



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**IMPLEMENTASI *LONG TERM MONITORING SYSTEM* BERBASIS
KOMUNIKASI PLCC DAN IOT PADA PJU BERTENAGA SURYA**

Sub Judul :

**Sistem Monitoring PJU Bertenaga Surya Berbasis *IoT Private Server*
Dengan Menggunakan RUT240**

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**ANDI SANKAWAWO PANDANGAI
4317020002**

PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI KONTROL INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

JULI 2021



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**IMPLEMENTASI *LONG TERM MONITORING SYSTEM* BERBASIS
KOMUNIKASI PLCC DAN IOT PADA PJU BERTENAGA SURYA**

Sub Judul :

**Sistem Monitoring PJU Bertenaga Surya Berbasis *IoT Private Server*
Dengan Menggunakan RUT240**

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**ANDI SANKAWAWO PANDANGAI
4317020002**

PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI KONTROL INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

JULI 2021

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan Laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Andi Sankawawo Pandangai

NIM : 4317020002

Tanda Tangan : 

Tanggal : 06 Juli 2021



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh :
Nama : Andi Sankawawo Pandangai
NIM : 4317020002
Program Studi : Instrumentasi dan Kontrol Industri
Judul Tugas Akhir : Sistem Monitoring PJU Bertenaga Surya
Berbasis *IoT Private Server* Dengan
Menggunakan RUT240.

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 16 Juli 2021 dan dinyatakan lulus

Pembimbing : Britantyo Wicaksono, S.Si, M.Eng (.....)
NIP. 198404242018031001

Depok, ...04 Agustus.....2021

Disahkan Oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Ir. Sri Danaryani, M.T.

NIP. 19630503 199103 2 001



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul "**Sistem Monitoring PJU Bertenaga Surya Berbasis *IoT Private Server* Dengan Menggunakan RUT240**". Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Politeknik, Politeknik Negeri Jakarta, Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dari berbagai pihak, tidak mudah untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Sri Danaryani, M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro;
2. Rika Novita, S.T., M.T. Selaku Kepala Program Studi Teknik Instrumentasi dan Kontrol Industri;
3. Britantyo Wicaksono S.Si, M.Eng, Selaku Pembimbing;
4. Pihak PT. Geosinyal Solusi Nusantara yang telah mengizinkan penulis untuk melaksanakan beberapa penelitian menggunakan lab miliknya;
5. Orang tua dan keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan material dan moral;
6. Encep Suhendar, rekan satu tim skripsi yang telah mendukung dan membantu pekerjaan skripsi ini;
7. Teman-teman yang telah cukup membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu di masa yang akan datang



“Sistem Monitoring PJU Bertenaga Surya Berbasis *IoT Private Server* Dengan Menggunakan RUT240”

Abstrak

Menurut data dari kementerian KESDM, Indonesia memiliki potensi energi terbarukan yang luar biasa besarnya. salah satu bentuk dari pemanfaatan EBT di Indonesia adalah penggunaan PJU bertenaga surya. Akhir akhir ini sudah banyak sekali disain dan tawaran mengenai sistem penerangan jalan umum tenaga surya yang dapat kita temui. Tak banyak dari mereka yang menawarkan metode LTMS pada rancangan mereka. Metode yang diusulkan pada penelitian ini adalah LTMS menggunakan industrial gateway RUT240 dengan komunikasi antar PJU menggunakan PLCC. Dalam pengoperasiannya, sistem ini menggunakan sistem komunikasi TCP/IP dengan metode PLCC sehingga memanfaatkan jaringan jala-jala yang ada sebagai bus data. Berdasarkan hasil dari penelitian ini, sistem ini memiliki reliabilitas yang cukup dari aspek teknologi seperti penggunaan daya monitoring hanya sekitar 0,1 Watt, dengan packet lost yang terbilang rendah (5%). Dari aspek ekonomis, sistem ini berada di kelas menengah namun dapat dipertimbangkan dengan keunggulan teknologi yang dimilikinya.

Kata Kunci: PJU, PJU Tenaga Surya, LTMS, PLCC, RUT240

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

“Solar Street Light's Monitoring System Based on IoT Private Server Using RUT240”

Abstract

Based on Indonesian's Minister of Energy and Mineral Resources data, Indonesia have such a huge potential renewable energy resources. One of the uses of renewable energy in Indonesia is the use of solar street lighting. Lately, there have been so many designs and offers about solar street lighting system that we can find. But, not many of them are willing to offer the monitoring system in their design. In this study, we propose a method of LTMS (Long Term Monitoring System) using the industrial gateway RUT240 along with PLCC communication method among the street light. This system uses TCP/IP modbus communication over the PLCC protocol, thus this system uses the existing power line among the old street light as the data bus. Based on the result of the research, this system have enough reliabillity from many aspect such as the monitoring power consumption that only consume about 0,01 Watt, with quite low packet lost value (about 5%). And from the economic aspect, we also found that this system is in the middle between two other compared method so that this system still can be considered in terms of its many advantages.

Keywords: Street Lighting, Solar Street Lighting, LTMS, PLCC, RUT240

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
<i>Abstrak</i>	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Luaran.....	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Panel Surya.....	5
2.1.1 Jenis-jenis Panel Surya.....	5
2.2 SCC / SCU (Solar Control Unit).....	9
2.2.1 SCC PWM (Pulse Width Modulation).....	10
2.2.2 SCC MPPT (<i>Maximum Power Point Tracking</i>)	11
2.3 PLCC (Power Line Carrier Communication)	12
2.3.1 Penggabungan Sinyal Informasi ke Saluran Daya	13
2.4 Arduino Mega 2560.....	14



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.5 RUT240	15
2.6 Modbus Protokol	16
2.6.1 Modbus Serial	17
2.6.2 Modbus TCP/IP	19
2.7 IoT (<i>Internet of Things</i>)	19
2.7.1 Protokol Data IoT	22
BAB III.....	26
PERENCANAAN DAN REALISASI.....	26
3.1 Rancangan Alat.....	26
3.1.1 Perancangan Sistem.....	26
3.2 Realisasi Alat	32
3.2.1 Pembuatan Prototipe PJU.....	32
3.2.2 Flowchart Program	35
3.2.3 Pengaplikasian Program	39
BAB IV	55
PEMBAHASAN	55
4.1 Pengujian Monitoring PJU	55
4.1.1 Deskripsi Pengujian	55
4.1.2 Prosedur Pengujian	55
4.1.3 Data Hasil Pengujian	56
4.1.4 Analisa Data/Evaluasi.....	64
4.2 Pembahasan Nilai Kelayakan Ekonomis	66
4.2.1 PJU Konvensional dengan PJU Rancangan.....	66
4.2.2 Perbandingan Antar Sistem.....	69
BAB V	72
PENUTUP.....	72
5.1 Simpulan	72
5.2 Saran	72
DAFTAR PUSTAKA.....	73
LAMPIRAN.....	75



