



**REPUBLIK INDONESIA  
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA**

## **SERTIFIKAT PATEN SEDERHANA**

Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia atas nama Negara Republik Indonesia berdasarkan Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2016 tentang Paten, memberikan hak atas Paten Sederhana kepada:

Nama dan Alamat Pemegang Paten : LPPM UNIVERSITAS ANDALAS  
Gedung Rektorat Lantai 2  
Kampus Universitas Andalas  
Limau Manis, Padang, 25163

Untuk Invensi dengan Judul : SISTEM NIRKABEL PEMANTAUAN PEMBANGKIT LISTRIK  
TENAGA SURYA

Inventor : SYAFII, ST, MT, PhD

Tanggal Penerimaan : 24 Oktober 2018

Nomor Paten : IDS000003757

Tanggal Pemberian : 09 April 2021

Perlindungan Paten Sederhana untuk invensi tersebut diberikan untuk selama 10 tahun terhitung sejak Tanggal Penerimaan (Pasal 23 Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2016 tentang Paten).

Sertifikat Paten Sederhana ini dilampiri dengan deskripsi, klaim, abstrak dan gambar (jika ada) dari invensi yang tidak terpisahkan dari sertifikat ini.



a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA  
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL

**Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.**  
NIP. 196611181994031001



PDKI

Paten



nirkabel pemantauan

[Kembali ke pencarian](#)No. Paten  
IDS000003757Tgl. Pemberian  
2021-04-09

## SISTEM NIRKABEL PEMANTAUAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA

### Status

(PA) Diberi Paten

### Abstract

Pemanfaatan teknologi komunikasi, komputer, dan informasi dalam pengoperasian pembangkit listrik baru dan terbarukan akan meningkatkan efisiensi dan keandalan serta menurunkan biaya operasional dan emisi CO2. Diantara sumber-sumber energi terbarukan, energi surya menjadi alternatif yang paling banyak dikembangkan dan dapat diandalkan. Salah satu aspek penting setelah pembangunan pembangkit listrik tenaga surya khususnya untuk sistem isolated minigrid adalah kebutuhan peralatan pemantauan dan pengendalian. Inovasi ini berupa purwarupa sistem pemantauan pembangkit listrik tenaga surya berbasis jaringan nirkabel yang terdiri dari rangkaian sensor ZigBee di stasiun pemancar, rangkaian penerima ZigBee dan PC *web server*. Sistem pemantauan hasil rancangan mampu menampilkan tegangan output, arus beban, suhu dan kelembaban disekitar penempatan panel surya secara online. Komunikasi antara sensor, aktuator dengan server lokal menggunakan jaringan nirkabel ZigBee. Kelebihan sistem ini tidak memerlukan tambahan biaya dan pemeliharaan untuk kabel komunikasi data.

### Detail

NOMOR PENGUMUMAN  
2019/S/00116TANGGAL PENGUMUMAN  
2019-02-01NOMOR PERMOHONAN  
SID201808553TANGGAL PENERIMAAN  
2018-10-25TANGGAL DIMULAI PELINDUNGAN  
2018-10-25TANGGAL BERAKHIR PELINDUNGAN  
2028-10-24JUMLAH KLAIM  
-NAMA PEMERIKSA  
Ir. Every Nanda, M.Si.

No Image

### Publikasi

Publikasi A



### Prioritas

NOMOR

TANGGAL

KEWARGANEGARAAN

-

-

-



Paten



nirkabel pemantauan

**Pemegang Paten**

NAMA	ALAMAT	KEWARGANEGARAAN
LPPM Universitas Andalas	Gedung Rektorat Lantai 2 Kampus Universitas Andalas Limau Manis, Padang, 25163	ID

**Inventor**

NAMA	ALAMAT	KEWARGANEGARAAN
SYAFII, ST, MT, PhD	Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Andalas	ID

**Pembayaran Pemeliharaan Terakhir**

TAHUN PEMBAYARAN TERAKHIR	TANGGAL BAYAR	NOMINAL
---------------------------	---------------	---------

**Konsultan**

NAMA	ALAMAT	KEWARGANEGARAAN
------	--------	-----------------

## Deskripsi

### **SISTEM NIRKABEL PEMANTAUAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA**

5

#### **Bidang Teknik Invensi**

Invensi ini berkaitan dengan sistem pemantauan online pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang dapat mengukur, merekam dan menampilkan hasil pembacaan parameter listrik dan cuaca pada layar monitor. Lebih khusus lagi, sistem pemantauan online PLTS terdiri dari rangkaian sensor ZigBee di stasiun pemancar dan rangkaian penerima ZigBee di stasiun penerima lokal yang terhubung dengan sebuah PC web server.

