



**SAKLAR OTOMATIS SISTEM KONTROL TERPADU MENGGUNAKAN
ARDUINO UNO**

**LAPORAN
PROYEK AKHIR**

**Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya
Program Studi Teknik Elektronika**

**OLEH:
ILHAM HAMIDDIN
NIM. 14507134030**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2018**

**LEMBAR PERSETUJUAN
PROYEK AKHIR**

**SAKLAR OTOMATIS SISTEM KONTROL TERPADU MENGGUNAKAN
ARDUINO UNO**

Oleh:

ILHAM HAMIDDIN

NIM. 14507134030

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing
Untuk diuji

Yogyakarta, 13 Desember 2018

Mengetahui,
Kaprodi Teknik Elektronika

Menyetujui,
Pembimbing Proyek Akhir



Dr. Dra. Sri Waluvanti, M.Pd.
NIP. 19581218 198603 2 001



Muhammad Munir, M.Pd.
NIP. 19630512 198901 1 001

LEMBAR PENGESAHAN
PROYEK AKHIR
SAKLAR OTOMATIS SISTEM KONTROL TERPADU MENGGUNAKAN
ARDUINO UNO

Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

ILHAM HAMIDDIN
14507134030

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji Proyek Akhir
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Pada tanggal
Dan Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat Guna Memperoleh Gelar
Ahli Madya Teknik

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

No	Jabatan	Nama Lengkap	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Ketua Penguji	Drs. Muhammad Munir, M.Pd.		18/01/19
2.	Sekretaris Penguji	Dr. Dra. Sri Waluyanti, M.Pd.		18/01/19
3.	Penguji Utama	Drs. Djoko Santoso, M.Pd.		18/01/19

Yogyakarta, 7 Januari 2019

Megetahui,

Dekan Fakultas Teknik UNY



Dr. Ir. Drs. Widarto, M.Pd.

NIP-19631230 198812 1 001

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ilham Hamiddin
NIM : 14507134030
Program Studi : Teknik Elektronika D-III
Judul Proyek Akhir : Saklar Otomatis Sistem Kontrol Terpadu Menggunakan
Arduino UNO

Dengan ini saya menyatakan proyek akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar ahli madya atau gelar lainnya di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan penulis juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam masalah dan disebutkan dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 13 Desember 2018

Yang menyatakan,



Ilham Hamiddin

NIM.14507134030

MOTTO

“Man Jadda Wajada”

“Man Shabara Zhafira”

Dibalik kesusahan pasti ada kemudahan

“Hai oarng-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan sholat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar”

(Al-baqarah:153)

Jika tidak mau mengalami lelahnya belajar maka bersiaplah menghadapi perihnya kebodohan (Imam Syafi'i)

“We Don't Grow When Things are Easy, We Grow When We Face Challenges”

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan rahmat Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang. Dengan ini saya persembahkan karya ini untuk:

Ibu dan Bapak Tercinta

Sebagai tanda bakti, hormat dan tanda terimakasih kepada Ibu Arma Sarastiyawati dan Bapak Andry Mahyaruddin. Karena atas doa restu dan dukungan serta nasehatmu yang selalu engkau berikan untuk keberhasilanku

Keluarga Besar

Terimakasih kepada seluruh keluarga besar ku ibu, bapak, adik, nenek, kakek, bibi, dan paman yang selalu aku sayangi dan selalu menjadi penyemangatku

Guru dan Dosen

Terimakasih kepada semua guru dan dosen yang telah mengajar saya tanpa lelah dan penuh dengan kesabaran jasa mu takan terlupakan, semoga ilmu yang saya dapat bermanfaat dan barokah dunia dan akhirat

Teman-Teman

Terimakasih kawan atas segala kebersamaanmu, candamu, tawamu sungguh takkan pernah terlupakan

Dosen Pembimbing

Kepada Bapak Muhammad Munir M.Pd. selaku pembimbing proyek akhir. Terimakasih atas bimbingan, ilmu dan nasehat yang telah engkau berikan

SAKLAR OTOMATIS SISTEM KONTROL TERPADU MENGUNAKAN ARDUINO UNO

Oleh : Ilham Hamiddin
NIM : 14507134030

ABSTRAK

Saklar Otomatis Sistem Kontrol Terpadu Menggunakan Arduino UNO bertujuan untuk membuat dan mengetahui unjuk kerja dari sistem kontrol terpadu sebagai saklar otomatis menggunakan Arduino UNO

Pembuatan Saklar Otomatis Sistem Kontrol Terpadu Menggunakan Arduino UNO ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu identifikasi kebutuhan, analisis kebutuhan, blok diagram rangkaian, perancangan sistem, langkah pembuatan alat, diagram alur program, pengujian alat dan pengambilan data. Alat ini menggunakan mikrokontroler Arduino UNO, sensor ultrasonik yang berfungsi mendeteksi gerakan, modul relay yang berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan peralatan listrik, modul *bluetooth* yang berfungsi sebagai jembatan komunikasi dengan *user*, rangkaian *assembly* yang berfungsi sebagai penunjuk status relay, rangkaian gerbang logika yang berfungsi sebagai penunjuk status sistem dan mengalirkan tegangan cadangan dari baterai, rangkaian *charging* baterai, rangkaian tegangan DC, LED indikator relay dan sistem sebagai penunjuk kinerja alat.

Hasil pengujian Saklar Otomatis Sistem Kontrol Terpadu Menggunakan Arduino UNO ini mampu berfungsi dengan baik. Setelah dilakukan pengujian unjuk kerja keseluruhan rangkaian, LED indikator relay dan sistem yang digunakan sebagai penunjuk kinerja alat, *output* yang dihasilkan sudah sesuai dengan *input* yang diberikan, dengan *output* rangkaian LED indikator untuk relay berupa LED hijau, dan *output* rangkaian LED indikator untuk sistem berupa LED hijau dan LED merah. Sensor jarak ultrasonik HC-SR04 yang dipasang juga sudah mampu bekerja dengan baik, dapat menyalakan relay ketika ada gerakan pada jarak kurang lebih 50 cm.

Kata kunci : Arduino UNO, Saklar Otomatis, *Analog System*, Sensor Ultrasonik, Sistem Kontrol Terpadu

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan proyek akhir ini dengan judul "Saklar Otomatis Sistem Kontrol Terpadu Menggunakan Arduino UNO". Pembuatan proyek akhir ini sebagai syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya di Universitas Negeri Yogyakarta.

Penulis menyadari dalam penyusunan laporan proyek akhir ini tidak lepas dari bantuan dan kerjasama dengan pihak lain. Berkenaan dengan hal tersebut, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Orang tua, keluarga, dan orang-orang terdekat yang telah memberikan dukungan dan doa sehingga laporan proyek akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Muhammad Munir, M.Pd. selaku dosen pembimbing proyek akhir yang telah banyak memberikan semangat, dorongan, dan bimbingan selama penyusunan laporan proyek akhir ini.
3. Dr. Fatchul Arifin, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektronika dan Informatika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
4. Dra. Sri Waluyanti, M.Pd. selaku Ketua Program Studi Diploma III, Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
5. Drs. Djoko Santoso, M.Pd. selaku Dosen Penasihat Akademik
6. Dr. Ir. Drs. Widiarto, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

7. Teman-teman Teknik Elektronika UNY 2014, terkhusus Muhammad Nadhil Sidqi, dan Eri Agsis, yang telah memberikan bantuan yang sangat banyak sehingga proyek akhir dapat diselesaikan.
8. Semua pihak, secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat disebutkan di sini satu persatu atas bantuan dan perhatiannya selama penyusunan laporan proyek akhir ini.

Semoga segala bantuan yang telah diberikan semua pihak yang tertulis diatas mendapatkan balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari dalam penyusunan laporan ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Untuk itu penulis berharap para pembaca berkenan memberikan kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan laporan.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Yogyakarta, 13 Desember 2018
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
PROYEK AKHIR	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iv
MOTTO.....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan.....	4
F. Manfaat.....	4
G. Keaslian Gagasan	5
BAB II.....	8
PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH	8
A. Pengertian Sistem	8
B. Pengertian Sistem Kontrol	10
C. Pengertian Sistem Kontrol Terpadu	11
D. Saklar Otomatis	11
E Arduino UNO	12
F. Komponen Pendukung.....	17

1. Sensor Shield	17
2. <i>Charging Modul</i>	21
3. <i>DC Chopper Tipe Boost</i>	22
4. Transistor Sebagai Switch dan Gerbang Logika	25
5. Relay	29
6. <i>bluetooth</i>	29
7. Ultrasonik Sensor (HC-SR04)	35
BAB III	38
KONSEP RANCANGAN.....	38
A. Identifikasi Kebutuhan	38
B. Analisis Kebutuhan	38
C. Blok Diagram Rangkaian	41
D. Perancangan Sistem	43
E. Langkah Pembuatan	56
F. Perangkat Lunak	66
G. Spesifikasi Alat	71
H. Pengujian Alat	72
I. Tabel Uji Alat.....	72
J. Pengoperasian Alat.....	76
BAB IV	77
PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN	77
A. Pengujian.....	77
B. Pembahasan	85
BAB V	91
KESIMPULAN DAN SARAN	91
A. Kesimpulan.....	91
B. Keterbatasan Alat.....	92
C. Saran	93
DAFTAR PUSTAKA	94
LAMPIRAN.....	96

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Deskripsi Arduino UNO	13
Tabel 2. Konfigurasi Pin Digital Arduino UNO Sensor Shield	19
Tabel 3. Tabel Fungsi Pin Modul <i>bluetooth</i> HC-05	34
Tabel 4. Tabel Kebenaran Sistem <i>Power Supply</i> Untuk Kontrol LED.....	49
Tabel 5. Tabel Kebenaran Untuk LED Merah Sistem Menyala	51
Tabel 6. Tabel kebenaran Untuk LED Merah Baterai Menyala	51
Tabel 7. Tabel Pengukuran Tegangan Catu Daya Utama.....	72
Tabel 8. Tabel Pengukuran Tegangan Baterai di Modul DC <i>Booster</i>	72
Tabel 9. Tabel Pengukuran Titik Kerja Transistor	73
Tabel 10. Tabel Pengukuran Titik Kerja Transistor LED Menyala.....	73
Tabel 11. Tabel Pengujian Tegangan Relay	74
Tabel 12. Tabel Pengujian Sensor Ultrasonik	74
Tabel 13. Tabel Pengujian Respon Sensor Ultrasonik Terhadap Relay1	75
Tabel 14. Tabel Pengujian Jarak Jangkauan <i>bluetooth</i>	75
Tabel 15. Tabel Pengujian Status Sistem Kontrol 1	75
Tabel 16. Tabel Pengujian Status Sistem Kontrol 2	75
Tabel 17. Hasil Pengujian Tegangan <i>Power Supply</i>	77
Tabel 18. Hasil Pengujian Tegangan Baterai	78
Tabel 19. Hasil Pengujian Titik Kerja Transistor	79
Tabel 20. Hasil Pengujian Titik Kerja Transistor LED Menyala	79
Tabel 21. Hasil Pengujian Tegangan Relay	80
Tabel 22. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik.....	81
Tabel 23. Hasil Pengujian Respon Sensor Ultrasonik Terhadap Relay1	81
Tabel 24. Hasil Pengujian Jarak Jangkauan <i>bluetooth</i>	81
Tabel 25. Hasil Pengujian Status Sistem Kontrol 1.....	82
Tabel 26. Hasil Pengujian Status Sistem Kontrol 2.....	82

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Board Arduino UNO	13
Gambar 2. Arduino UNO Sensor Shield	18
Gambar 3. Arduino UNO Sensor Shield Diagram Fungsional	18
Gambar 4. <i>Charging Module</i> Dengan TP4056	22
Gambar 5. Contoh Rangkaian DC <i>Chopper</i> Tipe <i>Boost</i>	23
Gambar 6. Skema <i>Boost Converter</i> Beserta Keluarannya.....	24
Gambar 7. Modul <i>Step-Up Booster</i> DC to DC	25
Gambar 8. Simbol Tipe Transistor	26
Gambar 9. Contoh Gerbang Logika “AND” Untuk Transistor.....	27
Gambar 10. Contoh Gerbang Logika “OR” Untuk Transistor	27
Gambar 11. Contoh Gerbang Logika “NAND” Untuk Transistor.....	28
Gambar 12. Tabel Kebenaran Untuk Gerbang Logika.....	28
Gambar 13. Simbol dan Bentuk Fisik Relay	29
Gambar 14. Modul <i>bluetooth</i> HC-05.....	32
Gambar 15. Konfigurasi Pin Untuk Modul <i>bluetooth</i> HC-05	33
Gambar 16. Komunikasi Serial Modul <i>bluetooth</i> HC-05	34
Gambar 17. Modul Ultrasonik HC-SR04.....	36
Gambar 18. Diagram Kerja Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	36
Gambar 19. Blok Diagram Rangkaian	41
Gambar 20. Rangkaian Catu Daya	44
Gambar 21. Rangkaian Sumber Tegangan 5V dari Baterai	45
Gambar 22. Rangkaian Modul Sensor Ultrasonik	46
Gambar 23. Rangkaian Modul <i>bluetooth</i> HC-05	47
Gambar 24. Rangkaian Arduino UNO dan Sensor Shield	48
Gambar 25. Rangkaian LED Indikator dengan <i>Logic Gate</i> Transistor	50
Gambar 26. Realisasi Gerbang Logika Untuk Tabel 5.....	51
Gambar 27. Realisasi Gerbang Logika Untuk Tabel 6.....	52

Gambar 28. Rangkaian Gerbang Logika Untuk Gambar 26.....	52
Gambar 29. Rangkaian Gerbang Logika Untuk Gambar 27.....	52
Gambar 30. Rangkaian Switch Tegangan dengan Relay	53
Gambar 31. Rangkaian Switch dengan Transistor.....	54
Gambar 32. Rangkaian <i>Assembly</i>	55
Gambar 33. Desain Dalam Panel <i>Box</i>	57
Gambar 34. Desain Luar Panel <i>Box</i>	58
Gambar 35. <i>Layout Power Supply</i> Tampak Atas	61
Gambar 36. <i>Layout Power Supply</i> Tampak Bawah.....	61
Gambar 37. <i>Layout Rangkaian Assembly</i> Tampak Atas	61
Gambar 38. <i>Layout Rangkaian Assembly</i> Tampak Bawah.....	62
Gambar 39. <i>Layout Rangkaian Gerbang Logika</i> Tampak Atas	62
Gambar 40. <i>Layout Rangkaian Gerbang Logika</i> Tampak Bawah.....	63
Gambar 41. Tampilan <i>Software</i> Arduino UNO.....	67
Gambar 42. <i>Flowchart</i> Sistem.....	69
Gambar 43. <i>Flowchart</i> Program	70

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Desain <i>Box</i> Panel	97
Lampiran 2. Rangkaian <i>Power Supply</i>	98
Lampiran 3. Rangkaian <i>Power Supply</i>	99
Lampiran 4. Rangkaian <i>Assembly</i>	100
Lampiran 5. Rangkaian <i>Assembly</i>	101
Lampiran 6. Rangkaian LED Indikator	102
Lampiran 7. Rangkaian LED Indikator	103
Lampiran 8. Rangkaian LED Indikator	104
Lampiran 8. Daftar Komponen dan Harga	105
Lampiran 10. <i>Source Code</i>	107
Lampiran 11. Datasheet Arduino UNO	113
Lampiran 12. Datasheet Sensor Shield	117
Lampiran 13. Datasheet Modul <i>bluetooth</i> HC-05	121
Lampiran 14. Datasheet Modul Relay	124
Lampiran 15. Datasheet Sensor Ultrasonik HC-SR04	130
Lampiran 16. Datasheet Transistor 2N3904	136

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pada bangunan-bangunan komersial, tagihan listrik yang diperuntukkan khusus untuk lampu, dapat mencapai 40% dari total tagihan listrik yang dibayar setiap bulannya. Akan tetapi orang seringkali mengabaikan pemakaian lampu, karena daya yang dibutuhkannya tidak terlalu besar. Padahal jika pemborosan itu terus dibiarkan, akumulasi energi listrik yang dipakai akan terus membengkak (Currentbyge, 2017).

Begitu juga pemborosan energi listrik pada penggunaan AC (*Air Conditioner*) di bangunan publik dan perkantoran, yang seringkali masih dihidupkan meski tidak diperlukan lagi. Padahal, porsi konsumsi listrik AC relatif besar (Bappenas, 2015).

Pada lingkup perumahan, pemborosan dapat terjadi secara tidak sadar disebabkan oleh kebiasaan dalam menggunakan peralatan listrik. Meninggalkan peralatan listrik yang tidak terpakai, selalu terhubung dengan stop kontak, merupakan salah satu penyebab borosnya pemakaian listrik, seperti penggunaan PC komputer, printer, TV box, pemanas air, dan microwave, yang dapat memakan energi listrik walaupun dalam keadaan *stand-by* (Desjardins, 2016).

Mematikan dan menyalakan peralatan listrik selama ini masih dilakukan secara manual dengan masih menggunakan saklar atau stop kontak yang selalu terhubung dengan sumber listrik. Sehingga penggunaannya tidak dapat

dimonitoring secara langsung dan dikendalikan secara otomatis, karena terkadang, ada peralatan listrik yang sudah tidak dipakai, tidak dicabut dari stop kontak karena lupa, atau peralatan listrik yang memang selalu terhubung pada sumber listrik, tidak dimatikan saklarnya ketika tidak digunakan lagi. Semua hal ini berujung pada pemborosan energi listrik, yang dapat terjadi secara tidak sadar. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem kontrol terpadu yang dapat membantu dalam memonitoring peralatan listrik secara langsung dan mengendalikannya agar pemborosan listrik dapat diminimalisir, dengan konsep kerja layaknya saklar otomatis, dimana peralatan listrik dapat dimonitoring dan dikendalikan sesuai dengan kebutuhan dan kondisi yang diatur.

Paparan permasalahan yang telah dikulik, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dapat dimanfaatkan untuk melakukan otomasi saklar dengan sistem kontrol yang terpadu menggunakan Arduino UNO. Alat ini dirancang untuk memonitoring dan mengendalikan peralatan listrik secara otomatis, berdasarkan kebutuhan dan kondisi yang diatur. Menggunakan modul relay yang dapat menghidupkan dan mematikan peralatan listrik secara otomatis, dengan menggunakan sensor ultrasonik, dan bluetooth. Otomatis menghidupkan dan mematikan peralatan listrik jika sensor mendeteksi benda dalam jarak jangkanya. Selain itu dibutuhkan Arduino UNO yang digunakan sebagai pengendali komponen-komponen diatas, serta software Arduino IDE untuk memprogram Arduino. Dalam hal ini diharapkan dapat memudahkan dalam memonitoring dan mengendalikan peralatan listrik agar tidak terjadi pemborosan dalam penggunaannya.

B. Identifikasi Masalah

Dari uraian latar belakang, maka dapat dibuat suatu identifikasi masalah sebagai berikut :

1. Pemborosan energi listrik yang sering terjadi pada peralatan listrik yang dipakai sehari-hari.
2. Penggunaan energi listrik yang tidak dapat dimonitoring
3. Belum adanya saklar otomatis dalam bentuk sistem kontrol terpadu.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, permasalahan dibatasi pada poin 4 dan 5, yaitu penggunaan energi listrik yang tidak dapat dimonitoring dan dikendalikan dengan saklar dan stop kontak, dan belum adanya saklar otomatis dalam bentuk sistem kontrol terpadu yang digunakan untuk mengontrol peralatan listrik berbasis Arduino UNO. Alat ini dirancang dengan menggunakan :

1. modul mikrokontroler Arduino UNO sebagai pengendali rangkaian
2. modul *bluetooth* HC-05 sebagai *interface* sistem dengan user
3. modul relay 4 *channel* untuk menghidupkan dan mematikan saklar
4. sensor ultrasonik HC-SR 04 sebagai pendeteksi gerak
5. rangkaian LED indikator untuk mengetahui status sistem
6. rangkaian *assembly* untuk pemasangan sensor dan relay
7. rangkaian *switch* tegangan sebagai sumber tegangan cadangan.

Alat ini didesain sebagai saklar otomatis yang dapat dikontrol dengan *bluetooth*, dan sensor ultrasonik, serta pengontrolan yang terpadu dalam satu sistem.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan berbagai hal yang telah dikemukakan, maka rumusan masalah yang akan dikaji dalam pembuatan proyek akhir ini adalah :

1. Bagaimana merealisasikan *hardware* Saklar Otomatis Sistem Kontrol Terpadu Menggunakan Arduino UNO ?
2. Bagaimana merealisasikan *software* Saklar Otomatis Sistem Kontrol Terpadu Menggunakan Arduino UNO ?
3. Bagaimana unjuk kerja Saklar Otomatis Sistem Kontrol Terpadu Menggunakan Arduino UNO?

E. Tujuan

Adapun tujuan dari pembuatan Saklar Otomatis Sistem Kontrol Terpadu Menggunakan Arduino UNO ini yaitu :

1. Merealisasikan *hardware* Saklar Otomatis Sistem Kontrol Terpadu Menggunakan Arduino UNO.
2. Merealisasikan *software* Saklar Otomatis Sistem Kontrol Terpadu Menggunakan Arduino UNO.
3. Mengetahui unjuk kerja Saklar Otomatis Sistem Kontrol Terpadu Menggunakan Arduino UNO.

F. Manfaat

Pembuatan proyek akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa, lembaga pendidikan dan masyarakat yaitu sebagai berikut :

1. Bagi Mahasiswa

- a. Sebagai sarana implementasi pengetahuan yang didapatkan saat menempuh di bangku perkuliahan.
- b. Memberikan bekal pengalaman untuk mengaplikasikan ilmu pengetahuan yang didapat selama menempuh pendidikan di bangku perkuliahan ke dalam suatu kerja nyata.
- c. Sebagai bentuk kontribusi terhadap universitas baik dalam citra maupun daya tawar terhadap masyarakat luas.

2. Bagi Jurusan Teknik Elektronika

- a. Sebagai tolak ukur daya serap mahasiswa yang bersangkutan selama menempuh pendidikan dan kemampuan ilmunya secara praktis.
- b. Terciptanya alat yang inovatif dan bermanfaat sebagai sarana pembelajaran yang baru.
- c. Sebagai wujud partisipasi dalam pengembangan dibidang ilmu dan teknologi.

3. Bagi Dunia Usaha dan Industri

- a. Terciptanya alat sebagai sarana peningkatan teknologi dalam dunia usaha dan industri.
- b. Sebagai bentuk kontribusi terhadap masyarakat dalam mewujudkan pengembangan teknologi.
- c. Sebagai acuan terciptanya ide-ide inovatif dan baru bagi dunia usaha dan industri.

G. Keaslian Gagasan

Pembuatan proyek akhir dengan judul "Saklar Otomatis Sistem Kontrol Terpadu Menggunakan Arduino UNO" ini pengembangan dari ide-ide yang

terdapat dalam jurnal-jurnal yang telah dipublikasikan, dengan gagasan pribadi yang terinspirasi dari panel box yang digunakan untuk mengontrol kelistrikan sebuah rumah, sehingga alat ini ingin didisain dan diterapkan dalam bentuk panel box yang dapat diaplikasikan dalam perancangan sebuah instalasi perlistrikan di rumah. Meskipun terdapat kesamaan dengan proyek-proyek yang sudah ada, namun penulis meyakini bahwa terdapat perbedaan baik secara teknik maupun konsep perancangan.