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Ilustrasi PJU Tenaga Surya	2
Gambar 2.1 Monokristalin	7
Gambar 2.2 Polikristalin	7
Gambar 2.3 Amorphous	8
Gambar 2.4 Gallium Arsenide	9
Gambar 2.5 SCC Full Usage	9
Gambar 2.6 Cara Kerja PLCC melalui jaringan listrik	13
Gambar 2.7 Signal Mix Process	14
Gambar 2.8 Arduino Mega 2560	14
Gambar 2.9 Produk Teltonika	15
Gambar 2.10 RUT240 feature	16
Gambar 2.11 Modbus data format	17
Gambar 2.12 Model Jaringan 3-layer	17
Gambar 2.13 Modbus RTU Format	18
Gambar 2.14 Modbus ASCII Format	18
Gambar 2.15 Modbus TCP/IP Layer	19
Gambar 2.16 IOT Vision	20
Gambar 2.17 Arsitektur IoT	22
Gambar 2.18 HTTP Workflow	23
Gambar 2.19 HTTP request	23
Gambar 2.20 HTTP Response	24
Gambar 2.21 MQTT Workflow	25
Gambar 2.22 MQTT Data Format	25
Gambar 3.1 Diagram prototype PJU	27
Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem	31
Gambar 3.3 Foto Hardware PJU	32
Gambar 3.4 Interior Panel	33
Gambar 3.5 wiring diagram panel kontrol PJU	34
Gambar 3.6 Flowchart Program arduino	35
Gambar 3.7 Flowchart Program LabVIEW untuk Local Based Network	37
Gambar 3.8 Flowchart Program LabVIEW untuk Internet Based Network	38
Gambar 3.9 Modbus TCP Master config	41
Gambar 3.10 Slave device config	42
Gambar 3.11 Response configuration	42
Gambar 3.12 Modbus data Sender	43
Gambar 3.13 Modbus data to server	44
Gambar 3.14 Webhook.site content	45
Gambar 3.15 Webhook.site Custom Action Trigger 1	45
Gambar 3.16 Webhook.site Custom Action Trigger add row	46
Gambar 3.17 Front Panel LabVIEW untuk Internet Based Network	47
Gambar 3.18 Front Panel LabVIEW untuk Internet Based Network 2	48
Gambar 3.19 Page 2 Front-Panel	49

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 3.20 Page 3 Front-Panel	50
Gambar 3.21 Page 4 Front-Panel	50
Gambar 3.22 Blok diagram bagian koneksi API	51
Gambar 3.23 Blok Diagram Bagian Parsing Data	52
Gambar 3.24 Blok diagram data trend 1	52
Gambar 3.25 Blok diagram data trend 2	53
Gambar 3.26 Blok diagram tabel PJU	53
Gambar 3.27 Blok Diagram Bagian Close Connection	54
Gambar 4.1 Grafik Charging Equipment Input PJU 1	58
Gambar 4.2 Grafik Charging Equipment Input PJU 2	58
Gambar 4.3 Grafik Discharging Equipment Output PJU 1	60
Gambar 4.4 Grafik Discharging Equipment Output PJU 2	60
Gambar 4.5 Grafik Parameter Suhu PJU 1	62
Gambar 4.6 Grafik Parameter Suhu PJU 2	62
Gambar 4.7 Grafik Kapasitas Baterai PJU 1 dan PJU 2	63

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 Perbandingan Bahan Pembuatan Panel Surya	6
Tabel 2-2 Perbandingan SCC tipe MPPT dan PWM	11
Tabel 3-1 Komponen dalam panel	28
Tabel 3-2 Urutan Parameter yang Diambil dari SCC	36
Tabel 4-1 Alat dan Bahan Pengujian	56
Tabel 4-2 Parameter Charging Equipment Input	57
Tabel 4-3 Parameter Discharging Equipment Output	59
Tabel 4-4 Parameter Suhu Baterai dan Panel	61
Tabel 4-5 Parameter Kapasitas Baterai	63
Tabel 4-6 Perbandingan PJU Konvensional dengan PJU Rancangan	66
Tabel 4-7 Pengeluaran untuk Dua Buah PJU	67
Tabel 4-8 Perbandingan Sistem	69
Tabel 4-9 Pengeluaran per Tahun per Titik Sistem PLCC	70
Tabel 4-10 Pengeluaran per Tahun per Titik Sistem PLCC X IoT	71
Tabel 4-11 Pengeluaran per Tahun per Titik Sistem 4G/3G/2G IoT	71

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup Penulis	75
Lampiran 2. Foto Alat	76
Lampiran 3. Program	77
Lampiran 4. <i>Datasheet</i>	83





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan sebuah negara yang memiliki wilayah luas dan jumlah penduduk yang tinggi. Dengan letak geografisnya, Indonesia memiliki potensi energi bersih dan terbarukan yang tinggi. Berdasarkan data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM), Indonesia memiliki potensi energi terbarukan yang luar biasa besarnya. Beberapa dari energi terbarukan yang dimiliki oleh bangsa Indonesia adalah panas bumi, mikrohidro, tenaga angin, dan tenaga surya (matahari). Meski demikian, saat ini penggunaan energi bersih dan terbarukan tersebut masih minimum dari bauran energi nasional. Dengan kata lain, Indonesia saat ini masih terlalu bergantung dengan sumber energi non-terbarukan.