15

#### **Latar Belakang Invensi**

Pemantauan dan kendali sistem tenaga sangat penting untuk menjaga kelangsungan penyediaan energi listrik ke pelanggan-pelanggan. Salah satu alat untuk memantau keadaan sistem tenaga dapat menggunakan data logger. Data logger adalah peralatan elektronik untuk merekam data yang terbaca pada lokasi penempatan sensor dari waktu ke waktu. Kondisi saat ini masih banyak pembangkit energi terbarukan yang tidak dilengkapi dengan peralatan akuisisi data dan sarana komunikasi sehingga sistem pemantauan dan pengendalian dilakukan secara manual dan komunikasi lokal melalui kabel data. Sistem pemantauan dengan kabel data memerlukan tambahan biaya dan pemeliharaan. Untuk sistem *outdoor* akan mengurangi masa pakai sistem karena terkena panas dan hujan secara berterusan.

20

25

30

35

Dengan perkembangan teknologi komunikasi data, pengoperasian sistem tenaga listrik dapat disupervisi dan dimonitor dari jarak jauh. Penggunaan teknologi informasi

dan komunikasi dalam pembangkitan, pendistribusian dan pemakaian energi listrik terus meningkat yang dikenal dengan smart grid. Kebutuhan data logger untuk melengkapi sistem pemantauan dan pengendalian pembangkit listrik energi terbarukan baik yang *isolated* atau yang terhubung ke sistem mini grid semakin besar.

Teknologi tersebut mengintegrasikan sistem informasi dan komunikasi ke dalam operasi dan distribusi energi listrik. Sehingga terdapat dua infrastruktur penting sistem smart grid untuk memfasilitasi aliran listrik dan aliran data informasi.

Invensi sebelumnya yang telah diungkapkan oleh Gerard A dalam US Patent US7705743B2 menggunakan sistem pemantauan menggunakan protocol komunikasi ZigBee untuk mengetahui kondisi putaran kendaraan. Selain itu Hoi Yeung Chan (US6215403B1) mengemukakan mekanisme pemantauan jarak jauh untuk bidang kesehatan. Invensi tersebut berhubungan dengan sistem pemantauan nirkabel dan lebih khusus untuk sistem pencegahan terhadap kondisi pasien, sistem monitor suhu, kadar oksigen dan sistem komunikasi dalam ruangan.

Invensi lainnya sebagaimana diungkapkan pada US paten Nomor US8588830 tanggal 19 November 2013 dengan judul "Wireless Autonomous Solar-Powered Outdoor Lighting And Energy And Information Management Network" mengungkapkan penggunaan berbagai jenis modul komunikasi nirkabel dan menggunakan kabel untuk memfungsikan lampu jalan multifungsi. Sedangkan paten Cina dengan no CN201681478U Sistem pemantauan jarak jauh menggunakan teknologi ZigBee, namun hanya dapat memantau parameter cuaca suhu dan kelembaban saja. Kedua invensi tersebut tersebut tidak memantau pemakaian/konsumsi energi listrik atau pembangkitan daya listrik dari sistemnya.

Invensi baru ini berhubungan dengan sistem pemantauan nirkabel yang mampu menampilkan parameter penting panel

surya dan mendeteksi awal kegagalan. Komunikasi antara sensor, aktuator dengan server lokal menggunakan jaringan nirkabel ZigBee. Kelebihan sistem ini tidak memerlukan tambahan biaya dan pemeliharaan untuk kabel komunikasi data. Sistem nirkabel pemantauan dibuat berbasis web sehingga dapat mensupervisi panel surya yang berbeda lokasi. Dengan demikian diharapkan pembangkit listrik tenaga surya dapat beroperasi maksimal dengan kontinuitas pelayanan yang lebih baik dan menurunkan biaya operasional.

