

RANCANG BANGUN PENGISI ACCUMULATOR (BATERAI) UNTUK SISTEM MINIATUR RUANGAN PEMANAS OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO DENGAN MEMANFAATKAN SUMBER SOLAR PANEL

Fajar Hidayat Sanusi

*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri Universitas Gunadarma
Jl. Margonda Raya No. 100, Depok 16424, Jawa Barat
fajar.hidayat@student.gunadarma.ac.id,*

Abstrak

Kebutuhan energi yang terus meningkat dengan sumber energi fosil yang digunakan terus menipis mengakibatkan dibutuhkannya energi alternatif. Pada penelitian ini dibuat pengisi accumulator (baterai) untuk sistem miniatur ruangan pemanas otomatis berbasis Arduino Uno dengan memanfaatkan sumber solar panel yang memiliki kapasitas daya dan tegangan 100W-18V. Tegangan output dari solar panel akan distabilkan terlebih dahulu oleh menjadi 13V yang selanjutnya masuk ke relay yang sudah terhubung dengan Arduino Uno sebagai pemroses data yang diterima dari sensor MAX471. Arduino Uno akan memberikan perintah kepada relay untuk mengisi baterai apabila tegangan baterai $\leq 11.66V$ dan auto cut off apabila keadaan baterai sudah mencapai 100% dengan tegangan $\geq 13V$. Tegangan output dari baterai akan diturunkan oleh buck converter LM2596 menjadi 5V yang selanjutnya masuk ke Arduino Uno sebagai sumber daya untuk mengaktifkan Arduino. Nilai tegangan, arus dan indikator persentase pada baterai yang masuk ke Arduino Uno akan ditampilkan di LCD. Solar panel ini memiliki efisiensi sebesar 12.6% dengan keadaan puncak pada pukul 11.00 WIB menghasilkan tegangan 18.69V, arus 0.72A dan daya sebesar 13.45W. Pengisi baterai ini hanya dapat mem-back up beban pemanas 75W selama ± 40 menit karena adanya loss pada baterai sehingga baterai tidak dapat bekerja secara optimal sesuai spesifikasi.

Kata kunci: *Arduino Uno, auto cut off, relay, ruangan pemanas, solar panel*

Abstract

Energy demand continues to increase while fossil energy sources used continue to run low, so we need an alternative energy. In this research was made an accumulator charger for an Arduino Uno based automatic heating miniature system by utilizing a solar panel source with a power capacity and voltage of 100W-18V. The output voltage from the solar panel will be stabilized first by a voltage stabilizer series to 13V, then the output will be enter to the relay that is connected to Arduino Uno as a data processor received from the MAX471 sensor. Arduino Uno will give a command to the relay to charge the battery or charge when the battery voltage is $\leq 11.66V$ and it will auto cut off if the battery has reached 100% with a voltage of $\geq 13V$. The output voltage of the battery will be lowered by the LM2596 buck converter to 5V and after that it will enter the Arduino Uno as a power source to activate the Arduino. The LCD will display the battery voltage, current rating and battery percentage indicator. This solar panel has an efficiency of 12.6% and the peak state at 11.00 WIB with a voltage of 18.69V, a current of 0.72A and a power of 13.45W. The battery when backing up the load only lasts within 40 minutes that is caused due to losses on the battery, so the battery can not work optimally according to specifications.

Keywords: *Arduino Uno, auto cut off, relay, room heater, solar panel*

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok bagi kehidupan manusia hampir di seluruh aspek kehidupan. Penggunaan energi listrik sudah berada pada titik ketergantungan yang tidak dapat dipisahkan bagi manusia. Penggunaan energi listrik termasuk dalam proses pengisian baterai yang digunakan dalam miniatur ruangan pemanas. Pengisian baterai pada saat ini mayoritas masih menggunakan energi konvensional berupa energi listrik yang disediakan oleh pemerintah dalam hal ini Perusahaan Listrik Negara (PLN). PLN saat ini masih menggunakan energi yang bersumber dari bahan bakar fosil yang jumlahnya makin terbatas dikarenakan energi fosil itu sendiri tidak dapat diperbaharui. Hal ini mendorong ditemukannya energi alternatif untuk memenuhi kebutuhan.

Energi dari cahaya matahari yang tak terbatas merupakan salah satu solusi akan ketersediaan energi dari bahan bakar fosil yang semakin terbatas jumlahnya [1]. Energi dari cahaya matahari merupakan salah satu energi alternatif untuk mencukupi kebutuhan energi listrik. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) bisa digunakan untuk proses pengisian baterai atau dalam bahasa Inggris disebut accumulator.

