

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMBUKA PAGAR OTOMATIS
MENGUNAKAN MODUL BLUETOOTH HC-05 SEBAGAI MEDIA**

KOMUNIKASI

SKRIPSI

TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



STEFANUS CHRISTIAN

NIM. 115060300111042

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2016

LEMBAR PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMBUKA PAGAR OTOMATIS
MENGUNAKAN MODUL BLUETOOTH HC-05 SEBAGAI MEDIA**

KOMUNIKASI

SKRIPSI

TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI ELEKTRONIKA

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



STEFANUS CHRISTIAN

NIM. 115060300111042

**Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 21 Juni 2016**

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Ir. Ponco Siwindarto, M.Eng.Sc

NIP. 19590304 198903 1 001

Mochammad Rif'an, S.T., M.T

NIP. 19710301 200012 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro

M. Azis Muslim, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 19741203 200012 1 001

JUDUL SKRIPSI:

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMBUKA PAGAR OTOMATIS MENGGUNAKAN
MODUL BLUETOOTH HC-05 SEBAGAI MEDIA KOMUNIKASI**

Nama Mahasiswa : STEFANUS CHRISTIAN

NIM : 115060300111042

Program Studi : TEKNIK ELEKTRO

Konsentrasi : TEKNIK ELEKTRONIKA

Komisi Pembimbing :

Ketua : Dr. Ir. Ponco Siwindarto, M.Eng.Sc

Anggota : Mochamad Rif'an, S.T., M.T.

TIM DOSEN PENGUJI :

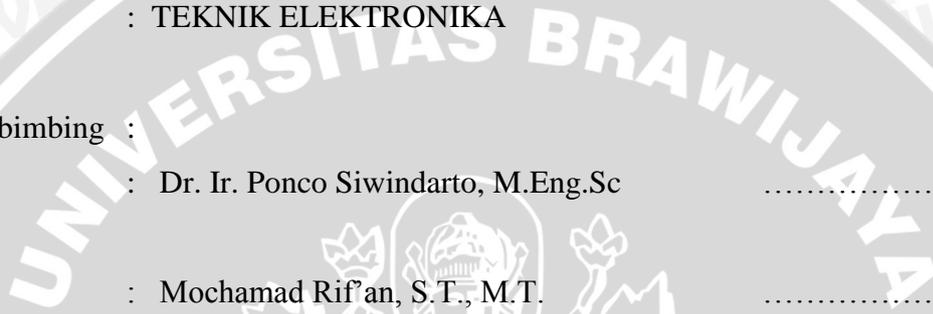
Dosen Penguji 1 : Dr.Eng. Panca Mudjirahardjo, S.T., M.T.

Dosen Penguji 2 : Ir. Nanang Sulistyanto, MT

Dosen Penguji 3 : Ir. Nurussa'adah, M.T

Tanggal Ujian : 26 Januari 2016

SK Penguji : No.154/UN10.6/SK/2016



PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenarnya-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran agar tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No.20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 20 Januari 2016

Mahasiswa

Stefanus Christian

NIM. 115060300111042

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



*Teriring Ucapan Terima Kasih kepada:
Ayahanda dan Ibunda tercinta*

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



RINGKASAN

Stefanus Christian, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2015, *Rancang Bangun Sistem Pembuka Pagar Otomatis Menggunakan Modul Bluetooth HC-05 Sebagai Media Komunikasi*, Dosen Pembimbing : Ponco Siwindarto dan Mochammad Rif'an.

Pagar adalah salah satu benda yang paling sering kita lihat dan benda yang selalu ada di sebagian besar bangunan. Hal ini dikarenakan pagar berfungsi sebagai pengaman rumah, pembatas kepemilikan tanah, memperindah tampilan eksterior, dll. Meskipun sebagian besar fungsi pagar digunakan untuk pengaman rumah, tetapi masih belum bisa dikatakan aman dari berbagai kejahatan di sekitar bangunan. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk mengatasi masalah tersebut. Penelitian ini menggunakan modul *Bluetooth* HC-05 sebagai media komunikasi antara pagar dan *remote controller*. Modul *Bluetooth* HC-05 serta LCD karakter digunakan sebagai media informasi visual. Mikrokontroler ATmega 328 digunakan sebagai alat pemroses utama.

Penelitian ini merupakan pengembangan dari skripsi sebelumnya yang berjudul *-Sistem Keamanan Pintu Pagar Otomatis Menggunakan Voice Recognition* dimana pada penelitian sebelumnya menggunakan gelombang radio yang dipasang pada klakson kendaraan. Penelitian tersebut bekerja pada saat tombol klakson ditekan dan sensor merespon output dari tombol tersebut yang selanjutnya pagar akan bergerak sesuai dengan indikator yang telah diberikan.

Pada penelitian ini digunakan modul *Bluetooth* HC-05 sebagai pemancar dan penerima sinyal. Untuk pengujian penelitian sendiri dilakukan pengulangan pengambilan data dengan berbagai kondisi. Dari pengambilan data tersebut diperoleh bahwa *Bluetooth* dapat melakukan *pairing* pada jarak 0 – 1029 cm dan tidak terpengaruh dengan sudut.

Kata kunci— Pagar, *Bluetooth*, Mikrokontroler

SUMMARY

Stefanus Christian, Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, November 2015, *Automatic Fence Opener using Bluetooth Module HC-05 as Medium of Communication*, Academic Supervisor: Ponco Siwindarto and Mochammad Rif'an.

Fences is one of the most common things that we see and the things that always exist in most buildings. This is because the fence serves as a safety house, limiting land ownership, beautify the exterior appearance, etc. Although most of the functions are used for home security, but still can not be said to be safe from various crimes around the building. Therefore conducted a study to resolve the issue. This study uses a Bluetooth module HC-05 as a communication between the fence and the remote controller. HC-05 Bluetooth module and LCD character is used as a medium of visual information. ATmega microcontroller 328 is used as the main processing equipment.

This study is an extension of previous thesis entitled "Automatic Fence Door Security System Using Voice Recognition" in which in previous studies using radio waves mounted on a vehicle horn. The research work at the time the horn button is pressed and the sensor responds to the output of the key hereinafter fence will move according to the indicators that have been given.

In this experiment, the HC-05 Bluetooth module as a transmitter and receiver. To test his own research conducted repetition of data collection with a variety of conditions. Obtained from data retrieval that can be put through the Bluetooth pairing in the range 0-1029 cm and is not affected by the angle.

Keyword-Fence, Bluetooth, Microcontroller

PENGANTAR

Puji syukur kita persembahkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmad-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian skripsi yang berjudul -Rancang Bangun Sistem Pembuka Pagar Otomatis Menggunakan Modul *Bluetooth* HC-05 Sebagai Media Komunikasi ini dengan baik. Penelitian skripsi ini disusun dalam rangka untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik, di Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak tersebut diantaranya:

1. Bapak M. Aziz Muslim, ST., MT., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
2. Bapak Hadi Suyono, ST., MT., Ph.D. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
3. Bapak Ali Mustofa, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Sarjana Jurusan Teknik Elektro.
4. Bapak Gaguk Asmungi, S.T, M.T. selaku pembimbing akademik.
5. Bapak Dr. Ir. Ponco Siwindarto, M.T., M.Eng.Sc. dan Mochammad Rif'an, ST., M.T selaku dosen pembimbing skripsi yang selalu membimbing dalam penelitian ini.
6. Ayahanda Markus Subiyanto, Ibunda M.M. Tri Widyastuti dan kakak saya Victorinus Wisnu yang selalu memberikan doa dan semangat.
7. Agung Handoko, Ainun Azhar, Bayu Satya, Swaraka Maulana, Ahmad Nurdin Islam, Muhammad Jaka, Bustanul Arifin, Stefanus Bayu Waskito dan Ristradianti Dwi Astiputri yang telah banyak membantu dalam pengerjaan skripsi ini.
8. Wilda Lisa Yunita yang telah menemani dan memberi semangat dalam waktu penulisan skripsi
9. Saudaraku Inverter 2011 yang memberikan pengalaman dan kenangan yang tak terlupakan bagi penulis.
10. Saudara-saudari KMK yang memberikan saya keluarga dan motivasi.

11. Saudara-saudara E.FM yang telah memberikan saya semangat dan hiburan
12. Saudara-saudara Laboratorium Elektronika yang telah menemani selama pengujian.
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penelitian ini dirasa masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu saran dan kritik mengenai penelitian ini diharapkan oleh penulis. Saran dan kritik ditujukan agar penelitian ini dapat menjadi tulisan ilmiah yang lebih baik dan bermanfaat. Akhir kata, semoga penelitian ini dapat memberikan kemajuan teknologi di Indonesia.

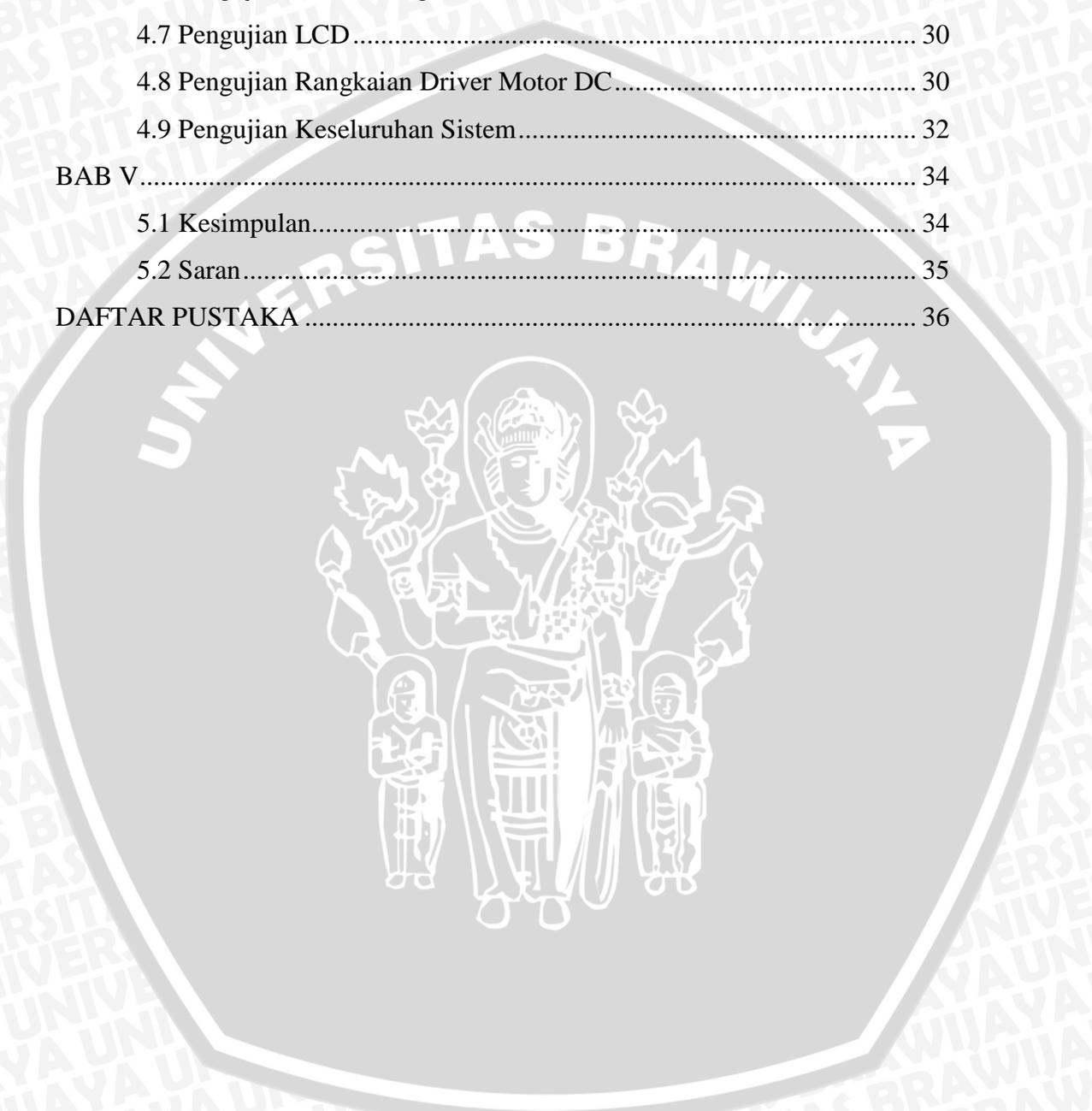


DAFTAR ISI

RINGKASAN.....	i
SUMMARY.....	ii
PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan	2
BAB II.....	3
2.1 Bluetooth HC-05	3
2.2 Mikrokontroler ATmega 328	8
2.3 LCD (Liquid Crystal Display) M1632	10
2.4 Relay	11
2.5 Motor DC.....	12
BAB III.....	15
3.1 Studi Litelatur	15
3.2 Perancangan dan Pembuatan Alat.....	15
3.3 Spesifikasi alat.....	15
3.4 Diagram blok sistem	16
3.5 Prinsip Kerja Alat.....	16
BAB IV.....	17
4.1 Perancangan Rangkaian Antarmuka Bluetooth.....	17
4.2 Perancangan Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler ATmega328	18
4.3 Perancangan Rangkaian Antarmuka LCD	19



4.4 Perancangan Rangkaian Driver Motor DC	20
4.5 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Lunak	21
4.6 Pengujian modul Rangkaian Bluetooth	28
4.7 Pengujian LCD	30
4.8 Pengujian Rangkaian Driver Motor DC	30
4.9 Pengujian Keseluruhan Sistem	32
BAB V	34
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Fungsi Pin Modul Bluetooth.....	7
Tabel 2.2	Perintah-perintah AT-Command.....	8
Tabel 2.3	Konfigurasi Port B.....	9
Tabel 2.4	Konfigurasi Port C.....	10
Tabel 2.5	Konfigurasi Port D.....	10
Tabel 2.6	Fungsi Pin LCD.....	11
Tabel 2.7	Spesifikasi Motor DC.....	13
Tabel 4.1	Pengujian Pengiriman Data Bluetooth tanpa Penghalang.....	28
Tabel 4.2	Pengujian Pengiriman Data Bluetooth dengan Plastik sebagai Penghalang Pada Bluetooth Slave.....	29
Tabel 4.3	Pengujian Pengiriman Data Bluetooth dengan Plastik sebagai Penghalang Pada Kedua Modul.....	30
Tabel 4.4	Pengujian Rangkaian Driver H-bridge Motor DC.....	31
Tabel 4.5	Pengujian Pengiriman Data Bluetooth dengan Plastik Sebagai	
Tabel 4.6	Pengujian Pengiriman Data Bluetooth dengan Sudut Berubah-ubah dan Jarak 850 cm.....	33



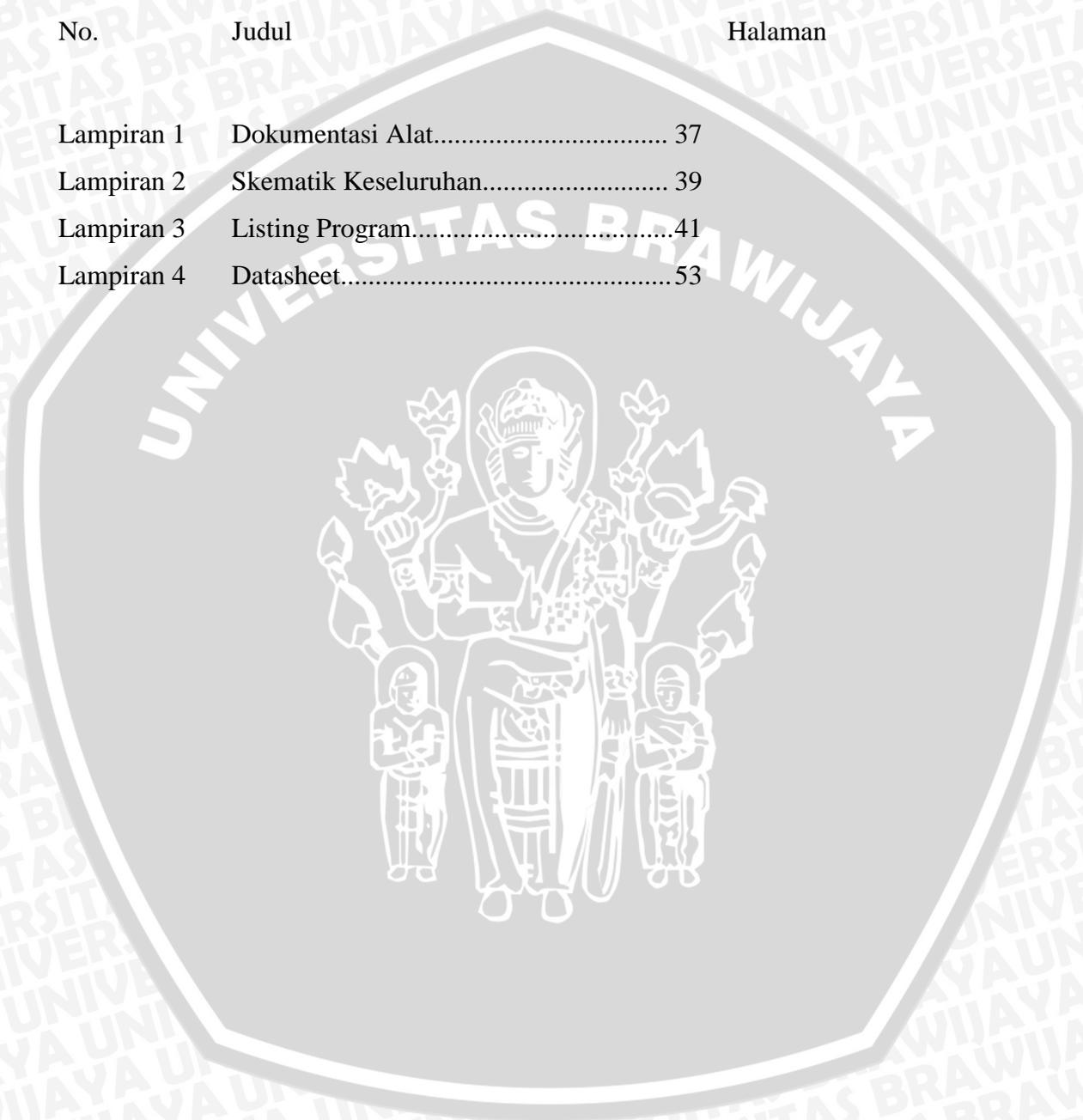
DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	<i>Piconet dan Scatternet</i>	3
Gambar 2.2	<i>Transport Protocol</i>	4
Gambar 2.3	<i>Middleware Protocol</i>	5
Gambar 2.4	<i>Application Group</i>	5
Gambar 2.5	Ukuran Modul <i>Bluetooth</i> HC-05.....	6
Gambar 2.6	Konfigurasi Pin Modul <i>Bluetooth</i>	7
Gambar 2.7	Konfigurasi Pin ATMega328.....	9
Gambar 2.8	Modul LCD 16 x2.....	11
Gambar 2.9	Relay.....	12
Gambar 2.10	Kurva Torsi dan Kecepatan.....	13
Gambar 3.1	Diagram Blok Sistem Keseluruhan.....	16
Gambar 4.1	Rangkaian Antarmuka Bluetooth dengan Mikrokontroler ATMega328.....	18
Gambar 4.2	Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler ATMega328.....	18
Gambar 4.3	Rangkaian Antarmuka LCD.....	19
Gambar 4.4	Rangkaian Driver Motor DC.....	21
Gambar 4.5	<i>Flowchart</i> Diagram <i>Bluetooth Master</i>	22
Gambar 4.6	<i>Flowchart</i> Diagram Sistem Pairing <i>Bluetooth Master</i>	23
Gambar 4.7	<i>Flowchart</i> Diagram Sistem <i>Bluetooth Slave</i>	24
Gambar 4.8	<i>Flowchart</i> Sistem Pairing <i>Bluetooth Slave</i>	25
Gambar 4.9	<i>Flowchart</i> Sistem Gerakan Pagar.....	26
Gambar 4.10	<i>Flowchart</i> Sistem Cek Status Pagar.....	27
Gambar 4.11	<i>Flowchart</i> Status <i>Bluetooth Slave</i>	27
Gambar 4.12	Blok Diagram Pengujian <i>Bluetooth</i>	28
Gambar 4.13	Blok Diagram Pengujian <i>LCD</i>	30
Gambar 4.14	Tampilan Saat Pagar Terbuka Penuh.....	31
Gambar 4.15	Tampilan Saat Pagar Tertutup Penuh.....	31



DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1	Dokumentasi Alat.....	37
Lampiran 2	Skematik Keseluruhan.....	39
Lampiran 3	Listing Program.....	41
Lampiran 4	Datasheet.....	53



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi semakin banyak memberikan kemudahan dalam hidup manusia. Segala bidang kehidupan telah menerapkan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi menggunakan mesin ataupun elektronika. Berbagai alat rumah tangga dan alat kerja kantor banyak yang telah menggunakan alat elektronik untuk membantu kehidupan sehari-hari.

Pemanfaatan teknologi dalam bidang rumah tangga dapat digunakan sebagai salah satu alat pengaman untuk membuka dan menutup pagar. Alat pembuka pagar menggunakan sebuah modul *Bluetooth* yang dapat membuka dan menutup dengan otomatis. Selain efisien dan praktis dalam membantu membuka dan menutup secara otomatis, tingkat keamanan terhadap pencurian dapat diminimalisir. Hal ini dikarenakan hanya *remote controller* yang telah dipasang modul *Bluetooth* yang dapat membuka pagar.

Berdasarkan permasalahan yang disebutkan di atas maka dalam laporan ini akan direalisasikan sebuah perangkat elektronika berbasis mikrokontroler yang mampu membaca sinyal masukan berasal dari modul *Bluetooth*. Modul *Bluetooth master* dipasang pada *remote controller* dan berfungsi sebagai pemancar yang akan mengirim sinyal ke modul *Bluetooth slave* yang berfungsi sebagai penerima yang dipasangkan pada pagar. Modul *Bluetooth master* yang dapat mengirim sinyal dihubungkan menggunakan mikrokontroler ATmega 328 sehingga modul *Bluetooth slave* dapat menggerakkan pagar menggunakan motor DC yang sebelumnya diproses dalam mikrokontroler ATmega 328.

Perancangan terdahulu untuk membuka pagar menggunakan gelombang radio yang dipasangkan pada klakson kendaraan dan menggunakan *voice recognition*. Dimana pada perancangan tersebut penggunaan gelombang radio yang dapat digunakan dengan menekan tombol klakson dengan *range* 2-3 detik untuk membuka dan lebih dari 3 detik untuk menutup pagar. (Ashar Seppiawan, 2014 : 1)

Dapat dibayangkan apabila kita tidak perlu repot membuka pagar saat sedang membawa banyak barang belanjaan atau saat hujan deras, cukup dengan menekan tombol di *remote controller* maka pagar akan terbuka untuk anda secara otomatis. Oleh karena itu perancangan alat ini dapat diaplikasikan untuk membuka pagar secara otomatis dan

diharapkan dapat melengkapi kebutuhan manusia akan fasilitas kenyamanan dan keamanan pada pagar rumah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat disusun rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana sistem *pairing Bluetooth* pada perancangan alat?
2. Bagaimana merancang antarmuka mikrokontroler ATmega 328 dengan modul *Bluetooth*?
3. Bagaimana sistem pembuka pagar secara otomatis menggunakan modul *Bluetooth*?

1.3 Batasan Masalah

Dengan mengacu pada permasalahan yang telah dirumuskan, maka hal-hal yang berkaitan dengan alat akan diberi batasan sebagai berikut :

1. Modul yang digunakan adalah modul *Bluetooth HC-05*
2. Mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega 328
3. Jarak maksimal antara *remote controller* dan pagar
4. Pengujian motor DC untuk membuka dan menutup pagar.

1.4 Tujuan

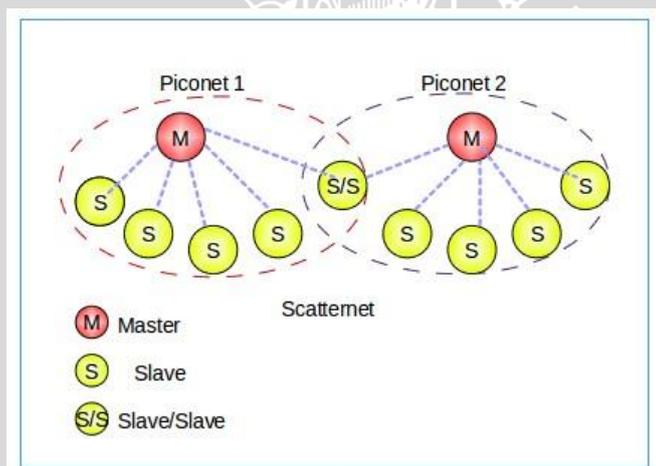
Tujuan dari pembuatan alat ini otomatisasi membuka dan menutup pagar sehingga dapat memudahkan kehidupan manusia.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bluetooth HC-05

Bluetooth adalah spesifikasi industri untuk kawasan pribadi (*Personal Area Network* atau PAN) tanpa kabel. *Bluetooth* menghubungkan dan dapat dipakai untuk tukar menukar informasi. *Bluetooth* beroperasi dalam pita frekuensi 2,4 Ghz dengan menggunakan sebuah frekuensi yang mampu menyediakan layanan komunikasi data dan suara secara *real time* antara *host-host bluetooth* dengan jarak terbatas. Teknologi *Bluetooth* mempunyai kemampuan untuk melakukan pertukaran informasi dengan jarak jangkauan sampai dengan 10 meter. Pada topologi *Bluetooth* dikenal istilah *piconet* dan *scatternet* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 *Piconet* dan *Scatternet*

Sumber : (Sakshat Virtual Labs, 2010)

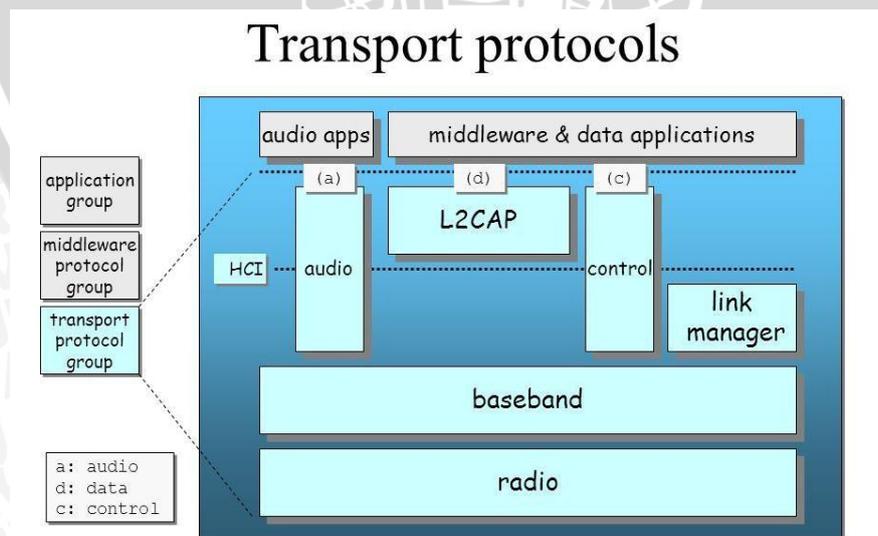
Piconet terdiri dari satu *master* dan beberapa *slave* yang terhubung pada *master* tersebut. *Slave* dapat pada kondisi aktif maupun pasif dalam periode tertentu. Semua peralatan yang terhubung dalam *piconet* tersinkronisasi satu dengan yang lainnya dan mempunyai frekuensi yang sama. Dalam beberapa kasus dimana jaringan yang terbentuk cukup padat, satu peralatan dapat menjadi bagian dari *piconet* lain. Hubungan dimana terdapat peralatan yang terhubung pada lebih dari satu *piconet* dengan *scatternet*.

