

APLIKASI PENGIKUT MATAHARI DUA POROS SEBAGAI MEDIA AKUISISI DATA INTENSITAS CAHAYA

I Gede Eka Wiantara Putra

Program Studi Sistem Komputer, STMIK STIKOM Bali

Jl. Raya Kampus Udayana No. 20, Kab. Badung, 80361

Telp : (0361) 8953534

E-mail : videline@yahoo.com

Abstrak

Kebutuhan energi listrik masyarakat dunia masih tertuju pada penggunaan Bahan Bakar Minyak (BBM). Sebagai alternatif, potensi pemberdayaan energi matahari di Indonesia untuk pembangunan PLTS cukup tinggi karena berada di jalur khatulistiwa, dan menjadi salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam perancangan pengikut matahari (solar tracker). Selain itu, perbedaan kontur permukaan tanah serta pergerakan awan disetiap wilayah Indonesia berpengaruh terhadap intensitas cahaya matahari yang jatuh di suatu permukaan. Pemaksimalan hasil konversi energi matahari membutuhkan pengarahannya permukaan panel surya secara tegak lurus dengan posisi matahari. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah solar tracker dua poros yang selain mampu mengarahkan panel dan mengikuti posisi matahari, serta dapat memberikan data intensitas cahaya matahari menggunakan modul WiFi. Selain itu, penelitian menghasilkan sebuah aplikasi pengakuisisi data dan monitoring berbasis desktop. Pengujian menunjukkan bahwa solar tracker mampu mengarahkan panel secara tegak lurus dengan posisi matahari sehingga panel surya dapat menghasilkan tegangan maksimum.

Kata kunci: solar tracker, akuisisi data dan monitoring, PLTS

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik masyarakat dunia semakin meningkat. Di Indonesia, khususnya di Provinsi Bali, berdasarkan RUPTL PT PLN Tahun 2016-2025 [1], pemenuhan kebutuhan energi listrik dibangkitkan dengan konversi sumber daya Bahan Bakar Minyak (BBM). Penggunaan BBM sebagai pembangkit listrik tentu memiliki efek samping bagi lingkungan hidup, seperti polusi udara oleh sisa hasil pembakaran. Cahaya matahari merupakan salah satu sumber daya yang dapat dikonversi menjadi energi listrik dan bersifat tidak terbatas. Pengkonversian energi ini dilakukan menggunakan sel surya atau *PV-cell* (*photovoltaic-cell*). Dalam pembangkitannya, energi listrik yang dihasilkan dipengaruhi oleh besaran intensitas cahaya yang jatuh dipermukaan *PV-cell*, sehingga dibutuhkan sebuah sistem yang dapat memaksimalkan pengkonversian tersebut. Berdasarkan [2][3], dapat disimpulkan bahwa mengarahkan permukaan *PV-cell* tepat ke posisi matahari dapat memaksimalkan pengkonversian energi matahari tersebut. Hal ini diperkuat oleh penelitian sebelumnya [4], dimana daya rata-rata per hari yang dihasilkan oleh panel surya menggunakan sistem pengikut matahari lebih besar dibandingkan dengan tanpa menggunakan sistem tersebut.

Sistem pengikut matahari (*solar tracking system*) yang selanjutnya disebut *solar tracker*, merupakan sebuah sistem yang dapat mengarahkan permukaan *PV-cell* ke posisi matahari. Dalam penelitian ini, sistem yang dibangun bekerja menggunakan empat buah sensor *Light Dependent Resistor* (LDR) yang diposisikan sedemikian rupa untuk mendeteksi cahaya dari berbagai arah, dan menggerakkan permukaan *PV-cell* menggunakan motor servo. Hal ini dilakukan berdasarkan pergerakan semu matahari baik per hari maupun per tahun. Penggunaan sensor LDR ini disajikan dalam bentuk *flowchart* dengan nilai *threshold*, sedangkan pada penelitian sebelumnya menggunakan perbandingan nilai sensor LDR [5].