Pada proses pengisian accumulator (baterai) sering terjadi masalah baik itu dalam proses pemakaian yang berlebih atau *over-discharging* maupun dalam proses pengisian baterai yang terlalu lama sehingga baterai

dalam kondisi kelebihan muatan atau sering disebut *overcharging*. Rancang bangun pengisi accumulator secara *portable* telah dibuat dengan memanfaatkan sel surya atau energi matahari dan ditujukan untuk mengisi muatan baterai accumulator berkapasitas medium. Pada penelitian tersebut tidak memakai mikrokontroler sehingga tidak dinamis dalam konfigurasi dan tidak memakai *display* untuk mengetahui tegangan pada baterai. Selain itu, alat pengisi baterai belum menggunakan *converter* sehingga pengisian baterai kurang efisien dan lebih lama [2]. Penelitian yang dilakukan oleh Prianto, Yatmono dan Asmara tidak memakai proses *charging* pada solar panel dan *inverter* untuk meningkatkan pengisian baterai [3]. Penelitian lain membuat alat pengisi baterai *portable* menggunakan sel surya untuk aki dan baterai *handphone*. Pada penelitian tersebut, LCD dan mikrokontroler menggunakan *supply* energi cukup besar pada aki sehingga mengalami penurunan tegangan lumayan cepat yang dapat mempengaruhi pengisian pada baterai *handphone* [4].

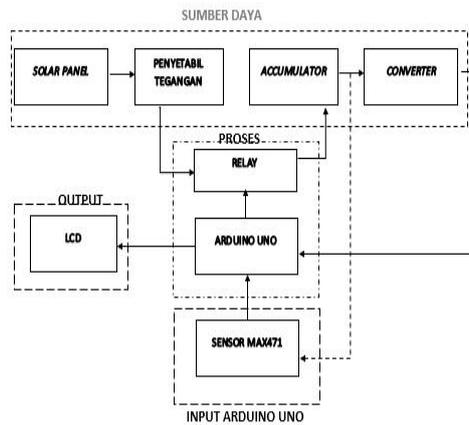
Berdasarkan permasalahan tersebut maka pada penelitian ini dibuat alat untuk pengisi accumulator (baterai) pada sistem miniatur ruangan pemanas otomatis yang memanfaatkan energi dari cahaya matahari. Sensor yang digunakan untuk mengukur tegangan baterai dan mengatur arus yang masuk ke baterai adalah sensor MAX471. Sistem kendali alat pengisi baterai otomatis ini menggunakan mikrokontroler jenis

Arduino Uno [4]. Arduino Uno sebagai pusat pengolahan data yang hasilnya akan ditampilkan pada LCD 16×2.

METODE PENELITIAN

Pada Gambar 1 merupakan diagram

blok mengenai cara kerja dari sistem pengisian baterai secara otomatis berbasis Arduino Uno yang memanfaatkan sumber solar panel. Terdapat empat blok dan cara kerja mengenai sistem pengisian baterai otomatis ini yaitu, blok sumber daya, blok *input* Arduino Uno, blok proses dan blok *output*.



Gambar 1. Diagram Blok Pengisi Accumulator (Baterai)

Blok sumber daya yang terdapat pada pengisi *accumulator* (baterai) otomatis ini terdiri dari solar panel, penyetabil tegangan, *accumulator*, dan *converter*. Setiap komponen memiliki cara kerja masing-masing. Solar panel yang terdapat pada perancangan alat ini berfungsi sebagai sumber tegangan, dimana sumber tegangan tersebut berasal dari energi panas matahari yang di konversikan menjadi energi listrik. Solar berfungsi untuk melewati efek fotolistrik dimana bahan-bahan tertentu menciptakan aliran listrik saat matahari bersinar di atasnya. Solar panel sendiri terdiri dari kristal silikon yang setiap setengah didoping menjadi dopan yang berbeda untuk menghasilkan sebuah semikonduktor.

Penyetabil tegangan yang terdapat pada perancangan alat ini berfungsi untuk menyetabilkan tegangan dari *output* solar panel agar tetap stabil pada tegangan 13V DC. Sumber tegangan yang terdapat pada solar panel sendiri berasal dari panas matahari yang tidak menentu, sehingga mengakibatkan *output* dari solar panel tidak stabil, Oleh karena itu dibutuhkan penyetabil tegangan untuk menyetabilkan tegangan agar tegangan *output* pada solar panel tetap stabil.

Accumulator (baterai) yang terdapat pada perancangan alat ini berfungsi sebagai menyimpan energi listrik yang berasal dari solar panel. Selain itu, *accumulator* berfungsi sebagai *input* tegangan atau sumber tegangan

pada saat kondisi *accumulator* atau baterai sudah mencapai tegangan maksimal dari hasil *charging* atau dalam kondisi baterai terisi penuh. Pada perancangan miniatur keseluruhan pemanas ruangan menggunakan *infrared heater* dengan solar panel ini menggunakan dua buah *input* yaitu solar panel dan *accumulator*. *Input* solar panel sendiri digunakan apabila kondisi *accumulator* atau baterai dalam keadaan *charging*, sedangkan *input* dari *accumulator* digunakan pada saat kondisi *accumulator* atau baterai dalam keadaan telah mencapai tegangan maksimal. Dalam hal ini baterai yang digunakan adalah baterai dengan kapasitas 12V-5A, dengan kondisi 100% pada baterai yaitu pada tegangan 13V.

