

PERANCANGAN INVERTER DC-AC DENGAN INDIKATOR PERINGATAN PADA PENGURANGAN ENERGI BATTERY

Badriana

Dosen teknik elektro universitas maslikussaleh

ABSTRAK

Inverter adalah rangkaian elektronika daya yang digunakan untuk mengkonversikan tegangan searah (DC) ke suatu tegangan bolak-balik (AC). Ada beberapa topologi inverter yang ada sekarang ini, dari yang hanya menghasilkan tegangan keluaran kotak bolak-balik (push-pull inverter) sampai yang sudah bisa menghasilkan tegangan sinus murni (tanpa harmonisa). Inverter satu fasa, tiga fasa sampai dengan multifasa dan ada juga yang namanya inverter multilevel (kapasitor split, diode clamped dan susunan kaskade). Hasil pengujian pengukuran peralatan disimpulkan pada beban lampu penerangan dengan daya total 37 watt diketahui bahwa nilai resistansi beban adalah 1.308 Ω , dan konsumsi daya beban adalah 29,9 watt. Pada beban charger handphone dengan daya total 1,75 watt diketahui bahwa nilai resistansi beban adalah 27.657 Ω , dan konsumsi daya beban adalah 1,4 watt. Pada beban printer canon iP 2770 dengan daya total 18 watt diketahui bahwa nilai resistansi beban adalah 2.688 Ω , dan konsumsi daya beban adalah 14,5 watt. Pada beban solder listrik dengan daya total 30 watt diketahui bahwa nilai resistansi beban adalah 1,613 Ω , dan konsumsi daya beban adalah 24,3 watt. Pada beban receiver digital dengan daya total 20 watt diketahui bahwa nilai resistansi beban adalah 2.420 Ω , dan konsumsi daya beban adalah 16,2 watt. Pada beban listrik pada inverter ini diketahui bahwa tegangan inverter menjadi drop pada saat beban listrik dihubungkan pada inverter, semakin besar daya beban listrik yang tersambung maka semakin besar pula tegangan inverter menurut, kesimpulannya tegangan inverter tidak stabil seperti tegangan PLN.

Kata kunci: Tegangan DC-AC, Inverter, Beban Listrik, Transformator

PENDAHULUAN

Elektronika merupakan ilmu yang mempelajari alat listrik arus lemah yang dioperasikan dengan cara mengontrol aliran elektron atau partikel bermuatan listrik dalam suatu alat, misalnya komputer, peralatan elektronik semi konduktor dan lain-lain. Ilmu yang mempelajari alat-alat ini merupakan cabang dari ilmu fisika, sementara bentuk desain dan pembuatan sirkuit elektroniknya adalah bagian dari teknik elektro, teknik komputer dan ilmu / teknik elektronika dan instrumentasi. Peralatan Elektronika dalam kehidupan sehari-hari banyak kita jumpai. Seperti contoh berikut ini alat yang mengadopsi elektronika sebagai basis teknologinya.

Inverter adalah rangkaian elektronika daya yang digunakan untuk mengkonversikan tegangan searah (DC) ke suatu tegangan bolak-balik (AC). Ada beberapa topologi inverter yang ada sekarang ini, dari yang hanya menghasilkan tegangan keluaran kotak bolak-balik (push-

pull inverter) sampai yang sudah bisa menghasilkan tegangan sinus murni (tanpa harmonisa). Inverter satu fasa, tiga fasa sampai dengan multifasa dan ada juga yang namanya inverter multilevel (kapasitor split, diode clamped dan susunan kaskade).

Arus direct current yang dirubah rata-rata adalah baterai/ accu karena tegangan accu adalah DC/Direct current. sedangkan output yang keluar yang dihasilkan dari output inverter adalah Alternating current/ seperti halnya arus PLN sehingga anda bisa menggunakan untuk memback-up peralatan listrik. Baterai berfungsi menyimpan arus listrik yang dihasilkan oleh tegangan listrik sebelum dimanfaatkan untuk menggerakkan beban. Beban dapat berupa lampu penerangan atau peralatan elektronik lainnya yang membutuhkan listrik.

