

SISTEM PENGATUR LAMPU PEJALAN KAKI DENGAN SUMBER ENERGI MANDIRI

Petrus Setyo Prabowo¹, Iswanjono², Andita Prastiti³
^{1,2,3} Prodi Teknik Elektro, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta
Kampus III, Jl. Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman
E-mail: petrus_set@usd.ac.id

INTISARI

Sistem pengatur dikendalikan oleh sensor pendeteksi kehadiran orang (pejalan kaki) menggunakan sensor infrared. Tegangan supply untuk sistem dihasilkan oleh solar cell dan accu. Sensor akan mendeteksi kehadiran pejalan kaki yang ingin menyeberang jalan, dan sistem akan mengatur waktu untuk pengoperasian dan pengaktifan lampu pejalan kaki serta APILL. Sensor infrared sudah dapat mendeteksi ketika ada dan tidak ada kehadiran orang (pejalan kaki). Output sensor sudah dapat mengoperasikan lampu pejalan kaki dan APILL sesuai dengan waktu yang ditentukan pada program utama. Solar cell sudah dapat menyuplai tegangan untuk sistem pengatur dan accu yang kosong. Dengan kapasitas 10 WP solar cell mampu untuk mengisi accu saat pagi sampai sore hari, minimal 6 jam (mengisi accu setengah kosong). Dengan percobaan total sebanyak 7 kali sistem dapat bekerja sesuai dengan program sebanyak 5 kali percobaan. Dari total percobaan supply dengan solar cell menuju sistem keseluruhan, sebanyak 5 kali percobaan telah berhasil 3 kali percobaan. Maka sistem sudah bekerja secara maksimal dengan tingkat keberhasilan sebesar 71 %.

Kata kunci: solar cell, sensor infrared, portable

1. PENDAHULUAN

Setiap tahun jumlah penduduk Indonesia makin meningkat, sehingga kebutuhan kendaraan juga meningkat. Peningkatan jumlah kendaraan mengakibatkan kepadatan pada setiap ruas jalan, yang masing-masing ruas jalan berbeda. Masalah kepadatan kendaraan tersebut mengakibatkan ketidaknyamanan bagi pejalan kaki; seperti kesulitan saat menyebrang. Hal itu terjadi karena tidak adanya lampu pengatur lalu lintas kendaraan yang terletak di jalan lurus 2 arah dan mengatur laju kendaraan ketika akan ada pejalan kaki yang menyebrang jalan. Masalah tersebut dapat diatasi dengan pengaturan sistem lampu lalu lintas (pada jalan lurus 2 arah) untuk kendaraan dan pejalan kaki. Lampu Lalu Lintas dibutuhkan untuk membantu mengatur kepadatan yang terjadi pada setiap ruas jalan di Indonesia. Masyarakat (pejalan kaki terutama) yang ingin menyebrang juga dapat terbantu dengan adanya lampu lalu lintas, karena mereka dapat menyebrang jalan dengan nyaman dan aman. Dalam UU No. 22/2009 tentang Lampu Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, Lampu Lalu Lintas disebut sebagai alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL). APILL adalah lampu yang mengendalikan arus lalu lintas yang terpasang di persimpangan jalan, tempat penyebrangan pejalan kaki (*zebra cross*), dan tempat arus lalu lintas lainnya (Anonim, 2013).