Beberapa karya dan penelitian relevan yang dijadikan acuan untuk proyek akhir ini, yaitu :

1. Sistem Kontrol Lampu Menggunakan Metode Manual dan Otomatis Berbasis Handphone (David Setiawan, Universitas Lancang Kuning, 2017). Pada karya ini dijelaskan bagaimana perancangan sistem kontrol lampu berbasis handphone yang dapat menghidupkan dan mematikan lampu secara manual dan otomatis dengan input dari aplikasi dan sensor LDR
2. Rancang Bangun Saklar Otomatis dan *Monitoring* Suhu Rumah Menggunakan VB. Net dan Arduino (Trisna Dewi dan Indra Lesmana, Politeknik Sukabumi, 2016). Pada karya ini dijelaskan bagaimana rancang bangun saklar otomatis yang dapat menghidupkan lampu dengan sensor LDR dan mengontrol suhu yang dapat diatur dengan aplikasi yang telah dibuat dengan VB. Net
3. Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Lampu Otomatis Menggunakan Arduino Dengan Metode Fuzzy Logic Bebasis Android (Rahmat Ramdhoni, Sugeng Suproyandi, dan Nunu Nugara, Universitas Kuningan, 2018). Pada karya ini dijelaskan bagaimana rancang bangun sistem

kontrol dan monitoring lampu otomatis berbasis *fuzzy logic* dengan menggunakan sensor LDR yang diterapkan pada koridor gedung perkuliahan, dengan *interface* sistem berupa wifi.

Berikut adalah beberapa perbedaan secara teknik pada proyek akhir ini :

1. Menggunakan modul relay 4 channel, komponen ini berfungsi untuk meneruskan arus ke setiap peralatan listrik yang dipasang.
2. Menggunakan sumber tegangan cadangan yaitu baterai lithium 18650, dengan spesifikasi tegangan 3,7V, dan kapasitas baterai 3000mAH yang dapat menyediakan tegangan bagi sistem jika sumber tegangan utama mati.
3. Menggunakan modul sensor ultrasonik, yang berfungsi sebagai pendeteksi benda, dan dapat menghidupkan peralatan listrik secara otomatis apabila terdeteksi sebuah benda dalam jarak jangkauan nya.
4. Rangkaian LED indikator, yang berfungsi untuk menunjukkan status sistem kontrol pada *box* panel, bersifat analog, dan memanfaatkan gerbang logika menggunakan transistor didalamnya.
5. Rangkaian *assembly*, yang berfungsi untuk menghubungkan sensor dan relay, untuk selanjutnya dihubungkan kembali di Arduino UNO.
6. Rangkaian *switch* tegangan, sebagai rangkaian *emergency back-up power supply*, dimana jika listrik mati, sistem masih tetap hidup dengan memakai tegangan baterai yang terpasang.
7. Mempunyai input sensor digital 2 buah, dan sensor analog 5 buah
8. Mempunyai output peralatan listrik hingga 8 buah.
9. Sumber tegangan yang menggunakan 12V, dan 5V.

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

A. Pengertian Sistem

Sistem berasal dari bahasa Latin (*systema*) dan bahasa Yunani (*systema*) adalah suatu kesatuan yang terdiri komponen atau elemen yang dihubungkan bersama untuk memudahkan aliran informasi, materi atau energi. Istilah ini sering dipergunakan untuk menggambarkan suatu set entitas yang berinteraksi, di mana suatu model matematika sering kali bisa dibuat (Fredri 2017).

Dalam sumber lain juga disebutkan, kata “sistem” banyak sekali digunakan dalam percakapan sehari-hari, dalam forum diskusi maupun dokumen ilmiah. Kata ini digunakan untuk banyak hal, dan pada banyak bidang pula, sehingga maknanya menjadi beragam. Dalam pengertian yang paling umum, sebuah sistem adalah sekumpulan benda yang memiliki hubungan di antara mereka.

Ada beberapa elemen yang membentuk sebuah sistem, yaitu : tujuan, masukan, proses, keluaran, batas, mekanisme pengendalian dan umpan balik serta lingkungan. Berikut penjelasan mengenai elemen-elemen yang membentuk sebuah sistem :

1. Tujuan

Setiap sistem memiliki tujuan (*Goal*), entah hanya satu atau mungkin banyak. Tujuan inilah yang menjadi pemotivasi yang mengarahkan sistem. Tanpa tujuan, sistem menjadi tak terarah dan tak terkendali. Tentu saja, tujuan antara satu sistem dengan sistem yang lain berbeda.

2. Masukan

Masukan (input) sistem adalah segala sesuatu yang masuk ke dalam sistem dan selanjutnya menjadi bahan yang diproses. Masukan dapat berupa hal-hal yang berwujud (tampak secara fisik) maupun yang tidak tampak. Contoh masukan yang berwujud adalah bahan mentah, sedangkan contoh yang tidak berwujud adalah informasi atau data.

3. Proses

Proses merupakan bagian yang melakukan perubahan atau transformasi dari masukan menjadi keluaran yang berguna dan lebih bernilai, misalnya berupa informasi dan produk, tetapi juga bisa berupa hal-hal yang tidak berguna, misalnya saja sisa pembuangan atau limbah. Pada pabrik kimia, proses dapat berupa bahan mentah. Pada rumah sakit, proses dapat berupa aktivitas pembedahan pasien.

4. Keluaran

Keluaran (output) merupakan hasil dari pemrosesan. Pada sistem elektronika, keluaran bisa berupa suatu informasi atau data, gerakan, aliran listrik, dan sebagainya.

5. Batas

Yang disebut batas (boundary) sistem adalah pemisah antara sistem dan daerah di luar sistem (lingkungan). Batas sistem menentukan konfigurasi, ruang lingkup, atau kemampuan sistem.

6. Mekanisme

Mekanisme pengendalian (control mechanism) diwujudkan dengan menggunakan umpan balik (feedback), yang mencuplik keluaran. Umpan balik ini

digunakan untuk mengendalikan baik masukan maupun proses. Tujuannya adalah untuk mengatur agar sistem berjalan sesuai dengan tujuan.

7. Lingkungan

Lingkungan adalah segala sesuatu yang berada diluar sistem. Lingkungan bisa berpengaruh terhadap operasi sistem dalam arti bisa merugikan atau menguntungkan sistem itu sendiri. Lingkungan yang merugikan tentu saja harus ditahan dan dikendalikan supaya tidak mengganggu kelangsungan operasi sistem, sedangkan yang menguntungkan tetap harus terus dijaga, karena akan memacu terhadap kelangsungan hidup sistem.

Sistem juga dapat dibedakan menurut kategorinya seperti, atas dasar kebutuhan dan atas dasar komponen. Atas dasar kebutuhan sistem dikategorikan menjadi dua, yaitu sistem terbuka, yang mana pihak atau variabel luar dapat mempengaruhi sistem, dan sistem tertutup, yang mana hanya variabel dalam sistem yang berpengaruh terhadap sistem itu sendiri, sedangkan atas dasar komponen, sistem dikategorikan menjadi dua, yaitu sistem fisik, yang melibatkan komponen fisik, materi, dan energi, dan yang kedua yaitu sistem non-fisik atau konsep, yang berisikan ide-ide.

B. Pengertian Sistem Kontrol

Dalam buku "*Control Systems Engineering*", sistem kontrol adalah sistem yang terdiri dari *subsystems* dan proses pemasangan dengan tujuan untuk mengontrol output dari sebuah proses (S. Nise Norman, 2015: 2-3).

Sebagai contoh, sebuah tungku menghasilkan panas, yang merupakan hasil dari bahan bakar yang diberikan. Dalam proses ini, bahan bakar yang diberi

merupakan sebuah *input*, dan panas yang harus dikontrol adalah *output*nya. Sedangkan proses dalam alat ini, *input* yang diberikan merupakan sensor, dan relay merupakan *output* yang harus dikontrol dengan sistem.

Sistem kontrol dibuat untuk memenuhi 4 alasan utama, yaitu untuk *power amplification* atau penguatan daya, *remote control* atau kontrol yang dapat dikendalikan, *convenience of input form* atau kesesuaian terhadap bentuk-bentuk input yang ada, dan *compensation of disturbances* atau penggantian akan gangguan-gangguan yang ada.

C. Pengertian Sistem Kontrol Terpadu

Pengertian terpadu sendiri, menurut kamus KBBI, adalah “sudah dipadu (disatukan, dilebur menjadi satu, dan sebagainya)”. Kata terpadu memiliki arti yang sama dengan kata integrasi, dan terpusat, yang keduanya sering digunakan untuk mendefinisikan kondisi yang bersatu.

Sistem kontrol terpadu dapat diartikan kumpulan sistem yang disatukan, yang mana sistem tersebut terdiri dari *subsystems* dan proses pemasangan yang bertujuan untuk mengolah, dan mengeluarkan output tertentu, dari hasil input yang diberikan.

D. Saklar Otomatis

Penggunaan Saklar otomatis merupakan salah satu cara yang digunakan untuk mengendalikan beban listrik. Ide ini muncul dalam upaya menghindari pemborosan energi listrik, yang sering terjadi ketika beban listrik sering dibiarkan begitu saja dalam keadaan tidak terpakai, salah satu contohnya adalah lampu.

Salah satu pengaplikasian dalam pengendalian beban listrik dengan saklar otomatis ialah dengan memberikan sensor pada beban yang ingin diatur penggunaannya, sebagai contoh yaitu pompa air. Pompa air ini dapat dilengkapi dengan sensor ultrasonik, yang dapat mengukur ketinggian air, sehingga apabila sensor mendeteksi air pada jarak tertentu, maka secara otomatis akan memutus aliran listrik ke lampu, sehingga berhenti bekerja.

Jika dipandang dari segi ekonomis, dengan memasang saklar otomatis, maka pemborosan energi listrik dapat dihindari, dan penggunaannya pun menjadi terkontrol.

E. Arduino UNO

Arduino UNO adalah board berbasis mikrokontroler pada ATmega328. *Board* ini memiliki 14 digital input / output pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *output PWM*), 6 input *analog*, 16 MHz *osilator* kristal, koneksi USB, jack listrik tombol reset. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya.

Board arduino memiliki fitur-fitur sebagai berikut :

- 1,0 pinout: tambah SDA dan SCL pin yang dekat ke pin aref dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat ke pin RESET, dengan IO REF yang memungkinkan sebagai *buffer* untuk beradaptasi dengan tegangan yang disediakan dari board sistem. Pengembangannya, sistem akan lebih kompatibel dengan *Prosesor* yang menggunakan AVR, yang beroperasi

dengan 5V dan dengan Arduino Karena yang beroperasi dengan 3.3V. Yang kedua adalah pin tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan



pengembangannyaCircuit reset

Gambar 1. Board Arduino UNO
(sumber : <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>. 27 Januari 2018).

Deskripsi Arduino UNO:

Tabel 1. Deskripsi Arduino UNO

<i>Mikrokontroller</i>	Atmega328
<i>Operasi Voltage</i>	5V
<i>Input Voltage</i>	7-12 V (Rekomendasi)
<i>Input Voltage</i>	6-20 V (limits)
<i>I/O</i>	14 pin (6 pin untuk PWM)
<i>Arus</i>	50 mA
<i>Flash Memory</i>	32KB
<i>Bootloader</i>	SRAM 2 KB
<i>EEPROM</i>	1 KB
<i>Kecepatan</i>	16 Mhz

(sumber : <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>. 27 Januari 2018).

1. Catu Daya

Arduino UNO dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber listrik dipilih secara otomatis. Eksternal (non-USB) daya dapat datang baik dari AC-DC adaptor atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan cara menghubungkannya *plug* pusat-positif 2.1mm ke dalam board colokan listrik. Lead dari baterai dapat dimasukkan ke dalam *header* pin Gnd dan Vin dari konektor *Power*.

Board dapat beroperasi pada pasokan daya dari 6 - 20 volt. Jika diberikan dengan kurang dari 7V, bagaimanapun, pin 5V dapat menyuplai kurang dari 5 volt dan *board* mungkin tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12V, regulator tegangan bisa panas dan merusak *board*. Rentang yang dianjurkan adalah 7 - 12 volt.

Pin catu daya adalah sebagai berikut:

- VIN. Tegangan input ke *board* Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai lawan dari 5 volt dari koneksi USB atau sumber daya lainnya diatur). Anda dapat menyediakan tegangan melalui pin ini, atau, jika memasok tegangan melalui colokan listrik, mengaksesnya melalui pin ini.
- 5V. Catu daya diatur digunakan untuk daya mikrokontroler dan komponen lainnya di *board*. Hal ini dapat terjadi baik dari VIN melalui regulator on-board, atau diberikan oleh USB .
- 3,3 volt pasokan yang dihasilkan oleh regulator on-board. Menarik arus maksimum adalah 50 mA.

- GND

2. Memori

ATmega328 ini memiliki 32 KB dengan 0,5 KB digunakan untuk *loading file*, sedangkan besar SRAM yaitu 2 KB, dan 1 KB untuk EEPROM

3. Input dan Output

Masing-masing dari 14 pin digital pada UNO dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Mereka beroperasi di 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki resistor pull-up internal dari 20-50 K. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

- Serial: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) data TTL serial. Pin ini terhubung ke pin yang sesuai dari chip ATmega8U2 USB-to-Serial TTL.
- Eksternal Interupsi: 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interupsi pada nilai yang rendah, tepi naik atau jatuh, atau perubahan nilai. Lihat `attachInterrupt ()` fungsi untuk rincian.
- PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan 8-bit output PWM dengan `analogWrite ()` fungsi.
- SPI: 10 (SS), 11 (mosi), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan perpustakaan SPI.
- LED: 13. Ada built-in LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin adalah nilai TINGGI, LED menyala, ketika pin adalah RENDAH, itu off.

Arduino UNO memiliki 6 input analog, diberi label A0 melalui A5, masing-masing menyediakan 10 bit resolusi yaitu 1024 nilai yang berbeda. Secara default sistem mengukur dari tanah sampai 5 volt.

4. Komunikasi

Arduino UNO memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lain. ATmega328 ini menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega16U2 pada saluran *board* ini komunikasi serial melalui USB dan muncul sebagai com port virtual untuk perangkat lunak pada komputer. *Firmware* Arduino menggunakan USB *driver* standar COM, dan tidak ada *driver* eksternal yang dibutuhkan. Namun, pada Windows, file. Inf diperlukan. Perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data sederhana yang akan dikirim ke *board* Arduino. RX dan TX LED di *board* akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dan koneksi USB ke komputer. ATmega328 ini juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Fungsi ini digunakan untuk melakukan komunikasi interface pada sistem.

5. Programming

Arduino UNO dapat diprogram dengan perangkat lunak Arduino. Pilih Arduino UNO dari *Tool* lalu sesuaikan dengan mikrokontroler yang digunakan.

Para ATmega328 pada Arduino UNO memiliki bootloader yang memungkinkan untuk meng-upload program baru untuk itu tanpa menggunakan programmer *hardware* eksternal. Ini berkomunikasi

menggunakan protokol dari bahasa C. Sistem dapat menggunakan perangkat lunak FLIP Atmel (Windows) atau programmer DFU (Mac OS X dan Linux) untuk memuat *firmware* baru. Atau Anda dapat menggunakan header ISP dengan programmer eksternal.

6. Tombol Reset

Tombol reset Arduino UNO dirancang untuk menjalankan program yang tersimpan didalam mikrokontroller dari awal. Tombol reset terhubung ke Atmega328 melalui kapasitor 100nf. Setelah tombol reset ditekan cukup lama untuk me-reset chip, *software IDE* Arduino dapat juga berfungsi untuk meng-*upload* program dengan hanya menekan tombol *upload* di *software IDE* Arduino.

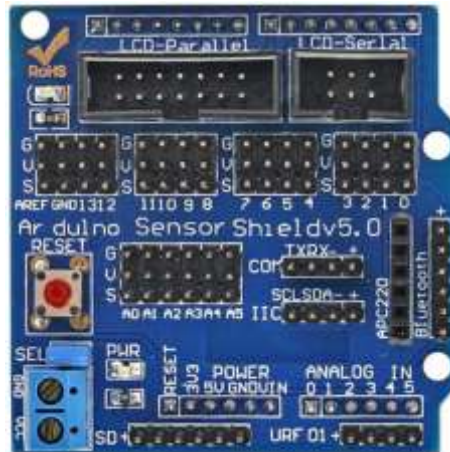
Pada alat ini Arduno UNO berfungsi sebagai kontrol utama sistem.

F. Komponen pendukung

1. Sensor Shield

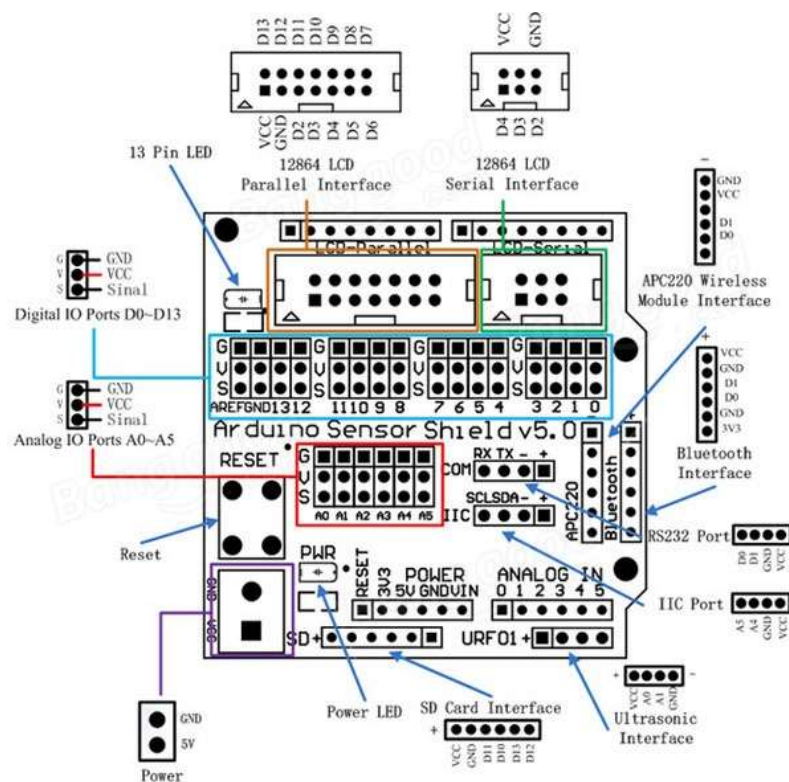
Sensor shield merupakan salah satu modul yang dibuat untuk *compatible* dengan Arduino UNO. Modul ini berguna untuk memudahkan *user* dalam menghubungkan pin-pin yang ada pada arduino, selain itu pada sensor shield sendiri, memiliki banyak pin penhubung, dan *interface* yang bisa langsung terhubung pada arduino. Sebagai contoh, jika hanya menggunakan arduino, penggunaan pin power untuk setiap sensor yang dipasang akan cepat habis, apalagi dengan sensor yagn banyak, arus yang disediakan pun akan semakin berkurang seiring semakin banyaknya beban yang terhubung, dengan sensor

shield ini, pin yang diberikan setiap satu *digital pin* Arduino, meliputi pin +5V (Vcc) dan 0V (Gnd) (Cotswolarduino 2015).



Gambar 2. Arduino UNO Sensor Shield

(sumber : <https://www.sainsmart.com/products/sensor-shield-v5-bluetooth-analog-input>. 27 Januari 2018).



Gambar 3. Arduino UNO Sensor Shield Diagram Fungsional

(sumber : <https://www.banggood.com/UNO-R3-Sensor-Shield-V5-Expansion-Board-For-Arduino-p-954753.html>. 27 Januari 2018).

Pada gambar 3, pada bagian “Digital IO Ports D0-D13”, merupakan pin pengganti digital pin D0-D13 pada Arduino UNO, sedangkan susunan pin nya, dari atas ke bawah ialah sebagai berikut :

- Pin atas (G) = Gnd (0V)
- Pin tengah (V) = Vcc (+5V)
- Pin bawah (S) = Signal (Digital Pin Arduino)

Berikut adalah tabel pin dari “Digital IO Ports D0-D13” diatas :

Tabel 2. Konfigurasi Pin Digital Arduino UNO Sensor Shield

G			Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	
V			Vcc	Vcc	Vcc	Vcc	Vcc	Vcc	Vcc	Vcc	Vcc	Vcc	Vcc	Vcc	Vcc	
S	Aref	Gnd	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Konfigurasi pin digital pada tabel 2, berlaku juga untuk konfigurasi pin analog pada sensor shield ini.

1. Koneksi dengan Sensor dan Komponen Output

Ketika menghubungkan sensor dan komponen output dengan sensor shield ini, pertama-tama harus memastikan pin-pin yang akan dihubungkan, seperti :

- Pin G dalam sensor shield dihubungkan dengan pin GND atau 0V pada sensor
- Pin V dalam sensor shield dihubungkan dengan pin VCC atau +5V pada sensor
- Pin S dalam sensor shield dihubungkan dengan pin –OUT atau IN, yang merupakan pin data pada sensor

Beberapa sensor dan komponen output mempunyai 2 pin data (atau lebih) begitu juga dengan 0V dan +5V. Dalam kondisi seperti ini, hubungkan 1 pin data pada satu kolom baris pin, dan 1 pin data lainnya hubungkan dengan satu kolom baris pin lainnya.

Sebagai contoh sensor adalah *photo-resistor* sensor (4 kabel output), dengan 2 kabel digunakan untuk daya, dan 2 kabel lainnya bertanda “A0” dan “D0”. Dua jenis sinyal yang sama dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Sinyal “D0” adalah representasi dari sinyal digital dari level cahaya yang diterima sensor, dengan output yang dapat dikeluarkan hanya mempunyai 2 logika, yaitu logika tinggi (+5V) dan logika rendah (0V). pengaturan level cahaya yang diterima untuk menentukan 2 logika diatas ditentukan oleh variabel resistor yang terhubung dengan modul sensor tersebut. Sinyal “D0” ini dapat dihubungkan dengan pin “Digital Input” pada sensor shield atau Arduino UNO, dengan pembacaan sensor dengan perintah “digitalRead”. Sinyal 0 berarti terang sedangkan 1 berarti gelap.
- Sinyal “A0” adalah representasi dari sinyal analog, dengan output rentang tegangan dari 0V yang mana dalam kondisi level cahaya tinggi, hingga 5V yang mana dalam kondisi level gelap total. Sinyal “A0” ini dapat dihubungkan dengan pin “Analog Input” pada sensor shield atau Arduino UNO, dengan pembacaan sensor dengan perintah “analogRead”. Sinyal “A0” akan terbaca sebagai nilai dengan rentang dari 0 untuk level cahaya maksimum hingga 1024 untuk level gelap total

Berikut contoh *coding* dalam pemakaian “A0” dan “D0” dengan menggunakan Arduino IDE *software programmer*.

```
int value = 0;
boolean level = 0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Starting");
}

void loop()
{
  value = analogRead(A3);
  Serial.println("Analog value =");
  Serial.println(value);
  Serial.println("    Digital level =");
  level = digitalRead(3);
  Serial.println(level);
}
```

2. Koneksi dengan *Servo*

Servo memiliki 3 soket output yang dapat langsung dihubungkan dengan sensor shield dengan hubungan pin :

Pin G sensor shield dihubungkan dengan kabel coklat atau hitam *servo*

Pin V sensor shield dihubungkan dengan kabel merah yang ditengah

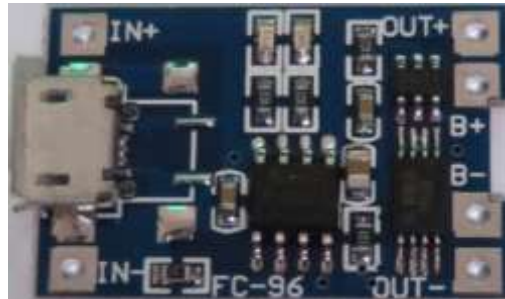
Pin S sensor shield dihubungkan dengan kabel orange

2. *Charging* Modul

Modul *charging* ini cocok digunakan untuk 1 buah baterai dengan keluaran 3.7 V, dan 1 Ah (*Ampere per Hour*) atau lebih tinggi, seperti baterai tipe 16550 yang tidak mempunyai sirkuit proteksi didalamnya.

