



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SERTIFIKAT PATEN

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

Nama dan Alamat Pemegang Paten : LPPM UNIVERSITAS ANDALAS
Kampus Limau Manis, Padang 25163,
Sumatera Barat

Untuk Inovasi dengan Judul : METODA PENJEJAK POSISI MATAHARI PANEL SURYA
TANPA SENSOR

Inventor : Syafii, ST, MT, PhD
Muhammad Hadi Putra, ST

Tanggal Penerimaan : 09 Desember 2016

Nomor Paten : IDP000058722

Tanggal Pemberian : 14 Mei 2019

Perlindungan Paten untuk inovasi tersebut diberikan untuk selama 20 tahun terhitung sejak Tanggal Penerimaan (Pasal 22 Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2016 tentang Paten).

Sertifikat Paten ini dilampiri dengan deskripsi, klaim, abstrak dan gambar (jika ada) dari inovasi 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



metode penjejak

Paten

Kembali

Pencarian Terstruktur Paten

NOMOR PATEN
IDP000058722TANGGAL PEMBERIAN
14 May 2019

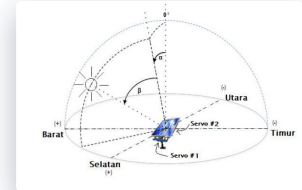
METODA PENJEJAK POSISI MATAHARI PANEL SURYA TANPA SENSOR

STATUS

(PA) Diberi Paten

[Rincian status](#)

GAMBAR



DOWNLOAD

[Publikasi A](#)[Publikasi B](#)NOMOR PENGUMUMAN
2017/07118TANGGAL PENGUMUMAN
07 Jul 2017NOMOR PERMOHONAN
P00201608531TANGGAL PENERIMAAN
09 Dec 2016TANGGAL DIMULAI PELINDUNGAN
09 Dec 2016TANGGAL BERAKHIR PELINDUNGAN
09 Dec 2036JUMLAH KLAIM
5NAMA PEMERIKSA
Orpa Lintin, S.T.

Abstrak

Invensi ini berhubungan dengan penjejak posisi matahari dua sumbu beroperasi berdasarkan data waktu matahari terbit, terbenam dan panjang hari. Database waktu matahari terbit dan terbenam diperoleh dari perhitungan azimuth dan elevasi matahari berdasarkan sistem Terrestrial Dinamis Time (TDT) dengan parameter masukan: tanggal, waktu, lokasi geografis, ketinggian dan zona waktu. Dengan menggunakan interpolasi linier posisi matahari pada arah sudut a dan b untuk waktu lainnya selama sehari dapat diperoleh. Panel surya bergerak berdasarkan posisi matahari berdasarkan sudut a dan b. Sistem penjejak posisi matahari terdiri dari sirkuit elektronik digital dan konstruksi mekanik telah berfungsi seperti yang diharapkan, terutama untuk panel surya berukuran kecil. Pengukuran daya listrik keluaran dari tenaga surya antara posisi datar dibandingkan dengan posisi tegak lurus sinar matahari telah meningkatkan efisiensi konversi energi matahari. Teknik ini tidak tergantung dari kondisi cuaca, meskipun berawan, posisi panel tetap mengarah tegak lurus posisi atau sinar matahari. Dengan cara ini, panel surya selalu menyerap sinar matahari maksimum serta menghasilkan listrik maksimal.

Prioritas

NOMOR	TANGGAL	KEWARGANEGARAAN
-	-	-

IPC

G05D 3/10 H02S 20/30

Pemegang Paten

NAMA	ALAMAT	NATIONALITY
LPPM UNIVERSITAS ANDALAS	Kampus Limau Manis, Padang 25163, Sumatera Barat	ID

Inventor

NAMA	ALAMAT	KEWARGANEGARAAN
Syafii, ST, MT, PhD	-	ID
Muhammad Hadi Putra, ST	-	ID