Menurut amanat Undang-undang No 30 Tahun 2007 tentang Energi, Kebijakan Energi Nasional (KEN) disusun dengan berdasarkan pada prinsip berkeadilan, berkelanjutan, dan berwawasan lingkungan guna mendukung terciptanya kemandirian energi dari ketahanan energi nasional. Dengan kata lain, perlu adanya diversifikasi energi untuk memenuhi kebutuhan energi dalam negeri. Kemudian Indonesia dapat memanfaatkan energi baru terbarukan (EBT) untuk diversifikasi energi untuk memenuhi kebutuhan energi dalam negeri. Menurut Permen ESDM Nomor 53 Tahun 2018 Pasal 1 ayat 2, Sumber Energi Terbarukan adalah sumber yang dihasilkan dari sumber daya energi yang berkelanjutan jika dikelola dengan baik, antara lain panas bumi, angin, bioenergi, sinar matahari, aliran dan terjunan air, serta gerakan dan perbedaan suhu lapisan laut. Serta yang bertanggung jawab akan pemanfaatan EBT dan kegiatan EBTKE (Kegiatan pemanfaatan Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi) adalah Direktur Jenderal ESDM sesuai dengan Permen ESDM No.39 Tahun 2017 Pasal 6 ayat 1&2



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Salah satu bentuk pemanfaatan EBT di Indonesia adalah penggunaan PJU (Penerangan Jalan Umum) tenaga surya. Ketentuan penggunaan dan pemanfaatan PJU tenaga surya sudah diatur dalam Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 27 Tahun 2018 Pasal 13 yang menjelaskan tentang alat penerangan jalan umum dengan tipe catu daya listrik mandiri. Penekanan pemerintah akan penggunaan tenaga surya bagi lampu penerangan jalan merupakan salah satu bentuk dari upaya penghematan energi listrik.



Gambar 1.1 Ilustrasi PJU Tenaga Surya

(Sumber: Industrytoday.com)

Dewasa ini, sudah terdapat banyak sekali disain dan tawaran sistem penerangan jalan umum berbasis tenaga surya yang bisa kita dapatkan di Indonesia. Namun kebanyakan dari disain tersebut tidak menawarkan metode *monitoring* pada lampu tersebut. Sehingga banyak dari pelaku usaha lampu tersebut yang tak menyediakan garansi bagi kasus pencurian serta menggunakan pendekatan PM *preventive maintenance* untuk perawatan produk mereka. Selain itu, lampu PJU tenaga surya tersebut memiliki kelemahan yakni tergantung pada keadaan sekitar (bergantung pada cuaca). Sehingga jika cuaca sekitar kurang mendukung seperti mendung, maka akan ada kemungkinan terjadinya kekurangan daya dan lampu akan mati.

Pada kesempatan kali ini, penulis memanfaatkan jaringan PLCC (*Power Line Carrier Communication*) untuk mengomunikasikan masing-masing PJU



tenaga surya sehingga dapat di monitoring. Rencana dari peneliti adalah PJU di tiap regional memiliki 1 buah *IoT Gateway* (RUT240) di sebuah *control room*. Kemudian masing masing *control room* mengirim data tiap PJU ke kontrol pusat. Sehingga dapat dilakukan *monitoring* dan proses preventif *maintenance*. Jaringan 1 fasa digunakan oleh PLCC pada PJU ini sebagai media komunikasi lokal, selain itu PJU ini didukung dengan *interlocking* antara sumber utama (tenaga surya) dan sumber cadangan (jaringan AC 1 fasa).

1.2 Perumusan Masalah

Dari uraian pada latar belakang, maka masalah-masalah yang timbul adalah sebagai berikut :

1. Merancang sebuah sistem PJU yang menggunakan tenaga matahari sebagai sumber utama, dan jaringan listrik PLN sebagai sumber cadangan dan media komunikasi antar PJU.
2. Melakukan sinkronisasi protokol komunikasi PLCC (*Power Line Communication Carrier*), Modbus Serial, Modbus TCP guna melancarkan proses LTMS (*Long Term Monitoring System*).
3. Melakukan integrasi sistem *monitoring* menggunakan Industrial *IoT Gateway* RUT240.

1.3 Batasan Masalah

Beberapa batasan-batasan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Sistem monitoring PJU ini merupakan sistem monitoring berbasis IoT menggunakan RUT240 dengan komunikasi data PJU menggunakan PLCC.
2. Media komunikasi PLCC pada sistem ini menggunakan kabel AC dengan rentang kabel 10 meter tanpa adanya beban induktif.
3. Penelitian ini terfokus pada sistem monitoring yang dirancang dan keunggulan serta perbandingan dengan sistem monitoring IoT (dengan IoT modem pada tiap tiang).
4. Pengujian sistem ini dilakukan dalam waktu 24 jam dengan kondisi gerimis pada malam hari.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5. Penelitian ini merupakan sebuah modifikasi dari sistem monitoring PJU berbasis PLCC.
6. Server yang kami gunakan pada sistem ini adalah *Webhook.site* pro dengan database *google spreadsheet*.

1.4 Tujuan

Tujuan dari judul tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Membuat prototipe dari PJU yang menggunakan tenaga surya sebagai sumber utama, dan listrik PLN sebagai sumber cadangan dan media komunikasi antar PJU.
2. Membuat LTMS (*Long Term Monitoring System*) dari prototipe PJU yang dibuat dengan memanfaatkan teknologi PLCC dan IoT dengan LabVIEW sebagai HMI (*Human Machine Interface*).
3. Untuk melakukan perbandingan keunggulan dari sistem *monitoring* berbasis IoT dan PLCC.
4. Memudahkan pemeliharaan PJU dengan fungsi LTMS yang tersedia sehingga dapat menekan anggaran biaya yang dibutuhkan

1.5 Luaran

Beberapa luaran yang dihasilkan dari kegiatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Prototipe dari PJU dengan tenaga surya sebagai sumber utama dan jaringan listrik PLN sebagai sumber cadangan dan media komunikasi antar PJU.
2. LTMS (*Long Term Monitoring System*) berbasis PLCC dan IoT dari prototipe PJU yang dibuat.
3. Laporan Tugas Akhir bagi mahasiswa.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pengujian dan pembahasan yang sudah dilakukan yaitu:

- Rancang bangun LTMS PJU bertenaga surya berbasis PLCC dapat menggantikan/mengupgrade PJU bertenaga surya konvensional.
- Modbus TCP yang berjalan diatas protokol PLCC berhasil menjadi bentuk komunikasi data untuk sistem *monitoring* PJU tenaga surya.
- Pemakaian daya dari sistem ini rata-rata adalah 0.1 Watt
- Efisiensi dari panel surya yang kami gunakan adalah 71,84% (PJU 1) dan 68,46 % (PJU 2).
- Kekurangan dari sistem ini adalah memiliki *packet lost* sebanyak 5% dengan kondisi pengambilan data selama 24 jam
- Pendekatan perhitungan perawatan pada sistem ini mengikuti pendekatan CBM
- Secara perhitungan kelayakan ekonomis, pemakaian PLCC dan RUT240 pada LTMS PJU bertenaga surya masih bisa dipertimbangkan mengingat untuk RUT240 merupakan biaya tetap tahun pertama saja dan internet merupakan biaya tetap pertahun untuk 1 unit RUT. Sehingga sistem ini masih terbilang lebih murah dibanding dengan sistem 4G/3G/2G IoT yang memerlukan 1 unit LTE RS485 modem pada tiap titik PJU.