10 Invensi sistem nirkabel pemantauan pembangkit listrik tenaga surya ini diharapkan dapat diimplementasikan pada sistem *isolated* minigrid yang tersebar di wilayah Indonesia khususnya pembangkit energi surya yang sedang berkembang pesat saat ini.

15

### **Ringkasan Invensi**

Purwarupa sistem pemantauan nirkabel PLTS hasil invensi dapat memantau parameter listrik dan kondisi cuaca secara *real-time* dan merekam hasil pembacaan. Rangkaian sensor PLTS terdiri dari ACS712 (26) digunakan untuk mengukur arus terhubung seri antara panel surya (24) dan *Grid Tie Inverter* (GTI) (27), sensor tegangan (25) terhubung paralel dan sensor DHT22 (21) untuk mengukur temperature dan kelembaban. Sistem nirkabel pemantauan dapat memantau mengukur, merekam dan menampilkan listrik PLTS yang terhubung dengan grid PLN (19) dan beban (16) melalui GTI (27). Data yang direkam oleh rangkaian sensor PLTS dikirim ke stasiun lokal melalui sistem komunikasi ZigBee. Stasiun penerima lokal terdiri dari ZigBee B (18) sebagai penerima terhubung PC *web server* (19) yang selanjutnya dapat diakses melalui jaringan internet. yang terhubung dengan grid PLN (19) dan beban (16) melalui GTI (27).

35

### Uraian Singkat Gambar

Untuk memudahkan pemahaman mengenai inti invensi ini, selanjutnya akan diuraikan perwujudan invensi melalui gambar-gambar terlampir.

Gambar 1, adalah blok diagram sistem nirkabel pemantauan pembangkit listrik tenaga surya invensi sekarang.

Gambar 2, Rangkaian sensor pemantauan pembangkit listrik tenaga surya invensi sekarang.

### Uraian Lengkap Invensi

Pembacaan jaringan sensor ZigBee pertama divalidasi melalui penginderaan individu dan dibandingkan dengan alat ukur real. Rata-rata perbedaan pembacaan DHT 22 dibandingkan dengan digital HTC-2 untuk suhu sekitar 0.5 °C. Rata-rata membaca yang berbeda dari sensor arus dan sensor tegangan dibandingkan dengan mini Volt/Amp meter digital sekitar 0,5 Volt dan 0,2 Amp. Pembagi tegangan dengan 6,5 rasio telah digunakan untuk mengukur tegangan output panel surya.

Parameters Fotovoltaik yang diukur dan terekam secara berurutan, diunduh ke Arduino mega mengikuti kode program berikut:

```

void get_data(){
  get_current();
  Serial.print(";");
  get_voltage();
  Serial.print(";");
  get_temp();
  Serial.print(";");
  get_humidity();
  Serial.print(";");
  get_rtc();
  Serial.println("");
}

```

Parameter fotovoltaik secara real time dibaca dan ditampilkan secara berurutan mulai dari arus, tegangan, suhu, kelembaban, tanggal dan waktu. Arus diukur dalam

satuan *Ampere*, tegangan dalam satuan Volt, suhu °C dan kelembaban dalam %. Ada 145.132 log data selama dua hari pembacaan. Data log arus, tegangan, suhu lingkungan dan kelembaban direkam oleh sistem per detik. Data hasil  
5 pengujian yang diterima sama dengan data yang dikirim dengan waktu tunda diterima oleh koordinator Xbee di base station adalah sekitar 3 sampai 4 detik.

Rangkaian penerima ZigBee terhubung dengan sebuah komputer server menggunakan sistem operasi Linux dengan  
10 Ubuntu server. Perbedaan mendasar, di Ubuntu Server tidak tersedia GUI. Ubuntu Server dapat menjalankan semua aplikasi tersebut secara real-time dan nonstop tanpa hang atau *crash*. Linux sebagai sistem operasi memiliki tingkat kestabilan yang tinggi. *Web server* sendiri adalah sebuah  
15 sistem yang menyediakan wadah untuk halaman web agar dapat diakses oleh *client*. Ketika ada *client* mengirimkan permintaan HTTP, maka *Web Server* akan merespon dengan mengirimkan kode-kode HTML yang akan ditampilkan oleh *browser*.