Pembayaran Pemeliharaan Terakhir

TAHUN PEMBAYARAN TERAKHIR	TANGGAL BAYAR	NOMINAL
-	-	-

Konsultan

NAMA	ALAMAT	NATIONALITY
------	--------	-------------

Deskripsi**METODA PENJEJAK POSISI MATAHARI PANEL SURYA TANPA SENSOR**

5

Bidang Teknik Invensi

Invensi ini berkaitan dengan metoda penjejak posisi matahari (*solar tracker*) yang dapat mengatur arah panel surya. Lebih khusus invensi ini menggunakan data base posisi matahari terbit, terbenam dan panjang hari sebagai dasar penentuan posisi panel mengarah tegak lurus terhadap posisi matahari untuk meningkatkan efisiensi dan daya keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

15

Latar Belakang Invensi

Di Indonesia, sebagian besar listrik yang diproduksi berasal dari bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak bumi dan gas alam. Namun, perkembangan era globalisasi berdampak pada permintaan listrik di Indonesia yang semakin meningkat bahkan melebihi dari listrik yang mampu diproduksi. Sedangkan cadangan dari bahan bakar fosil semakin menipis setiap harinya. Sehingga, Sumber energi alternatif terbarukan sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan listrik saat ini.

Indonesia berada di daerah tropis mempunyai potensi energi surya sangat besar sekitar rata-rata 4,8 kWh/m²/hari atau setara dengan 112.000 GWp, namun yang sudah dimanfaatkan baru sekitar 71.02 MWp baik yang terintrkoneksi dan off-grid (Renstra Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM), 2015). Letak Indonesia yang berada di daerah khatulistiwa secara teoritis akan selalu disinari matahari selama 10 - 12 jam sehari dan hampir seluruh wilayah Indonesia mendapatkan intensitas penyinaran

yang relatif merata. Dalam aplikasinya panel surya memiliki banyak kekurangan terutama pada sisi efisiensi keluaran yang tergolong rendah.

Unjuk kerja dari panel surya sangat tergantung kepada sinar matahari yang diterimanya. Matahari terbit dari timur ke barat dalam hitungan detik, menit dan jam dan bergeser ke selatan dan ke utara dalam jangka waktu beberapa bulan. Umumnya kedudukan panel surya dipasang secara tetap (fixed). Teknik pemasangan seperti ini akan menyebabkan cahaya matahari pagi hari dan sore hari tidak berada pada posisi yang tepat terhadap arah datangnya sinar matahari. Akibatnya jumlah energi listrik yang bisa dibangkitkan menjadi lebih sedikit daripada seharusnya Cheng et. al. (2007). Melihat permasalahan diatas maka diperlukan suatu mekanisme penjejak posisi matahari yang akurat dan efisien untuk mengatur arah panel surya untuk selalu tegak lurus dengan penyinaran matahari sehingga menghasilkan daya maksimal tiap menitnya.

Invensi sebelumnya yang dikemukakan oleh Altaii Karim dalam US Patent 8.692.173 dengan judul: *Solar tracking sensor array* mengklaim suatu mekanisme penjejak matahari menggunakan sensor radiasi matahari *phototransistor*. Teknik tersebut telah meningkatkan daya keluaran PLTS, akan tetapi sistem tersebut sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca. Sensor radiasi tidak dapat menemukan titik pencahayaan maksimum pada kondisi cuaca berawan ataupun hujan.

Selain itu Jerome H. Weslow (USPO 4.215.410) mengemukakan mekanisme tracker posisi matahari menggunakan motor servo untuk menggerakkan panel surya tegak lurus pencahayaan matahari, namun metode tersebut memerlukan perhitungan yang besar untuk setiap gerakan panel. Paten lainnya dengan nomor P00201201186 oleh Ropiudin, dkk dengan judul: "Multi Reflektor dengan Pemutar Automatic Solar

Tracker pada pemasak surya Tipe Konsentrator Parabola" telah menggunakan prinsip penjejak tanpa sensor tetapi untuk aplikasi pemasak solar memanfaatkan panas matahari dengan gerakan melingkar atau banyak sumbu.

5 Invensi ini menggunakan dasar data waktu matahari terbit dan terbenam untuk menentukan posisi matahari setelah proses interpolasi waktu *real-time*. Penjejak posisi matahari bergerak dalam dua sumbu yaitu sumbu barat timur dan sumbu utara selatan. Dengan demikian sistem penyimpanan
10 memori uC jauh lebih kecil dan tidak tergantung dari kondisi cuaca.

