

REALISASI PERANGKAT PENGENDALI *ON-OFF* LAMPU PENERANGAN MELALUI SMS (*SHORT MESSAGE SERVICE*) DENGAN UMPAN BALIK BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S52

I Made Agustiana Putra, I G. A. Putu Raka Agung, I Nyoman Setiawan

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Udayana

Kampus Bukit Jimbaran Bali 80361, tlp (0361)703315

Email: adjustmade@yahoo.com, igapraka@yahoo.co.id

Abstrak

Penggunaan lampu penerangan yang tidak tepat waktu bisa menimbulkan hal-hal yang tidak diinginkan, pemborosan energi listrik dan mengurangi umur lampu penerangan. Pemakaian mikrokontroler dan HP GSM dengan sms untuk pengendalian nirkabel sangat praktis dan efisien. Pada penelitian ini akan direalisasikan perangkat pengendali *on-off* lampu penerangan dengan perantara SMS (*Short Message Service*) *handphone* (HP) GSM berbasis mikrokontroler AT89S52. Perangkat ini dapat mengkomunikasikan HP statis dengan mikrokontroler AT89S52 melalui komunikasi serial. Komunikasi ini menyebabkan mikrokontroler dapat mengendalikan *on-off* delapan lampu penerangan dengan rangkaian relay dan membaca kondisi *on-off* lampu penerangan melalui sensor photodiode. Perintah *on-off* lampu penerangan dikirim berupa sms oleh HP mobil ke HP statis yang terhubung serial ke mikrokontroler AT89S52. SMS ini akan dibaca dan diterjemahkan ke kode PDU dan dilaksanakan oleh mikrokontroler untuk *on-off* lampu penerangan. Berdasarkan kondisi *on-off* lampu penerangan ini HP statis akan mengirim sms balik ke HP mobil tentang kondisi lampu penerangan ini. Hasil pengujian pada peralatan ini menunjukkan HP mobil sudah mampu menghidupmatikan (*on-off*) delapan buah lampu penerangan baik secara bersamaan maupun satu demi satu. Sedangkan kondisi *on-off* lampu bisa diketahui satu demi satu dengan mengirim sms yang sesuai.

Kata Kunci: Lampu, SMS, Mikrokontroler, Photodiode, *Handphone*.

1. PENDAHULUAN

Teknologi komunikasi telepon seluler atau *handphone* (HP) saat ini begitu pesat dengan berkembangnya komunikasi dengan teks atau SMS (*Short Message Service*). SMS bisa digunakan untuk sistem pengontrol *wireless real time* karena kecepatan pengiriman datanya, efisiensi dan luas jangkauannya.

Penggunaan lampu penerangan yang tidak tepat waktu bisa menimbulkan hal-hal yang tidak diinginkan seperti pemborosan energi listrik, mengurangi umur lampu penerangan atau bahaya kebakaran. Untuk mengatasi kondisi tersebut, maka pada penelitian ini akan direalisasikan perangkat pengendali *on-off* lampu penerangan melalui perantara SMS pada *handphone* GSM dengan umpan balik berbasis mikrokontroler AT89S52. Perangkat dilengkapi dengan umpan balik sehingga pemakai dapat mengetahui secara langsung apakah lampu penerangan yang dikendalikannya benar *on* atau *off*. Pengendalian dilakukan atas perintah atau permintaan berdasarkan SMS yang dikirim oleh nomor HP tertentu (*mobile*) ke HP statis untuk mengetahui kondisi (status) *on-off* lampu penerangan. Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Dapat merancang dan merealisasikan antarmuka dari HP statis ke mikrokontroler AT89S52, sehingga kedua perangkat ini dapat berkomunikasi dua arah.