Perancangan dan pembangunan *solar tracker* ini diharapkan dapat membantu pemaksimalan konversi energi oleh *PV-cell* serta dapat dijadikan sebuah media akuisisi data untuk pemetaan intensitas cahaya matahari di Indonesia, khususnya di Provinsi Bali. Sehingga, selain perencanaan pembangunan Pembangkit

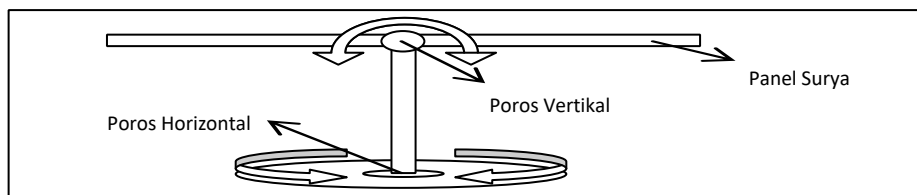
Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dapat dilakukan pada daerah yang tepat, hasil analisis intensitas cahaya yang tinggi namun dengan wilayah yang tidak memungkinkan dalam pembangunan PLTS skala besar, maka dapat dialihkan ke PLTS skala mikro, seperti pembangunan sarana dan prasarana transportasi energi surya.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan mengumpulkan referensi terkait kebutuhan energi listrik, khususnya di Provinsi Bali. Berdasarkan kebutuhan tersebut, konversi energi matahari menggunakan panel surya dapat dijadikan alternatif, namun diperlukan sebuah sistem yang mampu memaksimalkan hasil konversinya. Aplikasi pengikut matahari (*solar tracker*) dirancang untuk mampu mengarahkan panel surya tersebut secara tepat ke posisi matahari. Di sisi lain, perancangan *solar tracker* ini diarahkan kepada sebuah media pengakuisisi data intensitas cahaya matahari sebagai landasan pemetaan potensi energi matahari. Dengan demikian, maka dibutuhkan sistem *solar tracker* yang selain mampu mengikuti posisi matahari, juga dapat mengirimkan data parameter intensitas cahaya secara *real-time*.

2.1 Solar Tracker

Solar tracker dirancang memiliki dua poros untuk mengarahkan rangkaian *PV-cell* (panel surya) secara tepat ke posisi matahari. Dalam penelitian ini, poros pertama berfungsi untuk memutar panel ke arah timur atau barat secara vertikal, sedangkan poros ke dua berfungsi memutar panel searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam untuk mengarahkan panel ke utara atau selatan. Penggunaan metode pemutaran panel secara horizontal pada poros ke dua tersebut dilakukan untuk mengurangi beban bagi motor servo. Sehingga implementasi rancangan *solar tracker* ini dapat digunakan untuk jangka waktu yang lama.

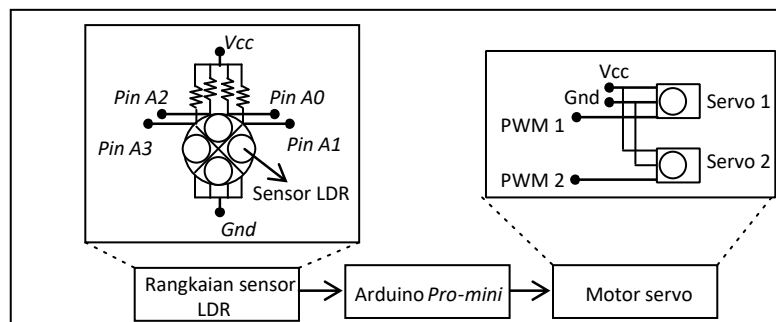


Gambar 1. Rancangan solar tracker dua poros

2.2 Sistem Kendali

Pengendalian panel surya pada *solar tracker* ini dilakukan oleh *microcontroller Arduino Pro-mini*. Pemilihan *Arduino Pro-mini* memiliki kelebihan dalam hal menekan ukuran sistem secara keseluruhan menjadi lebih kecil, namun memiliki kemampuan yang menyerupai jenis *Arduino* lainnya. Pengendalian panel dalam sistem ini didasarkan pada perubahan nilai resistansi pada sensor LDR yang dihubungkan ke pin *input* analog *Pro-mini*. Sedangkan pada pin *output* *Pulse Width Modulation* (PWM) *Pro-mini* dihubungkan ke motor servo.