Ringkasan Invensi

Invensi yang diusulkan ini pada prinsipnya adalah
15 sebuah mekanisme operasi penjejak posisi matahari untuk mengarahkan sisi panel surya tegak lurus penyinaran matahari tanpa sensor. Mekanisme invensi penjejak posisi matahari berkerja berdasarkan database sunrise, sunset dan panjang hari. Database waktu matahari terbit dan terbenam
20 diperoleh dari perhitungan azimuth dan elevasi matahari berdasarkan sistem Terrestrial Dinamis Time (TDT) dengan parameter masukan: tanggal, waktu, lokasi geografis, ketinggian dan zona waktu. Dengan menggunakan interpolasi linier posisi matahari pada arah sudut α dan β untuk waktu
25 lainnya selama sehari dapat diperoleh. Panel surya bergerak berdasarkan posisi matahari berdasarkan sudut α dan β . Pengukuran daya listrik keluaran dari tenaga surya antara posisi datar dibandingkan dengan posisi tegak lurus sinar matahari telah meningkatkan efisiensi konversi energi
30 matahari. Teknik ini tidak tergantung dari kondisi cuaca, meskipun berawan, posisi panel tetap mengarah tegak lurus posisi atau sinar matahari. Dengan cara ini, panel surya selalu menyerap sinar matahari maksimum serta menghasilkan listrik maksimal.

Uraian Singkat Gambar

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

Gambar 1, adalah posisi matahari dalam arah sudut α dan β .

10 Gambar 2, adalah diagram alir proses penentuan posisi panel terhadap matahari berdasarkan sudut α dan β .

Uraian Lengkap Invensi

15 Penjejak posisi matahari panel surya yang dirancang menggunakan dasar data waktu matahari terbit dan terbenam untuk menentukan posisi matahari setelah proses interpolasi waktu *real-time*. Penjejak bergerak dalam dua sumbu yaitu sumbu barat timur dan sumbu utara selatan sebagai mana
20 terlihat pada gambar 1. Dengan demikian sistem penyimpanan memori uC jauh lebih kecil.

Posisi panel surya dinyatakan dalam koordinat α dan β gambar 1. Sudut α adalah sudut antara titik zenith ke arah utara dan selatan. Sudut β adalah sudut yang terbentuk
25 antara titik zenith ke arah timur dan barat. Nilai α dan β diperoleh dari posisi matahari pada saat sunrise dan sunset dengan persamaan (1) dan (2) berikut:

$$\alpha_t = \alpha_{sr} + \frac{T_t - T_{sr}}{T_{ss} - T_{sr}} (\alpha_{ss} - \alpha_{sr}) \quad (1)$$

30 Dimana:

α_t = sudut α waktu t .

T_t = panjang waktu t

α_{sr} = sudut α waktu sunrise.

T_{sr} = panjang waktu sunrise

35 T_{ss} = panjang waktu transit (sudut 0°)

Dan

$$\beta_t = \beta_{sr} - \frac{T_t - T_{sr}}{T_0 - T_{sr}} \beta_{sr} \quad (2)$$

Dimana:

β_t = sudut β waktu t .

T_t = panjang waktu t

5 β_{sr} = sudut β waktu sunrise.

T_{sr} = panjang waktu sunrise

β_{ss} = sudut β waktu sunset.

T_{ss} = panjang waktu sunset

10 Metoda penjejak posisi matahari secara lengkap diperlihatkan pada gambar 2. Invensi penjejak posisi matahari ini berkerja berdasarkan pembacaan lokasi geografi, ketinggian dan zona waktu. Selanjutnya pembuatan database waktu sunrise dan waktu sunset selama satu tahun
15 atau 364 hari. Database posisi matahari diperoleh menggunakan fasilitas hasil penelitian sebelumnya (Kamshory, Syafii, (2014)). Proses penyusunan database dilakukan dengan memasukkan koordinat posisi panel surya, misalnya untuk posisi penelitian di Universitas Andalas menggunakan
20 koordinat berikut: latitude -0.9145° dan longitude 100.4595° . Selanjutnya database didownload dan simpan dalam Micro SD Arduino.