5.2 Saran

Dari hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan, berikut merupakan beberapa saran dari penulis :

- Mengganti SCC dengan tipe MPPT untuk meningkatkan efisiensi penggunaan tenaga surya
- Menyempurnakan *quality of service* (QOS) dari sistem ini untuk meminimalisir *packet lost*.
- Menggunakan kontroler yang bersifat industrial untuk menjamin *reliability* dari panel *monitoring* ini.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, M. H., Erfianto, B., & Wijiutomo, C. W. (2015). Sistem Monitoring Secara Real-Time Penyimpanan Energi Listrik Dari Wind Turbine Lentera Angin Nusantara (LAN). *E-Proceeding of Engineering*, 2(2), 6387–6394.
- Ardiaksa, M. U. (2020). Power Line Carrier Communication | PLCC. In *Electrical4U.com*. Retrieved from <https://www.electrical4u.com/power-line-carrier-communication/>
- Arduino. (n.d.). Arduino Mega 2560 Rev3 | Arduino Official Store. Retrieved May 28, 2021, from <https://store.arduino.cc/usa/mega-2560-r3>
- Beijing Epsolar Technology Co., L. (n.d.). *LS-B Series Protocol ModBus Register Address List*.
- Chang, W.-Y. (2013). The State of Charge Estimating Methods for Battery: A Review. *ISRN Applied Mathematics*, 2013(1), 1–7. <https://doi.org/10.1155/2013/953792>
- EEgli, P. R. (2011). MQ Telemetry Transport Website (pp. 1–33). pp. 1–33. Retrieved from <http://mqtt.org/gli>, P. R. (2011). *MQ Telemetry Transport Website* (pp. 1–33). pp. 1–33. Retrieved from <http://mqtt.org/>
- Fang, X., Misra, S., Xue, G., & Yang, D. (2012). Smart grid - The new and improved power grid: A survey. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 14(4), 944–980. <https://doi.org/10.1109/SURV.2011.101911.00087>
- Gowsalya, M. (2015). Design and Analysis of a PLCC Based Home Automation System. *International Journal of Science, Technology and Society*, 3(2), 36. <https://doi.org/10.11648/j.ijsts.20150302.11>
- Hasanul Fahmi. (2018). Analisis Qos (Quality of Service) Pengukuran Delay, Jitter, Packet Lost Dan Throughput Untuk Mendapatkan Kualitas Kerja Radio Streaming Yang Baik. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 7(2), 98–105.
- Khoiriyah, U. (2018). PERENCANAAN DAN ANALISIS PEMBIAYAAN PENERANGAN JALAN UMUM (PJU). *Journal of Materials Processing Technology*, 1(1), 1–8. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001><http://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2016.12.055><https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.02.006><https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.04.024><https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.127252><http://dx.doi.org>
- Lucky, R. (2011). Open systems. *IEEE Spectrum*, 48(3), 29. <https://doi.org/10.1109/MSPEC.2011.5719722>
- Madasu, V. K. (2015). Web Authentication and Authorization and Role of HTTP , HTTPS Protocol in Networking. *Jmest*, 2(3), 381–383.
- Majaw, T., Deka, R., Roy, S., & Goswami, B. (2018). Solar Charge Controllers

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

using MPPT and PWM: A Review. *ADB Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 2(1), 1–4. Retrieved from <https://media.neliti.com/media/publications/287658-solar-charge-controllers-using-mppt-and-66d6c4aa.pdf>

Modicon, I. (1996). *Patent No. PI-MBUS-300 Rev.J.* Massachussets.

MorningStar. (2014). Why PWM charge control? *Product Catalog, MorningStar Corporation, Washington Crossing, Pennsylvania 18977 USA*, (2), 1–11.

Naylor, D., Finamorey, A., Leontiadisz, I., Grunenbergerz, Y., Mellia, M., Munaföy, M., ... Steenkiste, P. (2014). The cost of the “s” in HTTPS. *CoNEXT 2014 - Proceedings of the 2014 Conference on Emerging Networking Experiments and Technologies*, 133–139. <https://doi.org/10.1145/2674005.2674991>

Noviyanto. (2020). *Pengenalan Tentang Disiplin Ilmu Internet of Things (IoT)*.

Nurpadmi. (2010). Tudi Tentang Modbus Protokol Pada Sistem Kontrol. *Forum Teknologi*, 01(2).

Patel, K. K., Patel, S. M., & Scholar, P. G. (2016). Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges. *International Journal of Engineering Science and Computing*, 6(5), 1–10. <https://doi.org/10.4010/2016.1482>

Sepulveda Mora, S. B., Luna Paipa, E. A., Laguado Serrano, M. A., & Bustos Márquez, L. F. (2019). Performance comparison between PWM and MPPT charge controllers. *Scientia et Technica*, 24(1), 6. <https://doi.org/10.22517/23447214.20681>

Sukmajati, S., & Hafidz, M. (2015). Perancangan Dan Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 10 Mw on Grid Di Yogyakarta. *Jurusan Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknik PLN*, 7(JURNAL ENERGI & KELISTRIKAN VOL. 7 NO. 1, JANUARI-MEI 2015), 49.

Swami, R. (2018). Solar Cells. *Comprehensive Energy Systems*, 4–5(7), 637–658. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809597-3.00426-0>

Teltonika Networks. (2020). *RUT240*.

Thomas, G. (2008). Introduction to Modbus Serial and Modbus TCP. *Contemporary Controls*, 9(5), 4–7.

Vermesan, O., & Friess, P. (2013). *Internet of Things: Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems (River Publishers Series in Communications)*. (January), 1. Retrieved from http://files/12127/vermesan_et_al_2014_internet_of_things_-_converging_technologies_for_smart_environments_and_.pdf



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup Penulis



Andi Sankawawo Pandangai

Anak kedua dari dua bersaudara. Lahir di Jakarta, 24 Agustus 1999. Lulus dari SD Islam Al-Azhar 4 Kebayoran Lama pada tahun 2011, SMPN 19 Jakarta tahun 2014, SMAN 24 Jakarta tahun 2017. Dan melanjutkan ke jenjang perkuliahan untuk mengambil gelar Sarjana Terapan di Politeknik Negeri Jakarta, jurusan Teknik Elektro, Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri (2017 – 2021).