Berdasarkan *charging* IC TP4056 dan, DW01 *battery protection*, modul ini dapat menyediakan arus 1 Ampere, dan juga proteksi tegangan baterai, yang jika tegangan baterai turun dibawah 2.4 V, IC *battery protection* akan langsung

memindahkan beban dari baterai, agar mencegah baterai mempunyai tegangan yang terlalu rendah, dan juga ada proteksi *over voltage* baterai (Hotmcu 2018).



Gambar 4. *Charging Module* Dengan TP4056
(sumber : <http://www.hotmcu.com/tp4056-micro-usb-5v-1a-lithium-battery-charger-with-protection-p-176.html>. 27 Januari 2018).

Berikut Spesifikasi *Charging Module* dengan TP4056 :

- Tegangan input = 5V dengan micro USB atau pin solder
- Tegangan full *charge* = 4.2 V
- Arus *charge* = 1 A, bisa diubah dengan mengganti resistor pada pin Rprog IC TP4056, atau tepatnya berada disamping pin solder “IN-“

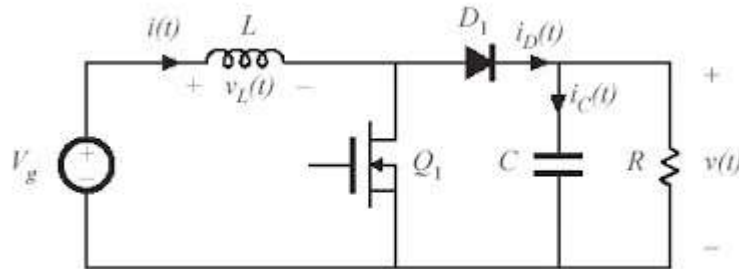
Pada alat ini, *charging module* digunakan untuk menyuplai tegangan ketika listrik utama mati. Sehingga arduino masih tetap berjalan, walaupun dengan listrik utama yang mati.

3. DC Chopper Tipe Boost

DC *Chopper* tipe *boost* merupakan salah satu jenis dari DC *Chopper*. Rangkaian elektronika daya ini dapat mengubah tegangan DC pada nilai tertentu menjadi tegangan DC yang lebih tinggi. Untuk mendapatkan tegangan yang lebih tinggi daripada masukannya, DC *Chopper* Tipe *Boost* menggunakan komponen switching untuk mengatur *duty cycle*-nya. Komponen switching tersebut dapat

berupa thyristor, MOSFET (*Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*), IGBT, dll.

Berikut adalah rangkaian DC Chopper Tipe Boost (*Boost Converter*).



Gambar 5. Contoh Rangkaian DC Chopper Tipe Boost.

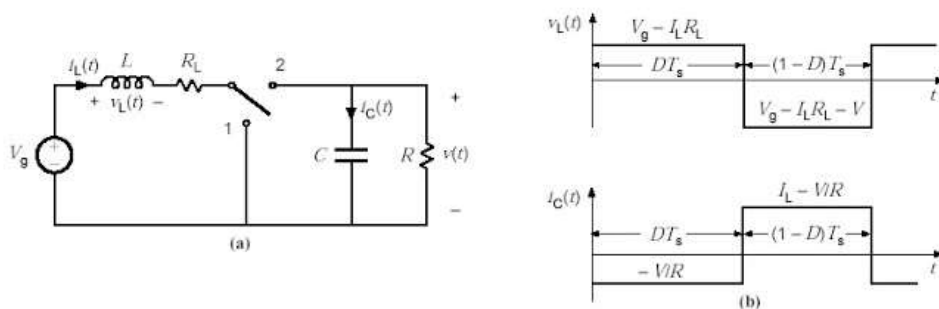
(sumber : Perdana. 2012)

Seperti halnya DC Chopper Tipe Buck, komponen-komponen yang menyusun DC Chopper Tipe Boost (*Boost Converter*) adalah sumber masukan DC, MOSFET, Dioda Freewheeling, Induktor, Kapasitor, Rangkaian Kontrol (*Drive Circuit*), serta Beban (R). MOSFET digunakan untuk mencacah arus sesuai dengan duty cycle sehingga keluaran DC Chopper dapat sesuai dengan yang diinginkan. Rangkaian Kontrol digunakan untuk mengendalikan MOSFET, sehingga MOSFET mengetahui kapan dia harus membuka dan kapan harus menutup aliran arus. Induktor digunakan untuk menyimpan energi dalam bentuk arus. Energi tersebut disimpan dalam induktor ketika MOSFET on dan dilepas ketika MOSFET off. Dioda Freewheeling digunakan untuk mengalirkan arus yang dihasilkan induktor ketika MOSFET off dengan bisa maju.

a. Prinsip Kerja DC Chopper Tipe Boost (*Boost Converter*)

MOSFET yang digunakan pada rangkaian DC Chopper Tipe Boost adalah bertindak sebagai saklar yang dapat membuka atau menutup rangkaian sehingga

arus dapat dikendalikan sesuai dengan duty cycle yang diinginkan. Berikut adalah skema secara umum dari DC *Chopper* Tipe *Boost*.



Gambar 6. Skema *Boost Converter* Beserta Keluarannya
(sumber : Perdana. 2012)

Kinerja dari DC *Chopper* tipe *Boost* dapat dibagi menjadi 2 kerja utama, yaitu:

- 1) Ketika MOSFET on (tertutup) dan dioda off, arus mengalir searah jarum jam dari sumber menuju ke induktor (terjadi pengisian arus pada induktor). Polaritas induktor pada sisi kiri lebih positif dibandingkan sisi kanannya.
- 2) Ketika MOSFET off (terbuka) dan dioda on, arus yang disimpan di induktor akan berkurang karena impedansi yang lebih tinggi. Berkurangnya arus pada induktor menyebabkan induktor tersebut melawannya dengan membalik polaritasnya (lebih negatif pada sisi kiri). Sehingga, arus yang mengalir pada dioda dan pada beban adalah penjumlahan antara arus pada sumber dan arus pada induktor (seri). Disaat yang bersamaan kapasitor juga akan melakukan penyimpanan energi dalam bentuk tegangan. Itulah sebabnya DC *Chopper* Tipe *Boost* memiliki keluaran yang lebih tinggi dibandingkan dengan masukannya.

DC chopper tipe *Boost* dalam sistem ini digunakan untuk mengubah tegangan baterai sebesar 3,7 Volt menjadi 5 Volt, tegangan standar untuk menjaga Arduino UNO agar tetap berjalan. Salah satu pengaplikasian rangkaian DC chopper tipe *boost* adalah pada modul *step-up boost* dengan keluaran USB.

Modul ini menggunakan IC yang mempunyai efisiensi tinggi, mencapai 96%, sehingga panas yang dihasilkan sangat minim, modul ini juga dilengkapi dengan proteksi kelebihan arus, dan kekurangan tegangan Berikut spesifikasi modul tersebut :

- Output : 5 V/600mA (max)
- Input tegangan : DC 1,5 – 5 V
- Dilengkapi lampu indikator
- Menggunakan chip *controller* PFM (*Pulse Frequency Modulation*)
- Bentuk output berupa soket *female* USB

Berikut Gambar 7 yang menunjukkan modul *step-up booster* DC to DC :



Gambar 7. Modul *Step-Up Booster* DC to DC.

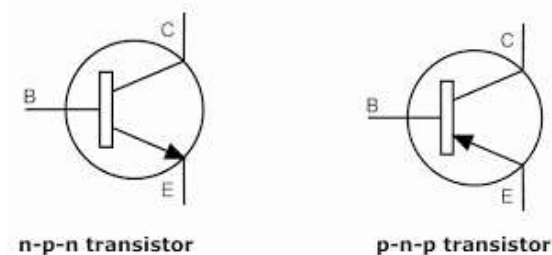
(sumber : <http://www.dx.com/p/usb-dc-1-5v-to-dc-5v-voltage-step-up-boost-module-green-143571>. 3 Februari 2018)

4. Transistor Sebagai Switch dan Gerbang Logika

Transistor adalah komponen elektronika semikonduktor yang memiliki 3 kaki elektroda, yaitu Basis (Dasar), Kolektor (Pengumpul) dan Emitor

(Pemancar).Komponen ini berfungsi sebagai penguat, pemutus dan penyambung (switching),stabilitasi tegangan, modulasi sinyal dan masih banyak lagi fungsi lainnya (Hyperphysics 2016).

Transistor mempunyai 3 kaki. Anak panah yang terdapat dalam simbol menunjukkan arah arus yang melalui transistor. Gambar berikut merupakan simbol tipe transistor :



Gambar 8. Simbol Tipe Transistor

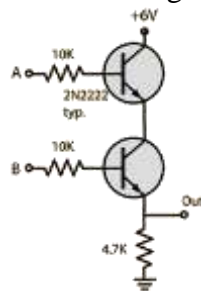
(sumber : <https://www.engineersblogsite.com/what-is-a-transistor.html>. 27 Januari 2018).

Transistor yang dipakai pada alat ini berfungsi sebagai switch dan gerbang logika. Dengan prinsip sebagai switch yaitu, apabila kaki basis transistor diberi tegangan yang cukup untuk mencapai situasi saturasi, maka arus akan mengalir dari kaki collector ke kaki emitter (untuk NPN), atau dari kaki emitter ke kaki collector (untuk PNP), sedangkan jika tegangan yang diberikan pada kaki basis tidak mencapai situasi saturasi, maka arus akan tertahan di kaki emitter.

Sedangkan transistor dengan prinsip sebagai gerbang logika, bersandar dengan kemampuan transistor sebagai *fast switch*. Ketika base-emitter dioda mempunyai tegangan yang cukup, untuk membuatnya masuk kedalam keadaan saturasi, tegangan kolektor-emitor yang mendekati nol, sehingga dapat dipakai untuk membangun gerbang logika untuk TTL *logic family*, yang mana tegangan 0V

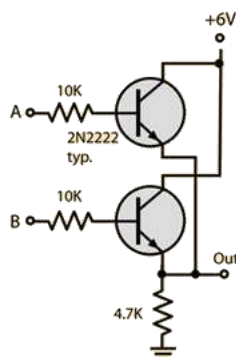
hingga 0.8V, mempunyai logika “0”, dan 2V hingga 5V, mempunyai logika “1”. Gerbang yang dipakai dalam rangkaian ini yaitu gerbang “AND”, “OR”, dan “NAND”.

Untuk gerbang logika “AND”, transistor disambung seri dan keduanya harus dalam keadaan saturasi jika ingin mendapatkan nilai tinggi. Gambar 9 berikut, merupakan contoh rangkaian transistor untuk gerbang logika “AND”



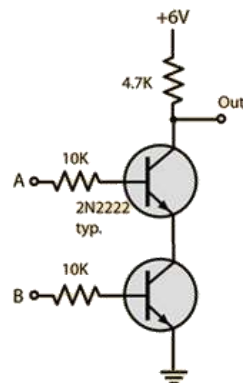
Gambar 9. Contoh Gerbang Logika “AND” Untuk Transistor
(sumber : <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Electronic/trangate.html>. 27 Januari 2018).

Sedangkan untuk gerbang logika “OR”, transistor disusun paralel, dan output akan mengeluarkan logika “HIGH” jika salah satu dari kedua transistor mencapai keadaan saturasi. Gambar 10 berikut merupakan contoh rangkaian transistor untuk rangkaian gerbang logika “OR”



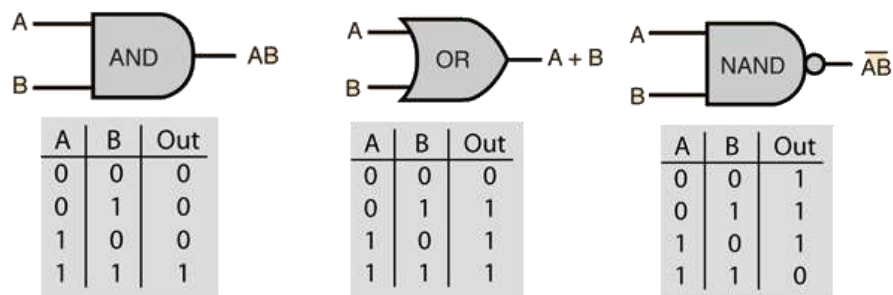
Gambar 10. Contoh Gerbang Logika “OR” Untuk Transistor
(sumber : <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Electronic/trangate.html>. 27 Januari 2018).

Terakhir, untuk gerbang logika “NAND”, transistor disusun seri, dengan output yang diletakkan diatas rangkaian. Output akan bernilai “HIGH”, jika kedua input tidak berbarengan bernilai “HIGH”, sehingga output diturun kan sehingga mendekati posisi ground. Gambar 11 berikut merupakan contoh rangkaian transistor untuk rangkaian gerbang logika “NAND”



Gambar 11. Contoh Gerbang Logika “NAND” Untuk Transistor
(sumber : <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Electronic/trangate.html#c3>. 27 Januari 2018).

Gambar 12 berikut merupakan tabel kebenaran untuk gerbang logika “AND”, “OR, dan “NAND”



Gambar 12. Tabel Kebenaran Untuk Gerbang Logika
(sumber : <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Electronic/trangate.html#c3>. 27 Januari 2018).

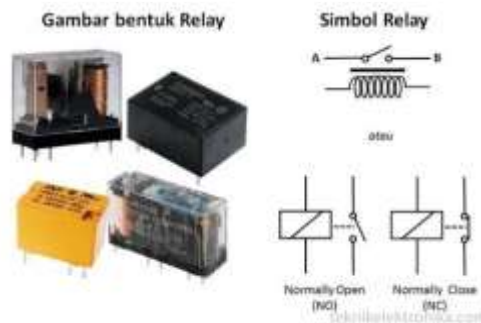
5. Relay

Relay adalah saklar (*switch*) elektrik yang bekerja berdasarkan medan magnet. Relay terdiri dari suatu lilitan dan switch mekanik. *Switch* mekanik akan bergerak jika ada arus listrik yang mengalir melalui lilitan yang terdapat di dalam relay.

Susunan kontak pada relay adalah:

- *normally Open* : relay akan menutup bila dialiri arus listrik.
- *normally Close* : relay akan membuka bila dialiri arus listrik.

Berikut gambar 13 yang menjelaskan relay



Gambar 13. Simbol dan Bentuk Fisik Relay

(sumber : <http://teknikelektronika.com/wp-content/uploads/2015/03/Gambar-bentuk-dan-Simbolrelay.jpg>. 27 Januari 2018).

Pada alat ini, relay akan dipakai dalam rangkaian *backup* tegangan, dan rangkaian modul relay. Pada rangkaian *backup* tegangan, relay akan digunakan untuk dapat mengganti sumber tegangan, jika salah satu tegangan yang tersedia mati, sehingga tegangan akan terus tersupply ke rangkaian. Sedangkan pada rangkaian modul relay, relay akan digunakan untuk dapat mengalirkan arus AC, dengan input yang diatur oleh arduino.

6. Bluetooth

Bluetooth adalah sebuah teknologi komunikasi wireless (tanpa kabel) yang beroperasi dalam pita frekuensi 2,4 GHz unlicensed ISM (Industrial, Scientific

and Medical) dengan menggunakan sebuah frequency hopping tranceiver yang mampu menyediakan layanan komunikasi data dan suara secara real-time antara host-host *bluetooth* dengan jarak jangkauan layanan yang terbatas. *bluetooth* sendiri dapat berupa card yang bentuk dan fungsinya hampir sama dengan card yang digunakan untuk wireless local area network (WLAN) dimana menggunakan frekuensi radio standar IEEE 802.11, hanya saja pada *bluetooth* mempunyai jangkauan jarak layanan yang lebih pendek dan kemampuan transfer data yang lebih rendah.

Pada dasarnya *bluetooth* diciptakan bukan hanya menggantikan atau menghilangkan penggunaan kabel didalam melakukan pertukaran informasi, tetapi juga mampu menawarkan fitur yang baik untuk teknologi mobile wireless dengan biaya yang relative rendah, konsumsi daya yang rendah, interoperability yang menjanjikan, mudah dalam pengoperasian dan mampu menyediakan layanan yang bermacam-macam.

bluetooth merupakan teknologi nirkabel yang telah membawa perubahan dalam pertukaran informasi digital saat ini. Lihat saja, saat ini beragam perangkat digital seperti handphone, laptop, computer, camera, dll, telah dilengkapi teknologi *bluetooth*.

Dengan menggunakan *bluetooth*, kita dapat dengan mudah menghubungkan perangkat yang ingin kita hubungkan. Contoh, penggunaan *bluetooth* dalam bidang percetakan. Misalnya, kita dapat mencetak hasil foto dengan mengambil file dari camera digital kemudian dipindah ke PC dengan menggunakan *bluetooth* dan kita tinggal mencetaknya menggunakan printer. Atau kita dapat langsung

mencetak file dari camera digital tersebut ke printer dengan cara menghubungkan kedua perangkat tersebut menggunakan *interface bluetooth* yang dimiliki masing-masing perangkat tersebut.

a. Aplikasi dan Layanan

Protokol *bluetooth* menggunakan sebuah kombinasi antara circuit switching dan packet switching. *bluetooth* dapat mendukung sebuah kanal data asinkron, tiga kanal suara sinkron simultan atau sebuah kanal dimana secara bersamaan mendukung layanan data asinkron dan suara sinkron. Setiap kanal suara mendukung sebuah kanal suara sinkron 64 kb/s. Kanal asinkron dapat mendukung kecepatan maksimal 723,2 kb/s asimetris, dimana untuk arah sebaliknya dapat mendukung sampai dengan kecepatan 57,6 kb/s. Sedangkan untuk mode simetris dapat mendukung sampai dengan kecepatan 433,9 kb/s.

Sebuah perangkat yang memiliki teknologi wireless *bluetooth* akan mempunyai kemampuan untuk melakukan pertukaran informasi dengan jarak jangkauan sampai dengan 10 meter (~30 feet), bahkan untuk daya kelas 1 bisa sampai pada jarak 100 meter. Sistem *bluetooth* menyediakan layanan komunikasi point to point maupun komunikasi point to multipoint.

Produk *bluetooth* dapat berupa PC card atau USB adapter yang dimasukkan ke dalam perangkat. Perangkat-perangkat yang dapat diintegrasikan dengan teknologi *bluetooth* antara lain : mobile PC, mobile phone, PDA (Personal Digital Assistant), headset, kamera digital, printer, router dan masih banyak peralatan lainnya. Aplikasi-aplikasi yang dapat disediakan oleh layanan *bluetooth* ini antara lain : PC to PC file transfer, PC to PC file synch (notebook to desktop), PC to

mobile phone, PC to PDA, wireless headset, LAN connection via ethernet access point dan sebagainya.

b. Pemakaian *bluetooth*

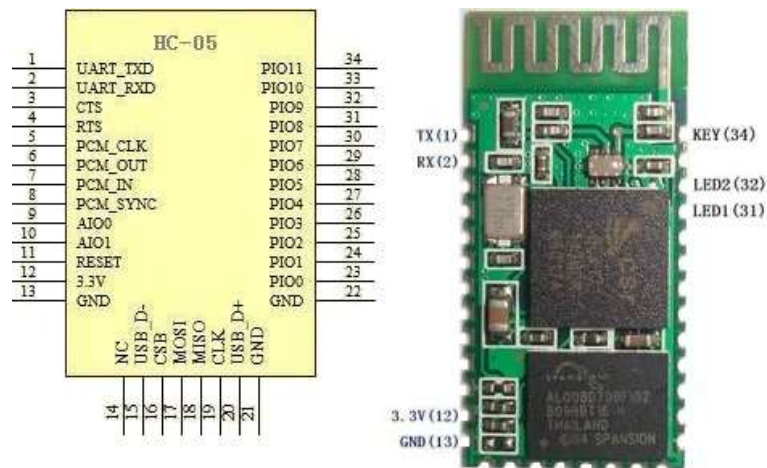
Salah satu hasil contoh pemakaian teknologi *bluetooth* adalah dalam modul *bluetooth* yang dapat mengakses teknologi *bluetooth* dalam satu komponen. Modul *bluetooth* yang banyak digunakan adalah tipe HC-05. Modul *bluetooth* HC-05 merupakan salah satu modul *bluetooth* yang dapat ditemukan dipasaran dengan harga yang relatif murah. Modul *bluetooth* HC-05 terdiri dari 6 pin konektor, yang setiap pin konektor memiliki fungsi yang berbeda – beda. Berikut gambar 14 yang menampilkan modul *bluetooth* HC-05 :



Gambar 14. Modul *bluetooth* HC-05
(sumber : https://cdn-reichelt.de/bilder/web/xxl_ws/A300/HC-05.png. 27 Januari 2018).

Modul *bluetooth* HC-05 dengan supply tegangan sebesar 3,3 V ke pin 12 modul *bluetooth* sebagai VCC. Pin 1 pada modul *bluetooth* sebagai transmitter. Kemudian pin 2 pada *bluetooth* sebagai receiver.

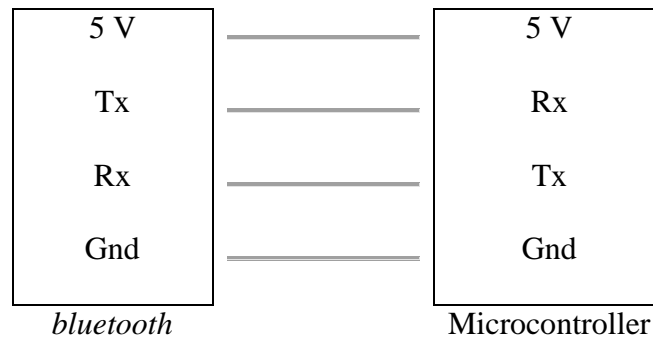
Berikut merupakan konfigurasi pin bluetoooth HC-05 ditunjukkan pada gambar 15 dibawah ini :



Gambar 15. Konfigurasi Pin Untuk Modul *bluetooth* HC-05
(sumber : <https://os.mbed.com/users/edodm85/notebook/HC-05-bluetooth/>. 27 Januari 2018).