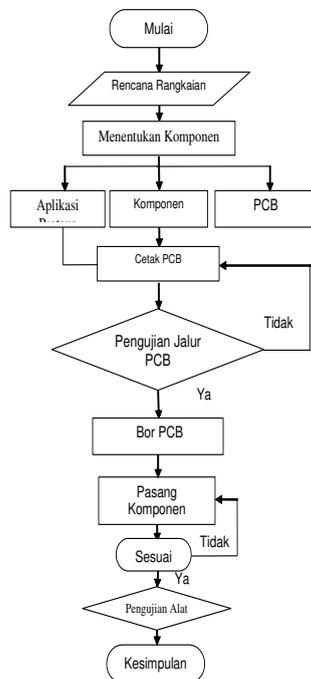
Dalam hal ini penulis mencoba melakukan penelitian dalam penggunaan pengembangan peralatan elektronika dengan mengangkat judul "Perancangan Inverter DC-AC Dengan Indikator

Peringatan Pada Pengurangan Energi Battery”.

METODE PENELITIAN

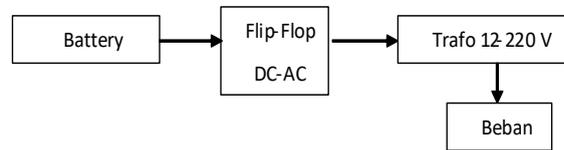
Flow Chart Penelitian

Dibawah ini merupakan diagram alir *flow chart* penelitian berdasarkan perencanaan yang akan dilakukan:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Pada perancangan dan pembuatan alat ini akan dipaparkan mengenai diagram blok rangkaian, prinsip kerja alat, perancangan perangkat keras dan juga jelaskan perancangan sistem indikator beep. Sistem yang dirancang dapat bekerja secara otomatis bila mendapatkan masukan dari luar. Diagram blok rangkaian merupakan salah satu bagian terpenting dalam perancangan sistem ini, karena dari diagram blok rangkaian dapat diketahui cara kerja (prinsip kerja) keseluruhan rangkaian. Sehingga keseluruhan diagram blok rangkaian tersebut akan menghasilkan suatu sistem yang dapat difungsikan atau sistem yang bekerja sesuai dengan perancangan. Keseluruhan diagram blok rangkaian dapat dilihat dalam gambar berikut:



Gambar 2. Blok diagram sistem kerja inverter

Prinsip kerja diagram blok sistem : Cara kerja alat ini adalah rangkaian instrumen disusun sesuai dengan blok diagram sistem di atas, sebagai inputan adalah tegangan sumber adalah dari *battery* akumulator sebagai catu daya tegangan DC yang masuk ke rangkaian *flip-flop* dan dibangkitkan sinyal AC oleh rangkaian *flip-flop* sehingga transformator sebagai penaik tegangan dari 12 volt ke 220 volt sehingga dapat digunakan untuk memakai beban listrik rumah tangga.

Data Oscilloscope

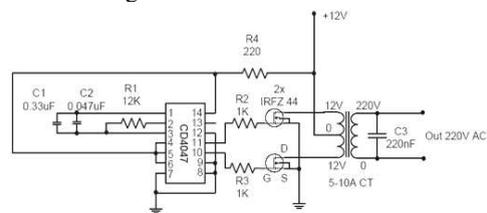
Adapun data alat ukur yang digunakan pada pengujian pengukuran peralatan ini adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Data *oscilloscope* yang digunakan

Merk	Type	Kepe milikan Peralatan
GW INSTEK	GDS-2204	Lab. Teknik Elektro Unimal

Rangkaian Peralatan

Dibawah ini merupakan rangkaian yang akan di rancang dalam bentuk sebuah alat elektronika yang mampu membangkitkan sinyal AC dalam pemakaian beban listrik adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Rangkaian perancangan

Rangkaian ini terdiri dari pembangkit pulsa dan sistem saklar switching transformer *step-up* tegangan. Rangkaian ini sangat baik untuk digunakan karena dapat mengubah tegangan DC 12 volt menjadi tegangan AC 220 volt.

Rangkaian ini memiliki 12 komponen untuk membangun inverter DC ke AC. Prinsip rangkaian inverter DC ke AC ini menghasilkan frekuensi 50/60Hz dari IC CD4047 dan *output* pelengkap pin 10 dan 11 dari IC CD4047 untuk mendorong MOSFET IRFZ 44 sehingga induksi transformator primer bekerja dan mendapatkan tegangan tinggi pada *output* transformator sekunder sekitar 220 V AC. *Output* gelombang inverter masih gelombang persegi dan lebih dekat dengan gelombang sinus dengan *filter* C3 220nF.