Selanjutnya dilakukan instalasi Database Server. Database adalah tempat dimana file-file data yang diperlukan disimpan oleh sebuah website ataupun aplikasi. Berhubung pada saat ini hampir seluruh website sudah  
20 berwujud dinamis yang pastinya membutuhkan database. Ada beberapa tahapan dalam instalasi Database server yang pertama instalasi Mysql Aplikasi database. Mysql digunakan karena lebih stabil dan tersedia sebagai perangkat lunak gratis di bawah lisensi *GNU General Public License* (GPL). Kemudian instalasi Phpmysqladmin,  
25 Phpmysqladmin adalah aplikasi yang berguna untuk mengkonfigurasi database Mysql melalui antarmuka web.

Aplikasi *web Page* menggunakan bahasa pemrograman *Hypertext Preprocessor* (PHP) yang digunakan sebagai bahasa script server-side dalam pengembangan web yang disisipkan  
35 pada dokument HTML. Penggunaan PHP memungkinkan Web dapat dibuat dinamis sehingga pemeliharaan situs web lebih mudah dan efisien. PHP merupakan perangkat lunak open-source yang dapat digunakan pada semua sistem operasi, diantaranya



Linux, Unix, Windows, dll. PHP juga memiliki kemampuan untuk mengolah keluaran gambar, file PDF, dan video. PHP juga menghasilkan teks seperti XHTML dan file XML lainnya, PHP mendukung terhadap database.

5            Visualisasi hasil pembacaan sensor merupakan bagian penting sehingga memberi manfaat bagi pengguna. Sebuah aplikasi web yang dibangun menggunakan pemograman PHP untuk menampilkan hasil pembacaan PLTS yang telah dikirim melalui jaringan nirkabel ZigBee. Klien dapat mengakses laman web  
10 unit akuisisi tersebut melalui IP addresses <http://10.28.139.242/site> pada browser klien.

Pada hari yang cerah, sistem PLTS terhubung ke grid lebih awal menjelang matahari terbit dan keluar dari grid lebih lambat menjelang matahari terbenam. Selama langit  
15 mendung dan hujan pembacaan daya listrik PLTS menurun dan keluar dari grid lebih cepat sebelum matahari terbenam. Daya listrik yang dibangkitkan panel surya dapat diperoleh dari perkalian arus dan tegangan. Daya keluaran pembangkit surya meningkat sebanding dengan peningkatan arus panel  
20 surya. Selama panel tertutup awan, kurva daya output panel surya menunjukkan profil yang tidak teratur dan berfluktuasi ketika terjadi hujan. Daya maksimum yang dihasilkan 1.191,4 Wp pada siang hari sekitar pukul 11.00 pagi. Suhu sekitar panel surya bervariasi antara 21.2°C  
25 sampai dengan 42.7°C pada siang hari, dengan kelembaban disekitar panel surya bervariasi antara 110% pada malam hari dan 26,9% pada siang hari.