Email : andisankawawo@gmail.com

No Telp : 0816865422

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2. Foto alat



Foto 1. Kedua PJU



Foto 2. Internal Panel PJU



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan Laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3. Program

```

#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#include "Mudbus.h"
#include <ModbusRtu.h>
#define SlaveModbusAdd 1

uint16_t au16data[29];
uint8_t u8state;
uint8_t u8query;
const int analogOutPin = 12;
uint8_t outputValue = 0;

Modbus master(0,Serial3,0);

Mudbus Mb;
modbus_t telegram[29];

unsigned long u32wait;
int pushButton = 5;
void setup() {
  pinMode(analogOutPin, OUTPUT);
  pinMode(pushButton, INPUT);

  uint8_t mac[] = { 0x90, 0xA2, 0xDA, 0x00, 0x51, 0x06 };
  uint8_t ip[] = { 192, 168, 1, 8 };
  uint8_t gateway[] = { 192, 168, 1, 1 };
  uint8_t subnet[] = { 255, 255, 255, 0 };
  Ethernet.begin(mac, ip, gateway, subnet);

  Serial.begin(9600);
  Serial.println("-----");
  Serial.println("Arduino Modbus RTU Master Test Sketch");
  Serial.println("-----");
  Serial.println("");

  telegram[0].u8id = SlaveModbusAdd;
  telegram[0].u8fct = 4;
  telegram[0].u16RegAdd = 0x3100;
  telegram[0].u16CoilsNo = 1;
  telegram[0].au16reg = au16data;

  telegram[1].u8id = SlaveModbusAdd;
  telegram[1].u8fct = 4;

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
telegram[1].u16RegAdd = 0x3101;
telegram[1].u16CoilsNo = 1;
telegram[1].au16reg = au16data+1;
```

```
telegram[2].u8id = SlaveModbusAdd;
telegram[2].u8fct = 4;
telegram[2].u16RegAdd = 0x3102;
telegram[2].u16CoilsNo = 1;
telegram[2].au16reg = au16data+2;
```

```
telegram[3].u8id = SlaveModbusAdd;
telegram[3].u8fct = 4;
telegram[3].u16RegAdd = 0x3103;
telegram[3].u16CoilsNo = 1;
telegram[3].au16reg = au16data+3;
```

```
telegram[4].u8id = SlaveModbusAdd;
telegram[4].u8fct = 4;
telegram[4].u16RegAdd = 0x3104;
telegram[4].u16CoilsNo = 1;
telegram[4].au16reg = au16data+4;
```

```
telegram[5].u8id = SlaveModbusAdd;
telegram[5].u8fct = 4;
telegram[5].u16RegAdd = 0x3105;
telegram[5].u16CoilsNo = 1;
telegram[5].au16reg = au16data+5;
```

```
telegram[6].u8id = SlaveModbusAdd;
telegram[6].u8fct = 4;
telegram[6].u16RegAdd = 0x3106;
telegram[6].u16CoilsNo = 1;
telegram[6].au16reg = au16data+6;
```

```
telegram[7].u8id = SlaveModbusAdd;
telegram[7].u8fct = 4;
telegram[7].u16RegAdd = 0x3107;
telegram[7].u16CoilsNo = 1;
telegram[7].au16reg = au16data+7;
```

```
telegram[8].u8id = SlaveModbusAdd;
telegram[8].u8fct = 4;
telegram[8].u16RegAdd = 0x310C;
telegram[8].u16CoilsNo = 1;
telegram[8].au16reg = au16data+8;
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
telegram[9].u8id = SlaveModbusAdd;
telegram[9].u8fct = 4;
telegram[9].u16RegAdd = 0x310D;
telegram[9].u16CoilsNo = 1;
telegram[9].au16reg = au16data+9;
```

```
telegram[10].u8id = SlaveModbusAdd;
telegram[10].u8fct = 4;
telegram[10].u16RegAdd = 0x310D;
telegram[10].u16CoilsNo = 1;
telegram[10].au16reg = au16data+10;
```

```
telegram[11].u8id = SlaveModbusAdd;
telegram[11].u8fct = 4;
telegram[11].u16RegAdd = 0x310E;
telegram[11].u16CoilsNo = 1;
telegram[11].au16reg = au16data+11;
```

```
telegram[12].u8id = SlaveModbusAdd;
telegram[12].u8fct = 4;
telegram[12].u16RegAdd = 0x310F;
telegram[12].u16CoilsNo = 1;
telegram[12].au16reg = au16data+12;
```

```
telegram[13].u8id = SlaveModbusAdd;
telegram[13].u8fct = 4;
telegram[13].u16RegAdd = 0x3110;
telegram[13].u16CoilsNo = 1;
telegram[13].au16reg = au16data+13;
```

```
telegram[14].u8id = SlaveModbusAdd;
telegram[14].u8fct = 4;
telegram[14].u16RegAdd = 0x3111;
telegram[14].u16CoilsNo = 1;
telegram[14].au16reg = au16data+14;
```

```
telegram[15].u8id = SlaveModbusAdd;
telegram[15].u8fct = 4;
telegram[15].u16RegAdd = 0x3112;
telegram[15].u16CoilsNo = 1;
telegram[15].au16reg = au16data+15;
```

```
telegram[16].u8id = SlaveModbusAdd;
telegram[16].u8fct = 4;
telegram[16].u16RegAdd = 0x311A;
telegram[16].u16CoilsNo = 1;
```




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

telegram[16].au16reg = au16data+16;

telegram[17].u8id = SlaveModbusAdd;
telegram[17].u8fct = 4;
telegram[17].u16RegAdd = 0x311B;
telegram[17].u16CoilsNo = 1;
telegram[17].au16reg = au16data+17;

telegram[18].u8id = SlaveModbusAdd;
telegram[18].u8fct = 4;
telegram[18].u16RegAdd = 0x311D;
telegram[18].u16CoilsNo = 1;
telegram[18].au16reg = au16data+18;

telegram[19].u8id = SlaveModbusAdd; // Slave address
telegram[19].u8fct = 1; // function code, 1 is write single register
telegram[19].u16RegAdd = 0x200C; // address in slave
telegram[19].u16CoilsNo = 1; // number of elements (coils or registers) to write
telegram[19].au16reg = au16data+19; // pointer to a memory array in the Arduino

telegram[20].u8id = SlaveModbusAdd;
telegram[20].u8fct = 5;
telegram[20].u16RegAdd = 0x2;
telegram[20].u16CoilsNo = 1;
telegram[20].au16reg = au16data+20;