Module bluetooth HC-05 merupakan modul *bluetooth* yang bisa menjadi slave ataupun master hal ini dibuktikan dengan bisa memberikan notifikasi untuk melakukan pairing ke perangkat lain, maupun perangkat lain tersebut yang melakukan pairing ke *module bluetooth* CH-05. Untuk mengeset perangkat *bluetooth* dibutuhkan perintah-perintah AT Command yang mana perintah AT Command tersebut akan di respon oleh perangkat *bluetooth* jika modul *bluetooth* tidak dalam keadaan terkoneksi dengan perangkat lain

Berikut merupakan *bluetooth-to-Serial-Module* HC-05 dapat dilihat pada gambar 16 dibawah ini:



Gambar 16. Komunikasi Serial Modul *bluetooth* HC-05

Sedangkan untuk penjelasan pin modul *bluetooth*, dijelaskan oleh tabel 3 dibawah ini :

Tabel 3. Tabel Fungsi Pin Modul *bluetooth* HC-05

No	Nama Pin	Fungsi
1	En	fungsinya untuk mengaktifkan mode <i>AT Command Setup</i> pada modul HC-05. Jika pin ini ditekan sambil ditahan sebelum memberikan tegangan ke modul HC-05, maka modul akan mengaktifkan mode <i>AT Command Setup</i> . Secara default, modul HC-05 aktif dalam mode <i>Data</i> .
2	Vcc	pin yang berfungsi sebagai input tegangan. Hubungkan pin ini dengan sumber tegangan 5V.
3	Gnd	pin yang berfungsi sebagai <i>ground</i> . Hubungkan pin ini dengan <i>ground</i> pada sumber tegangan
4	Tx	pin yang berfungsi untuk mengirimkan data dari modul ke perangkat lain (mikrokontroler). Tegangan sinyal pada pin ini adalah 3.3V sehingga dapat langsung dihubungkan dengan pin RX pada arduino karena tegangan sinyal 3.3V dianggap sebagai sinyal bernilai HIGH pada arduino.
5	Rx	pin yang berfungsi untuk menerima data yang dikirim ke modul HC-05. Tegangan sinyal pada pin sama dengan tegangan sinyal pada pin TX, yaitu 3.3V. Untuk

		keamanan, sebaiknya gunakan pembagi tegangan jika menghubungkan pin ini dengan arduino yang bekerja pada tegangan 5V. Pembagi tegangan tersebut menggunakan 2 buah resistor. Resistor yang digunakan sebagai pembagi tegangan pada tutorial ini adalah 1K ohm dan 2K ohm. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada bagian implementasi koneksi antara modul HC-05 dan Arduino UNO
6	State	pin yang berfungsi untuk memberikan informasi apakah modul terhubung atau tidak dengan perangkat lain.

(sumber : http://rndc.or.id/wiki/index.php?title=Komunikasi_Menggunakan_Modul_bluetooth_HC-05. 27 Januari 2018).

Pada alat ini, modul *bluetooth* digunakan sebagai sarana komunikas antara alat dengan user, yang terhubung dengan Arduino UNO sebagai pusat kontrol.

7. Ultrasonik Sensor (HC-SR04)

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang memanfaatkan pancaran gelombang ultrasonik dikisaran 40 KHz. Sensor ini terdiri dari dua buah bagian utama, yaitu bagian *transmitter* dan bagian *receiver*. Pada bagian *transmitter*, komponen akan memancarkan gelombang ultrasonik yang nantinya gelombang ini akan terpancar ke satu arah, sedangkan untuk bagian *receiver*, komponen akan menerima gelombang ultrasonik yang terpancar dari *transmitter*. Gelombang yang dipancarkan oleh *transmitter* akan berbalik jika terdapat suatu halangan di depannya. Jarak antara komponen dengan halangan yang di depannya dapat dihitung dengan waktu tempuh gelombang dan kecepatan suara.

Sensor Ultrasonik ini mempunyai 4 pin, yaitu Ground, VCC, Trig dan Echo. Pin Ground dan VCC merupakan pin yang menyediakan tegangan bagi sensor,

yang tegangan kerjanya berada di +5 Volt, sedangkan untuk pin Trig dan Echo merupakan pin utama yang akan memancarkan dan menerima gelombang ultrasonik, kedua pin ini harus dihubungkan di Digital I/O Pin Arduino dikarenakan sinyal yang dihasilkan merupakan sinyal digital.

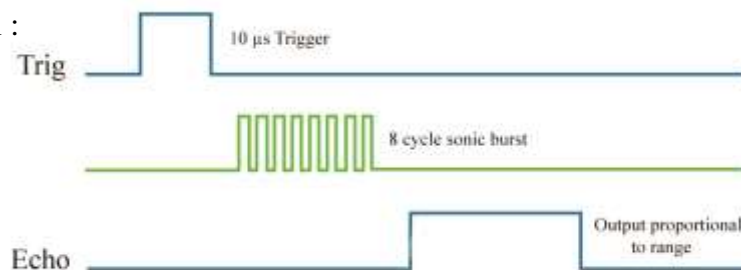
Berikut adalah gambar modul ultrasonik :



Gambar 17. Modul Ultrasonik HC-SR04

(sumber : <https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/ultrasonic-sensor-hc-sr04/>. 14 November 2018)

Untuk menghasilkan sinyal ultrasonik, pin Trig harus dinyalakan selama 10 us (*micro second*), yang nantinya hasil dari dinyalakannya pin Trig ini, ialah 8 gelombang sinyal ultrasonik yang akan melaju dengan kecepatan suara, dan nantinya akan diterima lagi oleh pin Echo. Pin Echo ini akan memberikan output ke arduino berupa jumlah waktu tempuh, sinyal ultrasonik yang dipancarkan oleh pin Trig hingga ditangkap lagi oleh pin Echo, seperti dijelaskan oleh gambar 18 dibawah ini :



Gambar 18. Diagram Kerja Sensor Ultrasonik HC-SR04

(sumber : <https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/ultrasonic-sensor-hc-sr04/>. 14 November 2018)

Seperti contoh, jika sebuah benda yang jauhnya 10 cm dari sensor, dan kecepatan suara adalah 340 m/s (meter/detik) atau 0.034 cm/us (centimeter/mikrodetik), sinyal ultrasonik membutuhkan waktu tempuh selama 290 u *seconds*. Akan tetapi yang akan didapat nantinya dari pin Echo berjumlah 2 kali waktu tempuh yaitu selama 580 u *seconds*, sehingga untuk mendapatkan nilai yang pasti, hasil keluaran dari pin Echo harus dikalikan dengan kecepatan suara dan dibagi dengan 2, sehingga jadi seperti dibawah :

$$\text{Jarak} = (\text{waktu}) \times 0.034 / 2$$

Waktu diatas merupakan hasil keluaran dari pin Echo HC-SR04.

Pemakaian sensor Ultrasonik pada alat ini, digunakan untuk mendeteksi benda, yang nantinya dapat menghidupkan lampu dan menunjukkan apakah sistem sudah bekerja dengan baik atau belum

BAB III

KONSEP RANCANGAN

A. Identifikasi Kebutuhan

Proses perancangan ini dilakukan dengan mengidentifikasi kebutuhan terhadap alat yang akan dibuat, beserta kebutuhan sistemnya. Dalam tahap ini ditentukan beberapa kebutuhan antara lain:

1. Catu daya untuk mendukung kerja sistem seluruh rangkaian.
2. Sumber tegangan cadangan untuk mendukung kerja sistem jika listrik utama mati.
3. Arduino UNO digunakan untuk mengendalikan seluruh rangkaian dari sistem.
4. *bluetooth* digunakan sebagai *interface* antara user dan sistem.
5. Relay digunakan sebagai saklar untuk mengalirkan listrik.
6. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi benda.
7. LED indikator digunakan sebagai unjuk kerja sistem.

B. Analisis Kebutuhan

Berdasarkan identifikasi kebutuhan diatas, maka diperoleh beberapa analisis kebutuhan terhadap sistem yang akan dirancang sebagai berikut:

1. Catu daya

Menggunakan power supply dengan 2 output yaitu 12V DC untuk mensuplai Arduino UNO dan 5V DC untuk mensuplai relay. Arduino dapat disupply dengan tegangan eksternal melalui power jack dengan rentang 7V sampai 12 V. Menggunakan IC regulator yang mudah menghasilkan tegangan stabil 12V

yang berada pada batas rentang supply tegangan eksternal Arduino. Sedangkan relay dapat disupply dengan tegangan 5V.

2. Sumber Tegangan Cadangan

Sumber tegangan cadangan ini dipilih agar dapat berfungsi menyediakan tegangan pengganti pada sistem, jika listrik yang menyediakan tegangan pada catu daya utama mati. Menggunakan modul *charging*, modul DC *step-up*, dan baterai lithium. Modul *charging* berfungsi untuk mengisi tegangan baterai ketika baterai kosong, sedangkan modul DC *step-up* berfungsi untuk mengubah tegangan baterai menjadi tegangan kerja Arduino UNO yaitu 5V DC, dan baterai lithium sebagai penyedia tegangan 3,7V DC.

3. Arduino UNO

Arduino UNO berfungsi untuk mengolah data input dan mengendalikan seluruh kerja sistem. Arduino UNO dipilih karena disamping harga yang lebih murah dari Arduino MEGA, ketersediaan jumlah pin I/O sesuai dengan kebutuhan pada sistem yang dirancang.

4. *bluetooth*

bluetooth berfungsi sebagai penghubung antara user dengan sistem. Jenis *bluetooth* yang digunakan adalah HC-05. HC-05 merupakan modul *bluetooth* yang berfungsi mengirimkan data dari user menuju sistem, sehingga sistem dapat merespon input data yang diberikan oleh user. Cara kerja dari modul *bluetooth* HC-05 tersebut adalah dengan mengirimkan sinyal kepada user yang menggunakan *smartphone*, agar dapat *pairing*. Proses *pairing* ini menghasilkan sebuah jalur komunikasi stabil antara modul HC-05 dengan

smartphone, dengan begitu user dapat mengatur relay yang ingin dihidupkan maupun dimatikan tanpa gangguan. Modul ini dipilih karena bentuk fisiknya yang kecil sehingga tidak terlalu memakan tempat ketika dipasang dalam sistem, dan pemakaiannya yang mudah dalam berinteraksi dengan user.

5. Relay

Relay digunakan sebagai saklar otomatis yang dapat memutuskan dan menghubungkan listrik dengan input yang diberikan oleh user dan sensor. Relay yang digunakan adalah modul relay 4 channel. Modul relay ini dipilih karena merupakan jenis relay yang *active-low*, sehingga tegangan yang dipakai ketika relay ini aktif adalah 0V, sehingga dapat mengurangi daya listrik yang dipakai sistem saat relay aktif.

6. Sensor

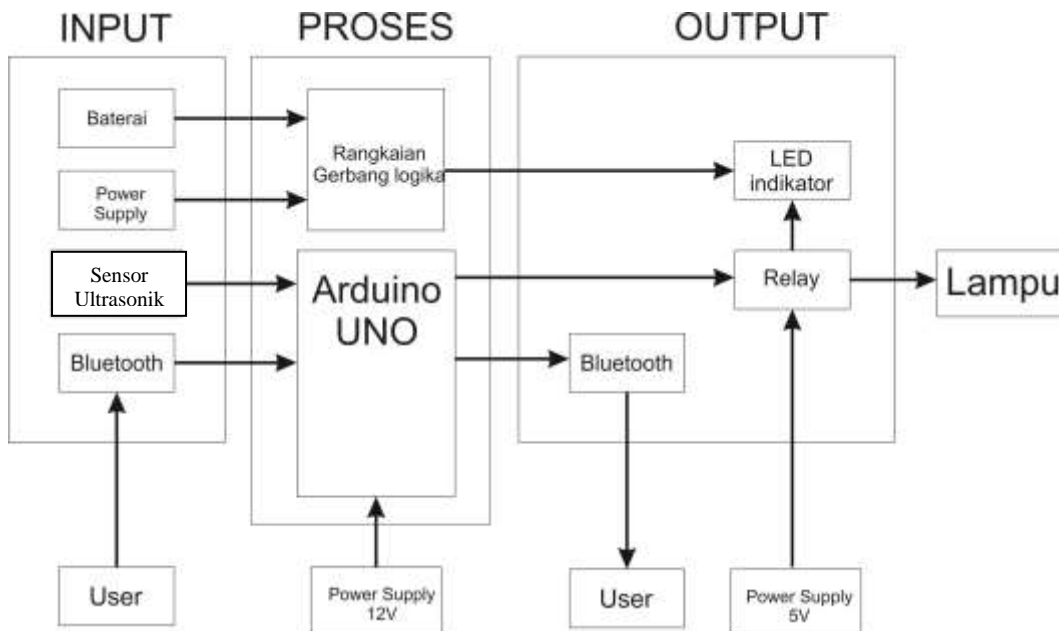
Sensor yang digunakan adalah sensor ultrasonik HC-SR04. Sensor ini digunakan untuk simulasi mendeteksi benda yang nantinya dapat menghidupkan lampu ketika terdeteksi benda pada jarak tertentu, dan mematikan relay ketika benda sudah tidak di luar jarak yang ditentukan. Pemakaian sensor ultrasonik ini dipilih karena merupakan sensor yang dapat dengan mudah mendeteksi pergerakan suatu benda.

7. LED Indikator

LED indikator disini digunakan sebagai indikator berjalannya sistem. Terdiri dari rangkaian *assembly*, dan rangkaian gerbang logika. Rangkaian *assembly* berfungsi untuk menunjukkan berjalannya rangkaian modul relay dengan menampilkan status LED yang dipasang diluar panel box, dan rangkaian

gerbang logika berfungsi untuk menunjukkan berjalannya catu daya, dan sumber tegangan cadangan dengan menampilkan status LED yang dipasang di luar panel box. LED indikator ini dipilih karena menggunakan daya yang kecil untuk menyalakan LED kecil sebagai status sistem.

C. Blok Diagram Rangkaian



Gambar 19. Blok Diagram Rangkaian

Penjelasan mengenai diagram blok sistem pada gambar 19 adalah sebagai berikut:

a. Catu daya (power supply)

Pada bagian ini, tegangan 220V AC akan diubah menjadi 12V DC dan 5V DC dengan trafo *step-down* 2A. Output tegangan dari trafo akan diambil 15V AC untuk kemudian disearahkan dan distabilkan dengan rangkaian power supply, menghasilkan tegangan 12V DC dan 5V DC.

Selain itu pada bagian ini juga terdapat sumber tegangan cadangan yang mensupply tegangan 5V untuk sistem.

b. User

Bagian ini menjelaskan campur tangan user dalam proses jalannya sistem. Terletak pada 2 bagian blok proses, yaitu user pada bagian input, dan user pada bagian output. Pada bagian input, user berperan untuk memberikan input sinyal pada sistem melalui *smartphone* yang nantinya akan mematikan dan menghidupkan relay, sedangkan user pada bagian output berperan untuk merima respon balik dari sistem tentang kondisi relay.

c. Blok Input

Pada bagian ini terdiri dari 2 bagian proses yang terpisah. Proses pertama terdiri dari power supply dan baterai. Kedua komponen ini digunakan untuk rangkaian gerbang logika, yang akan diproses pada blok proses, dan dikeluarkan dalam bentuk LED yang menyala pada blok output.

Proses kedua terdiri dari sensor ultrasonik, dan *bluetooth*. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi gerakan, sedangkan *bluetooth* digunakan untuk menyampaikan sinyal dari user menuju Arduino UNO untuk diproses lebih lanjut.

d. Blok Proses

Pada bagian ini terdiri dari 2 proses yang terpisah. Proses pertama ialah pada rangkaian gerbang logika. 2 buah input berupa tegangan dari power supply dan baterai diolah dalam rangkaian gerbang logika, untuk ditentukan hasilnya dalam bentuk LED yang menyala pada blok output.

Proses kedua ialah pada Arduino UNO. Mendapat 2 buah input berupa *bluetooth* dan sensor ultrasonik, untuk diproses dan ditentukan keputusannya ke blok output.

e. Blok Output

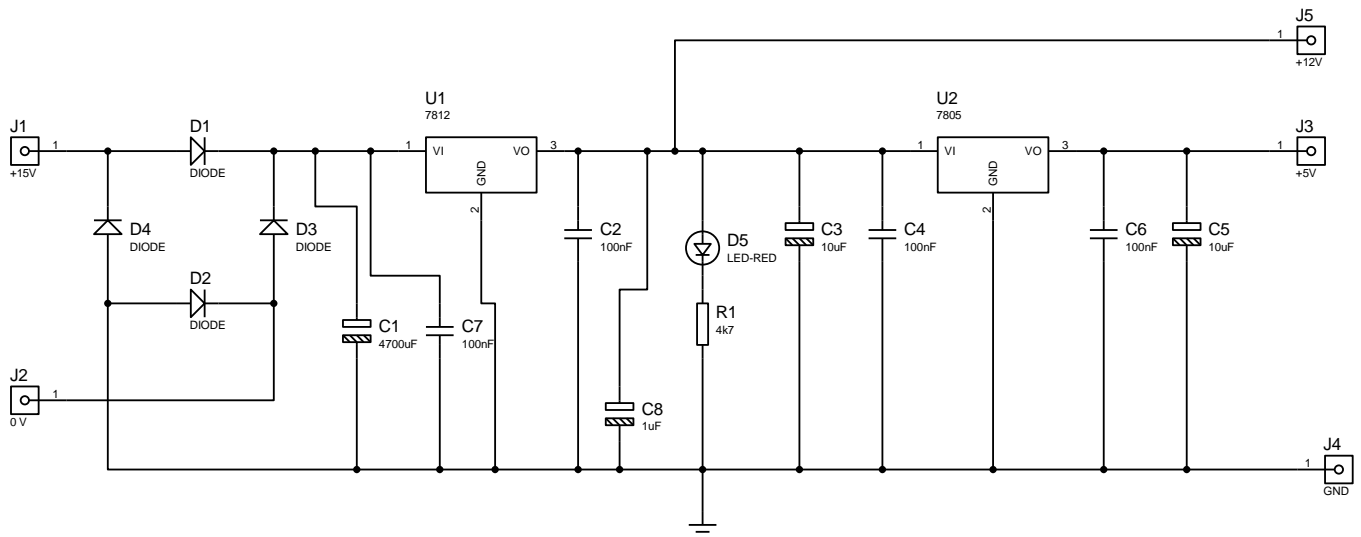
Pada blok output ini terdapat LED indikator, relay dan *bluetooth*. Ketika rangkaian gerbang logika mengirimkan sinyal pada LED indikator, maka akan menyala LED sesuai dengan kondisi yang diproses oleh rangkaian gerbang logika. Ketika Arduino UNO mengirimkan sinyal pada relay, maka relay akan bekerja sesuai dengan kondisi yang diberikan Arduino UNO berdasarkan input yang telah diproses, sedangkan *bluetooth* pada blok ini berfungsi mengirimkan kondisi relay kembali pada user.

D. Perancangan Sistem

Perancangan sistem kontrol terpadu untuk saklar otomatis dengan Arduino UNO ini terbagi dalam 4 blok rangkaian yaitu blok rangkaian catu daya, blok input, blok proses, dan blok output.

1. Rangkaian catu daya

Rangkaian catu daya ini menyediakan tegangan yang stabil untuk alat agar dapat berkerja dengan baik. Dengan mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC (*Direct Current*) yang stabil, diharapkan lonjakan maupun penurunan tegangan dari PLN tidak mempengaruhi kinerja sistem kontrol terpadu untuk saklar otomatis ini. Gambar rangkaian catu daya tersebut dapat dilihat pada gambar 20 seperti di bawah ini:



Gambar 20. Rangkaian Catu Daya

terdiri dari 4 buah diode yang berfungsi sebagai *bridge* untuk mengubah tegangan AC menjadi DC, dan *filter* melalui C1 dan C7, untuk selanjutnya masuk regulator tegangan LM7812. LM7812 sendiri, berfungsi untuk mengatur gelombang masukan hasil *filter* dari C1 dan C7, untuk kemudian diteruskan melalui C2 dan C8. C1 dan C7 berfungsi sebagai “penampungan”, yang menyimpan energi dari gelombang DC hasil keluaran dioda *bridge*, kedua kapasitor ini tergolong kapasitor elektrolit yang mempunyai ciri daya *filter* yang tinggi di gelombang frekuensi rendah, dan dapat dengan cepat merespon perbedaan beban. Akan tetapi, hanya dengan kedua kapasitor ini, gelombang DC yang dihasilkan masih belum terbilang “halus tanpa *ripple*”, maka dari itu dibutuhkan kapasitor setelahnya untuk menyaring gelombang frekuensi tinggi, dan *noise-noise* yang terdapat dalam gelombang tersebut, maka dari itu C2 dan C8, bukan merupakan elektrolit kapasitor, melainkan *ceramic* kapasitor, yang mempunyai induktansi yang rendah sehingga dapat menyaring gelombang

frekuensi tinggi. Setelah itu gelombang DC +12V akan melewati LM7805 untuk mengubahnya menjadi gelombang DC +5V.

Rangkaian dalam sistem kontrol untuk saklar otomatis ini, hanya membutuhkan 2 variasi besaran tegangan DC, yaitu +5V, dan +12V, yang akan digunakan untuk men-*supply* tegangan modul Arduino UNO dengan 12V, modul relay dengan 5V, modul *charging* dengan 5V, dan rangkaian *assembly* dengan 12V dan 5V.

2. Blok Input

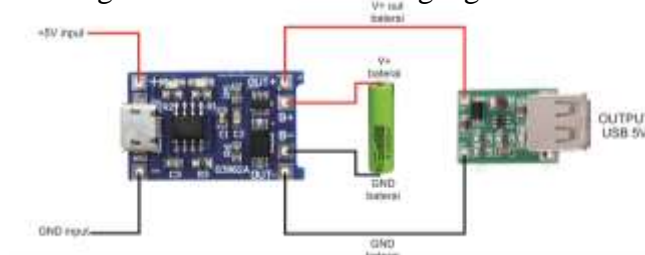
a. Sumber tegangan AC 220 Volt

Sumber tegangan AC 220 Volt dibutuhkan dalam pembuatan alat ini, dengan tegangan AC 220 Volt sudah tersedia oleh PLN.

b. Sumber tegangan 5 Volt Baterai

Sumber tegangan 5 Volt dari baterai berfungsi sebagai tegangan *back-up*, yang mana jika listrik AC 220 Volt mati, maka sistem masih dapat menyala. Langkah pembuatan dalam merangkai modul yang dapat menyediakan 5 Volt baterai yaitu menghubungkan baterai lithium 3,7 Volt dengan *charging* modul, untuk kemudian dihubungkan modul *step-up* tegangan dengan Arduino UNO dan rangkaian gerbang logika, seperti yang telah dijelaskan pada gambar 21.

Berikut gambar rangkaian sumber sumber tegangan 5 volt baterai :



Gambar 21. Rangkaian Sumber Tegangan 5V dari Baterai

c. Modul sensor ultrasonik

Sensor ultrasonik ini akan menentukan apakah ada benda pada jarak jangkauannya, dengan pemasangan terdapat pada rangkaian *assembly*. Berikut adalah beberapa fitur yang digunakan dalam modul ini:

1) Pin 5V

Pin 5V digunakan untuk mensuply modul sensor ultrasonik.

2) Pin GND

Pin GND digunakan sebagai ground pada modul.