Prinsip yang digunakan pada *scatternet* sama dengan prinsip pada *piconet*, yaitu setiap *piconet* mempunyai satu *master* dan beberapa *slave* pada kondisi aktif

maupun *park*. Dalam *scatternet*, peralatan yang berpartisipasi dalam lebih dari satu *piconet*, dapat berlaku sebagai *master* di suatu *piconet* dan menjadi *slave* di *piconet* lainnya. *Master* dalam *piconet* hanya mampu berkomunikasi dengan tujuh buah *slave* aktif dan bila lebih dari tujuh yang berkomunikasi maka dapat membuat jaringan *piconet* baru yang disebut *scatternet*.

Setelah *bluetooth* terkoneksi, tersedia 4 mode operasi, yaitu *active*, *sniff*, *hold* dan *park*. Pada mode *active*, *device* secara aktif berkomunikasi dalam transmisi data. Pada mode *sniff*, aktivitas berkurang dimana transmisi data terjadi hanya pada waktu tertentu. Sedangkan pada mode *hold*, aktifitas transmisi memiliki frekuensi yang lebih rendah dibandingkan dengan mode *sniff*, namun pada mode ini, *bluetooth* dapat melakukan *paging* ataupun *inquiring*. Sedangkan pada mode *park*, *bluetooth* tidak berpartisipasi dalam *piconet*, tetapi tetap mempertahankan sinkronisasi dengan kanal komunikasi agar suatu saat dapat bergabung kembali dengan *piconet*.

Elemen-elemen dari *stack* protokol *Bluetooth* secara teori terdiri dari 3 bagian pokok, yaitu: *Transport Protocol Group*, *Middleware Protocol Group* dan *Application Group*. *Transport Protocol Group* dibentuk dari protocol yang didesain agar peralatan *Bluetooth* dapat saling mengalokasikan dan untuk membuat konfigurasi dan mengatur baik link fisik maupun logik. Susunan dari *Transport Protocol Group* dapat dilihat di Gambar 2.2.

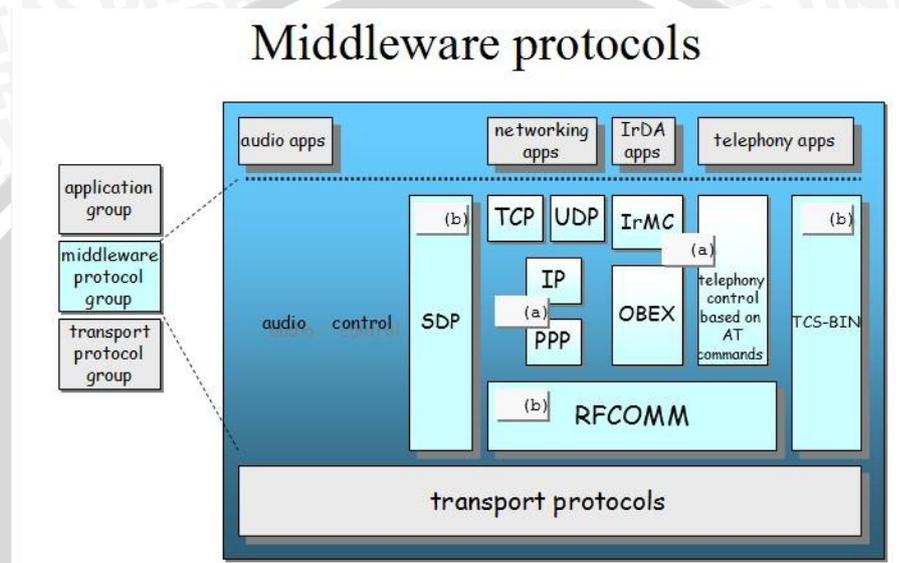


Gambar 2.2 *Transport Protocol*

Sumber : (Sakshat Virtual Labs, 2010)



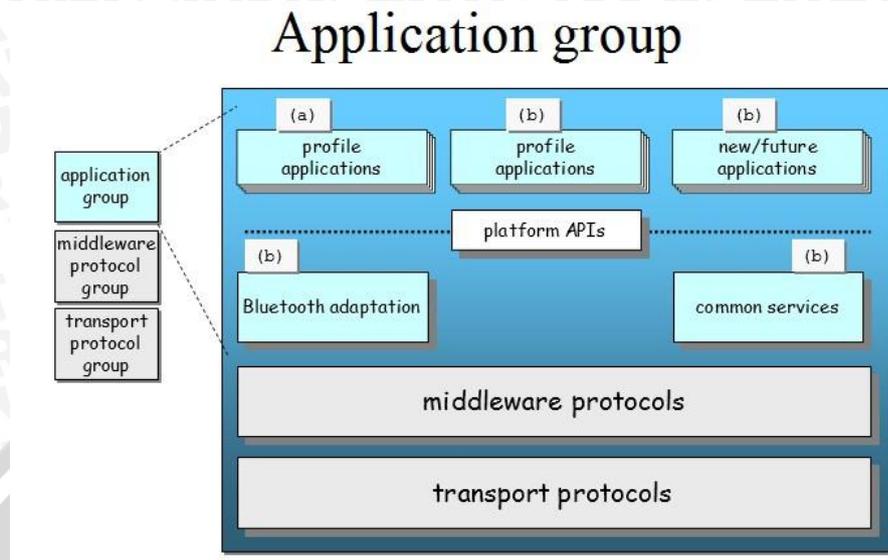
Middleware Protocol Group merupakan *protocol transport* tambahan yang diperlukan baik untuk aplikasi yang telah ada maupun yang baru untuk beroperasi pada *Bluetooth*. Protokol ini telah mencakup tiga protokol dari komunikasi *Bluetooth* yang memfasilitasi sejumlah besar aplikasi lain untuk dioperasikan pada *Bluetooth*. *Middleware Protocol Group* tersusun dari bagian-bagian seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 *Middleware Protocol*

Sumber : (Sakshat Virtual Labs, 2010)

Application Group terdiri dari aplikasi aktual yang membuat penggunaan *Bluetooth* berupa aplikasi baik dari *Bluetooth transport*, misalnya sebagai aplikasi modem dialer atau sebuah *client web-browsing*; maupun dari komunikasi *wireless Bluetooth*. Pada *application group* berfungsi untuk mengaplikasikan fungsi dan *service-service* yang dimiliki *Bluetooth*. *Application Group* bekerja sama dengan *Middleware Protocol Group* dan *Transport Protocol* untuk mewujudkan *Bluetooth* profil. Pada *Bluetooth* profil harus ditambahkan *application code* untuk dapat bekerja sama dengan *stack protocol* dibawahnya dan dapat berhubungan dengan *user*. *Application Group* tersusun dari bagian- bagian seperti pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 *Application Group*

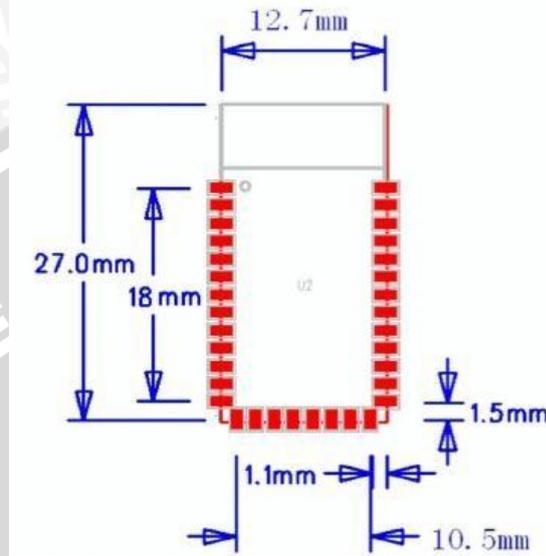
Sumber : (Sakshat Virtual Labs, 2010)

Pada penelitian ini digunakan *bluetooth to serial*. *Bluetooth to Serial* terdapat 2 macam yakni yang bernomor ganjil dan bernomor genap. *Bluetooth* serial yang bernomor ganjil seperti HC-05 atau HC-03 adalah versi pengembangan dari Modul *Bluetooth to Serial* HC-06 ataupun HC-04. Modul HC-05 adalah modul *Bluetooth SPP (Serial Port Protocol)* yang mudah digunakan, didesain untuk setup koneksi serial nirkabel transparan. Modul ini memenuhi syarat *Bluetooth V2.0+EDR (Enhanced Data Rate)* modulasi 3 Mbps dengan radio transceiver 2.4 GHz. Modul ini juga menggunakan sistem tunggal chip *Bluetooth CSR Bluecore 04-External* dengan teknologi CMOS dan dengan AFH (*Adaptive Frequency Hopping Feature*).

Setiap modul pasti memiliki fitur-fitur tersendiri, begitu juga dengan modul *Bluetooth* HC-05 ini. Berikut adalah fitur-fitur yang dimiliki modul HC-05 :

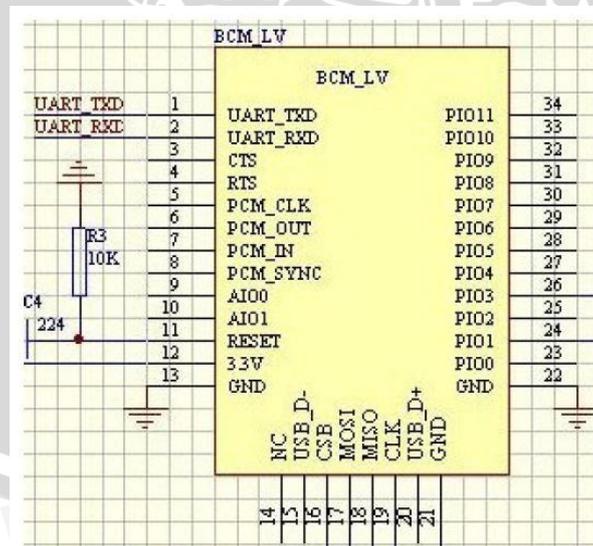
- Sensitivitas -80 dBm
- Daya transmitter RF sampai +4 dBm
- Range operasional adalah 1.8 V– 3.6 V I/O
- Kontrol PIO
- *UART interface*
- Adanya antenna dan konektor

Ukuran modul *bluetooth HC-05* ini adalah 12.7 mm x 27 mm seperti yang ditunjukkan di Gambar 2.5. Pada Gambar 2.6 ditunjukkan pin-pin pada modul *bluetooth HC-05* dan fungsi dari pin tersebut dijelaskan pada Tabel 2.1.



Gambar 2.5 Ukuran Modul *Bluetooth* HC-05.

Sumber : (Studio, 2010)



Gambar 2.6 Konfigurasi Pin Modul *Bluetooth*.

Sumber : (Itead Studio, 2010)

Tabel 2.1 Fungsi Pin Modul Bluetooth

No	Pin	No	Pin	No	Pin	No	Pin
1	TX	10	A101	19	CL	28	PI0
2	RX	11	RESET	20	USB D+	29	PI0
3	CT	12	3.3 V	21	GND	30	PI0
4	RT	13	GND	22	GND	31	PI0
5	PCM CLK	14	NC	23	PI0	32	PI0
6	PCM OUT	15	USB D-	24	PI0	33	PI1
7	PCM IN	16	CSB	25	PI0	34	PI0
8	PCM SYNC	17	MOSI	26	PI0		
9	A10	18	MISO	27	PI0		

Sumber : (Itread Studio, 2010)

Untuk mengatur sebuah modul *bluetooth* digunakan perintah menggunakan AT-Command. AT-Command adalah perintah yang dapat diberikan kepada *handphone* atau GSM/CDMA modem untuk melakukan sesuatu hal, dalam hal ini untuk mengatur modul *Bluetooth* HC-05. Dinamakan AT-Command karena semua perintah diawali dengan karakter A dan T. Dengan memprogram pemberian perintah ini di dalam komputer/mikrokontroler maka modul *bluetooth* dapat melakukan *pairing* untuk menncapai tujuan tertentu. Komputer dapat memberikan perintah AT-Command menggunakan Arduino Uno melalui komunikasi serial yang sudah disediakan. Beberapa contoh perintah AT-Command yang digunakan pada skripsi ini terlihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Perintah-perintah AT-Command

AT-Command	Keterangan
AT	Mengecheck apakah bluetooth sudah tersambung
AT+ORGL	Mengembalikan kondisi bluetooth ke keadaan semula
AT+ADDR	Mengetahui alamat dari bluetooth
AT+NAME	Memberi nama pada bluetooth
AT+ROLE	Mengetahui <i>role</i> dari bluetooth
AT+PSWD	Memberi password pada bluetooth
AT+RMAAD	Menghapus data koneksi yang telah ada
AT+CLASS	Menentukan class dari bluetooth
AT+INQ	Memindai address bluetooth

Sumber : (Itread Studio, 2010)

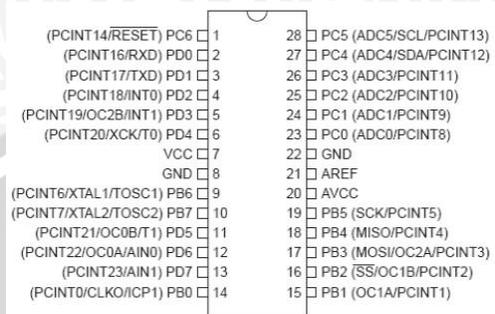
2.2 Mikrokontroler ATmega 328

ATmega 328 adalah mikrokontroler keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) yang dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (*Completed Instruction Set Computer*). Mikrokontroler ATmega 328 memiliki arsitektur Harvard, yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan kerja dan *parallelism*. Instruksi dalam memori program dieksekusi dalam satu alur tunggal, dimana pada saat satu instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil dari memori program. Konsep inilah yang memungkinkan instruksi dapat dieksekusi dalam setiap satu siklus clock. 32x8 *general purpose working register* digunakan untuk mendukung operasi pada ALU (*Aritmatic Logic Unit*) yang dapat dilakukan dalam satu siklus. 6 dari *general purpose working register* ini dapat digunakan 3 buah *register pointer* 16 bit pada mode pengalamatan tidak langsung untuk mengambil data pada ruang memori data.

Ketiga *register pointer* 16-bit ini disebut dengan *register X* (gabungan R26 dan R27), *register Y* (gabungan R28 dan R29), dan *register Z* (gabungan R30 dan R31). Hampir semua instruksi AVR memiliki format 16-bit. Setiap alamat memori program terdiri dari instruksi 16-bit atau 32-bit. Hampir semua instruksi AVR memiliki format 16-bit. Setiap alamat memori program terdiri dari 16-bit atau 32-bit. Selain *register* di atas, terdapat *register* lain yang terpetakan dengan teknik *memory mapped I/O* selebar 64 byte. Beberapa *register* ini digunakan untuk fungsi khusus antara lain sebagai *register control Timer/Counter*, Interupsi, ADC, USART, SPI, EEPROM, dan fungsi I/O lainnya. *Register- register* ini menempati memori pada alamat 0x20h – 0x5fh. Pin-pin ATmega 328 ditunjukkan pada Gambar 2.7. Mikrokontroler ATmega 328 yang digunakan memiliki beberapa fitur antara lain :

- 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus *clock*.
- 32 x 8-bit *general purpose working register*
- Kecepatan mencapai 16 MIPS dengan clock 16 MHz.
- 32 KB *Flash memory* dan pada arduino memiliki *bootloader* yang menggunakan 2 KB dari flash memori sebagai *bootloader*.
- Memiliki *SRAM (Static Random Access Memory)* sebesar 2 KB.
- *Master / Slave SPI Serial interface*.

Pin-pin ATmega 328 ditunjukkan pada Gambar 2.7 dan fungsi-fungsi dari pin ATmega 328 dapat dilihat di Tabel 2.3 yang menunjukkan konfigurasi pin B, Tabel 2.4 yang menunjukkan konfigurasi pin C dan Tabel 2.5 yang menunjukkan konfigurasi pin D.



Gambar 2.7 Konfigurasi Pin ATmega328

Sumber: (Atmel, 2010)

Tabel 2.3 Konfigurasi Port B

Port Pin	Alternate Function
PB7	XTAL2 (Chip Clock Oscilator pin 2)
PB6	XTAL1 (Chip Clock Oscilator pin 3)
PB5	SCK (SPI Bus Master Clock Input)
PB4	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Input)
PB3	MOSI (SPI Bus Master Output)
PB2	SS (SPI Bus Master Slave Select)
PB1	OC1A (Timer/Counter 1 Output Compare)
PB0	CLKO (Divided System Clock Output)

Sumber : (Atmel, 2010)

Tabel 2.4 Konfigurasi Port C

Port Pin	Alternate Function
PC6	Reset
PC5	ADC 5
PC4	ADC 4
PC3	ADC 3
PC2	ADC 2
PC1	ADC 1
PC0	ADC 0

Sumber : (Atmel, 2010)



Tabel 2.5 Konfigurasi Port D

Port Pin	Alternate Function
PD7	AIN1 (Analog Comparator Negative Input)
PD6	AIN0 (Analog Comparator Positive Input)
PD5	T1 (Timer/ Counter 1 External Counter Input)
PD4	T0 (Timer/ Counter 0 External Counter Input)
PD3	INT1 (External Interrupt 1 Input)
PD2	INT0 (External Interrupt 0 Input)
PD1	TXD
PD0	RXD

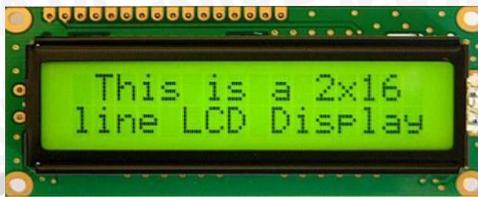
Sumber : (Atmel, 2010)

2.3 LCD (Liquid Crystal Display) M1632

LCD adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. Pada LCD berwarna semacam monitor terdapat banyak sekali titik cahaya (*pixel*) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya. Walau disebut sebagai titik cahaya, namun kristal cair ini tidak dapat memancarkan cahaya sendiri. Sumber cahaya di dalam sebuah perangkat LCD adalah lampu neon berwarna putih di bagian belakang susunan kristal cair tadi. Di dalam pengontrol ini sudah terdapat *ROM/RAM* generator karakter dan *RAM* data tampilan. Semua fungsi tampilan dikontrol oleh instruksi dan modul yang mudah bisa dihubungkan dengan sebuah mikroprosesor. Menurut datasheet Seiko Instrument (1987) modul penampil *M1632* mempunyai berbagai fitur sebagai berikut:

- 16 karakter, dua baris dengan matrik 5 x 7, dan kursor.
- ROM generator karakter dengan 192 tipe karakter.
- Antarmuka dengan 4 bit dan 8 bit mikroprosesor.
- RAM data tampilan dan RAM karakter generator bisa dibaca dari mikroprosesor.
- Mempunyai rangkaian *oscillator* sendiri.
- Catu daya tunggal +5V.
- Power-on RESET* otomatis
- Suhu operasi dari 0° C sampai 50° C

Pada Gambar 2.8 merupakan gambar *LCDM1632* 16 x 2 modul dan fungsi pin LCD ditunjukkan dalam Tabel 2.6.



Gambar 2.8 Modul LCD 16 x2.

Sumber : (Xiamen Amotec Display Corporation, 2008)

Tabel 2.6 Fungsi Pin LCD

Nama Pin	Fungsi
DB0-DB7	Merupakan saluran data, berisi perintah dan data yang akan ditampilkan.
E	Sinyal operasi awal. Sinyal ini mengaktifkan data tulis atau data baca
R/W	Sinyal seleksi tulis atau baca 0 : tulis, 1 : baca
RS	Sinyal pemilih register 0 : instruksi register (tulis) 1 : data register (tulis atau baca)
Vlc	Untuk mengendalikan kecerahan <i>LCD</i> dengan mengubah Vlc
Vcc	Tegangan catu +5 volt.
Vss	Terminal ground.

Sumber : (Xiamen Amotec Display Corporation, 2008)

2.4 Relay

Relay adalah suatu rangkaian *switching* magnetik yang bekerja bila mendapat catu dari rangkaian *trigger* seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.9. *Relay* memiliki tegangan dan arus nominal yang harus dipenuhi *output* rangkaian *driver*-nya. Arus yang digunakan pada rangkaian adalah arus DC. Konstruksi dalam suatu *relay* terdiri dari lilitan kawat (*coil*) yang dililitkan pada inti besi lunak. Jika lilitan kawat mendapatkan arus, inti besi lunak menghasilkan medan magnet dan menarik *switch* kontak. *Switch*

kontak mengalami gaya tarik magnet sehingga berpindah posisi ke kutub lain atau terlepas dari kutub asalnya. Keadaan ini akan bertahan selama arus mengalir pada kumparan *relay*. Dan *relay* akan kembali ke posisi semula yaitu *normaly-off*, bila tidak ada lagi arus yang mengalir padanya. Posisi normal *relay* tergantung pada jenis *relay* yang digunakan. Pemakaian jenis *relay* tergantung pada keadaan yang diinginkan dalam suatu rangkaian/sistem. Menurut kerjanya *relay* dapat dibedakan menjadi:

- Normaly Open* (NO); saklar akan tertutup bila dialiri arus.
- Normaly Close* (NC); saklar akan terbuka bila dialiri arus.
- Change Over* (CO); *relay* ini mempunyai saklar tunggal yang normalnya tertutup yang mana bila kumparan 1 dialiri arus maka saklar akan terhubung ke terminal A, sebaliknya bila kumparan 2 dialiri arus maka saklar akan terhubung ke terminal B.

Analogi rangkaian *relay* yang digunakan adalah saat basis transistor ini dialiri arus maka transistor dalam keadaan tertutup yang dapat menghubungkan arus dari kolektor ke *emitter* yang mengakibatkan *relay* terhubung, sedangkan fungsi dioda adalah untuk melindungi transistor dari tegangan induksi yang bisa mencapai 100 sampai 150 volt di mana tegangan ini dapat merusak transistor.



Gambar 2.9 Relay.

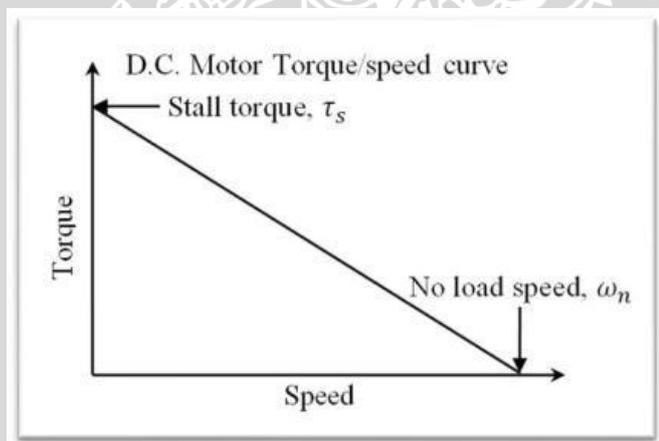
Sumber : (Multicomp, 2010)

2.5 Motor DC

Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor dc atau sering disebut motor arus searah lebih sering digunakan untuk keperluan yang membutuhkan pengaturan kecepatan dibandingkan dengan mesin ac. Motor dc memerlukan suplai tegangan searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar), dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar didalam medan

magnet, maka akan timbul tegangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran.

Prinsip motor DC adalah jika arus lewat pada suatu konduktor, akan timbul medan magnet di sekitar konduktor. Arah medan magnet ditentukan oleh arah aliran arus pada konduktor. Pada motor dc, daerah kumparan medan yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang melingkupi kumparan jangkar dengan arah tertentu. Konversi dari energi listrik menjadi energi mekanik (motor) maupun sebaliknya berlangsung melalui medan magnet. Dengan demikian medan magnet di sini selain berfungsi sebagai tempat untuk menyimpan energi, medan magnet juga berfungsi sebagai tempat berlangsungnya proses perubahan energi. Karakteristik yang dimiliki suatu motor DC dijelaskan lewat Gambar 2.10 kurva daya dan kurva torsi/kecepatannya, dari kurva tersebut dapat dianalisa batasan-batasan kerja dari motor serta daerah kerja optimum dari motor tersebut serta spesifikasi yang dimiliki motor DC tersebut ditunjukkan pada Tabel 2.7.



Gambar 2.10 Kurva Torsi dan Kecepatan.

Sumber : (Bimbhra, 1984).

Tabel 2.7 Spesifikasi Motor DC

Voltage (V)	No Loading Current (mA)	Output Speed (rpm)	Current (mA)
12	50	200	30

Sumber : (Bmibhra, 1984)



BAB III

METODE PENELITIAN

Penyusunan laporan ini didasarkan pada masalah yang bersifat aplikatif yaitu perancangan dan implementasi sistem. Agar bekerja sesuai tujuan penelitian, langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk mengimplementasikan sistem yang dirancang adalah penentuan studi literatur, perancangan dan pembuatan alat, pengujian alat, serta pengambilan kesimpulan.

3.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mempelajari teori penunjang yang dibutuhkan dalam perancangan dan pembuatan alat. Teori yang diperlukan yaitu: modul *Bluetooth* HC-05, modul *Liquid Crystal Display* (LCD), mikrokontroler ATmega 382 (Atmel), dan motor DC beserta driver yang digunakan.

3.2 Perancangan dan Pembuatan Alat

Perancangan dan pembuatan alat dalam bab ini secara garis besar terdapat dua bagian perancangan dalam pembuatan alat yaitu :

- Perancangan perangkat keras (*Hardware*)
- Perancangan perangkat lunak (*Software*)

Pada perancangan perangkat keras akan meliputi rangkaian dan sistem antarmuka pada mikrokontroler yang digunakan pada alat ini, sedangkan pada perancangan perangkat lunak meliputi diagram alir dan *software* yang ditunjukkan pada Gambar 4.5 sampai Gambar 4.10. Bahasa yang digunakan adalah bahasa C arduino yang nantinya *dicompile* menggunakan *software* arduino.