Converter yang digunakan pada perancangan alat ini adalah *buck converter* jenis LM2596 3A *adjustable* DC-DC *stepdown* atau penurun tegangan. *Converter* jenis ini difungsikan untuk menurunkan tegangan DC maksimal hingga 3A dengan *range* DC 3.2V-46V dengan selisih minimum *input-output*

1.5V. *Buck converter* berfungsi sebagai penurun tegangan DC-DC pada *output* dari *accumulator*. Tegangan yang dibutuhkan pada *input* Arduino Uno yaitu sebesar 5V DC sedangkan *output accumulator* sendiri sebesar 12V DC, sehingga dibutuhkan *buck converter* untuk menurunkan tegangan agar tegangan *input* pada Arduino menjadi 5V DC.

Pada blok *input* Arduino Uno ini terdapat sensor tegangan yang digunakan pada alat ini adalah jenis sensor tegangan dan arus MAX471. Sensor tersebut mampu membaca tegangan sebesar 3-25V DC untuk Arduino Uno yang memiliki nilai *input* sebesar 5V DC, serta mampu membaca arus sebesar 0-3A DC. Sensor tegangan dan arus ini berfungsi membaca nilai tegangan dan arus yang terdapat pada *output accumulator* dan kemudian mengirimkan data nilai tegangan dan arus ke Arduino Uno sebagai nilai *input* untuk diproses. Tabel 1 merupakan konfigurasi pin-pin sensor MAX471 pada Arduino Uno.

Tabel 1. Konfigurasi Pin-Pin Sensor MAX471 pada Arduino Uno

Pin Arduino Uno	Keterangan
A0	Terhubung ke VT sensor MAX471
A1	Terhubung ke AT sensor MAX471
GND	GND sensor MAX471

Pada blok proses sistem pengisi baterai otomatis yang berbasis Arduino Uno dengan memanfaatkan sumber dari solar panel ini hanya menggunakan Arduino Uno dan *relay* sebagai blok proses. Semua informasi atau

data-data diproses di Arduino Uno. Dalam hal ini Arduino Uno memproses data-data dari sensor MAX471 sebagai pembaca tegangan dan arus. Tegangan diatur pada $\leq 11.66V$ untuk melakukan proses *charging* dan ≥ 13

volt untuk tegangan maksimal. Setelah informasi diterima Arduino Uno maka selanjutnya diproses dan akan dikirim ke *relay* untuk dieksekusi, apakah melakukan charging apabila $\leq 11.66V$ atau memutuskan tegangan pengisian baterai apabila tegangan sudah mencapai $\geq 13V$.

Pada blok *output* terdapat LCD dengan

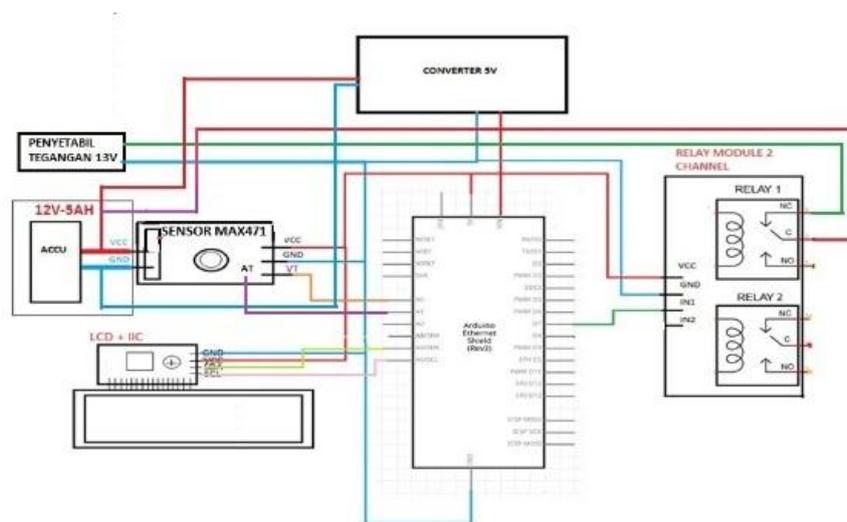
penambahan I2C yang berfungsi untuk menampilkan nilai tegangan dari *accumulator*, arus dari *accumulator*, dan suhu dari miniatur ruangan pemanas. Pada penelitian ini ditambahkan tampilan persentase dan kategori *very low*, *low* dan *full* untuk mempermudah pembacaan kapasitas *accumulator*. Tabel 2 merupakan konfigurasi pin I2C ke Arduino Uno.