Sensor LDR pada sistem ini diposisikan pada empat arah, yaitu arah timur, barat, utara, dan selatan. Cahaya yang jatuh di permukaan sensor adalah berbanding terbalik dengan nilai resistansinya, sehingga semakin tinggi intensitas cahaya yang jatuh di permukaan maka semakin rendah nilai resistansi sensor LDR. Untuk membatasi perbedaan perubahan nilai resistansi antar sensor, maka ditambahkan sebuah penghalang cahaya yang ditempatkan di antara sensor-sensor tersebut.

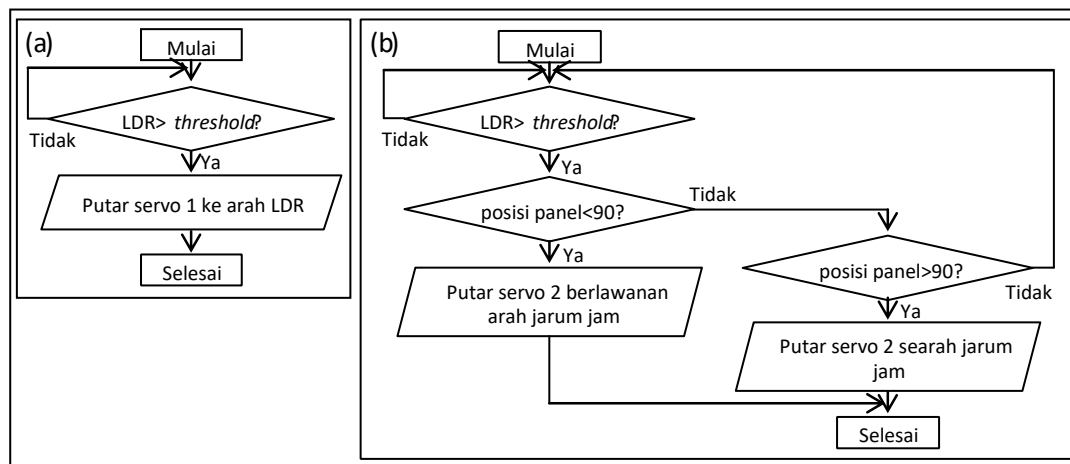


Gambar 2. Skema rangkaian sistem

2.3 Algoritma Program

Nilai resistansi yang dihasilkan oleh sensor LDR menjadi *input* bagi *Pro-mini* untuk menentukan arah putaran panel melalui motor servo. Pembacaan nilai resistansi oleh *Pro-mini* dikonversi ke besaran tegangan dalam nilai *binary digit* (bit: 0-1023), di mana, semakin besar nilai resistansi, maka nilai tegangan dalam bit semakin kecil. Dengan demikian, apabila sensor LDR 1 (arah timur) memiliki resistansi yang mengecil (terdapat cahaya yang jatuh di permukaan), maka nilai tegangan dalam bit menjadi membesar. Untuk menentukan apakah saat itu dilakukan pemutaran panel atau tidak, maka diperlukan nilai ambang batas (*threshold*) yang diperoleh melalui pengurangan nilai bit maksimum pada kelipatan 25 bit. Hal ini dilakukan berdasarkan karakteristik perbedaan kemampuan setiap komponen elektronika yang diproduksi.

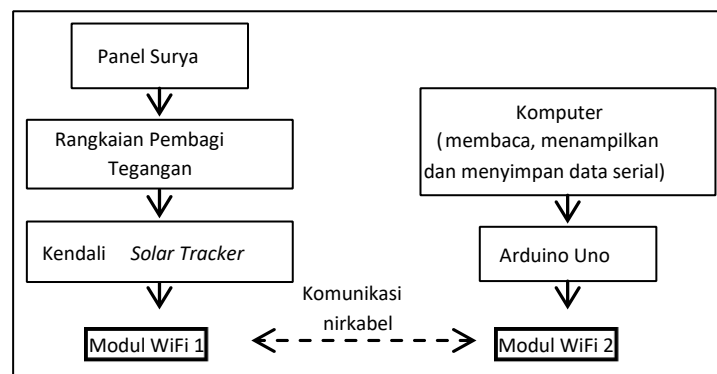
Metode penentuan nilai *threshold* didasarkan pada nilai bit maksimum oleh setiap sensor LDR ketika panel diarahkan manual secara tegak lurus dengan posisi matahari. Nilai tersebut selanjutnya dikurangi dengan kelipatan 25 bit sebagai nilai *threshold* yang baru. Dengan demikian, maka dihasilkan empat nilai *threshold* yang berbeda untuk masing-masing sensor LDR. Nilai *threshold* yang diimplementasikan sebagai penentu putaran panel akan selalu berubah berdasarkan nilai bit tertinggi dari keempat sensor LDR. Dalam hal ini, apabila sensor LDR 1 (arah timur) mendeteksi cahaya matahari dan memiliki nilai bit tertinggi, maka selanjutnya dijadikan acuan penentuan nilai *threshold* bagi seluruh sensor LDR.