2. Dapat merancang dan merealisasikan rangkaian penggerak relai untuk mengendalikan *on-off* lampu penerangan berbasis mikrokontroler AT89S52.
3. Dapat merancang dan merealisasikan perangkat keras untuk mengetahui kondisi *on-off* lampu penerangan menggunakan photodiode berbasis mikrokontroler AT89S52.
4. Dapat merancang dan merealisasikan perangkat lunak dengan memanfaatkan SMS untuk mengendalikan *on-off* lampu penerangan serta mengetahui status *on-off* lampu penerangan tersebut berbasis mikrokontroler AT89S52.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Mikrokontroler AT89S52

Mikrokontroler AT89S52 merupakan mikrokontroler yang dikembangkan dari 8051 standar (semua pin dan instruksi bahasa *assembly* sesuai dengan standar 8051) oleh Atmel Corporation. Penambahan fitur dari mikrokontroler standar diantaranya[1]:

1. Memori flash 8 KB yang bisa diprogram ulang sampai 10000 siklus baca/tulis
2. Fungsi penguncian memori program (*program memory lock*) untuk memproteksi isi memori program internal
3. Bekerja pada frekuensi sampai 33 MHz
4. RAM internal sebesar 256 byte

5. Penambahan timer 2
6. *Timer watchdog* yang bisa diprogram
7. *Due data pointer* (DPTR)
8. Delapan sumber interupsi
9. Fungsi – fungsi penghematan daya

Dengan penambahan fungsi – fungsi tersebut, AT89S52 merupakan mikrokontroler yang cukup andal untuk aplikasi – aplikasi sistem kendali atau lainnya[1].

2.2 HP Siemens C55 dan Kabel Data Serial

Pada perangkat ini digunakan konektor DB9 dan konektor standar HP C55 untuk koneksi kabel data antara mikrokontroler dengan HP C55. HP C55 ini ditandai sebagai HP statis karena terhubung dengan mikrokontroler. HP statis harus mempunyai konektor DB9 Sedangkan HP yang dibawa oleh pemilik rumah atau user ditandai dengan HP mobil karena bisa dibawa kemana-mana. HP mobil bisa dari jenis/tipe HP apa saja.

2.3 Perintah AT (AT Command)

Perintah AT *Command* hampir sama dengan perintah CMD (*Command prompt*) pada DOS. Beberapa AT *Command* yang penting untuk SMS yaitu sebagai berikut[3]:

1. AT + CMGS : Untuk mengirim SMS
2. AT + CMGL : Untuk memeriksa SMS
3. AT + CMGD : Untuk menghapus SMS

2.4 Program Sumber Assembly

Setiap mikrokontroler atau mikroprosesor mempunyai format dan sintak bahasa *assembly* yang berbeda sesuai dengan tipe atau produsennya. Setiap bahasa *assembly* secara langsung dipengaruhi oleh set instruksi mesin komputer dan arsitektur perangkat keras[4]. Program sumber *assembly* merupakan program yang ditulis oleh pembuat program berupa kumpulan baris-baris perintah dan biasanya disimpan dengan ekstensi '*.asm'. Program ini ditulis menggunakan perangkat lunak *teks editor* seperti *notepad* atau *editor DOS*[5].

2.5 SMS (Short Message Service)

SMS (*Short Message Service*) merupakan salah satu layanan pesan teks yang dikembangkan dan distandarisasi oleh suatu badan yang bernama ETSI (*European Telecommunication Standards Institute*). Fitur SMS ini memungkinkan perangkat Stasiun Seluler Digital (*Digital Cellular Terminal*, seperti ponsel) dapat mengirim dan menerima pesan-pesan teks dengan panjang sampai dengan 160 karakter melalui jaringan GSM[6].

2.6 Pemrograman PDU (Protocol Data Unit)

Pesan teks SMS yang dikirim dari ponsel (telepon seluler) menuju pusat SMS atau SMS *Center* berbentuk kode PDU (*Protocol Data Unit*). PDU tersusun dari beberapa bagian kepala atau *header*

yang menyimpan informasi berupa bilangan-bilangan heksa desimal. Hal ini akan memberikan kemudahan jika dalam pengiriman akan dilakukan kompresi data, atau akan dibentuk sistem penyandian data dari karakter dalam bentuk untaian bit-bit biner. Sebenarnya PDU tidak hanya berisi teks saja, tetapi terdapat beberapa meta-informasi yang lainnya, seperti nomor pengirim, nomor SMSC, waktu pengiriman, dan sebagainya[3].