3.3 Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat secara global ditetapkan terlebih dahulu sebagai acuan dalam perancangan selanjutnya. Spesifikasi alat yang dirancang yaitu :

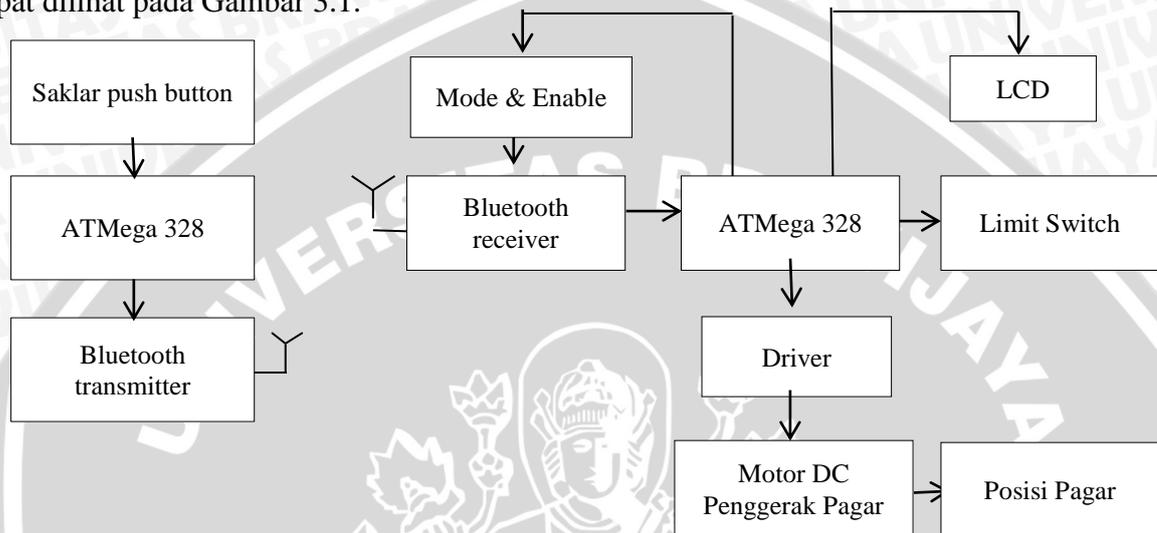
- Alat akan bekerja ketika switch untuk "buka" atau "tutup" ditekan
- Modul *Bluetooth* yang dipakai adalah HC-05 yang sudah dilengkapi *PCB Extendednya*
- Mikrokontroler yang dipakai adalah ATmega 328. ATmega ini terdapat *di remote controller* dan pada modul alat. ATmega ini berfungsi sebagai unit pemroses data
- Driver digunakan untuk mengatur arah putaran motor DC agar pagar terbuka atau

tertutup

- LCD digunakan untuk menampilkan karakter yang diinginkan

3.4 Diagram Blok Sistem

Keseluruhan bagian *hardware* atau biasa disebut dengan diagram blok *hardware* dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Keseluruhan

Fungsi masing-masing bagian dalam diagram blok sistem tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) Rangkaian modul *Bluetooth* berfungsi sebagai pemancar dan penerima sinyal
- 2) Mikrokontroler ATmega 328 berfungsi sebagai pengolah data dari dan ke modul *Bluetooth*, dan sebagai unit kendali utama dari seluruh sistem.
- 3) LCD berfungsi sebagai penampil data olahan dari mikrokontroler.
- 4) Driver berfungsi sebagai unit pengontrol motor DC
- 5) Motor DC berfungsi sebagai unit penggerak pagar

3.5 Prinsip Kerja Alat

Prinsip kerja alat berdasarkan blok diagram pada Gambar 3.1. Pada saat saklar “buka” atau “tutup” ditekan, Vcc mencatu mikrokontroler *master*, data pada mikrokontroler *master* akan dikirimkan melalui media *Bluetooth master*. *Bluetooth slave* akan menerima data kemudian data diolah oleh mikrokontroler yang kemudian dilanjutkan ke driver untuk mengatur arah putaran motor DC. LCD akan menampilkan karakter jika proses data tersambung.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi penjelasan prosedur pengujian dari alat yang telah dirancang untuk mengetahui sistem dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perencanaan dan perancangan alata baik *hardware* dan *software*. Perancangan *hardware* ini meliputi :

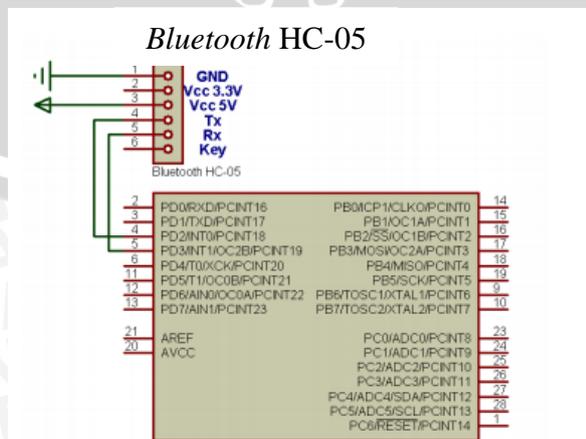
- Perancangan rangkaian antarmuka *bluetooth*
- Perancangan rangkaian minimum sistem mikrokontroler ATMEGA 328
- Perancangan rangkaian antarmuka LCD
- Perancangan antarmuka driver motor DC

Pengujian dilakukan dengan memberikan perubahan pada input blok diagram dan mengamati output blok diagram yang diuji. Pengujian dilakukan pada tiap-tiap blok sistem. Adapun blok-blok yang diuji adalah :

- Pengujian modul rangkaian modul *Bluetooth*
- Pengujian LCD
- Pengujian rangkaian driver motor
- Pengujian sistem secara keseluruhan

4.1 Perancangan Rangkaian Antarmuka *Bluetooth*

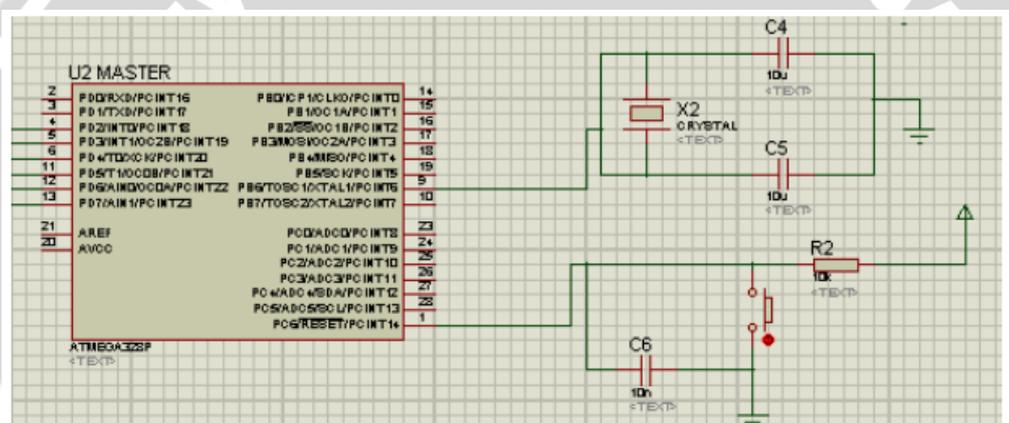
Modul *Bluetooth* ini digunakan untuk mengirim dan menerima data mikrokontroler yang diletakkan pada remote controller dan pagar. Agar modul ini dapat bekerja maka supply modul diberi tegangan 9 V dan digunakan rangkaian step down converter agar tegangan menjadi 5 V. Rangkaian antarmuka antara mikrokontroler dan *Bluetooth* ditunjukkan pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Rangkaian Antarmuka *Bluetooth* dengan Mikrokontroler ATMEGA328.

4.2 Perancangan Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler ATmega328

Mikrokontroler yang digunakan pada rangkaian ini adalah ATmega 328 yang termasuk dalam seri AVR. Rangkaian oscillator terdiri dari dua kapasitor dan kristal, sedangkan untuk rangkaian reset terdiri dari push button, resistor dan kapasitor. Pada mikrokontroler ATmega 328 nilai kristal yang digunakan adalah 16 MHz. Besar nilai C1 dan C2 disesuaikan dengan apa yang tertera dalam datasheet, yaitu antara 12 pF sampai 22 pF. Perancangan minimum sistem yang digunakan dalam alat ini menggunakan kapasitor sebesar 22 pF. Rangkaian minimum sistem mikrokontroler ATmega328 ditunjukkan dalam Gambar 4.2



Gambar 4.2 Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler ATmega328

Fungsi reset dalam rangkaian mikrokontroler adalah mengulang/merestart program apabila terjadi error pada saat mikrokontroler sedang bekerja. Minimum timer reset pada datasheet mikrokontroler ATmega328 tertera 2.5 μ s. Jadi dalam penentuan komponen penghitungan waktu untuk time reset harus diatas dari waktu minimum. Komponen yang digunakan dalam perancangan ini adalah kapasitor bernilai 10 μ F.

Perhitungan resistor untuk time reset apabila mengacu pada tegangan minimal kapasitor yang diketahui dalam datasheet ATmega 328 agar dapat melakukan reset adalah:

$$V_c(\min) = 0.2V_{cc} \quad (4-1)$$

$$= 0.2 \times 5 \text{ V}$$

$$= 1$$

$$V_c = V_s \cdot e^{-t/R.C} \quad (4-2)$$

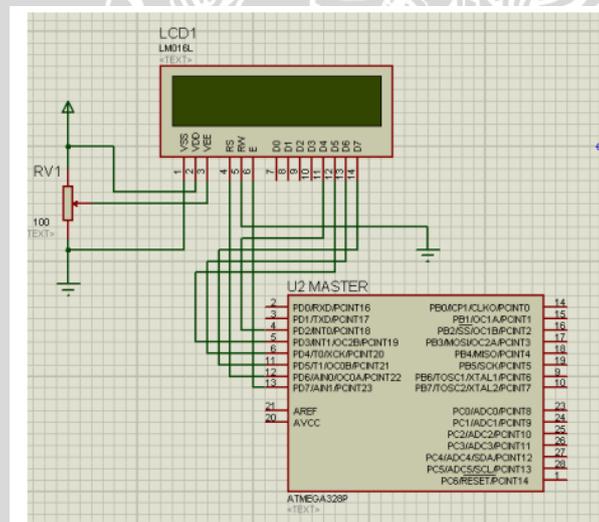
$$1 = 5 \cdot e^{-25\mu s/R.10\mu F}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{5} &= e^{-25\mu\text{s}/R \cdot 10\mu\text{F}} \\ \ln 0.2 &= -25\mu\text{s}/R \cdot 10\mu\text{F} \\ R \cdot 10 &= -25/-1.6 \\ R &= 1.5625 \Omega \end{aligned}$$

Jadi nilai resistor minimal yang didapat sebesar 0.15625Ω dan dalam perancangan alat ini menggunakan resistor senilai $1 \text{ k}\Omega$, sehingga pemilihan komponen kapasitor $C6 = 10\mu\text{F}$ memiliki time reset melebihi batasan minimal yang ditentukan oleh datasheet ATmega 328.

4.3 Perancangan Rangkaian Antarmuka LCD

Pada perancangan rangkaian antarmuka LCD ini terdapat beberapa pin yang digunakan untuk antarmuka dengan mikrokontroler pada LCD diantaranya 2 pin yang digunakan sebagai pin control yaitu pin 18 sebagai RS dan pin 17 sebagai enable, sedangkan untuk jalur data terdapat pada pin 4, 5, 6 dan 11. Rancangan antarmuka LCD ditunjukkan dalam Gambar 4.3



Gambar 4.3 Rangkaian Antarmuka LCD

4.4 Perancangan Rangkaian Driver Motor DC

Perancangan ini dilakukan untuk mengatur arah putaran motor DC yang digunakan untuk membuka pagar. Rangkaian ini tersusun atas beberapa komponen yang meliputi transistor TIP3055 NPN, diode, relay dan resistor. Relay dirancang dengan posisi normaly-open sehingga relay akan aktif jika mikrokontroler berlogika 1 dan mati jika berlogika 0. Driver motor berupa transistor NPN digunakan sebagai saklar untuk

menghubung dan memutuskan relay dengan memanfaatkan kondisi jenuh dan cut-offnya. Sesuai datasheet ATmega 328, logika tinggi port B pada pin digital arduino menghasilkan tegangan minimal 4.2 volt dan arus keluaran maksimum 20 mA. Relay yang digunakan merupakan relay jenis single coil 12V. Nilai hambatan kumparan relay yang digunakan adalah 320 Ω . Untuk rangkaian driver motor, perhitungan R2 adalah sebagai berikut:

$$V_{oh} = 4.2 \text{ V}$$

$$I_{oh} = 20 \text{ mA}$$

$$V_{cc} = V_{ce} + I_c \cdot R_{relay}$$

$$R_{internal \text{ relay}} = 320 \Omega$$

Pada kondisi relay aktif adalah saat $V_{ce} = V_{ce(sat)}$. Dari datasheet TIP3055, $V_{ce \text{ sat max}} = 1.1 \text{ V}$, sehingga :

$$\begin{aligned} I_{c \text{ sat}} &= \frac{V_{cc} - V_{ce \text{ sat max}}}{R_{relay}} && (2-3) \\ &= \frac{12 - 1.1}{320} \\ &= 34.0625 \text{ mA} \end{aligned}$$

Oleh sebab itu, rating arus yang digunakan harus lebih besar dari 34.0625 mA.

$$h_{fe \text{ min}} = 20$$

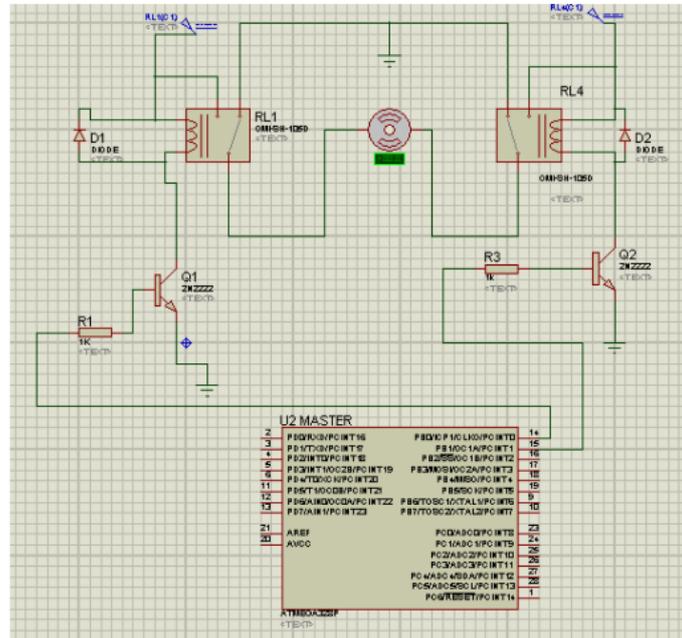
$$h_{fe \text{ max}} = 70$$

$$\begin{aligned} \text{sehingga } I_b &= \frac{I_c}{h_{fe \text{ min}}} \\ &= \frac{34.0625}{20} \\ &= 1.7032 \text{ mA} \end{aligned}$$

$V_{oh \text{ min}}$ dari mikrokontroler = 4.2 V, besar R_b adalah :

$$\begin{aligned} V_{oh \text{ min}} &= I_b \times R_b + V_{be \text{ sat max}} \\ R_b &= \frac{V_{oh \text{ min}} - V_{be \text{ sat max}}}{I_b} \\ &= \frac{4.2 - 1.8}{1.7032} \\ &= 1.409 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

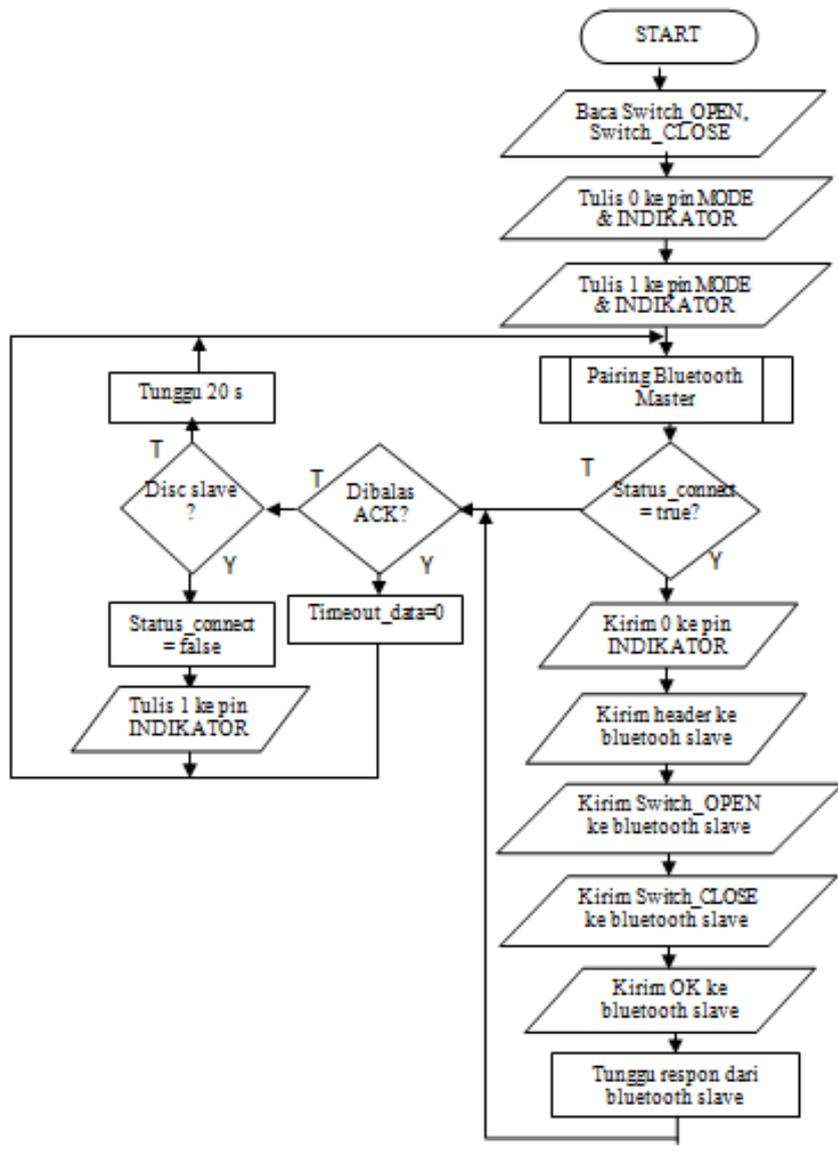
Karena nilai tahanan tersebut tidak ada di pasaran, maka diambil nilai terdekat yang lebih besar dari nilai di atas. Nilai tahanan yang dipakai yaitu sebesar 1.5 k Ω . Rangkaian driver motor ditunjukkan dalam Gambar 4.4



Gambar 4.4 Rangkaian Driver Motor DC.

4.5 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Lunak

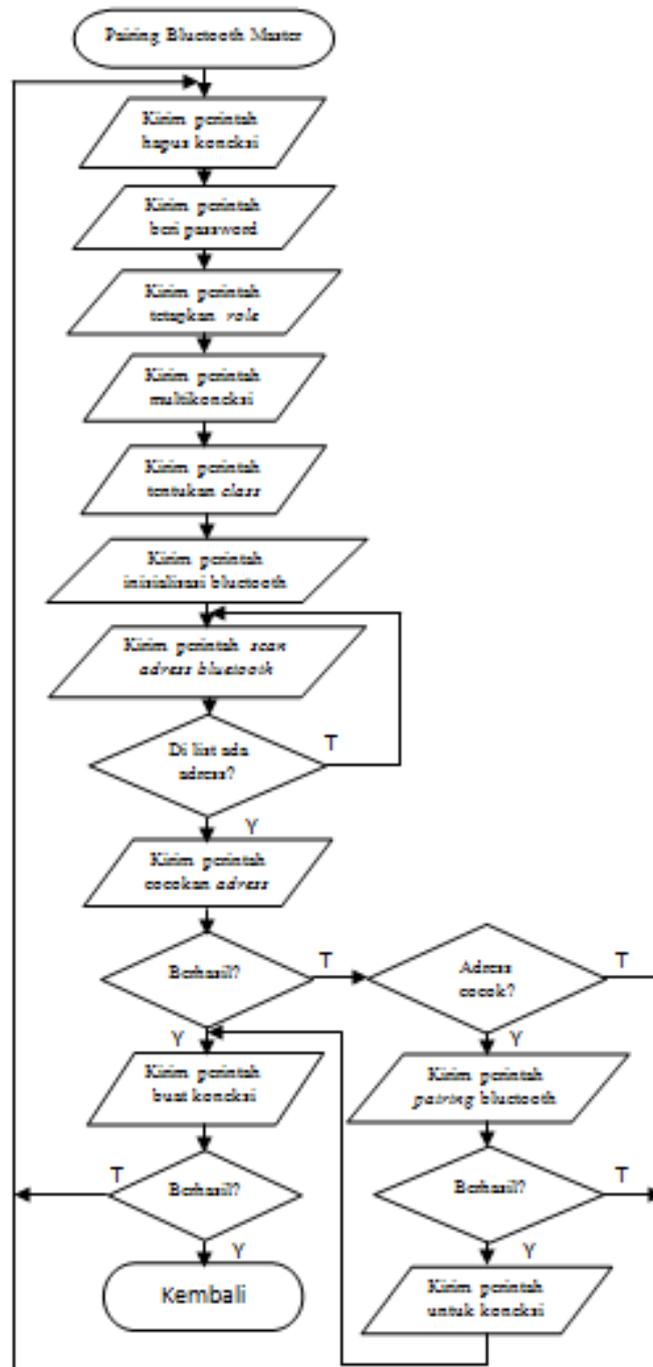
Perancangan perangkat lunak merupakan perancangan perangkat lunak mulai dari proses pengiriman data dari modul *Bluetooth Master* ke modul *Bluetooth Slave* dan arah putaran motor pada pagar. Perancangan perangkat lunak dibuat agar data pengiriman modul *bluetooth* dapat diolah sehingga sistem dapat bekerja dengan baik. Perancangan perangkat lunak pada mikrokontroler berupa diagram alir atau *flowchart*. *Flowchart* ini berfungsi sebagai alur kerja dari rangkaian hardware yang telah dirancang sebelumnya. Bahasa yang digunakan dalam membuat program untuk alat ini adalah bahasa C Arduino, sedangkan compiler yang digunakan yaitu Arduino. *Flowchart* yang dibagi menjadi beberapa bagian. *Flowchart* untuk Gambar 4.5 adalah sistem *Bluetooth master*, *flowchart* untuk Gambar 4.6 adalah subrutin untuk proses *pairing bluetooth master*, *flowchart* untuk Gambar 4.7 adalah sistem *bluetooth slave*, untuk Gambar 4.8 adalah untuk subrutin *pairing bluetooth slave*, *flowchart* untuk Gambar 4.9 adalah untuk subrutin gerakan pagar, *flowchart* untuk Gambar 4.10 adalah untuk subrutin cek status pagar dan untuk Gambar 4.11 adalah *flowchart* subrutin status *bluetooth slave*.



Gambar 4.5 Flowchart Diagram Sistem Bluetooth Master

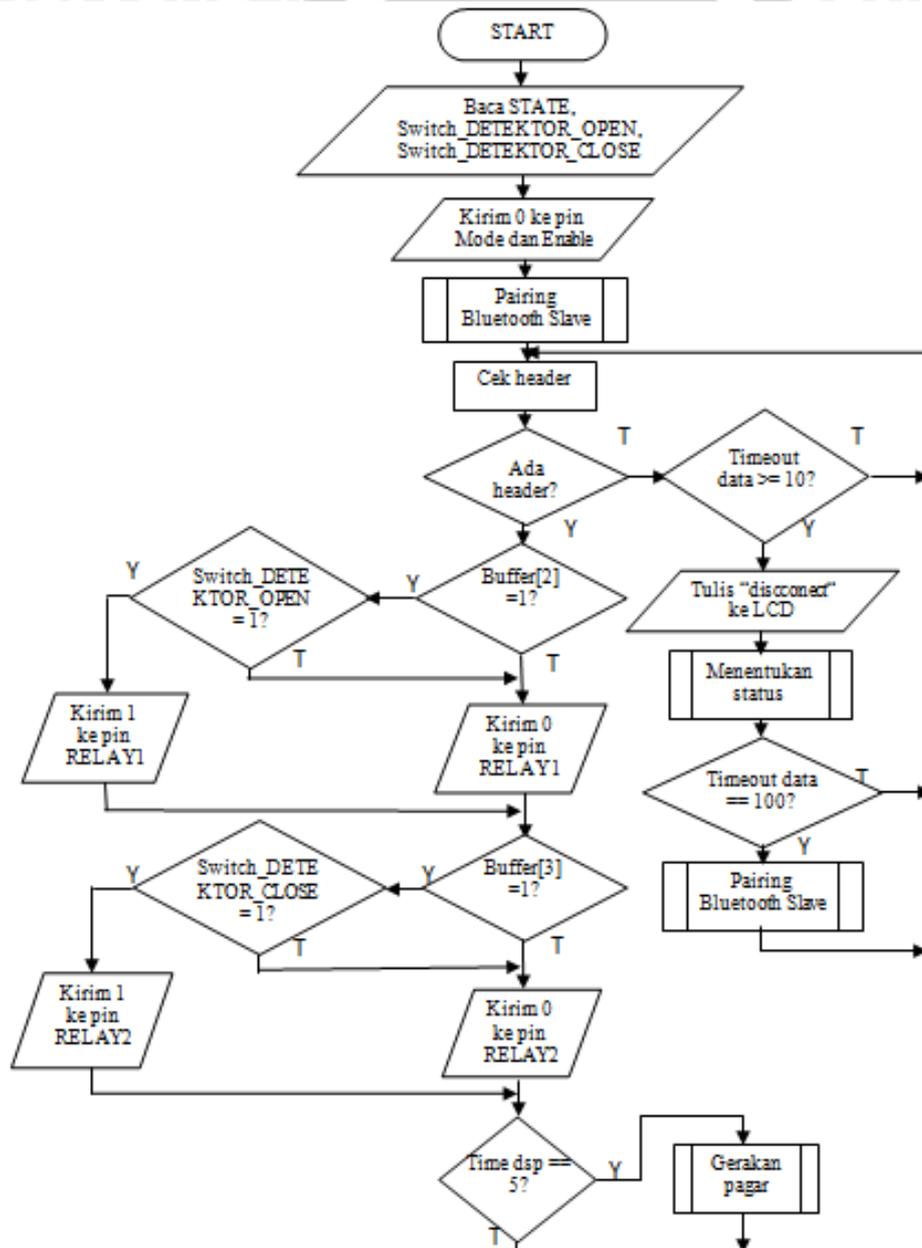
Alur kerja dari perancangan *software* di atas adalah pertama membaca input SWITCH_OPEN dan SWITCH_CLOSE. Setelah itu pin MODE dan INDIKATOR diberi logika *LOW* dan *HIGH*, dimana pada mode *HIGH AT-Command* pada *bluetooth* akan aktif. Lalu *pairing* antar *bluetooth master* dan *bluetooth slave* akan dimulai oleh *bluetooth master* dan akan direspon oleh *bluetooth slave* yang akan dijelaskan pada Gambar 4.7. Setelah *pairing bluetooth* yang dilakukan di dalam mikrokontroler berhasil maka mikrokontroler akan mengirimkan data dari switch apakah terbuka atau tertutup lewat *bluetooth master*.