Komponen Elektronika yang digunakan

Adapun jumlah komponen dan komponen yang digunakan dalam perancangan ini adalah sebagai berikut:

1. R1 = 12K
2. R2 = 1K
3. R3 = 1K
4. R4 = 220
5. C1 = 0.33uF
6. C2 = 0.047uF
7. C3 = 220nF
8. CD4047
9. MOSFET IRFZ 44
10. Transformator step-up = 5-10A
11. Battery = 12 V

Data Battery Akkumulat (AKI)

Adapun spesifikasi *Battery Akkumulat*(AKI) yang digunakan untuk perencanaan pengujian peralatan sebagai pembangkit sinyal AC dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Data Spesifikasi *Battery Akkumulat* (AKI)

Jenis Battery	Tegangan Battery	Kapasitas Battery	Buatan
Panasonic	12 Volt	7,2 Ah	Panasonic

Data Beban Listrik Lampu

Adapun spesifikasi beban lampu penerangan listrik AC yang digunakan untuk pengujian dalam melakukan penelitian ini. Dalam melakukan pengujian dalam penelitian ini untuk beban listrik lampu penerangan dengan tegangan AC 220 volt digunakan 2 buah lampu adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Data Spesifikasi Beban Lampu

Merk	Daya (watt)	Tegangan (volt)	Arus (A)	Lumen (Lm)	Frekuensi
Hannochs	30 watt	220 volt	249 mA	-	50-60 Hz
LED HD	7 watt	220 volt	-	-	50-60 z

Data Beban Charger Handphone

Adapun dilakukannya pengujian pada charger pengisian daya *handphone* pada peralatan yang dirancang yaitu inverter adalah sebagai berikut;

Tabel 4. Data *charginghandphone* yang digunakan dalam pengujian beban

Merk	Tegangan Input (volt)	Tegangan Output (volt)	Arus Input (A)	Arus	Daya (watt)	Frekuensi
				Output (A)		
Nokia	AC 110-240 volt	DC 5 volt	65 mA	350 mA/0,35 A	1,75 watt	50-60 Hz

Data Beban Printer Canon iP 2770

Adapun dilakukannya pengujian pada beban listrik printer canon iP 2770 pada peralatan yang dirancang yaitu inverter adalah sebagai berikut ;

Tabel 5. Data printer canon iP2770 yang digunakan dalam pengujian beban

Merk	Tegangan Input (volt)	Arus Input (A)	Daya (watt)	Frekuensi
Canon iP2770	AC 220 volt	12 A	18 watt	50-60 Hz

Data Beban Solder Listrik

Adapun dilakukannya pengujian untuk penggunaan beban listrik yaitu solder listrik pada peralatan yang dirancang yaitu inverter adalah sebagai berikut ;

Table 6. Data solder listrik yang digunakan dalam melakukan pengujian

Merk	Daya (watt)	Tegangan (volt)	Arus (A)	Frekuensi
Masda	30 watt	220-240 volt	135 mA/0,135 A	50-60 Hz

Data Beban Receiver Digital

Adapun dilakukannya pengujian untuk penggunaan beban listrik yaitu receiver digital parabola pada peralatan yang dirancang yaitu inverter adalah sebagai berikut:

Table 7. Data receiver digital yang digunakan dalam melakukan pengujian

Merk	Daya (watt)	Tegangan (volt)	Arus (A)	Frekuensi
Primasat	20 watt	220 volt	0,09 mA	50-60 Hz

Proses Pemasangan Komponen

Pemasangan komponen dilakukan dengan menempatkan komponen-komponen yang dibutuhkan pada bagian-bagian yang telah ditentukan. Pada waktu pemasangan komponen yang perlu diperhatikan adalah pemasangan komponen dioda dan kapasitor agar tidak terbalik polaritasnya. Untuk pemasangan komponen yaitu dengan melakukan langkah sebagai berikut:

1. Memasangkan komponen-komponen pada PCB, komponen pasif dipasang terlebih dahulu untuk menghindari kerusakan komponen aktif.
2. Menyolder agar komponen menyatu dengan jalur pada PCB.
3. Menguji apakah rangkaian tersebut dapat bekerja dengan baik, dan mengadakan pengecekan kembali.

PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

Setelah merancang perangkat dilakukan suatu pengujian agar dapat diketahui hasil yang diperoleh dari rangkaian apakah hasilnya sudah mendapatkan hasil seperti yang diharapkan atau masih mendekati. Pengujian yang dilakukan meliputi

pengujian catu daya, pengujian komparator sensor dan pengujian input driver motor. Pengujian catu daya bertujuan untuk mengetahui tegangan keluaran dan tegangan yang akan di terima oleh perangkat lain. Pengujian komparator sensor ini bertujuan untuk mengetahui keadaan sensor pada saat ada objek yang bergerak dan objek yang diam disertai pengukuran tegangan output pada kedua keadaan sensor tersebut. Sedangkan pengujian input driver motor ini bertujuan untuk mengecek keadaan arah putar motor.

Pengujian Perangkat

Pengujian perangkat dilakukan untuk dapat mengetahui berapa tegangan yang dikeluarkan oleh suatu alat agar disaat dihubungkan ke alat lain dapat bekerja maksimal sesuai yang diinginkan dan tidak terjadi kerusakan pada alat. Peralatan yang digunakan untuk pengujian perangkat keras adalah Multimeter.

Pengujian Catu Daya

Pengujian catu daya dilakukan agar mengetahui hasil yang diperoleh terhadap catu daya tersebut. Pada dasarnya tegangan catu daya yang digunakan untuk mikrokontroller, komparator sensor sebesar +5 volt dan untuk driver motor stepper 12 volt. Tetapi pada pengujian ini tegangan output yang diperoleh dari catu daya adalah 4,95 volt dan 11,96 volt. Seperti pada Tabel 8. berikut ini.

Tabel 8. Tegangan output catu daya

No	Catu daya digunakan untuk	Tegangan output (volt)
1	Mikrokontroller dan komparator sensor	4,95
2	Driver motor stepper	11,96

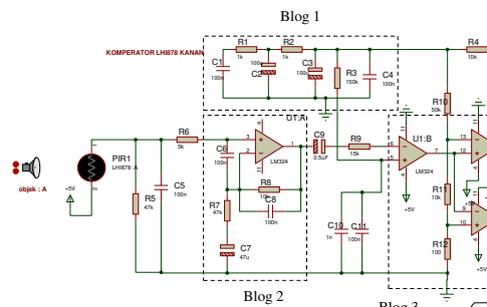
Pengujian Komparator Sensor PIR

Pengujian komparator sensor dilakukan dengan mengukur tegangan output pada saat ada objek yang bergerak dan pada saat ada objek yang tidak bergerak atau objek diam. Namun pada pengujian jarak maksimum yang dibaca oleh sensor PIR LHI878 sampai 350 cm. Hasil pengukurannya seperti Tabel 9. di bawah ini.

Tabel 9. Tegangan output sensor pada U1:B dan U2:B

No	Sensor PIR LHI878	Keadaan (Volt)	
		Objek diam	Objek bergerak
1	Sensor kanan	2,62	3,01
2	Sensor kiri	2,16	2,99

Komparator terdiri dari beberapa komponen elektronika yang dirangkai seperti Gambar 4.1. Komparator merupakan pembandingan tegangan masukan yaitu tegangan rendah dan tegangan tinggi. Blog 1 sebagai respon tegangan yang berfungsi untuk menyupai tegangan disaat terjadi drop tegangan.



Gambar 4. Komparator Sensor PIR

Komparator sensor PIR dapat menggunakan IC LM324 atau IC LM741, karena IC LM324 memiliki empat penguat atau op-amp dalam satu IC sedangkan dengan menggunakan IC LM741 hanya memiliki dua penguat atau op-amp dalam satu IC. Karena pada komparator ini memerlukan empat penguat maka dapat menggunakan IC LM324 yang lebih efektif. Penguat pertama (blog 2) berfungsi untuk menguatkan sinyal dan penguat yang kedua di blog 3 untuk mengetahui besaran tegangan yang masuk dari penguat pertama. Sedangkan penguat ketiga dan empat di blog 3 berfungsi untuk penguat tegangan output sehingga tegangan output mendekati dengan tegangan input.

