



TEKNOLOGI dan rekayasa

PENGURANGAN WAKTU PRODUKSI PRODUK MENGGUNAKAN METODE CAMPBELL DUDEK AND SMITH PADA PT INTINUSA SALAREKSA, TBK Wahyu Zeryanto Badri, Ina Siti Hasanah	1
RANCANG BANGUN PENGISI ACCUMULATOR (BATERAI) UNTUK SISTEM MINIATUR RUANGAN PEMANAS OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO DENGAN MEMANFAATKAN SUMBER SOLAR PANEL Fajar Hidayat Sanusi	12
PROTOTIPE SISTEM PARKIR KENDARAAN DENGAN RFID BERBASIS ARDUINO UNO R3 Edo Wijaya, Bayu Kumoro Yakti	26
PURWARUPA ALAT PENDEKTEKSI DETAK JANTUNG BERBASIS ATMEGA328 Ilham Muarif Ambary, Wahyu Kusuma Raharja	38
PENGEMBANGAN APLIKASI E-HERITAGE BANTEN BERBASIS MOBILE VIRTUAL REALITY (STUDI KASUS: MASJID CARINGIN BANTEN) Pratama Agung Sumirat, Miftah Andriansyah	48
APLIKASI SISTEM LACAK KENDARAAN BERBASIS ANDROID MENGGUNAKAN ARDUINO UNO DAN MODUL SIM808 Dicka Ariptian Rahayu, Rifki Kosasih	55
ALGORITMA DECISION TREE PADA SISTEM PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS BERBASIS INTERNET OF THINGS Firman Al Islami	66

DEWAN REDAKSI JURNAL TEKNIK REKAYASA

Penanggung Jawab

Prof. Dr. E.S. Margianti, S.E., M.M.
Prof. Suryadi Harmanto, SSI., M.M.S.I.
Drs. Agus Sumin, M.M.S.I.

Dewan Editor

Dr. Desti Riminarsih, S.Si, M.Si, Universitas Gunadarma
Dr. Dina Indarti, S.Si, M.Si, Universitas Gunadarma
Dr. Ir. Asep Mohamad Noor, M.T., Universitas Gunadarma
Ajib Setyo Arifin, S.T., M.T., Ph.D., Universitas Indonesia
Dr. Sunny Arief Sudiro, STMIK Jakarta STI&K

Mitra Bebestari

Prof. Dr. Sarifuddin Madenda, Universitas Gunadarma
Prof. Dr.-Ing. Adang Suhendra, S.Si, Skom, Msc, Universitas Gunadarma
Prof. Ir. Busono Soerowirdjo, Msc, Phd, Universitas Gunadarma
Prof. Dr. Rer.Nat. A. Benny Mutiara, Universitas Gunadarma
Prof. Dr. Ir. Bambang Suryawan, MT, Universitas Gunadarma
Prof. Dr. B.E.F. da Silva, Universitas Indonesia
Prihandoko, S.Kom, MIT, Phd, Universitas Gunadarma
Dr. Tubagus Maulana Kusuma, Skom., Mengsc., Universitas Gunadarma
Dr. Ir. Rakhma Oktavina, MT., Universitas Gunadarma
Dr. RR Sri Poernomo Sari, M.T., Universitas Gunadarma
Dr. Lussiana ETP, Ssi., M.T., STMIK Jakarta STI&K

Sekretariat Redaksi

Universitas Gunadarma
Jalan Margonda Raya No. 100 Depok 16424
Phone : (021) 78881112 ext 516.

JURNAL ILMIAH TEKNOLOGI DAN REKAYASA

NOMOR 1, VOLUME 23, APRIL 2018

DAFTAR ISI

PENGURANGAN WAKTU PRODUKSI PRODUK MENGGUNAKAN METODE <i>CAMPBELL DUDEK AND SMITH</i> PADA PT INTINUSA SELAREKSA, Tbk Wahyu Zeryanto Badri, Ina Siti Hasanah	1
RANCANG BANGUN PENGISI <i>ACCUMULATOR</i> (BATERAI) UNTUK SISTEM MINIATUR RUANGAN PEMANAS OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO DENGAN MEMANFAATKAN SUMBER SOLAR PANEL Fajar Hidayat Sanusi	12
PROTOTIPE SISTEM PARKIR KENDARAAN DENGAN RFID BERBASIS ARDUINO UNO R3 Edo Wijaya, Bayu Kumoro Yakti	26
PURWARUPA ALAT PENDETEKSI DETAK JANTUNG BERBASIS ATMEGA328 Ilham Muarif Ambary, Wahyu Kusuma Raharja	38
PENGEMBANGAN APLIKASI <i>E-HERITAGE</i> BANTEN BERBASIS <i>MOBILE VIRTUAL REALITY</i> (STUDI KASUS: MASJID CARINGIN BANTEN) Pratama Agung Sumirat, Miftah Andriansyah	48
APLIKASI SISTEM LACAK KENDARAAN BERBASIS ANDROID MENGGUNAKAN ARDUINO UNO DAN MODUL SIM808 Dicka Ariptian Rahayu, Rifki Kosasih	55
ALGORITMA <i>DECISION TREE</i> PADA SISTEM PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS BERBASIS <i>INTERNET OF THINGS</i> Firman Al Islami	66

PENGURANGAN WAKTU PRODUKSI PRODUK MENGUNAKAN METODE *CAMPBELL DUDEK AND SMITH* PADA PT INTINUSA SELAREKSA, Tbk

¹Wahyu Zeryanto Badri, ²Ina Siti Hasanah

^{1,2}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri Universitas Gunadarma
Jl. Margonda Raya No. 100, Depok 16424, Jawa Barat
¹wahyuzeryanto@gmail.com, ²inash@staff.gunadarma.ac.id

Abstrak

Kegiatan penjadwalan produksi merupakan salah satu hal yang sangat penting dalam industri manufaktur agar tidak terjadi keterlambatan dalam penyelesaian produk yang dapat mengurangi tingkat kepuasan dan kepercayaan dari konsumen. Industri manufaktur tidak akan dapat berjalan dengan baik apabila tidak ada penjadwalan. Penjadwalan yang kurang baik dapat mengakibatkan masalah pada bagian produksi seperti penumpukan bahan baku pada suatu stasiun kerja, keterlambatan penyelesaian pesanan konsumen, dan produksi yang berlebih yang dapat menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Penelitian ini bertujuan untuk menggunakan metode Campbell Dudek and Smith (CDS) untuk mengurangi waktu produksi batu alam granit. Pengurangan waktu proses produksi atau makespan dari batu alam granit yang didapat adalah sebesar 79 menit, dimana waktu proses pada perusahaan yaitu sebesar 164 menit dan waktu proses dengan metode CDS adalah sebesar 85 menit. Penjadwalan produk dengan menggunakan metode CDS menghasilkan 2 urutan pekerjaan yang dapat dipilih oleh perusahaan dengan urutan 2 – 5 – 1 – 3 – 4 – 6 dan 2 – 5 – 3 – 1 – 4 – 6.

Kata Kunci: Campbell Dudek and Smith, pengurangan waktu produksi, penjadwalan produk

Abstract

Production scheduling activities are one of the most important things in the manufacturing industry in order to avoid delays in product completion that can reduce the level of satisfaction and trust from consumers. The manufacturing industry will not work properly if there is no scheduling. Unfavorable scheduling can lead to problems in the production department such as the accumulation of raw materials at a work station, the late completion of consumer orders, and excessive production that can cause harm to the company. This study aims to use the Campbell Dudek and Smith (CDS) method to reduce the production time of granite natural stone. The reduction of production time or make span of granite natural stone obtained was 79 minutes, where the processing time at the company was 164 minutes and the process time by CDS method was 85 minutes. Product scheduling using the CDS method yields 2 work sequences that can be selected by companies in the order of 2 - 5 - 1 - 3 - 4 - 6 and 2 - 5 - 3 - 1 - 4 - 6.

Keywords: Campbell Dudek and Smith, product scheduling, reduction in production time

PENDAHULUAN

Penjadwalan merupakan pengkoordinasian tentang waktu dalam melakukan kegiatan produksi sehingga dapat diadakan pengalokasian bahan baku dan bahan pembantu [1]. Penjadwalan produksi merupakan alokasi sumber daya dari waktu untuk melakukan sekumpulan pekerjaan. Tujuan dari penjadwalan produksi adalah melakukan pengalokasian fasilitas produksi. Salah satu fasilitas produksi adalah mesin untuk melakukan suatu pekerjaan dengan menentukan urutan proses produksi suatu produk yang tepat agar dapat meminimalkan waktu pekerjaan produk dalam keterlambatan pemesanan [2]. Secara garis besar tujuan penjadwalan dikelompokkan menjadi tiga bagian yaitu menekan waktu penyelesaian produk serta keseluruhan, meminimasi jumlah persediaan barang dalam proses, dan minimasi keterlambatan rata-rata [3].

Kegiatan penjadwalan produksi merupakan salah satu hal yang sangat penting dalam industri manufaktur agar tidak terjadi keterlambatan dalam penyelesaian produk yang dapat mengurangi tingkat kepuasan dan kepercayaan konsumen. Industri manufaktur tidak akan dapat berjalan dengan baik apabila tidak ada penjadwalan. Penjadwalan yang kurang baik dapat mengakibatkan masalah pada bagian produksi seperti penumpukan bahan baku pada suatu stasiun kerja, keterlambatan penyelesaian pesanan konsumen, dan produksi yang berlebih yang dapat menyebabkan kerugian bagi perusahaan.

PT Intinusa Selareksa, Tbk merupakan suatu perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang pengolahan batu alam dengan berbagai motif dan ukuran yang dapat disesuaikan dengan permintaan konsumen. PT Intinusa Selareksa, Tbk lebih mengutamakan pendistribusian produknya ke dalam negeri dan melakukan ekspor apabila menerima pesanan dari luar negeri. Permasalahan yang dihadapi oleh PT Intinusa Selareksa, Tbk dalam melakukan proses produksi yaitu waktu datangnya bahan baku yang lama karena bahan baku berasal dari luar negeri sehingga dapat menyebabkan meningkatnya waktu produksi produk. Permasalahan juga terjadi pada bagian produksi seperti menumpuknya bahan baku pada stasiun kerja karena lambatnya penyelesaian produk. Permasalahan tersebut dapat berdampak pada terhambatnya proses produksi, penyelesaian produk, dan terlambatnya proses pengiriman produk pada konsumen. Perusahaan dapat memenuhi permintaan konsumen dengan tepat waktu jika melakukan penjadwalan produksi yang baik.

Penjadwalan produksi yang dilakukan oleh PT Intinusa Selareksa Tbk belum mempunyai sistem penjadwalan produksi yang baik dan optimal. Perusahaan hanya menggunakan perhitungan berdasarkan pesanan dan kesiapan mesin untuk melakukan produksi. Penjadwalan produksi yang lebih baik harus dilakukan agar dapat meningkatkan kelancaran produksi serta dapat menghemat penggunaan sumber daya yang ada dan waktu.

Salah satu metode yang digunakan untuk mengurangi waktu produksi produk (*makespan*) yaitu *Campbell Dudek and Smith* (CDS). Metode yang dikembangkan oleh CDS adalah pengembangan dari aturan yang telah dikemukakan oleh Johnson. Algoritma Johnson merupakan suatu algoritma yang digunakan untuk mendapatkan pengurutan penjadwalan yang optimal. Metode penjadwalan CDS ini untuk mendapatkan nilai *makespan* terkecil. Penjadwalan dengan *makespan* terkecil merupakan urutan pengerjaan pekerjaan yang terbaik [4].

Beberapa penelitian mengenai pengurangan waktu produksi telah dilakukan. Penelitian yang dilakukan oleh Rani membahas mengenai penggunaan metode CDS untuk meminimumkan waktu produksi sandal pada CV. AWMK. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode CDS dapat meminimumkan waktu produksi 15 hari lebih cepat dari metode pengurangan waktu produksi yang digunakan oleh perusahaan saat ini [5]. Metode CDS juga digunakan pada penelitian yang dilakukan oleh Ervil dan Nurmayuni. Pada penelitian tersebut, metode CDS yang digunakan mempunyai penyelesaian produksi *crumb rubber* lebih cepat 29 hari dibandingkan metode FCFS yang digunakan oleh perusahaan saat ini [6].

Berdasarkan uraian sebelumnya, tujuan pada penelitian ini adalah pengurangan waktu produksi di PT Intinusa Selareksa Tbk menggunakan metode CDS. Urutan pekerjaan produksi oleh perusahaan dengan metode

CDS juga dapat ditentukan sehingga menghasilkan *makespan* yang minimum.

METODE PENELITIAN

Pengamatan dilakukan di PT Intinusa Selareksa, Tbk yang berlokasi di Jl. Karang Asem Timur No. 27, Citeureup, Bogor. Pengamatan yang dilakukan pada PT Intinusa Selareksa, Tbk berguna untuk mengidentifikasi masalah dan mengumpulkan data yang berkaitan dengan penjadwalan produk.

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah wawancara, pengamatan secara langsung dilapangan dan dokumentasi. Wawancara dilakukan terhadap kepala bagian PPIC (*Production Planing and Inventory Control*) PT Intinusa Selareksa, Tbk. Informasi yang didapat dari proses wawancara adalah jenis produk yang diproduksi, jenis bahan baku, permasalahan yang terdapat pada penjadwalan produksi, pesanan konsumen, penyebab keterlambatan pengiriman produk, serta mesin-mesin yang digunakan untuk membuat produk.

Teknik pengamatan selanjutnya adalah pengamatan yang dilakukan secara langsung ke lapangan. Pengamatan yang dilakukan tersebut guna mengetahui proses yang dilakukan setiap mesin, urutan pengerjaan produk, dan kendala-kendala yang terdapat di bagian produksi. Teknik pengamatan berikutnya adalah dokumentasi yang berupa data-data tertulis dari perusahaan. Teknik pengamatan wawancara dan pengamatan

langsung ke lapangan merupakan data primer dan teknik pengamatan dokumentasi termasuk data sekunder.

Pengolahan data dengan metode CDS akan dilakukan secara manual menggunakan rumus-rumus pada metode CDS. Langkah-langkah penjadwalan produksi dengan metode CDS sebagai berikut [7]:

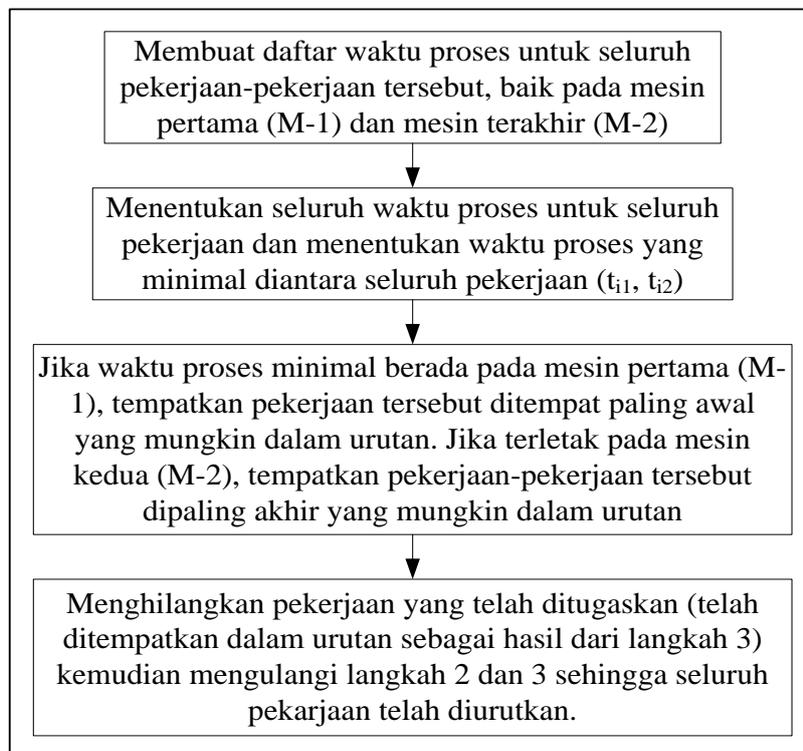
1. Menyusun matriks $n \times m$ dari t_{ij} , dimana n = jumlah pekerjaan, m = jumlah mesin dan t_{ij} = waktu pengerjaan pekerjaan i pada mesin ke j .
2. Menentukan jumlah urutan (p) untuk n job 2 mesin, dimana $p \leq m - 1$.
3. Memulai penjadwalan dengan tahap 1 ($k = 1$).
4. Menghitung $t_{1,1}^*(M-1)$ dan $t_{1,1}^*(M-2)$, dimana

$$M - 1 = \sum_{j=1}^k t_{i,j} \text{ dan}$$

$$M - 2 = \sum_{j=m-k+1}^m t_{i,j} .$$

5. Dengan bantuan algoritma Johnson, n job 2 mesin, maka dapat ditentukan urutan pekerjaan.
6. Jika k tidak sama dengan p , maka perhitungan kembali pada langkah ketiga dengan $(k + 1)$, jika k sama dengan p maka perhitungan selesai.
7. Menghitung *makespan* (total waktu pengerjaan produk terpanjang yang berada dalam sistem).
8. Memilih urutan penjadwalan yang memiliki *makespan* terkecil.

Gambar 1 merupakan bagan dari algoritma CDS.



Gambar 1. Flow Chart Algoritma CDS

HASIL DAN PEMBAHASAN

Urutan proses pengerjaan batu alam granit pada PT Intinusa Selareksa, Tbk umumnya memiliki proses yang sama. Urutan pengerjaan produk mulai dari mesin potong untuk memotong batu alam granit menjadi lembaran-lembaran tipis dengan ketebalan 2 cm, mesin poles untuk membentuk permukaan lembaran batu alam granit

menjadi kasar, *honed* (tidak terlalu kasar) atau halus dan mesin *bridgesaw* untuk memotong lembaran batu alam granit menjadi ukuran yang lebih kecil sesuai dengan pesanan konsumen. Namun perbedaan pada jenis batu alam granit membuat waktu proses pengerjaan pada produk akan berbeda. Tabel 1 merupakan waktu standar pengerjaan produk batu alam granit PT Intinusa Selareksa, Tbk per 1 m².

Tabel 1. Waktu Proses Batu Alam Granit Per 1 m²

No.	Nama Produk Granit	Mesin		
		Potong (menit)	Poles (menit)	<i>Bridgesaw</i> (menit)
1	Crema Nusa	10	7	5
2	Star White	17	15	8
3	Nero Absoluto	9	10	5
4	Mongolia Black	15	7	5
5	Imperial Cream	14	10	7
6	Creama	8	7	5

(Sumber: PT Intinusa Selareksa, Tbk)

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat mesin yang digunakan untuk memproses produk serta waktu yang digunakan untuk

menyelesaikan satu buah produk. Tabel 2 merupakan data pesanan batu alam granit yang diterima perusahaan.

Tabel 2. Data Pesanan Batu Alam Granit

Pekerjaan	Nama Produk Granit	Jumlah Pesanan (m ²)
1	Crema Nusa	750
2	Star White	915
3	Nero Absoluto	450
4	Mongolia Black	500
5	Imperial Cream	245
6	Creama	300

(Sumber: PT Intinusa Selareksa, Tbk)

Pada Tabel 3 dijelaskan mengenai data mesin yang digunakan perusahaan untuk

memproduksi batu alam beserta jumlah mesin.

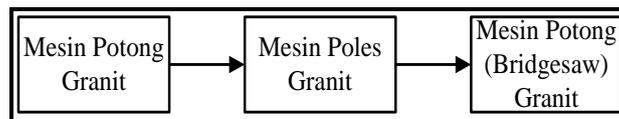
Tabel 3. Jumlah Mesin

No.	Mesin	Jumlah
1	Potong Granit	1 Unit
2	Potong Marmer	1 Unit
3	Polish Granit	1 Unit
4	Polish Marmer	1 Unit
5	Potong (<i>Bridgesaw</i>) Granit	1 Unit
6	Potong (<i>Bridgesaw</i>) Marmer	1 Unit

(Sumber: PT Intinusa Selareksa, Tbk)

Berdasarkan pesanan yang diterima oleh perusahaan hanya produk batu alam granit maka mesin yang digunakan hanya mesin untuk granit yaitu mesin potong granit, mesin polish granit, dan mesin potong (*bridgesaw*) granit. Perusahaan menggunakan urutan mesin secara seri untuk proses

produksi produknya dimana dalam penjadwalan yang menggunakan urutan mesin secara seri proses pengerjaan produk kedua akan dilakukan setelah pengerjaan produk pertama selesai dilakukan. Gambar 2 menunjukkan urutan penggunaan mesin pada PT Intinusa Selareksa, Tbk.



Gambar 2. Urutan Mesin

Sumber: PT Intinusa Selareksa, Tbk

Langkah pertama yang dilakukan pada metode CDS adalah menyusun pekerjaan yang akan dilakukan serta mesin yang digunakan untuk memproses pekerjaan tersebut dan waktu

proses produk. Selanjutnya adalah menentukan jumlah urutan proses penjadwalan dengan rumus $P = M$ (jumlah mesin) - 1. Tabel 4 merupakan waktu proses pembuatan produk.

Tabel 4. Waktu Proses Pembuatan Produk

Mesin	Pekerjaan (menit)					
	1	2	3	4	5	6
M1	10	17	9	15	14	8
M2	7	15	10	7	10	7
M3	5	8	5	5	7	5

Jumlah mesin pada Tabel 4 adalah 3 mesin, sehingga $P = 3 - 1 = 2$ yang berarti banyaknya urutan pekerjaan yang didapat

adalah 2 urutan. Mesin potong granit adalah M1, mesin poles granit adalah M2 dan mesin *bridgesaw* granit adalah M3. Berikut

merupakan proses penjadwalan produk untuk $k = 1$ dan $k = 2$.