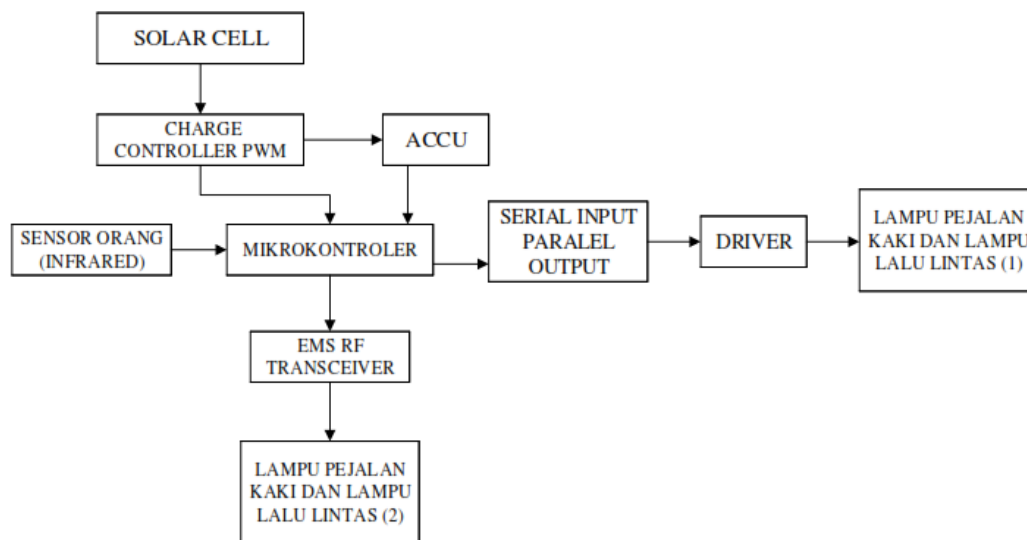
Zaman sekarang perkembangan teknologi semakin banyak, antara lain sistem mandiri (*Solar Cell*). *Solar Cell* merupakan sistem pembangkit listrik mandiri yang memanfaatkan tenaga surya sebagai sumber utama. Sel Surya (*solar Cell*) adalah alat untuk mengkonversi atau mengubah energi surya menjadi energi listrik. Sistem Panel Surya membutuhkan MPPT (*Max Power Point Tracker*) untuk memaksimalkan energi surya yang akan dipergunakan untuk pembangkit energi listrik (Mujahidin & Firman, 2013). *Solar Cell* banyak diaplikasikan pada penggunaan lampu – lampu untuk penerangan di beberapa ruas jalan tol. Perkembangan *solar cell* lainnya yaitu penggunaan pada beberapa lampu lalu lintas di persimpangan jalan (lampu lalu lintas atau APILL). Sistem mandiri ini juga memiliki keterbatasan yaitu intensitas sinar matahari yang tidak tetap. Maka itu *Solar Cell* dapat dibantu oleh *Accumulator (accu)* supaya energi listrik yang dihasilkan pada pagi dan siang hari juga dapat tersimpan selain dipergunakan untuk kebutuhan penerangan.

Penulis menemukan beberapa jurnal tentang penelitian lampu lalu lintas, dan sistem pengaturannya. Salah satu yang menarik penulis adalah jurnal tugas akhir yang berjudul Rancang Bangun Prototipe Pengatur Lampu Lalu Lintas Memanfaatkan Sensor Tekan (Bram, 2011). Pada jurnal tugas akhir tersebut Prototipe Lampu Lalu Lintas dirancang dengan sensor tekan sebagai pengendali waktu (lama nyala lampu lalu lintas) secara otomatis sesuai dengan jumlah kepadatan yang terjadi. Dari referensi tersebut penulis memiliki ide untuk mengembangkan

dengan judul “Sistem Pengatur Lampu Pejalan Kaki *Portable* dengan Sumber Energi Mandiri“. Sistem pengaturan pejalan kaki ini menggunakan sumber energi mandiri atau *Solar Cell* dan dibantu dengan *Solar Charger* tipe PWM, serta sensor infrared sebagai pendeteksi kehadiran orang saat ingin menyebrang jalan (jalan lurus 2 arah). Lampu penyebrangan untuk pejalan kaki mendapatkan sumber listrik dari *solar cell* langsung (dibantu *solar charger* tipe PWM), dan dari *accu*. Lampu penyebrangan untuk pejalan kaki diatur dengan sensor *infrared* yang mendeteksi kehadiran orang, kemudian *output* dari sensor *infrared* tersebut akan masuk ke dalam mikro dan mengatur waktu nyala lampu penyebrangan untuk pejalan kaki.