Pin 14 dari IC LM324 dipasang dioda yang berguna untuk mencegah terjadi pembalikan sinyal digital pada saat sensor mendeteksi objek terhadap pin 8. Tegangan input IC LM324 ini bisa diberikan +4 volt sampai +12 volt, sensor mampu menerima tegangan input +5 volt maka IC LM324

juga diberikan tegangan +5 volt supaya sensor tidak hangus atau terbakar yang disebabkan oleh panas yang ditimbulkan dari tegangan input yang berlebihan. Tegangan output yang di hasilkan komparator sensor untuk menuju ke mikrokontroler AT89s52 dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Tegangan output dari komparator sensor menuju ke mikrokontroler

Keadaan Objek	Tegangan Output pada Komparator (volt)	
	PIR Kanan	PIR Kiri
	Diam	0
Bergerak	4,66	4,86

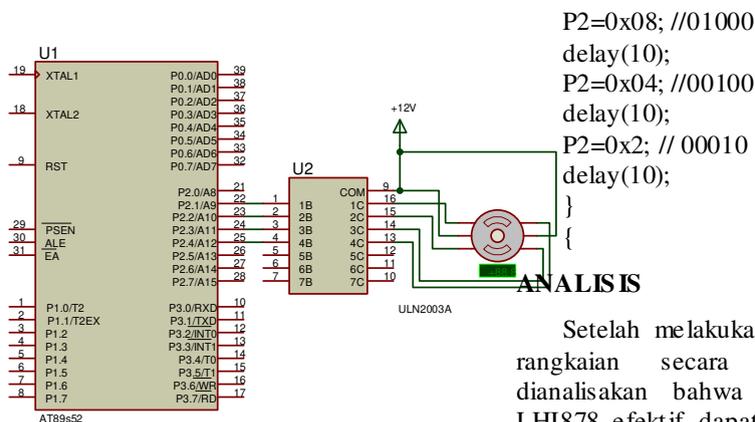
Pengujian Input Driver Motor

Pengujian input driver motor stepper dilakukan berdasarkan masukan dari masing-masing sensor PIR LHI878 melalui mikrokontroler AT89s52. Inputnya seperti Tabel 11 berikut ini.

Tabel 11. Input driver motor stepper

No	Keadaan motor stepper	Register	Input biner				
			A	B	C	D	E
1	Saat putar kanan	02	0	0	0	1	0
		04	0	0	1	0	0
		08	0	1	0	0	0
2	Saat putar kiri	10	1	0	0	0	0
		10	1	0	0	0	0
		08	0	1	0	0	0
		04	0	0	1	0	0
		02	0	0	0	1	0

Driver motor stepper dengan menggunakan IC ULN2003 seperti pada Gambar 5. di bawah ini



```
P2=0x08; //01000
delay(10);
P2=0x04; //00100
delay(10);
P2=0x2; // 00010
delay(10);
}
```

ANALISIS

Setelah melakukan pengujian terhadap rangkaian secara keseluruhan dapat dianalisis bahwa proses sensor PIR LHI878 efektif dapat mendeteksi gerakan manusia dengan jarak maksimum 350 cm. Jika diantara sensor PIR LHI878 komparator tidak menggunakan kabel penghantar maka jarak tempuh yang diperoleh semakin jauh jaraknya, karena kabel penghantar yang menghubungkan antara komparator dengan sensor dapat mengurangi pancaran infra pada merah yang dipancarkan dari manusia. Kabel penghantar lebih panjang dari yang telah dipasang pada modul akan mengakibatkan sensor tidak dapat mendeteksi lagi pergerakan manusia. Sensor PIR LHI878 akan lebih cepat respon untuk mendeteksi pergerakan manusia pada jarak yang lebih dekat dengan sensor. Selain pendeteksi sensor PIR juga menerima pancaran sinyal infra merah dari suhu tubuh manusia. Namun sinyal infra merah dari manusia pada saat diam sangat kecil sehingga tidak merespon untuk mengirim ke mikrokontroler supaya menggerakkan motor. Saat manusia bergerak maka sinyal infra merah yang di pancarkan mampu di baca oleh sensor PIR sehingga mampu mengirim perintah untuk menngerakkan motor.

