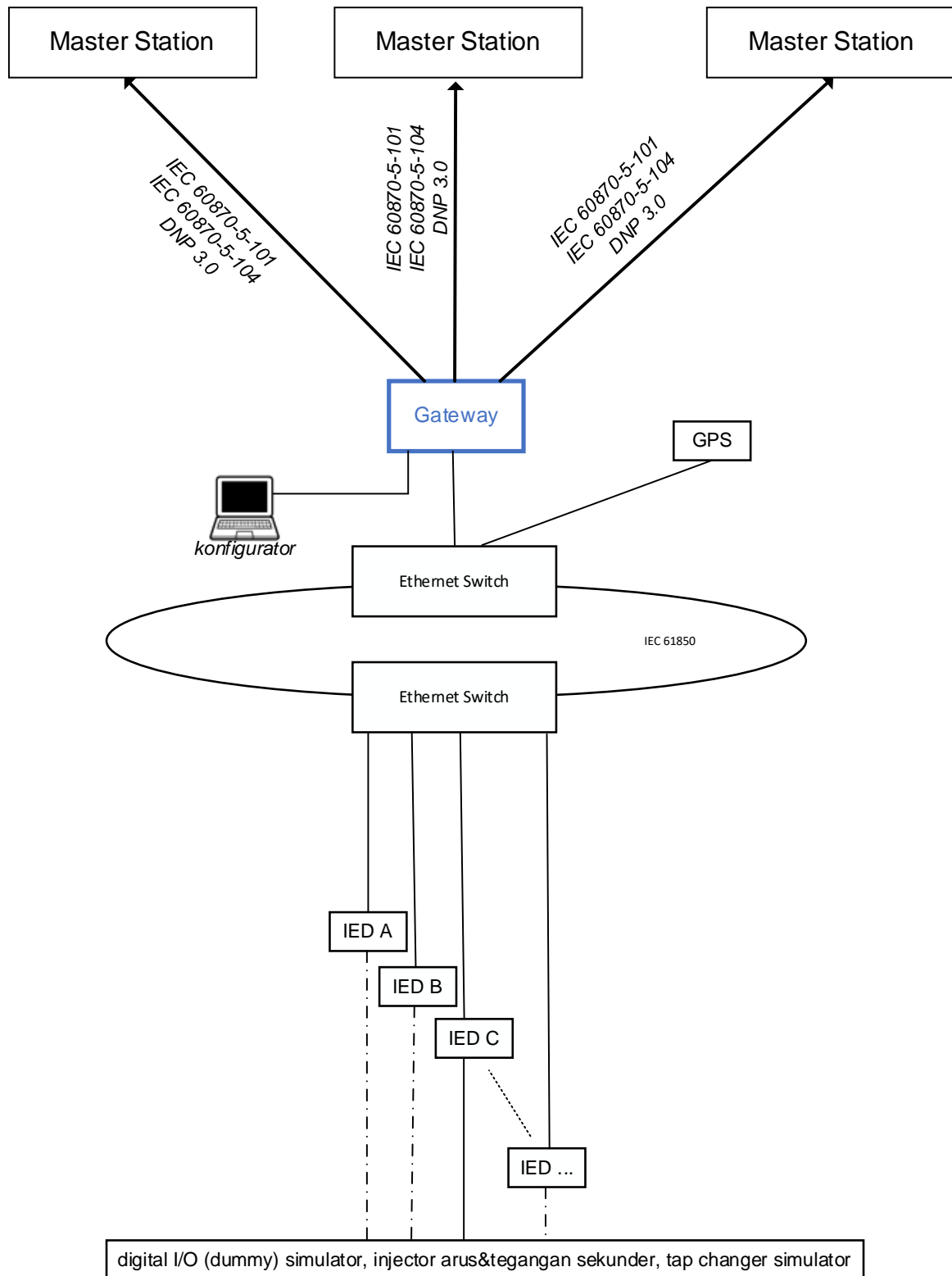
- d. Versi *software* aplikasi/*firmware* yang boleh diujikan adalah versi terakhir atau 1 tahun terakhir dihitung dari tanggal pengujian. Perubahan versi *software/firmware* dilihat dari *datasheet* peralatan yang diberikan oleh vendor;
- e. Vendor wajib menyediakan *software* konfigurator beserta semua kelengkapan yang digunakan (lisensi, *dongle*, kabel data, *manual book*, dan lain-lain);
- f. *Software* konfigurator wajib diinstal dengan lisensi/*dongle* resmi pada komputer yang disediakan oleh PLN jika komputer dan *operating system* komputer tersebut tersedia dan mendukung *software* konfigurator tersebut;
- g. Vendor wajib memberikan penjelasan/*training* singkat bagaimana melakukan konfigurasi terhadap produknya kepada *engineer* penguji dari PLN;
- h. Vendor wajib memberikan *manual book* dan dokumentasi yang terkait dengan peralatan yang akan diuji kepada PLN dalam bentuk *softcopy*;
- i. Vendor wajib melakukan dokumentasi proses *troubleshooting* selama pengujian. Dokumentasi tersebut yang menjadi bagian tidak terpisahkan dari laporan pengujian.