2.7 Photodiode

Photodiode merupakan sensor cahaya semikonduktor yang dapat mengubah besaran cahaya menjadi besaran listrik. Photodiode merupakan sebuah dioda dengan sambungan p-n yang dipengaruhi cahaya dalam kerjanya[7].

2.8 IC 74HC14

Fungsi dari IC 74HC14 adalah sebagai pembalik dan pemantap atau untuk mendeteksi taraf dan membentuk kembali pulsa-pulsa yang buruk pada bagian tepinya (membentuk sinyal kotak) agar sesuai dengan kondisi input IC TTL[9].

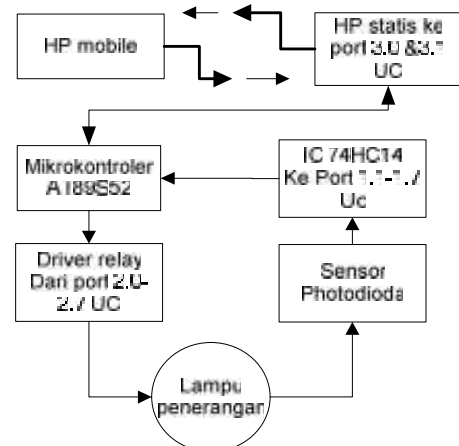
3. METODE PENELITIAN

3.1 Perancangan Perangkat Keras

Adapun diagram blok dari perangkat keras yang akan dirancang ditampilkan pada gambar 1.

Bagian – bagian dari gambar 1 dapat dijelaskan seperti berikut.

HP *mobile* berfungsi untuk mengirimkan SMS untuk *on-off* lampu penerangan dan bisa juga menerima SMS status lampu penerangan. HP statis terhubung dengan mikrokontroler menggunakan kabel data menggunakan komunikasi serial DB9. Jenis komunikasi yang digunakan adalah model UART.



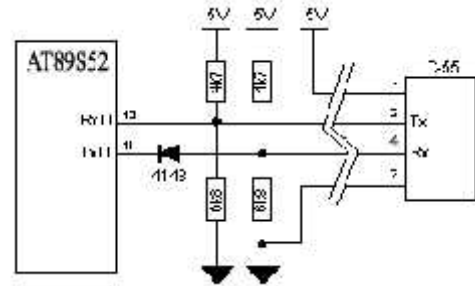
Gambar 1. Diagram blok perangkat keras

Mikrokontroler akan membaca dan berkomunikasi dengan HP, kemudian mengendalikan lampu dengan bantuan *driver* relai, serta membaca sensor yang telah dikontrol oleh IC 74HC14. Driver relai dipasang untuk tujuan mengendalikan lampu penerangan yang bekerja pada tegangan AC/220V.