Setelah data dikirimkan maka proses selanjutnya menunggu apakah data yang terkirim sudah diterima oleh *bluetooth slave*. Jika respon dari *bluetooth slave* membalas ok, maka itu menandakan bahwa *bluetooth slave* sudah menerima data yang dikirim oleh *bluetooth master*.



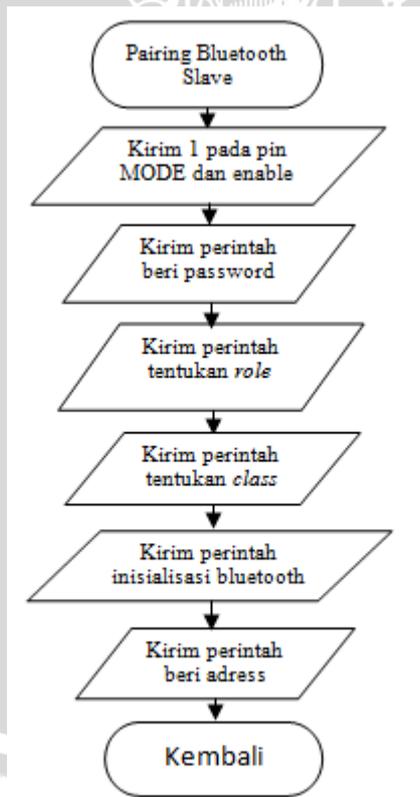
Gambar 4.6 Flowchart Diagram Sistem Pairing Bluetooth Master

Pada gambar 4.6 merupakan proses *pairing bluetooth master* di mana diproses melalui ATMega 328 mengirimkan perintah ke *bluetooth* dengan menggunakan AT-Command. Dalam hal ini *bluetooth master* mencari address dari *bluetooth slave* dengan menggunakan berbagai macam AT-Command seperti : AT+INQ, AT+FSAD, AT+PAIR, AT+ BIND, AT+LINK.



Gambar 4.7 Flowchart Diagram Sistem Bluetooth Slave

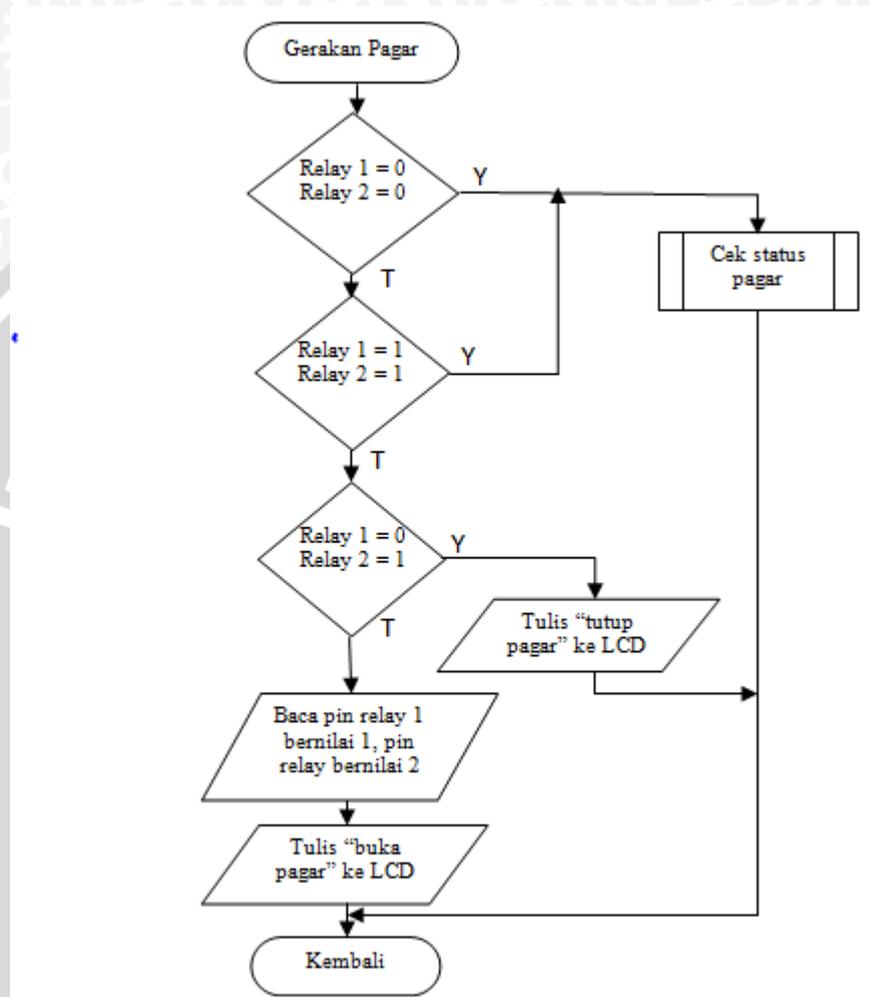
Pada Gambar 4.7 untuk *flowchart* sistem *bluetooth slave* diawali dengan membaca STATE, Switch_DETEKTOR_OPEN, Switch_DETEKTOR_CLOSE sebagai *input*. Selanjutnya pin MODE dan Enable bernilai LOW menandakan *bluetooth* siap untuk berkomunikasi. Selanjutnya proses *pairing* dilakukan dengan *bluetooth slave* yang diawali oleh *bluetooth master* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.5. Setelah *pairing* berhasil maka *bluetooth slave* akan menerima data yang dikirimkan oleh *bluetooth master* dan merespon dengan jawaban "OK" Setelah itu *bluetooth slave* akan membaca data apakah itu switch buka atau tutup. Jika pin RELAY1 bernilai *HIGH* maka motor DC akan membuka pagar, tetapi jika pin RELAY2 bernilai *HIGH* maka motor akan menutup pagar. Pada proses pembukaan pagar ini akan dijelaskan di Gambar 4.9. Jika tidak ada data yang masuk, *bluetooth* akan menunggu dan akan menampilkan status *bluetooth* pada LCD yang akan ditunjukkan pada Gambar 4.11.



Gambar 4.8 *Flowchart* Sistem *Pairing Bluetooth Slave*

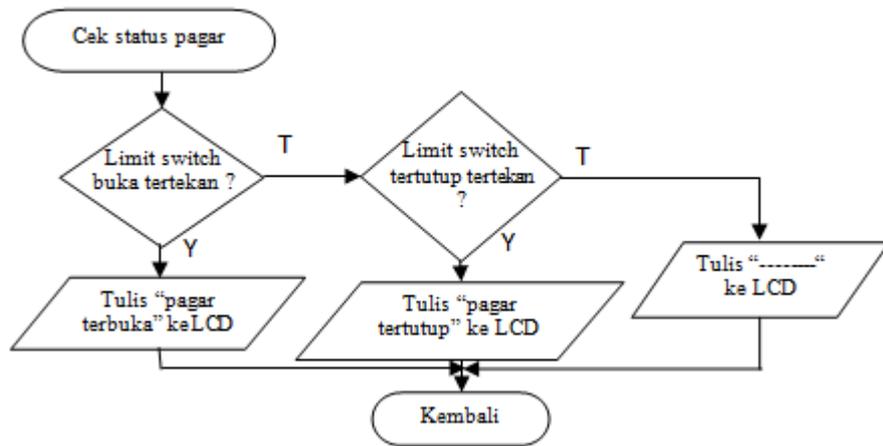
Pada Gambar 4.8 ditunjukkan proses *pairing bluetooth slave* dimana *bluetooth slave* dikirimkan perintah untuk melakukan proses komunikasi dengan *bluetooth master*. Pada langkah awal ditentukan *password*, *role*, *address* dan status dari *bluetooth slave*. *Password* antara *bluetooth master* dan *bluetooth slave* harus sama di mana dalam hal ini

adalah 1234 . Pada proses pairing ini mode bluetooth harus aktif agar *bluetooth master* dan *bluetooth slave* bisa berkomunikasi, dalam flowchart ini ditunjukkan bahwa pin MODE bernilai HIGH.



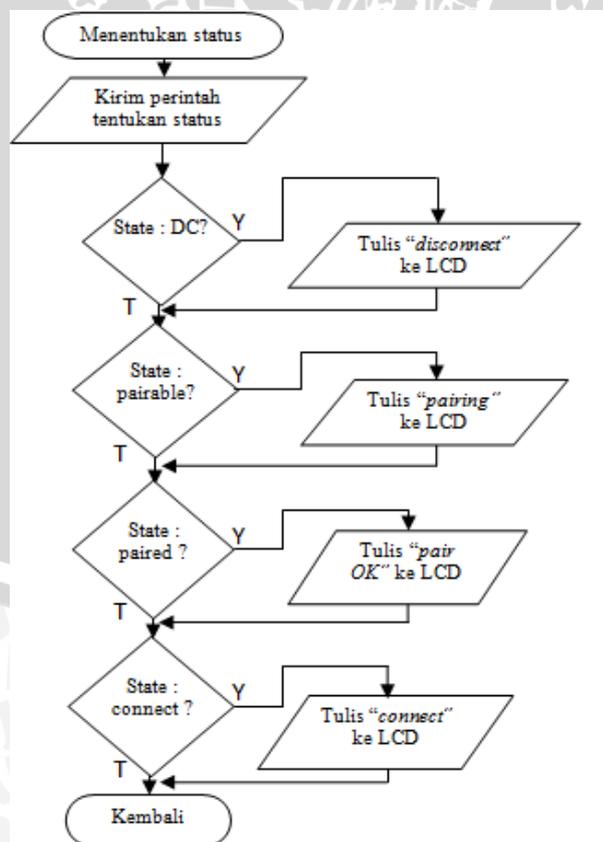
Gambar 4.9 Flowchart Sistem Gerakan Pagar

Pada Gambar 4.9 ditunjukkan proses gerakan pagar dimana flowchart ini menjadi subrutin pada Gambar 4.7. Setelah *bluetooth master* mengirimkan data ke *bluetooth slave* lalu diolah oleh mikroontroler dan dilanjutkan ke driver motor. Gerakan pagar yang akan terjadi tergantung dari nilai logika pin Relay 1 dan pin Relay 2. Jika pin Relay 1 bernilai 0 dan pin Relay 2 bernilai 1 maka pagar akan bergerak searah jarum jam dan LCD akan menampilkan "tutup pagar". Jika pin Relay 1 bernilai 1 dan pin Relay 2 bernilai 0 maka pagar akan bergerak berlawanan jarum jam dan LCD akan menampilkan "buka pagar". Jika pin Relay 1 dan pin Relay 2 bernilai 0 atau pin Relay 1 dan pin Relay 2 bernilai 1 pagar akan bergerak yang akan dijelaskan pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Flowchart Sistem Cek Status Pagar

Pada Gambar 4.10 menunjukkan proses gerakan pagar dimana flowchart ini menjadi subrutin pada Gambar 4.9. Gerakan pagar di dalam Gambar 4.10 ini terjadi jika kedua pin Relay 1 dan pin Relay 2 bernilai 0 dan bernilai 1. Apabila pada proses gerakan pagar ini ada limit switch yang tertekan maka pagar akan berhenti dan LCD akan menampilkan status pagar sesuai kondisi yang terjadi.



Gambar 4.11 Flowchart Status Bluetooth Slave

Pada Gambar 4.11 menunjukkan status dari *bluetooth* saat *bluetooth slave* dan *bluetooth master* saling berkomunikasi dimana flowchart ini menjadi subrutin pada Gambar 4.7. Status dari *bluetooth slave* dibagi menjadi 4, yaitu *disconnect*, *pairable*, *pairing* dan *connect*. Pada status *disconnect*, *pairing* antara *bluetooth* tidak berhasil. Pada status *pairable*, proses *pairing* sedang berlanjut. Pada status *pairing*, proses *pairing* berhasil namun *bluetooth* belum bisa berkomunikasi. Pada status *connect*, *pairing* antar *bluetooth* berhasil yang berarti *bluetooth slave* dan *bluetooth master* dapat berkomunikasi.

4.6 Pengujian Modul Rangkaian *Bluetooth*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah *Bluetooth Master* dapat mengirim informasi secara serial yang diterima oleh *Bluetooth Slave*, sejauh mana *Bluetooth Master* dapat mengirim sinyal kepada *Bluetooth* Sebelum pengujian ini *pairing* antara *Bluetooth Master* dan *Slave* Gambar 4.12 merupakan blok diagram pengujian *Bluetooth*. Data hasil pengujian jarak yang memungkinkan untuk berkomunikasi antar *Bluetooth master* dengan *Bluetooth slave* ditunjukkan dalam Tabel 4.1 hingga Tabel 4.3 berikut ini.



Gambar 4.12 Blok Diagram Pengujian *Bluetooth*

Tabel 4.1 Pengujian Pengiriman Data *Bluetooth* tanpa Penghalang

No	Jarak (cm)	Data terkirim				persentase error
		Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	
1	50	Ya	Ya	Ya	Ya	0%
2	150	Ya	Ya	Ya	Ya	0%
3	300	Ya	Ya	Ya	Ya	0%
4	450	Ya	Ya	Ya	Ya	0%
5	600	Ya	Ya	Ya	Ya	0%
6	750	Ya	Ya	Ya	Ya	0%
7	1020	Ya	Ya	Ya	Tidak	25%
8	1040	Ya	Tidak	Tidak	Ya	50%
9	1050	Tidak	Tidak	Tidak	Ya	75%
10	1060	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	100%

Dari Tabel 4.1 diketahui jika *Bluetooth Master* dengan kondisi tanpa penghalang dapat melakukan *pairing* hingga 1050 cm dengan persentase error 75%, sedangkan pada jarak 1060 cm, *Bluetooth Master* sudah tidak dapat melakukan *pairing* sampai 100%. Pada jarak 50 sampai 750 cm *pairing Bluetooth* bekerja maksimal yang bisa dilihat pada Tabel 4.1 persentase error bernilai 0%. Pada jarak 1020 cm persentase error yang diketahui sebesar 25 %, di mana pada percobaan keempat proses *pairing* antara *Bluetooth Master* dan *Bluetooth Slave* tidak bisa berjalan. Pada jarak 1040 cm persentase error sebesar 75% di mana proses *pairing* antara *Bluetooth Master* dan *Bluetooth Slave* dapat berjalan hanya sekali dalam empat kali percobaan.

Tabel 4.2 Pengujian Pengiriman Data *Bluetooth* dengan Plastik sebagai Penghalang pada *Bluetooth Slave*

No	Jarak (cm)	Data terkirim				Persentase error
		Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	
1	50	Ya	Ya	Ya	Ya	0%
2	150	Ya	Ya	Ya	Ya	0%
3	300	Ya	Ya	Ya	Ya	0%
4	450	Ya	Ya	Ya	Ya	0%
5	600	Ya	Ya	Ya	Ya	0%
6	750	Ya	Ya	Ya	Ya	0%
7	1010	Ya	Tidak	Ya	Ya	25%
8	1035	Tidak	Tidak	Ya	Ya	50%
9	1046	Ya	Tidak	Tidak	Tidak	75%
10	1055	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	100%

Dari Tabel 4.2 diketahui jika *Bluetooth Master* dengan kondisi plastik sebagai penghalang pada *Bluetooth Slave* dapat melakukan *pairing* pada jarak 50 cm sampai dengan 750 cm dengan persentase error sebesar 0 %, sedangkan pada jarak 1055 cm, *Bluetooth Master* sudah tidak dapat melakukan *pairing* dengan *Bluetooth Slave* sampai 100%. Pada jarak 1010 cm persentase error yang diketahui sebesar 25 %, di mana pada percobaan kedua proses *pairing* antara *Bluetooth Master* dan *Bluetooth Slave* tidak bisa berjalan. Pada jarak 1035 cm proses *pairing* terdapat persentase error bernilai 50 %. Pada jarak 1046 cm persentase error sebesar 75 % di mana proses *pairing* antara *Bluetooth Master* dan *Bluetooth Slave* dapat berjalan hanya sekali dalam empat kali percobaan.

Tabel 4.3 Pengujian Pengiriman Data *Bluetooth* dengan Plastik sebagai Penghalang pada Kedua Modul *Bluetooth*

No	Jarak(cm)	Data terkirim				Persentase error
		Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	
1	50	Ya	ya	Ya	Ya	0%
2	150	Ya	Ya	Ya	Ya	0%
3	300	Ya	Ya	Ya	Ya	0%
4	450	Ya	Ya	Ya	Ya	0%
5	600	Ya	Ya	Ya	Ya	0%
6	950	Ya	Ya	Ya	Tidak	25%
7	1020	Ya	Ya	Tidak	Tidak	50%
8	1029	Tidak	Tidak	Ya	Tidak	75%
9	1035	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	100%
10	1045	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	100%

Berdasarkan data yang diketahui dari Tabel 4.3, proses *pairing* antara *Bluetooth Master* dan *Bluetooth Slave* dengan plastik sebagai penghalang pada kedua modul *Bluetooth* diketahui persentase error sebesar 0 % pada jarak 50 cm sampai dengan 600 cm yang berarti proses *pairing* antar *Bluetooth* bekerja dengan maksimal. Pada jarak 950 cm persentase error yang diketahui bernilai 25 % di mana proses *pairing* tidak dapat berjalan lancar pada percobaan keempat. Pada jarak 1020 cm persentase error yang dapat diketahui sebesar 50 % dan pada jarak 1029 cm persentase error bernilai sebesar 75 % sehingga dapat diketahui proses *pairing* tidak berjalan maksimal.

4.7 Pengujian LCD

Pengujian sistem mikrokontroler dan LCD adalah untuk mengetahui bahwa *port* mikrokontroler dapat berfungsi sesuai dengan program yang dibuat dan LCD dapat menampilkan data karakter dengan benar. Blok diagram pengujian mikrokontroler dan LCD ditunjukkan dalam Gambar 4.13.



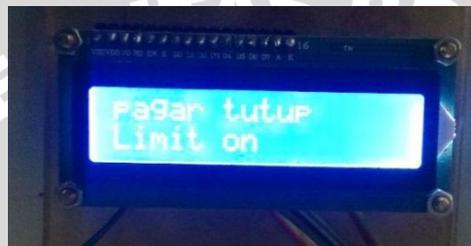
Gambar 4.13 Blok Diagram Pengujian LCD.

Pada Gambar 4.14 ditunjukkan bahwa LCD berhasil menampilkan karakter di mana kondisi ini pagar yang terbuka sudah berhenti saat menekan limit switch. Pada gambar

4.15 dapat dilihat bahwa LCD berhasil menampilkan karakter di mana kondisi ini pagar yang tertutup sudah berhenti setelah pagar menekan limit switch.



Gambar 4.14 Tampilan Saat Pagar Terbuka Penuh



Gambar 4.15 Tampilan Saat Pagar Tertutup Penuh

4.8 Pengujian Rangkaian Driver Motor DC

Pengujian rangkaian driver H-bridge motor DC dilakukan untuk mengetahui apakah rangkaian dapat mengatur arah putaran motor DC. Pengujian dilakukan dalam 3 kondisi yaitu pada pin B0 bernilai 1 dan pin B1 bernilai 0 di mana motor bergerak searah jarum jam dan pada pin B0 bernilai 0 dan pin B1 bernilai 1 di mana motor bergerak berlawanan arah jarum jam. Untuk kondisi 3 nilai pin B0 dan pin B1 bernilai 0. Data hasil pengujian driver ditunjukkan pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Pengujian Rangkaian Driver H-bridge Motor DC

PB.0 (Pin MK)	PB.1 (Pin MK)	Kondisi motor
1	0	Berputarsearahjarum jam
0	1	Berputarberlawananarahjarum jam
0	0	Motor berhenti

Dari Tabel 4.4 dapat diketahui apabila pin mikrokontroler PB.0 bernilai 1 dan pin mikrokontroler PB.1 bernilai 0 maka motor akan berputar searah jarum jam di mana pagar akan terbuka. Apabila pin mikokontroler PB.0 bernilai 0 dan pin mikrokontroler PB.1 bernilai 1, maka motor akan berputar berlawan arah jarum jam di mana pagar akan

tertutup. Motor akan berhenti berputar saat pin mikrokontroler PB.0 dan pin PB.1 bernilai 0 di mana kondisi ini terjadi saat pagar sudah menekan limit switch.

4.9 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem ini bertujuan untuk menguji sistem apakah dapat berjalan dengan baik. Pengujian ini dilakukan dengan cara menggabungkan semua perangkat/*interface* yang telah dirancang dari perancangan semua *hardware* dan perancangan *software*.

Pengujian dilakukan dengan cara mencatu mikrokontroler ATmega 328 dan *Bluetooth Master* HC-05. *Bluetooth Master* HC-05 akan mencari *Bluetooth* HC-05 yang telah di-*set* menjadi *slave* dan melakukan pair. Data dapat dikirimkan dari mikrokontroler *master* melewati media *Bluetooth*. Apabila pin B0 bernilai 1 dan pin B1 bernilai 0 pada ATmega328 maka motor akan bergerak searah jarum jam, sedangkan jika pin B0 bernilai 0 dan pin B1 bernilai 1 maka motor akan bergerak berlawanan arah jarum jam. Dan jika pagar menekan limit switch yang telah dipasang maka motor akan berhenti di mana nilai pin B0 dan pin B1 bernilai 0. Data hasil pengujian keseluruhan sistem akan ditunjukkan pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6.

Tabel 4.5 Pengujian Pengiriman Data *Bluetooth* dengan Plastik Sebagai Penghalang Kedua Modul *Bluetooth* dengan sudut 90°

No	Jarak (cm)	Motor berputar				Persentase error
		Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	
1	50	Ya	Ya	Ya	Ya	0%
2	150	Ya	Ya	Ya	Ya	0%
3	300	Ya	Ya	Ya	Ya	0%
4	450	Ya	Ya	Ya	Ya	0%
5	850	Ya	Ya	Ya	Ya	0%
6	950	Ya	Ya	Ya	Tidak	25%
7	1020	Ya	Ya	Tidak	Tidak	50%
8	1029	Tidak	Tidak	Ya	Tidak	75%
9	1035	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	100%
10	1045	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	100%

Tabel 4.6 Pengujian Pengiriman Data *Bluetooth* dengan *Sudut* Berubah-ubah dan Jarak 850

No	Sudut	Motor berputar				Persentase error
		Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	
1	30	Ya	Ya	Ya	Ya	0%
2	60	Ya	Ya	Ya	Ya	0%
3	90	Ya	Ya	Ya	Ya	0%
4	120	Ya	Ya	Ya	Ya	0%
5	150	Ya	Ya	Ya	Ya	0%
6	180	Ya	Ya	Ya	Ya	0%
7	210	Ya	Ya	Ya	Ya	0%
8	240	Ya	Ya	Ya	Ya	0%
9	270	Ya	Ya	Ya	Ya	0%

Berdasarkan Tabel 4.5 dapat dilihat bahwa dengan sudut yang konstan dan jarak yang berubah-ubah dengan plastik sebagai penghalang dapat diambil kesimpulan bahwa jarak 950 cm persentase error bernilai 0% dan pada jarak 1045 cm persentase error bernilai 100%. Untuk pengiriman data maksimal tanpa kesalahan terjadi pada jarak 50 cm sampai 850 cm.

Pada pengujian Tabel 4.6 dapat diambil kesimpulan bahwa apabila pada jarak yang konstan dan dalam hal ini adalah 850 cm dan dengan sudut yang berubah-ubah, error pengiriman data bernilai 0%

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Modul *Bluetooth HC-05* yang telah dirancang bekerja pada frekuensi 38400 Hz dan pada jarak maksimal 10 m. Modul ini beroperasi pada tegangan 1.8 V sampai 3.6 V. Pada kondisi tidak ada penghalang saat *Bluetooth* melakukan *pairing* di jarak 1050 cm persentase error bernilai 75%, sedangkan pada jarak 1060 cm, *Bluetooth Master* sudah tidak dapat *pairing* 100%. Pada keadaan menggunakan penghalang plastik pada *Bluetooth Master* menghasilkan jarak maksimal *pairing* adalah 1046 cm, dengan catatan pada jarak ini persentase error yang dapat terjadi adalah 75%. Pada keadaan plastik sebagai penghalang di kedua modul didapatkan persentase error 25% pada jarak 950 cm dan persentase error 100% pada jarak 1045 cm.
- 2) Perancangan antarmuka pada penelitian ini bekerja pada frekuensi 9600 Hz dan menggunakan modul *Bluetooth HC-05*, LCD dan driver motor DC. Driver ini sendiri terdiri dari relay, transistor TIP3055, diode dan resistor. Driver ini digunakan untuk mengatur arah putaran motor DC. *Bluetooth HC-05* dilakukan *pairing* terlebih dahulu menggunakan AT Command lewat Arduino.
- 3) Sistem kerja alat ini adalah ketika *Bluetooth Master* mengirimkan data ke *Bluetooth Slave* dengan komunikasi *simplex* dengan *Bluetooth* sebagai media pengirim. Sistem dapat mengaktifkan arah putaran motor DC searah jarum jam jika switch buka ditekan. Untuk kondisi motor DC berputar berlawanan arah jarum jam, switch untuk tutup ditekan. Untuk kondisi motor berhenti, pagar harus menekan limit switch dimana kedua pin bernilai 0. Komunikasi yang terjadi pada *Bluetooth Master* dan *Bluetooth Slave* ini tidak dipengaruhi oleh sudut.