Protokol yang diujikan pada masing-masing peralatan mengikuti protokol yang disebutkan pada subpasal 7.3 dan 8.2.

Konfigurasi umum pengujian fungsi RTU dan *gateway* dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6. Pada konfigurasi Gambar 5, komunikasi RTU ke *uplink* dapat berupa *master station* ataupun *gateway*. Jika tidak ada *gateway*, maka komunikasi RTU langsung ke *master station*. Pada saat pengujian fungsi, peralatan apa saja yang terpasang pada konfigurasi tersebut menyesuaikan dengan alat yang akan diuji.



Gambar 5. Konfigurasi umum pengujian fungsi RTU



Gambar 6. Konfigurasi umum pengujian gateway

Tabel 7. Mata uji pengujian fungsi RTU dan Gateway

No	Mata uji	Metode Uji	Kriteria
1	Pemeriksaan visual	Melihat kondisi fisik RTU/gateway, misalnya: tombol, terminal input, terminal output, catu daya, modul I/O, indikator, dll.	
1.1	Pemeriksaan fisik keseluruhan RTU/gateway	Cek fisik <i>casing</i> /selungkup, layar, tombol, terminal	Tidak ada cacat/rusak ²
1.2	Pemeriksaan modul catu daya	Cek indikator operasi normal dan alarm tidak menyala.	Modul catudaya RTU/gateway beroperasi dan indikator alarm tidak menyala.
1.3	Pemeriksaan modul CPU	Cek indikator operasi normal dan alarm tidak menyala.	Modul CPU RTU/gateway beroperasi dan indikator alarm tidak menyala.
2	Catu daya		
2.1	Pemeriksaan polaritas	Pengujian dilakukan dengan membalik supply DC pada RTU/gateway.	RTU/gateway harus dapat bekerja dengan normal setelah disimulasikan salah pemasangan supply DC dengan membalik polaritas.
2.2	Tegangan kerja	Pengujian dilakukan menggunakan <i>variable</i> DC supply untuk mengetahui batas tegangan kerja pada RTU/gateway	RTU/gateway harus dapat bekerja dengan normal (fungsi TS, TM, RC) pada kondisi tegangan minimal (85%Vn) dan tegangan maksimal (110%Vn), sesuai spesifikasi pada subpasal 7.4 dan 8.3.
3	Database		
3.1	Pemeriksaan konfigurasi database	Periksa versi <i>firmware</i> RTU/gateway dan <i>software</i> konfigurator sesuai atau <i>compatible</i> sesuai <i>manual book</i> . Periksa lisensi <i>firmware</i> RTU/gateway dan <i>software</i> konfigurator memenuhi kebutuhan saat implementasi. Periksa <i>database</i> awal untuk inialisasi RTU/gateway telah dapat membaca seluruh perangkat keras terpasang dan kapasitas maksimal RTU/gateway.	Sesuaikan database dengan versi <i>firmware</i> pada <i>card</i> yg terpasang, sesuai dengan <i>tools configurator</i> , sesuai dengan versi aplikasi, lisensi dan kapasitas maksimal RTU/gateway.