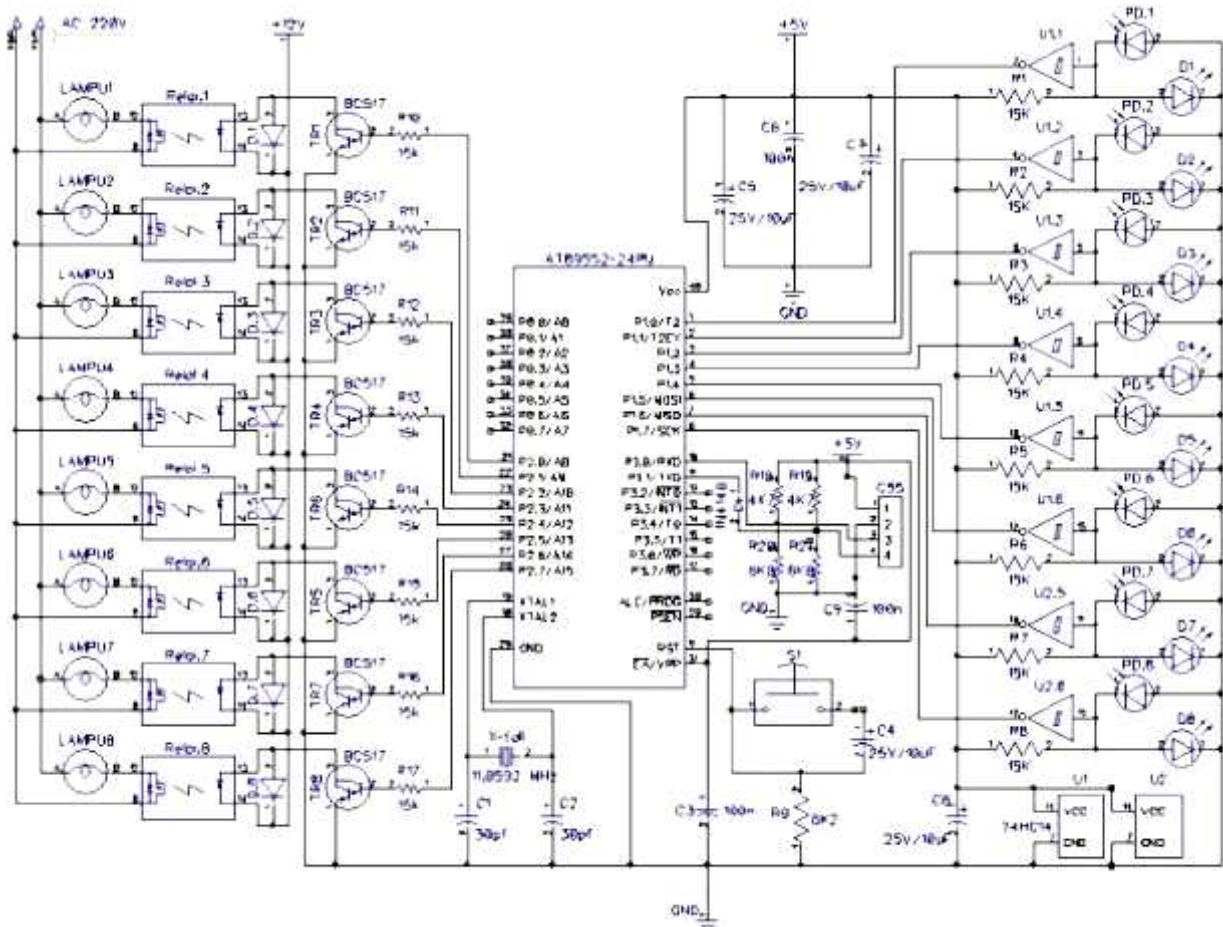
Sensor fotodiode digunakan untuk mengubah kondisi cahaya ke dalam besaran listrik. Agar sensor yang bersifat analog mampu dibaca oleh mikrokontroler yang bersifat digital dengan baik dan stabil perlu dipasang sebuah IC 74HC14. Keluaran IC ini sudah standar TTL sehingga dapat dihubungkan dengan port mikrokontroler.

Skema rangkaian komunikasi serial HP statis dengan mikrokontroler AT89S52 dapat dilihat pada gambar 2. Fungsi resistor dan dioda 4148 pada gambar 2 adalah untuk menstabilkan arus yang masuk dari level TTL ke HP statis (HP C55). Jika terlalu tinggi tegangannya akan menyebabkan peralatan pengaman C55 akan segera mematikan HP/ponsel[9].

Rangkaian pengendali *On-Off* lampu penerangan melalui SMS berbasis mikrokontroler AT89S52 secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 2. Komunikasi AT89S52 dengan HP statis[9]



Gambar 3. Rangkaian pengendali *On-Off* lampu penerangan melalui SMS berbasis mikrokontroler AT89S52

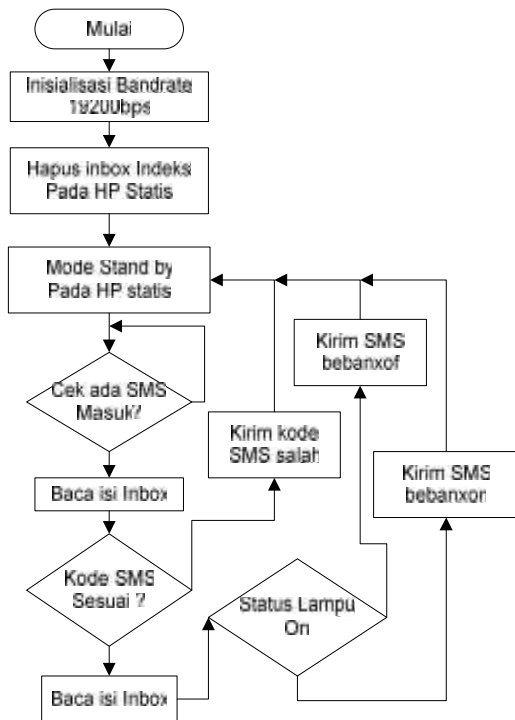
3.2 Metode Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada perangkat pengendali *on-off* lampu penerangan melalui SMS ini disusun berdasarkan *flow chart* yang ditampilkan pada gambar 4.