2. METODOLOGI

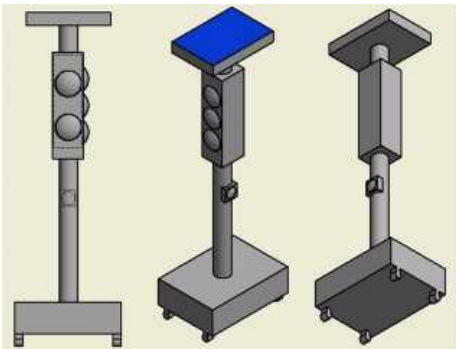
Sistem pengatur lampu pejalan kaki *portable* ini dirancang dengan sensor *infrared* untuk mendeteksi kehadiran pejalan kaki saat akan menyebrang jalan lurus 2 arah. Sel surya juga dilengkapi pada sistem pengatur lampu pejalan kaki ini sebagai sumber energi listrik yang utama. Sel surya akan memberikan energi listrik selama intensitas sinar matahari mencukupi (pagi dan siang hari), dan saat intensitas sinar matahari tidak mencukupi (sore dan malam hari) sumber energi listrik akan di *backup* oleh *accumulator*. Energi listrik yang dihasilkan oleh *solar cell* akan disalurkan melalui perangkat *solar charge controller* menuju ke beban (*accu* dan mikrokontroler). Pada pagi dan siang hari saat intensitas sinar matahari mencukupi, sel surya selain mengisi daya listrik untuk sistem pengatur, juga mengisi energi cadangan pada *accumulator*. Perancangan sistem pengatur lampu pejalan kaki ini ditunjukkan pada Gambar 2.



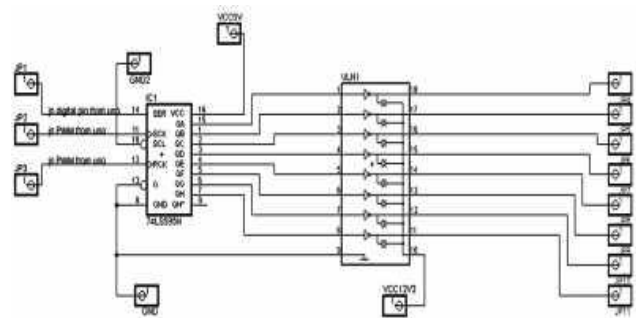
Gambar 2. Perancangan Sistem Lampu Pejalan Kaki *Portable*

Perancangan *hardware* atau perangkat keras ditunjukkan oleh Gambar 3 di bawah ini. Perangkat keras terdiri dari box sistem pengatur, tiang, dan box lampu sekaligus dengan tempat untuk panel surya (*solar cell*). Dalam box sistem pengatur terdapat beberapa rangkaian elektronik, yaitu rangkaian mikrokontroler (*compatible* arduino uno) yang ditunjukkan oleh gambar 8, modul komunikasi EMS RF Transceiver, rangkaian *push button*, rangkaian *buzzer*, rangkaian *driver* lampu LED dan *shift register*, dan modul sensor *infrared* RX dan TX. Sedangkan pada box lampu terdapat rangkaian LED yang membentuk rangkaian lampu untuk setiap 1 warna yang ditunjukkan pada gambar 7. Pada gambar 4 dibawah ini ditunjukkan rangkaian *driver* dan *shift register*, rangkaian *shift register* berfungsi untuk memberikan input pada *driver* LED, sesuai dengan namanya maka *shift register* berguna untuk menggeser setiap bit untuk pengaktifan nyala lampu LED. Pada gambar 5 terdapat rangkaian *push button* yang digunakan sebagai tombol pengaktifan lampu ketika sensor tidak dapat mendeteksi kehadiran pejalan kaki. Gambar 6 menunjukkan rangkaian *buzzer* yang berfungsi sebagai inidikator ketika pejalan kaki menyebrang jalan. Perancangan lampu pejalan kaki berada pada 2 sisi jalan lurus (bukan persimpangan), maka modul komunikasi digunakan untuk oengiriman data pengaktifan nyala lampu dari sistem 1

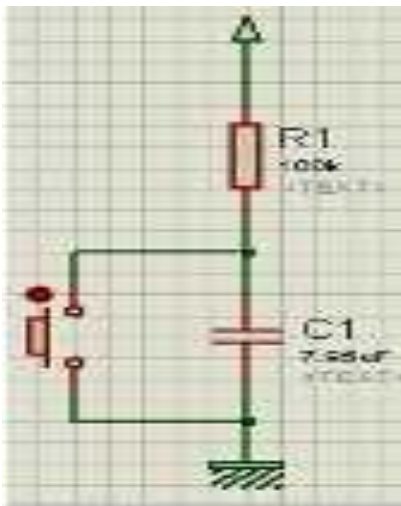
menuju sistem 2 yang berada pada sisi satunya. Proses pengiriman paket data terjadi antara *master* dan *slave*. Pada tabel 1 dan tabel 2 akan ditunjukkan format paket data yang akan dikirimkan oleh *master* menuju *slave* dan sebaliknya.