Gambar 3. Flowchart pemutaran panel, a) secara vertikal, b) secara horizontal

2.4 Akuisisi Data

Pengambilan data intensitas cahaya matahari dilakukan secara langsung melalui panel surya dalam besaran tegangan. Pembacaan nilai tegangan oleh *Pro-mini* dilakukan menggunakan rangkaian pembagi tegangan dengan dua buah resistor yang dihubungkan ke salah satu pin analog dan *ground*. Metode perekaman data ini dilakukan secara nirkabel (*wireless*) menggunakan dua buah modul WiFi, sehingga dapat memudahkan proses pengambilan data. Salah satu modul WiFi sebagai pengirim dihubungkan dengan *Pro-mini* dan yang



Gambar 4. Skema komunikasi data

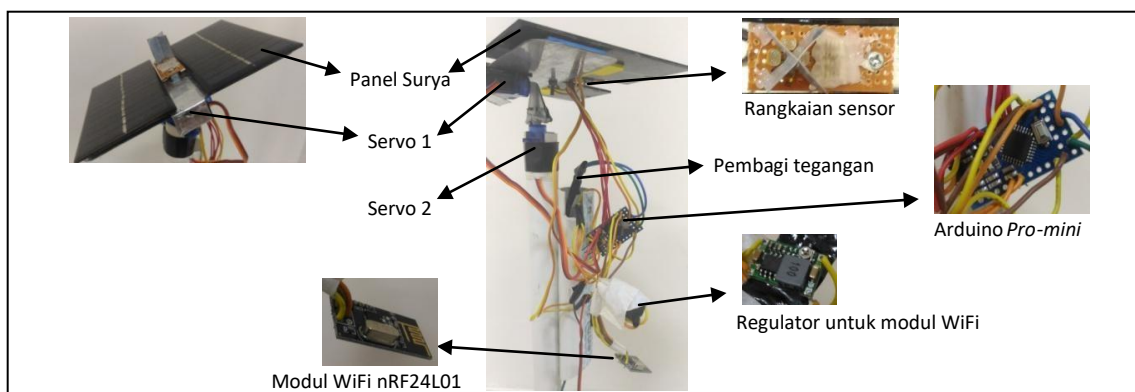
lainnya sebagai penerima data dihubungkan dengan *com-port* pada komputer secara serial melalui *Arduino Uno*. Pembacaan dan perekaman data secara serial melalui komputer dilakukan dengan membangun sebuah program berbahasa Pascal, dan data rekaman secara otomatis tersimpan dalam bentuk file .txt setiap 10

menit. Data tersimpan tersebut mengandung beberapa parameter pengukuran, seperti: nilai tegangan pada sensor LDR dalam satuan bit, posisi motor servo dalam satuan derajat, dan nilai tegangan panel surya dalam satuan bit.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi *Hardware*