Tabel 2. Konfigurasi Pin I2C pada Arduino UNO

1602 Ic Module	Arduino Uno
VCC	5V
GND	GND
SDA	A4
SCL	A5

Setelah merancang alat melalui blok diagram, skema rangkaian dari alat dapat dibuat. Skema keseluruhan rangkaian dapat dilihat pada Gambar 2. Pada Gambar 2, diketahui bahwa rangkaian ini terdiri dari

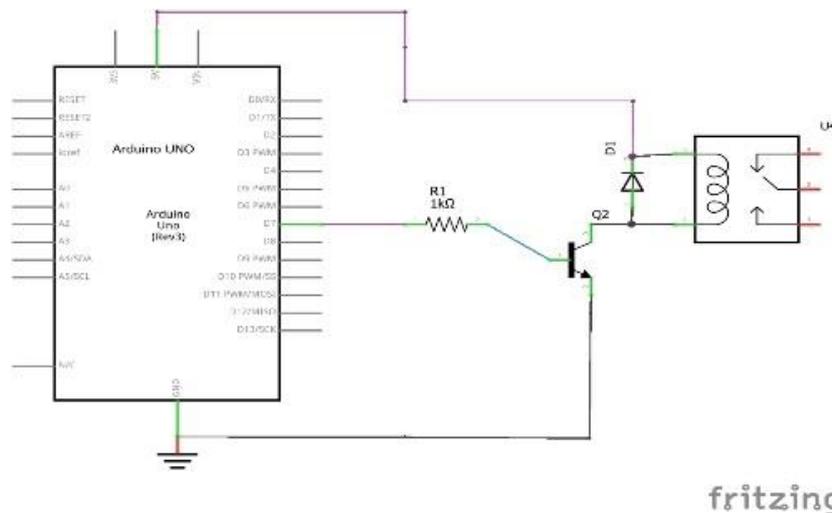
sebuah mikrokontroler Arduino Uno Rev.3, tegangan yang distabilkan menjadi 13V, modul *relay 2 channel*, *accumulator* (baterai), sensor MAX471, *buck converter*, LCD dengan ditambahkan I2C.



Gambar 2. Skema Rangkaian Keseluruhan

Gambar 3 merupakan skema rangkain modul *relay 2 channel*. *Relay* berfungsi sebagai

saklar atau *swicth* otomatis sesuai program yang telah diprogram pada Arduino Uno.

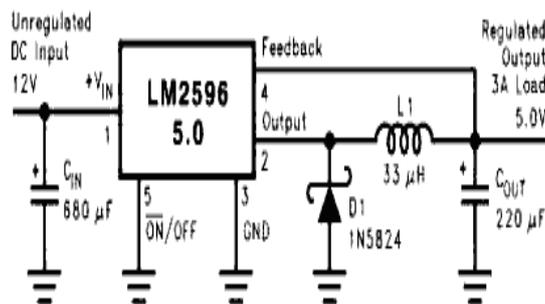


Gambar 3. Skema Rangkain Modul *Relay 2 Channel*

Pada rangkaian *relay*, terdapat beberapa komponen seperti transistor, resistor, dioda, dan kumparan. Transistor pada *relay* berfungsi sebagai saklar. Resistor pada *relay* berfungsi sebagai pembatas arus yang masuk ke dalam *base* pada transistor. Dioda pada *relay* berfungsi sebagai pelindung transistor jika terjadi arus *feedback* pada saat *relay*

dimatikan. Kumparan pada *relay* berfungsi sebagai penggerak *armature* untuk menyambungkan rangkaian yang akan diaktifkan.

Gambar 4 merupakan skema rangkaian dari *buck converter* LM2596. *Buck converter* berfungsi untuk menurunkan nilai tegangan dari keluaran baterai untuk masuk ke Arduino Uno.



Gambar 4. Rangkain *Buck Converter* LM2596

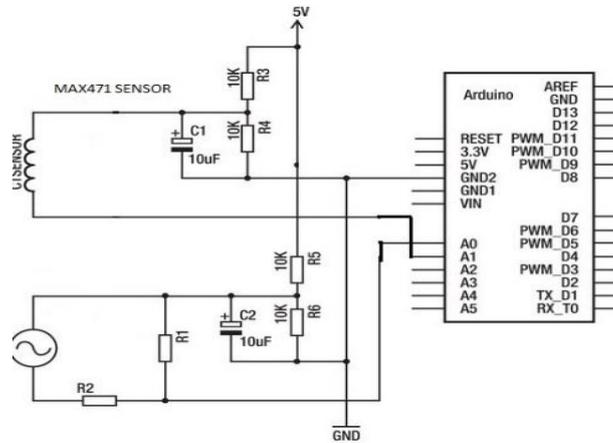
Tegangan diatur menjadi 5V sebagai tegangan masukkan untuk Arduino Uno dan arus maksimum sebesar 3A. *Buck converter* menurunkan tegangan sehingga tegangan yang masuk ke Arduino menjadi aman dan

tidak merusak Arduino, dalam alat ini tegangan yang diturunkan menjadi 5V.