Sistem penjejak posisi matahari membaca tanggal dan waktu sekarang menggunakan RTC. Kemudian ditelusuri dalam
25 database posisi sunrise, sunset berdasarkan tanggal dan waktu pembacaan tersebut. Berdasarkan database, hitung sudut α , dan β menggunakan interpolasi linear pers.(1) dan (2). Setelah sudut α , dan β diperoleh, dilakukan pengaturan motor servo #1 dan servo #2 berdasarkan hasil perhitungan
30 sudut α dan β . Selanjutnya set delay (15*60*1000) untuk mengaktifkan penjejak posisi matahari untuk 15 menit ke depan.

Algoritma metode penjejak posisi matahari tersebut ditanam dalam mikrokontroller, motor servo digunakan untuk
35 menggerakkan panel surya berada pada posisi intensitas

penyinaran matahari maksimum. Dengan teknik sistem ini tidak diperlukan lagi sensor intensitas radiasi dan tidak tergantung pada keadaan cuaca, meskipun mendung, posisi panel tetap mengarah pada pencahayaan atau posisi tegak lurus matahari. Pengujian invensi penjejak posisi matahari tanpa sensor panel surya dibandingkan dengan tanpa penjejak menghasilkan peningkatan daya keluaran dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan efisiensi rata-rata 26%.

Klaim

1. Suatu metode penjejak posisi matahari tanpa sensor dua sumbu yang dapat mengatur arah panel surya tegak lurus penyinaran matahari mengikuti sudut α dan β , dimana perhitungan sudut α dan β menggunakan interpolasi dari posisi matahari terbit dan matahari terbenam menggunakan pers (1) dan (2) dengan langkah-langkah berikut:
 - menentukan koordinat lokasi (latitude dan longitude) dan ketinggian (meter) penempatan panel surya, serta zona waktu yang menjadi dasar pembuatan database posisi matahari;
 - membuat database tanggal, waktu matahari terbit (sunrise) and matahari terbenam (sunset) selama satu tahun;
 - mengunduh database dalam *Micro SD* Arduino;
 - membaca tanggal dan waktu sekarang menggunakan *Real Time Clock* (RTC);
 - menelusuri dalam database posisi matahari terbit, matahari terbenam berdasarkan tanggal dan waktu pembacaan RTC;
 - menghitung sudut α , β menggunakan rumus interpolasi linear pers (1) dan (2);
 - menggerakkan motor servo #1 dan servo #2 berdasarkan sudut α dan β ; dan
 - menset waktu tunda ($15 \times 60 \times 1000$) untuk mengaktifkan penjejak posisi matahari setelah 15 menit ke depan.
2. Suatu metode penjejak posisi matahari dua sumbu menurut klaim 1, dimana penjejak mengarahkan posisi panel bergerak dari timur ke barat setiap harinya dan juga bergerak diantara utara dan selatan mengikuti posisi matahari.
3. Suatu metode penjejak posisi matahari dua sumbu menurut klaim 1 dan 2, dimana penjejak mengarahkan posisi panel surya dalam koordinat α dan β , dengan sudut α adalah sudut antara titik zenith ke arah utara dan selatan dan sudut β adalah sudut antara titik zenith ke arah timur dan barat.

4. Suatu metode penjejak posisi matahari dua sumbu menurut klaim 1,2 dan 3, dimana penjejak mengarahkan posisi panel surya pada koordinat α dan β , dimana sudut α , β dihitung dengan menggunakan rumus interpolasi linear pers (1) dan

5 (2) berikut:

$$\alpha_t = \alpha_{sr} + \frac{T_t - T_{sr}}{T_{ss} - T_{sr}} (\alpha_{ss} - \alpha_{sr})$$

dan

$$\beta_t = \beta_{sr} - \frac{T_t - T_{sr}}{T_0 - T_{sr}} \beta_{sr} ;$$

10 5. Suatu metode penjejak posisi matahari menurut klaim 1, 2, 3 dan 4, dimana pergerakan motor servo #1 dan servo #2 mengarahkan posisi panel surya tegak lurus penyinaran matahari beroperasi setiap 15 menit, untuk menghasilkan konversi energi surya menjadi energi listrik yang maksimal.