5.2 Saran

Saran yang dapat digunakan dalam peningkatkan kerja sistem dapat diuraikan sebagai berikut:

- 1) Sistem ini dapat dipasangkan tidak hanya di remote controller, tapi bisa dipasangkan pada alat transportasi

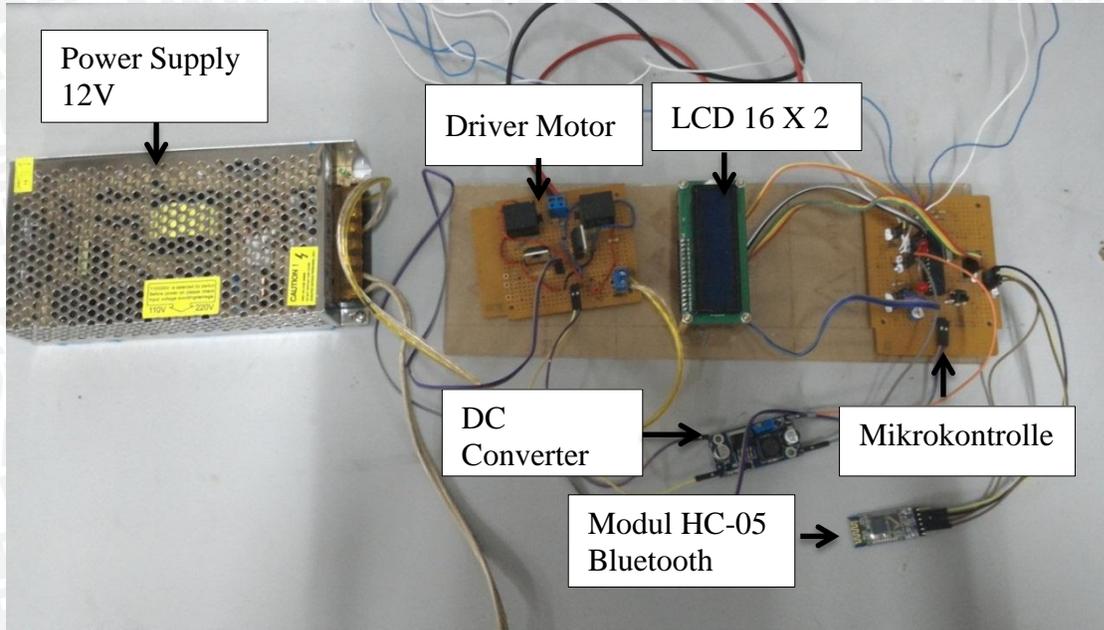
- 2) Sistem ini dapat ditambahkan buzzer jika saat pairing bluetooth terjadi kesalahan password



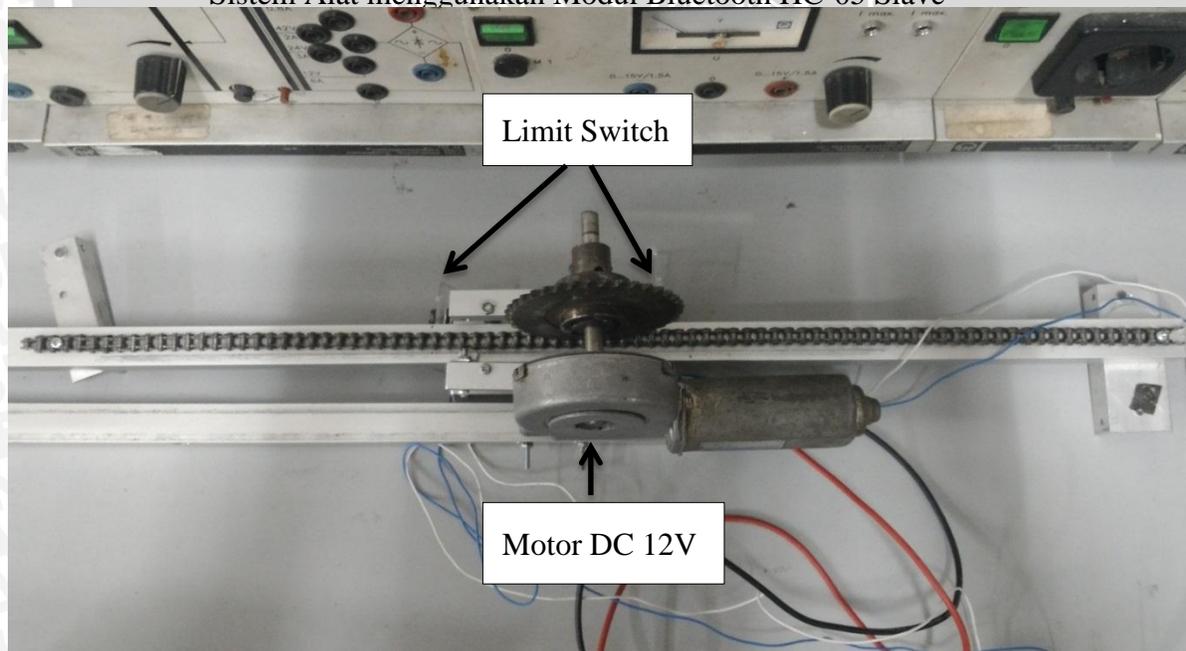
DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. (2008). DC Motor : High Torque Mini 12 VDC Gear Motor.
- Anonymous. (2011). HC-03/05 Embedded Bluetooth Serial Communication Module AT-Command Set.
- Atmel. (2010). Microcontroller with 4/8/16/32K Bytes In-System Programmable Flash. San Jose, United States.
- Bimbhra, P. (1984). *Electrical Machinery*. Delhi: Khanna Publisher.
- DISPLAY, X. (2008, October 28). Specifications of LCD Module. Xiamen, China.
- DISPLAY, X. A. (2008, October 28). Specifications of LCD Module. Xiamen, China.
- Electron, N. H. (2006, March 2). HRS4(H) Relay. Xiangshan, Ningbon, China.
- Evans, B. (2007). *Arduino Programming Notebook*. California: Creative Commons.
- Kammer, G. D. (2002). *Bluetooth Application Developer's Guide*. America, America: Syngress.
- Purnomo, A. (2007). *AT Command*. Retrieved December 22, 2014, from <http://javaku.wordpress.com>
- Seppiawan, A. (2014). Sistem Keamanan Pintu. *Student Journal FT-UB*, Vol 1, Vol 6.
- Studio, I. (2010). HC-05 -Bluetooth to Serial Module-.
- Technology, G. H. (2011). Product Data Sheet. Guangzhou.

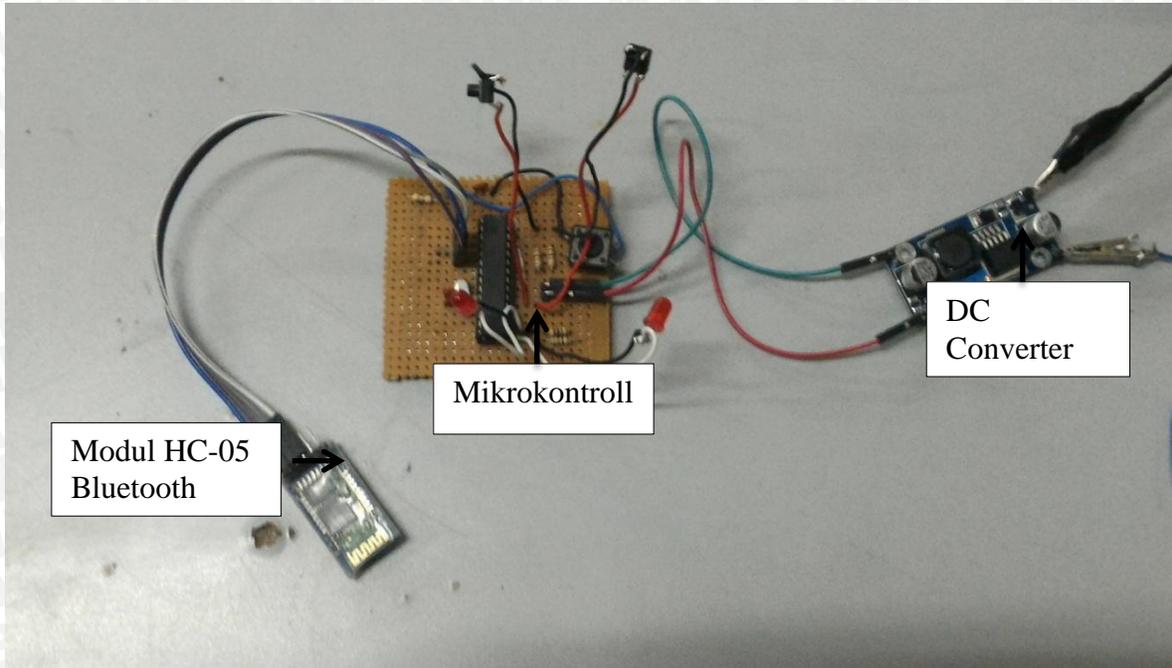
LAMPIRAN I
Dokumentasi Alat



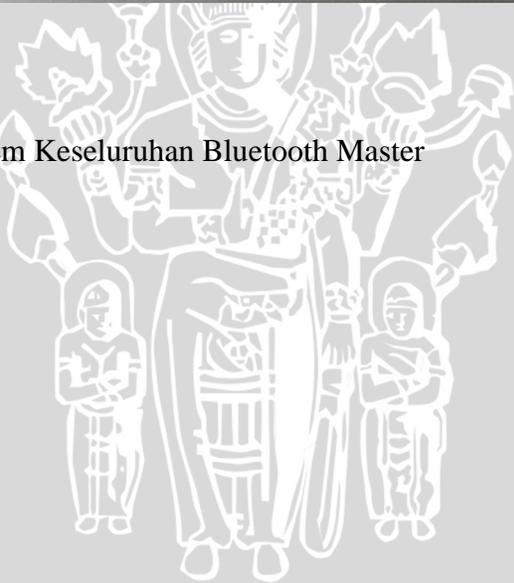
Sistem Alat menggunakan Modul Bluetooth HC-05 Slave



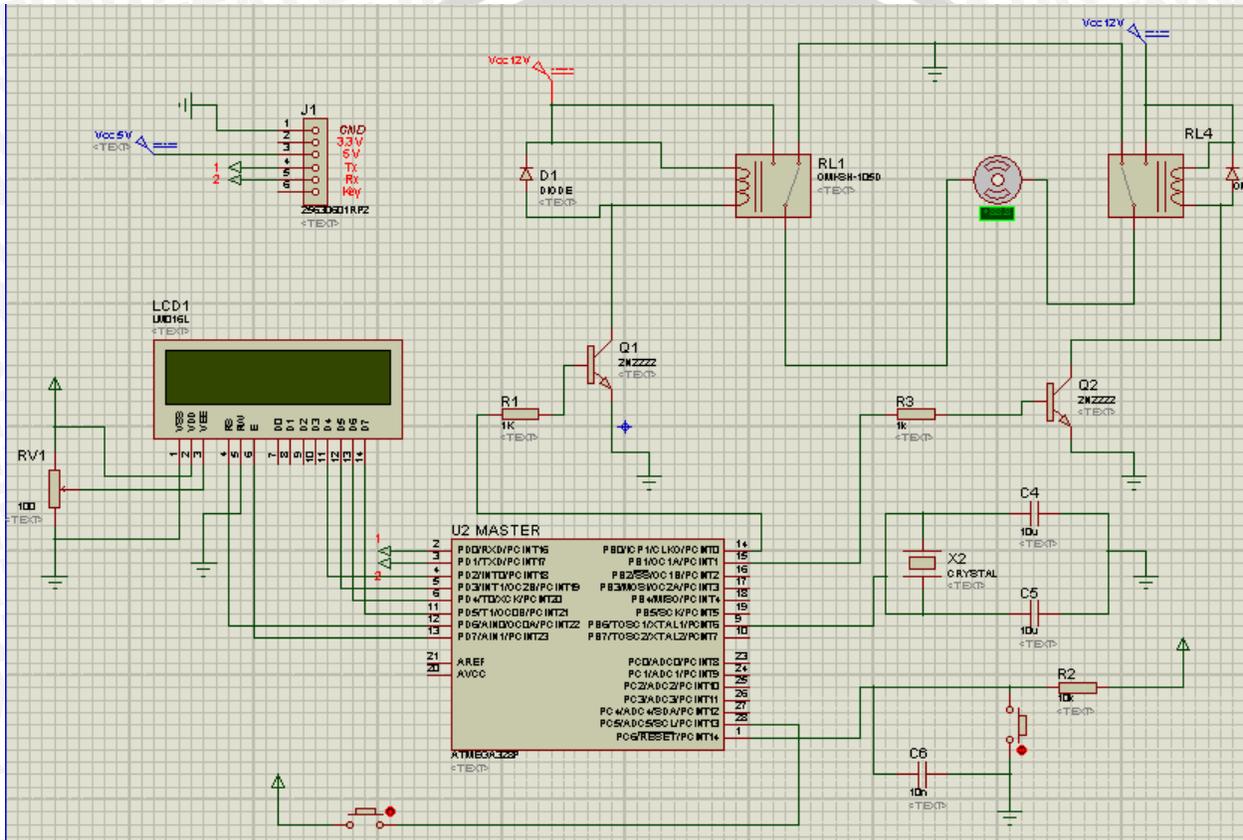
Sistem Mekanik Motor DC



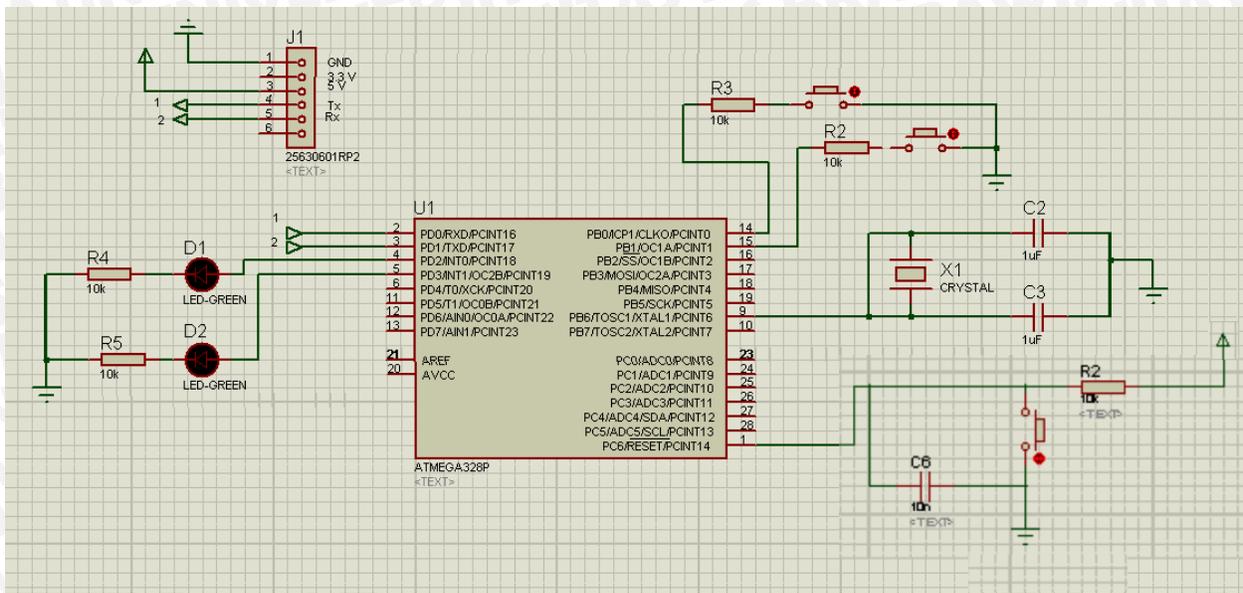
Sistem Keseluruhan Bluetooth Master



LAMPIRAN II Skematik Keseluruhan



Skematik Perancangan Alat Pembuka Pagar dan Bluetooth Slave



Skematik Perancangan Remote Controller dan Bluetooth Master



LAMPIRAN III LISTING PROGRAM

Master

/*

Switch OPEN =11

Switch CLOSE =12

Indikator = 13

//bluetooth

TXD = 2

RXD = 3

KEY = 4

*/

```
#define BUFFER_SIZE 200
```

```
#include <SoftwareSerial.h>
```

```
SoftwareSerial HC05(2,3); // software serial
```

```
#define dbg Serial
```

```
#define MODE 4
```

```
#define Switch_OPEN 11
```

```
#define Switch_CLOSE 12
```

```
#define INDIKATOR 13
```

```
char buffer[BUFFER_SIZE];
```

```
char OKrn[] = "OK\r\n";
```

```
int buffer_length=0,timeout_data=0;
```

```
String address;
```

```
bool status_connect=false;
```

```
byte wait_for_HC05_response(int timeout, char* term=OKrn)
```

```
{  
    unsigned long t=millis();  
    bool found=false;  
    int i=0;  
    int len=strlen(term);  
    while(millis()<t+timeout)  
    {  
        if(HC05.available())  
        {  
            buffer[i++]=HC05.read();  
            if(i>=len)  
            {  
                // dbg.print(buffer);  
                if(strncmp(buffer+i-len, term, len)==0)  
                {  
                    found=true;  
                    break;  
                }  
            }  
        }  
    }  
    buffer_length=i;  
    buffer[i]=0;  
    dbg.print(buffer);  
    return found;  
}
```

```
void setup()
```

```
{  
    pinMode(INDIKATOR, OUTPUT);
```



```
pinMode(Switch_OPEN, INPUT_PULLUP);
pinMode(Switch_CLOSE, INPUT_PULLUP);
pinMode(MODE, OUTPUT);
digitalWrite(MODE,LOW); //mode data
digitalWrite(INDIKATOR,LOW);
HC05.begin(38400);

dbg.begin(9600);
dbg.println("mulai");
digitalWrite(MODE,HIGH); //mode AT command
delay(1000);
digitalWrite(INDIKATOR,HIGH);
setup_HC05() ;
}

void setup_HC05()
{
  int i,j;
  // AT command
  dbg.println("AT+RESET");
  HC05.println("AT+RESET"); // reset sistem ke status awal power
  wait_for_HC05_response(1000);

  dbg.println("AT+ORGL");
  HC05.println("AT+ORGL"); //kembali ke factory seting
  wait_for_HC05_response(1000);

  dbg.println("AT+NAME?");
  HC05.println("AT+NAME?");
  wait_for_HC05_response(1000);
```

```
dbg.println("AT+NAME=TIAN_UB_2015");
HC05.println("AT+NAME=TIAN_UB_2015"); //ganti nama
wait_for_HC05_response(1000);

restart:
dbg.println("AT+RMAAD");
HC05.println("AT+RMAAD"); //hapus data koneksi yang telah ada
wait_for_HC05_response(1000);

dbg.println("AT+PSWD=1234");
HC05.println("AT+PSWD=1234"); //Key BT= dibuat 1234
wait_for_HC05_response(1000);

dbg.println("AT+ROLE=1");
HC05.println("AT+ROLE=1"); //set modul ke Master
wait_for_HC05_response(1000);

dbg.println("AT+CMODE=1");
HC05.println("AT+CMODE=1"); // multi koneksi
wait_for_HC05_response(1000);

dbg.println("AT+CLASS=1");
HC05.println("AT+CLASS=1"); //bluetooth class
wait_for_HC05_response(1000);

dbg.println("AT+INIT");
HC05.println("AT+INIT"); //mulai inisialisasi
wait_for_HC05_response(1000);
recheck:
delay(500);
dbg.println("AT+INQ");
```

```
HC05.println("AT+INQ"); //scan address BT
wait_for_HC05_response(6000);
if (strncmp(buffer,"+INQ:",5)==0) //jika terdeteksi
{
    for (i=0;i<buffer_length;i++) {if (buffer[i]==':'){j=i+1;break;}}
    address="";
    for(i=j;i<buffer_length;i++)
    {
        if(buffer[i]==',')
        {
            dbg.print("Address terdeteksi:");
            dbg.println(address);
            wait_for_HC05_response(1000); //baca balasan OK sisa INQ
            //cek apakah address telah terkoneksi pada list pair
            dbg.print("AT+FSAD=");dbg.println(address);
            HC05.print("AT+FSAD=");HC05.println(address);
            wait_for_HC05_response(5000); //tunggu balasan HC05
            if (strncmp(buffer,"FAIL",4)==0) //Fail jika belum terkoneksi
            {
                if(address=="2015,3,180359") //apakah address sesuai dengan alamat pada slave(address
                bluetooth diambil secara langsung)
                {
                    // Pair berdasarkan address
                    dbg.print("AT+PAIR=");dbg.print(address);dbg.println(",25");
                    HC05.print("AT+PAIR=");HC05.print(address);dbg.println(",25");
                    wait_for_HC05_response(5000);
                    if ((strncmp(buffer,"FAIL",4)==0) || (strncmp(buffer,"ERROR",5)==0)) {goto restart;}
                    // Binding berdasarkan address
                    dbg.print("AT+BIND=");dbg.println(address);
                    HC05.print("AT+BIND=");HC05.println(address);
                    wait_for_HC05_response(5000);
```

```
// Start Koneksi ke address
dbg.print("AT+LINK=");dbg.println(address);
HC05.print("AT+LINK=");HC05.println(address);
wait_for_HC05_response(5000);
if ((strcmp(buffer,"FAIL",4)==0) || (strcmp(buffer,"ERROR",5)==0))
{
    goto restart; //ulang jika gagal k label restart
}
else if(strcmp(buffer,"OK",2)==0)
{
    status_connect=true;
    break; //keluar jika OK
}
}
break;
}
else
{ //jika data pairing telah ada lanjut dengan konek link
dbg.print("AT+LINK=");dbg.println(address);
HC05.print("AT+LINK=");HC05.println(address);
wait_for_HC05_response(5000);
if ((strcmp(buffer,"FAIL",4)==0) || (strcmp(buffer,"ERROR",5)==0))
{
    goto restart; //ulang jika gagal k label restart
}
else if(strcmp(buffer,"OK",2)==0)
{
    status_connect=true;
    break; //keluar jika OK
}
}
```

```
}  
if (buffer[i]==':')  
{  
    address+=',';  
}  
else  
{  
    address+=buffer[i];  
}  
}  
}  
}  
else  
{  
    delay(500);  
    goto recheck;  
}  
}  
  
void loop()  
{  
    int count;  
    bool status_data;  
    if(status_connect==true)  
    {  
        digitalWrite(INDIKATOR,LOW); //indikator ON sbg tanda connect (anode LED=+)  
        HC05.print("$:"); //HEADER  
        HC05.print(!digitalRead(Switch_OPEN)); //kirim logika TOMBOL OPEN DENGAN  
        INVERT  
        HC05.print(!digitalRead(Switch_CLOSE)); //kirim logika TOMBOL CLOSE DENGAN  
        INVERT  
        HC05.print("|OK\r\n"); //END Data  
    }  
}
```

```
status_data=wait_for_HC05_response(1000);
}
if (strncmp(buffer,"ACK",3)==0)
{
    timeout_data=0;
}
else if (strncmp(buffer,"+DISC:LINK_LOSS",15)==0) // Disconnect slave
{
    status_connect=false;
    digitalWrite(INDIKATOR,HIGH); //indikator OFF sbg tanda connect
    delay(3000);
    setup_HC05();
    timeout_data=0;
}
else
{
    if (status_data==false) //jika tidak ada jawaban data dlm kurun interval
    {
        timeout_data++;
        dbg.print(timeout_data);
        if (timeout_data==20)
        {
            timeout_data=0;
            setup_HC05();
        }
    }
}
}
```

Slave

/*

RS = 10

EN = 9

D4 = 8

D5 = 7

D6 = 6

D7 = 5

//bluetooth

Keymode = A4

EN = A5

TXD = 2

RXD = 3

STATE = 4

RELAY1 = 11

RELAY1 = 12

*/

#define BUFFER_SIZE 200

#include <SoftwareSerial.h>

SoftwareSerial HC05(2,3); // software serial

#define dbg Serial

#define MODE A4

#define ENABLE A5

#define STATE 4

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



```
#define RELAY1 11
#define RELAY2 12
#define Switch_DETEKTOR_OPEN A0
#define Switch_DETEKTOR_CLOSE A1

#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(10, 9, 8, 7, 6, 5);

char buffer[BUFFER_SIZE];
// By default we are looking for OK\r\n
char OKrn[] = "OK\r\n";
int buffer_length=0,timeout_data=0,timedsp=0;

String address;

bool wait_for_HC05_response(int timeout, char* term=OKrn)
{
    unsigned long t=millis();
    bool found=false;
    int i=0;
    int len=strlen(term);
    // tunggu higga timeout milliseconds tercapai
    // atau jika OK\r\n (terminator) ditemukan
    while(millis()<t+timeout)
    {
        if(HC05.available())
        {
            buffer[i++]=HC05.read();
            if(i>=len)
            {
                if(strncmp(buffer+i-len, term, len)==0)

```

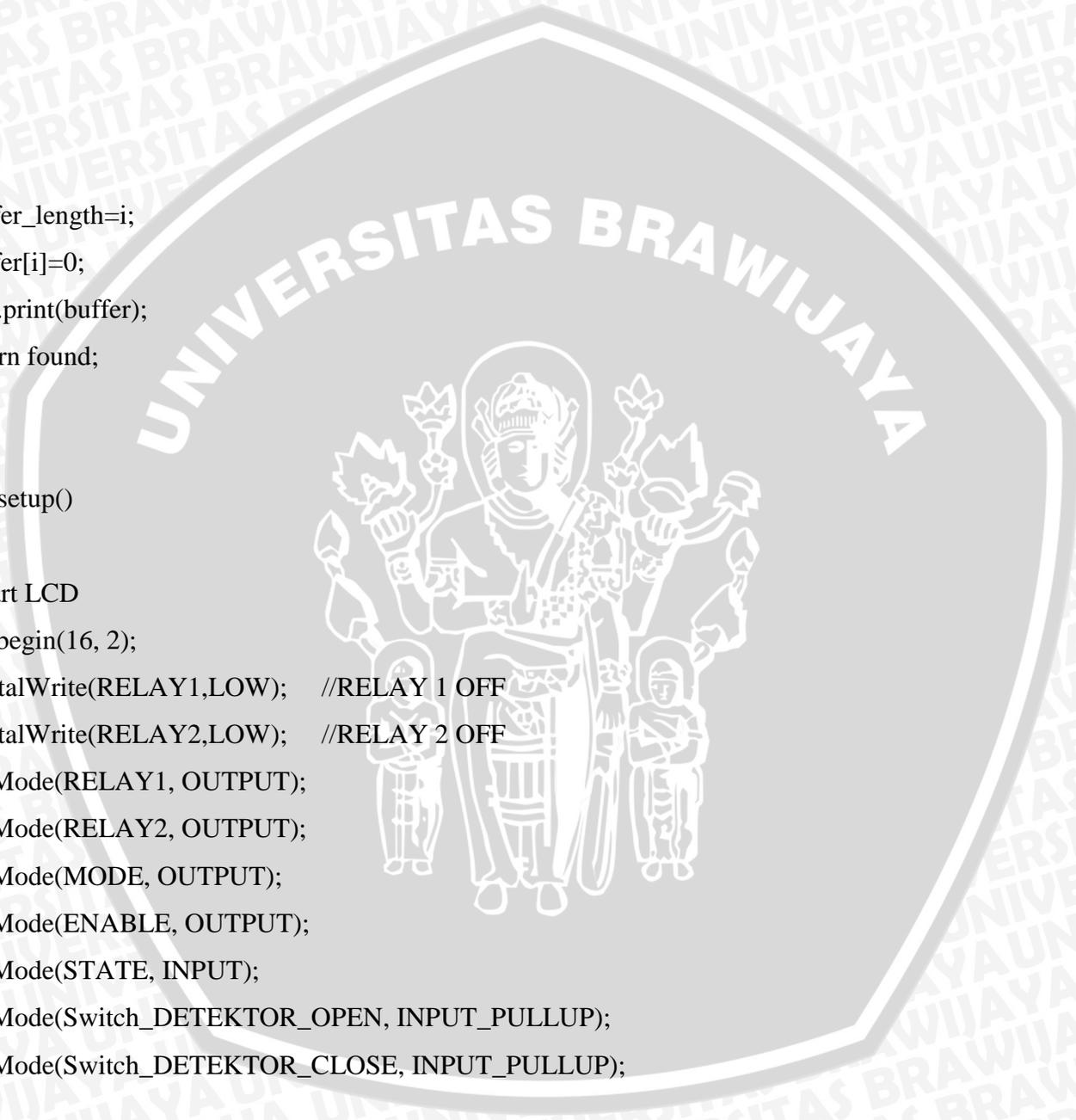
```
{  
  found=true;  
  break;  
}  
}  
}  
}
```

```
buffer_length=i;  
buffer[i]=0;  
dbg.print(buffer);  
return found;  
}
```

```
void setup()
```

```
{  
  //start LCD  
  lcd.begin(16, 2);  
  digitalWrite(RELAY1,LOW); //RELAY 1 OFF  
  digitalWrite(RELAY2,LOW); //RELAY 2 OFF  
  pinMode(RELAY1, OUTPUT);  
  pinMode(RELAY2, OUTPUT);  
  pinMode(MODE, OUTPUT);  
  pinMode(ENABLE, OUTPUT);  
  pinMode(STATE, INPUT);  
  pinMode(Switch_DETEKTOR_OPEN, INPUT_PULLUP);  
  pinMode(Switch_DETEKTOR_CLOSE, INPUT_PULLUP);
```

```
  digitalWrite(ENABLE,LOW); //bluetooth disable  
  digitalWrite(MODE,LOW); //mode data
```