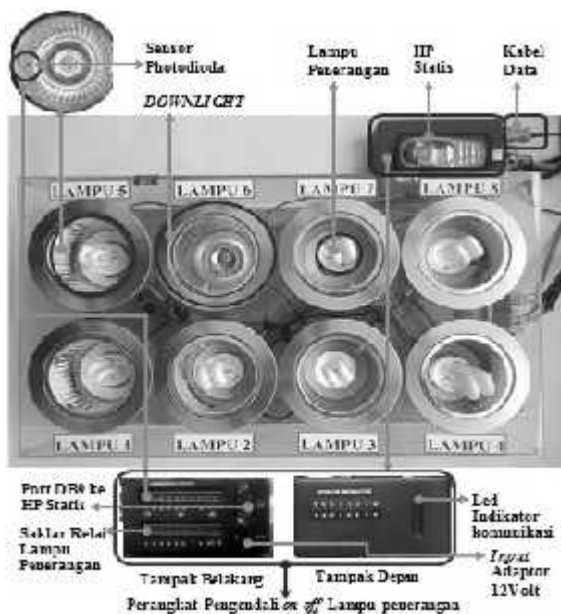
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Realisasi Perangkat Keras Secara Keseluruhan

Hasil rancang bangun sistem pengendali *on-off* lampu penerangan melalui sms berbasis mikrokontroler AT89S52 dapat dilihat pada gambar 5. Gambar ini adalah tampilan dari depan sehingga bagian mikrokontroler dan komponen elektronik termasuk relaynya tidak kelihatan.



Gambar 4. Flow chart perangkat lunak



Gambar 5. Perangkat keras sistem pengendali on-off lampu penerangan

4.2 Hasil Pengujian dan Pembahasan Rangkaian Antarmuka HP statis dengan AT89S52

Hasil pengujian komunikasi HP statis dengan AT89S52 serta percobaan pengiriman SMS ke HP statis saat belum terhubung dan saat sudah terhubung dengan rangkaian pengendali on-off lampu penerangan dapat dilihat pada gambar 6.



A. HP statis belum terpasang relay semua on/kiri
B. HP statis sudah terpasang relay semua off/kanan

Gambar 6. Pengujian antarmuka komunikasi HP statis dengan AT89S52

Hasil pengukuran tegangan keluaran rangkaian komunikasi HP statis dengan mikrokontroler AT89S52 pada saat HP statis sudah terhubung dengan mikrokontroler dapat dilihat pada gambar 7.



A. Pengukuran pada pin Rx/kiri B. Pengukuran pada pin Tx/kanan

Gambar 7. Pengukuran tegangan keluaran antarmuka komunikasi mikrokontroler AT89S52 dengan HP statis

Hasil pengukuran tegangan keluaran komunikasi mikrokontroler AT89S52 dengan HP statis pada port Rx dan Tx dari gambar 7 diperoleh hasil yang ditampilkan pada tabel 1.

Tegangan keluaran yang diukur pada rangkaian antarmuka pada pin Rx sebesar 2,98 Volt dan pin Tx sebesar 2,92 Volt (tabel 1). Tegangan maksimum yang dapat diterima oleh HP statis sebesar 3,3Volt.