Gambar 5 merupakan rangkain dari sensor tegangan dan arus MAX471. Sensor MAX471 berfungsi sebagai pembaca atau pengontrol

dari nilai tegangan dan arus yang menjadi nilai keluaran dari baterai. Nilai tegangan dan arus pada baterai akan terkontrol dan

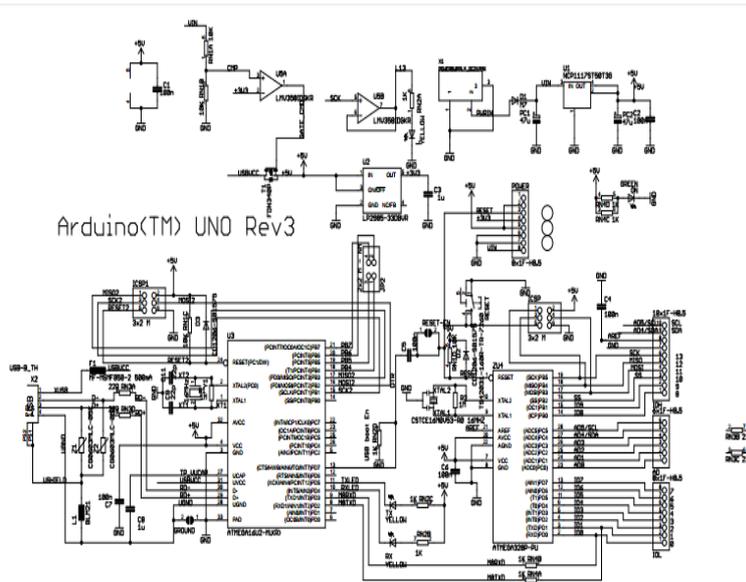
selanjutnya data yang diperoleh akan diproses di Arduino Uno untuk melakukan proses *charging* atau memutus tegangan pengisian.



Gambar 5. Skema Rangkaian Sensor MAX471

Pada rangkaian sensor MAX471 terdapat pin VT yang dihubungkan dengan pin A0 pada Arduino, pin AT yang dihubungkan dengan pin A1 pada Arduino, dan pin GND yang di-hubungkan dengan pin GND pada Arduino Uno. *Microkontroller*

Arduino Uno Rev.3 adalah sistem pengendali yang digunakan dalam perancangan alat ini. Proses pengolahan data masukan dan keluaran yang dihasilkan alat dilakukan pada Arduino seperti yang terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Rangkaian Arduino Uno Rev.3

Arduino akan mengolah data masukan dari sensor tegangan dan arus sesuai dengan program yang dibuat dan telah diunduh ke dalam memori Arduino. Hasil dari pengolahan data tersebut akan digunakan dalam pemberian perintah kepada *relay* untuk mengeksekusi, apakah akan men-*charging* atau memutuskan tegangan pengisian baterai. Selain memberi perintah kepada *relay* Arduino juga memberi perintah untuk hasil *output*, yaitu menampilkan

data-data nilai tegangan dan arus yang akan ditampilkan oleh LCD.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Realisasi rancang bangun pengisi *accumulator* (baterai) untuk sistem miniatur ruangan pemanas otomatis berbasis Arduino Uno memanfaatkan sumber solar panel seperti terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Realisasi Hasil Perancangan

Gambar 7 yaitu hasil dari rancangan sistem miniatur pemanas ruangan secara keseluruhan. Gambar 7 menyerupai miniatur rumah yang didalamnya terdapat ruangan baterai, penyetabil tegangan, *inverter*, ruangan untuk Arduino Uno beserta sensor-sensor, dan ruangan pemanas yang menggunakan *infrared ceramic heater*. Pengujian pertama yang dilakukan pada alat ini adalah melakukan pengujian pada rangkaian transmitter. Pengujian yang dilakukan adalah dengan mengamati

bentuk sinyal keluaran pada *input* dan *output* rangkaian transmitter ketika diberikan *input* audio.

Pengujian solar panel bertujuan untuk mengetahui solar panel bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai keluaran pada solar panel berupa tegangan, arus dan daya maksimum. Pengujian dimulai jam 8.00 WIB sampai dengan jam 17.00 WIB. Tabel 3 merupakan data dari hasil pengujian solar panel 18V-100W.

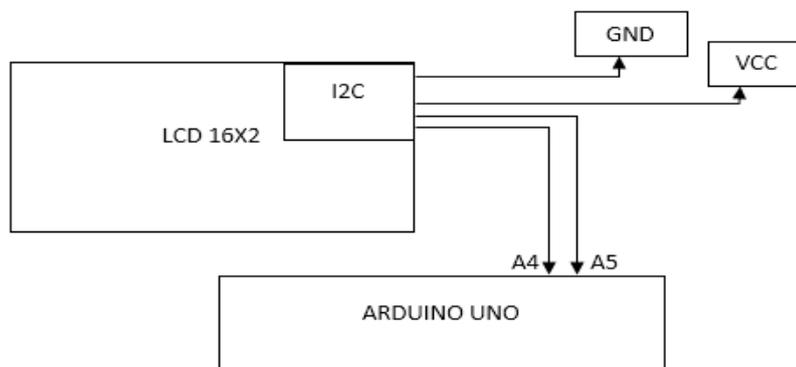
Tabel 3. Data Pengujian Solar Panel 18V-100W

Waktu (WIB)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)	Kondisi
08.00	15,3	0,7	10,71	Berawan
09.00	15,93	0,7	11,15	Berawan