No	Mata uji	Metode Uji	Kriteria
3.2	Pemeriksaan fungsi <i>upload-download database</i>	Lakukan prosedur <i>upload</i> , modifikasi salah satu <i>data point</i> dan <i>download</i> kembali <i>database</i> .	<i>Database</i> berhasil <i>diupload</i> dari RTU/gateway, dimodifikasi dan di- <i>download</i> kembali ke RTU/gateway secara normal.
3.3	Pemeriksaan perekaman <i>event</i>	Buat perubahan status dan <i>alarm</i> pada RTU/gateway, lalu lihat pada <i>event log</i> aplikasi konfigurasi RTU/gateway bahwa <i>event</i> telah diterima dan dikonfigurasi.	Perubahan status dan <i>alarm</i> termasuk <i>timetag</i> terekam dalam <i>event log</i> , dan bisa di- <i>download</i> menggunakan aplikasi konfigurasi RTU/gateway.
4	<i>Fungsi self diagnostic</i>	Pengujian dilakukan dengan melakukan simulasi kerusakan pada <i>card IO</i> atau modul komunikasi.	RTU/gateway harus dapat menampilkan <i>alarm</i> . Terdapat Terdapat kontak <i>watchdog (optional)</i> .
5	Uji pengembangan dan kapasitas		
5.1	Uji pengembangan modul/ <i>card 1</i>)	Pengujian dilakukan pada RTU dengan kapasitas maksimal sesuai dengan yang dinyatakan pabrikan untuk setiap tipe modul/ <i>card</i> .	RTU dapat berfungsi dengan normal pada kapasitas yang telah didefinisikan, tanpa penurunan kinerja RTU (fungsi TS, TM, RC). Tanpa mengubah versi <i>firmware</i> , dan <i>software</i> konfigurator.
5.2	Uji kapasitas IED	Pengujian dilakukan dengan mengkomunikasikan RTU/gateway dengan sejumlah IED dan bertukar data	Bisa berkomunikasi dengan minimal 24 IED untuk RTU dan minimal 100 IED untuk <i>gateway</i> (sesuai spesifikasi pada subpasal 7.4 dan 8.3)
6	Modul/ <i>Card</i> ¹⁾		
6.1	Pemeriksaan <i>card digital input</i> (DI)	Pengujian dilakukan dengan memberikan tegangan pada <i>card digital input</i> dengan tegangan kerja nominal $\pm 20\%$.	Dalam range tegangan kerja nominal $\pm 20\%$, <i>Card digital input</i> harus bisa membacanya sebagai status "1", sedangkan pada tegangan dibawah -20% dari tegangan kerja nominal harus dibaca sebagai status "0".

No	Mata uji	Metode Uji	Kriteria
6.2	Tipe data pada <i>digital input</i>	Pengujian dilakukan dengan mengkonfigurasi terminal <i>digital input</i> sebagai <i>Tele Signal Single</i> (TSS) dan <i>Tele Signal Double</i> (TSD).	2 buah terminal <i>digital input</i> yang sama dapat dikonfigurasi sebagai 2 buah <i>Tele Signal Single</i> (TSS) atau 1 buah <i>Tele Signal Double</i> (TSD). Pada protokol DNP 3.0, untuk TSD (opsional)
6.3	Pemeriksaan <i>card digital output</i> (DO)	Pengujian dilakukan dengan menghubungkan <i>card digital output</i> ke <i>dummy simulator</i> dengan beban arus minimal 5A selama 2 detik baik kontrol <i>open</i> ataupun <i>close</i> .	Kontrol berhasil dan tidak merusak kontak DO RTU.
6.4	Pemeriksaan <i>card analog input</i> (AI)	Pengujian dilakukan dengan injeksi arus (mA) sebesar 0% (0 mA) s.d 120 % (24 mA).	Pengukuran dapat dihitung dan ditampilkan oleh RTU dari rentang yang diperbolehkan (yaitu 4 s.d 20 mA) dan dikonversi menjadi besaran energi listrik (MW/MVAR/kV/A). Untuk injeksi dibawah 4 mA dan diatas 20 mA RTU mengindikasikan bahwa arus terjadi <i>out of range</i> (dengan memberikan sinyal lampu LED/kontak <i>watchdog/inhibit/alarm logging</i>). Jika dilakukan injeksi lebih dari 120 % baik mA, modul <i>analog input</i> tidak mengalami malfungsi.
6.5	Pemeriksaan <i>card analog output</i> (AO)	Pengujian dilakukan dengan memerintahkan RTU (dengan memberikan <i>set point command output</i>) dengan tipe data <i>floating value</i> (tipe data = 50). <i>Set point</i> yang dikirim adalah sebesar 0 % s.d 100 % (contoh: 0 MW s.d 150 MW). Setelah itu akan dikirim <i>set point</i> sebesar 120 % (contoh: 180 MW).	<i>Output</i> dari <i>channel</i> modul <i>analog output</i> dapat dikonfigurasi menjadi besaran mA (contoh: 4 s.d 20 mA). Jika dikirim <i>set point</i> lebih dari 120 % oleh <i>master station</i> , maka modul <i>analog output</i> memberikan sinyal lampu LED / kontak <i>watchdog/inhibit/alarm logging</i> (dengan memberikan indikasi bahwa arus <i>out of range</i>). Pengujian tersebut diharuskan tidak menimbulkan malfungsi di sisi <i>hardware</i> maupun <i>software</i> .