Tabel 1. Tegangan keluaran antarmuka mikrokontroler AT89S52 dengan HP statis

No	Pin Rangkaian Antarmuka	Tegangan Keluaran	Keterangan
1	Rx	2,98 Volt	Sesuai tegangan maksimum HP statis 3,3Volt
2	Tx	2,92 Volt	Sesuai tegangan maksimum HP statis 3,3Volt

Tegangan keluaran rangkaian antar muka mikrokontroler AT89S52 dengan HP statis di bawah batas maksimum dan sudah sesuai dengan tegangan TTL pada HP statis, jika tegangan melebihi 3,3Volt maka HP statis akan dinonaktifkan secara otomatis oleh perangkat sistem pengamanan yang ada pada HP statis.

4.3 Hasil Pengujian dan Pembahasan Penggerak Relai

Setelah melakukan pengujian penggerak relai maka dapat diperoleh hasil seperti gambar 8.



a. Pengujian port logika low/kiri b. Pengujian port high /kanan

Gambar 8. Pengujian penggerak relai

Dari hasil pengukuran pada port 2 dari gambar 8 diperoleh hasil seperti tabel 2.

Tabel 2. Kondisi Port 2 Mikrokontroler AT89S52

No. Port	Kode assembly	Alat Ukur		Ket
		Logika	Multitester Digital	
2	mov P2,#00H	Low (0)	0.00 Volt	Driver Relai off
2	mov P2,#0FFH	High (1)	5.00 Volt	Driver Relai on

Dari hasil pengujian yang dilakukan terlihat saat port 2 diberikan logika low, menunjukkan hasil pengujian dengan alat ukur sebesar 0.00 Volt dan saat port 2 diberikan logika high, menunjukkan hasil pengujian dengan alat ukur sebesar 5.00 Volt. Pada saat logika low relai akan off (pengujian a gambar 10) dan saat logika high relai akan on (pengujian b gambar 8). Hal ini menunjukkan bahwa hasil yang diperoleh dari rangkaian yang dibuat sudah sesuai dengan rancangan yang direncanakan dan rangkaian ini bekerja sesuai level tegangan TTL.

4.4 Hasil Pengujian Rangkaian Sensor Photodiode Sebagai Umpan Balik Lampu Penerangan

Hasil pengujian dan pengukuran rangkaian sensor photodiode sebagai umpan balik lampu penerangan dapat dilihat pada gambar 9. Hasil pengukuran pada pengujian sensor photodiode sebagai umpan balik lampu penerangan seperti pada tabel 3.

Hasil pengujian yang telah dilakukan dapat diketahui saat lampu off, maka photodiode tidak mendapat sinar lampu sehingga kondisi photodiode bertahanan tinggi membuat tegangan 5V yang masuk melalui R1 menuju photodiode menjadi 4,34 Volt. Tegangan Vin sebesar 4,34 Volt akan dibalikkan oleh IC 74HC14 menjadi 0,00Volt dan tegangan ini menjadi sensor logika Low menuju input port 1 pada

mikrokontroler AT89S52 sebagai sensor lampu off. Begitu pula pada kondisi sebaliknya. Pada kedua kondisi keadaan sensor (high dan low) akan dibandingkan oleh perangkat lunak yang dipasang pada AT89S52 sebagai umpan balik keadaan lampu yang sebenarnya.



a. Pengukuran saat lampu off/kiri b. Pengukuran saat lampu on/kanan

Gambar 9. Pengujian sensor photodiode sebagai umpan balik lampu penerangan

Tabel 3. Hasil pengujian rangkaian sensor photodiode

No	Kondisi Lampu	Alat Ukur		Ket
		Multitester Digital (Vin)	Multitester Digital (Vout)	
1	off	4.34Volt	0.00 Volt	Sensor Low
2	on	0.07Volt	4.99 Volt	Sensor High

4.5 Cara Operasional dan Pengujian Rangkaian Secara Keseluruhan

Cara operasional dan pengujian peralatan secara keseluruhan mengacu pada gambar 5 dijelaskan sebagai berikut :