Hardware diimplementasikan sesuai rancangan pada metode penelitian yang memiliki dua poros, yaitu: poros vertikal untuk mengarahkan panel ke timur atau barat, dan poros horizontal dalam pemutaran panel searah atau berlawanan arah jarum jam ke utara atau selatan. Pemutaran panel pada *solar tracker* menggunakan dua buah motor servo yang mampu berputar hingga 180° , dan masing-masing dihubungkan dengan pin PWM 2 dan 3 pada *Pro-mini*. Sedangkan sumber tegangan untuk motor servo dihubungkan dengan pin *Vcc* (+5V) dan *Ground*. Sensor LDR yang digunakan diposisikan pada empat arah, yaitu: timur, barat, utara, dan selatan, dengan menambahkan sekat penghalang cahaya di bagian tengah rangkaian sensor tersebut. Masing-masing sensor LDR dirangkai dengan sebuah resistor 1 k Ω dan dihubungkan ke pin analog A0, A1, A2, dan A3. Untuk pengiriman data, modul WiFi nRF24L01 pada *solar tracker* dihubungkan ke pin 7, 8, 10, 11, dan 12. Sedangkan sumber daya untuk modul WiFi (+3,3V) menggunakan regulator tegangan yang dihubungkan dengan pin *raw* pada *Pro-mini*. Terakhir, rangkaian pembagi tegangan dengan dua buah resistor 56 Ω dan sebuah dioda untuk pengukuran tegangan panel surya dihubungkan ke pin A4 dan *Ground*. Terkait rangkaian tersebut, maka tegangan maksimum yang dapat diukur adalah 10 Volt. Dengan demikian maka hasil pengukuran dalam bit selanjutnya dapat dikalikan dengan 5 Volt / $1024 * 2$.



Gambar 5 Implementasi *solar tracker*

Implementasi bagian rangka dari *solar tracker* menggunakan bahan dari plat seng karena mudah dibentuk dan ringan, serta menggunakan pipa pvc sebagai tiang penyangga.

3.2 Implementasi *Software*

Algoritma program pada *solar tracker* diimplementasikan menggunakan bahasa Java pada Aduino IDE. Program utama dalam pemutaran panel ke arah timur atau barat serta pemutaran panel secara searah atau berlawanan arah jarum jam, diawali dengan membandingkan nilai sensor dengan *threshold* yang digunakan. Selanjutnya, dilakukan pemutaran panel melalui motor servo, apakah secara vertikal atau horizontal.

Secara khusus, implementasi program untuk memutar panel secara horizontal, membutuhkan parameter posisi panel timur-barat. Dalam hal ini, apabila posisi panel mengarah ke timur ($>88^{\circ}$) dan sensor LDR utara $> threshold$, maka panel diputar berlawanan arah jarum jam. Sedangkan apabila posisi panel mengarah ke barat ($<83^{\circ}$) dan sensor LDR utara $> threshold$, maka panel diputar searah jarum jam. Dalam pengujian, keterbatasan kemampuan putar motor servo membutuhkan metode tambahan dalam pemutaran panel, yang mana apabila putaran motor melebihi batas maksimal ($>180^{\circ}$ atau $<0^{\circ}$), maka panel akan diputar balik. Contoh program utama dalam penentuan putaran panel diimplementasikan sebagai berikut:

```

...
//===== timur-barat =====
if (LDR[1]>th[1]) { //timur > th
    if (LDR[3]<th[3]) { //timur > th & barat < th
        t=0;
        if (pos2<=128) { //turn timur
            pos2++; myservo2.write(pos2);
        } else {
            pos2=128; myservo2.write(pos2);
        }
    } else { //timur > th & barat > th
        //servo1 stop
    }
} else { //timur < th
    ...
}
...

```

Algoritma program untuk pengiriman data menggunakan modul WiFi diimplementasikan sebagai berikut:

```

int LDR[7];
void loop() {
    LDR[0] = analogRead(A1); //utara
    LDR[1] = analogRead(A0); //timur
    LDR[2] = analogRead(A3); //selatan
    LDR[3] = analogRead(A2); //barat
    LDR[4] = analogRead(A4); //tegangan panel surya
    LDR[5] = pos1; //posisi utara-selatan
    LDR[6] = pos2; //posisi timur-barat
    radio.write(&LDR, sizeof(LDR));
    ...
}