1. Pekerjaan Penjadwalan Produk untuk $k = 1$

Penjadwalan produk untuk $k = 1$ dilakukan dengan memasukkan waktu proses mesin pertama pada kolom $M - 1$ mulai dari

job ke 1 sampai 6 dan memasukan waktu proses terakhir pada kolom $M - 2$ mulai dari job 1 sampai 6. Tabel 5 merupakan proses penjadwalan untuk $k = 1$.

$$M - 1 = \sum_{j=1}^{k=1} t_{i,j} \quad M - 2 = \sum_{j=m+1-k}^{k=1} t_{i,j}$$

$$M - 1 = M1 \quad M - 2 = M2$$

Tabel 5. Proses Penjadwalan Produk $k = 1$

Mesin	Pekerjaan (menit)					
	1	2	3	4	5	6
$M - 1$	10	17	9	15	14	8
$M - 2$	5	8	5	5	7	5

Berdasarkan Tabel 5, urutan pekerjaan pada proses penjadwalan $k = 1$ yang didapat adalah 2 - 5 - 1 - 3 - 4 - 6. Penentuan urutan pekerjaan diatas menggunakan aturan Johnson dimana jika waktu minimal terdapat pada $M - 1$ maka pekerjaan tersebut akan diletakkan

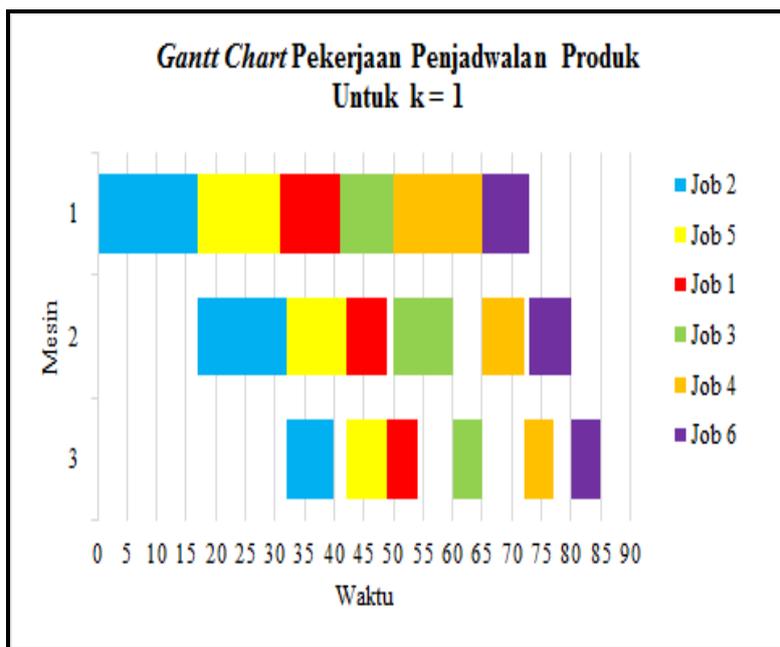
pada urutan pertama. Sebaliknya, jika waktu minimal terdapat pada $M - 2$, maka pekerjaan tersebut akan diletakkan pada urutan terakhir begitu seterusnya sampai semua pekerjaan selesai diurutkan. Tabel 6 merupakan pengurutan pekerjaan penjadwalan produk untuk $k = 1$.

Tabel 6. Pengurutan Pekerjaan Penjadwalan Produk untuk $k = 1$

Mesin	Pekerjaan (menit)					
	2	5	1	3	4	6
M1	17	14	10	9	15	8
M2	15	10	7	10	7	7
M3	8	7	5	5	5	5

Selanjutnya, *Gantt chart* digunakan sebagai gambaran pengerjaan produk agar lebih mudah dipahami. *Gantt chart* dapat menggambarkan jadwal suatu kegiatan dan kemajuan pekerjaan akan mudah diamati dan diperiksa setiap waktu karena sudah tergambar dengan jelas [7]. Gambar 3 merupakan *Gantt chart* penjadwalan produk untuk $k = 1$ berdasarkan hasil dari Tabel 6.

Berdasarkan *Gantt chart* pada Gambar 3 dapat diketahui waktu mulai pekerjaan dan waktu selesainya pekerjaan tersebut, serta dapat diketahui pekerjaan yang akan diproses terlebih dahulu dengan mudah. Berdasarkan *Gantt chart* juga dapat diketahui urutan pekerjaan yang akan diproses oleh mesin produksi.



Gambar 3. Gantt Chart Penjadwalan Produk untuk $k = 1$

Gantt chart penjadwalan produk untuk $k = 1$ juga dapat memberikan informasi waktu penyelesaian produk. Pekerjaan 2 selesai pada waktu 40 menit, pekerjaan 5 selesai pada waktu 49 menit, pekerjaan 1 selesai pada waktu 54 menit, pekerjaan 3 selesai pada waktu 65 menit, pekerjaan 4 selesai pada waktu 77 menit dan pekerjaan 6 selesai pada waktu 85 menit.

Berdasarkan Gantt chart penjadwalan produk untuk $k = 1$ dapat juga diketahui makespan dari urutan pekerjaan untuk $k = 1$. Makespan adalah total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh proses pada produk, mulai dari proses awal sampai dengan proses akhir. Makespan diambil dari waktu proses pada mesin terakhir dari pekerjaan terakhir. Makespan yang

diperoleh dari Gantt chart penjadwalan produk untuk $k = 1$ adalah sebesar 85 menit.

2. Pekerjaan Penjadwalan Produk untuk $k = 2$

Penjadwalan produk untuk $k = 2$ berbeda dengan $k = 1$, dimana penjadwalan produk $k = 2$ dilakukan dengan menjumlahkan waktu proses mesin pertama dengan waktu proses mesin kedua ($M1 + M2$) dan dimasukkan pada kolom $M - 1$ mulai dari job ke 1 sampai 6. Selanjutnya menjumlahkan waktu proses kedua dengan waktu proses ketiga ($M2 + M3$) dan dimasukkan pada kolom $M - 2$ mulai dari job 1 sampai 6. Tabel 7 merupakan proses penjadwalan untuk $k = 2$.

$$M - 1 = \sum_{j=1}^{k=2} t_{i,j} \quad M - 2 = \sum_{j=m+1-k}^{k=2} t_{i,j}$$

$$M - 1 = M1+M2 \quad M - 2 = M2 + M3$$

Tabel 7. Proses Penjadwalan Produk untuk $k = 2$

Mesin	Pekerjaan (menit)					
	1	2	3	4	5	6
$M - 1$	17	32	19	22	24	15
$M - 2$	12	23	15	12	17	12

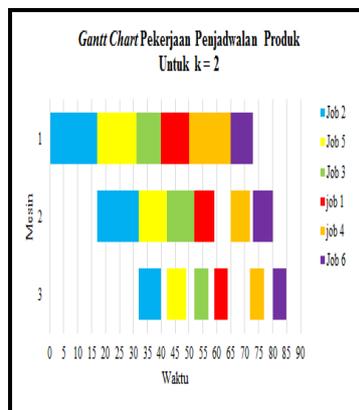
Berdasarkan Tabel 7, urutan pekerjaan pada proses penjadwalan $k = 2$ yang didapat adalah 2 – 5 – 3 – 1 – 4 – 6 dengan penentuan urutan pekerjaan menggunakan aturan Johnson.

Tabel 8 merupakan pengurutan pekerjaan penjadwalan produk untuk $k = 2$.

Gambar 4 merupakan *Gantt chart* penjadwalan produk untuk $k = 2$ berdasarkan hasil dari Tabel 8.

Tabel 8. Pengurutan Pekerjaan Penjadwalan Produk untuk $k = 2$

Mesin	Pekerjaan (menit)					
	2	5	3	1	4	6
M1	17	14	9	10	15	8
M2	15	10	10	7	7	7
M3	8	7	5	5	5	5



Gambar 4. *Gantt Chart* Pekerjaan Penjadwalan Produk Untuk $k = 2$

Berdasarkan Gambar 4, penjadwalan produk untuk $k = 2$ dapat memberikan informasi waktu penyelesaian produk dimana pekerjaan 2 selesai pada waktu 40 menit, pekerjaan 5 selesai pada waktu 49 menit, pekerjaan 3 selesai pada waktu 57 menit, pekerjaan 1 selesai pada waktu 64 menit, pekerjaan 4 selesai pada waktu 77 menit dan

pekerjaan 6 selesai pada waktu 85 menit. Berdasarkan Gambar 4 juga dapat diketahui urutan pengerjaan produk yang akan diproses oleh mesin. *Makespan* juga dapat diketahui dari *Gantt chart* penjadwalan produk untuk $k = 2$ yaitu sebesar 85 menit.

Makespan yang telah diperoleh dari pekerjaan penjadwalan produk untuk $k = 1$

dan $k = 2$ dirangkum dalam Tabel 9. *Makespan* yang memiliki nilai terkecil dari *makespan* yang lain, maka nilai *makespan*

tersebut yang dipilih. Tabel 9 merupakan ringkasan nilai *makespan* dari pekerjaan penjadwalan produk untuk $k = 1$ dan $k = 2$.

Tabel 4.9 Ringkasan Nilai *Makespan*

k	Urutan Pekerjaan	Nilai <i>Makespan</i> (menit)
1	2 – 5 – 1 – 3 – 4 – 6	85
2	2 – 5 – 3 – 1 – 4 – 6	85

Tabel 9 menunjukkan bahwa proses penjadwalan produk untuk $k = 1$ dan $k = 2$ memiliki nilai *makespan* yang sama yaitu sebesar 85 menit. Berdasarkan aturan pada metode CDS urutan pekerjaan yang dipilih adalah urutan pekerjaan yang memiliki nilai *makespan* terkecil dari urutan pekerjaan yang lain. Namun, dikarenakan nilai *makespan* dari kedua urutan pekerjaan memiliki nilai yang sama, maka dapat dipilih salah satu dari urutan pekerjaan untuk $k = 1$ atau $k = 2$ yang akan digunakan oleh perusahaan.

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan dengan menggunakan metode CDS (*Camppbel Dudek and Smith*) maka didapat 2 urutan pekerjaan yaitu 2 – 5 – 1 – 3 – 4 – 6 dan 2 – 5 – 3 – 1 – 4 – 6 dengan nilai *makespan* sebesar 85 menit. Perusahaan dapat

memilih urutan mana yang akan digunakan oleh perusahaan karena kedua urutan memiliki nilai *makespan* yang sama. Penjadwalan produk yang dilakukan oleh perusahaan pada saat ini memiliki urutan pekerjaan yang berurutan yaitu 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 dengan nilai *makespan* yang didapat sebesar 164 menit. Urutan pekerjaan yang digunakan oleh perusahaan lebih banyak memakai waktu dalam proses produksinya dibandingkan dengan urutan pekerjaan yang dihitung dengan menggunakan metode CDS dimana terdapat selisih waktu proses sebesar 79 menit, sehingga metode CDS lebih dapat menghemat waktu produksi. Tabel 10 merupakan perbandingan metode CDS dengan metode yang digunakan perusahaan saat ini.

Tabel 10. Perbandingan Metode Perusahaan Saat Ini dengan Metode CDS

Perusahaan		Metode CDS	
Urutan Pekerjaan	<i>Makespan</i>	Urutan Pekerjaan	<i>Makespan</i>
1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6	164 Menit	2 – 5 – 1 – 3 – 4 – 6	85 Menit
		2 – 5 – 3 – 1 – 4 – 6	85 Menit

KESIMPULAN DAN SARAN

Pengurangan waktu proses produksi produk atau *makespan* dari batu alam granit yang didapat menggunakan metode CDS adalah sebesar 79 menit. Waktu proses pada perusahaan saat ini yaitu sebesar 164 menit dan waktu proses dengan metode CDS (*Campbell Dudek and Smith*) adalah sebesar 85 menit. Penjadwalan produk dengan menggunakan metode CDS (*Campbell Dudek and Smith*) menghasilkan 2 urutan pekerjaan yang dapat dipilih oleh perusahaan dengan urutan 2 – 5 – 1 – 3 – 4 – 6 dan 2 – 5 – 3 – 1 – 4 – 6.

Pada penelitian lebih lanjut, pengurangan waktu produksi produk dapat menggunakan metode lainnya sehingga lebih mengurangi waktu produksi yang telah diperoleh dengan metode CDS.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Assuari, *Manajemen produksi dan operasi edisi empat*. Jakarta: FE UI, 1993.
- [2] T. Baroto, *Perencanaan dan pengendalian produksi*. Jakarta: Ghalia Indonesia, 2002.
- [3] H. Kusuma, *Manajemen produksi perancangan dan pengendalian produksi*. Yogyakarta: Andi, 2009.
- [4] H. Tannady, Steven, dan A. V. Limas, “Solusi urutan pengerjaan job yang tepat dengan metode Campbell-Dudek-Smith (CDS) (Studi kasus: pabrik es PT. XYZ, kabupaten Luwuk, Sulawesi Tengah),” *J@TI Undip*, vol. X, no. 1, hal. 51 – 54, 2015.
- [5] A. M. Rani, “Meminimumkan waktu produksi sandal dengan penjadwalan metode CDS (studi pada CV. AWMK),” *Jurnal Manajemen dan Bisnis: Performa*, vol. XIII, no. 2, hal. 1 – 20, 2016.
- [6] R. Ervil dan D. Nurnayuni, “Penjadwalan produksi dengan metode Campbell Dudek Smith (CDS) untuk meminimumkan total waktu produksi (makespan),” *Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 18, no.2, hal. 1 – 5, 2018.
- [7] T. Baroto, *Perencanaan dan pengendalian produksi*. Jakarta: Ghalia Indonesia, 2002.

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 dibutuhkan 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].

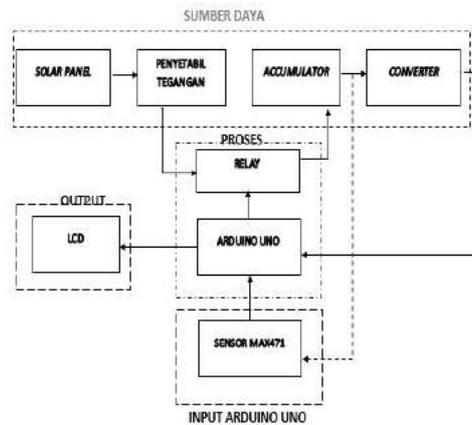
Berdasarkan permasalahan tersebut maka pada penelitian ini dibuat alat untuk pengisi accumulator (baterai) pada sistem miniatur ruangan pemanas otomatis yang memanfaatkan energi dari cahaya matahari. Sensor yang digunakan untuk mengukur tegangan baterai dan mengatur arus yang masuk ke baterai adalah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

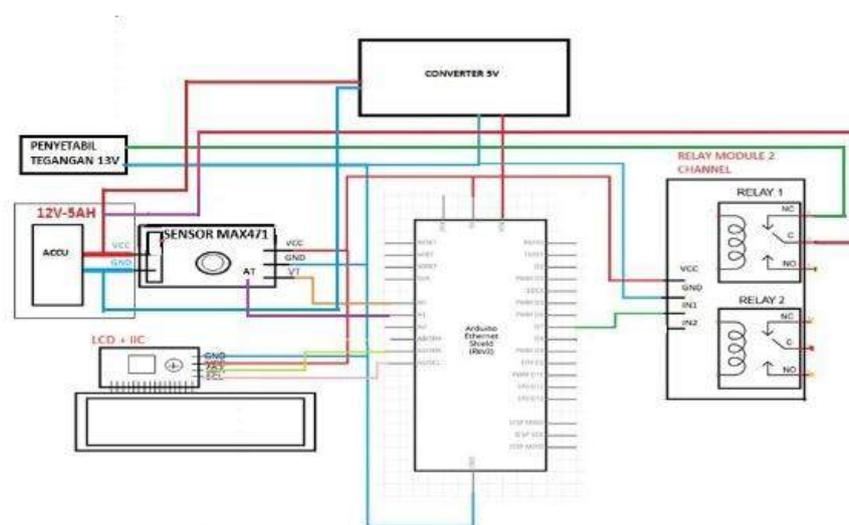
penambahan I2C yang berfungsi untuk menampilkan nilai tegangan dari *accumulator*, arus dari *accumulator*, dan suhu dari miniatur ruangan pemanas. Pada penelitian ini ditambahkan tampilan persentase dan kategori *very low*, *low* dan *full* untuk mempermudah pembacaan kapasitas *accumulator*. Tabel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

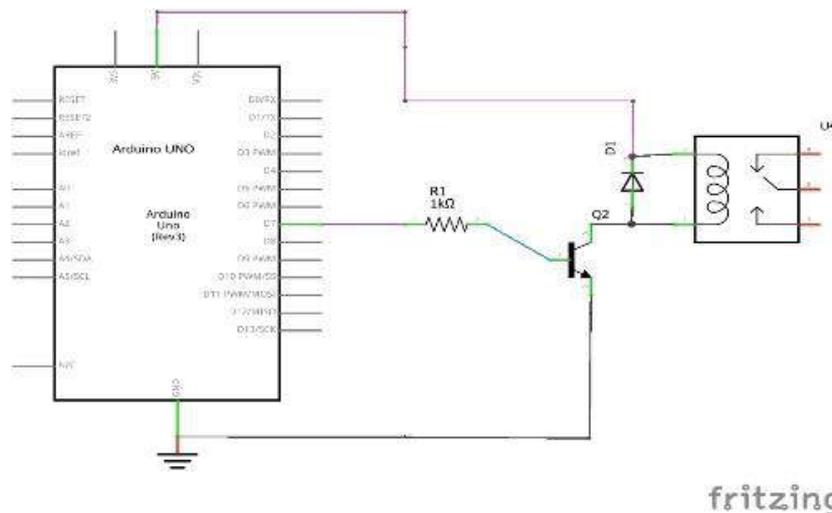
sebuah mikrokontroler Arduino Uno Rev.3, tegangan yang distabilkan menjadi 13V, modul *relay 2 channel*, *accumulator* (baterai), sensor MAX471, *buck converter*, LCD dengan ditambahkan I2C.



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.

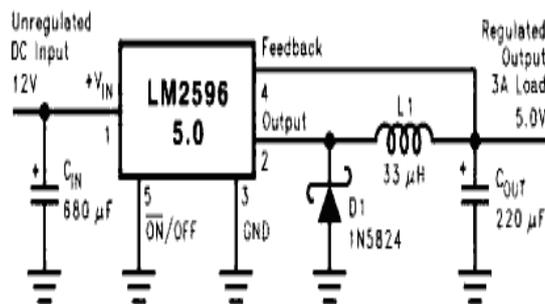


Gambar 3. Skema Rangkain Modul *Relay 2 Channel*

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

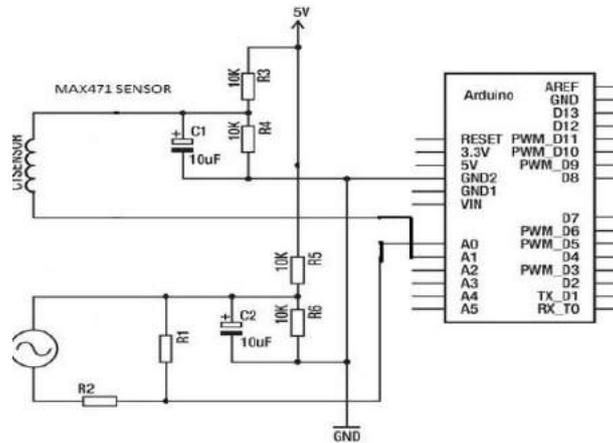
Tegangan diatur menjadi 5V sebagai tegangan masukkan untuk Arduino Uno dan arus maksimum sebesar 3A. *Buck converter* menurunkan tegangan sehingga tegangan yang masuk ke Arduino menjadi aman dan

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

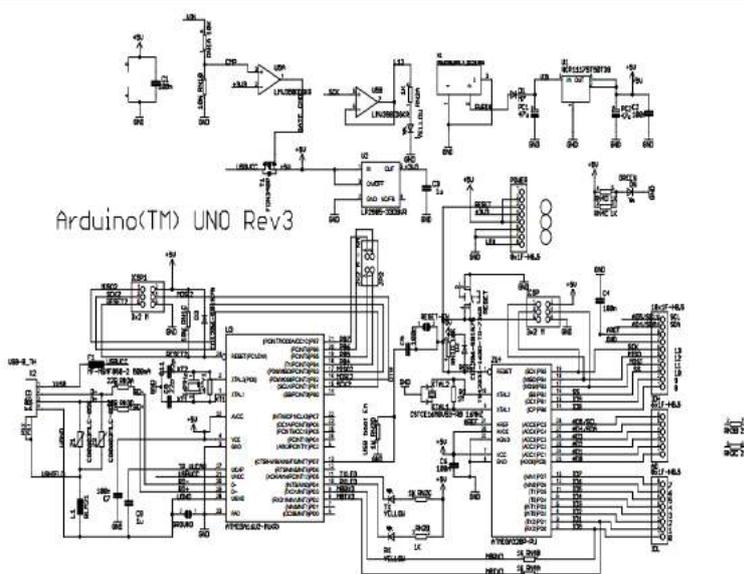
selanjutnya data yang diperoleh akan diproses di Arduino Uno untuk melakukan proses *charging* atau memutus tegangan pengisian.



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.

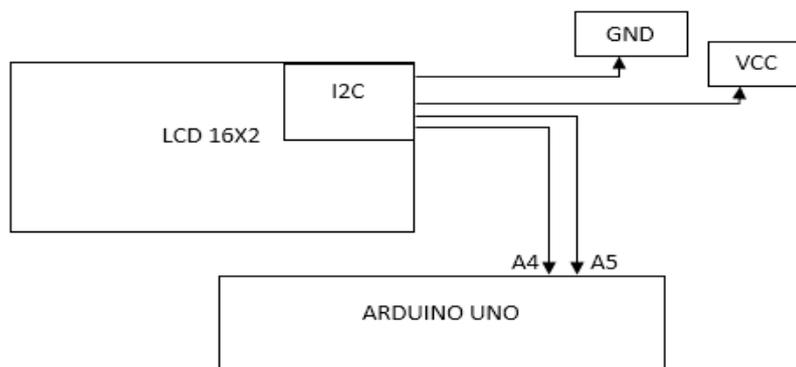
Tabel 3. Data Pengujian Solar Panel 18V-100W

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.

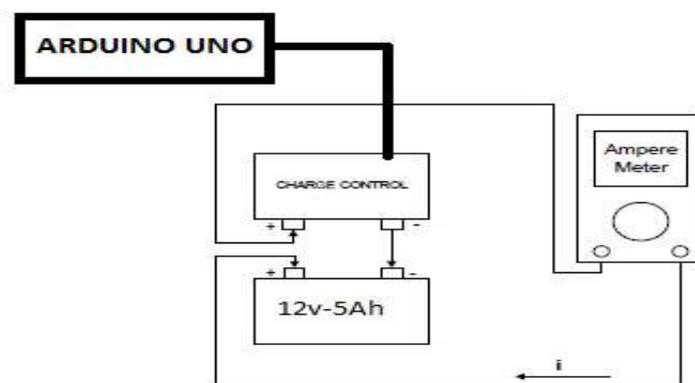


Gambar 9. Hasil Pengujian Tampilan LCD

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

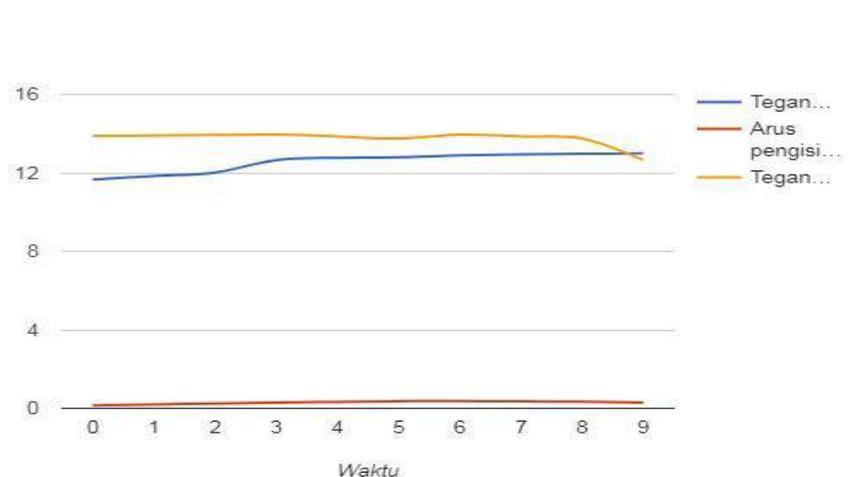
multimeter maka didapatkan hasil pengukuran. Hasil pengukuran arus pengisian dan tegangan pengisian dapat dilihat pada Tabel 4.