10.00	16,9	0,71	11,99	Cerah
11.00	18,69	0,72	13,45	Cerah
12.00	18,4	0,71	13,06	Cerah
13.00	18,45	0,71	13,09	Cerah
14.00	18,01	0,71	12,78	Cerah
15.00	17,05	0,71	12,1	Cerah
16.00	15,3	0,7	10,71	Berawan
17.00	15,23	0,65	9,89	Berawan

Pada tabel 1 terlihat bahwa nilai tegangan tertinggi yang didapat dari solar panel adalah 18.69V, yang bertepatan pada pukul 11.00 WIB. Hal itu menandakan bahwa pada jam 11.00 WIB keadaan atau kondisi dari cahaya matahari cerah dan sangat terik atau tak terhalang oleh awan. Nilai tegangan terendah yang didapatkan dari solar panel adalah 15.23V, yang bertepatan pada pukul 17.00 WIB. Hal tersebut menandakan pada pukul 17.00 WIB kondisi dari cahaya matahari sudah mulai terhalang oleh awan, sehingga mengakibatkan nilai tegangan yang didapatkan dari solar panel menjadi nilai terendah dibanding waktu-waktu sebelumnya pada saat pengambilan data mengenai pengujian solar panel.

Rangkaian LCD adalah perangkat yang memiliki fungsi untuk menampilkan data dalam suatu sistem. Pengujian LCD ini berfungsi untuk mengetahui LCD sudah dapat menampilkan data sesuai dengan perancangan suatu sistem dengan membandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan alat ukur. Dalam hal ini LCD akan menampilkan nilai tegangan bertai, arus pada baterai, persentasi dengan kategori kapasitas baterai yang tersedia dan menampilkan suhu pada miniatur ruangan pemanas. LCD yang digunakan pada penelitian ini berukuran 16×2 dengan penambahan I2C LCD untuk mengurangi jumlah pin yang digunakan untuk menghubungkan ke Arduino Uno. Skema pengujian 16×2 I2C LCD terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Blok Diagram Pengujian 16×2 I2C LCD

Berdasarkan Gambar 8, saat pengujian LCD langsung dihubungkan ke mikrokontroler Arduino Uno. Pengujian dilakukan dengan memprogram mikrokontroler Arduino Uno untuk menampilkan data. Jika data yang

ditampilkan sudah sesuai dengan program di mikrokontroler, maka LCD sudah bekerja dengan baik. Hasil pengujian tampilan LCD dapat dilihat pada Gambar 9.

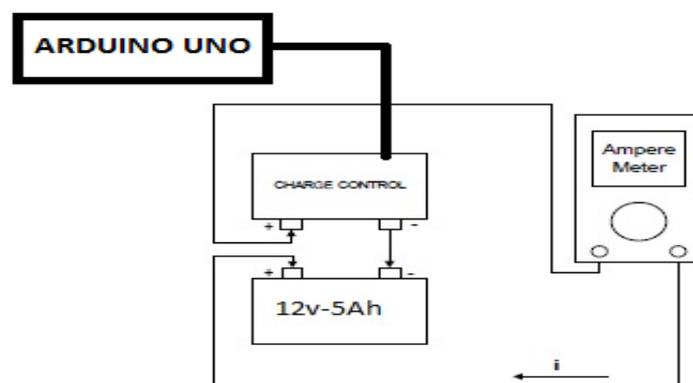


Gambar 9. Hasil Pengujian Tampilan LCD

Gambar 9 merupakan hasil dari pengujian rangkaian LCD. Layar LCD menampilkan indikator tegangan, tegangan baterai, arus, suhu. Hal tersebut sesuai dengan perintah yang dikirimkan dari Arduino Uno, artinya LCD dapat bekerja dengan baik.

Pada pengujian dan pembahasan pengisian baterai ini bertujuan untuk mengetahui berapa lama pengisian kapasitas

baterai dengan menentukan berapa besar arus dan tegangan yang diberikan dalam pengisian kapasitas baterai. Pengujian ini tegangan diberikan sebesar 13V karena biasanya diatur 110% -115% dari nominal tegangan baterai dan arus yang diberikan mengikuti besarnya arus yang bersumber dari pembangkit listrik tenaga surya. Hasil pengujian pengisian baterai terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Blok Diagram Pengujian Arus Pengisian Baterai Menggunakan Sensor dan Alat Ukur

Setelah melakukan pengujian pengisian baterai dengan menggunakan sensor MAX471 yang diproses di Arduino Uno dan menggunakan alat ukur manual yaitu dengan