```

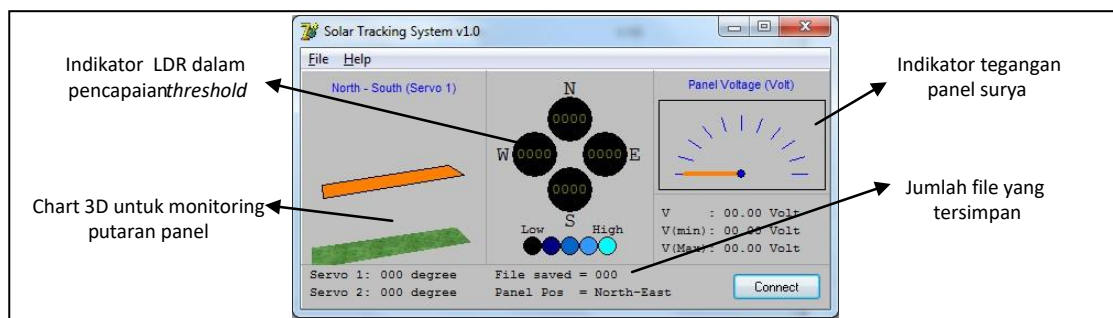
sedangkan implementasi pada bagian penerima adalah sebagai berikut:

```

void loop() {
    if (radio.available()) {
        radio.read(&LDR, sizeof(LDR));
        Serial.print("a"); //string awal paket data
        Serial.print(LDR[0]); //nilai LDR utara
        Serial.print("b"); //string akhir data LDR[0]
        Serial.print(LDR[1]); //nilai LDR timur
        ...
        Serial.print(LDR[6]); //nilai posisi panel timur-barat
        Serial.print("h"); //string akhir data LDR[6]
        Serial.println("i"); //string akhir paket data
    }
}

```

Proses pembacaan dan perekaman data melalui komputer diimplementasikan menggunakan bahasa Pascal, dimana diawali dengan membaca keseluruhan paket data dan membaginya berdasarkan batas string dalam paket tersebut. Sebagai pemantauan perekaman data, program ini memiliki tampilan grafis sebagai berikut:



Gambar 6. Tampilan program

3.3 Pengujian

Pengujian *solar tracker* yang dibangun terbagi menjadi beberapa bagian, seperti pengujian sensor, motor servo, komunikasi data, dan program perekam data. Pengujian sensor dilakukan untuk memperoleh nilai *threshold* sebagai penentu putaran panel. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai bit maksimum pada setiap sensor. Berdasarkan data tersebut, maka *threshold* yang digunakan memiliki beberapa tingkat yang ditentukan dengan mengurangi nilai bit maksimum dengan kelipatan 25 bit. Variasi penggunaan *threshold* dalam program bertujuan untuk tetap mengarahkan panel pada sumber cahaya maksimum. Hal ini dilakukan karena adanya fluktuasi besaran intensitas cahaya oleh keadaan lingkungan seperti awan.

Tabel 1. *Threshold* yang digunakan

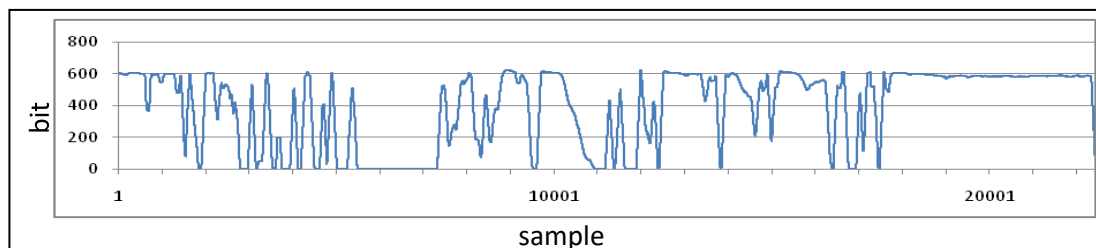
<i>Threshold</i>	LDR[0]	LDR[1]	LDR[2]	LDR[3]
Th1	920	940	910	960

Putaran motor servo yang terbatas hingga 180^0 dan disertai keterbatasan putaran rangka, maka nilai putaran motor servo, khususnya bagian vertikal, dibatasi pada 88^0 - 128^0 untuk arah timur, dan 35^0 - 83^0 untuk arah barat.

Data yang diterima melalui komunikasi serial antara Arduino Uno dengan komputer telah sesuai dengan keadaan lingkungan secara fisik. Namun komunikasi antar modul WiFi terbatas pada jarak maksimum pengukuran, sehingga harus dilakukan pada area terbuka. Hubungan antara jarak pengukuran dengan kemampuan pengiriman data sensor tersebut menyebabkan hilangnya sebagian data ukur pada waktu tertentu. Terakhir, data yang telah diterima komputer selanjutnya disimpan ke dalam file .txt setiap 10 menit sesuai dengan rancangan.