**Klaim**

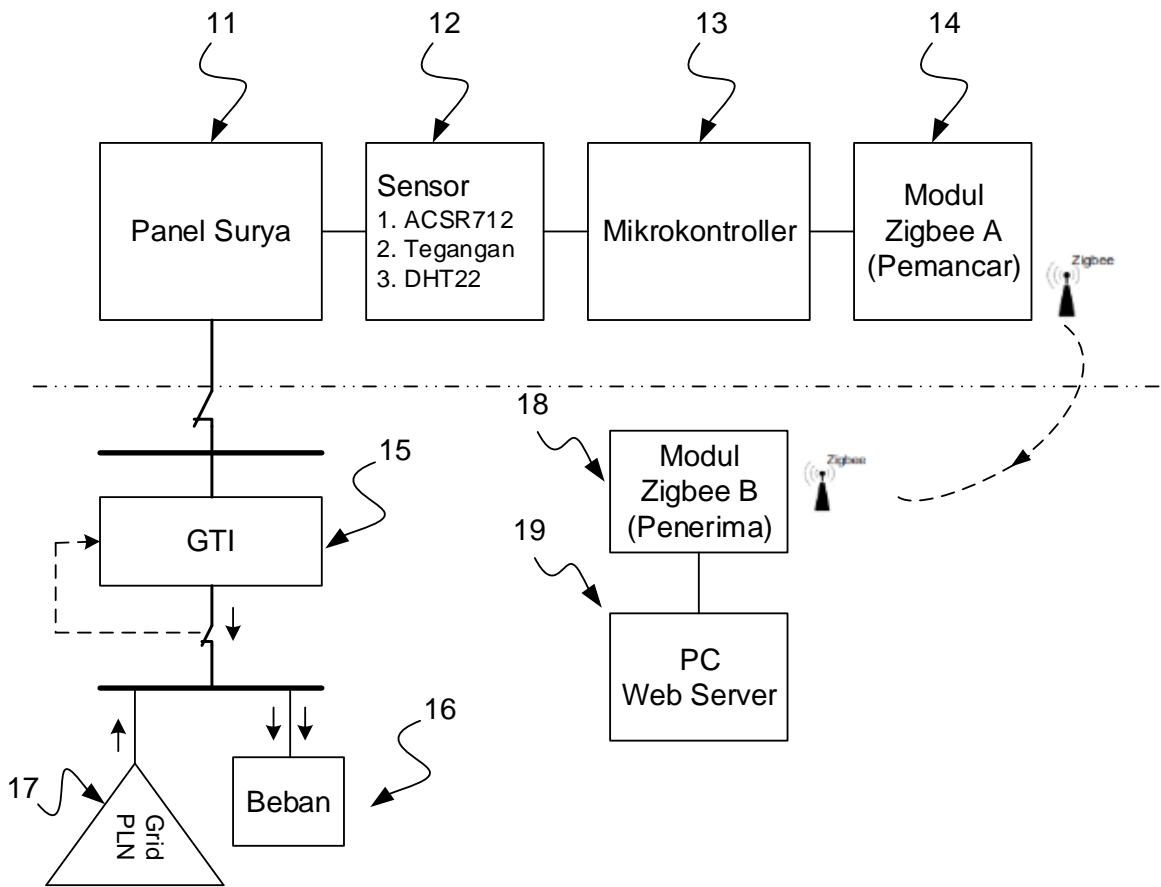
1. Suatu sistem nirkabel pemantauan PLTS terhubung ke grid PLN (17) yang dapat mengukur, merekam dan menampilkan hasil pembacaan parameter listrik dan cuaca yang terdiri dari:
- rangkaian sensor ZigBee di stasiun pemancar;
  - rangkaian penerima ZigBee; dan
  - PC *web server*,
- dimana rangkaian sensor PLTS tersebut dicirikan dengan rangkaian sensor daya dan rangkaian komunikasi data yang terhubung ke mikrokontroller Arduino Mega (13) dan modul komunikasi ZigBee A (14) sebagai pemancar.
2. Suatu sistem nirkabel pemantauan PLTS pada klaim 1, dimana rangkaian sensor PLTS terdiri dari ACS712 (26) digunakan untuk mengukur arus terhubung seri antara panel surya (24) dan Grid Tie Inverter (GTI) (27), sensor tegangan (25) terhubung paralel dan sensor DHT22 (21) untuk mengukur suhu dan kelembaban.
3. Suatu sistem nirkabel pemantauan PLTS pada klaim 1, dimana stasiun ZigBee B (18) sebagai penerima terhubung PC *Web Server* (19) yang selanjutnya dapat diakses melalui jaringan internet.
4. Suatu sistem nirkabel pemantauan PLTS pada klaim 1, yang dikonfirmasi dapat memantau mengukur, merekam dan menampilkan listrik PLTS yang terhubung dengan grid PLN (19) dan beban (16) melalui GTI (27).