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

```
HC05.begin(38400);

dbg.begin(9600);
dbg.println("mulai");
lcd.clear();
lcd.print("CHRISTIAN");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("UB 2016");
delay(1000);
setup_HC05() ;
}

void setup_HC05()
{
  int i,j;

  digitalWrite(MODE,HIGH); //mode AT command
  digitalWrite(ENABLE,HIGH); //bluetooth enable
  delay(1000);

  // AT command
  lcd.clear();
  lcd.print("Konfigurasi ");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Bluetooth");
  delay(1000);
  dbg.println("AT+RESET");
  HC05.println("AT+RESET");
  wait_for_HC05_response(1000);

  dbg.println("AT+ORGL");
```



```
HC05.println("AT+ORGL");
wait_for_HC05_response(1000);

dbg.println("AT+RMAAD");
HC05.println("AT+RMAAD");
wait_for_HC05_response(1000);

dbg.println("AT+PSWD=1234");
HC05.println("AT+PSWD=1234");
wait_for_HC05_response(1000);

dbg.println("AT+NAME?");
HC05.println("AT+NAME?");
wait_for_HC05_response(1000);

dbg.println("AT+NAME=TIAN_SLAVE");
HC05.println("AT+NAME=TIAN_SLAVE");
wait_for_HC05_response(1000);

dbg.println("AT+ROLE=0");
HC05.println("AT+ROLE=0");
wait_for_HC05_response(1000);

dbg.println("AT+POLAR=1,0");
HC05.println("AT+POLAR=1,0");
wait_for_HC05_response(1000);

dbg.println("AT+CLASS=1F1F");
HC05.println("AT+CLASS=1F1F");
wait_for_HC05_response(1000);
```



```
dbg.println("AT+INIT");
HC05.println("AT+INIT");
wait_for_HC05_response(1000);

dbg.println("AT+ADDR?");
HC05.println("AT+ADDR?");
wait_for_HC05_response(1000);

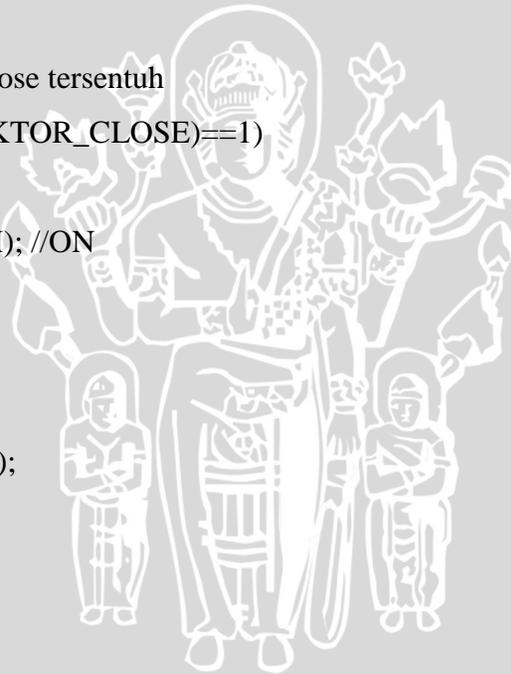
dbg.println("AT+UART=38400,0,0");
HC05.println("AT+UART=38400,0,0");
wait_for_HC05_response(1000);

digitalWrite(ENABLE,LOW); //bluetooth disable
digitalWrite(MODE,LOW); //mode data
delay(1000);
digitalWrite(ENABLE,HIGH); //bluetooth enable
}

void loop()
{
wait_for_HC05_response(1000); //baca respon HC05 secara kontinyu
if (strncmp(buffer,"$:",2)==0)
{
if (buffer[2]=='1')
{
//Buka pintu hingga switch open tersentuh
if(digitalRead(Switch_DETEKTOR_OPEN)==1)
{
digitalWrite(RELAY1,HIGH); //ON

```

```
}  
else  
{  
    digitalWrite(RELAY1,LOW);  
}  
}  
else  
{  
    digitalWrite(RELAY1,LOW);  
}  
if (buffer[3]=='1')  
{  
    //Tutup pintu hingga switch close tersentuh  
    if(digitalRead(Switch_DETEKTOR_CLOSE)==1)  
    {  
        digitalWrite(RELAY2,HIGH); //ON  
    }  
    else  
    {  
        digitalWrite(RELAY2,LOW);  
    }  
}  
else  
{  
    digitalWrite(RELAY2,LOW);  
}  
HC05.print("OK\r\n");  
timeout_data=0;  
timedsp++;  
if(timedsp==5)  
{
```



```
    timedsp=0;
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Status:Connect ");
    lcd.setCursor(0,1);
    if ((digitalRead(RELAY1)==0)&&(digitalRead(RELAY2)==0))
    {
        cek_status_pagar();
    }
    else if ((digitalRead(RELAY1)==1)&&(digitalRead(RELAY2)==1))
    {
        cek_status_pagar();
    }
    else if ((digitalRead(RELAY1)==0)&&(digitalRead(RELAY2)==1)) //perintah TUTUP
pagar
    {
        lcd.print("Menutup PAGAR ");
    }
    else if ((digitalRead(RELAY1)==1)&&(digitalRead(RELAY2)==0))
    {
        lcd.print("Membuka PAGAR ");
    }
    }
    }
    else
    {
        timeout_data++;
        if (timeout_data>=10)
        {
            lcd.setCursor(0,0);
            lcd.print("Status:Disconnec");
            lcd.setCursor(0,1);
```

```
lcd.print("-----");
delay(1000);
while(true)
{
  digitalWrite(MODE,HIGH);      //mode AT
  delay(20);
  dbg.println("AT+STATE?");
  HC05.println("AT+STATE?");
  wait_for_HC05_response(1000);
  digitalWrite(MODE,LOW);      //mode data
  if (strncmp(buffer,"+STATE:DISCONNECTED",19)==0) //Fail jika belum terkoneksi
  {
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Status:Disconnec");
  }
  else if (strncmp(buffer,"+STATE:PAIRABLE",15)==0) //Fail jika belum terkoneksi
  {
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Status:Pairing ");
  }
  else if (strncmp(buffer,"+STATE:PAIRED",13)==0) //Fail jika belum terkoneksi
  {
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Status:Pair OK ");
  }
  else if (strncmp(buffer,"+STATE:CONNECTED",16)==0) //Fail jika belum terkoneksi
  {
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Status:Connect ");
    timeout_data=0;
    break;
  }
}
```

```
}
dbg.print("Status:");
dbg.println(digitalRead(STATE));
if (digitalRead(STATE)==0) {timeout_data=0;break; }
delay(500);
timeout_data++;
if(timeout_data==100){setup_HC05();timeout_data=0;break;}
}
}
}
}

void cek_status_pagar()
{
    //cek apakah switch telah tersentuh (0)
    if(digitalRead(Switch_DETEKTOR_CLOSE)==0)
    {
        lcd.print("PAGAR Tertutup "); //jika switch nyentuh
    }
    else if(digitalRead(Switch_DETEKTOR_OPEN)==0)
    {
        lcd.print("PAGAR Terbuka ");
    }
    else
    {
        lcd.print("-----");
    }
}
}
```


ATmega48A/48P A/88A/88P A/168A/168P A/328/328P

1.1 Pin Descriptions

1.1.1 VCC Digital supply voltage.

1.1.2 GND Ground.

1.1.3 Port B (PB7:0) XTAL1/XTAL2/TOSC1/TOSC2

Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Depending on the clock selection fuse settings, PB6 can be used as input to the Inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

Depending on the clock selection fuse settings, PB7 can be used as output from the Inverting Oscillator amplifier.

If the Internal Calibrated RC Oscillator is used as chip clock source, PB7...6 is used as TOSC2...1 input for the Asynchronous Timer/Counter2 if the AS2 bit in ASSR is set.

The various special features of Port B are elaborated in "System Clock and Clock Options" on page 26.

1.1.4 Port C (PC5:0)

Port C is a 7-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The PC5...0 output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

1.1.5 PC6/RESET

If the RSTDISBL Fuse is programmed, PC6 is used as an I/O pin. Note that the electrical characteristics of PC6 differ from those of the other pins of Port C.

If the RSTDISBL Fuse is unprogrammed, PC6 is used as a Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a Reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 28-12 on page 323. Shorter pulses are not guaranteed to generate a Reset.

The various special features of Port C are elaborated in "Alternate Functions of Port C" on page 86.

1.1.6 Port D (PD7:0)

Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

8271BS-AVH-04/10



3

ATmega48A/48P A/88A/88P A/168A/168P A/328/328P

1.1.7 AV_{CC}

The various special features of Port D are elaborated in "Alternate Functions of Port D" on page 89.

1.1.8 AREF

AV_{CC} is the supply voltage pin for the AD Converter, PC9:0, and ADC7:6. It should be externally connected to V_{CC}, even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V_{CC} through a low-pass filter. Note that PC6...4 uses digital supply voltage, V_{CC}.

1.1.9 ADC7:6 (TQFP and QFN/MLF Package Only)

AREF is the analog reference pin for the AD Converter.

In the TQFP and QFN/MLF package, ADC7:6 serve as analog inputs to the AD converter. These pins are powered from the analog supply and serve as 10-bit ADC channels.

8271BS-AVH-04/10



4

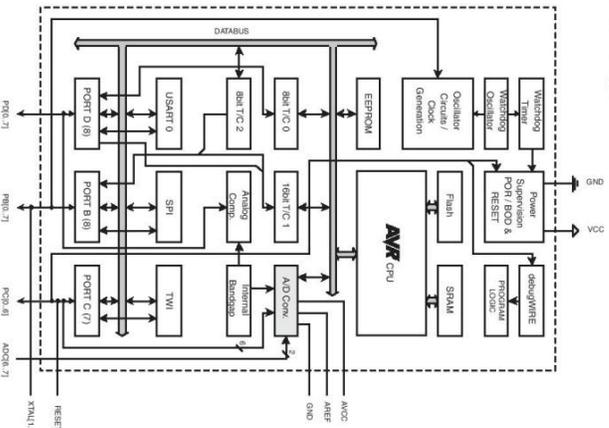
ATmega48A/48P/88A/88P/168A/168P/328/328P

2. Overview

The ATmega48A/48P/88A/88P/168A/168P/328/328P is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega48A/48P/88A/88P/168A/168P/328/328P achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

2.1 Block Diagram

Figure 2-1. Block Diagram



The AVR core combines a rich instruction set with 32 general purpose working registers. All the 32 registers are directly connected to the Arithmetic Logic Unit (ALU), allowing two independent

8271BS-AVR-04/10



ATmega48A/48P/88A/88P/168A/168P/328/328P

registers to be accessed in one single instruction executed in one clock cycle. The resulting architecture is more code efficient while achieving throughputs up to ten times faster than conventional CISC microcontrollers.

The ATmega48A/48P/88A/88P/168A/168P/328/328P provides the following features: 4K/8K bytes of In-System Programmable Flash with Read-While-Write capabilities, 256/512/512/1K bytes EEPROM, 512/1K/1K/2K bytes SRAM, 23 general purpose I/O lines, 32 general purpose working registers, three flexible Timer/Counters with compare modes, internal and external interrupts, a serial programmable USART, a byte-oriented 2-wire Serial Interface, an SPI serial port, a 6-channel 10-bit ADC (8 channels in TOPF and QFNMLF packages), a programmable Watchdog Timer with internal Oscillator, and the software selectable power saving modes. The Idle mode stops the CPU while allowing the SRAM, Timer/Counters, USART, 2-wire Serial Interface, SPI port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the register contents but freezes the Oscillator, disabling all other chip functions until the next interrupt or hardware reset. In Power-save mode, the asynchronous timer continues to run, allowing the user to maintain a timer base while the rest of the device is sleeping. The ADC Noise Reduction mode stops the CPU and all I/O modules except asynchronous timer and ADC, to minimize switching noise during ADC conversions. In Standby mode, the crystal/resonator Oscillator is running while the rest of the device is sleeping. This allows very fast start-up combined with low power consumption.

The device is manufactured using Atmel's high density non-volatile memory technology. The On-chip ISP Flash allows the program memory to be reprogrammed In-System through an SPI serial interface, by a conventional non-volatile memory programmer, or by an On-chip Boot program running on the AVR core. The Boot program can use any interface to download the application program in the Application Flash memory. Software in the Boot Flash section will continue to run while the Application Flash section is updated, providing true Read-While-Write operation. By combining an 8-bit RISC CPU with In-System Self-Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel ATmega48A/48P/88A/88P/168A/168P/328/328P is a powerful microcontroller that provides a highly flexible and cost effective solution to many embedded control applications.

The ATmega48A/48P/88A/88P/168A/168P/328/328P AVR is supported with a full suite of program and system development tools including, C Compilers, Macro Assemblers, Program Debugger/Simulators, In-Circuit Emulators, and Evaluation kits.

2.2 Comparison Between Processors

The ATmega48A/48P/88A/88P/168A/168P/328/328P differ only in memory sizes, boot loader support, and interrupt vector sizes. Table 2-1 summarizes the different memory and interrupt vector sizes for the devices.

Table 2-1. Memory Size Summary

Device	Flash	EEPROM	RAM	Interrupt Vector Size
ATmega48A	4K Bytes	256 Bytes	512 Bytes	1 instruction word/vector
ATmega48P	4K Bytes	256 Bytes	512 Bytes	1 instruction word/vector
ATmega88A	8K Bytes	512 Bytes	1K Bytes	1 instruction word/vector
ATmega88P	8K Bytes	512 Bytes	1K Bytes	1 instruction word/vector
ATmega168A	16K Bytes	512 Bytes	1K Bytes	2 instruction word/vector

8271BS-AVR-04/10



ATmega48A/48P A/88A/88P A/168A/168P A/328/328P

Memorics	Operands	Description	Operation	Flags	fCocks
BR	k	Branch Untaken Enable	$f1 = 1$ None; $f2 = PC + k - 1$	None	12
BR	k	Branch Taken Enable	$f1 = 0$ None; $f2 = PC + k + 1$	None	12
BIT AND BIT-TEST INSTRUCTIONS					
BSR	Rd	Set Bit in I/O Register	$IOPR \leftarrow 1$	None	2
BSR	Rd	Clear Bit in I/O Register	$IOPR \leftarrow 0$	None	2
LSR	Rd	Logical Shift Left	$Rd \leftarrow Rd \ll 1$; $Rd(0) \leftarrow 0$	ZC.NV	1
LSR	Rd	Logical Shift Right	$Rd \leftarrow Rd \gg 1$; $Rd(7) \leftarrow 0$	ZC.NV	1
ROR	Rd	Rotate Left Through Carry	$Rd(7) \leftarrow Rd(6)$; $Rd(6) \leftarrow Rd(7)$	ZC.NV	1
ROR	Rd	Rotate Right Through Carry	$Rd(0) \leftarrow Rd(1)$; $Rd(7) \leftarrow Rd(0)$	ZC.NV	1
ASR	Rd	Arithmetic Shift Right	$Rd(7) \leftarrow Rd(7)$; $Rd(6) \leftarrow Rd(7)$	ZC.NV	1
SWAP	Rd	Swap Nibbles	$Rd(7) \leftarrow Rd(4)$; $Rd(6) \leftarrow Rd(5)$	None	1
SWAP	Rd	Swap Bytes	$Rd(7) \leftarrow Rd(3)$; $Rd(6) \leftarrow Rd(2)$	None	1
BCSR	Rd	Bit Set	$Rd \leftarrow Rd \vee 1$	SREG.N	1
BCSR	Rd	Bit Clear	$Rd \leftarrow Rd \wedge 0$	SREG.C	1
BSET	Rd	Bit Set from Register to I/O Register	$IOPR \leftarrow Rd$	None	1
BCLR	Rd	Bit Clear from Register to I/O Register	$IOPR \leftarrow 0$	None	1
BID	Rd	Bit Load from I/O Register	$Rd(0) \leftarrow IOPR$	None	1
SEC		Set Carry	$C \leftarrow 1$	None	1
CIC		Clear Carry	$C \leftarrow 0$	None	1
SEN		Set Negative Flag	$N \leftarrow 1$	None	1
CLN		Clear Negative Flag	$N \leftarrow 0$	None	1
SEZ		Set Zero Flag	$Z \leftarrow 1$	None	1
CLZ		Clear Zero Flag	$Z \leftarrow 0$	None	1
SEI		Set Interrupt Enable	$I \leftarrow 1$	None	1
CLI		Clear Interrupt Enable	$I \leftarrow 0$	None	1
SEI		Set Signad Test Flag	$S \leftarrow 1$	None	1
CLSI		Clear Signad Test Flag	$S \leftarrow 0$	None	1
SEV		Set Two's Complement Overflow	$V \leftarrow 1$	None	1
CLV		Clear Two's Complement Overflow	$V \leftarrow 0$	None	1
SETI		Set I/O SREG	$I \leftarrow 1$	None	1
CLTI		Clear I/O SREG	$I \leftarrow 0$	None	1
SETE		Set External SREG	$E \leftarrow 1$	None	1
CETE		Clear External SREG	$E \leftarrow 0$	None	1
DATA TRANSFER INSTRUCTIONS					
MOV	Rd, Rr	Move Register Registers	$Rd \leftarrow Rr$	None	1
MOVW	Rd, Rr	Copy Register Word	$Rd \leftarrow Rr$	None	1
LDI	Rd, K	Load Immediate	$Rd \leftarrow K$	None	1
LD	Rd, X	Load Indirect	None	None	1
LD	Rd, X	Load Indirect and Post-Inc.	$Rd \leftarrow *X$; $X \leftarrow X + 1$	None	2
LD	Rd, Y	Load Indirect and Pre-Dec.	$Rd \leftarrow *Y$; $Y \leftarrow Y - 1$	None	2
LD	Rd, Y	Load Indirect and Post-Inc.	$Rd \leftarrow *Y$; $Y \leftarrow Y + 1$	None	2
LD	Rd, Y	Load Indirect and Pre-Dec.	$Rd \leftarrow *Y$; $Y \leftarrow Y - 1$	None	2
LDD	Rd, Y, d	Load Indirect with Displacement	$Rd \leftarrow *(Y + d)$	None	2
LD	Rd, Z	Load Indirect	$Rd \leftarrow *(Z)$	None	2
LD	Rd, Z	Load Indirect and Post-Inc.	$Rd \leftarrow *(Z)$; $Z \leftarrow Z + 1$	None	2
LDD	Rd, Z, d	Load Indirect with Displacement	$Rd \leftarrow *(Z + d)$	None	2
LDI	Rd, K	Load Immediate	$Rd \leftarrow K$	None	2
ST	X, Rr	Store Indirect	$*X \leftarrow Rr$	None	2
ST	X, Rr	Store Indirect and Post-Inc.	$*X \leftarrow Rr$; $X \leftarrow X + 1$	None	2
ST	X, Rr	Store Indirect and Pre-Dec.	$*X \leftarrow Rr$; $X \leftarrow X - 1$	None	2
ST	X, Rr	Store Indirect and Post-Inc.	$*X \leftarrow Rr$; $X \leftarrow X + 1$	None	2
STD	Y, Rr	Store Indirect with Displacement	$*Y \leftarrow Rr$; $Y \leftarrow Y + d$	None	2
STD	Y, Rr	Store Indirect and Post-Inc.	$*Y \leftarrow Rr$; $Y \leftarrow Y + 1$	None	2
STD	Z, Rr	Store Indirect and Pre-Dec.	$*Z \leftarrow Rr$; $Z \leftarrow Z - 1$	None	2
STD	Z, Rr	Store Indirect and Post-Inc.	$*Z \leftarrow Rr$; $Z \leftarrow Z + 1$	None	2
STS	k, Rr	Store Direct to SRAM	$*k \leftarrow Rr$	None	2
LPM	Rd, Z	Load Program Memory	$Rd \leftarrow *(Z)$	None	3
LPM	Rd, Z	Load Program Memory and Post-Inc.	$Rd \leftarrow *(Z)$; $Z \leftarrow Z + 1$	None	3
SPM	Rd, Z	Store Program Memory	$*Z \leftarrow Rd$	None	3
SPM	Rd, Z	Store Program Memory and Post-Inc.	$*Z \leftarrow Rd$; $Z \leftarrow Z + 1$	None	3
OUT	P, Rr	Out Port	$*P \leftarrow Rr$	None	1
IN	P	In Port	$Rr \leftarrow *P$	None	1
INR	Rr	Post-Increment on Stack	$STACK \leftarrow Rr$	None	2



8271BS-AMR-04/10

ATmega48A/48P A/88A/88P A/168A/168P A/328/328P

Memorics	Operands	Description	Operation	Flags	fCocks
CP		Copy Register to Stack	$Rd \leftarrow SREG$	None	2
RCR		Copy Register to Stack	$Rd \leftarrow SREG$	None	2
IO CONTROL INSTRUCTIONS					
KMP		No Operation	None	None	1
SLEEP		Stop	None	None	1
WDR		Watchdog Feed	None	None	1
WDR		Watchdog Feed	None	None	1
WDR		Watchdog Feed	None	None	1

Note: 1. These instructions are only available in ATmega168P and ATmega328P.

8271BS-AMR-04/10



ATmega48A/48P A/88A/88P A/168A/168P A/328/328P

6. Ordering Information

6.1 ATmega48A

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code ⁽²⁾	Package ⁽¹⁾	Operational Range
20 ⁽³⁾	1.8 - 5.5	ATmega48A-AU ATmega48A-AUR ⁽⁴⁾ ATmega48A-MMH ⁽⁴⁾ ATmega48A-MMH ⁽⁴⁾ ATmega48A-MU ⁽⁵⁾ ATmega48A-MUR ⁽⁵⁾ ATmega48A-PU	32A 28M1 28M1 32M1-A 32M1-A	Industrial (-40°C to 85°C)

- Note:
- This device can also be supplied in water form. Please contact your local Atmel sales office for detailed ordering information and minimum quantities.
 - Pu-free packaging complies to the European Directive for Restriction of Hazardous Substances (RoHS directive). Also Halide free and fully Green.
 - See Speed Grades on page 321.
 - NIPDAU Lead Finish.
 - Tape & Reel.

	Package Type
32A	32-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Quad Flat Package (TQFP)
28M1	28-pad, 4 x 4 x 1.0 body, Lead Pitch 0.45 mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFN/MLF)
32M1-A	32-pad, 5 x 5 x 1.0 body, Lead Pitch 0.50 mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFN/MLF)
28P3	28-lead, 0.300" Wide, Plastic Dual In-line Package (PDIP)

8271BS-AVR-04/10



6.2 ATmega48PA

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code ⁽²⁾	Package ⁽¹⁾	Operational Range
20 ⁽³⁾	1.8 - 5.5	ATmega48PA-AU ATmega48PA-AUR ⁽⁴⁾ ATmega48PA-MMH ⁽⁴⁾ ATmega48PA-MMH ⁽⁴⁾ ATmega48PA-MU ⁽⁵⁾ ATmega48PA-PU	32A 28M1 28M1 32M1-A 32M1-A	Industrial (-40°C to 85°C)

- Note:
- This device can also be supplied in water form. Please contact your local Atmel sales office for detailed ordering information and minimum quantities.
 - Pu-free packaging complies to the European Directive for Restriction of Hazardous Substances (RoHS directive). Also Halide free and fully Green.
 - See Speed Grades on page 321.
 - NIPDAU Lead Finish.
 - Tape & Reel.

	Package Type
32A	32-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Quad Flat Package (TQFP)
28M1	28-pad, 4 x 4 x 1.0 body, Lead Pitch 0.45 mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFN/MLF)
32M1-A	32-pad, 5 x 5 x 1.0 body, Lead Pitch 0.50 mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFN/MLF)
28P3	28-lead, 0.300" Wide, Plastic Dual In-line Package (PDIP)

8271BS-AVR-04/10



16

ATmega48A/48P A/88A/88P A/168A/168PA/328/328P

6.3 ATmega88A

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code ⁽²⁾	Package ⁽¹⁾	Operational Range
20 ⁽³⁾	1.8 - 5.5	ATmega88A-AU ATmega88A-AUR ⁽⁵⁾ ATmega88A-MMH ⁽⁴⁾ ATmega88A-MMH ⁽⁴⁾⁽⁵⁾ ATmega88A-MU ATmega88A-MUR ⁽⁵⁾ ATmega88A-PU	32A 32A 28M1 32M1-A 32M1-A 28P3	Industrial (-40°C to 85°C)

Note: 1. This device can also be supplied in water form. Please contact your local Atmel sales office for detailed ordering information and minimum quantities.
2. Pb-free packaging complies to the European Directive for Restriction of Hazardous Substances (RoHS directive). Also Halide free and fully Green.
3. See "Speed Grades" on page 321.
4. NIPDAU Lead Finish.
5. Tape & Reel.