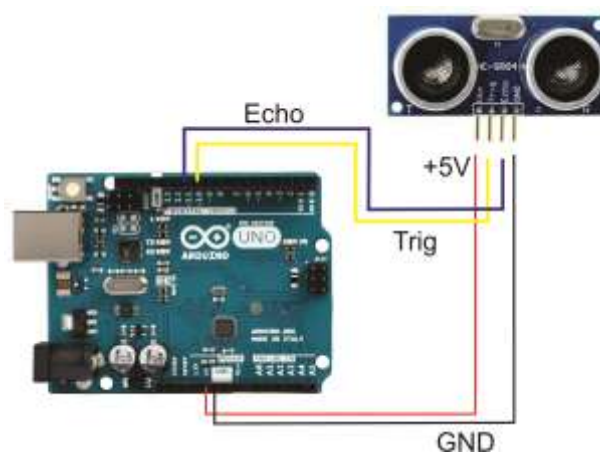
3) Pin Trig

Pin ini berfungsi untuk mengirim sinyal ultrasonik, dan digunakan sebagai input sinyal dari Arduino

4) Pin Echo

Pin ini merupakan pin yang berfungsi sebagai output, dimana nantinya pin ini akan mengeluarkan besaran waktu yang nantinya diolah lebih lanjut di Arduino agar didapat jarak antara benda dan sensor ultrasonik.

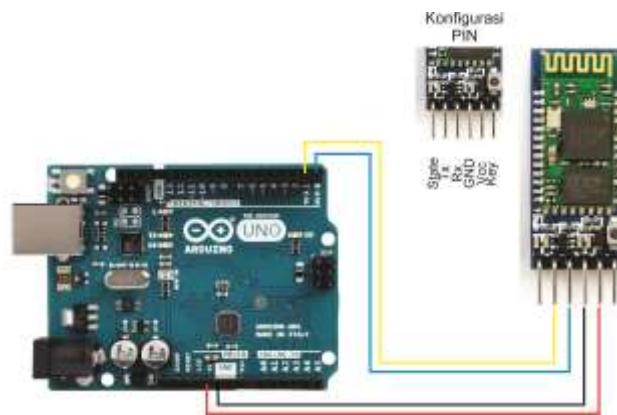
Berikut adalah gambar rangkaian modul sensor ultrasonik :



Gambar 22. Rangkaian Modul Sensor Ultrasonik

d. *Bluetooth*

Agar sistem kontrol dapat berkomunikasi dengan *user* dibutuhkan sebuah *interface* yang dapat menghubungkan keduanya, digunakan modul *bluetooth* HC-05. Modul ini terdiri dari rangkaian IC *bluetooth* HC-05, beserta regulator tegangan dan LED indikator. Berikut ini adalah gambar rangkaian modul *bluetooth*:



Gambar 23. Rangkaian Modul *bluetooth* HC-05

Pada gambar 23, rangkaian modul *bluetooth* akan dihubungkan di pin Rx dan TX Arduino yang berada pada pin “D0” dan “D1”

3. Blok proses

a. Rangkaian Arduino UNO

Rangkaian mikrokontroler Arduino UNO ini merupakan inti dari sistem kontrol untuk saklar otomatis, dilengkapi dengan sensor shield yang dipasang bersamaan dengan Arduino UNO, dan berikut adalah beberapa fitur yang digunakan dalam rangkaian ini :

1) Port digital 0, dan 1

Port digital 0, dan 1 digunakan sebagai input serial komunikasi data dari modul *bluetooth* HV-05

2) Port digital 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, dan 9

Port digital 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, dan 9, digunakan sebagai output untuk mengendalikan relay.

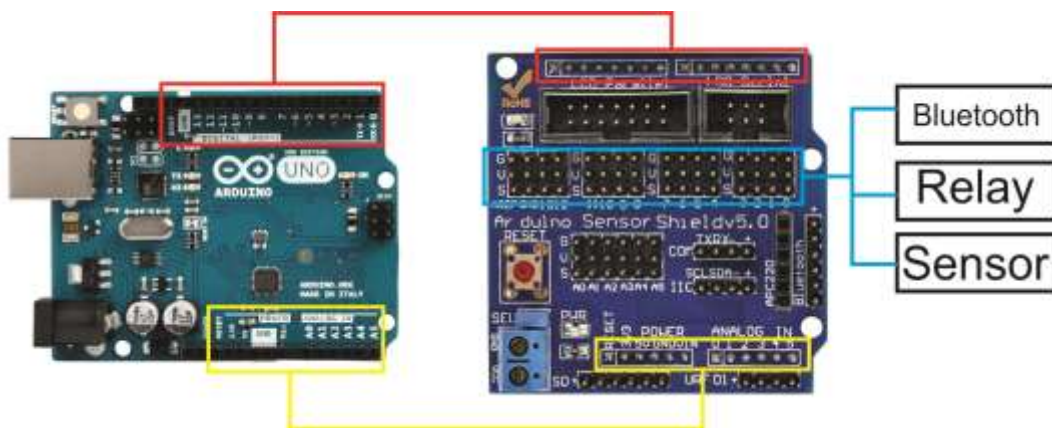
3) Port digital 10, dan 11

Port digital 10, dan 11 digunakan sebagai input dan output data dari sensor ultrasonik.

4) Port reset

Port reset digunakan sebagai input dari rangkaian reset

Berikut adalah gambar rangkaian mikrokontroler Arduino UNO dan sensor shield :



Gambar 24. Rangkaian Arduino UNO dan Sensor Shield

b. Rangkaian gerbang logika (LED indikator)

Rangkaian ini disebut juga rangkaian LED indikator dikarenakan fungsinya untuk menampilkan LED berdasarkan logika yang diberi.

Rangkaian LED indikator ini berfungsi untuk menunjukkan status sistem akan *power supply* yang sedang aktif. Rangkaian LED indikator ini memakai pengaplikasian transistor sebagai gerbang logika, yang mana dengan input

pertama memakai sinyal +5V dari *power supply*, yang mewakili listrik yang masih menyala, dengan adanya tegangan yang dihasilkan oleh *power supply*, dan input yang kedua memakai tegangan +5V dari modul *charging*, yang mewakili tegangan dari batt.

Maka dari itu dibuatlah tabel kebenaran untuk rangkaian ini, yang dijelaskan oleh tabel berikut :

Tabel 4. Tabel Kebenaran Sistem *Power Supply* Untuk Kontrol LED

Listrik	Baterai	LED indicator	
		Sistem	Baterai
Nyala	Penuh	●	●
Nyala	Habis	●	●
Mati	Penuh	●	●
Mati	Habis	-	-

Keterangan :

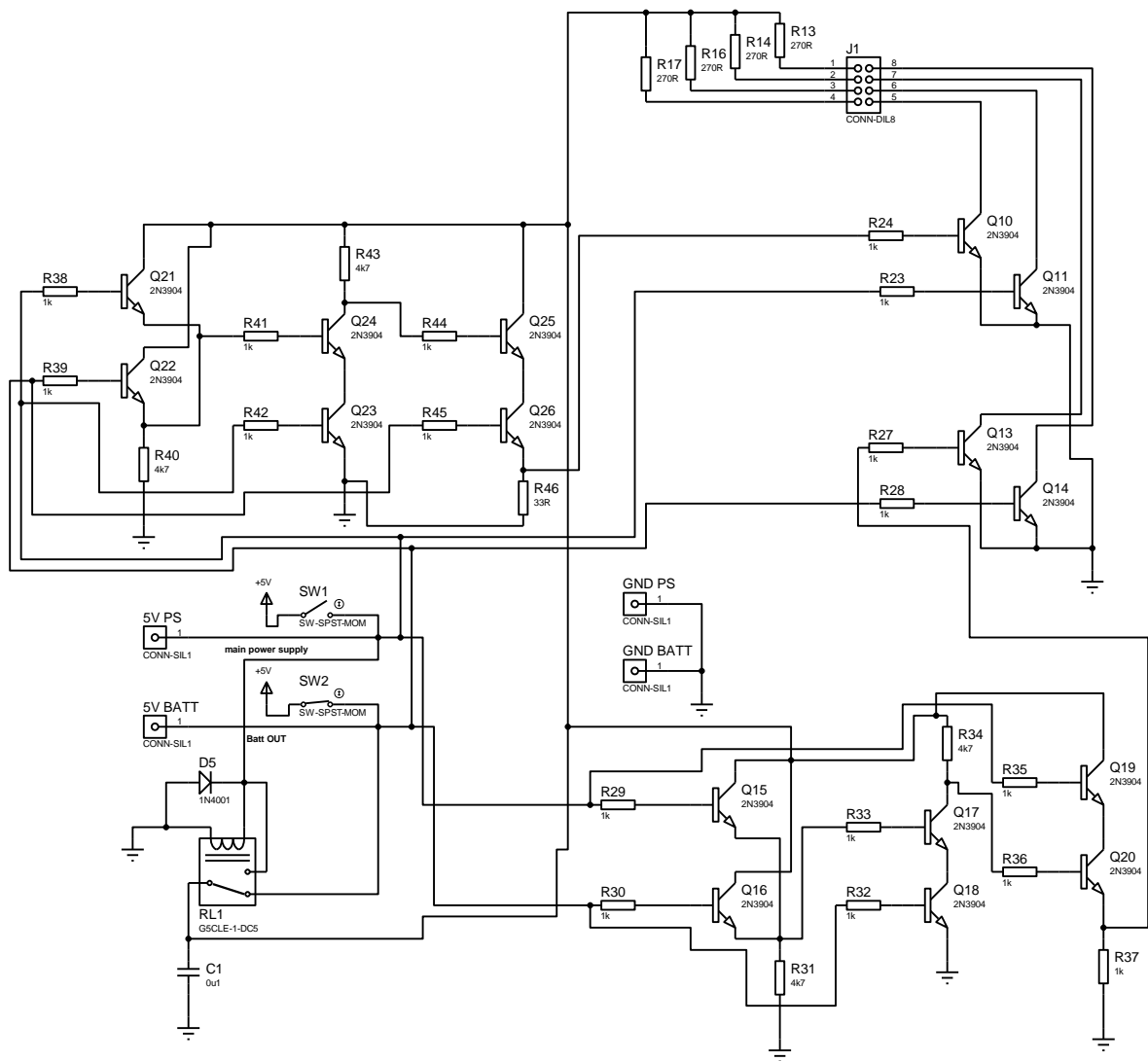
LED hijau : menandakan bahwa *power supply* berjalan dengan baik

LED merah : menandakan bahwa *power supply* tidak berjalan dengan baik

Untuk keterangan LED indikator Sistem ketika LED merah menyala menandakan bahwa sistem sedang dalam "*Battery Mode*", sedangkan untuk LED indikator Baterai ketika LED merah menyala menandakan bahwa baterai dalam keadaan "*Charging*".

Untuk membuat rangkaian berdasarkan tabel 4, dibutuhkan komponen yang dapat memenuhi TTL *logic gate*, yang mana salah satunya adalah Transistor, dikarenakan penggunaan IC *logic gate*, arus output maksimal yang dapat dikeluarkan bernilai minus, sehingga membuat arus yang dihasilkan tidak cukup

untuk membuat LED menyala. Gambar 25 berikut merupakan rangkaian LED indikator untuk sistem kontrol terpadu untuk saklar otomatis :



Gambar 25. Rangkaian LED Indikator dengan *Logic Gate Transistor*

Pada gambar 25, rangkaian dibagi menjadi 3 bagian dengan penjelasan sebagai berikut :

1) Rangkaian Gerbang Logika

Pemakaian gerbang logika ini, untuk memilih, hanya LED merah saja yang akan menyala, jika salah satu dari kedua *power supply* tidak bekerja. Dengan tabel kebenaran seperti dijelaskan oleh tabel 5 dan 6 berikut:

Tabel 5. Tabel Kebenaran Untuk LED Merah Sistem Menyala

<i>Power supply</i> Sistem	Baterai	Keputusan (LED merah sistem menyala)
1	1	0
1	0	0
0	1	1
0	0	0

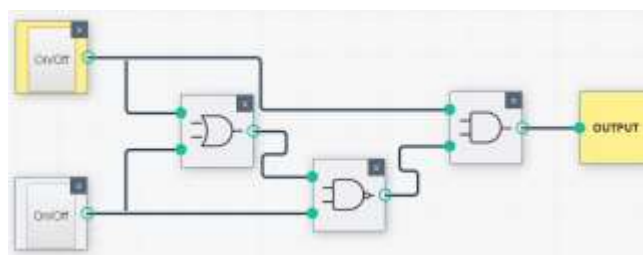
Tabel 6. Tabel Kebenaran Untuk LED Merah Baterai Menyala

<i>Power supply</i> Sistem	Baterai	Keputusan (LED merah baterai menyala)
1	1	0
1	0	1
0	1	0
0	0	0

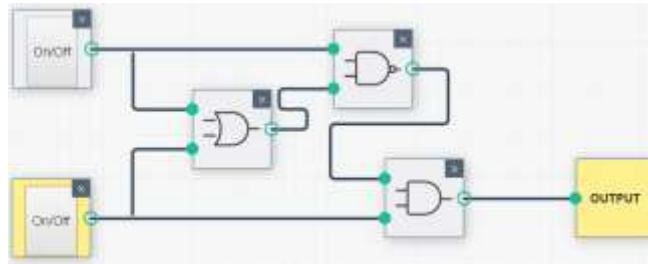
Keterangan :

- Logika “1” menandakan bahwa sistem atau baterai dalam keadaan menyala, atau mengeluarkan tegangan 5V.
- Logika “0” menandakan bahwa sistem atau baterai dalam keadaan mati, atau tidak mengeluarkan tegangan atau 0V.

Dengan mengacu tabel 5 dan 6, maka dapat dibuat rangkaian gerbang logika sebagai berikut :

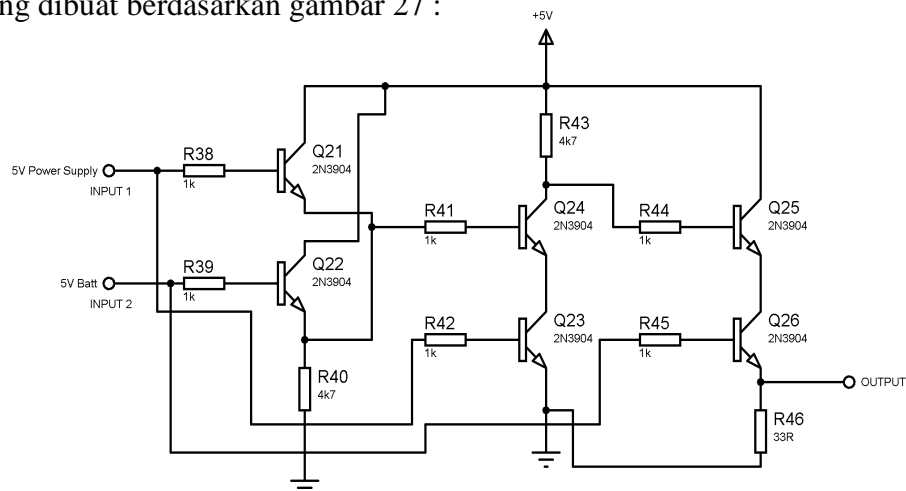


Gambar 26. Realisasi Gerbang Logika Untuk Tabel 5

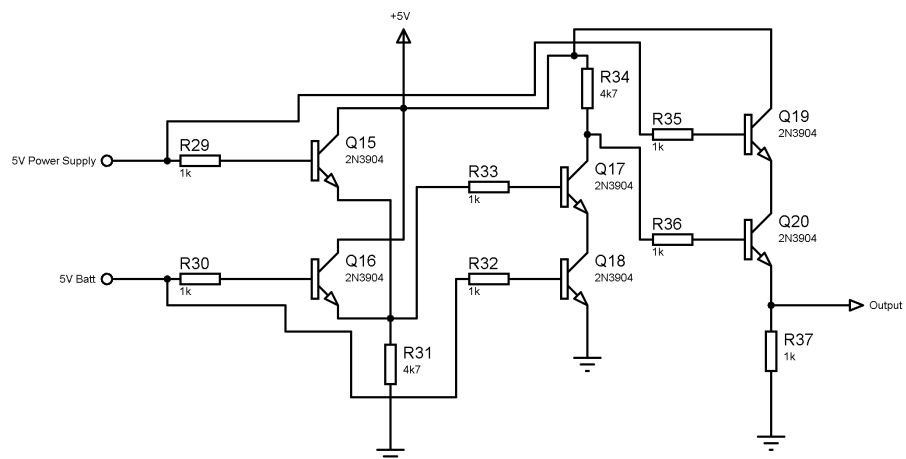


Gambar 27. Realisasi Gerbang Logika Untuk Tabel 6

Setelah gerbang logika dibuat, maka perancangan rangkaian transistor sebagai gerbang logika dapat direalisasikan. Gambar 28 berikut merupakan rangkaian gerbang logika yang dibuat berdasarkan gambar 26, dan begitu juga untuk gambar 29 yang dibuat berdasarkan gambar 27 :



Gambar 28. Rangkaian Gerbang Logika Untuk Gambar 26



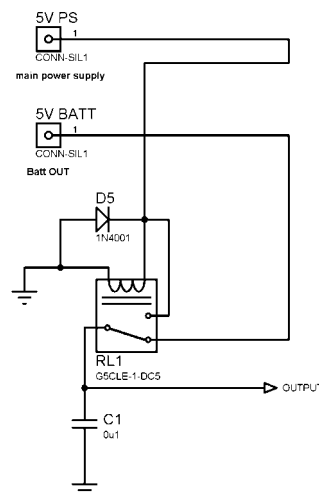
Gambar 29. Rangkaian Gerbang Logika Untuk Gambar 27

Pemakaian resistor di setiap kaki basis transistor untuk membatasi arus yang akan mengalir dari kaki kolektor menuju kaki emitor, dan pemakaian resistor di setiap kaki emitor digunakan untuk menentukan besarnya tegangan pada output setiap 1 buah rangkaian gerbang logika transistor.

Output yang dihasilkan kedua rangkaian di gambar 31 dan 32, akan masuk ke rangkaian switch dengan transistor.

2) Rangkaian Switch Tegangan dengan relay

Rangkaian ini berfungsi sebagai switch yang akan menyuplai rangkaian LED indikator jika salah satu *power supply* mati. Berikut merupakan rangkaian switch tegangan dengan relay :



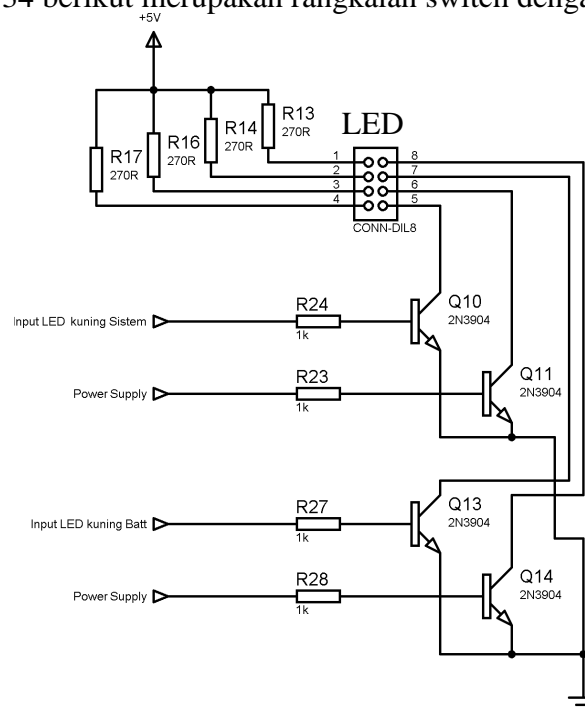
Gambar 30. Rangkaian Switch Tegangan dengan Relay

Rangkaian ini dapat men-switch tegangan antara *power supply* dengan baterai. Jika *power supply* mati, maka relay akan kembali ke posisi NC (*Normally Close*), dimana pin NC erhubung dengan sumber 5V baterai. Kedua ujung *coil* dihubungkan dengan sumber tegangan *power supply* sebagai sinyal kontrol, Jika *coil* teraliri listrik dari *power supply* maka relay akan menutup rangkaian pada pin

NO (*Normally Open*) yang tersambung dengan sumber tegangan 5V dari *power supply*.

3) Rangkaian switch dengan transistor

Rangkaian ini berfungsi untuk menghidupkan LED indikator sistem kontrol terpadu, dengan masukan berupa : 2 rangkaian gerbang logika dengan transistor, yang mengontrol LED merah sistem dan baterai, 5V *power supply*, dan 5V baterai. Gambar 34 berikut merupakan rangkaian switch dengan transistor :



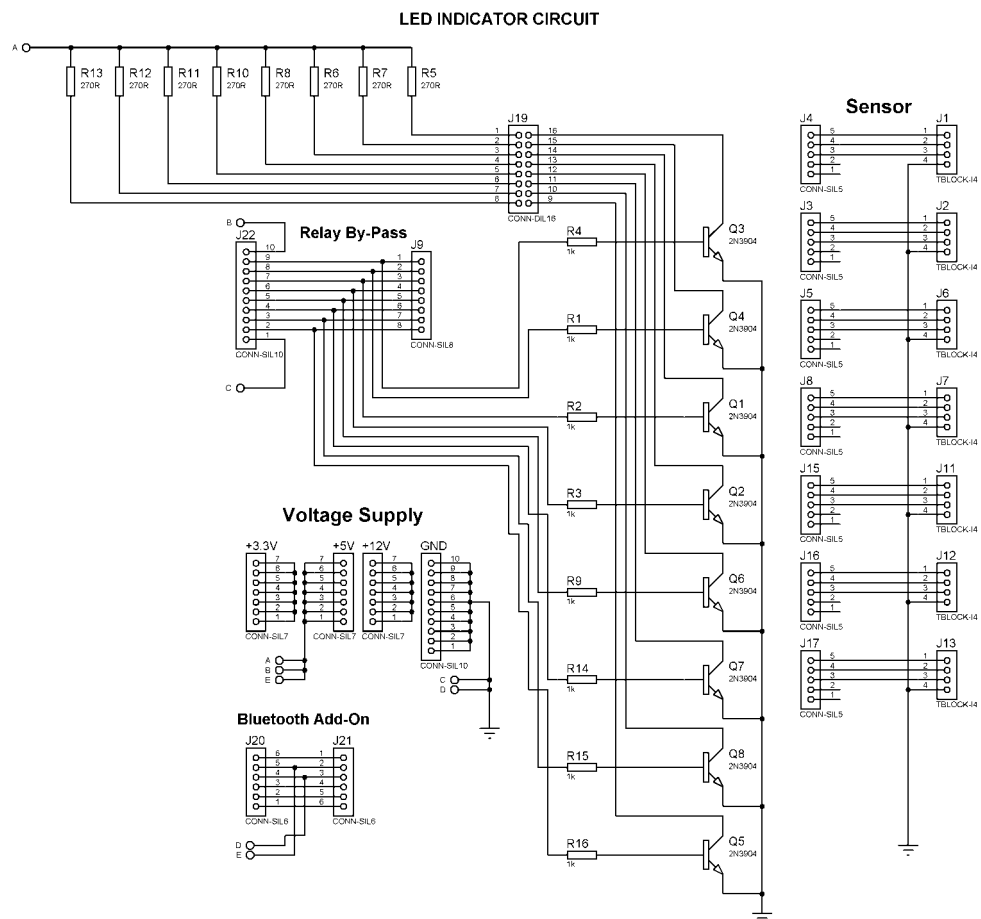
Gambar 31. Rangkaian Switch dengan Transistor

Jika transistor pada rangkaian diatas mencapai keadaan saturasi, maka arus akan mengalir dari kaki kolektor menuju kaki emitor, pemberian resistor yang dihubung seri pada kaki kolektor berfungsi untuk membatasi arus yang akan melewati LED.