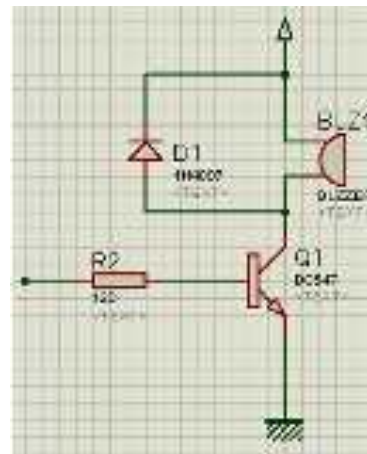
Gambar 3. Perangkat Keras Sistem Pengatur Lampu Pejalan Kaki Portable.



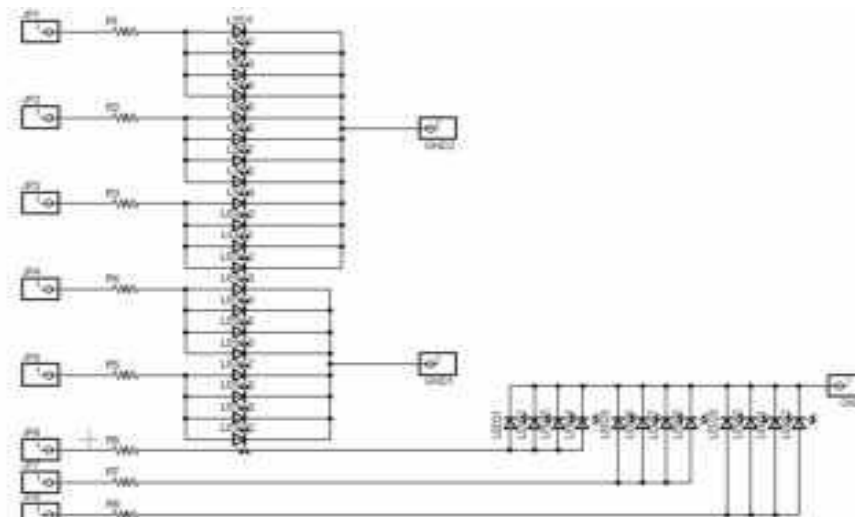
Gambar 4. Rangkaian Driver dan Shift Register.



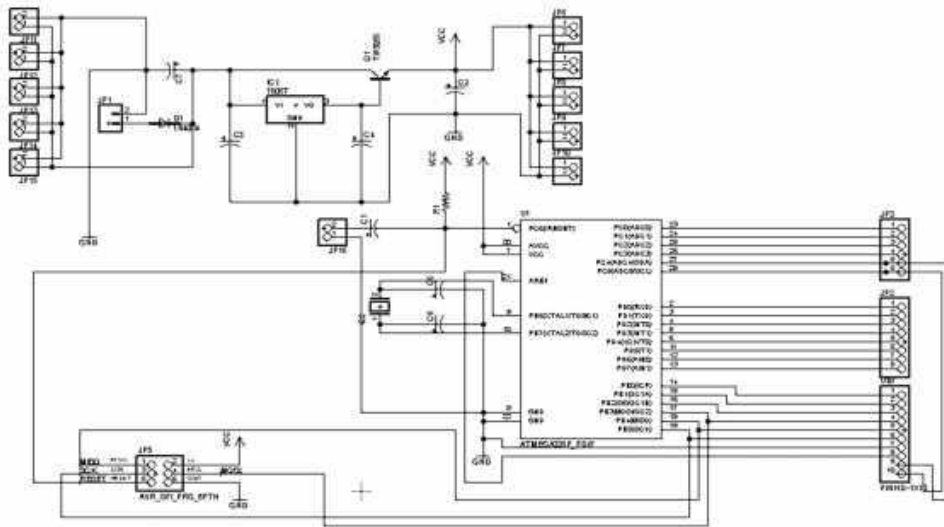
Gambar 5. Rangkaian Push Button



Gambar 6. Rangkaian Buzzer



Gambar 7. Rangkaian Lampu LED



Gambar 8. Rangkaian Mikrokontroler *Compatible Arduino Uno*).