	Package Type
32A	32-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Quad Flat Package (TQFP)
28M1	28-pad, 4 x 4 x 1.0 body, Lead Pitch 0.45 mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFNMLF)
32M1-A	32-pad, 5 x 5 x 1.0 body, Lead Pitch 0.50 mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFNMLF)
28P3	28-lead, 0.300" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)

8271BS-AMR-04/10



ATmega48A/48P A/88A/88P A/168A/168PA/328/328P

6.4 ATmega88PA

Speed (MHz)	Power Supply (V)	Ordering Code ⁽²⁾	Package ⁽¹⁾	Operational Range
20 ⁽³⁾	1.8 - 5.5	ATmega88PA-AU ATmega88PA-AUR ⁽⁵⁾ ATmega88PA-MMH ⁽⁴⁾ ATmega88PA-MMH ⁽⁴⁾⁽⁵⁾ ATmega88PA-MU ATmega88PA-MUR ⁽⁵⁾ ATmega88PA-PU	32A 32A 28M1 32M1-A 32M1-A 28P3	Industrial (-40°C to 85°C)

Note: 1. This device can also be supplied in water form. Please contact your local Atmel sales office for detailed ordering information and minimum quantities.
2. Pb-free packaging complies to the European Directive for Restriction of Hazardous Substances (RoHS directive). Also Halide free and fully Green.
3. See "Speed Grades" on page 321.
4. NIPDAU Lead Finish.
5. Tape & Reel.

	Package Type
32A	32-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Quad Flat Package (TQFP)
28M1	28-pad, 4 x 4 x 1.0 body, Lead Pitch 0.45 mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFNMLF)
32M1-A	32-pad, 5 x 5 x 1.0 body, Lead Pitch 0.50 mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFNMLF)
28P3	28-lead, 0.300" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)

8271BS-AMR-04/10



18

17

6.5 ATmega168A

ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P

Speed (MHz) ⁽¹⁾	Power Supply (V)	Ordering Code ⁽²⁾	Package ⁽¹⁾	Operational Range
20	1.8 - 5.5	ATmega168A-AU ATmega168A-AUR ⁽³⁾ ATmega168A-MM-H ⁽⁴⁾ ATmega168A-MU ATmega168A-MUR ⁽⁵⁾ ATmega168A-PU	32A 32A 28M1 32M1-A 32M1-A 28P3	Industrial (-40°C to 85°C)

- Note:
- This device can also be supplied in water form. Please contact your local Atmel sales office for detailed ordering information and minimum quantities.
 - Pb-free packaging complies to the European Directive for Restriction of Hazardous Substances (RoHS directive). Also Halide free and fully Green.
 - See "Speed Grades" on page 321.
 - NIPDAU Lead Finish.
 - Tape & Reel.

	Package Type
32A	32-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Quad Flat Package (TQFP)
28M1	28-pad, 4 x 4 x 1.0 body, Lead Pitch 0.45 mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFNMLF)
32M1-A	32-pad, 5 x 5 x 1.0 body, Lead Pitch 0.50 mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFNMLF)
28P3	28-lead, 0.300" Wide, Plastic Dual In-line Package (PDIP)

827BS-AVR-04/10



19

6.6 ATmega168PA

ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328/328P

Speed (MHz) ⁽¹⁾	Power Supply (V)	Ordering Code ⁽²⁾	Package ⁽¹⁾	Operational Range
20	1.8 - 5.5	ATmega168PA-AU ATmega168PA-AUR ⁽³⁾ ATmega168PA-MM-H ⁽⁴⁾ ATmega168PA-MU ATmega168PA-MUR ⁽⁵⁾ ATmega168PA-PU	32A 32A 28M1 32M1-A 32M1-A 28P3	Industrial (-40°C to 85°C)

- Note:
- This device can also be supplied in water form. Please contact your local Atmel sales office for detailed ordering information and minimum quantities.
 - Pb-free packaging complies to the European Directive for Restriction of Hazardous Substances (RoHS directive). Also Halide free and fully Green.
 - See "Speed Grades" on page 321.
 - NIPDAU Lead Finish.
 - Tape & Reel.

	Package Type
32A	32-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Quad Flat Package (TQFP)
28M1	28-pad, 4 x 4 x 1.0 body, Lead Pitch 0.45 mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFNMLF)
32M1-A	32-pad, 5 x 5 x 1.0 body, Lead Pitch 0.50 mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFNMLF)
28P3	28-lead, 0.300" Wide, Plastic Dual In-line Package (PDIP)

827BS-AVR-04/10



20

ATmega48A/48P A/88A/88P A/168A/168P A/328/328P

6.7 ATmega328

Speed (MHz)	Power Supply (V)	Ordering Code ⁽²⁾	Package ⁽¹⁾	Operational Range
20 ⁽³⁾	1.8 - 5.5	ATmega328-AU ATmega328-AUR ⁽⁴⁾ ATmega328-MU ATmega328-MUR ⁽⁴⁾ ATmega328-PU	32A 32A 32M1-A 32M1-A 28P3	Industrial (-40°C to 85°C)

- Note:
- This device can also be supplied in water form. Please contact your local Atmel sales office for detailed ordering information and minimum quantities.
 - Pb-free packaging complies to the European Directive for Restriction of Hazardous Substances (RoHS directive). Also Halide free and Tully Green.
 - See Figure 28-1 on page 321.
 - Tapo & Reel.

	Package Type
32A	32-head, Thin (1.0 mm) Plastic Quad Flat Package (TQFP)
28P3	28-head, 0.300" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
32M1-A	32-pad, 5 x 5 x 1.0 body, Lead Pitch 0.50 mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFN/MLF)

82718S-AMR-04/10



21

ATmega48A/48P A/88A/88P A/168A/168P A/328/328P

6.8 ATmega328P

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code ⁽²⁾	Package ⁽¹⁾	Operational Range
20 ⁽³⁾	1.8 - 5.5	ATmega328P-AU ATmega328P-AUR ⁽⁴⁾ ATmega328P-MU ATmega328P-MUR ⁽⁴⁾ ATmega328P-PU	32A 32A 32M1-A 32M1-A 28P3	Industrial (-40°C to 85°C)

- Note:
- This device can also be supplied in water form. Please contact your local Atmel sales office for detailed ordering information and minimum quantities.
 - Pb-free packaging complies to the European Directive for Restriction of Hazardous Substances (RoHS directive). Also Halide free and Tully Green.
 - See Figure 28-1 on page 321.
 - Tapo & Reel.

	Package Type
32A	32-head, Thin (1.0 mm) Plastic Quad Flat Package (TQFP)
28P3	28-head, 0.300" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
32M1-A	32-pad, 5 x 5 x 1.0 body, Lead Pitch 0.50 mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFN/MLF)

82718S-AMR-04/10

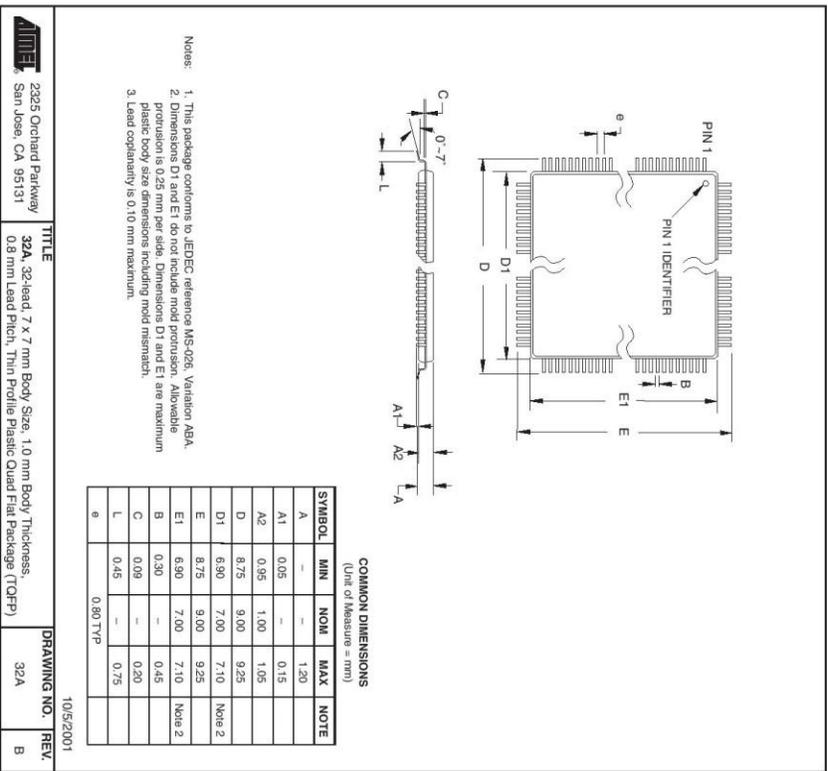


22

ATmega48A/48P A/88A/88P A/168A/168P A/328/328P

7. Packaging Information

7.1 32A



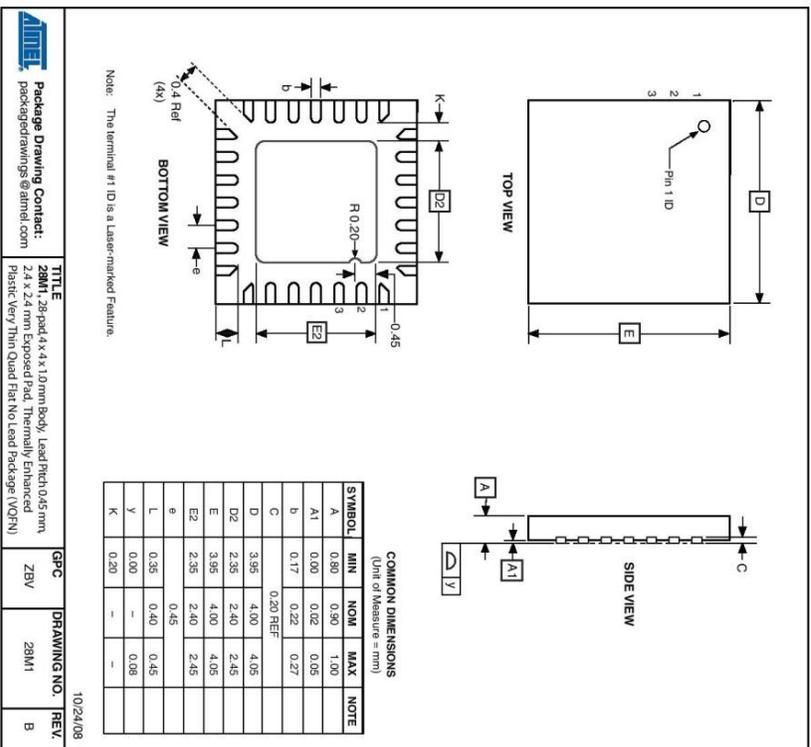
82718S-AVR-04/10



2

ATmega48A/48P A/88A/88P A/168A/168P A/328/328P

7.2 28M1



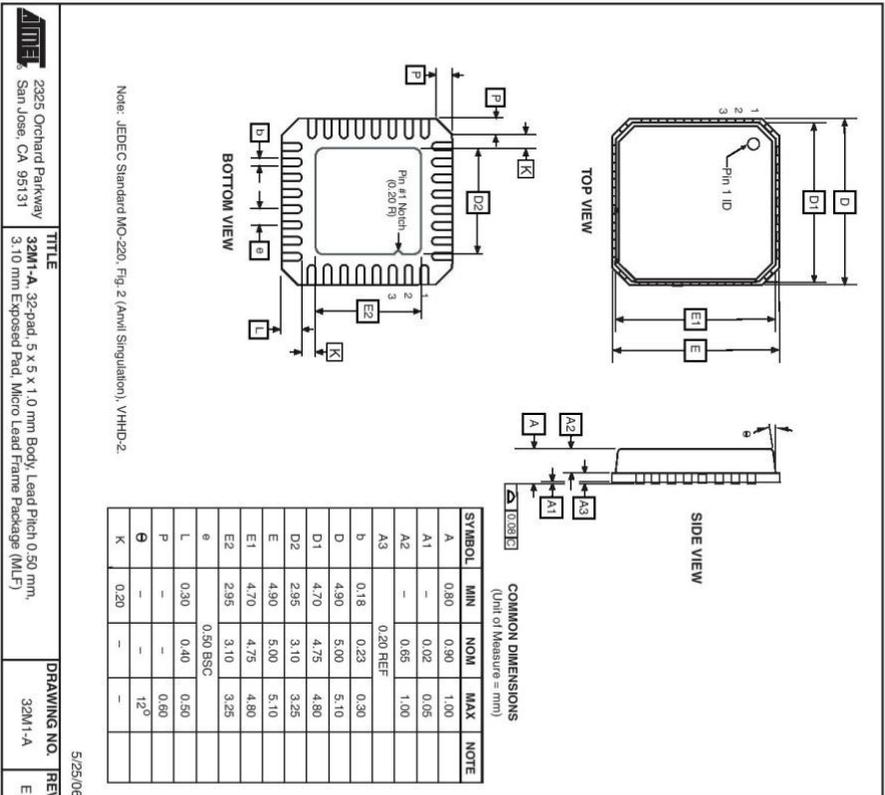
82718S-AVR-04/10



24

ATmega48A/48P A/88A/88P A/168A/168P A/328/328P

7.3 32M1-A

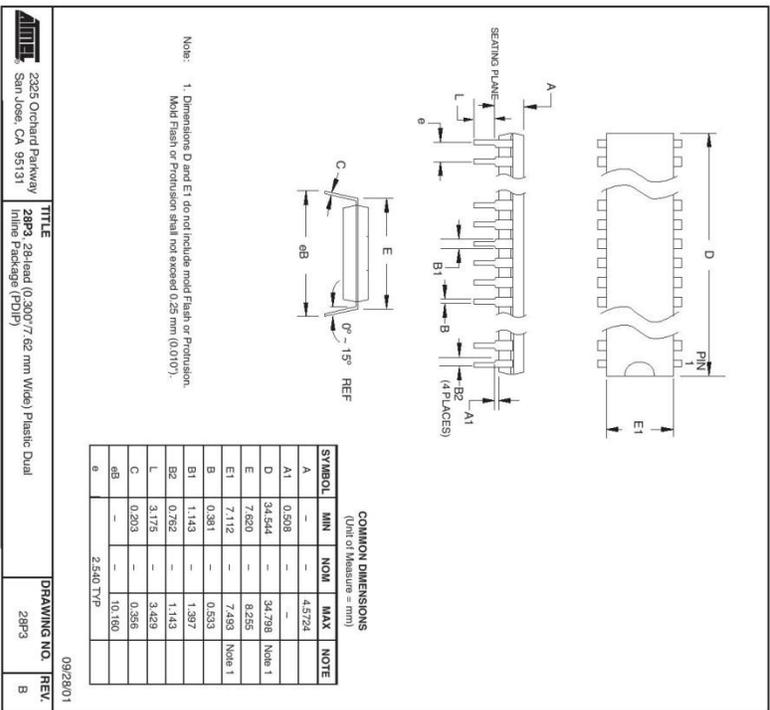


8271BS-AVR-04/10



ATmega48A/48P A/88A/88P A/168A/168P A/328/328P

7.4 28P3



8271BS-AVR-04/10



ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328P/328PA

8. Errata

8.1 Errata ATmega48A

The revision letter in this section refers to the revision of the ATmega48A device.

8.1.1 Rev. D

- Analog MUX can be turned off when setting ACME bit

1. Analog MUX can be turned off when setting ACME bit
If the ACME (Analog Comparator Multiplexer Enabled) bit in ADCSRB is set while ADMUX is '1' (ADMUX[3:0]=1xxx), all MUXes are turned off until the ACME bit is cleared.
Problem Fix/Workaround
Clear the MUX3 bit before setting the ACME bit.

8.2 Errata ATmega48PA

The revision letter in this section refers to the revision of the ATmega48PA device.

8.2.1 Rev. D

- Analog MUX can be turned off when setting ACME bit

1. Analog MUX can be turned off when setting ACME bit
If the ACME (Analog Comparator Multiplexer Enabled) bit in ADCSRB is set while ADMUX is '1' (ADMUX[3:0]=1xxx), all MUXes are turned off until the ACME bit is cleared.
Problem Fix/Workaround
Clear the MUX3 bit before setting the ACME bit.

8.3 Errata ATmega88A

The revision letter in this section refers to the revision of the ATmega88A device.

8.3.1 Rev. F

- Analog MUX can be turned off when setting ACME bit

1. Analog MUX can be turned off when setting ACME bit
If the ACME (Analog Comparator Multiplexer Enabled) bit in ADCSRB is set while ADMUX is '1' (ADMUX[3:0]=1xxx), all MUXes are turned off until the ACME bit is cleared.
Problem Fix/Workaround
Clear the MUX3 bit before setting the ACME bit.

8271BS-AVR-Qd/10



ATmega48A/48PA/88A/88PA/168A/168PA/328P/328PA

8.4 Errata ATmega88PA

The revision letter in this section refers to the revision of the ATmega88PA device.

8.4.1 Rev. F

- Analog MUX can be turned off when setting ACME bit

1. Analog MUX can be turned off when setting ACME bit
If the ACME (Analog Comparator Multiplexer Enabled) bit in ADCSRB is set while MUX3 in ADMUX is '1' (ADMUX[3:0]=1xxx), all MUXes are turned off until the ACME bit is cleared.
Problem Fix/Workaround
Clear the MUX3 bit before setting the ACME bit.

8.5 Errata ATmega168A

The revision letter in this section refers to the revision of the ATmega168A device.

8.5.1 Rev. E

- Analog MUX can be turned off when setting ACME bit

1. Analog MUX can be turned off when setting ACME bit
If the ACME (Analog Comparator Multiplexer Enabled) bit in ADCSRB is set while MUX3 in ADMUX is '1' (ADMUX[3:0]=1xxx), all MUXes are turned off until the ACME bit is cleared.
Problem Fix/Workaround
Clear the MUX3 bit before setting the ACME bit.

8.6 Errata ATmega168PA

The revision letter in this section refers to the revision of the ATmega168PA device.

8.6.1 Rev. E

- Analog MUX can be turned off when setting ACME bit

1. Analog MUX can be turned off when setting ACME bit
If the ACME (Analog Comparator Multiplexer Enabled) bit in ADCSRB is set while MUX3 in ADMUX is '1' (ADMUX[3:0]=1xxx), all MUXes are turned off until the ACME bit is cleared.
Problem Fix/Workaround
Clear the MUX3 bit before setting the ACME bit.

8271BS-AVR-Qd/10



28

27

ATmega48A/48P A/88A/88P A/168A/168P A/328/328P

8.7 Errata ATmega328

The revision letter in this section refers to the revision of the ATmega328 device.

8.7.1 Rev D

- Analog MUX can be turned off when setting ACME bit

8.7.2 Rev C

- Analog MUX can be turned off when setting ACME bit

If the ACME (Analog Comparator Multiplexer Enabled) bit in ADCSRB is set while ADMUX is '1' (ADMUX[3:0]=1xxx), all MUXes are turned off until the ACME bit is cleared.

8.7.3 Rev B

- Analog MUX can be turned off when setting ACME bit
- Unstable 32 kHz Oscillator

Not sampled.

8.7.4 Rev A

- Analog MUX can be turned off when setting ACME bit
- Unstable 32 kHz Oscillator

1. Unstable 32 kHz Oscillator

If the ACME (Analog Comparator Multiplexer Enabled) bit in ADCSRB is set while ADMUX is '1' (ADMUX[3:0]=1xxx), all MUXes are turned off until the ACME bit is cleared.

Problem Fix/Workaround

Clear the MUX3 bit before setting the ACME bit.

2. Unstable 32 kHz Oscillator

The 32 kHz oscillator does not work as system clock. The 32 kHz oscillator used as asynchronous timer is inaccurate.

Problem Fix/ Workaround

None.

- Analog MUX can be turned off when setting ACME bit
- Unstable 32 kHz Oscillator

1. Unstable 32 kHz Oscillator

If the ACME (Analog Comparator Multiplexer Enabled) bit in ADCSRB is set while ADMUX is '1' (ADMUX[3:0]=1xxx), all MUXes are turned off until the ACME bit is cleared.

Problem Fix/Workaround

Clear the MUX3 bit before setting the ACME bit.

2. Unstable 32 kHz Oscillator

The 32 kHz oscillator does not work as system clock. The 32 kHz oscillator used as asynchronous timer is inaccurate.

Problem Fix/ Workaround

None.

8271BS-AVR-04/10



ATmega48A/48P A/88A/88P A/168A/168P A/328/328P

8.8 Errata ATmega328P

The revision letter in this section refers to the revision of the ATmega328P device.

8.8.1 Rev D

- Analog MUX can be turned off when setting ACME bit

8.8.2 Rev C

- Analog MUX can be turned off when setting ACME bit

If the ACME (Analog Comparator Multiplexer Enabled) bit in ADCSRB is set while MUX3 in ADMUX is '1' (ADMUX[3:0]=1xxx), all MUXes are turned off until the ACME bit is cleared.

Problem Fix/Workaround

Clear the MUX3 bit before setting the ACME bit.

8.8.3 Rev B

- Analog MUX can be turned off when setting ACME bit
- Unstable 32 kHz Oscillator

1. Unstable 32 kHz Oscillator

If the ACME (Analog Comparator Multiplexer Enabled) bit in ADCSRB is set while MUX3 in ADMUX is '1' (ADMUX[3:0]=1xxx), all MUXes are turned off until the ACME bit is cleared.

Problem Fix/Workaround

Clear the MUX3 bit before setting the ACME bit.

2. Unstable 32 kHz Oscillator

The 32 kHz oscillator does not work as system clock. The 32 kHz oscillator used as asynchronous timer is inaccurate.

Problem Fix/ Workaround

None.

- Analog MUX can be turned off when setting ACME bit
- Unstable 32 kHz Oscillator

1. Unstable 32 kHz Oscillator

If the ACME (Analog Comparator Multiplexer Enabled) bit in ADCSRB is set while ADMUX is '1' (ADMUX[3:0]=1xxx), all MUXes are turned off until the ACME bit is cleared.

Problem Fix/Workaround

None.

8271BS-AVR-04/10



ATmega48A/48P A/88A/88P A/168A/168P A/328/32

9. Datasheet Revision History

Please note that the referring page numbers in this section are referred to this document referring revision in this section are referring to the document revision.

9.1 Rev. 8271B-04/10

- Updated **Table 8-8** with correct value for timer oscillator at xtal2/osc2
- Corrected use of SBIS instructions in assembly code examples.
- Corrected BOD and BODSE bits to RWM in Section 9.11.2 on page 45, Section 11.5 on page and Section 13.4 on page 93
- Figures for handshake characterization added, Figure 29-34 on page 349, Figure 29-81 on page 374, Figure 29-128 on page 399, Figure 29-175 on page 424, Figure 29-222 on page 449, Figure 29-289 on page 474, Figure 29-510 on page 499 and Figure 29-563 on page 523.
- Updated "Packaging Information" on page 546 by replacing 28M1 with a correct corresponding package.

9.2 Rev. 8271A-12/09

- New datasheet 8271 with merged information for ATmega48PA, ATmega88A, ATmega168PA and ATmega48A, ATmega88A, ATmega168A and ATmega328P information on ATmega328 and ATmega328P
- Changes done:
 - New devices added: ATmega48A/ATmega88A/ATmega168A and ATmega328
 - Updated Feature Description
 - Updated **Table 2-1** on page 6
 - Added note for BOD Disable on page 40.
 - Added note on BOD and BODSE in "MCUCR – MCU Control Register" on page 93 and "Register Description" on page 294.
 - Added limitation information for the application "Boot Loader Support – Read-While-Write Self-Programming" on page 279
 - Added limitation information for "Program And Data Memory Lock Bits" on page 296
 - Added specified DC characteristics per processor
 - Added typical characteristics per processor
 - Removed exception information in "Address Match Unit" on page 223.

8271BS-AVR-04/10



Headquarters

Atmel Corporation
2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131
USA
Tel.: (408) 4410311
Fax: (408) 487-2800

International

Atmel Asia
Unit 1-5 & 16, 19/F
BEA Tower, Millennium City 5
418 Kwun Tong Road
Kwun Tong, Kowloon
Hong Kong
Tel: (852) 2245-6100
Fax: (852) 2722-1999

Atmel Europe
Le Krains
8, Rue Jean-Pierre Timbaud
BP 309
78054 Saint-Quentin-en-
Yvelines Cedex
France
Tel: (33) 1-30-60-70-00
Fax: (33) 1-30-60-70-11

Atmel Japan
9F, Toneisu Shinjuku Bldg.
1-24-8 Shinjuku
Chiyoda-ku, Tokyo 104-0038
Japan
Tel: (81) 3-5623-3851
Fax: (81) 3-5623-7861

Product Contact

Web Site
www.atmel.com

Technical Support
sales@atmel.com

Sales Contact
www.atmel.com/contacts

Literature Requests
www.atmel.com/literature

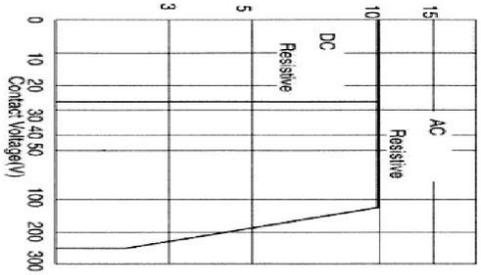
Disclaimer: The information in this document is provided in connection with Atmel products. No license, express or implied, by estoppel or otherwise, to any intellectual property right is granted by its disclosure or in connection with the sale of Atmel products. EXCEPT AS SET FORTH IN ATMEL'S TERMS AND CONDITIONS OF SALE, THIS DOCUMENT AND ANY INFORMATION CONTAINED HEREIN IS PROVIDED "AS IS" WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, OR NON-INFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL ATMEL BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, CONSEQUENTIAL, PUNITIVE, SPECIAL, OR INCIDENTAL DAMAGES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES, LOSS OF PROFITS, BUSINESS INTERRUPTION, OR LOSS OF DATA, ARISING OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THIS DOCUMENT, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE. ATMEL MAKES NO REPRESENTATION OR WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING THE ACCURACY, COMPLETENESS, OR UPDATENESS OF THE INFORMATION CONTAINED HEREIN. UNLESS SPECIFICALLY PROVIDED OTHERWISE, ATMEL DOES NOT MAKE ANY COMMITMENT TO UPDATE THE INFORMATION CONTAINED HEREIN. ATMEL'S PRODUCTS ARE NOT INTENDED, ADVISED, OR WARRANTED TO BE USED IN APPLICATIONS WHERE FAILURE COULD BE REASONABLY EXPECTED TO CAUSE PERSONAL INJURY, DEATH, OR OTHER SERIOUS DAMAGE TO PERSONS OR PROPERTY. ATMEL'S PRODUCTS ARE NOT INTENDED, ADVISED, OR WARRANTED TO BE USED IN APPLICATIONS INTENDED TO SUPPORT OR SUSTAIN LIFE.