Serial3.begin( 115200 ); // baud rate at 115200
master.start();
master.setTimeout( 5000 ); // if there is no answer in 5000 ms, roll over
u32wait = millis() + 50;
u8state = u8query = 0;
}

void loop() {

  Mb.Run();
  int sensorValue = analogRead(A15);
  switch( u8state ) {
  case 0:
    if ( millis() > u32wait) u8state++;
    break;
  case 1:
    master.query( telegram[u8query] );
    u8state++;
    u8query++;
    if (u8query > 22) u8query = 0;
  }
}

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

break;
case 2:
master.poll();
if (master.getState() == COM_IDLE) {
  u8state = 0;
  u32wait = millis() + 100;

  if (u8query == 0)
  {
    Serial.println("----- WRITE RESPONSE RECEIVED ----");
    Serial.println( );
  }
  if (u8query == 1)
  {
    Serial.println("----- READ RESPONSE RECEIVED ----");
    Mb.R[0]= au16data[0];
    Mb.R[1]= au16data[1];
    Mb.R[2]= au16data[2];
    Mb.R[3]= au16data[3];
    Mb.R[4]= au16data[4];
    Mb.R[5]= au16data[5];
    Mb.R[6]= au16data[6];
    Mb.R[7]= au16data[7];
    Mb.R[8]= au16data[8];
    Mb.R[9]= au16data[9];
    Mb.R[10]= au16data[10];
    Mb.R[11]= au16data[11];
    Mb.R[12]= au16data[12];
    Mb.R[13]= au16data[13];
    Mb.R[14]= au16data[14];
    Mb.R[15]= au16data[15];
    Mb.R[16]= au16data[16];
    Mb.R[17]= au16data[17];
    Mb.R[18]= au16data[18];
    Mb.R[19]= au16data[19];
  }
}
break;
}
au16data[20]=Mb.R[22];

Mb.R[21] = digitalRead(pushButton);
Mb.R[23] = analogRead(A15);

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

```

if (analogRead(A15)>=700){
  digitalWrite(analogOutPin, HIGH);
  au16data[20]=1;
}

digitalWrite(analogOutPin, LOW);
//Mb.R[24] = outputValue;
//au16data[4] = analogRead( 0 );
}

```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 4. Datasheet

1. Datasheet SCC

EPEVER BEIJING EPSOLAR TECHNOLOGY CO., LTD. Tel: +86-10-82894112 / 82894962 Website: www.epsolarpv.com/www.epever.com

*Thank you for selecting the LandStar B series solar charge controller. Please read this manual carefully before using the product and pay attention to the safety information.

LandStar B series
— Solar Charge Controller

1 Overview

LandStar B series is a PWM common positive solar charge controller that adopts the most advanced digital technique. The multiple load control modes enable it can be widely used on solar home system, traffic signal, solar street light, solar garden lamp, etc. The features are listed below.

Features:

- Adopt high quality components of ST,IR and Infineon, make sure product lifespan
- Terminals have UL and VDE certification, the product is more safer and more reliable
- 100% input and output in the environment temperature range
- 3-Stage intelligent PWM charging: Bulk, Boost/Equalize, Float
- Support 3 charging options: Sealed, Gel, Flooded and User
- RS485 communication interface and Modbus communication protocol
- Battery temperature compensation function
- Energy statistics function
- Multiple load control modes
- Extensive Electronic protection

2 Product Features

Figure 1 Characteristic

① Remote Temperature(RTS/Port*)	⑥ Mounting Hole
② PV Terminals	⑦ Button
③ Battery Terminals	⑧ Load status indicator
④ Load Terminals	⑨ Battery status indicator
⑤ RS485 communication Port	⑩ Charge status indicator

*If the temperature sensor is short-circuited or damaged, the controller will charge or discharge at the default temperature setting of 25 °C.

3 Wiring

Figure 2 Connection diagram

Installation Procedure:
Connect the system in the order of ① battery → ② load → ③ PV array in accordance with Figure 2"Connection diagram" and disconnect the system in the reverse order ③②①.

1

4 Indicator and button

(1)Indicator

Indicator	Color	Status	Information
①	Green	On Solid	PV connection normal ,but low voltage(low irradiance) from PV, no charging
	Green	OFF	No PV voltage(right time) or PV connection problem
	Green	Slowly Flashing(1Hz)	In charging
②	Green	Fast Flashing(4Hz)	PV Over voltage
	Green	On Solid	Normal
	Green	Slowly Flashing(1Hz)	Full
③	Green	Fast Flashing(4Hz)	Over voltage
	Orange	On Solid	Under voltage
	Red	On Solid	Over discharged
④	Red	Slowly Flashing(1Hz)	Battery Overheating
	Red	On Solid	Load ON
	Red	OFF	Load OFF
⑤	Red	Slowly Flashing(1Hz)	Load overload
	Red	Fast Flashing(4Hz)	Load short circuit
Charge, Load and Battery(orange)indicator flashing			Controller Overheating
Charge, Load and Battery(red)indicator flashing			System voltage error

(2)Button

①The load is turned ON/OFF via the button when the working mode is Manual Control.
②Clear the faults for the load overload and short circuit .

5 Setting

- USB to RS485 converter cable: CC-RS485-RS485-150U
- PC software website: www.epever.com/PC Software for the Solar Charge Controller
- USB to RS485 converter cable: CC-RS485-RS485-150U
- OTG cable: OTG-120CM
- Phone APP software website (support Andriod system only) www.epever.com(Andriod APP for the Solar Charge Controller)
- USB to RS485 converter cable:CC-RS485-RS485-200U-MT)

(1)Battery types
Battery Voltage Control Parameters
Below parameters are in 12V system at 25 °C, please double the values in 24V system

Battery type	Sealed	Gel	Flooded	User
Over Voltage Disconnect Voltage	16.0V	16.0V	16.0V	9-17V
Charging Limit Voltage	15.0V	15.0V	15.0V	9-17V
Over Voltage Reconnect Voltage	15.0V	15.0V	15.0V	9-17V
Equalize Charging Voltage	14.6V	—	14.8V	9-17V
Boost Charging Voltage	14.4V	14.2V	14.6V	9-17V
Float Charging Voltage	13.8V	13.8V	13.8V	9-17V
Boost Reconnect Charging Voltage	13.2V	13.2V	13.2V	9-17V
Low Voltage Reconnect Voltage	12.6V	12.6V	12.6V	9-17V
Under Voltage Warning Reconnect Voltage	12.2V	12.2V	12.2V	9-17V
Under Voltage Warning Voltage	12.0V	12.0V	12.0V	9-17V
Low Voltage Disconnect Voltage	11.1V	11.1V	11.1V	9-17V
Discharging Limit Voltage	10.6V	10.6V	10.6V	9-17V
Equalize Duration	120 min	—	120 min	0-180 min
Boost Duration	120 min	120 min	120 min	10-180 min