1. Mempersiapkan Perangkat
Sebelum mengoperasikan alat, hubungkan semua alat pendukung dengan perangkat pengendali on-off lampu penerangan, yaitu :
 - a. Perangkat rangkaian lampu,
 - b. HP statis dengan kabel datanya,
 - c. Delapan kabel sensor photodiode + 1 kabel Gnd (negatif) dari rangkaian lampu penerangan (downlight),
 - d. Delapan kabel saklar + 1 kabel tegangan AC netral (AC 220V) dari rangkaian lampu.
2. Mengaktifkan Perangkat
Pastikan seluruh perangkat sudah terpasang dengan benar, kemudian hubungkan catu daya adaptor 12V pada perangkat pengendali on-off lampu penerangan, dan tegangan AC 220Volt pada rangkaian lampu penerangan (downlight). Apabila Led indikator komunikasi telah menyala, menandakan mikrokontroler telah berhasil melakukan komunikasi dengan HP statis dan perangkat telah siap digunakan.
3. Menonaktifkan Perangkat
Putuskan hubungan tegangan AC 220 Volt pada rangkaian lampu penerangan (downlight), dan

catu daya adaptor 12V pada perangkat pengendali *on-off* lampu penerangan.

4. Mengendalikan *On-off* dan Mengecek Kondisi Lampu Penerangan

Dilakukan dengan mengirimkan perintah sms sesuai dengan kata kunci yang dibuat pada perangkat lunak. Pada penelitian ini, semua kata kunci yang dibuat menggunakan huruf kapital tanpa spasi yang ditampilkan pada tabel 4.

Tabel 4. Perintah SMS secara keseluruhan

No	Kata Kunci Pengirim	Tujuan SMS	SMS Balasan	Hasil
1	BEBAN1ON	Menyalakan lampu 1	BEBAN1ON	Lampu 1 menyala
2	BEBAN2ON	Menyalakan lampu 2	BEBAN2ON	Lampu 2 menyala
3	BEBAN3ON	Menyalakan lampu 3	BEBAN3ON	Lampu 3 menyala
4	BEBAN4ON	Menyalakan lampu 4	BEBAN4ON	Lampu 4 menyala
5	BEBAN5ON	Menyalakan lampu 5	BEBAN5ON	Lampu 5 menyala
6	BEBAN6ON	Menyalakan lampu 6	BEBAN6ON	Lampu 6 menyala
7	BEBAN7ON	Menyalakan lampu 7	BEBAN7ON	Lampu 7 menyala
8	BEBAN8ON	Menyalakan lampu 8	BEBAN8ON	Lampu 8 menyala
9	ALLBEBAN-ON	Menyalakan 8 lampu	ALLBEBAN-ON	8 Lampu menyala
10	BEBAN1OF	Memadamkan lampu 1	BEBAN1OF	Lampu 1 Padam
11	BEBAN2OF	Memadamkan lampu 2	BEBAN2OF	Lampu 2 Padam
12	BEBAN3OF	Memadamkan lampu 3	BEBAN3OF	Lampu 3 Padam
13	BEBAN4OF	Memadamkan lampu 4	BEBAN4OF	Lampu 4 Padam
14	BEBAN5OF	Memadamkan lampu 5	BEBAN5OF	Lampu 5 Padam
15	BEBAN6OF	Memadamkan lampu 6	BEBAN6OF	Lampu 6 Padam
16	BEBAN7OF	Memadamkan lampu 7	BEBAN7OF	Lampu 7 Padam
17	BEBAN8OF	Memadamkan lampu 8	BEBAN8OF	Lampu 8 Padam
18	ALLBEBAN-OF	Memadamkan 8 lampu	ALLBEBAN-OF	8 Lampu Padam
19	CEK BEBAN1	Cek Kondisi lampu 1	BEBAN1OF	Kondisi Lampu 1
20	CEK BEBAN2	Cek Kondisi lampu 2	BEBAN2ON	Kondisi Lampu 2
21	CEK BEBAN3	Cek Kondisi lampu 3	BEBAN3OF	Kondisi Lampu 3
22	CEK BEBAN4	Cek Kondisi lampu 4	BEBAN4ON	Kondisi Lampu 4
23	CEK BEBAN5	Cek Kondisi lampu 5	BEBAN5OF	Kondisi Lampu 5
24	CEK BEBAN6	Cek Kondisi lampu 6	BEBAN6OF	Kondisi Lampu 6
25	CEK BEBAN7	Cek Kondisi lampu 7	BEBAN7OF	Kondisi Lampu 7
26	CEK BEBAN8	Cek Kondisi lampu 8	BEBAN8ON	Kondisi Lampu 8
27	Kesalahan kode SMS	-	MAAF KODE SALAH	-

Pada tabel 4 dapat dilihat bahwa ke delapan lampu penerangan sudah bisa menyala dan padam (on off) sesuai dengan perintah yang diberikan dari sms. Kondisi lampu yang dicek apakah menyala atau mati juga sudah bisa diketahui dengan mengirim sms CEKBEBAN.