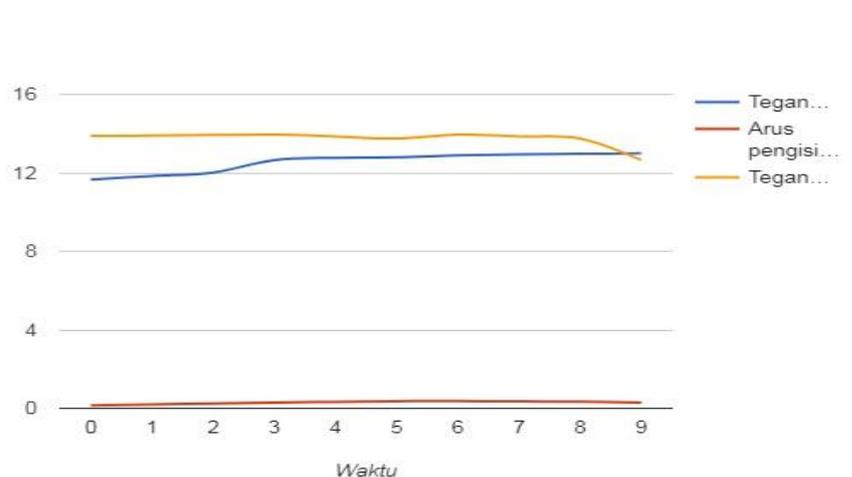
multimeter maka didapatkan hasil pengukuran. Hasil pengukuran arus pengisian dan tegangan pengisian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Pengisian Baterai

Jam ke	Tegangan Baterai (Volt)	Arus Pengisian (Ampere)	Tegangan Pengisian (Volt)	Keterangan
0	11,66	0,15	13,21	<i>Charging</i>
1	11,84	0,2	06.00	<i>Charging</i>
2	12,02	0,25	06.28	<i>Charging</i>
3	12,65	0,3	13,6	<i>Charging</i>
4	12,77	0,33	13,8	<i>Charging</i>
5	12,79	0,36	13,75	<i>Charging</i>
6	12,89	0,38	13,78	<i>Charging</i>
7	12,95	0,35	13,7	<i>Charging</i>
8	12,97	0,34	13,67	<i>Charging</i>
9	13	0,3	13,2	<i>Discharge</i>

Berdasarkan hasil pengukuran yang terdapat pada Tabel 4 maka dapat dibuat

grafik hasil pengujian pengisian baterai seperti pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik Pengisian Baterai

Berdasarkan hasil Tabel 4 dan Gambar 11, pengujian pengisian baterai 12V-5Ah dapat dilakukan selama kurang lebih 10 jam dengan kondisi arus yang tidak konstan karena mengikuti besarnya arus dari solar

panel. Jika dilihat dari *data sheet* baterai dengan kapasitas 12V-5Ah merek GS Astra dengan tipe 12N10-3B diberikan arus sebesar 0.5 Ampere selama 10 jam. Sebaiknya untuk proses *charging* diberikan arus 0.5 Ampere

sesuai dengan ketentuan pabrik sehingga menjaga umur dan kualitas baterai agar tetap awet. Bila diberikan arus yang sangat besar (*quick charge*) bisa membuat umur baterai menjadi lebih pendek.

Pada pengujian dan pembahasan lama pemakaian baterai ini bertujuan untuk mengetahui berapa lama pemakaian baterai dapat digunakan untuk mem-*back up* beban pemanas. Hasil pengujian terlihat pada Tabel 5.

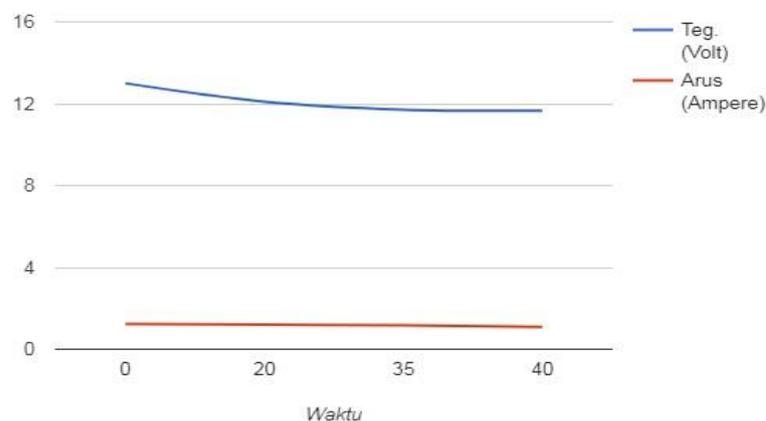
Tabel 5. Data Hasil Pengukuran Lama Pemakaian Baterai 12V- 5Ah dengan Beban 75W

Waktu (Menit)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Keterangan
0	13	1,3	<i>Discharge</i>
20	12,1	1,2	<i>Discharge</i>
35	11,71	1,17	<i>Discharge</i>
40	11,66	0,15	<i>Charging</i>

Tabel 5 merupakan tabel pengukuran lama pemakaian baterai 12V 5 Ah dengan menggunakan beban 75 watt. Apabila dilihat dari hasil pengukuran pada menit ke 0 dan tegangan awal pada baterai sebesar 13.00V dengan arus sebesar 1.23A. Setelah 20 menit tegangan pada baterai berkurang sekitar 0.9V menjadi 12.10 dengan arus 1.20A. Sampai pada menit ke 35 tegangan berkurang sebesar 0.39V menjadi 11.71V dengan arus 1.17A. Pada menit ke 40 berkurang sebesar 0.05V

menjadi 11.66V dengan arus 1.09A. Pada saat tegangan telah mencapai 11.66V maka baterai akan secara otomatis melakukan pengisian baterai sampai pada tegangan baterai menjadi 13V. Setelah baterai mencapai 13V maka pengisian baterai pun akan berhenti dan baterai akan melakukan discharge sampai baterai kembali menjadi 11.66V.