4. Blok output

a. Rangkaian *Assembly*

Rangkaian ini berfungsi sebagai rangkaian pemasangan. Dimana didalam rangkaian ini terdapat : rangkaian untuk pemasangan sensor, pin-pin header dengan variasi tegangan dari 12V hingga 3,3V untuk sensor, rangkaian indikator LED, dan rangkaian untuk pemasangan *bluetooth*. Gambar 32 dibawah ini menjelaskan rangkaian secara keseluruhan :



Gambar 32. Rangkaian *Assembly*

Untuk Rangkaian sensor, nantinya akan *dijumper* kembali ke Arduino UNO agar dapat diproses. Perancangan rangkaian sensor ini, menggunakan konektor T-blok yang berjumlah 4 lubang, jadi bisa dipakai untuk segala sensor yang mempunyai 4 pin output ataupun kurang. Design penempatan konektor sensor

yang disatukan, berfungsi untuk memudahkan proses monitoring sensor yang sedang dipakai.

Untuk rangkaian relay LED indikator, mempunyai prinsip yang sama dengan rangkaian indikator LED sistem, akan tetapi tanpa gerbang logika. Input yang dimasukkan sebagai sinyal kontrol pada setiap kaki basis transistor, diambil dari sinyal arduino yang dihubungkan melalui pin header "*Relay By-Pass*" pada rangkaian *assembly*, pin header ini menghubungkan modul relay dengan arduino sebagai kontrol utama dan transistor, sebagai switch untuk menghidupkan LED indikator relay.

Untuk rangkaian pin header "*Voltage Supply*", sumber tegangan dihubungkan dengan sumber +5V dan +12V dari *power supply*, sedangkan untuk tegangan 3.3V, diambil dari arduino. Fungsi rangkaian ini untuk men-supply tegangan pada sensor, yang membutuhkan variasi tegangan yang ber macam-macam agar dapat bekerja dengan baik.

Untuk rangkaian "*bluetooth Add-On*", digunakan untuk menghubungkan modul *bluetooth* HC-05 dengan rangkaian, sehingga modul ini terletak pada rangkaian *Assembly*.

E. Langkah Pembuatan Alat

Langkah pembuatan dari proyek akhir ini yaitu terdiri dari blok diagram, identifikasi kebutuhan, desain *box*, input, proses, output, dan pembuatan PCB, berikut langkah-langkahnya :

1. Blok diagram

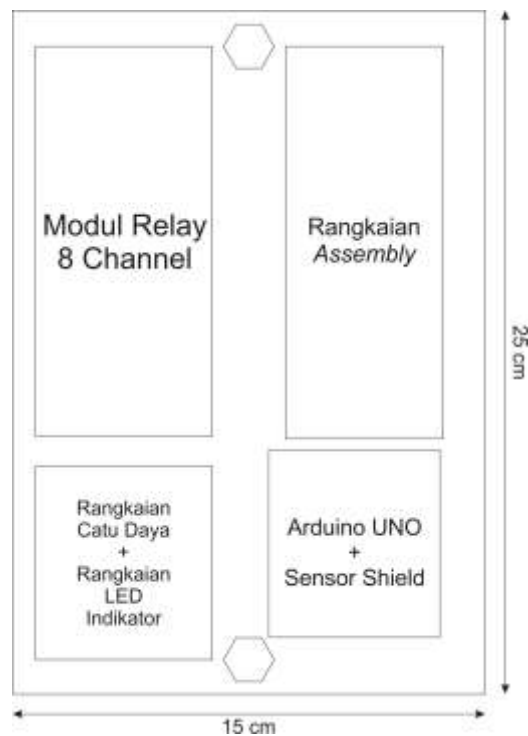
Pada langkah ini membuat alur proses dari sistem kontrol terpadu untuk saklar otomatis dengan Arduino UNO, yang terdiri dari bagian input, proses, dan output, yang sudah dijelaskan pada gambar 22.

2. Identifikasi kebutuhan

Langkah ini merinci apa saja yang dibutuhkan pada pembuatan alat ini, seperti komponen dan yang lainnya, lebih rincinya dapat dilihat pada bagian BAB III poin A.

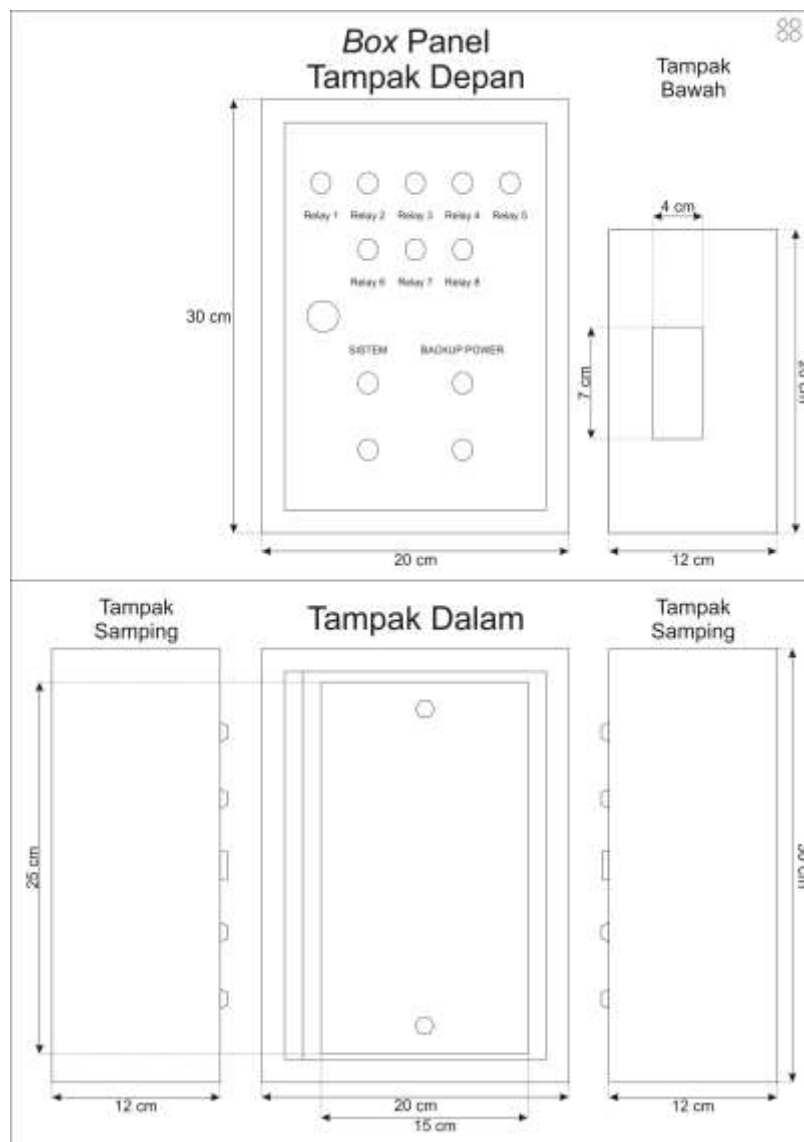
3. Desain *box*

Pada pembuatan sistem ini, *box* yang dipakai merupakan jenis *box* panel lisrik dengan ukuran 20 x 30 x 12 cm (panjang x tinggi x lebar), *box* panel ini nantinya akan menjadi tempat rangkaian-rangkaian sistem kontrol akan dipasang. Berikut desain penempatan rangkaian di dalam panel *box* :



Gambar 33. Desain Dalam Panel *Box*

, sedangkan untuk desain luar panel akan dijelaskan pada gambar 34, berikut ini:



Gambar 34. Desain Luar Panel *Box*

Desain dalam dan luar panel *box* seperti yang dijelaskan oleh gambar 34, menggunakan panel *box*, yang terbuat dari plat besi dengan ketebalan 1,2 mm, dengan berat kurang lebih 1,5 Kg. Dengan LED yang ditandai dengan huruf “Relay 1” hingga “Relay 8”, “SISTEM” dan “BACKUP POWER”, mempunyai

besar lubang 8 mm, yang setiap lubang dipasang LED 5 mm. Dengan kabel Listrik untuk sistem kontrol akan dimasukkan melalui lubang yang terdapat di bagian bawah *box* panel.

4. Input

a. Sumber AC 220

Sumber AC 220 dibutuhkan dalam pembuatan sistem kontrol ini dan tegangan AC 220 ini sudah disediakan oleh PLN.

b. Sumber tegangan 5 Volt baterai

Sumber tegangan 5 Volt ini berfungsi sebagai *back-up* power untuk rangkaian Arduino, dengan menghubungkan output tegangan dari rangkaian baterai yang dijelaskan pada gambar 21, pada input tegangan port USB pada Arduino UNO.

c. Modul sensor ultrasonik

Langkah pembuatan dalam merangkai modul sensor ultrasonik ini adalah dengan menghubungkan port 5V modul pada pin V sensor shield, menghubungkan GND modul pada port pin GND sensor shield, menghubungkan pin Trig modul pada “D10” sensor shield, dan menghubungkan pin Echo modul pada “D11” sensor shield yang dapat dilihat pada gambar 22.

d. *bluetooth*

Langkah pembuatan dalam merangkai modul *bluetooth* ini yaitu dengan menghubungkan port 5V modul pada pin V sensor shield, menghubungkan GND modul pada pin G sensor shield, menghubungkan port RX modul pada pin S1 sensor shield yang merupakan pin digital Tx Arduino “D1”, dan menghubungkan

port TX modul pada pin S0 sensor shield yang merupakan pin digital Rx Arduino “D0”.

5. Proses

a. Rangkaian Arduino UNO

Langkah pembuatan dalam merangkai Arduino UNO yaitu memasang pin *male* sensor shield pada pin *female* Arduino UNO, untuk kemudian menghubungkan input sensor ke pin S10 sensor shield, input pin RX dan TX *bluetooth* ke pin S1 dan S0 sensor shield, dan menghubungkan output relay ke pin S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, dan S9 sensor shield. Untuk lebih memperjelas pin pada sensor shield, dapat melihat tabel 2, yang membahas pin-pin sensor shield.

b. Rangkaian gerbang logika

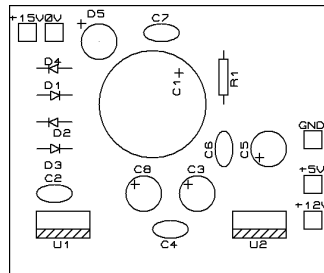
Langkah pembuatan dalam merangkai gerbang logika yaitu, menghubungkan pin “5V PS” dan “5V BATT” pada gambar 28, ke pin output tegangan +5V *Power supply* dan pin output tegangan +5V baterai.

6. Output

a. Rangkaian relay

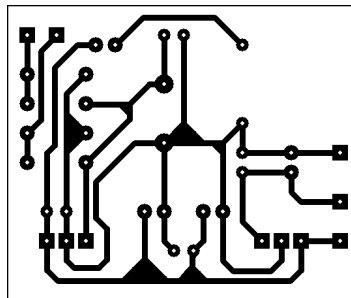
Langkah pembuatan rangkaian ini yaitu dengan menghubungkan pin “Echo” dan “Trig” sensor ultrasonic pada sensor shield, menuju pin sensor pada rangkaian *assembly*, menghubungkan pin-pin sinyal output relay pada sensor shield, menuju pin-pin “Relay By-Pass” pada rangkaian *assembly*, menghubungkan pin-pin sinyal RX dan TX *bluetooth* menuju pin “*bluetooth* Add-On” pada rangkaian *assembly*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 32.

7. Pembuatan PCB



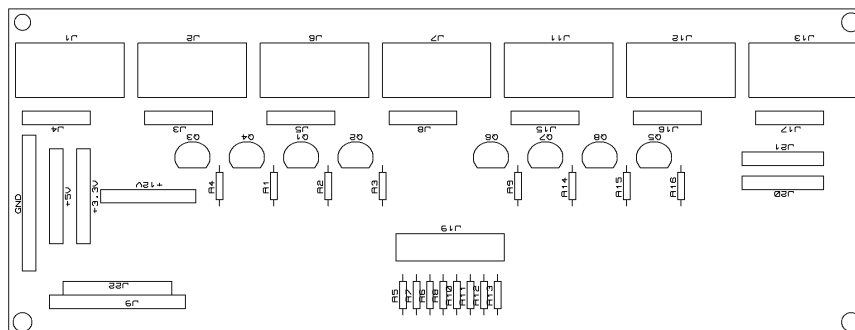
Gambar 35. *Layout Power Supply* Tampak Atas

Gambar 35 merupakan *layout power supply* tampak atas yang sudah dirancang.



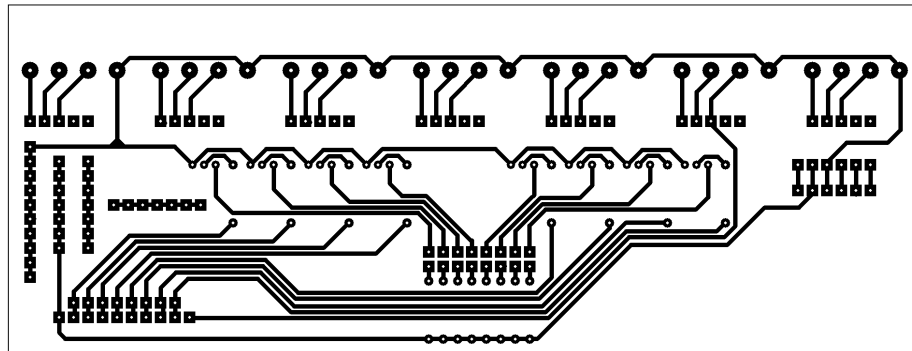
Gambar 36. *Layout Power Supply* Tampak Bawah

Gambar 36 merupakan *layout power supply* tampak bawah yang sudah dirancang.



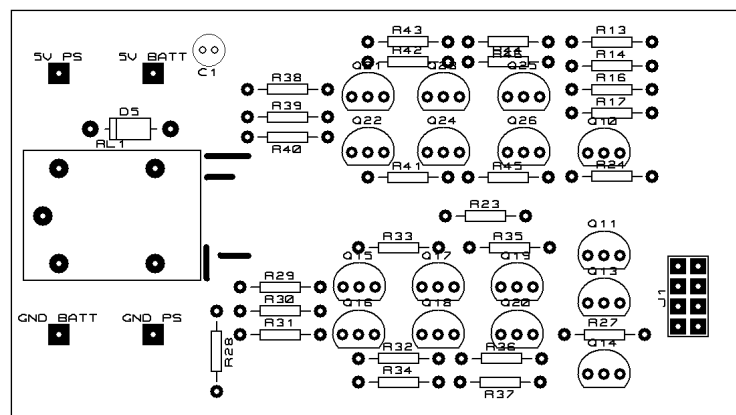
Gambar 37. *Layout* Rangkaian *Assembly* Tampak Atas

Gambar 37 merupakan *layout* rangkaian *assembly* tampak atas yang sudah dirancang.



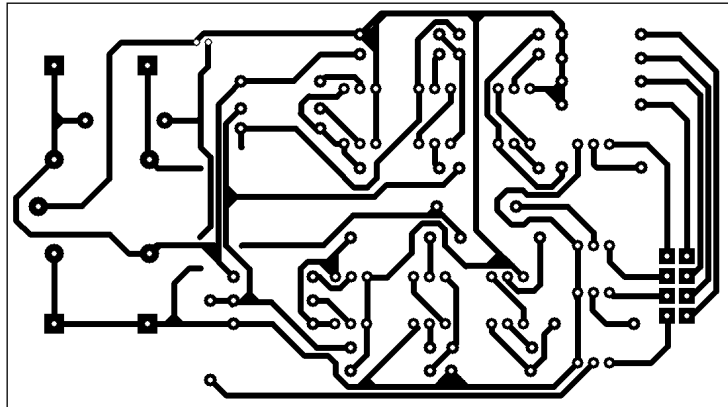
Gambar 38. *Layout* Rangkaian *Assembly* Tampak Bawah

Gambar 38 merupakan *layout* rangkaian *assembly* tampak bawah yang sudah dirancang.



Gambar 39. *Layout* Rangkaian Gerbang Logika Tampak Atas

Gambar 39 merupakan *layout* rangkaian gerbang logika tampak atas yang sudah dirancang.



Gambar 40. *Layout* Rangkaian Gerbang Logika Tampak Bawah

Gambar 40 merupakan *layout* rangkaian gerbang logika tampak bawah yang sudah dirancang.

- a. Pertama-tama menyiapkan gambar *layout* PCB yang telah dibuat dengan ARES Proteus.
- b. Print normal (jangan terbalik) dan gunting *layout* PCB yang akan dicetak, hasil lebih baik jika menggunakan kertas *glossy* atau kalender.
- c. Menyiapkan papan PCB
- d. Mengukur dan memotong PCB sesuai ukuran
- e. Mengamplas PCB dengan *stel wool* sampai bersih. Pastikan tidak ada bercak jari pada PCB tersebut
- f. Transfer Toner
 - 1) Siapkan PCB yang akan digunakan untuk rangkaian, dan *layout* PCB yang telah diprint
 - 2) Siapkan campuran cairan alkohol dan aseton dengan perbandingan 8:3, alkohol yang digunakan adalah 98% food grade.

- 3) Semprokan cairan campuran secara merata pada PCB, dan pelan-pelan letakkan *layout* PCB agar sesuai pada posisinya
- 4) Tunggu sebentar, dan pastikan kertas *glossy* telah basah terkena cairan, jika belum, semprot sedikit lagi sampai sudah terlihat basah.
- 5) Tunggu 5-10 detik, sebelum menekan kertas *layout* dengan permukaan yang rata, bisa dengan kartu nama.
- 6) Siapkan kertas mika, dan letakkan diatas *layout* PCB yang sudah disemprot.
- 7) Tekan ujung kartu nama yang berpermukaan datar secara menyeluruh di setiap *layout* PCB, lakukan langkah ini sebanyak 30-50 kali.
- 8) Biarkan selama 1 menit sebelum mulai melepas *layout* PCB.
- 9) Jika ada jalur yang belum menempel, lakukan langkah 7) dengan jumlah penekanan tergantung hingga jalur tertempel sepenuhnya, selalu lihat hasil setiap 5 kali penekanan pada *layout* PCB.
- 10) Jika jalur sudah sepenuhnya tertempel, keringkan 5 menit sebelum dilarutkan

Setelah proses transfer toner, PCB siap untuk dilarutkan menggunakan FeCl_3 (Feriklorit), sebelumnya pastikan jalur PCB tidak ada yang rusak maupun terpotong. Jika ada tambal dengan spidol permanen.

- g. Taburkan FeCl_3 ke baskom dan larutkan menggunakan air panas. Semakin banyak FeCl_3 , semakin cepat proses pelarutan.
- h. Setelah FeCl_3 larut dalam air panas, masukkan PCB dan goyang-goyangkan baskom secara perlahan dan konstan. Hal ini berguna agar PCB cepat larut.

- i. Lakukan pengecekan pada PCB untuk melihat apakah jalur sudah terlihat dan terlarut dengan benar. Jika sudah, angkat PCB dan bersikan dengan air dan gosok PCB dengan *stel wool* sampai tinta yang melekat pada jalur PCB bersih.
- j. Selanjutnya yaitu pelubangan PCB dengan bor. Sesuaikan mata bor yang digunakan dengan komponennya.
- k. PCB siap dipasang komponen. Namun, sebelumnya lapisi PCB menggunakan gondorukem untuk melindungi tembaga pada permukaan PCB agar tidak mudah teroksidasi dan juga untuk mempercepat pengeringan timah saat tahap penyolderan.
- l. Tahap penyolderan. Pasang komponen sesuai dengan *layout* yang dibuat di ARES Proteus, perhatikan pula polaritasnya. Setelah itu solder komponen yang terpasang dengan benar. Bentuk solderan yang baik akan membentuk kerucut.

8. Pemasangan Rangkaian pada *Box* Panel

Box ini nantinya akan menampung modul Arduino UNO, modul sensor shield, modul *bluetooth*, modul relay, modul charger, rangkaian catu daya, rangkaian LED indicator, dan rangkaian *assembly*.

- a. Hal pertama yang dilakukan ialah mengukur kebutuhan ukuran *box* panel yang akan dibeli.
- b. Selanjutnya mendesain penempatan komponen pada lempengan besi dalam *box* panel, dan luar *box* panel untuk LEDnya.
- c. Setelah selesai mendesain penempatan komponen, lakukan pengeboran untuk setiap kaki-kaki rangkaian yang didesain untuk pemasangan spacer PCB di

lempengan besi dalam *box* panel, dan luar *box* panel untuk penempatan sarang LED.

- d. Setelah itu, pasang semua komponen dalam *box* dan perkabelannya, jangan lupa merapihkan kabel *jumper* yang dipasang agar terlihat bagus.
- e. Lakukan uji coba alat dalam *box*.

F. Perangkat lunak

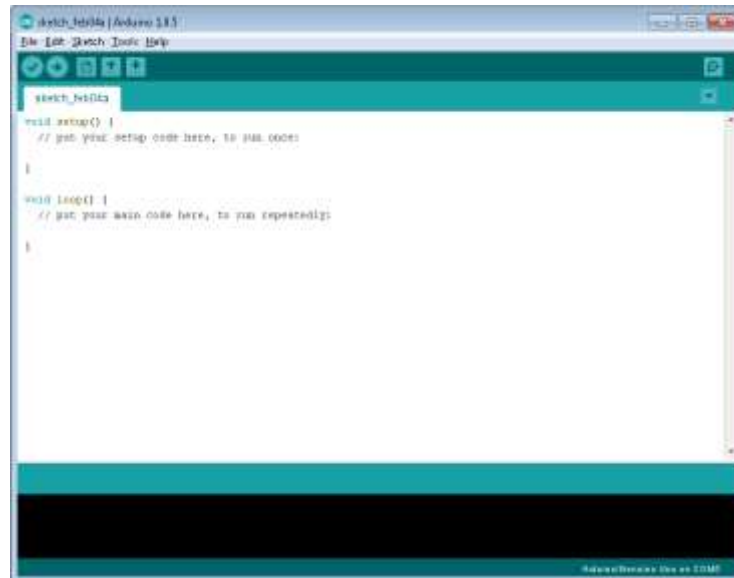
1. *Software* Arduino UNO

Sehubungan dengan pembahasan untuk saat ini *software* Arduino yang akan digunakan adalah driver dan uno, walaupun masih ada beberapa *software* lain yang sangat berguna selama pengembangan Arduino. Arduino UNO adalah *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan Java. Arduino UNO terdiri dari:

- a. Editor program, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis, dan mengedit program dalam bahasa C/C++
- b. Compiler, sebuah modul yang mengubah kode program (C/C++) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah mikrokontroller tidak akan bisa memahami kode program. Instruksi yang dapat dipahami oleh mikrokontroller adalah kode biner. Itulah sebabnya compiler juga tersedia dalam *software* ini.
- c. Uploader, sebuah modul yang memuat kode biner yang telah diubah, dari komputer menuju mikrokontroller di papan arduino.