Tabel 1.a. Format Paket Data (*Master to Slave*)

	Lampu pejalan kaki	Lampu lalu lintas
Jumlah	1	1

Tabel 1.b. Simbol Karakter Data

	Merah Lampu Pejalan Kaki	Merah Lampu Lalu Lintas	Kuning Lampu Lalu Lintas	Hijau Lampu Lalu Lintas	Hijau Lampu Pejalan Kaki
Simbol karakter	A	B	C	D	E

Tabel 2.a. Format Paket Data (*Slave to Master*)

	Pengaktifan sensor orang / Tombol / Penghitungan jumlah pejalan kaki
Jumlah karakter	1

Tabel 2.b. Simbol Karakter Data

	Sensor orang aktif	Tombol aktif	Jumlah orang = 5
Simbol	Y	T	F

Proses pengambilan data terdiri atas data pengujian sensor *infrared*, data pengujian penyuplaian dari *solar cell* tanpa beban, data pengujian *solar cell* dengan beban *accu* dan sistem keseluruhan. Pengujian dan percobaan data sensor *infrared* diambil saat sensor sudah dapat membaca atau mendeteksi kehadiran pejalan kaki. Data pengujian *supply* diambil menggunakan bantuan *data logger* selama 1 hari penuh. Pengujian saat tanpa beban dan dengan beban *accu* saja, serta beban *accu* dan seluruh sistem pengatur.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Implementasi Sistem

Hasil perancangan lampu pejalan kaki *portable* ditunjukkan pada Gambar 9. Terdapat beberapa bagian yaitu bagian penyangga bawah yang akan ditempatkan oleh box sistem pengatur dan box sensor, lalu tiang penyangga lampu, box rangkaian lampu LED beserta dengan tempat untuk *solar cell* atau panel surya, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 10.



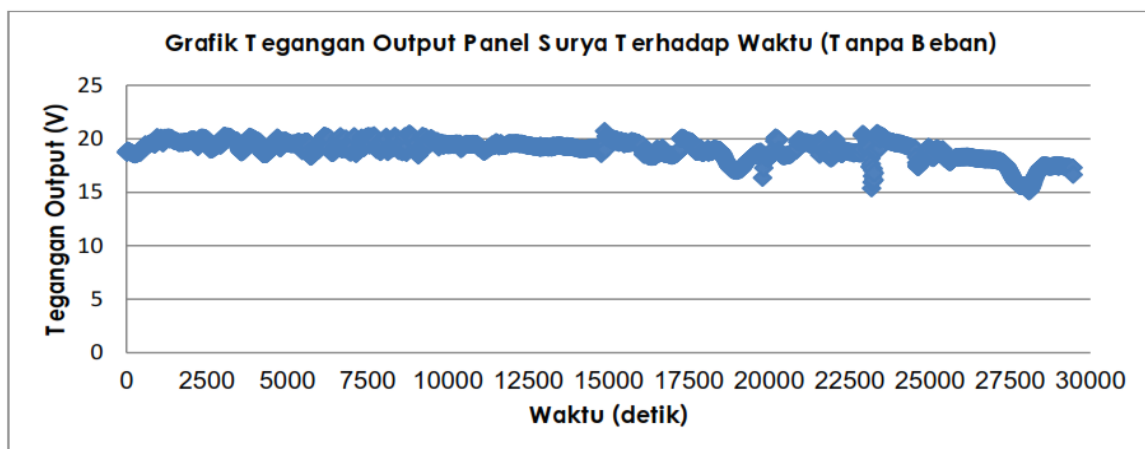
Gambar 9. Perangkat Keras Sistem Secara Keseluruhan.