No	Mata uji	Metode Uji	Kriteria
7	Komunikasi ke <i>uplink</i> (ke <i>master station/control center</i>)		<p><i>Address</i> teleinformasi pada RTU harus dapat menyesuaikan dengan <i>address</i> teleinformasi di <i>master station</i>.</p> <p>Untuk protokol IEC 60870-5-101 dan IEC 60870-5-104 harus dapat menggunakan 3 oktet IOA (<i>Information Object Address</i>).</p>
7.1	Fungsi <i>tele signal single</i> (TSS)	Pengujian fungsi dilakukan dengan mensimulasikan <i>element</i> status yang memiliki 2 kemungkinan perubahan status, yaitu: "0" dan "1". Simulasi status menggunakan <i>dummy simulator</i> . Pada DNP 3.0 tipe data <i>tele signal</i> yang diuji adalah <i>binary input</i> (contoh= <i>group:2 variation:2</i>).	<p>Status dan <i>timetag</i> yang tersimpan pada <i>log</i> RTU/gateway harus sama dengan status dan <i>timetag</i> yang diterima <i>master station</i> sampai skala milidetik. Perubahan status harus diterima di <i>master station</i> maksimal 3 detik dari saat status diubah. Untuk protokol DNP 3.0, data TSS harus berada pada kelas 2 tergantung dari prioritas. Untuk protokol IEC 60870-5-101, data TSS harus berada pada kelas 1. Untuk protokol IEC 60870-5-101 dan IEC 60870-5-104, COT yang dikirim melalui protokol adalah '<i>Spontaneous</i>' (3).</p>
7.2	Fungsi <i>tele signal double</i> (TSD)	Pengujian fungsi dilakukan dengan mensimulasikan <i>element</i> status yang memiliki 4 kemungkinan perubahan status, yaitu: "00", "01", "10" dan "11".	<p>Status dan <i>timetag</i> yang tersimpan pada <i>log</i> RTU/gateway harus sama dengan status dan <i>timetag</i> yang diterima <i>master station</i> sampai skala milidetik. Perubahan status harus diterima di <i>master station</i> maksimal 3 detik dari saat status diubah. Untuk protokol IEC 60870-5-101, data TSD harus berada pada kelas 1. Untuk protokol IEC 60870-5-101 dan IEC 60870-5-104, COT yang dikirim melalui protokol adalah '<i>Spontaneous</i>' (3).</p>