Sebuah kode program Arduino umumnya disebut dengan istilah *sketch*. Kata ini digunakan secara bergantian dengan “kode program” dimana keduanya

memiliki arti yang sama. Berikut ini adalah contoh tampilan Arduino dengan *sketch* yang sedang diedit.



Gambar 41. Tampilan *Software* Arduino UNO

2. Algoritma

a. Algoritma sistem

- 1) Start
- 2) Aktifkan *bluetooth* pada smartphone
- 3) Membuka aplikasi kontrol relay dengan *bluetooth* di *smartphone*
- 4) Pairing *bluetooth* smartphone dengan *bluetooth* sistem
- 5) Menekan tombol ON atau OFF pada aplikasi kontrol relay di *smartphone*
- 6) Lampu menyala atau mati
- 7) Tampilan status relay di LED indikator sistem
- 8) Inisialisasi sensor ultrasonik
- 9) Jika jarak benda lebih dari 50 cm, lampu hidup
- 10) Jika tidak, lampu mati

11) Tampilan status relay di LED indikator sistem

12) Stop

b. *Flowchart Program*

1) Start

2) ON =1; OFF=0; Input = serialRead; *bluetooth*; Sensorpin = 2

3) Set relay1=OUTPUT; relay2=OUTPUT; relay3=OUTPUT; relay4=OUTPUT;
relay5=OUTPUT; relay6=OUTPUT; relay7=OUTPUT; dan relay8=OUTPUT.

4) Set kondisi relay=OFF

5) Baca EEPROM

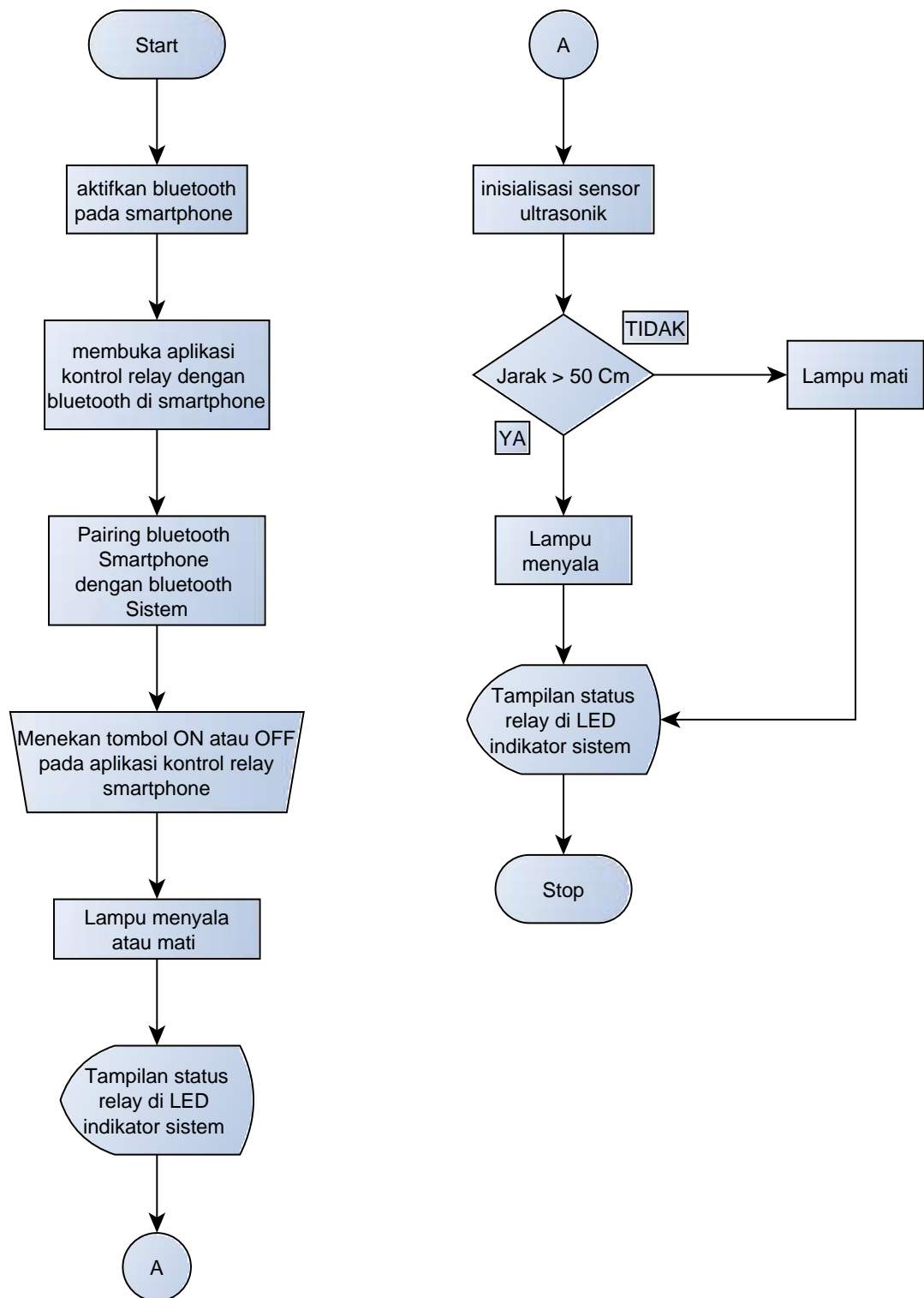
6) Trigpin=INPUT, dan EchoPin=OUTPUT

7) Apakah serialmasuk > 0; jika Ya, apakah Input=huruf besar; jika YA, set relay=HIGH, dan tulis data di EEPROM, jika TIDAK, set relay=LOW, dan tulis data di EEPROM

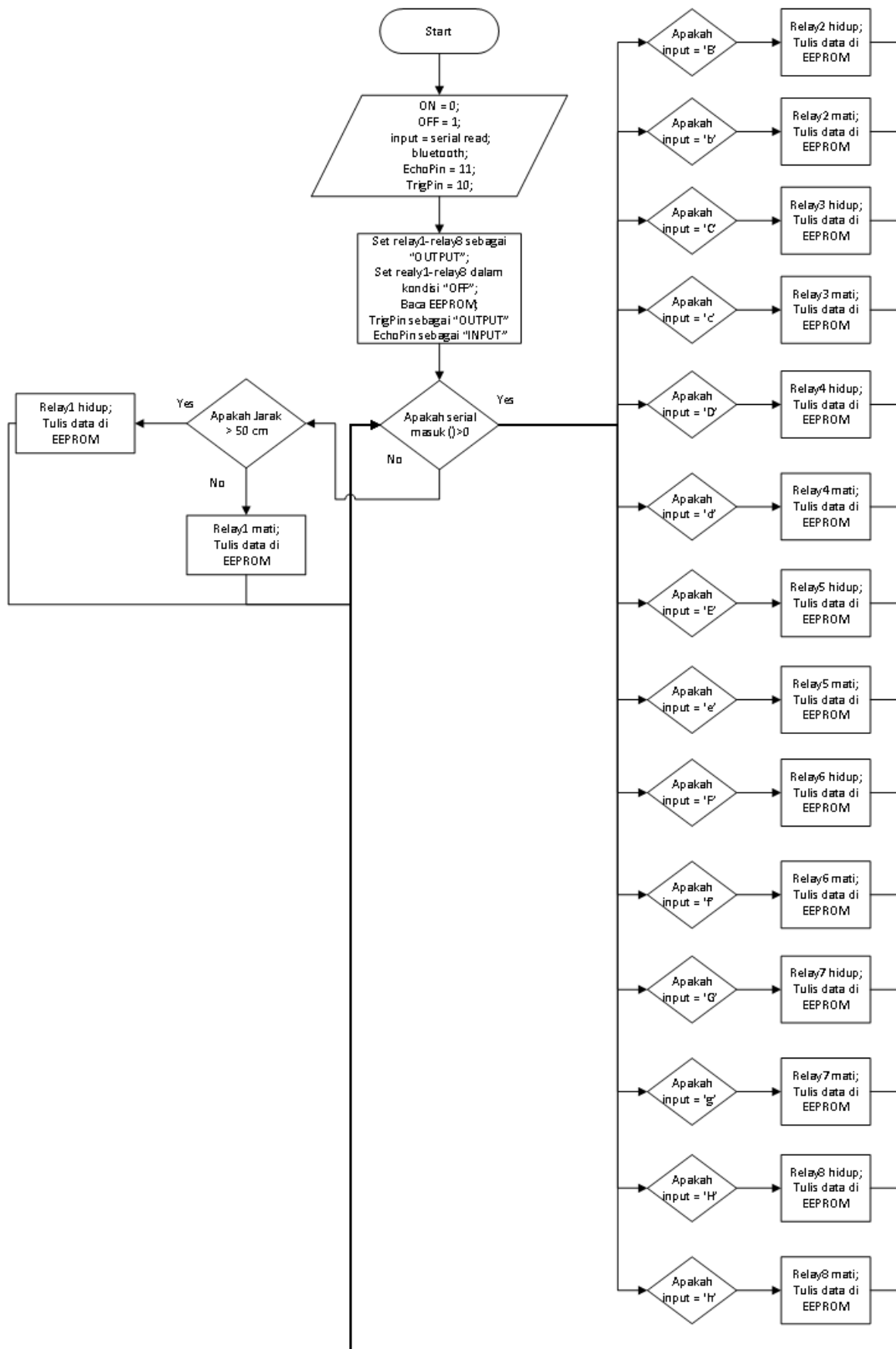
8) Input akan bervariasi dari huruf “B” hingga “H” dan dari huruf “b” hingga huruf “h”, huruf besar akan membuat relay menyala, dan huruf kecil akan membuat relay mati.

9) Jika TIDAK ada serial masuk maka, apakah jarak > 50 cm; jika YA, relay1=HIGH, dan kembali ke step 7; jika TIDAK relay1=LOW, dan kembali ke step 7

10) Stop



Gambar 42. Flowchart Sistem



Gambar 43. Flowchart Program

G. Spesifikasi Alat

Sistem kontrol terpadu untuk saklar otomatis dengan Arduino UNO ini memiliki spesifikasi sebagai berikut.

1. Bahan *box* panel, terbuat dari plat besi dengan ukuran 20x30x12 cm (panjang x tinggi x lebar) dan tebal plat 1,2 mm
2. Simulasi kinerja sistem kontrol terpadu menggunakan 2 buah modul relay 4 channel, 1 buah sensor ultrasonik, dan peralatan listrik berupa lampu.
3. Unit masukan
 - a. Sensor ultrasonik dengan inputan sensor berupa besaran waktu dari pin Echo.
 - b. Masukan perintah dari Smartphone *user*, diperoleh dari modul *bluetooth* yang diteruskan oleh Arduino UNO.
4. Sistem pengendali yang digunakan adalah Arduino UNO.
5. Unit keluaran
 - a. Pengiriman status ulang berisi status relay yang aktif.
 - b. Relay yang akan menyalakan peralatan listrik.
 - c. Status LED yang dipasang diluar *box* panel.
6. Sumber Tegangan rangkaian ada 2, yaitu *power supply* dan baterai, dengan tegangan yang digunakan adalah 3,3 VDC, 5 VDC dan 12 VDC.

H. Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan untuk mendapatkan data penelitian dengan menggunakan dua buah uji, yaitu.

1. Uji Fungsional

Pengujian ini dilakukan dengan cara menguji setiap bagian alat berdasarkan karakteristik dan fungsi masing-masing. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah setiap bagian dari perangkat telah berkerja sesuai dengan fungsi dan keinginan. Pengujian fungsional meliputi pengujian tegangan, pengujian titik kerja transistor, pengujian tegangan relay, pengujian sensor ultrasonik, dan pengujian jarak jangkauan *bluetooth*.

2. Uji unjuk kerja

Pengujian unjuk kerja alat dilakukan dengan cara melihat unjuk kerja sistem. Hal-hal yang perlu diamati antara lain: rangkaian catu daya, rangkaian LED indikator, rangkaian *assembly*, dan kinerja alat dalam merespon input baik dari sensor maupun dari *user* dengan modul *bluetooth*.

I. Tabel Uji Alat

1. Pengujian tegangan

a. Pengujian tegangan catu daya

Tabel 7. Tabel Pengukuran Tegangan Catu Daya Utama

No	Pengukuran	Vin (Volt)	V output (Volt)	
			Tanpa beban	Dengan beban
1.	LM7812			
2.	LM7805			

Tabel 8. Tabel Pengukuran Tegangan Baterai di Modul DC *Booster*

No	Pengukuran	Vin (Volt)	Vout (Volt)
1	<i>Full mode</i>		
2.	<i>Charging mode</i>		

2. Pengujian titik kerja transistor

a. Rangkaian LED indikator

Tabel 9. Tabel Pengukuran Titik Kerja Transistor

No	Kondisi		Vbe(Volt)				Ic (Mili Ampere)			
	<i>Power supply</i>	Baterai	Q21	Q22	Q15	Q16	Q10 1	Q11 2	Q13 3	Q14 4
1	Nyala	Nyala								
2	Nyala	Mati								
3	Mati	Nyala								

Keterangan :

Dapat dilihat di gambar 28

b. Rangkaian *Assembly*

Tabel 10. Tabel Pengukuran Titik Kerja Transistor LED Menyala

No	Kondisi status relay	Transistor	Vbe (Volt)	Ic(mA)
1	Nyala	Q1		
2	Nyala	Q2		
3	Nyala	Q3		
4	Nyala	Q4		
5	Nyala	Q5		
6	Nyala	Q6		
7	Nyala	Q7		
8	Nyala	Q8		

3. Pengujian tegangan relay

Tabel 11. Tabel Pengujian Tegangan Relay

No.	Tegangan sinyal relay (Volt)	Tegangan relay NC-COM (Volt)	Keterangan
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

4. Pengujian sensor ultrasonik

a. Pengujian jarak aktivasi sensor

Tabel 12. Tabel Pengujian Sensor Ultrasonik

No.	Jarak deteksi (meter)	Sinyal sensor	Keterangan
1			
2			

Keterangan :

Panjang kabel yang digunakan adalah 10 meter.

b. Pengujian respon sensor ultrasonik terhadap relay

Tabel 13. Tabel Pengujian Respon Sensor Ultrasonik Terhadap Relay1

No.	Jarak deteksi	Respon relay1	Keterangan
1			
2			

5. Pengujian jarak jangkauan *bluetooth*

Tabel 14. Tabel Pengujian Jarak Jangkauan *bluetooth*

No.	Kondisi	Jangkauan (meter)	Keterangan
1			
2			

6. Pengujian status sistem kontrol

Tabel 15. Tabel Pengujian Status Sistem Kontrol 1

No.	Kondisi Listrik Utama	Kondisi Baterai	LED Indikator		Keterangan
			Sistem	Batterai	
1.	Nyala	Penuh			
2.	Nyala	Habis			
3.	Mati	Penuh			

Tabel 16. Tabel Pengujian Respon Sistem Kontrol 2

No.	Relay yang diaktifkan	Kondisi Lampu AC Menyala	LED Indikator Relay Menyala	Keterangan
1	Relay 1			
2	Relay 2			

3	Relay 3			
4	Relay 4			
5	Relay 5			
6	Relay 6			
7	Relay 7			
8	Relay 8			

Keterangan :

Baterai dalam kondisi berfungsi dengan baik

J. Pengoperasian Alat

Pengoperasian alat ini dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut.

1. Pastikan semua kabel sudah terhubung pada tempatnya.
2. Tempatkan sensor ultrasonik pada lokasi yang diinginkan.
3. Sambungkan *power supply* utama dengan tegangan AC 220V.
4. Nyalakan *bluetooth* pada smartphone, dan jalankan aplikasinya.
5. Hubungkan aplikasi dengan sistem kontrol.
6. Tekan tombol pada aplikasi untuk menghidupkan lampu yang diinginkan
7. Sensor akan otomatis mengaktifkan relay 1, dan menyalakan lampu
8. Selesai

BAB IV

PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Pengujian terhadap alat dilakukan untuk mengetahui kinerja dari masing-masing komponen yang digunakan. Pengujian ini diharapkan mendapatkan hasil yang baik dan komponen penyusun alat secara keseluruhan bekerja sesuai fungsinya.

A. Pengujian

1. Pengujian tegangan *power supply* dan baterai

Pengujian *power supply* dan baterai dibutuhkan karena merupakan sebuah rangkaian yang memberikan sumber tegangan ke seluruh rangkaian dalam sistem kontrol ini. Pengukuran catu daya dilakukan dengan cara diukur pada saat ada dan tanpa beban. Pengukuran ini dilakukan untuk memastikan tegangan yang dihasilkan *power supply* tidak melebihi kapasitas maksimal tegangan kerja pada seluruh rangkaian. Tabel 17 merupakan pengukuran tegangan *power supply* pada saat ada dan tanpa beban.

Tabel 17. Hasil Pengujian Tegangan *Power Supply*

No	Pengukuran	Vin (Volt)	V output (Volt)	
			Tanpa beban	Dengan beban
1.	LM7812	15	12.12	12.12
2.	LM7805	15	5	4.85

Tabel 17 menunjukkan hasil pengukuran untuk kondisi tanpa beban dan dengan beban. Regulator yang dipakai ialah LM7812CV dan LM7805C keduanya mempunyai keluaran arus maximal sebesar 1,5 Ampere, dengan suhu operasi maksimal hingga mencapai 125° C. kedua regulator berfungsi dengan normal dan

sudah mengeluarkan tegangan yang sesuai dengan yang tertera di datasheet komponen. Input yang diberikan untuk regulator LM7812CV adalah 15 V AC dari trafo, sedangkan untuk regulator LM7805CV adalah 12 V DC dari regulator.

Kondisi tegangan seperti pada tabel 17, menunjukkan bahwa rangkaian sudah dapat menyuplai tegangan dengan baik, walaupun tegangan yang dihasilkan LM7805CV ketika diberi beban berkurang 0,15 V dari yang tidak diberi tegangan, sudah dapat menyuplai tegangan untuk seluruh komponen agar dapat berfungsi dengan baik.

Tabel 18. Hasil Pengujian Tegangan Baterai

No	Pengukuran	Vin (Volt)	Vout (Volt)
1	<i>Full mode</i>	3.7	4.98
2.	<i>Charging mode</i>	2.5	0

Tabel 18 merupakan hasil pengujian untuk pengukuran tegangan baterai. Faktor yang diuji adalah ketika baterai dalam kondisi *full* atau masih ada tegangan dan mode *charging* atau tidak ada tegangan, ketika baterai dalam kondisi *full mode*, Vout yang dihasilkan sudah sesuai dengan kebutuhan tegangan arduino dan rangkaian-rangkaian yang ada di dalam sistem kontrol ini, dan ketika baterai dalam kondisi *charging mode*, modul *charging* sudah dapat berfungsi sebagaimana mestinya, yang dimana jika tegangan baterai kurang dari 2.4 Volt, sumber tegangan dari baterai akan diputus secara otomatis dari beban.

2. Pengujian titik kerja transistor

Pengujian ini dibutuhkan untuk melihat, apakah transistor sudah bekerja dengan baik atau belum, dengan cara mengukur V_{be} dan I_c , yang mana akan menunjukkan nyala atau tidak, LED yang terdapat pada sistem kontrol ini.

Tabel 19. Hasil Pengujian Titik Kerja Transistor

No	Kondisi		V_{be} (Volt)				I_c (Mili Ampere)			
	<i>Power supply</i>	Baterai	Q21	Q22	Q15	Q16	Q10	Q11	Q13	Q14
1	Nyala	Nyala	0.605	0.668	0.607	0.667	0	18.17	0	18.18
2	Nyala	Mati	0.670	5.14	0.629	5.51	0	18.20	18.20	0
3	Mati	Nyala	4.32	0.636	4.28	0.612	18.30	0	0	18.14

Pada tabel 19 menunjukkan hasil pengujian titik kerja transistor pada rangkaian LED indikator. Hasil menunjukkan, rangkaian sudah bekerja LED indikator sudah berkerja dengan baik.

Tabel 20. Hasil Pengujian Titik Kerja Transistor LED Menyala

No	Kondisi status relay	Transistor	V_{be} (Volt)	I_c (mA)
1	Nyala	Q1	0.75	18.46
2	Nyala	Q2	0.75	18.46
3	Nyala	Q3	0.75	18.46
4	Nyala	Q4	0.75	18.46
5	Nyala	Q5	0.75	18.46
6	Nyala	Q6	0.75	18.46
7	Nyala	Q7	0.75	18.46
8	Nyala	Q8	0.75	18.46

Pada tabel 20 merupakan hasil pengujian titik kerja transistor pada rangkaian *assembly*. Hasil pengujian menunjukkan, rangkaian *assembly* sudah bekerja dengan baik.

3. Pengujian tegangan relay

Pengujian ini dilakukan untuk melihat relay, apakah sudah bekerja dengan baik atau belum, dengan menghubungkan output relay dengan lampu, sebagai perwakilan peralatan listrik yang dikontrol.

Tabel 21. Hasil Pengujian Tegangan Relay

No.	Tegangan sinyal relay (Volt)	Tegangan relay NC-COM (Volt)	Keterangan
1	0	217.3	Baik
2	0	218	Baik
3	0	217.1	Baik
4	0	217	Baik
5	0	218	Baik
6	0	218.2	Baik
7	0	218.2	Baik
8	0	217.7	Baik

Tabel 21 menunjukkan hasil pengujian tegangan relay yang pada bagian output dihubungkan dengan sumber tegangan AC, dengan hasil yang menunjukkan relay sudah berfungsi dengan baik.

4. Pengujian sensor ultrasonik

Pengujian ini dilakukan untuk melihat bagaimana respon sensor terhadap sistem kontrol, dengan pengujian ini dapat menunjukkan, apakah sebuah sensor bisa dipasang langsung dalam sistem kontrol ini.

Tabel 22. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

No.	Jarak deteksi (meter)	Sinyal sensor	Keterangan
1	> 50 cm	Bagus	Terdapat sedikit gangguan sinyal
2	< 50 cm	Bagus	Terdapat sedikit gangguan sinyal

Tabel 23. Hasil Pengujian Respon Sensor Ultrasonik Terhadap Relay1

No.	Jarak deteksi	Respon relay1	Keterangan
1	> 50 cm	Menyala	baik
2	< 50 cm	Tidak menyala	baik

Tabel 22 merupakan hasil pengujian sensor ultrasonik, hasil yang didapatkan terbilang sudah cukup baik, melihat kondisi kabel yang panjang dan keluaran sensor yang bisa dibidang mengirim sinyal setiap 10 us.

Sedangkan untuk tabel 23 merupakan hasil pengujian respon sensor terhadap relay1 yang terdapat dalam sistem kontrol, hasil yang didapatkan, sensor dan relay1 sudah dapat bekerja dengan baik, jika sensor sudah mendeteksi pada jarak >50 cm, maka relay1 akan dihidupkan.

5. Pengujian jarak jangkauan *bluetooth*

Pengujian jarak jangkauan *bluetooth* dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh jangkauan modul *bluetooth* HC-05, jika dipasang dalam sistem kontrol.

Tabel 24. Hasil Pengujian Jarak Jangkauan *bluetooth*

No.	Kondisi	Jangkauan (meter)	Keterangan
1	Dalam <i>box</i>	6	Baik
2	Diluar <i>box</i>	13	Baik

Pada tabel 24, menunjukkan hasil pengujian jarak jangkauan modul *bluetooth* jika dipasang dalam dua kondisi, dalam *box* dan di luar *box*. Hasil menunjukkan *bluetooth* yang dipasang di dalam *box*, jarak jangkauan hanya mencapai 6 meter, sedangkan jika dipasang di luar *box*, jarak jangkauan mencapai 13 meter.