Port mikrokontroler yang digunakan untuk penerima perintah dari sensor adalah Port 1.0 sebagai penerima dari komparator sensor PIR LHI878 yang kanan dan port 1.1 merupakan penerima dari komparator sensor PIR LHI878 yang kiri. Port 2.1, port 2.2, port 2.3 dan port 2.4 sebagai keluaran mikrokontroler ke *driver* motor *stepper*. Kecepatan putar motor stepper dapat di atur melalui program mikokontroler AT89s52 dengan mengubah pada “ON_time 800”, jika ingin putaran motor stepper lebih

Gambar 5. Driver Motor Stepper

Driver motor sering menggunakan relay, tetapi IC ULN2003 juga dapat difungsikan sebagai driver motor stepper, dimana IC ULN2003 ini terdapat tujuh gerbang logika NOT. Namun untuk driver motor stepper ini di gunakan empat gerbang NOT, pin 1, 2, 3 dan 4 sebagai input sedangkan pin 13, 14, 15 dan 16 sebagai output dan pin 9 sebagai tegangan input +12 volt.

Potongan input software yang diterima oleh mikrokontroler AT89s52 dan menunggu sensor sebelah mana yang mendeteksi objek kemudian data input tersebut dikirim ke driver motor stepper. Berikut data yang diterima oleh driver motor stepper pada saat motor memutar kekanan.

```
{
if(sw1==0) //motor putar kanan
{
P2=0x02; //00010
delay(10);
P2=0x04; //00100
delay(10);
P2=0x08; //01000
delay(10);
P2=0x10; //10000
delay(10);
}
}
```

Sedangkan data yang diterima oleh driver motor stepper pada saat motor memutar ke kiri adalah sebagai berikut:

```
{
P2=0x10; //10000 //motor putar kiri
delay(10);
```

lambat tentu lebih rendah dari on_time 800 dan jika ingin putaran motornya lebih cepat lagi tentu lebih besar dari on_time 800.

Sistem pemantau ruangan menggunakan kamera mini *Closed Circuit Television*(CCTV) akan memantau aktifitas yang ada dalam ruangan dan akan ditampilkan pada monitor. Kamera mini CCTV akan digerakkan oleh motor sesuai dengan deteksi sensor. Apabila sensor kanan yang mendeteksi pergerakan manusia maka kamera mini CCTV akan mengarah ke kanan dan begitu juga sebaliknya. Jika sensor kanan terus mendeteksi pergerakan manusia maka kamera mini CCTV bergerak terus ke kanan dan saat kamera mini CCTV sudah menyentuh kontektor/*limit swect* yang kanan maka motor stepper akan berhenti menggerakkan kamera mini CCTV. Hasil pantauan dari kamera mini CCTV akan ditampilkan pada monitor yang dihubungkan langsung dengan kabel audio video.

Pembahasan

Setelah melakukan pengujian terhadap rangkaian secara keseluruhan dapat dianalisis bahwa proses sensor PIR LHI878 efektif dapat mendeteksi gerakan manusia dengan jarak maksimum 350 cm. Jika diantara sensor PIR LHI878 komparator tidak menggunakan kabel penghantar maka jarak tempuh yang diperoleh semakin jauh jaraknya, karena kabel penghantar yang menghubungkan antara komparator dengan sensor dapat mengurangi pancaran infra pada merah yang dipancarkan dari manusia. Kabel penghantar lebih panjang dari yang telah dipasang pada modul akan mengakibatkan sensor tidak dapat mendeteksi lagi pergerakan manusia. Sensor PIR LHI878 akan lebih cepat respon untuk mendeteksi pergerakan manusia pada jarak yang lebih dekat dengan sensor. Selain pendeteksi sensor PIR juga menerima pancaran sinyal infra merah dari suhu tubuh manusia. Namun sinyal infra merah dari manusia pada saat diam sangat kecil sehingga tidak merespon untuk mengirim ke mikrokontroler supaya menggerakkan motor. Saat manusia bergerak maka sinyal infra merah yang di pancarkan mampu di

baca oleh sensor PIR sehingga mampu mengirim perintah untuk menngerakkan motor.

Port mikrokontroler yang digunakan untuk penerima perintah dari sensor adalah Port 1.0 sebagai penerima dari komparator sensor PIR LHI878 yang kanan dan port 1.1 merupakan penerima dari komparator sensor PIR LHI878 yang kiri. Port 2.1, port 2.2, port 2.3 dan port 2.4 sebagai keluaran mikrokontroler ke *driver* motor *stepper*. Kecepatan putar motor stepper dapat di atur melalui program mikokontroler AT89s52 dengan mengubah pada "ON_time 800", jika ingin putaran motor stepper lebih lambat tentu lebih rendah dari on_time 800 dan jika ingin putaran motornya lebih cepat lagi tentu lebih besar dari on_time 800.