No	Mata uji	Metode Uji	Kriteria
7.3	Fungsi <i>tele metering</i> (TM)	Pengujian fungsi dilakukan melalui injeksi arus 4-20 mA pada <i>analog input</i> , dengan besaran injeksi arus : 0%, 25%, 50%, 75%, 100%, 120%, <i>underrange</i> , <i>overrange</i> . Untuk protokol IEC 60870-5-101 dan IEC 60870-5-104 tipe data pengukuran yang diuji meliputi : <i>floating</i> , <i>scaled</i> dan <i>normalized</i> , sedangkan untuk DNP 3.0 tipe data pengukuran yang diuji adalah <i>floating</i> (contoh= <i>group:30</i>).	Akurasi kesalahan <i>analog input</i> $\pm 0.25\%$. Perubahan pengukuran harus diterima di <i>master station</i> maksimal 2 detik dari saat pengukuran berubah melebihi <i>deadband</i> . Untuk protokol DNP 3.0, data TM harus berada pada kelas 3. Untuk protokol IEC 60870-5-101, data TM harus berada pada kelas 2. Untuk protokol IEC 60870-5-101 dan IEC 60870-5-104, COT yang dikirim melalui protokol adalah ' <i>Spontaneous</i> ' (3).
7.4	Fungsi <i>remote control digital</i> (RCD)	Pengujian fungsi dilakukan dengan memberikan perintah perubahan status digital (<i>on</i> dan <i>off</i>) dari <i>master station</i> . Perintah kontrol yang dilakukan adalah DO (<i>Direct Operate</i>) dan SBO (<i>Select Before Operate</i>). Pada DNP 3.0 tipe data <i>remote control</i> yang diuji adalah <i>binary output</i> (contoh= <i>group:10</i>).	Perintah berhasil mengubah status sesuai perintah yang dikirimkan (<i>on/off</i>), baik untuk DO maupun SBO. Durasi waktu RTU/gateway mengirimkan sinyal <i>acknowledge</i> ke <i>master station</i> adalah maksimal 2 detik. Durasi waktu dari perintah dikirimkan oleh <i>master station</i> sampai perubahan status di terima di <i>master station</i> adalah maksimal 4 detik.
7.5	Fungsi <i>setpoint/remote control analog</i> (RCA) (hanya diujikan untuk RTU LFC/AGC saja)	Pengujian fungsi dilakukan dengan memberikan perintah perubahan nilai <i>analog/set point</i> (0%, 25%, 50%, 75%, 100%) dari <i>master station</i> . Perintah kontrol yang dilakukan adalah DO (<i>Direct Operate</i>) dan SBO (<i>Select Before Operate</i>).	Perintah berhasil mengubah nilai <i>analog</i> pada <i>analog output</i> sesuai dengan perintah yang dikirimkan, baik untuk DO maupun SBO . Akurasi kesalahan pengukuran <i>analog output</i> adalah $+0.25\%$. Durasi waktu RTU/gateway mengirimkan sinyal <i>acknowledge</i> ke <i>master station</i> adalah maksimal 4 detik. Durasi waktu dari perintah dikirimkan oleh <i>master station</i> sampai keluaran <i>analog output</i> maksimal 4 detik.

No	Mata uji	Metode Uji	Kriteria
7.6	Fungsi kontrol pada <i>tap changer (step command)</i>	Pengujian fungsi dilakukan dengan memberikan kontrol naik atau turun <i>tap changer simulator</i> . Perintah kontrol yang dilakukan adalah DO (<i>Direct Operate</i>) dan SBO (<i>Select Before Operate</i>).	Perintah berhasil mengubah posisi <i>tap changer</i> sesuai perintahnya, baik untuk DO maupun SBO. Durasi waktu dari perintah dikirimkan oleh <i>master station</i> sampai perubahan posisi <i>tap changer</i> di terima di <i>master station</i> adalah maksimal 20 detik.
7.7	Fungsi posisi <i>tap changer (step position)</i>	Pengujian fungsi dilakukan dengan melakukan perubahan posisi <i>tap changer simulator</i> .	Posisi <i>tap changer</i> sesuai dengan perubahan yang dilakukan. Posisi <i>tap changer</i> dan <i>timetag</i> yang tersimpan pada <i>log RTU/gateway</i> harus sama dengan posisi <i>tap changer</i> dan <i>timetag</i> yang diterima <i>master station</i> sampai skala milidetik.
7.8	Fungsi <i>general interrogation (overall check)</i>	Pengujian dilakukan dengan melakukan perintah <i>general interrogation</i> .	RTU/gateway akan mengirimkan semua data yang dipetakan (<i>selective point active</i>) dalam merespon <i>general interrogation</i> .
7.9	Fungsi sinkronisasi waktu	Pengujian dilakukan dengan memutus komunikasi RTU/gateway dengan <i>master station</i> , lalu ubah waktu RTU/gateway yang dibedakan dengan waktu <i>master station</i> mulai dari tahun, bulan, tanggal, jam, menit dan detik. Hubungkan RTU/gateway dengan <i>master station</i> .	RTU/gateway akan merespon dan menyesuaikan perubahan waktu apabila ada perintah sinkronisasi waktu dari <i>master station</i> , mulai dari tahun, bulan, tanggal, jam, menit dan detik dengan waktu <i>master station</i> . Waktu yang dibutuhkan untuk sinkronisasi waktu maksimal 5 menit.