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.

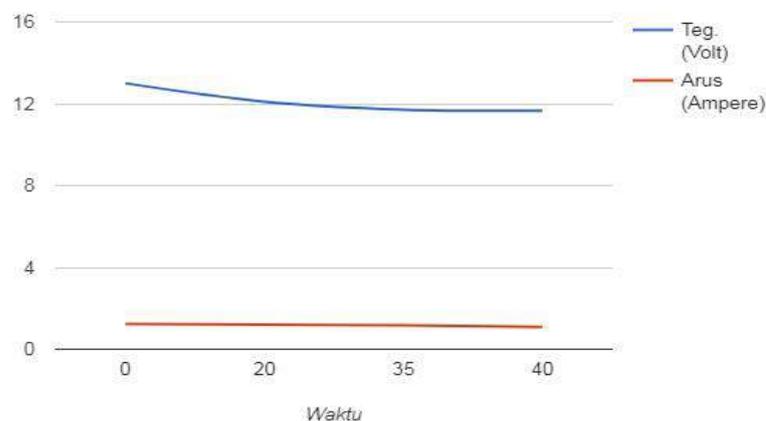
Tabel 5. Data Hasil Pengukuran Lama Pemakaian Baterai 12V- 5Ah dengan Beban 75W

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.

PROTOTYPE SISTEM PARKIR KENDARAAN DENGAN RFID BERBASIS ARDUINO UNO R3

¹Edo Wijaya, ²Bayu Kumoro Yakti

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri Universitas Gunadarma
Jl. Margonda Raya No. 100, Depok 16424, Jawa Barat
¹edowijaya53@student.gunadarma.ac.id, ²bayuyakti@staff.gunadarma.ac.id

Abstrak

Saat ini sistem parkir merupakan hal terpenting dalam kehidupan sehari-hari. Sistem parkir yang semakin modern, khususnya tempat parkir kendaraan mendorong manusia untuk berpikir bagaimana cara supaya sistem parkir efisien dan efektif. Pada penelitian ini dibuat prototipe sistem parkir kendaraan berbasis Arduino Uno dengan Radio Frequency Identification (RFID). Sistem parkir dibuat dengan metode membuka dan menutup portal pintu keluar kendaraan menggunakan RFID. Alat ini terdiri dari sebuah Arduino Uno dan komponen-komponen pendukungnya. Cara kerja sistem parkir kendaraan ini yaitu langkah pertama pada pintu masuk untuk sensor modul infrared akan dilewati oleh kendaraan maka motor servo akan aktif yang berfungsi sebagai indikator untuk membuka dan menutup portal pintu masuk ataupun pintu keluar kendaraan area parkir. Hasil pengujian menunjukkan bahwa jika kendaraan mau keluar maka RFID tag yang dimasukkan benar maka akses diterima motor servo aktif dan LCD menampilkan kapasitas area parkir tersebut. Jika RFID tag tidak terdaftar maka motor servo tidak aktif.

Kata Kunci: Arduino Uno, motor servo, RFID, sensor modul infrared, sistem parkir

Abstract

Nowadays parking system is the most important thing in daily life. An increasingly modern parking system, especially vehicle parking lots, encourages people to think about how to make parking systems efficient and effective. In this research, a prototype of Arduino Uno-based vehicle parking system with Radio Frequency Identification (RFID) was made. The parking system is made by the method of opening and closing the vehicle exit portal using RFID. This tool consists of an Arduino Uno and its supporting components. The way this vehicle parking system works is that the first step at the entrance to the infrared sensor module will be bypassed by the vehicle, the servo motor will be active which serves as an indicator to open and close the vehicle entrance or exit portal of the parking area vehicle. The test results show that if the vehicle is going out, the RFID tag is entered correctly then the access is received by the active servo motor and the LCD displays the capacity of the parking area. If the RFID tag is not registered then the servo motor is not active.

Keywords: Arduino Uno, infrared sensor modules, motor servo, parking systems, RFID

PENDAHULUAN

Saat ini sistem parkir merupakan hal terpenting dalam kehidupan sehari-hari. Sistem parkir yang semakin modern, khususnya tempat parkir kendaraan mendorong manusia untuk berpikir bagaimana cara supaya sistem parkir kendaraan yang efisien dan efektif. Kemajuan teknologi khususnya dalam bidang sistem parkir kendaraan akan memberikan manfaat yang sangat besar bagi pemilik kendaraan yang akan parkir di area parkir tersebut. Secara praktis teknologi tersebut akan menjadi konsumsi atau kebutuhan sekunder personal, sehingga pengguna dapat lebih mudah melakukan parkir kendaraan. Teknologi yang berada dalam ruang lingkup ini dapat pula diaplikasikan sebagai suatu media yang dapat mempermudah aktivitas sehari-hari.

Radio Frequency Identification (RFID) merupakan teknologi yang masih baru, dan akan terus berkembang. Seiring dengan kemajuan teknologi rangkaian terintegrasi, maka dapat dipastikan bahwa RFID dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang. Kebutuhan akan RFID juga akan bertambah di waktu yang akan datang, karena kebutuhan akan proses yang berhubungan dengan identifikasi dan keamanan yang lebih nyaman, efisien, dan hemat waktu [1]. Salah satunya sebagai sistem parkir menggunakan RFID untuk mengganti metode parkir kendaraan yang dahulu menggunakan tiket parkir konvensional. Teknologi ini merupakan aplikasi dari

pemanfaatan RFID, sebagai *input* data yang hanya dapat digunakan oleh pengguna.

Beberapa penelitian menggunakan RFID dalam mengatasi permasalahan sehari-hari. Pada penelitian yang dilakukan oleh Roossano dan Purnomo, menggunakan RFID dalam pembuatan prototipe kunci pintu ruangan otomatis. Sistem RFID yang dibuat pada penelitian tersebut terdiri dari tiga komponen utama yaitu *tag*, *reader*, dan basis data. *Tag* RFID berfungsi sebagai objek pengenalan yang di dalamnya terdapat data. RFID *reader* yang digunakan sebagai informasi pada *tag* RFID. Basis data sebagai repositori informasi tentang objek yang dimiliki oleh *tag* RFID. Berdasarkan hasil uji coba, kunci pintu akan terbuka secara otomatis jika *tag* RFID yang dibaca oleh RFID *reader* sesuai dengan basis data [2]. Pada penelitian tersebut digunakan Arduino Uno sebagai basis data dan memproses data yang diperoleh dari RFID [3].

Pada penelitian yang dilakukan oleh R. Alief, Darjat dan Sudjadi menggunakan RFID pada prototipe sistem ruang kelas cerdas. Pada penelitian tersebut RFID digunakan sebagai peralatan utama dalam mengontrol pengguna ruang kelas sehingga hanya pengguna yang telah teregistrasi dalam basis data yang dapat menggunakan ruang kelas. Berdasarkan hasil uji coba, sistem ruang kelas cerdas menggunakan RFID sudah berjalan dengan baik dan sesuai dengan algoritma yang dibuat. Pengguna yang melakukan akses masuk ke dalam ruang kelas akan tersimpan datanya pada *reader* RFID [4].

RFID juga telah dimanfaatkan dalam sistem keamanan laboratorium. Pada penelitian tersebut telah berhasil dibuat prototipe sistem keamanan laboratorium berbasis Arduino Mega. Pada sistem tersebut terdapat sensor PIR (*Passive Infrared*) dan RFID. Hasil uji coba menunjukkan bahwa pada jarak 2.5 meter pada sudut 60° sensor PIR tidak bisa menangkap sumber gerakan manusia. Pengujian menggunakan RFID dapat disimpulkan bahwa kartu dapat dibaca oleh RFID *reader* dengan jarak maksimal 3 cm tanpa adanya halangan antara RFID *reader* dan kartu. Jika terdapat halangan, kartu dapat terbaca maksimal pada jarak 1 cm [5].

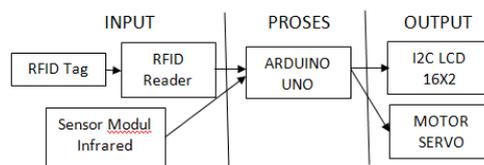
Pada penelitian ini dibuat prototipe sistem parkir kendaraan menggunakan RFID berbasis Arduino Uno R3. Mekanisme prototipe ini menggunakan Arduino Uno sebagai rangkaian pengendali, RFID *reader* sebagai *input* data pada saat kendaraan keluar dari area parkir, sensor *infrared* sebagai pintu masuk area parkir, I2C LCD 16×2 sebagai penampil data kapasitas area parkir dan *motor servo* sebagai indikator buka tutup palang

pintu masuk serta keluar area parkir.

METODE PENELITIAN

Pada tahap awal penelitian dilakukan identifikasi masalah yang mendasari pembuatan alat. Tujuan alat dibuat untuk memberikan kenyamanan dan keamanan yang efektif dan efisien karena masalah parkir kendaraan yang memiliki sistem parkir yang standar. Selanjutnya dilakukan studi literatur, yaitu pembelajaran materi-materi yang terkait dari buku-buku, catatan sewaktu kuliah, *datasheet* serta media informasi lainnya.

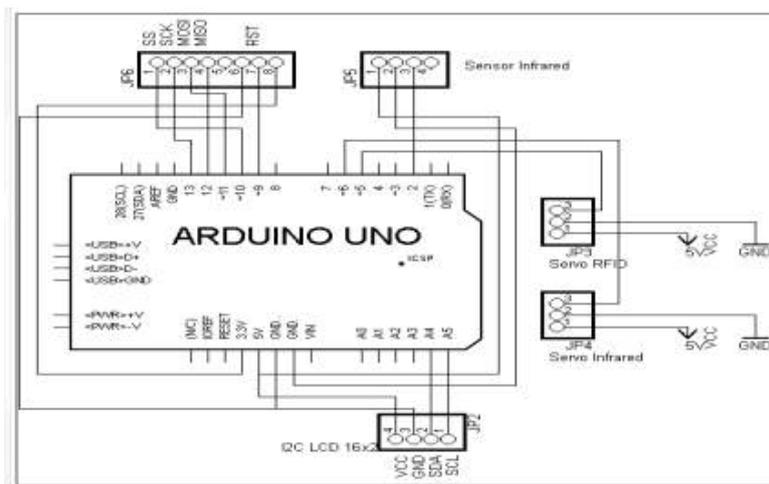
Setelah studi literatur dilakukan perancangan prototipe sistem parkir kendaraan berbasis Arduino Uno dengan *Radio Frequency Identification* (RFID) menggunakan blok diagram. Blok diagram pembuatan prototipe dapat dilihat pada Gambar 1. Blok diagram terdiri dari blok *input*, blok proses dan blok *output*. Pada blok *input* terdiri dari RFID *tag*, RFID *reader* dan sensor modul *infrared*. Blok proses terdiri dari Arduino Uno, dan blok *output* terdiri dari I2C LCD 16×2 dan *motor servo*.



Gambar 1. Blok Diagram Prototipe

Selanjutnya prototipe yang dibuat dalam bentuk rangkaian dan disesuaikan dengan blok diagram. Tiap rangkaian ini

kemudian dihubungkan menjadi rangkaian lengkap seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian Keseluruhan

Berdasarkan Gambar 2, rangkaian *shield* minimum sistem menghubungkan RFID reader, sensor modul *infrared*, I2C LCD 16×2 dan motor servo. Pada penelitian ini menggunakan Arduino Uno untuk memberikan tegangan 3,3V untuk *supply* RFID reader pada pin 3.3V karena pada RFID reader membutuhkan tidak lebih dari tegangan 3.3V. Pada tegangan 5V untuk *supply* I2C LCD 16×2, sensor modul *infrared* pada pin 5V karena pada I2C LCD 16×2 membutuhkan tegangan 5V dan pada tegangan 5V untuk *supply* 2 motor servo yaitu motor servo pertama untuk pintu masuk dan motor servo kedua untuk pintu keluar.

Selanjutnya dilakukan pembuatan prototipe sistem parkir kendaraan berbasis Arduino Uno dengan RFID. Pembuatan prototipe diawali dengan inialisasi pada beberapa komponen yang terhubung pada *port input* dan *output* Arduino Uno ketika rangkaian diberi tegangan 7.2 volt. Setelah inialisasi, pada tampilan LCD akan

menampilkan kapasitas parkir yang belum ditempati “Parkir Tersedia” pada baris pertama dan “3” pada baris kedua.

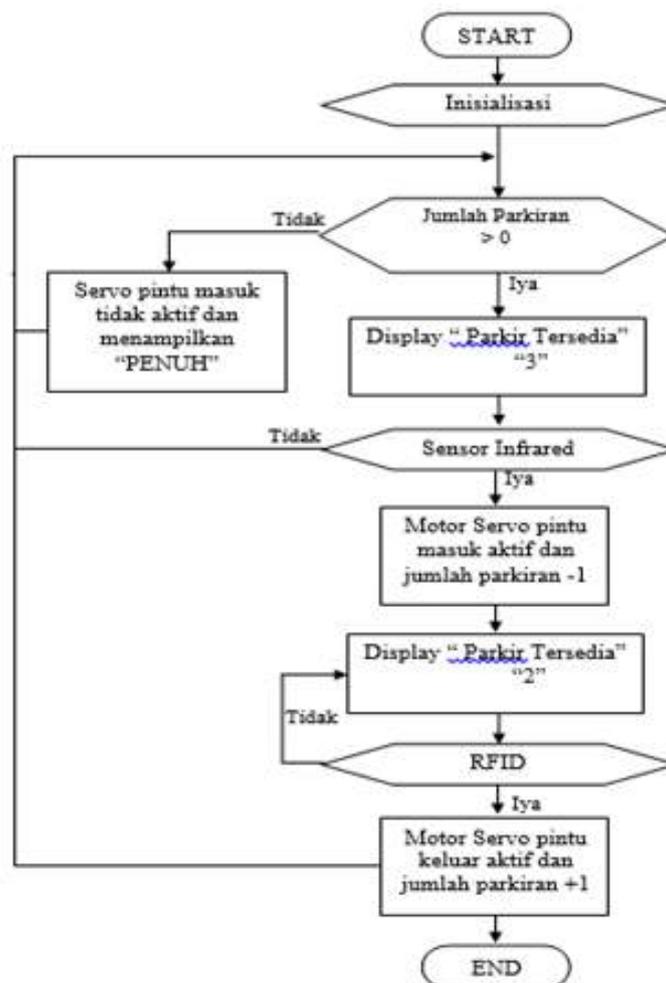
Selanjutnya pada pintu masuk area parkir, jika kendaraan tersebut masuk area parkir maka akan melewati sensor *infrared* yang berfungsi untuk mendeteksi kendaraan yang akan masuk area parkir. Portal pintu masuk akan terbuka dan tutup kembali jika kendaraan sudah berada di dalam area parkir. LCD akan menampilkan kapasitas parkir yang belum ditempati “Parkir Tersedia” pada baris pertama dan “2” jadi berkurang kapasitas parkir karena ada kendaraan yang parkir.

Jika pada kondisi penuh maka kendaraan yang akan masuk area parkir tidak akan bisa masuk, motor servo tidak akan aktif dan tampilan pada LCD akan menampilkan “Parkir Tersedia” pada baris pertama dan “PENUH” jadi area parkir sudah penuh tidak bisa ditempati lagi. Jika kendaraan akan keluar dari area parkir maka pemilik

kendaraan akan menempelkan kartu RFID tag. Jika RFID tag didekatkan pada RFID reader maka RFID reader akan membaca nomor UID pada kartu RFID tag. Nomor UID pada kartu RFID tag adalah nomor unik untuk identitas pada tiap RFID tag.

Jika nomor UID pada RFID tag terdaftar pada source code Arduino Uno maka LCD akan menampilkan kapasitas area parkir yang bertambah karena kendaraan tersebut keluar dari area parkir "Parkir Tersedia" pada baris pertama, "3" pada baris kedua dan motor servo akan aktif berfungsi sebagai

membuka dan menutup portal pintu keluar area parkir. Jika pada tahap membaca nomor UID RFID tag yang tidak terdaftar pada source code Arduino Uno maka motor servo tidak akan aktif yang berarti akses ditolak karena RFID tag salah. Selanjutnya akan sama langkahnya dari awal sampai akhir. Flowchart pembuatan prototipe sistem parkir kendaraan berbasis Arduino Uno dengan RFID dapat dilihat pada Gambar 3. Setelah prototipe sistem parkir dibuat selanjutnya dilakukan uji coba dan analisa pada prototipe sistem parker tersebut.



Gambar 3. Flowchart Sistem Parkir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan pengujian di beberapa bagian. Pengujian ini bertujuan untuk menganalisa pada setiap bagian didalam alat sistem parkir kendaraan dengan RFID. Beberapa bagian yang akan diuji dan dianalisa yaitu LCD, RFID, *motor servo*, dan sensor *infrared*.

Saat rangkaian aktif LCD akan menampilkan tulisan “Parkir Tersedia” pada baris pertama dan baris kedua “3” untuk menandakan area parkir tersebut masih kosong belum ditempatkan kendaraan manapun. Contoh tampilan awal pada LCD saat diberikan maksimum kapasitas area parkir yaitu 3 kendaraan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan Awal pada LCD saat Rangkaian Diaktifkan

Pengujian sistem selanjutnya dilakukan pada keadaan pertama untuk pintu masuk area parkir *motor servo* dalam keadaan tidak aktif. Apabila sensor *infrared* ini dilewati kendaraan maka sensor *infrared* akan aktif dan *motor servo* akan aktif membuka portal selama 3 detik setelah itu menutup kembali. LCD akan

menampilkan tulisan “Parkir Tersedia” pada baris pertama dan baris kedua “2” untuk menandakan ada kendaraan yang masuk untuk parkir. Pada tampilan LCD saat ada kendaraan masuk akan berkurang kapasitasnya dari 3 area parkir menjadi sisa 2 area parkir seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan LCD pada saat Kendaraan Masuk Area Parkir

Selanjutnya LCD akan menampilkan tulisan “Parkiran” pada baris pertama dan baris kedua “Penuh” karena area parkir tersebut sudah penuh walaupun kendaraan

tersebut memaksa masuk ke area parkir tersebut. *Motor servotidak* akan aktif atau portal pintu masuk kondisi menutup seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan pada LCD Parkiran Penuh

Tahap selanjutnya yaitu *tap* atau mendekati RFID *tag* pada RFID *reader*. Jika RFID *tag* yang benar LCD akan menampilkan tulisan “Parkir Tersedia” pada baris pertama dan baris kedua “2” untuk menandakan ada

kendaraan yang keluar dari parkir. Pada tampilan LCD saat ada kendaraan yang keluar akan bertambah kapasitasnya dari 2 area parkir menjadi sisa 3 area parkir seperti pada Gambar 7.

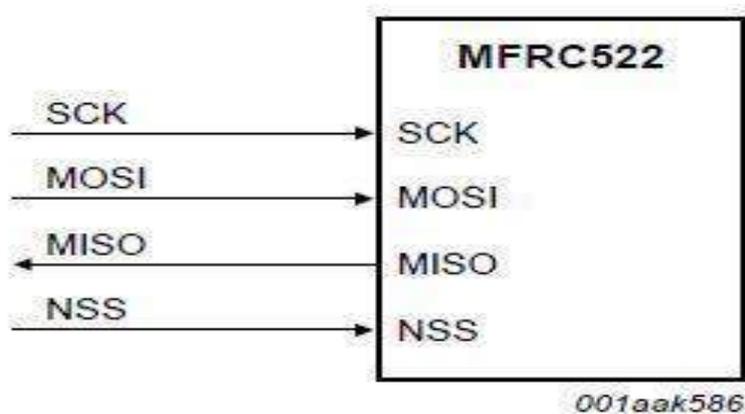


Gambar 7. Tampilan LCD saat Kendaraan Keluar Area Parkir

Analisa pertama dilakukan untuk memeriksa gelombang pada pin RFID reader. RFID reader menggunakan komunikasi *Serial Peripheral Interface* (SPI) untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler. Komunikasi SPI adalah *full duplex* yaitu komunikasi dua arah dimana pihak pengirim dan penerima bisa berkomunikasi dua arah secara bersamaan.

Pada pengujian RFID digunakan beberapa alat bantu, yaitu osiloskop. Ada 4 pin komunikasi SPI yaitu SCK, MOSI, MISO dan SS. *Serial clock* (SCK) merupakan data biner yang keluar dari master ke *slave* yang berfungsi sebagai *clock* dengan frekuensi tertentu. SCK atau SCLK ini adalah *clock* yang dihasilkan master yang berguna menandakan komunikasi SPI dan untuk melakukan *shifting* terhadap *shift register* dari

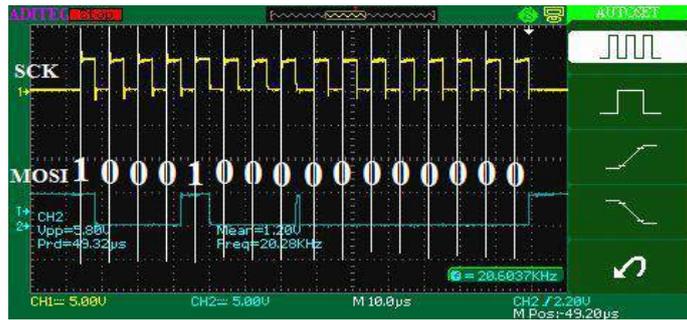
kedua *device*. *Master Out Slave Input* (MOSI) merupakan pin yang berfungsi sebagai jalur data pada saat data keluar dari master dan masuk ke dalam *slave*. *Master Input Slave Output* (MISO) merupakan pin yang berfungsi sebagai jalur data yang keluar dari *slave* dan masuk ke dalam master. *Slave Select* (SS) adalah pin yang digunakan untuk memilih *slave* mana yang akan diajak berkomunikasi oleh master, dengan asumsi lebih dari satu *slave device*. Pin ini yang berfungsi untuk mengaktifkan *slave* sehingga pengiriman data hanya dapat dilakukan jika *slave* dalam keadaan aktif (*active low*). Sinyal MOSI, SCK, dan SS berasal dari master untuk dikirim ke *slave*. MISO digunakan untuk menerima sinyal dari *slave*. Gambar 8 merupakan komunikasi *serial peripheral interface* pada RFID.



Gambar 8. Komunikasi *Serial Peripheral Interface* pada RFID

Pada Gambar 8, komunikasi *serial peripheral interface* pada RFID dihubungkan pada pin Arduino Uno. Pada pengambilan

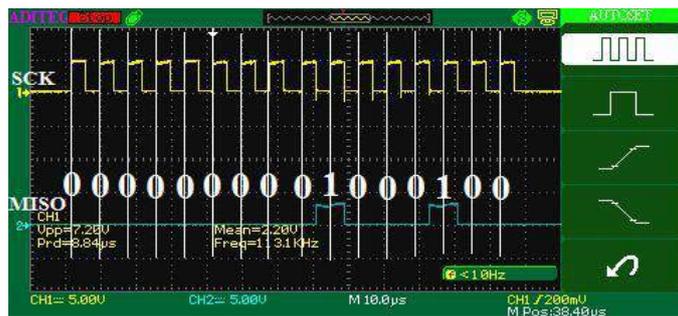
gambar gelombang tiap pin diambil dengan mencuplik sebagian gelombang.