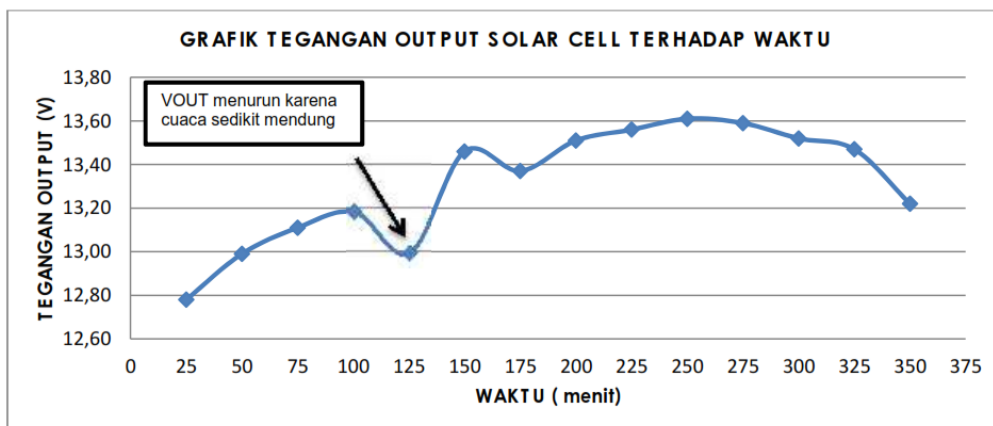
Gambar 10. (a). Bagian Box Lampu Pejalan Kaki dan APILL (LED); (b) Bagian Tiang Penyangga, c. Bagian Penyangga Bawah (Tempat untuk Box Sistem Pengatur)

3.2. Uji Coba

Pengujian pertama adalah menguji *supply* (tegangan keluaran) dari *solar cell* tanpa adanya beban. Pada gambar 11 ditunjukkan grafik tegangan *output* yang dihasilkan panel surya terhadap waktu. Pengambilan data diambil menggunakan bantuan *data logger*, dimana data tegangan keluaran yang dihasilkan oleh panel surya diambil setiap 12 detik sekali. Pengujian dilakukan pada pukul 08.31 WIB sampai dengan pukul 16.43 WIB. Pengujian kedua adalah menguji *supply* (tegangan keluaran) dari *solar cell* dengan beban *accu*. Pada gambar 12 ditunjukkan grafik tegangan *output solar cell* terhadap waktu. Pengambilan data diambil menggunakan bantuan *data logger*, namun waktu yang ditampilkan dipersempit menjadi 25 menit sekali dari data yang ada. Selain dilakukan pengujian *supply* dengan *solar cell* dengan dan tanpa beban, dilakukan juga uji coba terhadap pendeteksian menggunakan sensor *infrared*. Penggunaan sensor *infrared* disini adalah sebagai pendeteksi kehadiran pejalan kaki yang akan menyebrang jalan lurus 2 arah bukan perismpangan. Pada tabel 3 ditunjukkan hasil dari pengujian dan pengambilan data dari sensor *infrared*.



Gambar 11. Grafik Tegangan Keluaran *Solar Cell* Terhadap Waktu.



Gambar 12. Grafik Tegangan keluaran *Solar Cell* Terhadap Waktu (dengan Beban).

3.3. Analisis Umum

Analisis data dilakukan berdasarkan data yang diperoleh. Pada pengujian *solar cell* atau panel surya saat *open-circuit* yaitu saat panel surya tidak terhubung dengan beban, baik *accu* maupun rangkaian sistem. Pada kondisi ini tegangan *output solar cell* mencapai titik maksimalnya (*open-circuit voltage*), seperti yang ditunjukkan oleh gambar 11. Pengujian panel surya dilakukan mulai pukul 08.31 WIB sampai dengan pukul 16.43 WIB di lapangan hall selatan kampus 3, Universitas Sanata Dharma. Pengambilan data menggunakan bantuan *data logger*, sehingga proses pengambilan data terjadi setiap 12 detik sekali. Dari data tersebut dibuat grafik untuk menunjukkan bahwa terdapat perbedaan tegangan *output* yang dihasilkan oleh panel surya saat terhubung dengan beban atau tidak.

Pada Gambar 11. menunjukkan tegangan yang dihasilkan oleh panel surya stabil, menyesuaikan dengan intensitas sinar matahari yang ditangkap oleh panel surya tersebut. Pengambilan sampel data tegangan *ouput* untuk grafik di atas dimulai sekitar pukul 08.31 WIB. Tegangan *output* yang dihasilkan oleh panel surya saat pertama diuji adalah sebesar 18.77 V. Kemudian tegangan *output* semakin meningkat secara stabil sesuai dengan intensitas sinar matahari yang ditangkap oleh panel surya. Intensitas sinar matahari yang ditangkap secara maksimal akan menghasilkan tegangan *output* maksimal pada panel surya, sesuai dengan spesifikasi *solar cell*. Intensitas sinar matahari yang stabil dan tingkat kecerahan yang stabil mempengaruhi panel surya dalam menghasilkan tegangan keluaran yang maksimal dan stabil. Selain pengaruh intensitas cahaya matahari, pengambilan data yang bersifat kontinu dalam waktu per detik juga mempengaruhi data tegangan *output* yang lebih terlihat stabil.