Gambar 12 merupakan grafik dari hasil pengukuran pemakaian baterai dengan beban sebesar 75 watt sesuai pada Tabel 5.



Gambar 12. Pengukuran Lama Pemakaian Baterai 12V -5Ah dengan Beban 75W

Pada Gambar 12 dapat dilihat tegangan dari baterai mengalami penurunan. Hal itu terjadi karena baterai mem-*back up* beban sebesar 75W selama kurang lebih 40 menit. Jika dilakukan pengujian dengan cara perhitungan dengan beban = 75W, aki = 12V, 5Ah, maka $I = 75/12 = 6.25$ A, dan $T_b = I(Ah)/I = 5/6.25 = 0.8$ jam. Apabila dilihat dari hasil perhitungan ketahanan baterai, secara teori baterai dapat mem-*back up* beban selama 0.8 jam atau sekitar 48 menit.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada penelitian ini telah berhasil dibuat alat pengisi *accumulator* (baterai) untuk sistem miniatur ruangan pemanas otomatis berbasis Arduino Uno dengan memanfaatkan sumber solar panel. Dengan menggunakan sensor MAX471, tegangan dan arus pada baterai dapat terbaca atau termonitor dan dapat mengirim data untuk diproses di Arduino Uno. Data yang terbaca oleh sensor MAX471 diantaranya tegangan dan arus pada saat *discharge* 13V dengan arus 1.23A, dan pada saat *charging* dengan nilai tegangan 11.66V dengan arus 1.09A.

LCD 16×2 dengan tambahan I2C dapat menampilkan muatan pada baterai, baik pada saat *charging* atau pada saat *discharge*. Modul *relay 2 channel* yang terprogram di Arduino Uno menjadi saklar otomatis atau *auto cut off* dalam proses pengisian baterai. *Auto cut off* ini sangat bermanfaat untuk proses *charging* atau pengisian baterai guna

menghindari baterai dari *over charging* sehingga menjaga kondisi baterai dan menghindari dari kerusakan. Proses *auto cut off* terjadi apabila tegangan pada baterai sudah mencapai $\geq 13V$ dan memulai *charging* kembali pada saat nilai tegangan pada baterai sudah mencapai $\leq 11.66V$.

Sistem pengisi baterai otomatis untuk sistem miniatur ruangan pemanas berbasis Arduino Uno yang bersumber dari solar panel dengan kapasitas baterai 12V-5Ah dapat mem-*back up* beban pemanas 75W selama ± 40 menit. Berdasarkan hasil perhitungan mengenai pemakaian baterai sesuai kapasitasnya, baterai seharusnya mampu mem-*back up* beban selama 0.8 jam atau 48 menit. Akan tetapi, pada uji coba baterai hanya mampu mem-*back up* beban selama 40 menit saja. Hal itu terjadi dikarenakan adanya kerugian pada sistem miniatur pemanas ruangan dengan menggunakan *infrared ceramic heater* sebagai beban, sehingga baterai tidak bekerja secara maksimal.

Dalam penelitian yang telah dilakukan ini ada beberapa evaluasi dari peneliti dalam hal pembuatan alat secara keseluruhan. Dengan beban yang lumayan besar untuk kategori pembuatan miniatur atau prototipe sebaiknya menggunakan kapasitas baterai yang lebih besar. Dengan kapasitas baterai lebih besar dapat mem-*back up* beban sehingga bisa digunakan lebih lama. Penggunaan sensor tegangan dan arus harus disertai dengan pengukuran secara manual, karena pada prosesnya terkadang terjadi perbedaan data.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sukandarrumidi, H. Z. Kotta dan D. Wintolo, *Energi terbarukan konsep dasar menuju kemandirian energi*. Yogyakarta: UGM Press, 2013.
- [2] B. Anto, E. Hamdani dan R. Abdullah, “Portable battery charger berbasis sel surya,” *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 11, no. 1, hal. 19 – 24, 2014.
- [3] E. Prianto, S. Yatmono, dan A. Asmara, “Pengembangan solar panel dan inverter sebagai alat untuk charging baterai pada sepeda listrik,” *Jurnal Edukasi Elektro*, vol. 1, no. 2, hal. 148 – 156, 2017.
- [4] S. Hidayat, “Pengisi baterai portable dengan menggunakan sel surya,” *Jurnal Energi dan Kelistrikan*, vol. 7, no. 2, hal. 137 – 143, 2015.
- [5] A. Kadir, *From zero to a pro Arduino*. Yogyakarta: Andi, 2015.