No	Mata uji	Metode Uji	Kriteria
7.10	Fungsi <i>sequence of event</i> (SoE)	Komunikasi RTU/gateway ke <i>master station</i> diputus, lalu disimulasikan banyak <i>event</i> (1000 <i>event</i>) atau lebih sampai muncul <i>alarm buffer overflow</i> . <i>Event</i> disimpan di <i>buffer</i> dengan mekanisme FIFO, <i>event</i> dapat dibaca di <i>software</i> konfigurator dan dikirim sebagai SoE setelah komunikasi ke <i>master station</i> normal.	RTU/gateway mengirimkan <i>event</i> sesegera mungkin setelah komunikasi ke <i>master station</i> terhubung kembali tanpa ada <i>event</i> yang hilang, <i>event</i> dan <i>timetag</i> di <i>event logger</i> RTU/gateway harus sama dengan <i>event</i> dan <i>timetag</i> yang dikirimkan ke <i>master station</i> sebelum dihapus dari <i>buffer</i> RTU. Resolusi waktu 1 ms. Jumlah <i>event</i> : 1000 <i>event</i> .
7.11	Fungsi status <i>link faulty</i> (Hanya diujikan untuk komunikasi yang mendukung <i>link redundant</i> .)	Pengujian dilakukan dengan memutus salah satu <i>link</i> komunikasi ke <i>master station</i> .	RTU/gateway harus dapat mengirimkan sinyal status <i>link faulty</i> ke <i>master station</i> .
7.12	Fungsi status <i>card faulty</i> 1)	Pengujian dilakukan dengan melakukan simulasi kerusakan pada <i>card</i> DI, DO, AI, dan AO.	RTU harus dapat mengirimkan sinyal status <i>card faulty</i> ke <i>master station</i> .
7.13	Fungsi <i>bouncing delay</i>	Pengujian dilakukan dengan melakukan simulasi <i>bouncing delay</i> adalah waktu tunda agar apabila terjadi beberapa <i>event</i> perubahan status pada teleinformasi data yang sama di dalam rentang waktu tersebut akan dianggap sebagai satu <i>event</i> .	RTU/gateway harus dapat memberikan satu <i>event</i> perubahan status pada <i>master station</i> apabila terjadi <i>bouncing</i> perubahan status.
7.14	Fungsi <i>switch over main backup</i> komunikasi serial (Hanya diujikan untuk komunikasi serial.)	Pengujian dilakukan dengan RTU/gateway dihubungkan ke satu <i>master station</i> melalui 2 <i>link</i> komunikasi, <i>link</i> komunikasi pertama difungsikan sebagai <i>link</i> aktif dan <i>link</i> kedua difungsikan sebagai <i>link standby</i> . <i>Link</i> komunikasi pertama diputus.	Saat <i>link</i> komunikasi pertama (aktif) diputus, maka komunikasi akan beralih secara otomatis ke <i>link</i> komunikasi kedua. Setelah <i>link</i> komunikasi pertama disambung lagi, komunikasi yang aktif tetap menggunakan <i>link</i> komunikasi kedua.
7.15	Fungsi multi <i>master</i>	Pengujian dilakukan dengan RTU/gateway dihubungkan secara simultan (<i>hot-hot-hot</i>) ke 3 <i>master station</i> , dengan protokol yang sama dan protokol yang berbeda.	RTU/gateway harus mampu berkomunikasi secara bersamaan (<i>hot-hot-hot</i>) ke minimal 3 <i>master station</i> dengan protokol yang sama dan protokol yang berbeda.