Gambar 9. Gelombang Pin SCK dan MOSI Keluaran Data dari Arduino Uno ke RFID

Pada Gambar 10, gelombang pin SCK dan MOSI keluaran data dari RFID masuk ke dalam Arduino Uno. Data pada Arduino Uno masuk menuju RFID reader melalui jalur data MOSI. Data yang terbaca pada pin MOSI

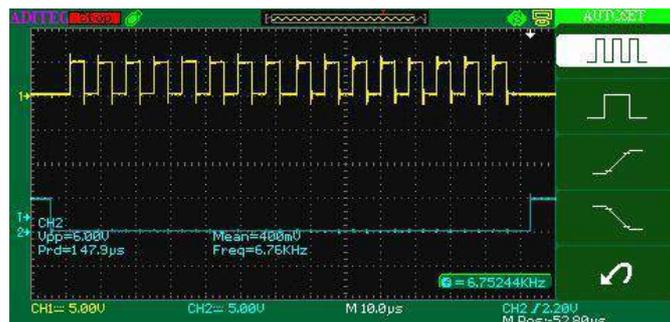
adalah data biner 10010000000000 yang dikirim dari Arduino UNO menuju RFID reader. Kemudian dilakukan analisa gelombang jalur data MISO seperti pada Gambar 11.



Gambar 10. Gelombang Pin SCK dan MISO Keluaran Data dari RFID ke Arduino Uno

Gelombang pin SCK dan MISO keluaran data dari RFID masuk ke dalam Arduino Uno seperti terlihat pada Gambar 11. Data yang terdapat pada RFID tag dibaca oleh RFID reader

dikirim menuju mikrokontroler melalui jalur data MISO. Data yang terbaca pada pin MISO adalah data biner 000000001000100 yang dikirim dari RFID reader menuju Arduino Uno.

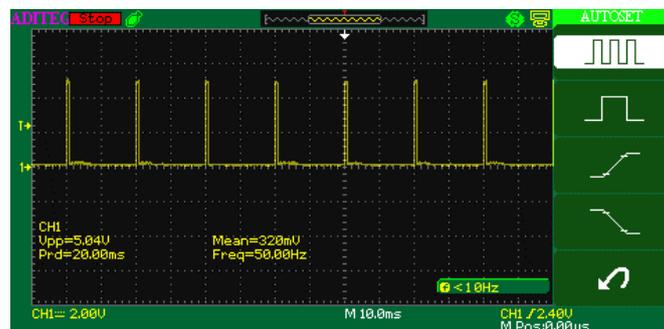


Gambar 11. Gelombang Pin SCK dan SS

Pada Gambar 11, pin SS dalam keadaan aktif (*aktif low*) karena RFID dipilih untuk diajak komunikasi oleh Arduino UNO. Pada pengujian *motor servo* digunakan beberapa alat bantu, yaitu osiloskop, multimeter dan busur derajat. *Motor servo* dikendalikan dengan mengirimkan pulsa melalui kabel kontrol dengan variabel lebar pulsa terkirim atau biasa disebut *Pulse Width Modulation* (PWM). Posisi netral motor didefinisikan sebagai posisi dimana *servo* memiliki jumlah yang sama dari potensi rotasi di kedua searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam arah. PWM yang dikirim ke motor menentukan posisi poros, dan berdasarkan durasi dari pulsa yang dikirim melalui kabel kontrol rotor

akan berubah ke posisi yang diinginkan. *Motor servo* mengharapkan untuk mendapat pulsa setiap 20 ms dan panjang pulsa akan menentukan seberapa jauh motor berubah.

Gambar 12 merupakan gambar gelombang *servo* saat membuka kunci menghasilkan gelombang PWM mendapatkan pulsa setiap 20 ms. Posisi yang dikehendaki terkirim melalui pulsa listrik pada kabel, kecepatan motor akan proporsional sebanding antara posisi sekarang dan posisi yang dikehendaki. Hal tersebut berarti jika posisi sekarang dekat dengan posisi yang dikehendaki maka motor akan berputar perlahan, sebaliknya jika posisinya jauh, motor akan berputar lebih cepat.



Gambar 12. Gambar Gelombang Servo Saat Aktif

Berdasarkan Tabel 1, jika *motor servo* diberi perintah pada sudut 0° dan diberi tegangan sebesar 4.685V, maka hasilnya *motor servo* tersebut tidak bergerak. Jika

motor servo diberi perintah pada sudut 30° dan diberi tegangan sebesar 4.685V, maka hasilnya *motor servo* tersebut bergerak dan membentuk sudut 40°.

Tabel 1. *Servo* Saat aktif Pada Sudut Istimewa

Sudut	Tegangan	Terukur
0°	4.685V	0°
30°	4.685V	40°
45°	4.685V	55°

60°	4.685V	80°
90°	4.685V	110°

Sensor *infrared* terdiri dari beberapa komponen sebagai pendukungnya yaitu LED sebagai indikator jika sensor tersebut aktif, potensiometer sebagai pengatur jarak sensor tersebut aktif dan lain-lain yang komponen tersebut dihubungkan menjadi sensor modul *infrared*. Pada pengujian sensor *infrared* digunakan beberapa alat bantu, yaitu multimeter.

Mekanisme sensor *infrared* adalah mengirimkan sinar (Tx) infra merah ke bagian

depan, sementara itu disamping sumber infra merah diletakkan sensor (Rx) infra merah. Apabila di depan tidak ada benda atau rintangan, maka tidak akan ada sinar infra merah yang memantul ke sensor, tetapi apabila ada benda atau rintangan maka sinar infra merah akan memantul dan pantulan sinar ini akan terdeteksi oleh sensor infra merah, dan selanjutnya diolah melalui Arduino Uno dan Arduino Uno akan mengatur pergerakan motor.

Tabel 2 Sensor *Infrared* Saat Kondisi Tertentu

Kondisi	Tegangan
Terhalang	4.625V
Tidak Terhalang	0V

Berdasarkan Tabel 2, jika sensor *infrared* terhalang oleh benda maka akan bertegangan 4.625V, karena pada saat sensor *infrared* terhalang maka sensor akan bekerja. Pada sensor *infrared* tidak terhalang oleh benda maka akan bertegangan 0V, karena pada saat sensor *infrared* tidak terhalang maka sensor tidak akan bekerja.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada sistem parkir kendaraan dengan Radio Frequency Identification (RFID) berbasis Arduino UNO R3 dapat disimpulkan bahwa alat yang dibuat dapat

bekerja dengan baik serta dianalisa dan diuji untuk data-data yang diperlukan dalam penelitian. LCD menampilkan kapasitas dari area parkir pada setiap kendaraan yang akan masuk dan keluar area parkir. Jika motor servo diberi perintah pada sudut 0°, maka hasilnya motor servo tersebut tidak bergerak karena pada sudut tersebut motor servo diam ditempat atau posisi awal adalah 0°. Jika motor servo diberi perintah pada sudut 30°, maka hasilnya motor servo tersebut bergerak dan membentuk sudut 40°. Jika sensor *infrared* terhalang oleh benda maka akan aktif dan menghasilkan tegangan sebesar 4.685V. Pada saat sensor *infrared* tidak terhalang oleh benda tidak akan aktif dan menghasilkan

tegangan sebesar 0V. Pada pengujian RFID didapat gelombang yang isinya berupa data-data yang akan diolah dari RFID kepada Arduino Uno.

Sistem parkir kendaraan berbasis Arduino Uno menggunakan *Radio Frequency Identification* (RFID) dapat dikembangkan dengan menambahkan lokasi area parkir yang kosong untuk menghemat waktu pencarian tempat parkir. Selain itu dapat juga ditambahkan dengan kartu elektronik yang digunakan untuk membayar biaya parkir di seluruh area parkir. Pada penelitian lebih lanjut dapat dibuat sistem kendaraan yang dapat parkir sendiri sehingga kendaraan tersebut akan diparkirkan secara otomatis oleh sistem tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Juels, "RFID Security and Privacy: A Research Survey," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 24, no. 2, hal. 381 – 394, 2006.
- [2] A. A. A. Roossano dan J. Purnomo, "Desain dan prototipe kunci pintu otomatis menggunakan RFID berbasis Arduino Uno," *Jurnal Ilmiah Informatika dan Komputer*, vol. 21, no.2, hal. 86 – 93, 2016.
- [3] A. Kadir, *From Zero To a Pro Arduino*. Yogyakarta: Andi, 2015.
- [4] R. Alief, Darjat dan Sudjadi, "Pemanfaatan teknologi RFID melalui kartu identitas dosen pada prototipe sistem ruang kelas cerdas," *Jurnal Transmisi*, vol. 16, no. 2, hal. 62 – 68, 2014.
- [5] G. M. Pradipta, N. Nabilah, H. I. Islam, D. H. Saputra, S. Said, A. Kurniawan, H. Syafutra, S. N. Neiman, dan Irzaman, "Pembuatan prototipe sistem keamanan laboratorium berbasis Arduino Mega", Dalam *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, 2016, hal. 31 – 36.

PURWARUPA ALAT PENDETEKSI DETAK JANTUNG BERBASIS ATMEGA328

¹Ilham Muarif Ambary, ²Wahyu Kusuma Raharja

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri Universitas Gunadarma

Jl. Margonda Raya No. 100, Depok 16424, Jawa Barat

¹ilhammuarifa@student.gunadarma.ac.id, ²wahyukr@staff.gunadarma.ac.id

Abstrak

Jantung merupakan organ paling penting dalam tubuh manusia yang berfungsi untuk memompa darah ke seluruh tubuh. Berdasarkan pada kondisi tersebut kesehatan jantung manusia harus benar-benar diperhatikan. Salah satu cara untuk mengetahui kondisi kesehatan jantung adalah dengan mengetahui detak jantung per menit. Pada penelitian ini dibuat suatu purwarupa alat pendeteksi detak jantung. Purwarupa alat pendeteksi jantung ini berbasis ATmega328. Sensor yang digunakan adalah sensor pulse yang berfungsi untuk mengukur dan mendeteksi denyut jantung yang dihasilkan jantung. Selain itu digunakan mikrokontroler ATmega328 arduino pro mini yang akan mengolah sinyal yang masuk dan menampilkan data detak jantung per menit pada layar OLED. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terhadap 10 responden, purwarupa alat pendeteksi jantung ini memiliki kesalahan relatif rata-rata 0.32% yang dibandingkan dengan Pulse Oxymeter Elitech Mobile Fox 1. Berdasarkan pada kedua pengujian presisi, pengujian jari responden mempunyai rata-rata nilai RSD 1.48% sedangkan setiap jari tangan kanan dan kiri responden, memiliki nilai rata-rata masing-masing RSD 2.86% dan 5.02%.

Kata Kunci: ATmega328, detak jantung, pulse sensor

Abstract

The heart is the most important organ in the human body that functions to pump blood throughout the body. Based on these conditions human heart health must be really considered. One way to find out the condition of heart health is to know the heart rate per minute. In this research, a prototype of heart rate detector was made. This prototype of a heart detector is based on ATmega328. The sensor used is a pulse sensor that functions to measure and detect the heart rate produced by the heart. In addition, the ATmega328 arduino pro mini microcontroller is used to process incoming signals and display heart rate data per minute on the OLED screen. Based on testing that has been carried out on 10 respondents, this prototype heart detector has an average relative error of 0.32% compared to the Elitech Mobile Fox 1. Pulse Oxymeter each respondent's right and left fingers had an average value of 2.86% and 5.02%, respectively.

Keywords: ATmega32 8, heart rate, pulse sensor

PENDAHULUAN

Jantung merupakan pusat dari sistem peredaran darah manusia dan hewan lainnya [1]. Jantung merupakan organ paling penting dalam tubuh manusia yang berfungsi untuk mengontrol peredaran darah ke seluruh tubuh. Oleh karena itu kesehatan jantung harus dijaga. Untuk mengetahui kondisi jantung diperlukan alat yang dapat menghitung detak jantung. Penyakit jantung menjadi jenis penyakit mematikan dan menjadi penyebab kematian tertinggi di berbagai negara berkembang bahkan di negara maju sekalipun. Berdasarkan informasi detak jantung dapat diketahui jenis penyakit yang diderita oleh seseorang.

Perkembangan teknologi elektronika yang berhubungan dengan dunia medis saat ini semakin bertambah pesat. Banyak alat-alat kedokteran berbasis teknologi elektronika digunakan di rumah sakit. Salah satu diantaranya alat pendeteksi detak jantung. Penyakit jantung seringkali terlambat disadari oleh penderita karena merasa enggan untuk sekedar memeriksakan apakah tubuhnya sehat ataukah tidak. Seorang ahli kesehatan menyatakan bahwa diantara gejala-gejala penyakit jantung yang seringkali kurang mendapat perhatian adalah serangan jantung tidak khas dimana gejalanya adalah seperti masuk angin biasa.

Mahalnya alat kedokteran dan kurangnya waktu seseorang untuk melakukan pemeriksaan di rumah sakit menyulitkan seseorang untuk mengawasi kesehatan, terutama kesehatan jantung. Untuk itu

dibutuhkan alat sederhana yang memiliki kemudahan dalam pengoperasiannya dan dapat digunakan di rumah walaupun saat sedang beraktifitas. Hal ini memotivasi komunitas penelitian sehingga muncul alat-alat penunjang kesehatan untuk memonitoring kesehatan tubuh terutama jantung. Penelitian terdahulu mengenai alat untuk memonitoring detak jantung cukup banyak berkembang. Alat pengukur detak jantung telah dibuat menggunakan *pulse sensor* berbasis Arduino Uno R3. *Pulse sensor* akan mendeteksi detak jantung pada manusia dan kemudian data itu diproses oleh Arduino Uno R3. Pada saat proses perhitungan detak jantung telah selesai maka data dikomunikasikan secara serial dan dikirimkan melalui *bluetooth* menuju *smartphone* Android [2].

Penelitian lain mengenai pengukuran detak jantung juga telah berhasil menggunakan ujung jari. Jumlah detak jantung diukur menggunakan *fingertip pulse sensor*. Hasil pengukuran detak jantung akan ditampilkan pada LCD dengan ukuran 2×16. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh persentase *error* sebesar 3,51 % dibandingkan dengan hasil pengukuran manual oleh tenaga medis [3]. Pengukuran detak jantung juga telah berhasil dilakukan menggunakan ujung jari dengan hasil pengukuran selain ditampilkan pada layar LCD juga ditampilkan pada halaman *website* [4].

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan sebelumnya maka tujuan penelitian ini adalah membuat purwarupa alat

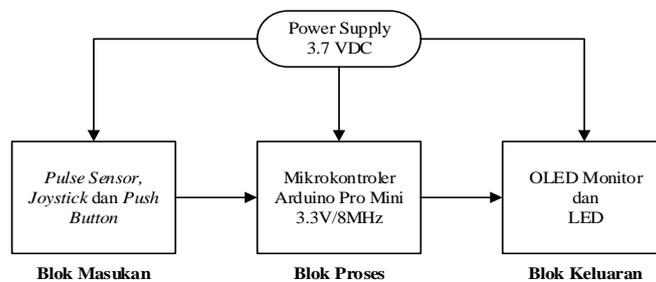
detektor detak jantung berbasis ATmega328. Pada penelitian ini juga menggunakan alat mikrokontroller mini guna mengurangi biaya dan menggunakan layar OLED untuk menampilkan *output* data menjadi lebih fleksibel [5].

METODE PENELITIAN

Blok Diagram Alat Detektor Detak Jantung Berbasis ATmega328

Secara keseluruhan proses pembuatan alat pendeteksi detak jantung berbasis

ATmega328” dibagi menjadi empat bagian utama, yaitu blok *power supply*, blok masukan, blok proses dan blok keluaran. Blok *power supply* terdiri dari tegangan baterai 3.7 VDC. Blok masukan terdiri dari dua komponen seperti *pulse sensor* dan *joystick*. Blok proses terdiri dari mikrokontroler Arduino pro mini 3.3V/8MHz. Blok keluaran terdiri dari OLED monitor dan LED. Blok diagram alat detektor detak jantung berbasis Atmega328 ditunjukkan pada Gambar 1.



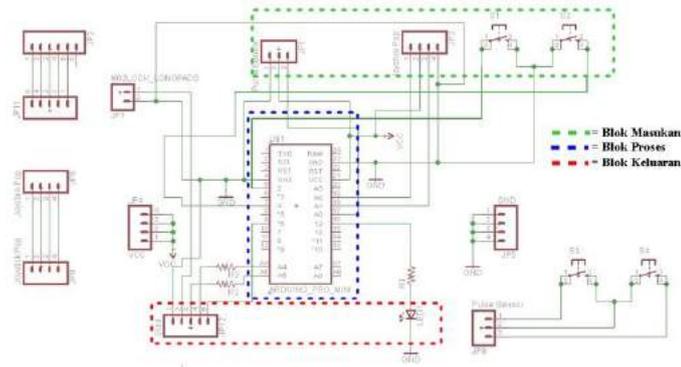
Gambar 1. Blok Diagram Alat Detektor Detak Jantung Berbasis ATmega328

Pada Gambar 1, blok diagram alat detektor detak jantung berbasis atmega328 dimana pada bagian *power supply* terdapat tegangan 3.7 VDC. Tegangan pada *power supply* akan disalurkan ke seluruh rangkaian pada blok masukan, rangkaian pada blok proses maupun rangkaian pada blok keluaran. Pada bagian blok masukan terdapat *pulse sensor* sebagai sensor untuk mendeteksi detak jantung yang kemudian mengirimkan pulsa pada Arduino. Pada bagian ini juga terdapat *joystick* untuk memilih tampilan yang ingin ditampilkan pada layar OLED. Pada bagian blok proses terdapat mikrokontroler Arduino yang berfungsi untuk memproses program

yang sudah dibuat dan diunggah ke perangkat Arduino tersebut. Arduino akan membaca tegangan yang dihasilkan dari *pulse sensor* kemudian ditampilkan menggunakan layar OLED. Pada bagian blok keluaran terdapat layar OLED dan indikator LED. Layar OLED berfungsi sebagai penampil berupa karakter tulisan, sedangkan LED akan berkedip untuk menunjukkan adanya detak jantung.

Rangkaian Alat Keseluruhan

Rangkaian alat keseluruhan diikuti gambar yang diperlihatkan pada blok masukan, blok proses, dan blok keluaran dari alat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian Alat Keseluruhan

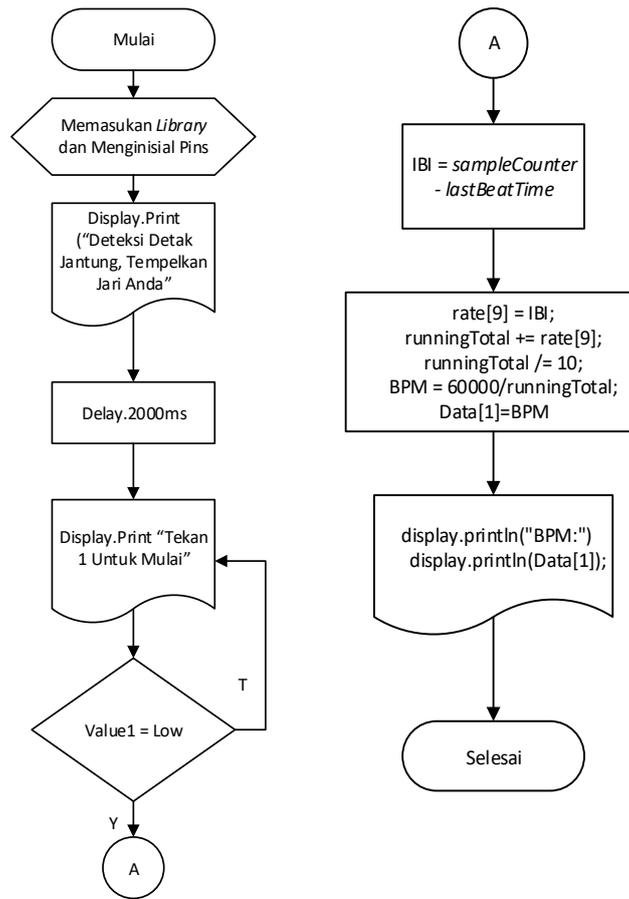
Pada Gambar 2 ditunjukkan gambar rangkaian alat keseluruhan. Rangkaian ini menggunakan tegangan 3.3V dari Arduino yang disuplai dengan baterai Li-Po 3.7V. Tegangan 3.3V digunakan untuk mengaktifkan komponen dalam rangkaian agar menghasilkan keluaran. Sensor yang digunakan berupa LED dari Kingbright (AM2520ZGC09) dan *photo sensor* dari Avago (APDS-9008). LED pada sensor berfungsi sebagai pemancar yang akan memantulkan cahaya ke ujung jari yang kemudian diterima oleh *photo sensor*. Nilai keluaran pada sensor bergantung pada pantulan cahaya yang diterima oleh *photo sensor*. Untuk memisahkan antara frekuensi yang dihasilkan detak jantung dengan frekuensi *noise* maka terdapat juga rangkaian filter aktif pada sensor yaitu *band pass filter*. Rangkaian ini akan melewatkan frekuensi yang diinginkan dan meredam frekuensi yang tidak diinginkan. Keluaran dari sensor terhubung ke pin A0 pada mikrokontroler Arduino Pro Mini. Sinyal keluaran dari sensor diproses berdasarkan program yang tertanam di dalam mikrokontroler Arduino Pro Mini.

Keluaran dari mikrokontroler ditampilkan pada layar OLED 128×64 piksel dan juga lampu indikator LED.

Flowchart Cara Kerja Alat

Flowchart yang ditunjukkan pada Gambar 3 memperlihatkan proses kerja alat detektor jantung berbasis ATmega328.

Pada Gambar 3 dijelaskan bahwa program harus menginisialisasi sesudah program dimulai. Inisialisasi proses digunakan untuk mendeklarasikan *library* dan menetapkan pin yang digunakan pada mikrokontroler, apakah digunakan sebagai masukan atau keluaran. Pada tahap berikutnya layar OLED akan menampilkan “Deteksi Detak Jantung, Tempelkan Jari Anda” pada baris pertama dan kedua. Kemudian ada *delay* waktu 2 detik sebelum layar OLED menampilkan “Tekan 1 Untuk Mulai”. Saat *push button* atau tombol 1 ditekan maka mikrokontroler akan memproses masukan dari *pulse sensor* yang dimasukkan dalam variabel “data[1]”. Kemudian layar OLED akan menampilkan “BPM” dan variabel “data[1]” pada baris kedua.