NOTE:

- 1) When the battery type is sealed, gel, flooded, the adjusting range of equalize duration is 0 to180min and boost duration is 10 to180min.
- 2) The following rules must be observed when modifying the parameters value in user

2



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Datasheet RUT240



DATASHEET // RUT240

FEATURES

MOBILE	
Mobile module	4G (LTE) - Cat 4 up to 150 Mbps, 3G - Up to 42 Mbps, 2G - Up to 236.8 kbps
Status	Signal strength (RSSI), SINR, RSRP, RSRQ, EC/IO, RSCP, Bytes sent/received, connected band, IMSI, ICCID
SMS	SMS status, SMS configuration, send/read SMS via HTTP POST/GET, EMAIL to SMS, SMS to EMAIL, SMS to HTTP, SMS to SMS, scheduled SMS, SMS autoreply, SMPP
Black/White list	Operator black/white list
Band management	Band lock, Used band status display
APN	Auto APN
Bridge	Direct connection (bridge) between mobile ISP and device on LAN
Passthrough	Router assigns its mobile WAN IP address to another device on LAN
Multiple PDN (optional)	Possibility to use different PDNs for multiple network access and services (not available in standard FW)
WIRELESS	
Wireless mode	IEEE 802.11b/g/n, Access Point (AP), Station (STA)
WiFi security	WPA2-Enterprise - PEAP, WPA2-PSK, WEP, WPA-EAP, WPA-PSK; AES-CCMP, TKIP, Auto Cipher modes, client separation
SSID	SSID stealth mode and access control based on MAC address
WiFi users	Up to 50 simultaneous connections
Wireless Hotspot	Captive portal (Hotspot), Internal/external Radius server, built in customizable landing page
ETHERNET	
WAN	1 x WAN port (can be configured to LAN) 10/100 Mbps, compliance with IEEE 802.3, IEEE 802.3u standards, supports auto MDI/MDIX
LAN	1 x LAN port, 10/100 Mbps, compliance with IEEE 802.3, IEEE 802.3u standards, supports auto MDI/MDIX
NETWORK	
Routing	Static routing, Dynamic routing (BGP, OSPF v2, RIP v1/v2, RIPng, OSPF6)
Network protocols	TCP, UDP, IPv4, IPv6, ICMP, NTP, DNS, HTTP, HTTPS, FTP, SMTP, SSL v3, TLS, ARP, VRRP, PPP, PPPoE, UPnP, SSH, DHCP, Telnet client, SNMP, MQTT, Wake On Lan (WOL)
VoIP passthrough support	H.323 and SIP-alg protocol NAT helpers, allowing proper routing of VoIP packets
Connection monitoring	Ping Reboot, Wget Reboot, Periodic Reboot, LCP and ICMP for link inspection
Firewall	Port forward, traffic rules, custom rules
DHCP	Static and dynamic IP allocation, DHCP Relay, Relayd
QoS / Smart Queue Management (SQM)	Traffic priority queuing by source/destination, service, protocol or port, traffic priority queuing by source/destination, service, protocol or port, WMM, 802.11e
DDNS	Supported >25 service providers, others can be configured manually
Network backup	VRRP, Mobile, Wired and WiFi WAN options, each of which can be used as backup, using automatic Failover
Load balancing	Balance your internet traffic over multiple WAN connections
SSHFS (optional)	Possibility to mount remote file system via SSH protocol (not available in standard FW)
SECURITY	
Authentication	Pre-shared key, digital certificates, X.509 certificates
Firewall	Pre-configured firewall rules can be enabled via WebUI, unlimited firewall configuration via CLI; DMZ; NAT; NAT-T
Attack prevention	DDOS prevention (SYN flood protection, SSH attack prevention, HTTP/HTTPS attack prevention), port scan prevention (SYN-FIN, SYN-RST, X-mas, NULL flags, FIN scan attacks)
VLAN	Port and tag based VLAN separation
Mobile quota control	Set up custom data limits for the SIM card
WEB filter	Blacklist for blocking out unwanted websites, whitelist for specifying allowed sites only
Access control	Flexible access control of TCP, UDP, ICMP packets, MAC address filter



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DATASHEET // RUT240

VPN	
OpenVPN	Multiple clients and server can be running simultaneously, 12 encryption methods
OpenVPN Encryption	DES-CBC, RC2-CBC, DES-EDE-CBC, DES-EDE3-CBC, DESX-CBC, BF-CBC, RC2-40-CBC, CAST5-CBC, RC2-64-CBC, AES-128-CBC, AES-192-CBC, AES-256-CBC
IPsec	IKEv1, IKEv2, supports up to 4 x VPN IPsec tunnels (Instances), with 5 encryption methods (DES, 3DES, AES128, AES192, AES256)
GRE	GRE tunnel
PPTP, LZTP	Client/Server services can run simultaneously
Stunnel	Proxy designed to add TLS encryption functionality to existing clients and servers without any changes in the programs' code
SSTP	SSTP client instance support
ZeroTier	ZeroTier VPN
WireGuard	WireGuard VPN client and server support
MODBUS TCP SLAVE	
ID filtering	Respond to one ID in range [1;255] or any
Allow Remote Access	Allow access through WAN
Custom registers	MODBUS TCP custom register block requests, which read/write to a file inside the router, and can be used to extend MODBUS TCP Slave functionality
MODBUS TCP MASTER	
Supported functions	01, 02, 03, 04, 05, 06, 15, 16
Supported data formats	8 bit: INT, UINT; 16 bit: INT, UINT (MSB or LSB first); 32 bit: float, INT, UINT (ABCD (big-endian), DCBA (little-endian), CDAB, BADC)
MODBUS DATA TO SERVER	
Protocol	HTTP(S), MQTT, Azure MQTT
MQTT GATEWAY	
MQTT gateway	Allows sending commands and receiving data from Modbus Master through MQTT broker
MONITORING & MANAGEMENT	
WEB UI	HTTP/HTTPS, status, configuration, FW update, CLI ,troubleshoot, event log, system log, kernel log
FOTA	Firmware update from sever, automatic notification
SSH	SSH (v1, v2)
SMS	SMS status, SMS configuration, send/read SMS via HTTP POST/GET
Call	Reboot, Status, WIFI on/off, Mobile data on/off, Output on/off
TR-069	OpenACS, EasyCwmp, ACSLite, tGem, LibreACS, GenieACS, FreeACS, LibCWMP, Friendly tech, AVSystem
MQTT	MQTT Broker, MQTT publisher
SNMP	SNMP (v1, v2, v3), SNMP trap
JSON-RPC	Management API over HTTP/HTTPS
MODBUS	MODBUS TCP status/control
RMS	Teltonika Remote Management System (RMS)
IoT PLATFORMS	
Clouds of things	Allows monitoring of: Device data, Mobile data, Network info, Availability
ThingWorx	Allows monitoring of: WAN Type, WAN IP Mobile Operator Name, Mobile Signal Strength, Mobile Network Type
Cumulocity	Allows monitoring of: Device Model, Revision and Serial Number, Mobile Cell ID, ICCID, IMEI, Connection Type, Operator, Signal Strength, WAN Type and IP
Azure IoT Hub	Can send device IP, Number of bytes send/received/ 3G connection state, Network link state, IMEI, ICCID, Model, Manufacturer, Serial, Revision, IMSI, Sim State, PIN state, GSM signal, WCDMA RSCP WCDMA EC/IO, LTE RSRP, LTE SINR, LTE RSRQ, CELL ID, Operator, Operator number, Connection type, Temperature, PIN count to Azure IoT Hub server