Intensitas sinar matahari berbanding lurus dengan tegangan *output* yang dihasilkan oleh panel surya, ketika intensitas cahaya matahari yang ditangkap oleh panel surya tinggi maka tegangan *output* panel surya akan besar. Dapat dilihat pada grafik di Gambar 11 terdapat satu titik maksimal dimana cahaya matahari yang ditangkap oleh panel menghasilkan tegangan *output* yang maksimal yaitu pada titik 20.74 V pada pukul 12.39 WIB. Pada jam tersebut intensitas sinar matahari yang ditangkap oleh panel surya maksimal sehingga menghasilkan tegangan *output* yang maksimal, dengan kondisi tanpa ada beban.

Pada pengujian berikutnya, yaitu menguji *solar cell* saat menyuplai energi untuk satu sistem keseluruhan. Panel surya atau *solar cell* memiliki spesifikasi tegangan output yang berbeda saat terdapat beban dan tidak. Beban yang dihubungkan dengan panel surya saat pengujian ini adalah *accu* atau *accumulator* dengan spesifikasi tegangan sebesar 12 V dan kapasitas arus sebesar 7.2 AH (*Ampere Hour*). Panel surya mengisi *accu* saat kapasitas tegangan sudah tidak penuh. Pengujian *solar cell* ini dilakukan sekitar pukul 10.00 WIB sampai dengan pukul 16.00 WIB di lapangan hall selatan kampus 3, Universitas Sanata Dharma. Pengambilan data diambil menggunakan bantuan *data logger*, sehingga pengambilan data berlangsung setiap 12 detik sekali. Dari banyak data tersebut diambil beberapa sampel setiap kenaikan 25 menit untuk dimasukkan ke dalam grafik di atas. Pada gambar 12 ditunjukkan grafik tegangan *output* panel surya terhadap waktu, ketika proses pengisian *accu*.

Intensitas sinar matahari yang ditangkap oleh panel surya berbanding lurus dengan

tegangan yang dihasilkan. Namun tegangan keluaran maksimal yang dihasilkan panel saat sudah terbebani berbeda dengan saat panel surya tidak terbebani. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada grafik di atas, yaitu pada gambar 11 dan gambar 12. Tegangan maksimal yang dihasilkan tidak mencapai 20 V, namun hanya sampai 13 – 14 V. Terlihat pada gambar 12 tegangan *output* panel surya paling maksimal sebesar 13.61 V pada menit ke 250, yaitu sekitar pukul 10.44 WIB. Pada pukul 10.44 WIB sinar matahari sedang berada pada titik maksimal sehingga panel surya dapat merubah intensitas sinar matahari tersebut menjadi tegangan *output* yang maksimal untuk mengisi *accu* yang setengah kosong. Pengisian tersebut berlangsung selama sekitar 6 jam, yaitu pukul 10.19 WIB sampai dengan pukul 16.06 WIB, dengan arus yang stabil yaitu sebesar 0.1 A sampai 0.5 A.

Sedangkan untuk pengujian sensor *infrared* sebagai sensor pendeteksi kehadiran orang dilakukan dengan mengukur tegangan *output* pada bagian *receiver* bernilai *high* atau *low*. Bagian *transmitter infrared* akan terus menyinari sinar *infrared* menuju bagian *receiver infrared* dengan tegangan *supply* sebesar 5 V. Kemudian pada bagian *receiver* akan menghasilkan tegangan *high* (mengindikasikan 5V / tegangan *supply*) dan tegangan *low* (mengindikasikan 0V). Pada bagian *receiver infrared* terdapat 2 port *vout*, yaitu *port out* dan *port not out*. Pada *port out* tegangan *receiver* akan bernilai *high* ketika tidak menangkap sinar *infrared* dan bernilai *low* ketika menangkap sinar *infrared*. Sedangkan *port not out* bernilai kebalikan daripada *port out*, seperti pada logika *digital*. Di bawah ini adalah tabel 4.x. yang merupakan hasil dari pengujian dan pengambilan data sensor *infrared* sebagai pendeteksi kehadiran orang atau pejalan kaki. Jarak yang penuh diuji adalah 1 cm sampai dengan 100 cm dengan *port out* sebagai keluaran atau *output*.