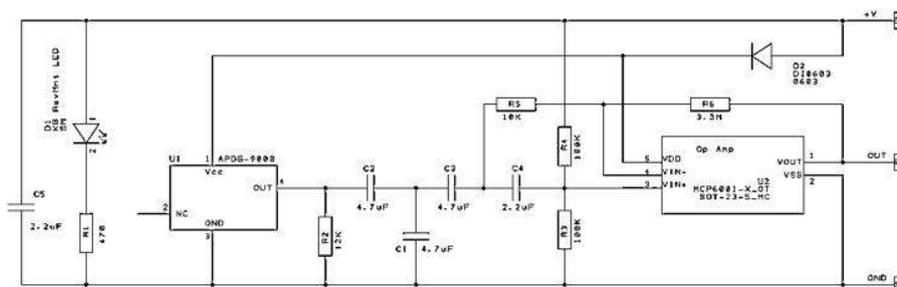


Gambar 3. Flowchart Cara Kerja Alat Detektor Detak Jantung Berbasis ATmega328

HASIL DAN PEMBAHASAN

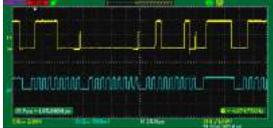
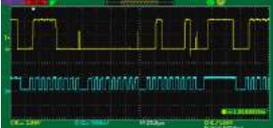
Pengujian Keluaran pada Rangkaian *Pulse Sensor* dan Keluaran pada pin SCL/SDA

Tujuan dari pengujian keluaran pada rangkaian *pulse sensor* adalah untuk mengetahui sinyal yang dihasilkan oleh rangkaian *pulse sensor* dan sinyal keluaran pin SCL/SDA pada layer OLED.



Gambar 4. Titik Pengambilan Data Pengujian Sensor

Tabel 1. Hasil Data Pengamatan dari Pulse Sensor

No.	Hasil	
	Pin A0	Pin SCL/SDA
1.		
2.		
3.		



Gambar 5. Titik Pengambilan Data Pengujian Layar OLED

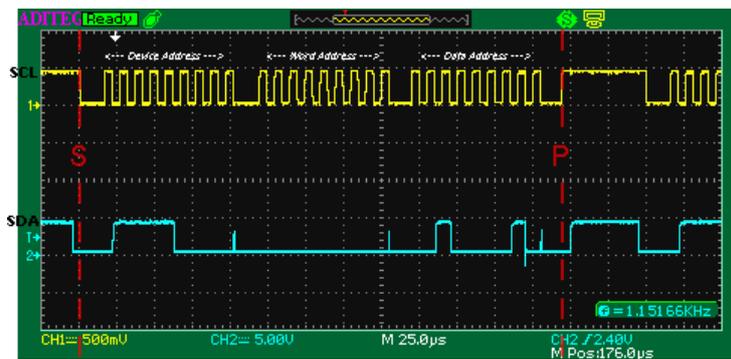
Pada Gambar 5 titik A merupakan serial data sedangkan titik B merupakan serial clock. Pengambilan data dilakukan dengan menghubungkan pin SCL/SDA ke osiloskop yang bertujuan untuk melihat hasil keluaran ketika alat mendeteksi detak jantung yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Data Pengamatan pada Pin A0

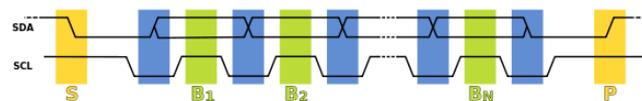
No.	Hasil	
	$F(Hz)$	$V_{pp}(V)$
01.00	01.35	01.48
02.00	01.37	02.52
03.00	01.10	03.08

Pada Tabel 2 ditunjukkan hasil keluaran frekuensi dan tegangan pada pin A0 yang ditampilkan pada osiloskop. Berdasarkan pengambilan data yang didapat, sinyal pada pin A0 dapat ditampilkan pada osiloskop

dikarenakan sinyal tersebut sudah melalui proses penguatan oleh rangkaian Op-Amp. Apabila tidak dikuatkan maka sinyal tidak akan tampil pada osiloskop.



Gambar 6. Hasil Pengambilan Data pada Pin SCL dan SDA



Gambar 7. Timing Diagram

Pada Gambar 6 dan Gambar 7 dijelaskan bahwa pengiriman data dimulai dengan dengan start (S), ditandai dengan sinyal rendah (low) SDA sedangkan sinyal SCL tetap dalam kondisi tinggi (high). Selanjutnya sinyal SDA menetapkan data bit pertama ketika sinyal SCL dalam keadaan rendah yang ditandai dengan garis berwarna biru. Data sampel diterima ketika sinyal SCL naik (hijau) untuk bit pertama (B1). Proses tersebut berulang saat sinyal SDA beralih sedangkan sinyal SCL rendah, dan data akan dibaca saat sinyal SCL naik (B2, Bn). Bit berhenti ditandai dengan (P) ketika sinyal SDA naik sedangkan sinyal SCL tetap dalam kondisi tinggi.

Akurasi dan Presisi pada Perhitungan Detak Jantung

Pengujian berikutnya adalah akurasi dan presisi pada perhitungan detak jantung. Akurasi adalah tingkat kedekatan suatu pengukuran dari jumlah yang didapat ke jumlah nilai yang sebenarnya. Presisi adalah tingkat sejauh mana hasil pengukurannya berulang dan menunjukkan hasil yang sama. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran dari alat yang telah dibuat dengan Pulse Oxymeter Elitech Mobile Fox 1. Perbandingan akan ditampilkan dalam bentuk persentase kesalahan dengan membandingkan berbagai pengukuran

(Δbpm) dengan pengukuran dari pulse (1).

oxymeter (oxbpm) seperti pada Persamaan $\%error = (\Delta bpm / oxbpm) \times 100\%$ (1)

Tabel 3. Hasil Tingkat Pengukuran Detak Jantung dari 10 Responen

No.	Nama	Jenis Kelamin/ Umur	Nilai BPM	Nilai Oxymeter	Kesalahan Relatif (%)
1	Ilham	L/25	71	71	0
2	Murtedjo	L/21	97	97	0
3	Nanda	L/21	78	78	0
4	Rizky	L/21	85	85	0
5	Martinus	L/21	90	90	0
6	Oka	L/22	83	83	0
7	Cicih	P/56	87	88	1,13
8	Dwi	L/22	106	107	0,93
9	Bowo	L/22	87	86	1,16
10	Rahmad	L/22	89	89	0
Kesalahan relatif rata-rata (%)					0,32

Pada Tabel 3 ditunjukkan hasil pengukuran dari 10 responden. Hasil tersebut berbeda-beda pada setiap orang karena kondisi dan umur responden. Berdasarkan tabel data, hasil perbandingan antara sensor detak jantung dan oxymeter mempunyai kesalahan relatif rata-rata 0.32%. Beberapa kesalahan relative rata-rata dari responden cukup kecil karena pengukuran diambil dalam 10 detik. Karena itu jika perbedaan yang dihasilkan cukup kecil.

Pengujian presisi dilakukan dua kali. Pengujian langkah pertama detak jantung dari tiga responden sebanyak lima kali. Nilai presisi pada setiap pengukuran jari dapat diperoleh menggunakan relative standard deviation (RSD). RSD adalah statistik

pengukuran yang menggambarkan penyebaran data sehubungan dengan nilai rata-rata dan hasil dinyatakan sebagai persentase. Formula untuk menentukan RSD diberikan pada Persamaan (2) dan Persamaan (3).

$$s = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

(2)

$$RSD = \frac{s}{\bar{x}} \times 100\%$$

(3)

Pengujian presisi satu jari dilakukan oleh pengukuran sensor detak jantung dari tiga responden pada jari telunjuk mereka. Pengujian dilakukan sepuluh kali untuk setiap respondennya.

Tabel 4. Hasil Pengukuran dengan Satu Jari

No.	Pengujian Responden ke-1	Pengujian Responden ke-2	Pengujian Responden ke-3
1	82	86	94
2	78	82	94
3	79	84	94
4	86	84	94
5	84	82	93
6	87	80	94
7	80	76	92
8	77	84	92
9	86	84	91
10	82	85	93
RSD (%)	1,48	3,51	1,18

Berdasarkan data pada Tabel 4, RSD Pengujian presisi kedua dilakukan dengan pada pengujian responden ke-1 adalah 1.48%, mengukur semua jari tangan responden. pengujian responden ke-2 adalah 3.51%, Pengujian dilakukan lima kali pada setiap pengujian responden ke-3 adalah 1.18%. jari.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Jari Tangan Kanan

Kanan	1	2	3	4	5	STDEV	RSD (%)
Ibu Jari	86	84	87	80	77	4,21	5,08
Telunjuk	86	82	84	84	82	1,67	2
Jari Tengah	78	78	86	81	84	3,58	4,4
Jari Manis	77	81	78	78	78	1,52	1,93
Kelingking	78	79	78	78	77	0,71	0,91
Rata-rata						2,34	2,86

Tabel 6. Hasil Pengukuran Jari Tangan Kiri

Kiri	1	2	3	4	5	STDEV	RSD (%)
Ibu Jari	83	80	77	88	79	4,28	5,26
Telunjuk	80	76	84	84	85	3,77	4,61
Jari Tengah	76	81	84	83	84	3,36	4,12
Jari Manis	76	83	87	88	78	5,32	6,46
Kelingking	78	84	84	89	84	3,9	4,65
Rata-rata						4,13	5,02

Berdasarkan data pada Tabel 5 dan Tabel 6, rata-rata RSD dari jari tangan kanan adalah 2.86% dan untuk jari tangan kiri adalah 5.02%. Nilai RSD yang kecil akan menghasilkan nilai rata-rata yang lebih baik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pemilihan Arduino didasarkan atas kemudahan pemasangan perangkat keras lain seperti pulse sensor, joystick, push button, dan layar OLED. Penelitian ini telah berhasil membuat purwarupa alat detektor detak jantung yang dapat ditampilkan pada layar OLED. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terhadap sepuluh responden, perangkat memiliki kesalahan relatif rata-rata 0.32% yang dibandingkan dengan Pulse Oxymeter Elitech Mobile Fox 1. Berdasarkan pada kedua pengujian presisi, pengujian jari responden mempunyai rata-rata nilai RSD 1.48%. Pengukuran tambahan juga dilakukan pada setiap jari tangan kanan dan kiri responden, pengukuran jari tangan kanan memiliki rata-rata nilai RSD 2.86% dan untuk tangan kiri adalah 5.02%.

Terdapat beberapa pengembangan yang dapat dilakukan untuk membuat alat menjadi lebih baik. Pengembangan purwarupa dapat dilakukan dengan membuat purwarupa dalam bentuk aplikasi *mobile* atau dapat diakses melalui web. Selain itu, pengembangan purwarupa dapat dilakukan dengan menambahkan grafik kardiograf pada layar

OLED dan fitur untuk mendeteksi penyakit aritmia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. C. Pearce, *Anatomy and physiology for paramedics*. Jakarta: Gramedia, 2007.
- [2] G. W. Wohingati dan A. Subari, "Alat pengukur detak jantung menggunakan pulsesensor berbasis Arduino Uno R3 yang diintegrasikan dengan bluetooth," *Jurnal Gema Teknologi*, vol. 17, no. 2, hal. 65 – 71, 2013.
- [3] W. Kusuma dan S. Frandika, "Alat pengukur jumlah detak jantung berdasar aliran darah ujung jari," Dalam Prosiding Seminar Ilmiah Nasional Komputer dan Sistem Intelijen (KOMMIT 2014) Universitas Gunadarma, 2014, hal. 425 – 431.
- [4] R. S. Kusuma, F. Akbaruddin, U. Fadlilah, dan M. Pamungkasty, "Prototipe alat monitoring kesehatan jantung berbasis IoT," *Jurnal Emitor*, vol.18, no. 1, hal. 18–22, 2018.
- [5] A. Vaishampayan, D. H. Shah, dan T. V. Shah, "OLED revolution," *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering (IJARCCE)*, vol. 5, no. 7, hal. 570–573, 2016.

PENGEMBANGAN APLIKASI *E-HERITAGE* BANTEN BERBASIS *MOBILE VIRTUAL REALITY* (STUDI KASUS: MASJID CARINGIN BANTEN)

¹PRATAMA AGUNG SUMIRAT, ²MIFTAH ANDRIANSYAH

^{1,2}jurusan Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknik Multimedia Cendekia Abditama Kompleks Pendidikan Islamic Village, Jl. Islamic Raya, Kelapa Dua, Tangerang, Banten
¹pratama@cendekia.ac.id, ²miftah@cendekia.ac.id

Abstrak

Masjid Caringin merupakan salah satu bukti peninggalan sejarah di Banten yang dapat dijadikan pustaka digital sehingga masyarakat mengetahui tentang bangunan bersejarah. Perkembangan teknologi virtual reality membuka peluang dalam pembelajaran peninggalan bangunan bersejarah seperti masjid Caringin Banten menggunakan teknologi virtual reality. Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu aplikasi e-heritage menggunakan teknologi virtual reality dalam mengenalkan masjid Caringin Banten. Aplikasi dapat dijalankan di perangkat mobile berbasis Android. Pembuatan objek tiga dimensi menggunakan perangkat lunak Blender. Objek tiga dimensi yang dibuat pada penelitian ini yaitu menara, bangunan mihrab, makam, sumur, dan gerbang masjid. Pembuatan aplikasi virtual reality menggunakan Unity. Berdasarkan hasil pengujian blackbox, semua fungsi pada aplikasi dapat berjalan dengan baik di perangkat mobile berbasis Android. Spesifikasi minimum perangkat mobile sehingga aplikasi dapat berjalan dengan baik yaitu minimum RAM 1 GB, memiliki sensor gyroscope, versi Android Kit Kat 4.4, dan ukuran layar 4.5". Hasil uji coba pengguna menunjukkan bahwa aplikasi berhasil dalam mengenalkan masjid Caringin Banten kepada pengguna.

Kata kunci: *Android, e-heritage, masjid Caringin Banten, virtual reality*

Abstract

Caringin Mosque is a proof of historical heritage in Banten that can be used as a digital library so that people know about historical buildings. The development of virtual reality technology opens opportunities in learning heritage of historic buildings such as the Banten Caringin mosque using virtual reality technology. This study aims to create an e-heritage application using virtual reality technology in introducing the Caringin Mosque in Banten. The application can be run on Android-based mobile devices. Making three-dimensional objects using Blender software. Three-dimensional objects created in this study are towers, mihrab buildings, tombs, wells, and mosque gates. Making virtual reality applications using Unity. Based on the blackbox test results, all functions on the application can run well on Android-based mobile devices. The minimum specifications of a mobile device so that the application can run well is a minimum of 1 GB RAM, has a gyroscope sensor, Android Kit Kat version 4.4, and a 4.5 "screen size. The user trial results show that the application was successful in introducing the Caringin Banten Mosque to users.

Keywords : *Android, Caringin Banten mosque, e-heritage, virtual reality*

PENDAHULUAN

Masjid Salafiah Caringin atau masjid Caringin merupakan salah satu bukti peninggalan sejarah di Desa Caringin, Kecamatan Labuan, Kabupaten Pandeglang. Masjid Caringin didirikan pada tahun 1884. Masjid Caringin terletak tidak jauh dari pantai Carita. Masjid tersebut menjadi pusat syiar agama Islam dan menjadi basis perjuangan rakyat Banten. Masjid Caringin sampai saat ini masih digunakan untuk beribadah dan menjadi destinasi wisata sejarah sekaligus wisata religius di Banten. Warga sekitar masih menggunakannya untuk beribadah sehari-hari. Wisatawan juga banyak berdatangan ke masjid tersebut.

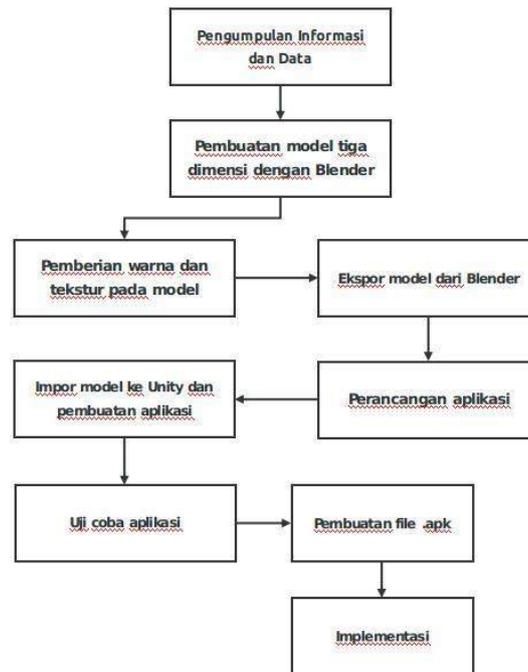
Pembelajaran mengenai bangunan-bangunan bersejarah di Indonesia sangat diperlukan sehingga kelestarian bangunan-bangunan bersejarah tersebut dapat terus dijaga. Perkembangan teknologi *virtual reality* membuka peluang pada berbagai bidang untuk diterapkan teknologi tersebut. Salah satunya ialah dalam pembelajaran peninggalan bangunan bersejarah seperti masjid Caringin Banten menggunakan teknologi *virtual reality*. *Virtual reality* (VR) adalah teknologi yang dibuat sehingga pengguna dapat berinteraksi dengan suatu lingkungan yang disimulasikan oleh komputer (*computer-simulated environment*). Suatu lingkungan sebenarnya yang ditiru atau benar-benar suatu lingkungan yang hanya ada dalam imajinasi [1].

Teknologi VR dapat digunakan dan sudah diimplementasikan di berbagai bidang, seperti kedokteran [2], pendidikan [3,4], arsitek [5], hiburan [6] dan pariwisata [7]. Teknologi *virtual reality* dapat digunakan sebagai alat bantu terapi pada penderita acrophobia. Berdasarkan hasil pengujian pada aplikasi tersebut, performa simulasi dapat berjalan dengan baik pada *smartphone* yang memiliki resolusi 1920×1080 [2]. Pada bidang pendidikan, pemanfaatan teknologi 3D *virtual reality* digunakan sebagai media pembelajaran matematika pada tingkat Sekolah Dasar dan pembelajaran perkalian [3,4]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Asfari, Setiawan, dan Sani, teknologi *virtual reality* digunakan dalam pembuatan aplikasi tata ruang gedung Graha ITS Surabaya. Dengan adanya aplikasi ini, calon pengguna gedung Graha ITS dapat mengetahui luas gedung dan tata ruang gedung tanpa harus datang ke lokasi gedung [5]. Penggunaan *virtual reality* dalam pembuatan aplikasi permainan "Robot Run" telah diteliti oleh Stephen, Gunawan dan Hansun. Hasil uji coba pengguna menunjukkan bahwa pengguna puas dengan aplikasi permainan *virtual reality* tersebut [6]. Penelitian yang dilakukan oleh Yuliana dan Lisdianto menggunakan teknologi *virtual reality* dalam pembuatan aplikasi *virtual tour* objek wisata di *Stone Garden* kabupaten Bandung Barat. Dengan adanya aplikasi tersebut dapat dijadikan sebagai media promosi pariwisata objek wisata *Stone Garden* di kabupaten Bandung Barat [7].

Oleh karena itu, pada penelitian ini dibuat aplikasi *virtual reality* masjid Caringin Banten agar menambah pustaka digital tentang warisan bersejarah di Banten. Aplikasi yang dibuat pada penelitian ini dapat dijalankan di perangkat *mobile* berbasis Android.

METODE PENELITIAN

Dalam pembuatan aplikasi *virtual reality* masjid Caringin Banten terdiri dari beberapa tahapan. Tahapan pembuatan aplikasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Pembuatan Aplikasi *Virtual Reality*

Pada tahap awal dilakukan pengumpulan informasi dan data yang berkaitan dengan masjid Caringin Banten, pembuatan model bangunan, dan teknologi *virtual reality* yang didapat dari buku-buku, jurnal maupun media lainnya seperti internet. Informasi dan data mengenai masjid yang dikumpulkan yaitu sejarah, bentuk masjid, tempat wudhu hingga gerbang.

Tahap selanjutnya dilakukan pembuatan model tiga dimensi masjid Caringin Banten dengan menggunakan Blender. Model yang dibuat yakni menara, sisa bangunan mihrab,

makam, sumur hingga gerbang. Setelah semua pembuatan model masjid Caringin Banten selesai, kemudian pemberian warna dan tekstur pada masing masing model dari bangunan di Blender. Warna diberikan sesuai aslinya, agar terlihat sama antara model tiga dimensi dengan aslinya. Model yang telah selesai dibuat di Blender lalu di-eksport dalam format .fbx agar model dapat di-eksport ke *game engine* Unity dengan baik.

Pada tahap perancangan aplikasi dibuat *activity diagram* yang menggambarkan berbagai alir aktivitas yang terdapat pada aplikasi.

Selanjutnya dilakukan *import* model ke Unity dan pembuatan aplikasi *virtual reality* menggunakan Unity. Setelah aplikasi selesai dibuat, selanjutnya dilakukan uji coba aplikasi. Uji coba aplikasi dilakukan untuk menguji apakah masih terdapat kesalahan pada aplikasi *virtual reality* masjid Caringin Banten yang telah dibuat secara langsung di Unity. Uji coba aplikasi menggunakan pengujian *blackbox* dan uji coba pengguna. Selanjutnya, dilakukan pembuatan file ekstensi aplikasi. Tahap akhir dari pembuatan aplikasi yaitu implementasi aplikasi *virtual reality*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aplikasi yang dibuat pada penelitian ini merupakan aplikasi *virtual reality* sebuah

bangunan Masjid Caringin Banten berbasis Android. Pengguna dapat melihat gambaran dan masuk ke dalamnya di dunia *virtual* tiga dimensi dengan panorama 360 derajat. Pada aplikasi ini digunakan gerakan kepala untuk melihat sekeliling, dan menunduk dengan ukuran 30 derajat ke bawah untuk berjalan.

Desain pemodelan objek tiga dimensi dibuat menggunakan perangkat lunak Blender. Selanjutnya diolah menggunakan perangkat lunak Unity. Dengan fitur Unity, pengguna dapat mengontrol objek sehingga memberikan respon dari suatu kondisi dan kejadian tertentu, seperti dapat berjalan serta menoleh ke kanan dan kiri sesuai dengan keinginan pengguna. Spesifikasi minimum *smartphone* yang dibutuhkan untuk menjalankan aplikasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Minimum *Smartphone* untuk Menjalankan Aplikasi

Versi Android	RAM	Sensor	Ukuran Layar
Kit Kat 4.4 (API 19)	Minimum 1 GB	<i>Gyroscope</i>	4.5"

Jika spesifikasi minimum *smartphone* pada Tabel 1 telah terpenuhi maka aplikasi dapat berjalan. Aplikasi dapat dijalankan dengan menyalin *file .apk* yang tersimpan di *folder project* Unity ke ponsel, lalu dilakukan instalasi. Setelah instalasi selesai, aplikasi dapat langsung dijalankan.