3.4 Analisis Data Sampel

Data yang direkam selanjutnya dapat dianalisis lebih lanjut untuk menentukan potensi energi matahari di lokasi pengukuran. Dalam penelitian ini, proses pengambilan data tetap dilaksanakan dan sedang berjalan untuk memperoleh data intensitas cahaya matahari harian, bulanan, hingga tahunan. Berikut adalah salah satu bagian dari hasil pengukuran yang telah dilakukan pada tanggal 12 Mei 2017:



Gambar 7. Grafik data sampel tegangan panel surya

Hasil *plotting* sampel data tegangan dalam bit menunjukkan bahwa saat itu terjadi fluktuasi intensitas cahaya di lokasi pengukuran. Hal ini disebabkan oleh perubahan intensitas cahaya matahari di lokasi pengambilan data. Perubahan tersebut dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti hujan dan awan. Karena keterbatasan jarak pengukuran dan kondisi lingkungan maka pengukuran beberapa kali sempat dihentikan. Namun demikian, proses penyempurnaan sistem *solar tracker* ini tetap dilakukan untuk pengambilan data intensitas cahaya matahari yang secara khusus dilaksanakan di STMIK STIKOM Bali Kampus II Jimbaran – Bali.

4. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Sistem pengikut matahari yang dibangun dalam penelitian ini memiliki kemampuan seperti: mampu menggerakkan panel surya ke posisi matahari, mampu memberikan nilai pengukuran terhadap tegangan panel surya, sensor LDR, dan posisi panel, serta mampu melakukan perekaman data dari hasil pengukuran dan dapat dipantau secara *real-time* dari jarak tertentu pada area terbuka. Selain kemampuan tersebut, sistem ini memiliki kekurangan dalam beberapa hal, seperti: sumber daya listrik untuk *solar tracker* masih disuplai dari catu daya eksternal. Hal ini dikarenakan oleh rendahnya energi listrik yang dihasilkan oleh

panel surya yang digunakan. Serta kemampuan modul WiFi dalam mengirimkan data masih terbatas pada kisaran jarak 20 meter. Hal ini merupakan kemampuan modul WiFi dengan antena tertanam (*on-board*).

4.2 Saran

Kemampuan *solar tracker* ini perlu ditingkatkan dengan penyempurnaan pada beberapa bagian, seperti: diperlukan tambahan rangkaian pengisi baterai untuk catu daya sistem. Dengan demikian maka *solar tracker* dapat bekerja secara mandiri menggunakan energi matahari, serta diperlukan alternatif modul WiFi atau media lainnya untuk komunikasi data dengan jarak yang lebih jauh. Sehingga proses akuisisi data intensitas cahaya matahari pada daerah tertentu dapat dilakukan dengan lebih mudah.

5. DAFTAR RUJUKAN

- [1] PLN, P., 2016. *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2016-2025*. Lampiran B.7 Hal. 380386.
- [2] Asy'ari, H., Jatmiko, Angga., 2012. Intensitas Cahaya Matahari terhadap Daya Keluaran Panel Sel Surya. *Simposium Nasional RAPI XI FT UMS*, E-52-E-57.
- [3] Dhanabal, R., Bharathi, V., Ranjitha, R., Ponni, A., Deepthi, S., Mageshkannan, P., 2013. Comparison of Efficiencies of Solar Tracker Systems with Static Panel Single-Axis Tracking System and Dual-Axis Tracking System with Fixed Mount. *International Journal of Engineering and Technology (IJET)*, Vol 5 No 2 Apr-May 2013, pp. 1925-1933.
- [4] Sundara S.K., V., Suryanarayana, S. Automatic Dual Axis Sun Tracking System using LDR Sensor. *International Journal of Current Engineering and Technology*, Vol 4 No 5, October 2014, pp. 3214-3217.
- [5] Kumar L, M. Automatic Solar Tracking System. *International Journal of Core Engineering & Management (IJCEM)*, Vol 1, issue 7, October 2014, pp. 122-133.

Halaman ini sengaja dikosongkan