© 2010 Atmel Corporation. All rights reserved. Atmel®, Atmel logo and combinations thereof, AVR®, AVR® logo and others are registered trademarks or trademarks of Atmel Corporation or its subsidiaries. Other terms and product names may be trademarks of others.

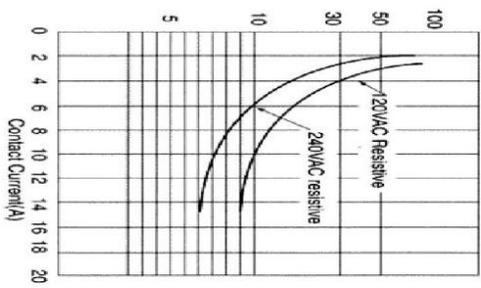
8271BS-AVR-04/10

Product of: Miniature relay, power relay, automotive relay, telecom relay, PC board relay, plug-in relay, PCB relay, miniature relay

Maximum Switching Power



Life Curve



..

Daftar Isi: www.datasheet4u.com

www.datasheet4u.com

www.datasheet4u.com



Guangzhou HC Information Technology Co., Ltd.

Guangzhou HC Information Technology Co., Ltd.

Product Data Sheet

Module Data Sheet

Rev 1

1.0	1.01								
2010/5/15	2011/4/6								

DRAWN BY :	Ling Xin	MODEL :	HC-05	
CHECKED BY :	Eric Huang	Description:	BC04 has external 8M Flash and EDR mode HC-03 is industrial, and compatible with c'tv-II HC-05	
APPD. BY:	Simon Mok	REV : 2.0		PAGES:
Former version	Lihvator is the former of Wavesen.			

www.wavesen.com Phone: 020-84083341 Fax: 020-84332079 QQ:1049073574
Address: Room 527, No.13, Jiangang Road, Tianhe software park, Tianhe district, Guangzhou Post: 510660
Technology consultant: sales@wavesen.com Business consultant: sales@wavesen.com
Complaint and suggestion: support@hcnmail.com

Guangzhou HC Information Technology Co., Ltd.

Contents

1. Product's picture
2. Feature
3. Pins description
4. The parameters and mode of product
5. Block diagram
6. Debugging device
7. Characteristic of test
8. Test diagram
9. AT command set

www.wavesen.com Phone: 020-84083341 Fax: 020-84332079 QQ:1049073574
Address: Room 527, No.13, Jiangang Road, Tianhe software park, Tianhe district, Guangzhou Post: 510660
Technology consultant: sales@wavesen.com Business consultant: sales@wavesen.com
Complaint and suggestion: support@hcnmail.com

Guangzhou HC Information Technology Co., Ltd.

1. Product's picture

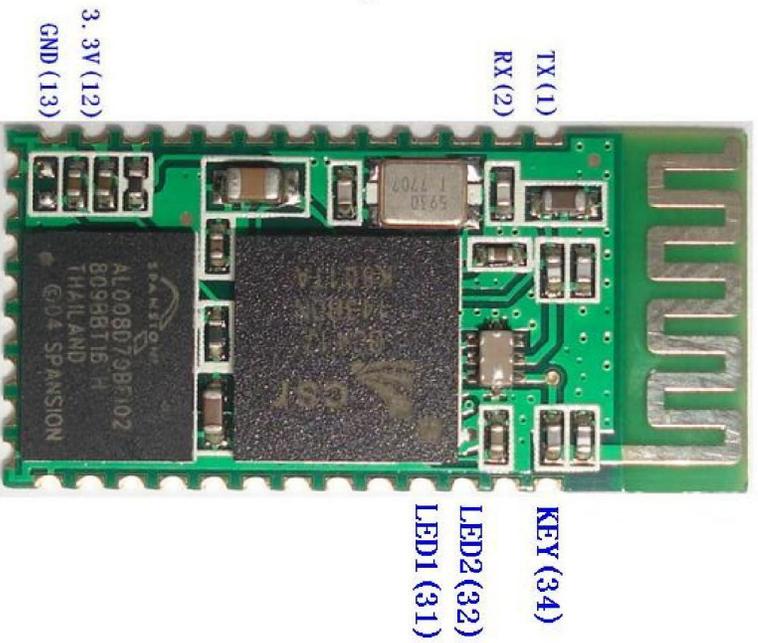


Figure 1. A Bluetooth module

www.wxvcsen.com Phone: 020-84083341 Fax: 020-84332079 QQ:1043072574
 Address: Room 527, No.13, Jiangong Road, Tianhe software park, Tianhe district, Guangzhou Post: 510660
 Technology consultant: support@wxvcsen.com Business consultant: sales@wxvcsen.com
 Compliant and suggestion: support@hctd.com

Guangzhou HC Information Technology Co., Ltd.



Figure 2 50 pieces chips in an anti-static blister package

2. Feature

- Wireless transceiver
 - Sensitivity (Bit error rate) can reach -80dBm.
 - The change range of output's power: -4 ~ +6dBm.
- Function description (perfect Bluetooth solution)
 - Has an EDR module; and the change range of modulation depth: 2Mbps - 3Mbps.
 - Has a built-in 2.4GHz antenna; user needn't test antenna.

www.wxvcsen.com Phone: 020-84083341 Fax: 020-84332079 QQ:1043072574
 Address: Room 527, No.13, Jiangong Road, Tianhe software park, Tianhe district, Guangzhou Post: 510660
 Technology consultant: support@wxvcsen.com Business consultant: sales@wxvcsen.com
 Compliant and suggestion: support@hctd.com

Guangzhou HC Information Technology Co., Ltd.

- Has the external 8Mbit FLASH
- Can work at the low voltage (3.1V~4.2V). The current in pairing is in the range of 30~40mA. The current in communication is 8mA.
- PIO control can be switched.
- Has the standard HCI Port (UART or USB)
- The USB protocol is Full Speed USB1.1, and compliant with 2.0.
- This module can be used in the SMD.
- It's made through RoHS process.
- The board PIN is half hole size.
- Has a 2.4GHz digital wireless transceiver.
- Bases at CSR BC04 Bluetooth technology.
- Has the function of adaptive frequency hopping.
- Small (27mm × 13mm × 2mm).
- Peripheral circuit is simple.
- It's at the Bluetooth class 2 power level.
- Storage temperature range: -40 °C - 85 °C, operating temperature range: -25 °C - +75 °C
- Any wave inter interference: 2.4MHz, the power of emitting: 3 dBm.
- Bit error rate: 0. Only the signal decays at the transmission link, bit error may be produced. For example, when RS232 or TTL is being processed, some signals may decay.
- Low power consumption
- Has high-performance wireless transceiver system
- Low Cost
- Application fields:
 - Bluetooth Car Hands-free Device
 - Bluetooth GPS
 - Bluetooth PC/MCIA, USB Dongle
 - Bluetooth Data Transfer
- Software
 - CSR

www.wavesen.com, Phone: 020-8408341 Fax: 020-8432079 QQ:1043073574

Address: Room 527 No.13, Jiangong Road, Tianhe software park, Tianhe district, Guangzhou Post: 510660

Technology consultant: support@wavesen.com

Business consultant: sales@wavesen.com

Complaint and suggestion: sales@wavesen.com

Guangzhou HC Information Technology Co., Ltd.

3. PINs description

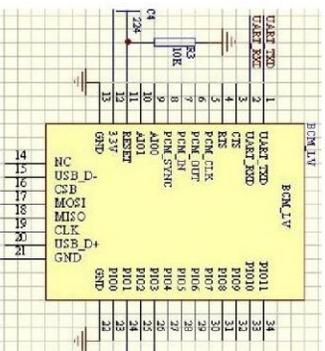


Figure 3 PIN configuration

The PINs at this block diagram is same as the physical one.

PIN Name	PIN #	Pad type	Description	Note
GND	13 21 22	VSS	Ground pot	
1V8	14	VDD	Integrated 1.8V (+) supply with On-chip linear regulator output within 1.7-1.9V	
VCC	12	3.3V		
A100	9	Bi-Directional	Programmable input/output line	
A101	10	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO0	23	Bi-Directional RX EN	Programmable input/output line, control output for LNA(I/F fitted)	
PIO1	24	Bi-Directional TX EN	Programmable input/output line, control output for PA(I/F fitted)	
PIO2	25	Bi-Directional	Programmable	

www.wavesen.com, Phone: 020-8408341 Fax: 020-8432079 QQ:1043073574

Address: Room 527 No.13, Jiangong Road, Tianhe software park, Tianhe district, Guangzhou Post: 510660

Technology consultant: support@wavesen.com

Business consultant: sales@wavesen.com

Complaint and suggestion: sales@wavesen.com

Guangzhou HC Information Technology Co., Ltd.

PIO3	26	Bi-Directional	input/output line Programmable input/output line	
PIO4	27	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO5	28	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO6	29	Bi-Directional	Programmable input/output line	CLK_REQ
PIO7	30	Bi-Directional	Programmable input/output line	CLK_OUT
PIO8	31	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO9	32	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO10	33	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO11	34	Bi-Directional	Programmable input/output line	
RESETB	11	CMOS Input with weak internal pull-down		
UART_RTS	4	CMOS output, tri-stable with weak internal pull-up	UART request to send, active low	
UART_CTS	3	CMOS input with weak internal pull-down	UART clear to send, active low	
UART_RX	2	CMOS input with weak internal pull-down	UART Data input	
UART_TX	1	CMOS output, Tri-stable with weak internal pull-up	UART Data output	
SPL_MOSI	17	CMOS input with weak internal pull-down	Serial peripheral interface data input	
SPL_CSB	16	CMOS input with weak internal pull-up	Chip select for serial peripheral interface, active low	
SPL_CLK	19	CMOS input with weak	Serial peripheral interface	

www.hcinfo.com Phone: 020-84083341 Fax: 020-84332079 QQ:1043073574
 Address: Room 527, No.13, Jieqiang Road, Tianhe software park, Tianhe district, Guangzhou Post: 510660
 Technology consultant: support@hcinfo.com Business consultant: sales@hcinfo.com
 Complaint and suggestion: support@hcinfo.com

Guangzhou HC Information Technology Co., Ltd.

		Internal pull-down	clock	
SPL_MISO	18	CMOS input with weak internal pull-down	Serial peripheral interface data Output	
USB_-	15	Bi-Directional		
USB_+	20	Bi-Directional		
1.8V	14		1.8V external power supply input	Default: 1.8V internal power supply.
PCM_CLK	5	Bi-Directional		
PCM_OUT	6	CMOS output		
PCM_IN	7	CMOS Input		
PCM_SYNC	8	Bi-Directional		

www.hcinfo.com Phone: 020-84083341 Fax: 020-84332079 QQ:1043073574
 Address: Room 527, No.13, Jieqiang Road, Tianhe software park, Tianhe district, Guangzhou Post: 510660
 Technology consultant: support@hcinfo.com Business consultant: sales@hcinfo.com
 Complaint and suggestion: support@hcinfo.com

Guangzhou HC Information Technology Co., Ltd.

4. The parameters and mode of product

LINFOR BLUE T
www.linfor.com

Bluetooth Module

CSR, BC417143B
V 2.0
2008/09/6

- 蓝牙 RF 模块
1. 采用 CSR BC417143B FLASH 方案
 2. 具有 PROX-PRO1, AIC9, AIO1, USB, PCMA, UART 及 SPI 接口, 通过内置 RMTFLASH, 功能强大, 用户可定制软件,适用于各种蓝牙设备,内置 RF 天线便于调试。

蓝牙协议版本	Bluetooth Specification V2.0 with EDR
USB 协议	Full Speed USB V1.1
USB Protocol	Compliant With USB V2.0
频率	2.4GHz ISM band
调制方式	GFSK(Gaussian Frequency Shift Keying)
发射功率	-4 ~+4 dBm, Class 2
灵敏度	-90~ -84dBm @ 0.1% BER
通讯速率	Asynchronous/2Mbps(Max)
工作电压	3.3V
工作温度	-20 ~+55 Centigrade
封装尺寸	27mmx13mmx2mm

If you want more information, please visit www.waveson.com.

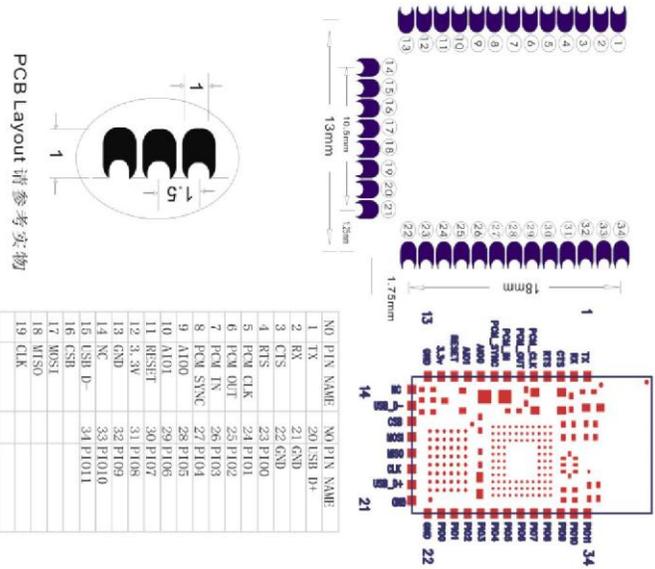
www.waveson.com Phone: 020-84083341 Fax: 020-84332079 QQ:1043072574
Address: Room 527, No.13, Jiangong Road, Tianhe software park, Tianhe district, Guangzhou Post: 510660
Technology consultant: support@waveson.com Business consultant: sales@waveson.com
Complaint and suggestion: support@waveson.com

Guangzhou HC Information Technology Co., Ltd.

LINFOR BLUE T
www.linfor.com

LV-BC-2.0

单位: mm



PCB Layout 请参考实物

www.waveson.com Phone: 020-84083341 Fax: 020-84332079 QQ:1043072574
Address: Room 527, No.13, Jiangong Road, Tianhe software park, Tianhe district, Guangzhou Post: 510660
Technology consultant: support@waveson.com Business consultant: sales@waveson.com
Complaint and suggestion: support@waveson.com

5. Block diagram

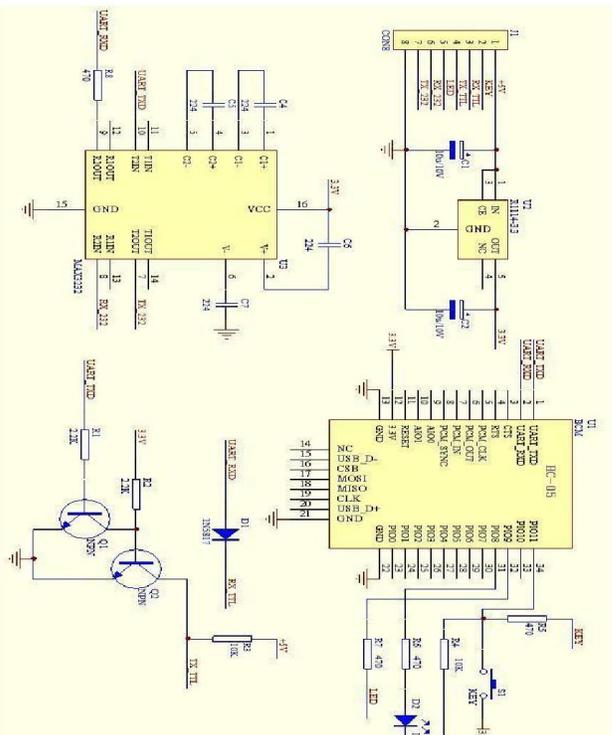


Figure 5 Block diagram

6. Debugging device

6.1 Device

PC, hardware, 3G, 3G Frequency Counter (SP3386), 3.15V DC power supply, Shielding, Bluetooth

Test box.

6.2 Software

www.wavesense.com Phone: 020-84083941 Fax: 020-84332079 QQ:1043073574
 Address: Room 527, No.13, Jiangong Road, Tianhe software park, Tianhe district, Guangzhou
 Technology consultant: support@wavesense.com Business consultant:sales@wavesense.com Post: 510660
 Complain and suggestion: sundict@163.com

7. Characteristic of test

	Test Condition 25°C RH 65%		
	Min	Typ	Max
1. Carrier Freq. (ISM Band)	2.4	2	4
2. RF O/P Power	-6	2	4
3. Step size of Power control	-7	2	8
4. Freq. Offset (Typical Carrier Freq)	-75	20	75
5. Carrier Freq. drift (Hopping on drift rate/50us)	-20	20	20
1 slot packet	-25	25	25
3 slot packet	-40	-40	-40
6. Average Freq. Deviations (Hopping off modulation)	140	175	175
Freq. Deviation	115		
Ratio of Freq. Deviation	0.8		
7. Receive Sensitivity @ $0.1\% BER / Bit error rate$	-83		

8. Test diagram

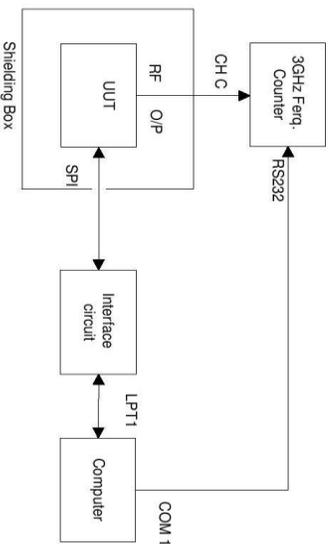


Fig 1. Programming and Freq. Alignment

www.wavesense.com Phone: 020-84083941 Fax: 020-84332079 QQ:1043073574
 Address: Room 527, No.13, Jiangong Road, Tianhe software park, Tianhe district, Guangzhou
 Technology consultant: support@wavesense.com Business consultant:sales@wavesense.com Post: 510660
 Complain and suggestion: sundict@163.com

Guangzhou HC Information Technology Co., Ltd

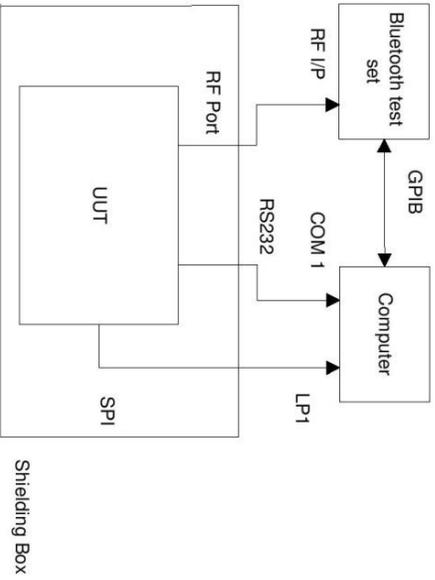


Fig 2 RF parameter Test Procedure

www.wavescan.com Phone: 020-84083341 Fax: 020-84332079 QQ:1043073574
 Address: Room 527, No.13, Jiangong Road, Tianhe software park, Tianhe district, Guangzhou
 Technology consultant: support@wavescan.com Business consultant: sales@wavescan.com Post: 510660
 Complaint and suggestion: support@dnmail.com

Guangzhou HC Information Technology Co., Ltd

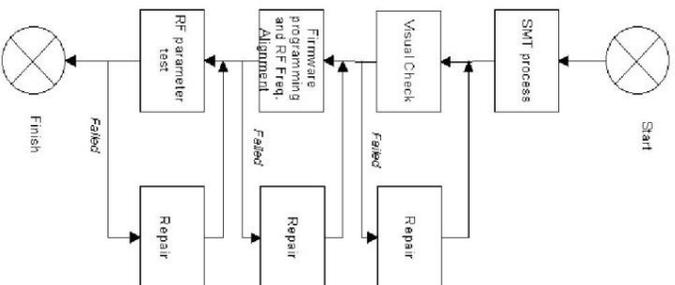


Fig 3 Assemble/Alignment/Testing Flow Chart

9. AT command set

More information about command set is provided at HC-05 master-slave bluetooth serial module command set.pdf. Please download it from our company website www.wavescan.com.

www.wavescan.com Phone: 020-84083341 Fax: 020-84332079 QQ:1043073574
 Address: Room 527, No.13, Jiangong Road, Tianhe software park, Tianhe district, Guangzhou
 Technology consultant: support@wavescan.com Business consultant: sales@wavescan.com Post: 510660
 Complaint and suggestion: support@dnmail.com

TIP3055 (NPN), TIP2955 (PNP)

Complementary Silicon Power Transistors

Designed for general-purpose switching and amplifier applications.

Features

- DCC Current Gain –
h_{FE} = 20–70 @ I_C
= 4.0 Adc
- Collector-Emitter Saturation Voltage –
V_{CE(sat)} = 1.1 Vdc (Max) @ I_C
= 4.0 Adc
- Excellent Safe Operating Area
- These are Pb-Free Devices*

MAXIMUM RATINGS

Characteristic	Symbol	Value	Unit
Collector – Emitter Voltage	V _{CE0}	60	Vdc
Collector – Emitter Voltage	V _{CEH}	70	Vdc
Collector – Base Voltage	V _{CB}	100	Vdc
Emitter – Base Voltage	V _{EB}	7.0	Vdc
Collector Current – Continuous	I _C	1.5	Adc
Base Current	I _B	7.0	Adc
Total Power Dissipation @ T _C = 25°C	P _D	90	W
Derate above 25°C	W/C	0.72	W/°C
Operating and Storage Junction Temperature Range	T _J , T _{stg}	–65 to +150	°C

THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction-to-Case	R _{θJC}	1.29	°C/W
Thermal Resistance, Junction-to-Ambient	R _{θJA}	35.7	°C/W

Stresses exceeding Maximum Ratings may damage the device. Maximum Ratings are stress ratings only. Functional operation above the Recommended Operating Conditions is not implied. Extended exposure to stresses above the Recommended Operating Conditions may affect device reliability.

*For additional information on our Pb-Free strategy and soldering details, please download the ON Semiconductor Soldering and Mounting Techniques Reference Manual, SOLDERRM/D.

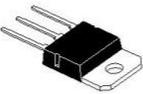
© Semiconductor Components Industries, LLC, 2012
May, 2012 – Rev. 7



ON Semiconductor®

<http://onsemi.com>

**15 AMPERE
POWER TRANSISTORS
COMPLEMENTARY SILICON
60 VOLTS, 90 WATTS**



SOT-83 (TO-218)
CASE 340D
STYLE 1



TO-247
CASE 340L
STYLE 3

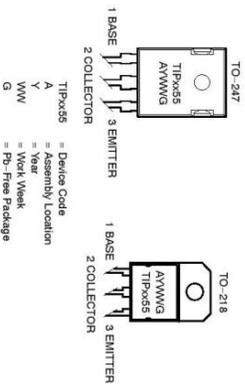
NOTE: Effective June 2012 this device will be available only in the TO-247 package. Reference FCN# 16827.

ORDERING INFORMATION

See detailed ordering and shipping information in the package dimensions section on page 2 of this data sheet.

TIP3055 (NPN), TIP2955 (PNP)

MARKING DIAGRAMS



ORDERING INFORMATION

Device	Package	Shipping
TIP3055G	SOT-83 (TO-218) (Pb-Free)	30 Units / Rail
TIP2955G	SOT-83 (TO-218) (Pb-Free)	30 Units / Rail
TIP3055G	TO-247 (Pb-Free)	30 Units / Rail
TIP2955G	TO-247 (Pb-Free)	30 Units / Rail

<http://onsemi.com>

TIP3055 (NPN), TIP2955 (PNP)

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_C = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Max	Unit
OFF CHARACTERISTICS				
Collector-Emitter Sustaining Voltage (Note 1) (I _C = 30 mAdc, I _B = 0)	V _{CE(sus)}	60	—	Vdc
Collector Cutoff Current (V _{CE} = 70 Vdc, I _{BE} = 100 Ohms)	I _{CE(s)}	—	1.0	mAdc
Collector Cutoff Current (V _{CE} = 30 Vdc, I _B = 0)	I _{CEO}	—	0.7	mAdc
Collector Cutoff Current (V _{CE} = 100 Vdc, V _{BE(sat)} = 1.5 Vdc)	I _{CEV}	—	5.0	mAdc
Emitter Cutoff Current (V _{BE} = 7.0 Vdc, I _C = 0)	I _{EB0}	—	5.0	mAdc

ON CHARACTERISTICS (Note 1)

DC Current Gain (I _C = 2.0 Adc, V _{CE} = 4.0 Vdc) (I _C = 10 Adc, V _{CE} = 4.0 Vdc)	h _{FE}	20	70	—
Collector-Emitter Saturation Voltage (I _C = 4.0 Adc, I _B = 400 mAdc) (I _C = 10 Adc, I _B = 3 Adc)	V _{CE(sat)}	—	1.1	Vdc
Base-Emitter ON Voltage (I _C = 4.0 Adc, V _{CE} = 4.0 Vdc)	V _{BE(on)}	—	1.8	Vdc

SECOND BREAKDOWN

Second Breakdown Collector Current with Base Forward Biased (V _{CE} = 30 Vdc, I _B = 1.0 s; Nonrepetitive)	I _{BS}	3.0	—	Adc
--	-----------------	-----	---	-----

DYNAMIC CHARACTERISTICS

Current Gain — Bandwidth Product (I _C = 0.5 Adc, V _{CE} = 10 Vdc, f = 1.0 MHz)	f _T	2.5	—	MHz
Small-Signal Current Gain (V _{CE} = 4.0 Vdc, I _C = 1.0 Adc, f = 1.0 MHz)	h _{FE}	15	—	Hz

NOTE: For additional design curves, refer to electrical characteristics curves of 2N3055.
1. Pulse Test: Pulse Width = 300 μs, Duty Cycle ≤ 2.0%.

<http://onsemi.com>

3

TIP3055 (NPN), TIP2955 (PNP)

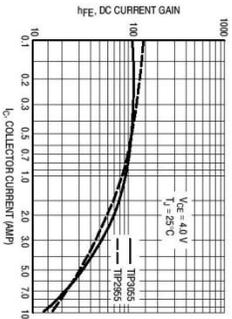


Figure 1. DC Current Gain

There are two limitations on the power handling ability of a transistor: average junction temperature and second breakdown. Safe operating area curves indicate I_C - V_{CE} limits of the transistor that must be observed for reliable operation, i.e., the transistor must not be subjected to greater dissipation than the curves indicate. The data of Figure 2 is based on T_C = 25°C. T_{j(95)} is variable depending on power level. Second breakdown pulse limits are valid for duty cycles to 10% but must be derated for temperature.

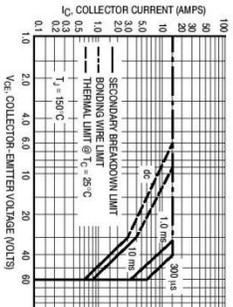


Figure 2. Maximum Rated Forward Bias Safe Operating Area

<http://onsemi.com>

4