Implementasi awal dilakukan pada perangkat Smartphone Asus Zenfone 6 dengan spesifikasi yaitu OS Lollipop (5.0), CPU Dual-core 2.0 GHz, 2 GB RAM, dan layar 720 x 1280 piksel. Uji coba yang dilakukan pada

aplikasi ini akan memberikan gambaran dari setiap *scene* yang ada pada aplikasi. Pada tahap ini uji coba dilakukan dengan metode pengujian *blackbox*. Metode pengujian *blackbox* secara langsung memeriksa untuk mengetahui fungsi-fungsi yang diharapkan seperti *output* dihasilkan secara benar dari *input*, dan mengujinya apakah akan menjalankan fungsi-fungsi tersebut secara tepat. Hasil pengujian aplikasi *virtual reality* Masjid Caringin Banten menggunakan metode *blackbox* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian *Blackbox* Aplikasi

No	Fungsi	Output	Hasil Uji Coba
1.	Menampilkan Menu Utama	Tampilan menu dengan gambar latar belakang masjid Caringin Banten, Logo STTC dan Provinsi Banten, serta empat tombol	Berhasil
2.	Menampilkan <i>Scene Virtual Reality</i>	Menampilkan <i>scene virtual reality</i> dimana pengguna dapat melihat sekitar	Berhasil
3.	Bergerak Maju	Menggerakkan pengguna ketika perangkat	Berhasil
4.	Menampilkan Menu Sejarah	Menampilkan menu sejarah yang dapat dilakukan <i>scroll</i> pada teksnya	Berhasil
5.	Menampilkan Menu Tentang Aplikasi	Menampilkan menu tentang aplikasi	Berhasil
6.	Keluar dari Aplikasi	Keluar dari aplikasi dan aplikasi selesai dijalankan	Berhasil

Pada uji coba pengguna aplikasi, responden mengenai instalasi aplikasi dapat aplikasi diberikan kepada 10 (sepuluh) orang dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3, untuk dilakukan instalasi pada perangkat 90% responden berhasil melakukan instalasi Android masing-masing. Setelah instalasi, aplikasi dan 10% tidak berhasil melakukan pengguna diminta untuk mengisi formulir instalasi aplikasi. Hal tersebut berarti, 9 orang yang berisi beberapa pertanyaan. Pertanyaan berhasil melakukan instalasi aplikasi dan 1 pertama ialah apakah aplikasi dapat orang tidak berhasil melakukan instalasi diinstalasi atau tidak. Hasil jawaban aplikasi.

Tabel 3. Hasil Jawaban Responden Mengenai Instalasi Aplikasi

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah aplikasi berhasil diinstalasi?	90%	10%

Pertanyaan selanjutnya bagi responden aplikasi. Hasil jawaban responden terhadap 5 yang berhasil melakukan instalasi yaitu pertanyaan yang diberikan dapat dilihat pada melakukan penilaian mengenai aplikasi. Tabel 4. Nilai dengan bobot 1 untuk yang Terdapat 5 buah pertanyaan mengenai terburuk dan bobot 5 untuk yang terbaik.

Tabel 4. Hasil Penilaian Responden Mengenai Aplikasi

No	Pertanyaan	Bobot				
		1	2	3	4	5
1.	Menu dapat berfungsi dengan baik			3	4	2
2.	Aplikasi virtual reality berfungsi dengan baik	1		2	4	2
3.	Aplikasi mudah digunakan			2	2	5

4. Objek yang dibuat menyerupai aslinya	1	1	1	6	
5. Puas dengan aplikasi		1	1	3	4

Berdasarkan hasil penilaian responden mengenai aplikasi pada Tabel 4, selanjutnya dihitung persentase dari keseluruhan pertanyaan. Setiap bobot dikali 2,2 agar mendekati nilai

100%, dikarenakan responden yang berhasil melakukan instalasi berjumlah 9 (sembilan) orang. Persentase penilaian responden mengenai aplikasi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Coba Pengguna Aplikasi

Bobot	Keterangan	Persentase (%)
1	Sangat Buruk	4,4
2	Buruk	4,4
3	Cukup	19,9
4	Baik	41,8
5	Sangat Baik	28,6

Setelah uji coba aplikasi dilakukan, dilakukan pula uji coba manfaat aplikasi, untuk mengetahui apakah aplikasi dapat mencapai

tujuan yakni memberikan pengenalan tentang masjid Caringin Banten. Hasil uji coba manfaat aplikasi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Coba Manfaat Aplikasi

No.	Pertanyaan	Ya	Mungkin	Tidak
1.	Sebelumnya sudah mengetahui tentang masjid Caringin Banten?	88,89%	0	11,11%
2.	Mengetahui tentang Masjid Caringin Banten setelah menggunakan aplikasi?	77,78%	22,22%	0

KESIMPULAN DAN SARAN

Aplikasi *virtual reality* masjid Caringin Banten berbasis Android berhasil dibuat dan dapat berjalan dengan baik. Teknologi *virtual reality* pada aplikasi ini dapat menjadi media pengenalan serta pembelajaran bangunan bersejarah, dalam hal ini Masjid Caringin Banten. Berdasarkan hasil pengujian *blackbox*, semua fungsi pada aplikasi dapat berjalan dengan baik di perangkat *mobile* berbasis Android. Spesifikasi minimum

perangkat *mobile* sehingga aplikasi dapat berjalan dengan baik yaitu minimum RAM 1 GB, memiliki sensor *gyroscope*, versi Android Kit Kat 4.4, dan ukuran layar 4.5". Hasil uji coba pengguna menunjukkan bahwa aplikasi berhasil dalam mengenalkan masjid Caringin Banten kepada pengguna.

Aplikasi yang dibuat masih memiliki kekurangan sehingga perlu dilakukan perbaikan dan pengujian dengan berbagai jenis perangkat Android agar berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. K. Nesamalar dan G. Ganesan, "An introduction to virtual reality techniques and it's application," *International Journal of Computing Algorithm*, vol. 1, no. 2, hal. 59 – 62, 2012.
- [2] G. A. Putra, R. Kridalukmana, dan K. T. Martono, "Pembuatan simulasi 3D virtual reality berbasis Android sebagai alat bantu terapi acrophobia," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 5, no. 1, hal. 29 – 36, 2017.
- [3] Sulistyowati dan A. Rachman, "Pemanfaatan teknologi 3D virtual reality pada pembelajaran matematika tingkat sekolah dasar," *Jurnal Ilmiah NERO*, vol. 3, no.1, hal. 37 – 44, 2017.
- [4] C. P. Larashati dan E. Lumba, "Pengembangan program aplikasi untuk membantu menghafal perkalian menggunakan teknologi virtual reality berbasis Android," *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi (SEMNASTEK)*, 2017.
- [5] U. Asfari, B. Setiawan, dan N. A. Sani, "Pembuatan aplikasi tata ruang tiga dimensi gedung serba guna menggunakan teknologi virtual reality [studi kasus: Graha ITS Surabaya]," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 1, no. 1, hal. A540 – A544, 2012.
- [6] F. Stephen, D. Gunawan, dan S. Hansun, "Rancang bangun aplikasi permainan edukasi berbasis virtual reality menggunakan google cardboard," *Jurnal Sistem Informasi*, vol. 5, no. 5, hal. 496 – 503, 2016.
- [7] A. Yuliana dan E. Lisdianto, "Aplikasi virtual tour sebagai media promosi objek wisata di Stone Garden kabupaten Bandung Barat," *Jurnal Ilmiah Manajemen Informatika dan Komputer*, vol. 1, no. 1, hal. 19 – 24, 2017.

APLIKASI SISTEM LACAK KENDARAAN BERBASIS ANDROID MENGGUNAKAN ARDUINO UNO DAN MODUL SIM808

¹Dicka Ariptian Rahayu, ²Rifki Kosasih

^{1,2}Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri Universitas Gunadarma

Jl. Margonda Raya No. 100, Depok 16424, Jawa Barat

¹dickaariptian@gmail.com, ²rifki_kosasih@staff.gunadarma.ac.id

Abstrak

Sering terjadinya pencurian kendaraan bermotor membuat pemilik harus lebih berhati-hati dalam memarkirkan kendaraannya. Selain itu dibutuhkan alat tambahan pengamanan kendaraan yang diparkir seperti kunci ganda dan alarm. Akan tetapi, alarm tidak selalu aktif setiap waktu sehingga pencurian bisa tetap terjadi. Jika pencurian terjadi, dibutuhkan Sistem Lacak Kendaraan untuk melacak posisi kendaraan yang telah dicuri. Pada penelitian ini dibuat prototipe sistem lacak kendaraan yang terdiri dari alat pelacak, aplikasi mobile dan web server. Alat pelacak untuk melacak posisi pada kendaraan bermotor yang terhubung dengan web server dan aplikasi mobile menampilkan informasi data dari web server di smartphone pemilik. Alat pelacak terdiri dari 2 komponen utama yaitu Arduino Uno dan Modul SIM808. Alat pelacak ini menerima data dari satelit dan mengirimkan data tersebut berupa koordinat latitude dan longitude ke web server melalui protokol HTTP dengan jaringan internet. Web server menyimpan dan mengolah data ke dalam bentuk JSON dan menyediakan layanan API web services yang dibuat menggunakan PHP Native serta digunakan oleh aplikasi mobile. Aplikasi mobile dibuat berbasis Android dan menggunakan kerangka kerja Ionic. Pada aplikasi ini, data posisi kendaraan terbaru dapat secara otomatis terbaharui apabila data API dari web server merupakan data baru.

Kata Kunci: Arduino Uno, SIM808, sistem lacak

Abstract

Frequent theft of motorized vehicles makes the owner must be more careful in parking their vehicles. In addition, additional tools are needed to secure parked vehicles such as alarms. However, the alarm is not always active every time so theft can still occur. If theft occurs, a Vehicle Tracking System is needed to track the position of the stolen vehicle. In this research we propose to make a prototype of a vehicle tracking system consisting of a tracking device, a mobile application and a web server. A tracking device to track the position of the motorized vehicle connected to the web server and the mobile application displays data information from the web server on the owner's smartphone. The tracking device consists of 2 main components namely Arduino Uno and SIM808 Module. This tracking device receives data from satellites and sends the data in the form of latitude and longitude coordinates to the web server via the HTTP protocol with the internet network. Web servers store and process data into JSON forms and provide API web services that are created using PHP Native and used by mobile applications. The mobile application is based on Android and uses the Ionic framework. In this application, the latest vehicle position data can be automatically updated if the API data from the web server is new data.

Keywords: Arduino Uno, SIM808, tracking system

PENDAHULUAN

Pencurian kendaraan bermotor merupakan kejadian yang cukup sering terjadi. Salah satu contoh tempat yang sering terjadi peristiwa pencurian kendaraan bermotor adalah tempat parkir supermarket, sekolah, rumah sakit atau bahkan di tempat ibadah. Banyak kendaraan bermotor khususnya sepeda motor yang masih belum dilengkapi sistem pengaman yang memadai. Cara yang biasa dilakukan oleh pemilik kendaraan bermotor hanya menggunakan kunci ganda ataupun alarm. Namun dalam pemakaiannya, kunci ganda memiliki kelemahan pemilik enggan memasangnya terutama jika kendaraan yang diparkir hanya dalam waktu sebentar.

Pengamanan kendaraan bermotor lainnya adalah menggunakan alarm. Alarm ini akan berbunyi apabila kendaraan terguncang, bahkan beberapa alarm dapat berbunyi hanya dengan memukul jok kendaraan. Salah satu kelemahan alarm karena pemilik tidak tahu pasti bahwa kendaraan benar dicuri atau ketidaksengajaan orang sekitar yang memukul kendaraan tersebut. Hal ini membuat panik pemilik kendaraan yang harus pergi melihat kendaraan di tempat parkir. Bunyi alarm akan menjadi acuan pemilik untuk memastikan kendaraannya hilang atau tidak. Jika pemilik tidak mendengar bunyi alarm maka kendaraan akan hilang begitu saja tanpa jejak. Pemilik pun tidak dapat melacak posisi kendaraan dan harus melapor ke pihak kepolisian. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem lacak kendaraan

untuk melacak posisi kendaraan yang telah dicuri.

Pada penelitian ini diusulkan sistem lacak kendaraan menggunakan mikrokontroler Arduino. Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler [1]. Alat pelacak yang digunakan untuk penelitian ini meliputi Arduino Uno R3, Modul SIM808, dan beberapa komponen penunjang dan software pendukung. Arduino Uno R3 digunakan sebagai pengontrol rangkaian elektronik, menanamkan program, dan menghubungkan modul SIM808 serta komponen penunjang lainnya. Arduino ini menggunakan chipset ATmega328 dimana mempunyai memori untuk menanamkan program agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output sesuai yang diinginkan. Jadi mikrokontroler bertugas sebagai 'otak' yang mengendalikan input, proses dan output sebuah rangkaian elektronik. Modul SIM808 digunakan untuk menerima dan mengirim data yang telah didukung jaringan GSM/GPRS *Quad-Band* dan menggabungkan teknologi GPS untuk navigasi satelit [2,3].

Beberapa penelitian telah dilakukan dengan menggunakan Arduino seperti penelitian mengenai pendeteksian kecelakaan kendaraan berbasis Arduino menggunakan protokol CAN yang dilakukan oleh Shanmathi dan Kamalanathan. Penelitian ini membahas tentang sistem keamanan saat mengemudi kendaraan

dengan menggunakan CAN (Control Area Network) *Protocol* dimana sistem ini akan mendeteksi hal-hal yang akan menyebabkan terjadinya kecelakaan dan mengirimkan sinyal ultrasonik untuk memperingatkan pengemudi sehingga pengemudi dapat mengantisipasi kecelakaan. Sistem ini didukung dengan beberapa alat dan sensor, yaitu mikrokontroler Arduino, sensor alkohol, sensor benturan, sensor ultrasonik dan sensor kecepatan. Sistem akan mendeteksi jarak antar kendaraan saat di jalan, kecepatan yang dibutuhkan untuk berkendara pada saat tertentu, menutup pintu mobil sebelum pergi berkendara dan keberadaan uap alkohol di dalam kendaraan [4].

Adapun penelitian lain yang menggunakan Arduino, yaitu penelitian mengenai sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis Arduino yang dilakukan oleh Devika, Khamuruddeen, Khamurunnisa, Thota, dan Shaik. Sistem ini didukung dengan beberapa alat dan sensor, yaitu mikrokontroler Arduino Uno R3, sensor kelembaban, pompa air, *servo* dan *power supply*. Sistem akan menyiram tumbuhan dengan otomatis saat sensor kelembaban mengukur tingkat kelembaban di dalam tanah dan mengirimkan sinyal ke Arduino jika penyiraman diperlukan. Pompa air untuk memasok air untuk tumbuhan sampai tingkat kelembaban yang diinginkan tercapai. *Servo* untuk menggerakkan atau memutar saat terjadi penyiraman sehingga penyiraman

dapat merata. *Power supply* untuk memasok kebutuhan listrik dari setiap komponen [5].

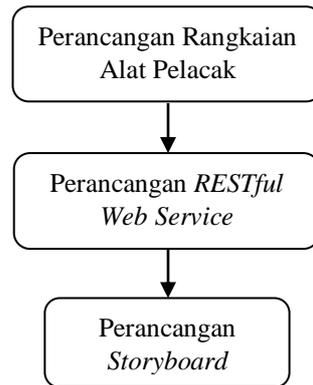
Beberapa penelitian telah dilakukan menggunakan Ionic sebagai kerangka kerja untuk membuat aplikasi *smartphone*, yaitu aplikasi informasi gempa bumi berbasis Android oleh Sudrajat. Tujuan pembuatan aplikasi informasi gempa bumi ini yaitu untuk membangun aplikasi informasi gempa bumi berbasis *platform* Android, memberikan informasi dengan cepat apabila pengguna yang menggunakan *smartphone* Android dan masyarakat Indonesia dapat mengetahui informasi gempa bumi tanpa harus mengakses *website* resmi BMKG. Aplikasi ini mempercepat penyaluran data gempa bumi kepada masyarakat Indonesia yang menggunakan *smartphone* Android. Pada aplikasi informasi ini, data gempa bumi terbaru dapat secara otomatis terbaharui apabila data API BMKG memberikan data gempa bumi terbaru. Pembuatan aplikasi informasi gempa bumi ini menggunakan kerangka kerja Ionic [6].

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, pada penelitian ini dibuat prototipe sistem lacak kendaraan menggunakan Arduino Uno dan modul SIM808 berbasis Android yang dibuat menggunakan kerangka kerja Ionic pada *smartphone*. Penelitian ini bertujuan agar pemilik kendaraan mendapatkan informasi posisi kendaraan dan dapat melacak posisi kendaraan yang telah hilang atau dicuri.

METODE PENELITIAN

Prototipe Sistem Lacak Kendaraan dirancang dengan beberapa tahap yang dapat dilihat pada Gambar 1.

Pada Gambar 1, tahapan pertama perancangan sistem lacak kendaraan adalah perancangan rangkaian alat pelacak, selanjutnya perancangan *RESTful web service*, dan terakhir adalah perancangan *storyboard* tentang alur aplikasi.

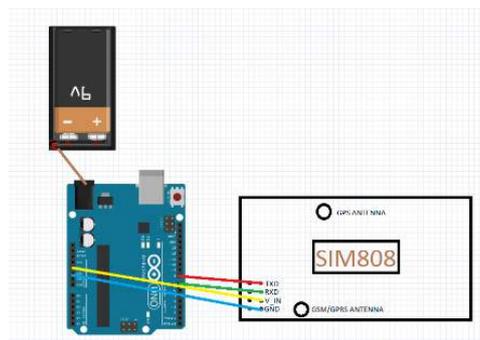


Gambar 1. Tahapan Perancangan Sistem Lacak Kendaraan

Perancangan Rangkaian Alat Pelacak

Perancangan rangkaian alat pelacak adalah perancangan komponen-komponen alat yang dirangkai menjadi satu kesatuan sistem agar dapat menerima data posisi

koordinat *latitude* dan *longitude* dari alat tersebut dari satelit serta mengirim data ke *database server*. Komponen-komponen dihubungkan menggunakan kabel *jumper*, seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian Alat Pelacak

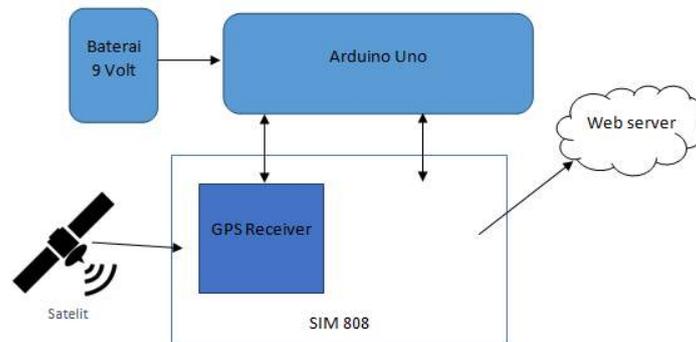
Pada Arduino Uno diberi *input* daya sebesar 9 volt dari baterai melalui *power plug*.

Lalu pin power 5 volt dari Arduino dihubungkan ke pin *V_IN* SIM808 untuk

memberi daya listrik sehingga dapat berfungsi. Pin GND *power* Arduino dihubungkan ke pin GND SIM808. Untuk mengirim dan menerima data, pin 7 Arduino sebagai TXD yang dihubungkan ke pin RXD SIM808 dan pin 8 Arduino sebagai RXD

yang dihubungkan ke pin TXD SIM808. GPS antenna dihubungkan ke soket GPS. GSM/GPRS antenna dihubungkan ke soket GSM/GPRS.

Cara kerja dari alat pelacak ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Blok Alat Pelacak

Pada Gambar 3 dapat dijelaskan bahwa baterai 9 volt memberi daya listrik semua komponen melalui *power plug* Arduino dan diteruskan ke SIM 808. Arduino Uno sebagai mikrokontroler menjalankan program yang telah ditanamkan berupa menyalakan fitur GSM/GPRS dan GPS menerima data posisi koordinat *latitude* dan *longitude* ke satelit, kemudian dikirim kembali menggunakan metode POST dengan protokol HTTP ke *database server*.

Perancangan *RESTful Web Services*

Perancangan ini digunakan untuk melakukan pertukaran data antar sistem atau aplikasi. *Web services* dibuat menggunakan PHP *native* untuk menerima data dari alat pelacak dan terhubung dengan *database server* serta mengubah data dalam bentuk

JSON. Pada *web services* ini, data yang dikirim oleh alat pelacak akan diterima dengan metode GET dari params *latitude* dan *longitude* pada URL HTTP serta data disimpan pada *database server*.

Pada *database server*, struktur tabel *database* terdiri dari 4 *field* data yang berbeda, yaitu *field id*, waktu, *latitude* dan *longitude*. *Field id* bertipe *integer* untuk memberi nomor urutan disetiap data yang masuk dan bersifat *auto_increment* serta *primary key*. *Field* waktu bertipe *datetime* untuk menentukan tanggal dan jam terkini pada setiap data yang masuk serta bersifat *current_time*. *Field latitude* bertipe *varchar* untuk data *latitude* yang dikirimkan dari alat pelacak. *Field longitude* bertipe *varchar* untuk data *longitude* yang dikirimkan dari alat pelacak.

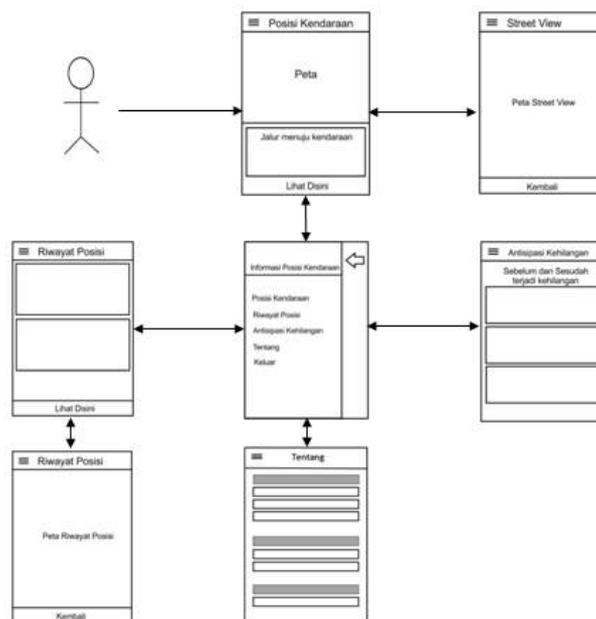
#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra	Action
1	id	int(3)			No	None	AUTO_INCREMENT	Change Drop Browse distinct values Primary
2	waktu	datetime			No	CURRENT_TIMESTAMP		Change Drop Browse distinct values Primary
3	latitude	varchar(10)	latin1_swedish_ci		No	None		Change Drop Browse distinct values Primary
4	longitude	varchar(10)	latin1_swedish_ci		No	None		Change Drop Browse distinct values Primary

Gambar 4. Struktur Tabel *Database*

Perancangan *Storyboard*

Perancangan *storyboard* adalah perancangan tentang alur cerita dari aplikasi yang disajikan dalam bentuk gambar. Pada *storyboard* digambarkan tentang alur dari aplikasi informasi posisi kendaraan. Pengguna disajikan beberapa menu untuk memilih tampilan informasi yang ingin

ditampilkan pada *smartphone* pengguna. Pengguna dihadapkan dengan 4 pilihan menu yang diatur oleh tampilan *side menu* dan satu *button* keluar untuk menutup aplikasi. Menu pada aplikasi ini terdiri dari menu posisi kendaraan, menu riwayat posisi, menu antisipasi kehilangan dan menu tentang.