15

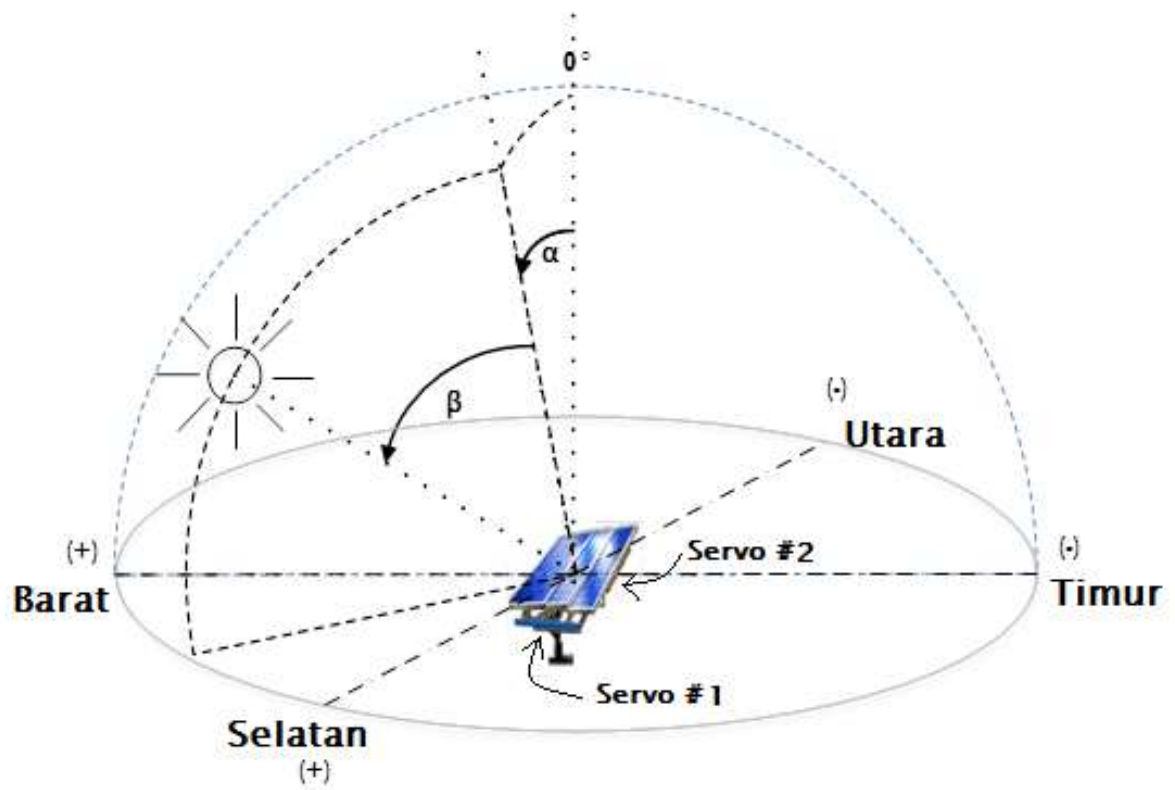
Abstrak**METODA PENJEJAK POSISI MATAHARI PANEL SURYA TANPA SENSOR**

5

Invensi ini berhubungan dengan penjejak posisi matahari dua sumbu beroperasi berdasarkan data waktu matahari terbit, terbenam dan panjang hari. Database waktu matahari terbit dan terbenam diperoleh dari perhitungan azimuth dan elevasi matahari berdasarkan sistem Terrestrial Dinamis Time (TDT) dengan parameter masukan: tanggal, waktu, lokasi geografis, ketinggian dan zona waktu. Dengan menggunakan interpolasi linier posisi matahari pada arah sudut α dan β untuk waktu lainnya selama sehari dapat diperoleh. Panel surya bergerak berdasarkan posisi matahari berdasarkan sudut α dan β . Sistem penjejak posisi matahari terdiri dari sirkuit elektronik digital dan konstruksi mekanik telah berfungsi seperti yang diharapkan, terutama untuk panel surya berukuran kecil. Pengukuran daya listrik keluaran dari tenaga surya antara posisi datar dibandingkan dengan posisi tegak lurus sinar matahari telah meningkatkan efisiensi konversi energi matahari. Teknik ini tidak tergantung dari kondisi cuaca, meskipun berawan, posisi panel tetap mengarah tegak lurus posisi atau sinar matahari. Dengan cara ini, panel surya selalu menyerap sinar matahari maksimum serta menghasilkan listrik maksimal.

30

Gambar 1



Gambar 2