5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan yang telah diuraikan pada bagian sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Antarmuka mikrokontroler AT89S52 dengan HP statis sudah dapat berkomunikasi menggunakan komunikasi serial.
2. Rangkaian penggerak relai dapat bekerja menyalakan dan memadamkan delapan lampu penerangan.
3. Rangkaian photodiode sudah dapat memberikan umpan balik kondisi lampu, sehingga SMS yang dikirim menuju HP *mobile* sesuai dengan kondisi lampu penerangan yang sebenarnya.
4. Perangkat ini sudah bisa mengendalikan *on-off* delapan lampu penerangan melalui SMS dan memberi umpan balik berupa SMS yang dikirim melalui HP statis menuju HP *mobile* sesuai dengan kondisi lampu penerangan yang sebenarnya.

5.2 SARAN

Saran – saran yang dapat diberikan untuk lebih menyempurnakan atau pengembangan perangkat sejenis lebih lanjut adalah sebagai berikut :

1. Perangkat ini belum bisa digunakan untuk mengetahui sisa saldo pada kartu perdana yang terpasang di HP statis, sehingga untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan lagi perangkat lunak yang mampu melakukan hal tersebut.
2. Pemasangan sensor photodiode sebaiknya menghindari cahaya matahari langsung agar tidak mengacaukan pembacaan kondisi lampu penerangan.
3. Penggunaan HP statis dengan perangkat ini hanya dapat mengontrol delapan lampu dengan satu sensor pada setiap lampu, sehingga perlu dikembangkan perangkat yang dapat berkomunikasi dengan semua jenis HP serta kemampuan mengontrol perangkat elektronik lainnya yang lebih banyak.

6 DAFTAR PUSTAKA

- [1] Usman. 2008. *Teknik Antarmuka + Pemrograman Mikrokontroler AT89S52*. Yogyakarta : Andi.
- [2] [Http://www.gsm-support.net/en/data-cable-for-siemens-2218-a55-a56-a60-p171](http://www.gsm-support.net/en/data-cable-for-siemens-2218-a55-a56-a60-p171). diakses 2 Desember 2011.

- [3] Khang B. 2002. *Trik Pemrograman Aplikasi Berbasis SMS*. Jakarta : PT. Elex Media Komputindo.
- [4] Abdurrohman M. 2010. *Pemrograman Bahasa Assembly - Konsep Dasar dan Implementasi*. Yogyakarta : C.V ANDI OFFSET
- [5] [Http://www.mytutorialcafe.com/index.htm](http://www.mytutorialcafe.com/index.htm). diakses 11 Nopember 2011.
- [6] [Http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ct/WG1_mm-cc-sm_ex-CN1/TSGC1_43/Docs/C1061_702.doc](http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ct/WG1_mm-cc-sm_ex-CN1/TSGC1_43/Docs/C1061_702.doc). diakses 12 Nopember 2011.
- [7] [Http://ini-robot.blogspot.com/2011/11/photodiode.html](http://ini-robot.blogspot.com/2011/11/photodiode.html). diakses 20 Nopember 2011.
- [8] [Http://www.fairchildsemi.com/pf/QS/QSD2030.html](http://www.fairchildsemi.com/pf/QS/QSD2030.html). diakses 15 Januari 2012.
- [9] [Http://www.nxp.com/documents/data_sheet/74HC_HCT14.pdf](http://www.nxp.com/documents/data_sheet/74HC_HCT14.pdf). diakses 10 Agustus 2012.
- [10] <http://duniabiner.web.id/index.php?topic=16.0>. diakses 14 Maret 2012