Gambar 5. Perancangan *Storyboard*

Pada Gambar 5, jika pengguna memilih menu posisi kendaraan, maka akan muncul posisi terkini *smartphone* dan informasi posisi kendaraan. Informasi tersebut disajikan dalam peta dari Google Maps dan terdapat informasi posisi terkini *smartphone*, posisi kendaraan,

tanggal dan jam terdeteksi dan jalur dari posisi terkini pengguna sampai posisi kendaraan. Pada menu ini terdapat 1 menu tambahan, yaitu menu *Street View* untuk melihat kondisi lingkungan sekitar pada titik posisi kendaraan. Pada saat pengguna memilih menu riwayat

posisi, maka akan muncul informasi riwayat posisi kendaraan. Informasi tersebut disajikan dalam bentuk *list card* berupa tanggal dan jam terdeteksi serta titik koordinat latitude dan longitude. Pada menu ini terdapat satu menu tambahan, yaitu titik-titik koordinat yang pernah dilewati kendaraan dalam bentuk peta dari Google Maps.

Jika pengguna memilih menuantisipasi kehilangan, maka akan muncul tips atau langkah-langkah untuk pengguna cara mengantisipasi agar kendaraan tidak mudah hilang maupun setelah kendaraan hilang. Informasi disajikan dalam bentuk gambar dan dideskripsikan pada setiap informasiantisipasi kehilangan. Jika pengguna memilih menu tentang, akan muncul informasi tentang pembuat, *library* dan *software* yang digunakan untuk membuat aplikasi ini. Menu keluar untuk keluar dari aplikasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan pengujian alat pelacak dan implementasi prototipe sistem lacak kendaraan pada kendaraan sepeda motor.

Pengujian Alat Pelacak

Pada pengujian alat pelacak dibutuhkan ruangan terbuka agar satelit dapat menentukan posisi koordinat dari alat pelacak tersebut. Alat pelacak tidak mendapatkan posisi koordinat pada ruangan tertutup seperti dinding tembok yang tebal. Pengujian ini membutuhkan koneksi internet untuk melakukan proses pengiriman data ke web server melalui protokol HTTP, sehingga *SIM card* harus memiliki paket data internet. Alat pelacak juga membutuhkan daya listrik untuk memasok semua komponen yang digunakan, sehingga dibutuhkan baterai agar lebih mudah pada implementasi. Pengujian ini dilakukan dengan menyimpan alat pelacak pada posisi yang sama selama pengujian berlangsung.

Spesifikasi *SIM Card* dalam pengujian ini adalah *SIM Telkomsel SIMPATI Paket Data Internet 30 GB*. Spesifikasi baterai yang digunakan dalam pengujian adalah *Camellion 9 Volt*. Setelah alat pelacak dihidupkan, maka dibutuhkan waktu sekitar 2 menit untuk mendapatkan data posisi koordinat dari alat pelacak tersebut. Data tersebut lalu dikirim ke web server melalui protokol HTTP dan web server mengubah ke bentuk data JSON serta *API web services* seperti Gambar 6. Pengujian ini dilakukan selama 3 menit 28 detik.

```
{ "result": "success", "data": [{"id": "1", "waktu": "2017-07-25 17:56:50", "latitude": "-6.3692064000", "longitude": "106.8353700000"}, {"id": "2", "waktu": "2017-07-25 17:57:09", "latitude": "-6.3692231000", "longitude": "106.8353600000"}, {"id": "3", "waktu": "2017-07-25 17:57:30", "latitude": "-6.3692298000", "longitude": "106.8353600000"}, {"id": "4", "waktu": "2017-07-25 17:57:51", "latitude": "-6.3692265000", "longitude": "106.8353700000"}, {"id": "5", "waktu": "2017-07-25 17:58:15", "latitude": "-6.3691702000", "longitude": "106.8353800000"}, {"id": "6", "waktu": "2017-07-25 17:58:34", "latitude": "-6.3693352000", "longitude": "106.8353500000"}, {"id": "7", "waktu": "2017-07-25 17:58:54", "latitude": "-6.3692951000", "longitude": "106.8353500000"}, {"id": "8", "waktu": "2017-07-25 17:59:15", "latitude": "-6.3691616000", "longitude": "106.8353700000"}, {"id": "9", "waktu": "2017-07-25 17:59:36", "latitude": "-6.3691869000", "longitude": "106.8353700000"}, {"id": "10", "waktu": "2017-07-25 17:59:57", "latitude": "-6.3691816000", "longitude": "106.8353700000"}, {"id": "11", "waktu": "2017-07-25 18:00:18", "latitude": "-6.3691216000", "longitude": "106.8353800000"}]}
```

Gambar 6. Data JSON *Web Services* saat Pengujian Alat

Pengujian aplikasi sebelum masuk akan memunculkan *splashscreen*. Tampilan kedalam empat tampilan tersebut, aplikasi *splashscreen* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. *Splashscreen* pada AVD

Implementasi Prototipe Sistem Lacak Kendaraan

Setelah melakukan pengujian alat pelacak, pengujian aplikasi pada AVD dan pengujian aplikasi pada pengguna, maka dibutuhkan implementasi untuk mengetahui sejauh mana prototipe sistem lacak kendaraan

ini dapat bekerja dengan baik. Implementasi dilakukan dengan menggunakan sepeda motor dengan titik mulai atau awal dari tempat parkir Wisma Kostan Onan Said, Jl. Kapuk, Beji, Depok menuju Toko Makaroni Ngehe Echo, Jl. Margonda Raya, Depok melewati Jl. Kapuk – Jl. Kedoya Raya – Jl. Mahali, Beji, Depok.



Gambar 8. Alat Pelacak disimpan pada Sepeda Motor

Pada Gambar 8 dapat dilihat alat pelacak dipasang pada tempat aman atau bagasi sepeda motor. Jika sudah dapat mengirimkan data posisi maka sepeda motor melakukan perjalanan dari tempat parkir Wisma Kostan Onan Said, Jl. Kapuk, Beji, Depok menuju Toko Makaroni Ngehe Echo,

Jl. Margonda Raya, Depok melewati Jl. Kapuk – Jl. Kedoya Raya – Jl. Mahali, Beji, Depok dengan kecepatan rata-rata 15-25 km/jam. Pengguna dapat mengawasi atau melacak dengan membuka aplikasi Ionic yang telah dibuat dan telah ter-*install* pada *smartphone*.

```
{ "result": "success", "data": [{"id": "1", "waktu": "2017-07-27 23:27:58", "latitude": "-6.3687582000", "longitude": "106.8355300000"}, {"id": "2", "waktu": "2017-07-27 23:28:18", "latitude": "-6.3687582000", "longitude": "106.8355300000"}, {"id": "3", "waktu": "2017-07-27 23:28:41", "latitude": "-6.3687534000", "longitude": "106.8355300000"}, {"id": "4", "waktu": "2017-07-27 23:29:12", "latitude": "-6.3675399000", "longitude": "106.8370000000"}, {"id": "5", "waktu": "2017-07-27 23:29:41", "latitude": "-6.3668952000", "longitude": "106.8371100000"}, {"id": "6", "waktu": "2017-07-27 23:30:01", "latitude": "-6.3660336000", "longitude": "106.8369800000"}, {"id": "7", "waktu": "2017-07-27 23:30:21", "latitude": "-6.3654299000", "longitude": "106.8366500000"}, {"id": "8", "waktu": "2017-07-27 23:30:44", "latitude": "-6.3647466000", "longitude": "106.8365400000"}, {"id": "9", "waktu": "2017-07-27 23:31:03", "latitude": "-6.3642235000", "longitude": "106.8360500000"}, {"id": "10", "waktu": "2017-07-27 23:31:26", "latitude": "-6.3633065000", "longitude": "106.8359600000"}, {"id": "11", "waktu": "2017-07-27 23:31:58", "latitude": "-6.3629384000", "longitude": "106.8350800000"}, {"id": "12", "waktu": "2017-07-27 23:32:15", "latitude": "-6.3632536000", "longitude": "106.8339300000"}, {"id": "13", "waktu": "2017-07-27 23:32:36", "latitude": "-6.3636551000", "longitude": "106.8337400000"}, {"id": "14", "waktu": "2017-07-27 23:32:56", "latitude": "-6.3645668000", "longitude": "106.8339000000"}]}
```

Gambar 9. Data JSON pada *Web Services* saat Implementasi

Gambar 9 merupakan data JSON pada *web services* setelah implementasi dilakukan. Data JSON ini bisa disebut dengan data riwayat posisi yang telah dikirim oleh alat

pelacak dan disimpan pada *database server*. Data JSON inilah yang kemudian ditampilkan pada aplikasi Ionic yang telah dibuat.



a.

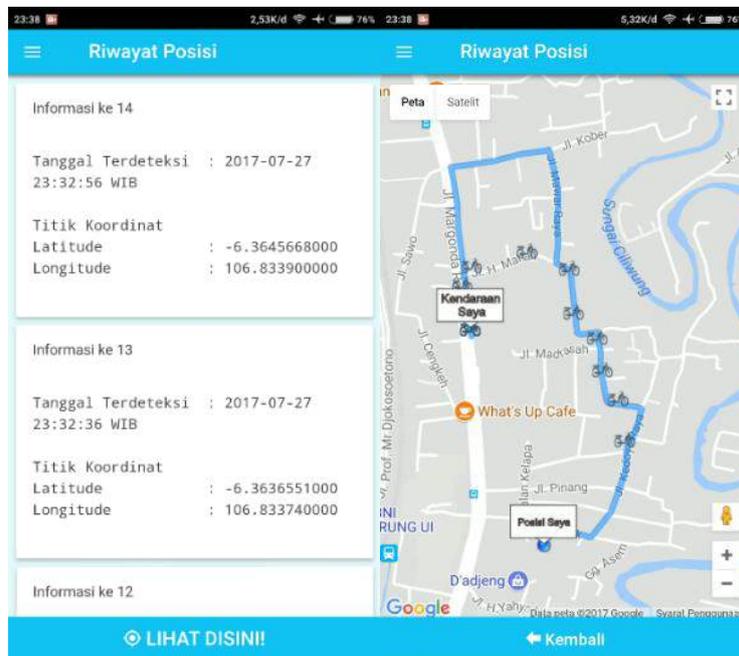


b.

Gambar 10. Tampilan Posisi Awal dan Akhir Sepeda Motor pada Aplikasi saat Implementasi

Pada Gambar 10 ditunjukkan tampilan posisi awal dan akhir sepeda motor pada aplikasi yang dibuka oleh pengguna saat implementasi berlangsung. Pada Gambar 10.a

merupakan titik posisi akhir sepeda motor yaitu di depan Toko Makaroni, Jl. Margonda Raya, Depok dan mode *street view* pada aplikasi Ionic yang telah dibuat.



Gambar 11. Tampilan Menu Riwayat Posisi dan Peta Riwayat Posisi pada Aplikasi saat Implementasi

Pada Gambar 11 ditunjukkan tampilan menu riwayat posisi dan peta riwayat posisi pada aplikasi *smartphone* saat implementasi berlangsung. Informasi pada menu riwayat posisi dan peta riwayat posisi merupakan 10 titik terakhir yang terdeteksi atau tersimpan pada *database server*. Pada saat di Jl. Mahali, pengemudi melewati jalan satu arah ke arah Jl. Margonda Raya. Sehingga ketika posisi tiba di Jl. Margonda Raya, peta mendeteksi bahwa Jl. Mahali merupakan satu jalur ke arah Jl. Kedoya Raya dan jalur pemberitahuan pun berubah ke arah Jl. Kober.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini membahas tentang pembuatan prototipe sistem lacak kendaraan menggunakan Arduino Uno dan modul SIM808 serta aplikasi berbasis Android dengan kerangka kerja Ionic. Prototipe sistem lacak kendaraan ini terdiri dari 3 komponen yang saling terhubung, yaitu alat pelacak, aplikasi *mobile* dan *web server*.

Alat ini dibuat menggunakan Arduino Uno dan Modul SIM808 serta komponen penunjang lainnya dengan *library* yang digunakan

untuk menjalankan program yang dibuat. Alat pelacak sebagai pengirim informasi posisi kendaraan ke *web server* dengan memanfaatkan sinyal GPS untuk menerima posisi latitude dan longitude dari satelit dan GSM/GPRS melalui protokol HTTP untuk mengirim data tersebut. Pembuatan aplikasi ini menggunakan Android SDK, Cordova dan Ionic sebagai *library* yang digunakan. Aplikasi memanfaatkan API yang dibuat oleh *web server* sehingga dapat menampilkan informasi tentang posisi kendaraan pada peta dengan memanfaatkan Google Maps, riwayat posisi kendaraan, antisipasi kehilangan dan tentang pembuatan aplikasi.

Aplikasi ini membutuhkan koneksi internet dalam penggunaannya, apabila pada *smartphone* pengguna tidak terkoneksi internet, maka aplikasi tidak dapat memuat data informasi posisi kendaraan. Pembuatan *web services* menggunakan PHP Native dengan *hosting* berkas pada *web server online*. *Web server* digunakan untuk RESTful *web services* sebagai API yaitu menyimpan data yang dikirim oleh pelacak dan mengubah data tersebut menjadi data JSON sehingga dapat digunakan oleh aplikasi yang telah dibuat menggunakan Ionic.

Berdasarkan hasil implementasi yang telah dilakukan, prototipe sistem lacak kendaraan ini dapat digunakan pada pemilik kendaraan dan pemilik kendaraan bisa mendapatkan informasi posisi kendaraan serta melacak posisi kendaraan yang telah hilang

atau dicuri. Pada penelitian selanjutnya sistem lacak kendaraan dapat dikembangkan dengan memperbaiki tampilan *output* sehingga lebih mudah difahami pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Andrianto dan A. Darmawan, *Belajar cepat dan pemrograman Arduino*. Bandung: Informatika, 2015.
- [2] A. Sunyoto, "Pemanfaatan modul GPS receiver dan telepon selular untuk wide area vehicle tracking," Dalam Prosiding Seminar Nasional Teknologi 2007 (SNT 2007), 2007, hal. D-1 – D-8.
- [3] W. Habibi, "Model dan interkoneksi global positioning system," *Skripsi*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2011.
- [4] S. Shanmathi dan C. Kamalanathan, "Arduino based vehicle collision detection using CAN protocol," *Journal of Electrical and Electronics Engineering*, vol. 2, no. 4, 2015.
- [5] S. V. Devika, Sk. Khamuruddeen, Sk. Khamurunnisa, J. Thota, dan K. Shaik, "Arduino based automatic plant watering system," *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, vol. 4, no. 10, hal. 449–456, 2014.
- [6] A. Sudrajat, *Pembuatan aplikasi informasi gempa bumi berbasis Android*. E-Paper Library Universitas Gunadarma, 2016.

ALGORITMA DECISION TREE PADA SISTEM PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Firman Al Islami

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

Abstrak

Perkembangan teknologi saat ini sangatlah penting untuk memungkinkan manusia menggerakkan atau mengontrol alat dari jarak jauh, karena dengan adanya jaringan internet yang tersedia dengan internet of things. Smart home atau rumah pintar yang penulis buat adalah dengan membuat penyiraman tanaman yang di hubungkan melalui jaringan internet. Karena akan kesibukannya penghuni rumah tidak dapat untuk memberikan air bagi tanaman, sehinga tanaman tidak dapat berkembang dengan baik. Untuk itu sistem penyiraman tanaman dibuat untuk membantu penghuni rumah dalam pemberian air bagi tanaman. Sistem ini terdapat tiga menu pilihan yang dapat dipilih oleh penghuni rumah yaitu mengecek kelembaban, menghidupkan pompa, mematikan pompa. Mengecek kelembaban berfungsi untuk memberikan penyiraman otomatis ke tanaman sampai tanaman menjadi lembab maka pompa akan berhenti. Jika penghuni rumah ingin melakukan penyiraman secara manual maka dapat memilih menu ke dua yaitu menghidupkan pompa dan menu ke tiga adalah mematikan pompa. Sistem penyiraman tanaman tersebut mendapat responden baik atas kuesioner yang di ajukan kepada penghuni rumah dengan pertanyaan apakah kelembaban yang di tampilkan website sudah sesuai, 100% menjawab sangat setuju. Sehingga kelembaban yang di tampilkan melalui sistem ini sudah sesuai dengan keadaan tanah pada tanaman.

Kata Kunci : *kelembaban, penyiraman, tanaman*

Abstract

The development of technology today is very important to enable humans to move or control the tool remotely, because with the internet network available with the internet of things. Smart home or smart home that the author made is to make watering plants that are connected via the Internet network. As the inhabitants of the house will not be able to provide water for the plants, so the plants can not develop properly. For that the plant watering system is made to help the inhabitants of the house in the water supply for the plants. This system there are three menu options that can be selected by residents of the house that checks moisture, turn on the pump, turn off the pump. Checking the moisture serves to provide automatic watering to the plant until the plant becomes moist the pump will stop. If the householder wants to manually insert it then can choose the second menu that is the life of the pump and the third menu is to turn off the pump. The sprinkler system gets the respondents either on the questionnaires that are submitted to the residents of the house with the question of whether the humidity in the displayed website is appropriate, 100% answered strongly agree. So the humidity that is displayed through this system is in accordance with the soil conditions in plants.

Keywords: *humidity, plant, sprinkling*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di era globalisasi memungkinkan manusia untuk memudahkan dengan penggunaan alat yang hampir semua sudah otomatis untuk membantu proses kerja manusia. Adanya *internet* memudahkan manusia untuk mengakses informasi yang tidak terbatas serta dapat berhubungan langsung dengan manusia lainnya dengan jarak jauh melalui media *internet*. Selain itu, adanya *internet* memungkinkan untuk mengendalikan sebuah alat dari jarak jauh.

Perkembangan teknologi juga mendorong adanya otomatisasi peralatan yang digunakan sehari-hari. *Smart home* merupakan salah satu contoh sistem otomatisasi sangat canggih. Beberapa contoh *smart home* adalah alat pengendali lampu dan suhu, perangkat multi media untuk memantau dan menghidupkan sistem keamanan yang terhubung dengan pintu atau jendela [1]. Penelitian mengenai *smart home* cukup banyak berkembang. Sistem otomatisasi ruangan telah dibuat untuk mengendalikan lampu ruang, kipas angin, perangkat pengusir nyamuk dan tampilan LCD [2].

Kesibukan atas perkerjaanya di luar rumah merupakan salah satu kendala bagi seseorang yang memiliki hobi bercocok tanam atau mengoleksi tanaman hias terutama dalam memberi air pada tanaman. Pemberian air yang kurang akan membuat tanaman tidak dapat berkembang dengan baik. Kendala ini

dapat diatasi dengan adanya teknologi *smart home*. Penelitian terdahulu mengenai *smart home* yang berkaitan dengan kegiatan bercocok tanam telah lakukan untuk budidaya tanaman cabai sistem hidroponik pasang surut otomatis untuk menghidupkan dan mematikan pompa pemberian nutrisi berdasarkan kadar air media tanam [3].

Salah satu tanaman yang banyak digunakan di rumah untuk memperindah taman adalah rumput gajah. Rumput gajah bermacam-macam jenisnya antara lain rumput gajah, rumput gajah duduk dan rumput gajah mini. Rumput gajah mini merupakan rumput gajah dengan ciri panjang dan lebar daun yang lebih kecil dibandingkan dengan rumput gajah yang lain[4]. Rumput gajah mini dapat tumbuh pada ketinggian 0 – 3000 m di atas permukaan laut dataran rendah sampai dataran tinggi, dan tumbuh baik pada tanah subur.

Pada penelitian ini dibuat sistem penyiram tanaman rumput gajah mini di dalam wadah secara otomatis dan manual dengan menggunakan *algoritma decision tree* berbasis *internet of things*. Alat penyiraman otomatis pada tanaman rumput gajah mini yang berada di dalam wadah dengan *arduino* berbasis *internet of things*. Alat ini menggunakan *sensor* kelembaban sebagai pemberi nilai keadaan tanah terhadap pompa air, ketika tanah tidak lembab maka otomatis pompa akan hidup untuk memberikan air ke tanaman, apabila tanah sudah lembab maka otomatis pompa akan berhenti. Setelah pompa berhenti *arduino* menyampaikan informasi ke *website*

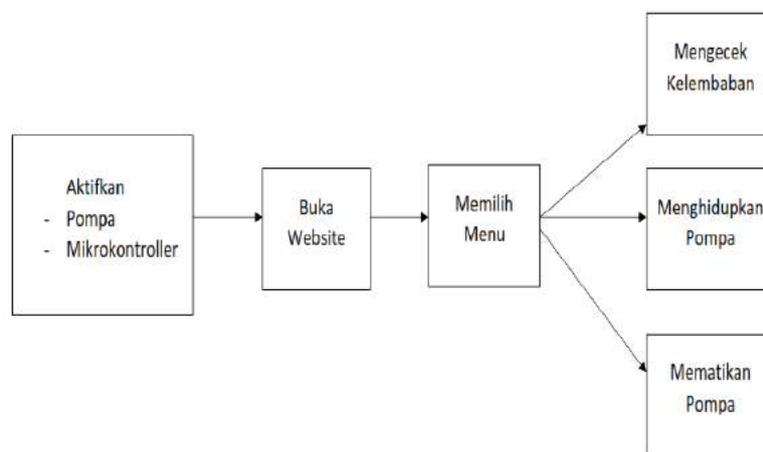
memberikan nilai keadaan kelembaban tanah. Alat ini dapat juga melakukan penyiraman secara *manual* melalui *website*. Sistem penyiraman tanaman ini dibuat dengan menggunakan, bahasa c, html, css, pompa air, selang, *arduino*, *mikrokontroller*, *ethernet shield*, *relay*, *catu daya*, *sensor* kelembaban, *google chrome*, *router*, dan laptop. Sistem penyiraman ini diharapkan dapat memudahkan pemilik rumah dalam menyiram tanaman saat beraktifitas di luar rumah.

Berdasarkan kelembaban tanah yang dibutuhkan tanaman agar tanaman subur, alat ini juga dihubungkan langsung ke *website* yang dapat menampilkan kondisi tanah apakah lembab atau kering sesuai dengan pembacaan dari *sensor* kelembaban tanah dalam bentuk teks pada *website* dengan menggunakan

internet of things. Ketika *sensor* dimasukkan ke tanah maka *sensor* dapat membaca nilai kelembaban yang berada di tanah selanjutnya di tampilkan di *website*. Nilai kelembaban yang baik untuk tanaman berkisar 400 ketika kelembaban di atas nilai tersebut maka otomatis pompa akan mengeluarkan air hingga tanah akan menjadi lembab.