Sistem pemantau ruangan menggunakan kamera mini *Closed Circuit Television*(CCTV) akan memantau aktifitas yang ada dalam ruangan dan akan ditampilkan pada monitor. Kamera mini CCTV akan digerakkan oleh motor sesuai dengan deteksi sensor. Apabila sensor kanan yang mendeteksi pergerakan manusia maka kamera mini CCTV akan mengarah ke kanan dan begitu juga sebaliknya. Jika sensor kanan terus mendeteksi pergerakan manusia maka kamera mini CCTV bergerak terus ke kanan dan saat kamera mini CCTV sudah menyentuh kontektor/*limit swect* yang kanan maka motor stepper akan berhenti menggerakkan kamera mini CCTV. Hasil pantauan dari kamera mini CCTV akan ditampilkan pada monitor yang dihubungkan langsung dengan kabel audio video.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis pada perancangan alatpemantau ruangan menggunakan kamera mini *Close Circuit Television* (CCTV) berbasis sensor gerak, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sensor PIR LHI878 sangat sensitif terhadap objek yang bergerak, dimana sensitifitasnya mencapai jarak 350cm.
2. Semakin dekat objek dengan sensor semakin cepat waktu respon sensornya dan semakin jauh objek

dengan sensor semakin lambat waktu responnya.

3. Hasil yang pantauan oleh kamera CCTV dapat dilihat langsung pada monitor secara langsung.
4. Waktu respon system juga dapat diatur dengan mengubah nilai kapasitansi pada kapasitor penghubung.

DAFTAR PUSTAKA

- Albert Paul Malvino, *Elektronika Komputer Digital*, [Alih Bahasa: M.O.Tjia], Erlangga, Jakarta, 1994.
- Bishop Owen, *Dasar-dasar Elektronika*, Erlangga, Jakarta, 2004.
- Paulus Andi Nalwan, "*Panduan Praktis Teknik Antar Muka dan Pemrograman Mikrokontroler AT89C51*", PT. Elex Media Komputindo Jakarta, 2003.
- Mahmudi, "*Perancangan Sistem Pemantau Ruang Menggunakan Kamera CCTV Berbasis Mikrokontroler*", Tugas Akhir Program Diploma III, Politeknik Negeri Lhokseumawe, 2010.
- Yeni Marnis, "Implementasi Sensor Pir (Passive Infrared Receiver) KC7783R Pada Sistem Pengaman Ruang Berbasis Mikrokontroler Dengan Keluaran Suara" *Artikel Program Pascasarjana Universitas Andalas Padang*, 2011
- Lia Rosmalia, "Perancangan pengontrol keamanan Ruang Menggunakan Kamera Close Camera Television (CCTV)", *Jurnal Informatika*, Vol. 6 No. 1, 2006.
- Datasheet, "Atmel 8 bit Microcontroller with 8 kB in System Programmable Flash AT89s52".
- Atmel datasheet, "Mikrokontroler Atmel 89c51" [Alih Bahasa: STMIK Pasim]
- Datasheet, "ULN2001A - ULN2002A - ULN2003A - ULN2004A Seven Darlington Arrays", Februari 2002.
- Datasheet, "LM124, LM224, LM324 Low Power Quad Operational Amplifiers", Desember 2001.
- Anifatul Faricha, "Prinsip Kerja Komparator", <http://faricha-ariefzh.blogspot.com>, diakses pada tanggal 22 Mei 2012.
- "Komparator", <http://penunjangbelajar.blogspot.com>, diakses pada tanggal Juli 2012.
- Teru Teru Bozu, "Sensor PIR (Passive Infra Red)", <http://sainsdanteknologiku.blogspot.com>, diakses pada tanggal Juli 2011.
- "RY-208C 3.6mm Mini Video Color Infrared CCTV Security Camera 208c", <http://ruiyee.en.alibaba.com>
- "Pengertian Motor Stepper", <http://bukansekedar-tahu.blogspot.com>, diakses pada tanggal 25 Oktober 2011.
- "PM35L-048 Stepper Motor", <http://houseofrobos.com>
- "Detektor pohybu LHi-878", <http://www.hezkyden.cz>