Pada pengujian sensor *infrared* yang dilakukan pada jarak – jarak tertentu didapatkan data yang mengindikasikan terdeteksi atau tidaknya kehadiran orang atau pejalan kaki. Bagian *transmitter infrared* akan terus memberikan sinar *infrared* kepada bagian *receiver infrared*, yang kemudian bagian *receiver* akan menerima sinar *infrared* yang berbentuk sinyal analog dan merubahnya menjadi sinyal digital *high* atau *low*. Pengujian sensor dilakukan di dalam ruangan tanpa adanya halangan media apapun, dan dengan posisi *transmitter* dan *receiver* yang saling berhadapan lurus. Media yang menghalangi akan mempengaruhi sensor dalam mendeteksi kehadiran pejalan kaki, selain itu posisi sudut dalam penyinaran sinar *infrared* menuju bagian *receiver* juga mempengaruhi daya tangkap *receiver*.

4. KESIMPULAN

1. Tegangan *output* Panel Surya atau *solar cell* memiliki perbedaan saat terbebani dan tidak terbebani.
2. Tegangan *output* panel surya berbanding lurus dengan intensitas sinar matahari yang ditangkap oleh panel.
3. Panel surya mampu untuk menyuplai sistem pengatur sekaligus dengan pengisian *accu* (selama sekitar 6 jam).
4. Rangkaian shift register dapat bekerja dengan baik, namun tegangan keluaran yang dihasilkan sedikit lebih kecil daripada datasheet.
5. Rangkaian driver sudah dapat menyuplai rangkaian LED dengan tegangan keluaran yang sesuai dengan datasheet.
6. Rangkaian LED aktif dengan tegangan *com driver* sebesar 12 V dan arus sebesar 0.05 A.
7. *Accu* dengan kapasitas 12 V dan 7.2 AH dapat menyuplai keseluruhan sistem selama kurang lebih 4 hari (111 jam).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, undang – undang No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, diakses tanggal 2 Januari 2013. <http://www.hubdat.dephub.go.id>
- Bram, J.A., 2011, *Rancang Bangun Prototipe Pengatur Lampu Lalu Lintas Memanfaatkan Sensor Tekan, Skripsi*, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Daryanto., Drs, 2006, *Pengetahuan Praktis Teknik Radio*, PT Bumi Aksara, Jakarta.
- Heri.,S.T.M.T, J, *Pengujian Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Solar Cell Kapasitas 50 WP*.
- Kadir,A ,2013, *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya*

- Menggunakan Arduino, ANDI Yogyakarta.*
- Mujahidin.,S.T.M.T., M dan Firman A.D.K ., 2013, *Implementasi Panel Surya Pada Lampu Lalu Lintas yang Diterapkan di Simpang Malka Batam.*
- Nughraha, Ph.D.,T dan Didik S, Dipl.-Ing, *Seri Sains Energi Terbarukan ENERGI SURYA.*
- Nusyirwan,ST.,M.Sc., D, Muh.M,ST.,MT dan Agustinus.S., *Implementasi Panel Surya yang Diterapkan pada DaerahTterpencil di Rumah Tinggal di Desa Sibuntuon, Kecamatan Habinsaran.*
- Raharjo,P, 2013., *Perancangan Sistem Hibrid Solar Cell – Baterai – PLN menggunakan PLC,Skripsi, Universitas Jember, Jember.*
- Sadewo,A.B, 2014, *Remote Unit denganRFM12-433S untuk Sistem Telemetry Kualitas Air Kolam Ikan, Skripsi, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.*
- Sidopekso,S dan I Made.A, 2011, *Studi rancang bangun Solar charge controller dengan indikator arus, tegangan dan suhu berbasis mikrokontroler ATMEGA 8538., vol XI no 1.*
- , 2006, *RF12 Universal ISM Band FSK Transceiver, HOPE RF MICROELECTRONICS.*