METODE PENELITIAN

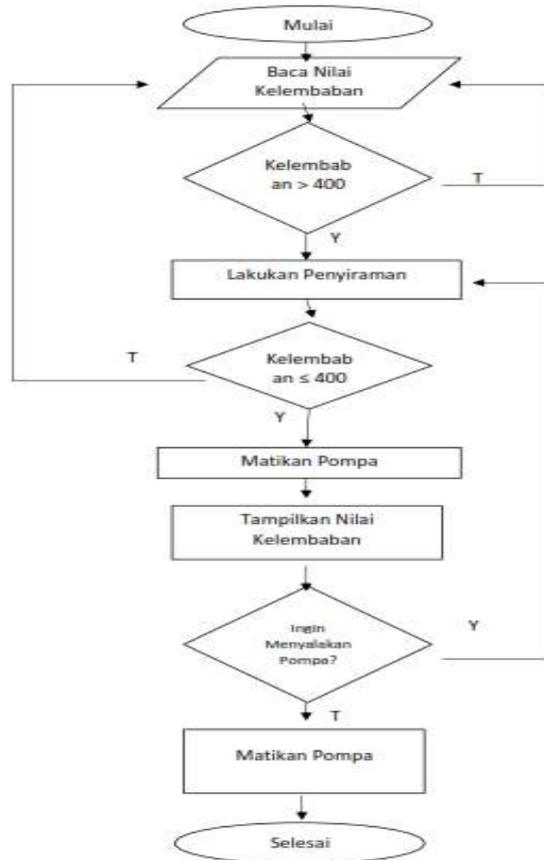
Tahap analisis dari perancangan ini akan di bahas tentang kebutuhan perancangan aplikasi dan *hardware* yang dibuat sehingga diperlukan beberapa sumber referensi yang berasal dari *website* maupun buku. Sistem yang dibuat di gambarkan dengan skema alur kerja yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penggunaan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis

Pada Gambar 1 ditunjukkan skema kerja ketika sistem penyiraman tanaman otomatis yang akan digunakan oleh *user*. Langkah pertama *user* mengaktifkan pompa dan mikrokontroller. Setelah itu *user* mengakses

website untuk memilih menu yang tersedia. Selanjutnya dipilih menu untuk memberikan perintah kepada sistem untuk mengecek kelembaban, melakukan penyiraman, dan mematikan pompa.



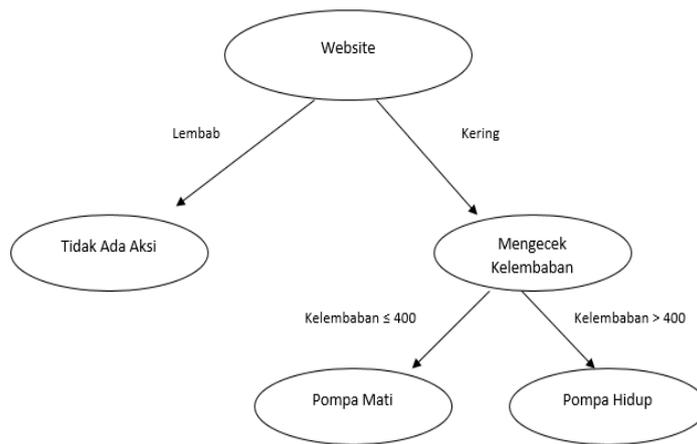
Gambar 2. Diagram Alur Kerja Sistem Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis

Pada Gambar 2 ditunjukkan alur kerja sistem sistem penyiraman tanaman otomatis. Pada saat aplikasi dijalankan, *sensor* kelembaban tanah akan mendeteksi tanah lembab atau tidak. Jika kondisi tanah kering apabila kelembaban di atas jumlah 400 maka pompa air hidup untuk menyiram tanaman. Jika *sensor* kelembaban tanah mendeteksi tanah sudah lembab maka pompa akan *otomatis* mati karena kelembaban sudah mencapai 400. *Output* nilai kelembaban akan ditampilkan pada *website*. Ketika pengguna rumah ingin menyiramkan secara manual maka pengguna rumah dapat melakukannya secara manual dengan mengklik penyiraman

maka pompa akan hidup dan dapat di matikan dengan mengklik tombol matikan pompa.

Algoritma *Decision Tree* Pada Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis

Algoritma *decision tree* digunakan untuk menentukan keputusan yang akan dibuat oleh sistem nilai kelembaban yang akan diberikan oleh *sensor*. Pengambilan keputusan dalam melakukan penyiraman sesuai dengan nilai kelembaban yang akan diberikan oleh *sensor* yang di tampilkan di *website* dengan menggunakan algoritma *decision tree* yang ditunjukkan pada Gambar 3.

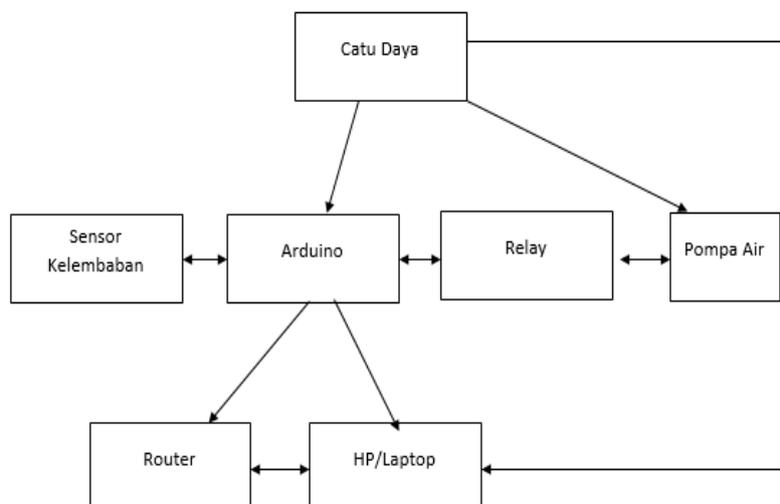


Gambar 3. Algoritma *Decision Tree* pada Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis

Pada saat *user* membuka website maka *user* akan menentukan pilihan menu untuk mengecek keadaan kelembaban dengan otomatis menghidupkan pompa dan mematikan pompa sesuai keadaan tanah. Jika keadaan kelembaban tanah di atas 400 maka pompa akan otomatis menyala maka sebaliknya pompa akan mati ketika kelembaban sudah mencapai 400. Dan menu lainnya untuk menghidupkan serta mematikan pompa secara manual.

Berikut ini adalah perancangan alat-alat

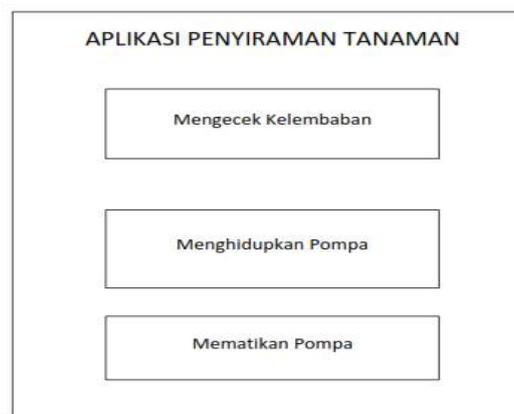
yang digunakan untuk membuat sistem penyiraman otomatis. Pembuatan alat ini dibagi dua tahap, tahap pertama adalah pembuatan *software* dan tahap kedua adalah perancangan *hardware*. Pada tahap perancangan semua komponen akan dihubungkan untuk mendapatkan nilai atau data yang akan proses pada mikrokontroler dan setelah data diproses pada mikrokontroler maka akan menghasilkan *output*. Pada Gambar 4 ditunjukkan perangkaian *hardware* yang akan dihubungkan.



Gambar 4. Rangkaian *hardware* Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis

Pada Gambar 4 diberikan diagram rangkaian *hardware* sistem penyiraman tanaman otomatis. *Hardware* yang digunakan terdiri dari catu daya, sensor kelembaban, Arduino, *relay*, pompa air, *router* dan *handphone* atau laptop. *Catu daya* berguna untuk menghubungkan arus listrik ke *arduino*. Selanjutnya menghubungkan *arduino* dari hasil *sensor* kelembaban. Setelah *sensor* kelembaban

sudah terhubung, *sensor* kelembaban mengirim informasi ke *Arduino*. *Arduino* menghubungkan ke *router* untuk memberikan akses jaringan agar dapat di akses. Setelah itu, data akan di tampilkan di laptop atau *website* melalui *Arduino*. *Arduino* akan menghubungkan perangkat elektronik melalui *relay* ke pompa air. Pada saat pompa air hidup maka air akan keluar melalui pompa air.



Gambar 5. Menu pada sistem penyiraman tanaman Otomatis

Pada Gambar 5 ditunjukkan tiga menu pada aplikasi sistem penyiraman tanaman otomatis. Aplikasi ini memiliki tiga menu dengan fungsi yang berbeda. Menu pertama untuk melihat keadaan kelembaban tanah dalam bentuk nilai serta mengontrol kerja pompa otomatis. Menu yang kedua digunakan ketika *user* ingin menghidupkan pompa secara manual untuk melakukan penyiraman. Menu ketiga hanya untuk mematikan pompa yang sudah dihidupkan melalui menu kedua.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dibahas mengenai hasil rancangan yang telah dibuat dan penerapan rancangan ke dalam aplikasi yang akan dibuat. Selain itu, pada bagian ini juga dijelaskan cara penyiraman otomatis dan manual terhadap tanaman rumah yang berada di dalam wadah yaitu tanaman rumput gajah mini.

Halaman Website

Ketika *user* ingin mengakses aplikasi maka *user* akan membuka halaman untuk mengontrol dari alat tersebut. Pada halaman ini, *user* dapat mengakses semua fungsi yang

ada dalam aplikasi ini seperti mengecek kelembaban, mematikan pompa serta menghidupkan pompa pada Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan Aplikasi Penyiraman Otomatis pada *Website*

Halaman Pengecekan Kelembaban

Halaman pengecekan kelembaban dapat diakses ketika *user* memilih menu mengecek kelembaban yang berada di halaman utama *website*. Halaman ini berisi

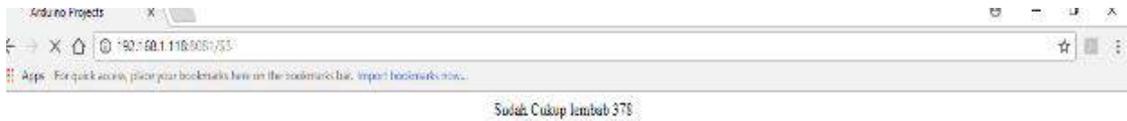
informasi nilai kelembaban tanaman yang sudah terhubung oleh *sensor* maka data dari tanaman tersebut di tampilkan di halaman ini. Pada Gambar 7 ditunjukkan ketika keadaan tanaman kurang lembab.



Gambar 7. Halaman Pengecekan Kelembaban

Ketika keadaan tanaman kurang lembab maka pompa akan menyala hingga keadaan tanaman menjadi lembab. Pada saat

kondisi tanaman sudah lembab seperti ditunjukkan pada Gambar 8 maka selanjutnya pompa akan mati.

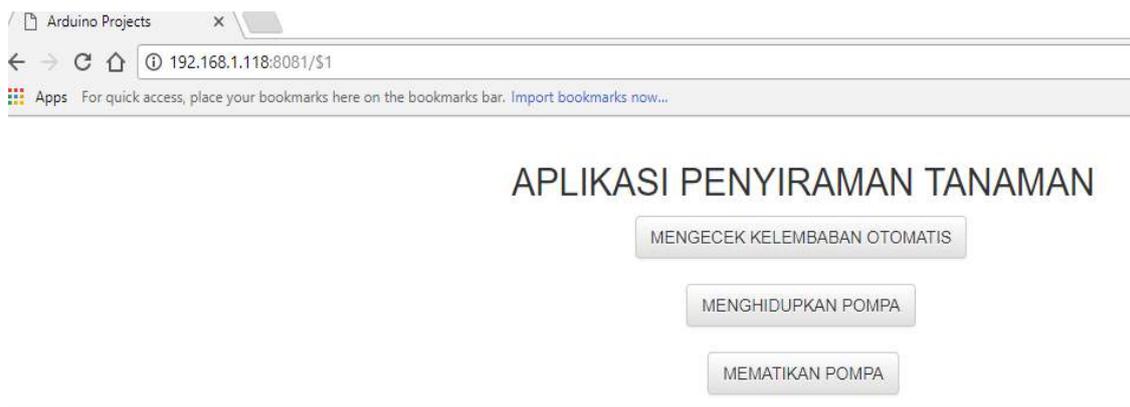


Gambar 8. Halaman Pengecekan Kelembaban saat Sudah Cukup Lembab

Halaman Menghidupkan Pompa

Halaman untuk menghidupkan pompa digunakan ketika *user* ingin menghidupkan pompa secara manual tidak dengan otomatis. Pada halaman ini tampilannya sama dengan

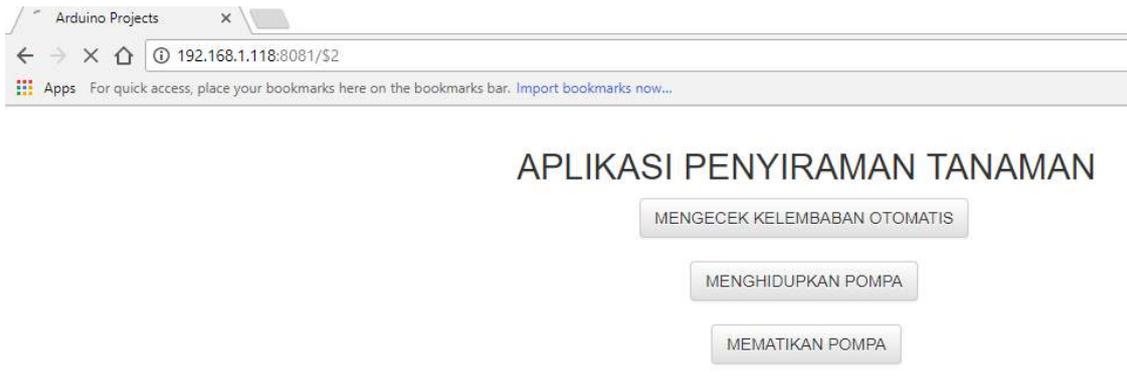
halaman utama tetapi yang membedakannya adalah pada *url* halamannya ketika pompa mati maka di belakang *url* terdapat tulisan angka \$1 seperti yang dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Halaman untuk Menghidupkan Pompa

Jika *user* ingin menghidupkan pompa secara manual halamannya sama seperti dengan menghidupkan pompa yang

membedakan hanyalah pada *url* terdapat tulisan angka \$2 menandakan pompa telah hidup seperti pada Gambar 10.



Gambar 10. Halaman Mematikan Pompa

Sensor

User ketika sudah membuka halaman *website*, maka alat yang digunakan akan bekerja. Dari halaman *website* tersebut maka beralih ke *sensor* yang berada di dalam tanaman yang berada di dalam wadah. Tanaman yang digunakan adalah tanaman rumput gajah mini. Di wadah tersebut terdapat selang yang akan mengeluarkan air yang berasal dari pompa sebagai penggerak utama dari selang tersebut.

Sensor berada langsung dekat dengan akar agar langsung mengetahui keadaan kelembaban yang berada di akar tanaman seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11. Ketika *sensor* memberikan informasi keadaan kelembaban tanah di bawah 400 maka sudah cukup lembab otomatis pompa akan mati, tetapi jika di atas 400 maka kelembaban tanah menunjukkan kurang lembab sehingga pompa akan hidup terus menerus hingga lembab.



Gambar 11. Posisi Sensor pada Tanaman

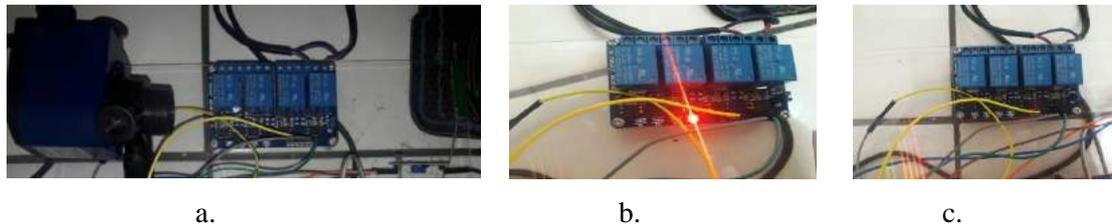
Penggerak Air

Pompa air yang digunakan adalah pompa yang biasa dipakai untuk memberi udara

untuk ikan hias. Tetapi dapat juga dengan menggunakan pompa air yang bertenaga besar untuk halaman yang luas atau untuk

tanaman yang banyak. Pompa air berfungsi langsung untuk menghirup air dari ember yang sudah diberi air maka langsung di alirkan langsung ke tanaman. Untuk mematikan dan

menghidupkan pompa digunakan *relay* sebagai pemutus arus listrik agar air tidak mengalir terus menerus ke tanaman seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12.a.



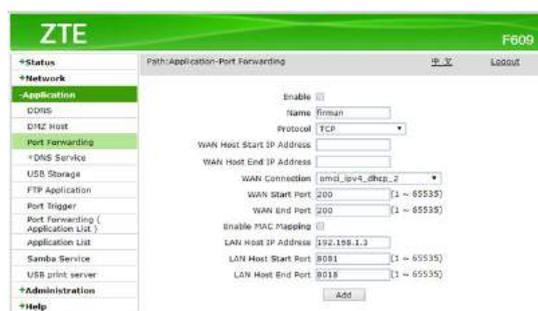
Gambar 12. Relay sebagai Pemutus Arus

Pada Gambar 12.a ditunjukkan *relay* sebagai pemutus arus. Ketika lampu menyala maka pompa dalam keadaan hidup seperti yang dapat dilihat pada Gambar 12.b. Pada Gambar 12.c jika dalam keadaan lampu mati maka pompa akan mati.

dengan jarak jauh sehingga memudahkan penghuni rumah untuk mengontrol sistem penyiraman tanaman ini. *Router* berfungsi langsung untuk menghubungkan *ethernet shield* ke *router*. Ketika *router* ini mati, maka *user* tidak dapat mengakses sistem penyiraman tanaman tersebut melalui jaringan *public* hanya bisa menggunakan jaringan *local* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 13.

Jaringan Public

Jaringan *public* berfungsi untuk agar sistem dapat diakses oleh penghuni rumah



Gambar 13. Jaringan Public

Uji Coba

Pada tahap uji coba dilakukan dengan menggunakan laptop dan *handphone* untuk mengetahui apakah aplikasi yang terdiri dari

Arduino Uno yang digabungkan dengan *website* dengan berbasis *Internet of Things* yang disertai tanaman rumput gajah mini sebagai media tumbuhan yang dijadikan

sebagai objek aplikasi ini. Tahap uji coba bertujuan untuk mengetahui apakah sistem penyiraman tanaman dapat berjalan dengan baik sesuai dengan kebutuhan penghuni rumah untuk memberikan air pada tanaman.

Uji coba sistem telah dilakukan dengan menggunakan *black box* yang berfungsi untuk pengujian alat dengan *website* dapat berjalan dengan baik. Kuesioner digunakan untuk mengetahui tanggapan terhadap 10 orang responden dari 10 pertanyaan agar dapat mengetahui sistem layak untuk membantu penghuni rumah memberikan air pada tanaman. Uji coba dilakukan di laptop dan *handphone* yang terhubung dengan *internet*.

Sistem penyiraman tanaman tersebut berjalan dengan baik berdasarkan pengujian *blackbox*. Semua menu dan alat dapat berfungsi dengan baik. Nilai kelembaban tampil di *website*, pompa berhasil menyala dan mati sesuai perintah dari *website*. Sistem juga mendapatkan respon baik atas kuesioner yang diajukan kepada penghuni rumah dengan pertanyaan perpaduan *website* dengan alat yang digunakan sudah berjalan mendapatkan jawaban responden sangat setuju 100%, atas pertanyaan letak posisi tombol pada *website* mendapatkan jawaban responden 100% sangat setuju. Pada pertanyaan apakah sistem mengalami error responden menjawab 90% sangat tidak setuju, atas pertanyaan kelembaban yang ditampilkan sudah sesuai responden menjawab 100% sangat setuju. Pertanyaan aliran listrik yang digunakan sudah aman 90% responden

menjawab sangat setuju, atas pertanyaan *website* dapat diakses dimana saja responden menjawab 60% sangat setuju. Pertanyaan semua menu yang ditampilkan *website* sudah berfungsi dengan baik mendapat jawaban 100% sangat setuju, pertanyaan tampilan *website* kurang menarik 60% responden menjawab setuju. Pertanyaan apakah sistem sulit digunakan bagi penghuni rumah, responden menjawab 100% sangat tidak setuju, dan pertanyaan apakah sistem yang digunakan sudah membantu penghuni rumah memberikan air pada tanaman mendapatkan responden baik 100% menjawab sangat setuju. Berdasarkan uji coba tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem penyiraman tanaman yang dibuat dapat dijadikan alternatif untuk membantu penghuni rumah dalam memberikan air pada tanaman saat beraktifitas di luar rumah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Sistem penyiraman tanaman otomatis telah berhasil dibuat dengan menggunakan mikrokontroler Arduino yang dihubungkan ke *relay* dan sensor. *Relay* berfungsi untuk memutus arus listrik yang dihubungkan ke pompa air. Sensor digunakan untuk membaca kelembaban tanah dan memberikan informasi ke *website*. Apabila tanah kurang lembab, maka pompa akan otomatis hidup untuk memberikan air pada tanaman sehingga tanah menjadi lembab. Sistem penyiraman otomatis

dapat menghemat pemakaian air karena dapat meminimumkan kehilangan air yang mungkin terjadi. Tanaman rumput gajah mini merupakan tanaman yang sangat sensitif terhadap kekurangan air sehingga dapat diatasi dengan sistem penyiraman otomatis ini.

Sistem penyiraman tanaman ini masih bisa dikembangkan lagi menjadi lebih lengkap dan lebih baik. Berdasarkan uji coba dengan kuesioner seperti pada pertanyaan tampilan *website* kurang menarik, responden menjawab setuju dengan persentase 60%, maka aplikasi ini dapat ditingkatkan lagi dalam bentuk tampilan *website* yang lebih menarik seperti penambahan warna dan menambahkan fitur lengkap di *website*. Selain itu, aplikasi dapat dihubungkan dengan basis data sehingga data yang sudah dimasukkan dapat tersimpan di dalam aplikasi. Sistem ini dapat dikembangkan lagi agar dapat menyiram pada halaman rumah yang luas untuk memberikan air terhadap tanaman dengan menggunakan pompa yang sudah dimodifikasi dan penambahan sensor.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Bregman, "Smart home intelligence - the eHome that learns," *International Journal of Smart Home*, vol. 4, no. 4, hal. 35 – 46, 2010.
- [2] D. Kurnianto, A. M. Hadi, dan E. Wahyudi, "Perancangan sistem kendali otomatis pada smart home menggunakan module arduino," *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, vol. 5, no. 2, hal. 260 – 270, 2016.
- [3] B. Delya, A. Tusi, B. Lanya, dan I. Zulkarnain, "Rancang bangun sistem hidroponik pasang surut otomatis untuk budidaya tanaman cabai," *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, vol. 3, no. 3, hal. 205 – 212, 2014.
- [4] J. Sirait, "Rumput gajah mini (*pennisetum purpureum* cv. mott) sebagai hijauan pakan untuk ruminansia," *Wartazoa*, vol. 27, no. 4, hal. 167 – 176, 2017.
- [5] L. A. Lomo, "Smart green house berbasis mikrokontroler arduino mega 2650 rev 3," *Skripsi*, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, 2016.