No	Mata uji	Metode Uji	Kriteria
			Untuk komunikasi yang berbasis <i>ethernet</i> diuji juga menggunakan IP <i>address</i> dan <i>port</i> data (2404 untuk IEC 60870-5-104, 20000 untuk DNP 3.0) yang sama. Mata Uji fungsi multi master mengacu pada mata uji nomor 7.1 s.d 7.14.
8	Komunikasi ke <i>downlink</i> (ke IED)		
8.1	Komunikasi protokol ke IED	Pengujian dilakukan dengan mengkomunikasikan RTU/ <i>gateway</i> dengan IED mempergunakan protokol yang akan diuji (contoh : IEC 61850, modbus). Lalu dilakukan pengujian, minimal untuk fungsi TS, TM, dan RC.	RTU/ <i>gateway</i> berhasil komunikasi dengan IED dan fungsi TS, TM, RC berhasil dijalankan dengan baik yaitu sesuai kriteria pengujian pada mata uji no. 7.
8.2	Fungsi <i>report</i> dari IED ke RTU/ <i>gateway</i> dan fungsi <i>control</i> dari RTU/ <i>gateway</i> ke IED (khusus untuk pengujian protokol IEC 61850)	<p>Fungsi <i>report</i> yang diuji minimal meliputi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Tele Signal Single</i> - <i>Tele Signal Double</i> - <i>Tele Metering</i> - <i>Step position</i> <p>Tipe <i>report</i> yang diuji menggunakan metode <i>buffered</i> dan <i>unbuffered report</i>, untuk <i>buffered report</i> diuji dengan memutus link komunikasi.</p> <p>Fungsi <i>control</i> yang diuji minimal meliputi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Remote control digital</i> - <i>Step command</i> <p>Pengujian fungsi <i>report</i> dan fungsi <i>control</i> berhasil dilakukan ke minimal 3 merek IED yang berbeda. Jenis IED yang diujikan minimal IED BCU, IED proteksi, IED AVR.</p>	<p>Semua data dapat diterima oleh RTU/<i>gateway</i> melalui <i>report (buffered dan unbuffered)</i> dengan beda <i>timetag</i> maksimal 1 ms antara IED dan <i>gateway</i>.</p> <p><i>Control</i> berhasil dilakukan dari RTU/<i>gateway (master station)</i> ke IED.</p> <p>Pengujian fungsi <i>report</i> dan <i>control</i> berhasil dilakukan minimal ke 3 merek IED yang berbeda.</p>

No	Mata uji	Metode Uji	Kriteria
			<p>Fungsi yang diujikan ke <i>gateway</i>/RTU, sesuai IED yang bersangkutan, misal untuk IED BCU meliputi <i>telesignal single</i>, <i>tele signal double</i>, <i>tele metering</i> dan <i>remote control digital</i>.</p> <p>Pengujian termasuk <i>logical node</i> yang digunakan harus mengacu pada SPLN S4.008:2021, <i>Penamaan dan Penulisan IEC 61850</i> (dan perubahannya)</p>
9	Ketersediaan (<i>availability</i>)	<p>Uji <i>running test</i> dengan beban tertentu selama minimal 120 jam.</p> <p>Rumus perhitungannya = $(1 - \text{downtime} / \text{total waktu}) \times 100\%$.</p>	<i>Availability</i> 99,8%
10	<i>Remote reset</i>	Pengujian dengan melakukan <i>reset</i> secara <i>remote</i> melalui jaringan/link komunikasi	<i>Reset</i> secara <i>remote</i> berhasil
11	Otomatis <i>start up</i>	Pengujian pada RTU/gateway yang sedang bekerja (" <i>On</i> ") diberikan suatu kondisi yang menyebabkan RTU/gateway <i>off</i>	Memiliki kemampuan otomatis <i>start up</i> dan inisialisasi setelah RTU/gateway <i>off</i> tanpa <i>manual intervention</i>
<p>CATATAN:</p> <p>¹⁾ Khusus untuk RTU.</p> <p>RTU/gateway dinyatakan lulus pengujian fungsi apabila memenuhi seluruh persyaratan/kriteria pengujian.</p>			

Pengelola Standardisasi:

PT PLN (Persero) Pusat Penelitian dan Pengembangan Ketenagalistrikan

Jl. Duren Tiga Raya No. 102, Jakarta 12760, Telp. 021-7973774

www.pln.co.id

Pengelola Standardisasi:

PT PLN (Persero) Pusat Penelitian dan Pengembangan Ketenagalistrikan

Jl. Duren Tiga Raya No. 102, Jakarta 12760, Telp. 021-7973774

www.pln.co.id