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DATASHEET // RUT240

SYSTEM CHARACTERISTICS

CPU	Atheros Hornet, MIPS 24Kc, 400 MHz
RAM	64 MB, DDR2
FLASH storage	16 MB, SPI Flash

FIRMWARE / CONFIGURATION

WEB UI	Update FW from file, check FW on server, configuration profiles, configuration backup, restore point
FOTA	Update FW/configuration from server
RMS	Update FW/configuration for multiple devices
Keep settings	Update FW without losing current configuration

FIRMWARE CUSTOMIZATION

Operating system	RutOS (OpenWrt based Linux OS)
Supported languages	Busybox shell, Lua, C, C++
Development tools	SDK package with built environment provided

INPUT/OUTPUT

Input	1 x Digital Input, 0 - 6 V detected as logic low, 8 - 30 V detected as logic high
Output	1 x Digital open collector output, max output 30 V, 300 mA
Events	SMS, EMAIL, RMS

POWER

Connector	4 pin Industrial DC power socket
Input voltage range	9 - 30 VDC, reverse polarity protection, surge protection >33 VDC 10us max
PoE (passive)	Passive PoE over spare pairs (available from HW revision 0007 and batch number 0010). Possibility to power up through LAN port, not compatible with IEEE802.3af, 802.3at and 802.3bt
Power consumption	< 6.5 W Max

PHYSICAL INTERFACES (PORTS, LEDS, ANTENNAS, BUTTONS, SIM)

Ethernet	2 x RJ45 ports, 10/100 Mbps
I/Os	1 x Digital Input, 1 x Digital Output on 4 pin power connector
Status LEDs	3 x Connection type status LEDs, 5 x Connection strength LEDs, 2 x LAN status LEDs, 1 x Power LED
SIM	1 x SIM slot (Mini SIM - 2FF), 1.8 V/3 V, external SIM holder
Power	1 x 4 pin DC connector
Antennas	2 x SMA for LTE, 1 x RP-SMA for WIFI antenna connectors
Reset	Reboot/Factory reset button

PHYSICAL SPECIFICATION

Casing material	Aluminium housing with DIN rail mounting option, plastic panels
Dimensions (W x H x D)	83 x 25 x 74 mm
Weight	125 g
Mounting options	Bottom and sideways DIN rail mounting slots

OPERATING ENVIRONMENT

Operating temperature	-40 C to 75 C
Operating humidity	10 % to 90 % non-condensing
Ingress Protection Rating	IP30

REGULATORY & TYPE APPROVALS

Regulatory	CE/RED, FCC, IC/ISED, EAC, RCM, PTCRB, RoHS, WEEE, Wi-Fi Certified, CCC, Anatel, GCF, REACH, Thailand NBTC, Ukraine UCRF, SDPPI (POSTEL)
Operator	Verizon, AT&T
Vehicle	ECE R10 (E-mark)

Copyright © 2021, TELTONIKA NETWORKS. Specifications and information given in this document are subject to change by TELTONIKA NETWORKS without prior notice.

5



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DATASHEET // RUT240

EMI IMMUNITY	
Standards	Draft EN 301 489-1 V2.2.0, Draft EN 301 489-17 V3.2.0, Draft EN 301 489-52 V1.1.0 FCC 47 CFR Part 15B (2017), ANSI C63.4 (2014)
ESD	EN61000-4-2:2009
RS	EN 61000-4-3:2006 + A1:2008 + A2:2010
EFT	EN 61000-4-4:2012
Surge Immunity (AC Power Line)	EN 61000-4-5:2006
Surge Immunity (Ethernet ports)	EN 61000-4-5:2014, clause 7.1 of ITU-T K21
CS	EN 61000-4-6:2009
DIP	EN 61000-4-11:2004
RF	
Standards	EN 300 328 V2.1.1, EN 301 511 V12.5.1, EN 301 908-1 V11.1.1, EN 301 908-2 V11.1.1, EN 301 908-13 V11.1.1 FCC 47 CFR Part 15C (2017), FCC 47 CFR Part 2 (2017), FCC 47 CFR Part 22H (2017), FCC 47 CFR Part 24E (2017), FCC 47 CFR Part 27C (2017) RSS-Gen Issue 4 (2014), RSS-247 Issue 2 (2017), RSS-132 Issue 3 (2013), RSS-133 Issue 6 (2013), RSS-139 Issue 3, RSS-130 Issue 1 AS/CA S042.1:2018, AS/ACIF S042.3:2005, AS/CA S042.4:2018, AS/NZS 4268:2017
SAFETY	
Standards	IEC 60950-1:2005 (Second Edition) + Am 1:2009 + Am 2:2013 AS/NZS 60950.1:2015 EN 50665:2017, EN 62311:2008 FCC 47 CFR Part 1 1.1310 RSS-102 Issue 5 (2015)