Abstrak**SISTEM NIRKABEL PEMANTAUAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA**

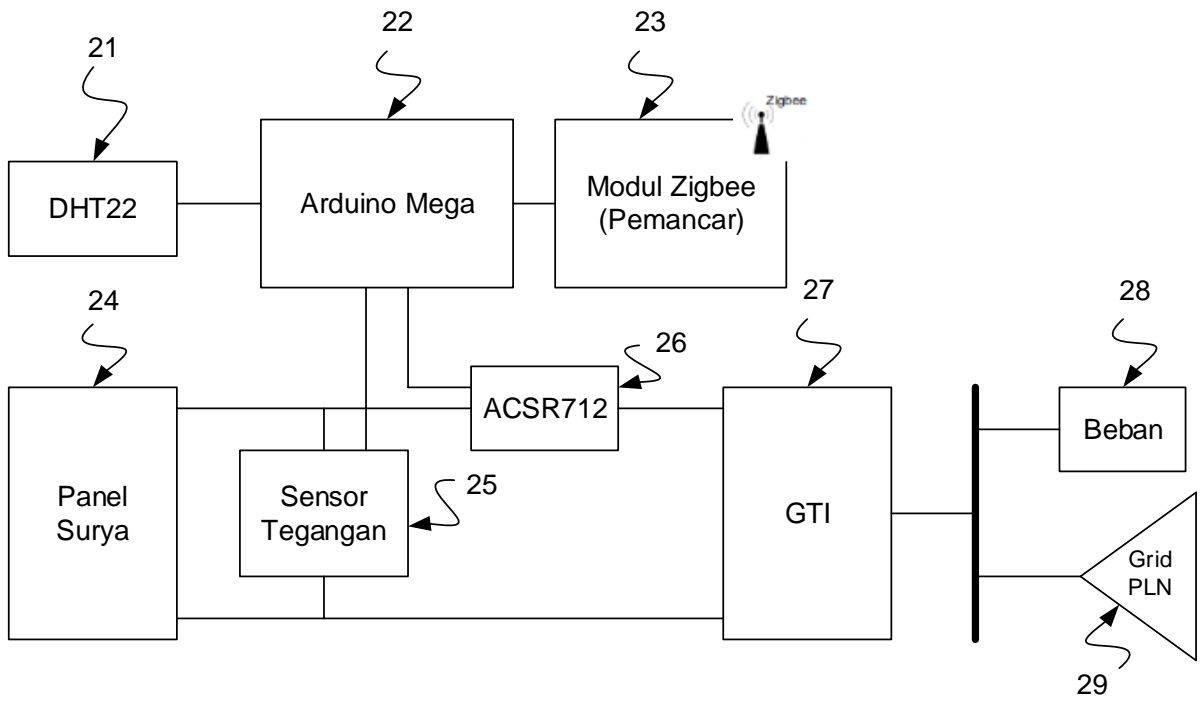
5

Pemanfaatan teknologi komunikasi, komputer, dan informasi dalam pengoperasian pembangkit listrik baru dan terbarukan akan meningkatkan efisiensi dan keandalan serta menurunkan biaya operasional dan emisi CO<sub>2</sub>. Diantara sumber-sumber energi terbarukan, energi surya menjadi alternatif yang paling banyak dikembangkan dan dapat diandalkan. Salah satu aspek penting setelah pembangunan pembangkit listrik tenaga surya khususnya untuk sistem isolated minigrid adalah kebutuhan peralatan pemantauan dan pengendalian. Invensi ini berupa purwarupa sistem pemantauan pembangkit listrik tenaga surya berbasis jaringan nirkabel yang terdiri dari rangkaian sensor ZigBee di stasiun pemancar, rangkaian penerima ZigBee dan PC web server. Sistem pemantauan hasil rancangan mampu menampilkan tegangan output, arus beban, suhu dan kelembaban disekitar penempatan panel surya secara online. Komunikasi antara sensor, aktuator dengan server lokal menggunakan jaringan nirkabel ZigBee. Kelebihan sistem ini tidak memerlukan tambahan biaya dan pemeliharaan untuk kabel komunikasi data.

25



**GAMBAR 1**



**GAMBAR 2**