6. Pengujian status sistem kontrol

Pengujian status sistem kontrol ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana status sistem kontrol, yang mana ditunjukkan oleh LED indikator, jika sistem dijalankan secara normal.

Tabel 25. Hasil Pengujian Status Sistem Kontrol 1

No.	Kondisi Listrik Utama	Kondisi Baterai	LED Indikator		Keterangan
			Sistem	Batterai	
1.	Nyala	Penuh	Hijau	Hijau	Baik
2.	Nyala	Habis	Hijau	Merah	Baik
3.	Mati	Penuh	Merah	Hijau	Baik

Pada tabel 25 menunjukkan hasil pengujian status sistem kontrol, yang berdasarkan pada 2 faktor yaitu, kondisi listrik utama, dan kondisi baterai. Hasil pengujian sistem kontrol 1 telah berfungsi dengan baik, sesuai dengan perancangan sistem yang telah dibuat sebelumnya.

Tabel 26. Hasil Pengujian Status Sistem Kontrol 2

No.	Relay yang diaktifkan	Kondisi Lampu AC Menyala	LED Indikator Relay Menyala	Keterangan
1	Relay 1	Lampu 1	Relay 1	Baik
2	Relay 2	Lampu 2	Relay 2	Baik
3	Relay 3	Lampu 3	Relay 3	Baik
4	Relay 4	Lampu 4	Relay 4	Baik

5	Relay 5	Lampu 5	Relay 5	Baik
6	Relay 6	Lampu 6	Relay 6	Baik
7	Relay 7	Lampu 7	Relay 7	Baik
8	Relay 8	Lampu 8	Relay 8	Baik

Pada tabel 26 menunjukkan hasil pengujian status sistem kontrol 2, yang berdasarkan pada 1 faktor yaitu, input dari user melalui smartphone, yang mana akan mengaktifkan relay pada sistem kontrol. Hasil pengujian untuk status sistem kontrol 2, sudah dapat berkerja dengan baik, sesuai dengan perancangan sistem yang telah dibuat sebelumnya.

7. Pengujian unjuk kerja

Pengujian unjuk kerja dilakukan untuk mengetahui kinerja seluruh bagian dari sistem secara utuh, hal-hal yang perlu diamati antara lain rangkaian catu daya, rangkaian *assembly*, rangkaian LED indikator, dan kinerja alat dalam merespon input baik dari sensor maupun dari *user* dengan modul *bluetooth*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah alat sudah bekerja dengan baik atau masih terdapat kekurangan pada saat alat melakukan proses kerja.

a. Rangkaian Catu daya atau *power supply*

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, hasil pengujian catu daya menunjukkan bahwa rangkaian ini sudah bekerja dengan baik dan dapat menyediakan tegangan yang stabil untuk seluruh sistem pada keadaan normal, walaupun ada selisih tegangan antara Vout tanpa beban dan dengan Vout dengan beban.

b. Rangkaian *assembly*

Pengujian rangkaian ini dapat dilihat pada tabel 21 dan 27, dimana pada tabel 21 merupakan hasil pengujian titik kerja transistor yang berada di dalam rangkaian ini, dan pada tabel 27 merupakan hasil pengujian LED yang terhubung pada transistor di dalam rangkaian ini. Rangkaian ini sudah bekerja dengan baik, dan output LED indikator untuk relay juga sudah bekerja sesuai dengan input yang diberikan.

c. Rangkaian LED indikator

Pengujian pada rangkaian ini dapat dilihat pada tabel 20 dan 26, dimana pada tabel 20 merupakan hasil pengujian titik kerja transistor yang berada dalam rangkaian ini, dan pada tabel 26 merupakan hasil pengujian LED yang terhubung pada transistor yang disusun berdasarkan gerbang logika yang dirancang sebelumnya. Rangkaian ini sudah berfungsi dengan baik, dan output LED indikator sistem dan baterai, sudah bekerja sesuai dengan kondisi yang ada.

d. Respon alat terhadap input yang diberikan

Terdapat 2 input yang mempengaruhi respon alat yaitu, input dari *user* dengan menggunakan *bluetooth*, dan input dari sensor ultrasonik, yang mana keduanya dapat menghidupkan relay dalam sistem.

Untuk input menggunakan *bluetooth*, pengujian sudah dilakukan dengan hasil yang dapat dilihat dalam tabel 27, dari data pada tabel tersebut menunjukkan, respon sistem terhadap inputan *user* dengan menggunakan *bluetooth* sudah bekerja dengan baik, dengan setiap nyala dan matinya relay terpantau di LED indikator relay, dan lampu yang terhubung di alat.

Untuk input dari sensor ultrasonik, pengujian sudah dilakukan dengan hasil yang dapat dilihat dalam tabel 23 dan 24, kedua tabel tersebut menunjukkan respon alat terhadap sensor yang ditandai dengan hidup matinya relay1 pada alat, sehingga hasil yang didapat ialah respon sistem terhadap sensor ultrasonik sudah dapat bekerja dengan cukup baik.

B. Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa sistem yang telah dirancang, dapat bekerja dengan baik, sebagaimana fungsinya, walaupun masih terdapat sinyal yang terganggu pada saat pembacaan sensor ultrasonik, berikut pembahasan dari pengujian yang telah dilakukan :

1. Power supply

Power supply pada alat ini menggunakan dua buah IC regulator tegangan yaitu LM7812CV dan LM7805CV. Keduanya pakai untuk menyediakan tegangan untuk rangkaian dan sensor. Pengujian *power supply* ini menggunakan 2 buah indikator yaitu tanpa beban, dan dengan beban. Untuk hasil pengukuran tanpa beban pada LM7812CV, mempunyai hasil yang sama dengan hasil pengukuran dengan beban, dikarenakan tegangan ini dialokasikan untuk mensuplai tegangan sensor yang ada. Sedangkan untuk hasil pengukuran tanpa beban pada LM7805CV ternyata mempunyai selisih dengan hasil pengukuran dengan beban, hal ini dikarenakan, tegangan 5 V ini untuk mensuplai tegangan arduino, rangkaian *assembly*, rangkaian LED indikator, dan modul relay.

2. Titik kerja transistor

Spesifikasi transistor yang digunakan ialah transistor NPN dengan seri 2N3904, transistor tersebut merupakan transistor yang paling umum digunakan untuk pengaplikasian switch, dalam hal alat ini ialah, menhidupkan LED indikator relay maupun sistem.

Indikator pengukuran yang menggunakan V_{be} dan I_c , dikarenakan V_{be} dapat menunjukkan karakteristik kondisi sebuah transistor, dimana jika $V_{be} > 0,7 \text{ V}$, maka transistor akan masuk dalam kondisi saturasi, dengan kondisi arus dari kolektor akan menuju emitor, dan sebaliknya jika $V_{be} < 0,7 \text{ V}$, maka transistor akan masuk dalam kondisi status cut-off, dimana tidak akan ada arus kolektor, karena *switch* transistor dalam keadaan mati.

Dapat dilihat di tabel 20, yang merupakan hasil pengujian titik kerja transistor pada rangkaian LED indikator, pada kondisi pertama dimana *power supply* dan baterai mensuplai tegangan ke rangkaian, transistor Q21, Q22, Q15, dan Q16, tidak aktif, sehingga untuk LED yang menyala ialah LED hijau sistem dan baterai yang ditandai dengan adanya arus kolektor (I_c) yang mengalir pada transistor Q11, dan Q14, kondisi yang membuat rangkaian tersebut aktif ialah ketika salah satu penyedia tegangan putus, yang mana terlihat ketika kondisi kedua terpenuhi dimana tegangan dari baterai tidak ada, dan tegangan *power supply* ada, pada kondisi ini, transistor Q22, dan Q16 dalam kondisi saturasi, dimana arus akan mengalir dari kolektor menuju emitor, sehingga, menurut perancangan sistem rangkaian gerbang logika pada tabel 6, dimana ketika tegangan dari *power supply* hidup dan tegangan dari baterai mati, LED merah indikator baterai akan menyala,

hal ini ditandai dengan adanya arus kolektor yang mengalir pada transistor Q13, begitupun untuk kondisi ketiga. Pada kondisi ini, transistor Q21, dan Q15 dalam kondisi saturasi, menurut perancangan sistem rangkaian gerbang logika pada tabel 5, dimana ketika tegangan *power supply* mati, dan tegangan baterai hidup, LED merah indikator sistem akan menyala, dan ini ditandai dengan adanya arus kolektor yang mengalir pada transistor Q10.

Untuk tabel 21 pun juga demikian, dapat dilihat setiap kondisi dengan relay yang aktif, selalu mempunyai VBE yang lebih besar daripada 0,7 Volt, dan kondisi arus kolektor yang mengalir, ditandai dengan adanya arus pada Ic ketika diukur.

3. Tegangan relay

Tegangan relay yang diukur dalam pengujian, ialah tegangan yang terhubung pada output modul relay, dibandingkan dengan tegangan sinyal yang diterima modul relay.

Dikarenakan modul relay yang digunakan merupakan active-low, sehingga jika ada tegangan 5 Volt, maka pin output relay COM dengan NC tidak akan terhubung, dan berlaku juga sebaliknya. Dalam pengujian, tegangan yang diterima oleh modul relay ialah 0 Volt, sehingga relay dalam kondisi aktif, dan seharusnya pin output relay COM dengan NC akan terhubung.

Berdasarkan pengujian, kondisi output relay pada kondisi modul relay “aktif”, sudah dapat bekerja dengan baik, ini ditandai dengan adanya tegangan antara pin output relay COM dengan NC, yang mana dalam pengujian, pin tersebut

dihubungkan dengan tegangan AC, sehingga dapat dilihat, setiap kondisi sudah terdapat tegangan AC yang mengalir, ketika kondisi modul relay aktif.

4. Sensor ultrasonik

Pembahasan untuk sensor ultrasonik ini hanya dilihat dari unjuk kerjanya saja jika dipadukan dengan sistem, dengan melihat respon relay1 jika sensor ultrasonik mendeteksi barang tertentu atau halangan tertentu yang berjarak lebih atau kurang dari 50 cm.

Dalam pengujian, sensor ultasonik diprogram agar dapat menyalakan relay jika jarak yang dideteksi lebih dari 50 cm. seperti yang dipaparkan dalam tabel 23 dan 24, sensor sudah bekerja dengan cukup baik, dengan catatan kabel yang dipakai merupakan kabel dengan AWG 24, dan hambatan 0,18 Ohm per meternya.

Dikarenakan kabel yang panjang, sinyal yang dikirim menjadi terlambat dan menumpuk, karena untuk mengirim sinyal ultrasonik sehingga terkadang ketika sensor ultrasonik sudah menteksi jarak kurang dari 50, relay1 masih menyala dan mati secara bergantian, akan tetapi berselang beberapa detik, relay1 sudah tidak menyala, dan tetap dalam kondisi tersebut, sampai pengujian selesai.

5. *bluetooth*

Pengujian ini dilakukan untuk melihat seberapa jauh jangkauan modul *bluetooth* jika diaplikasikan dalam alat ini, dan apakah dalam sistem ini dapat dipasang sebuah modul nirkabel yang lainnya untuk berkomunikasi dengan *user*. Pengujian ini terbatas hanya dengan mengukur seberapa jauh modul *bluetooth* dalam *box*, dan diluar *box* alat.

Dalam pengujian yang telah dilakukan, sistem masih dapat diakses lewat *bluetooth* dalam jangka 6 meter, dengan kualitas sinyal yang baik dan kondisi modul *bluetooth* terletak dalam *box* alat, sedangkan jika modul *bluetooth* diletakkan diluar *box* alat, jangkauan *bluetooth* menjadi 13 meter, dengan kualitas sinyal yang bagus.

6. Status sistem kontrol

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah kerja dari setiap komponen sudah berfungsi dengan baik atau belum dengan melihat indikator LED yang terpasang pada alat. Indikator LED ini dapat menunjukkan kinerja modul relay, rangkaian *assembly*, rangkaian gerbang logika (LED indikator), rangkaian *power supply*, dan rangkaian *charging* baterai.

Pengujian ini dilakukan dengan memasang rangkaian *power supply* dengan sumber tegangan AC dari trafo, kemudian sesaat setelah LED indikator menyala, kondisi-kondisi pengujian siap dilakukan seperti pada tabel 26 dan 27, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem sudah bekerja dengan baik, dan semua rangkaian sudah berfungsi sesuai dengan perancangan awalnya.

Pada tabel 26, pengujian dilakukan untuk menguji rangkaian gerbang logika (LED indikator), rangkaian *power supply*, dan rangkaian *charging* baterai. Hasil pengujian menunjukkan, pada kondisi pertama dimana tegangan *power supply* dan baterai ada, maka indikator LED alat akan berwarna hijau pada bagian sistem dan baterai, untuk kondisi kedua dimana tegangan power supplay ada dan baterai tidak ada, maka indikator LED alat menunjukkan, LED hijau pada bagian sistem, dan LED merah pada bagian baterai, sedangkan untuk kondisi ketiga dimana tegangan

power supply tidak ada dan tegangan baterai ada, maka indikator LED alat menunjukkan, LED merah pada bagian sistem, dan LED hijau pada bagian baterai.

Pada tabel 27, pengujian dilakukan untuk menguji rangkaian *assembly*, dan modul relay. Ketika Arduino UNO mengirim sinyal untuk menyalakan relay, maka LED hijau yang terhubung di rangkaian *assembly* akan otomatis menyala, dan dalam waktu bersamaan sinyal akan diteruskan ke modul relay. Seperti terlihat dalam percobaan menyalakan relay 1 hingga 8, relay sudah dapat dinyalakan dengan baik, sesuai dengan sinyal yang dikirim lewat *bluetooth* dari *smartphone*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap sistem kontrol terpadu untuk saklar otomatis dengan Arduino UNO dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Perangkat keras

Perangkat keras sistem kontrol terpadu untuk saklar otomatis telah berhasil dibuat dengan menggunakan beberapa komponen dan rangkaian, diantaranya : rangkaian catu daya sebagai penstabil tegangan pada power supply, rangkaian sumber tegangan baterai sebagai power supply cadangan, rangkaian sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi benda, *bluetooth* sebagai jembatan komunikasi antara sistem dengan user, Arduino UNO sebagai pengendali dan pengolah data sistem, relay 4 channel sebagai pengendali peralatan listrik, rangkaian *assembly* dan gerbang logika sebagai penunjuk kerja relay dan tegangan pada sistem.

2. Perangkat lunak

Perangkat lunak yang diaplikasikan dalam sistem ini menggunakan pemrograman bahasa C/C++ dengan *compiler* buatan Arduino UNO sendiri yang dinamakan Arduino IDE. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, perangkat lunak ini sudah dapat berjalan dengan baik untuk menyalakan peralatan listrik, dan membaca data sensor.

3. Unjuk Kerja

Unjuk kerja sistem kontrol terpadu untuk saklar otomatis dengan Arduino UNO sudah berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Sensor ultrasonik sudah berhasil mendeteksi benda pada jarak lebih dari 50 cm, dan dapat menghidupkan lampu. Modul *bluetooth* sudah berhasil mengirimkan sinyal dari user menuju sistem untuk menghidupkan dan mematikan lampu, dan berhasil mengirim umpan balik tentang kondisi lampu. Tegangan cadangan pada sistem sudah berhasil menyediakan tegangan pada sistem ketika listrik mati. Rangkaian *assembly* dan gerbang logika sudah berhasil menampilkan kondisi relay dan tegangan secara *real-time* melalui LED indikator yang menyala. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, unjuk kerja alat telah bekerja dengan baik

B. Keterbatasan Alat

Ada beberapa kendala saat melakukan pembuatan proyek akhir ini, sehingga ada hal-hal yang perlu diperlu diperhatikan, Saklar Otomatis Sistem Kontrol Terpadu Menggunakan Arduino UNO, memiliki beberapa keterbatasan dalam pembuatanya, antara lain yaitu:

1. IC regulator tegangan yang digunakan menjadi panas saat sistem dinyalakan.
2. Sensor ultrasonik yang terkadang mengirim sinyal yang tidak beraturan ketika awal sistem dinyalakan.
3. Alat yang dirancang sangat tidak cocok digunakan untuk rumah yang sudah dibangun.

4. Tidak cukup relevannya sinyal yang dikirim oleh sensor dengan jarak lebih dari 10 meter.

C. Saran

Pembuatan proyek akhir ini ternyata terdapat beberapa kekurangan sehingga diperlukan pengembangan lagi lebih lanjut. Saran membangun dibutuhkan untuk menyempurnakan alat ini, antara lain sebagai berikut:

1. IC regulator perlu diganti dengan IC yang dapat mengubah arus hingga 2 Ampere.
2. Perlunya sensor dikalibrasi terlebih dahulu agar sinyal yang dihasilkan beraturan.
3. Perlu adanya pengembangan lagi terkait jarak jangkauan sinyal sensor dengan kabel yang panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Bappenas. (2015). Indonesia Terboros dalam Memakai Listrik di ASEAN
- Costwoldarduino (2015). *Sensor Shield*. 15 Maret 2018. <https://costwoldarduino.files.wordpress.com/2015/07/arduino-sensor-shield.pdf>
- Currentbyge (2017). The Value of Wireless Lighting Control, 10, 2.
- Desjardins, J. (2016). *What Uses The Most Energy In Your Home*. 14 Januari 2018. <https://www.visualcapitalist.com/what-uses-the-most-energy-home/>
- Electronics (2018). *Electronics Troubleshooting Forum*. 20 Maret 2018. <https://electronics.stackexchange.com>
- Fredi, Kurniawan (2017). Pengertian Sistem Secara Umum Menurut Para Ahli. 4 Februari 2018. <http://fredikurniawan.com/pengertian-sistem-secara-umum-dan-menurut-para-ahli/>
- Hendrawati, T.D., Lesmana, I. (2016). Rancang Bangun Saklar Otomatis dan Monitoring Suhu Rumah Menggunakan VB. Net dan Arduino. Jurnal Teknologi Rekayasa, 1, 67-72.
- Hotmcu (2018). TP4056 Micro USB Battery Charger. 2 Maret 2018. <http://www.hotmcu.com/tp4056-micro-usb-5v-1a-lithium-battery-charger-with-protection-p-176.html>
- Hyperphysics (2018). *Tansistor Gate Implementation*. 12 Februari 2018. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Electronic/trangate.html#c3>
- Norman S. Nise (2015). *Control System Engineering Sixth Edition*. US: John Wiley & Sons, Inc
- Perdana, P (2012). DC Chopper Tipe Boost. 17 Februari 2018. <http://jendeladenngabei.blogspot.co.id/2012/12/dc-chopper-tipe-boost-boost-converter.html>
- Ramndhoni, R., Supriyadi, S., Nugraha, N. (2018). Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Lampu Otomtis Menggunakan Arduino Dengan Metode Fuzzy Logic Berbasis Android. Jurnal Nuansa Informatika, 12, 1-2.

Rizky, Soetam (2011). Konsep Dasar Rekayasa Perangkat Lunak. Jakarta: Prestasi Pustaka

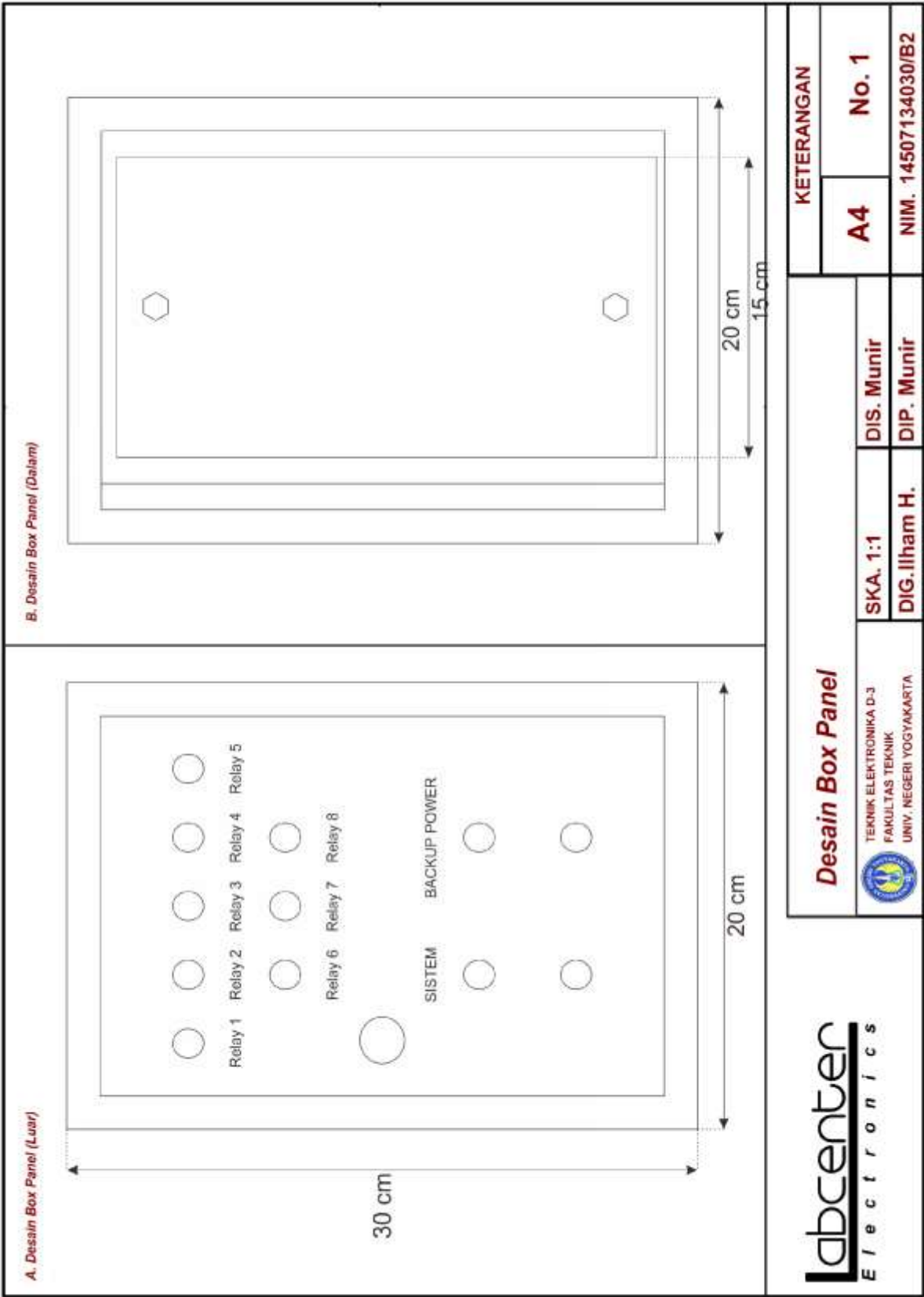
Rndc(2018). Komunikasi Menggunakan Modul *bluetooth* HC-05. 10 Juni 2018.
http://rndc.or.id/wiki/index.php?title=Komunikasi_Menggunakan_Modul_bluetooth_HC-05.

Setiawan, D. (2017). Sistem Kontrol Lampu Menggunakan Metode Manual & Otomatis Berbasis Handphone. Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri), 1, 24-31.

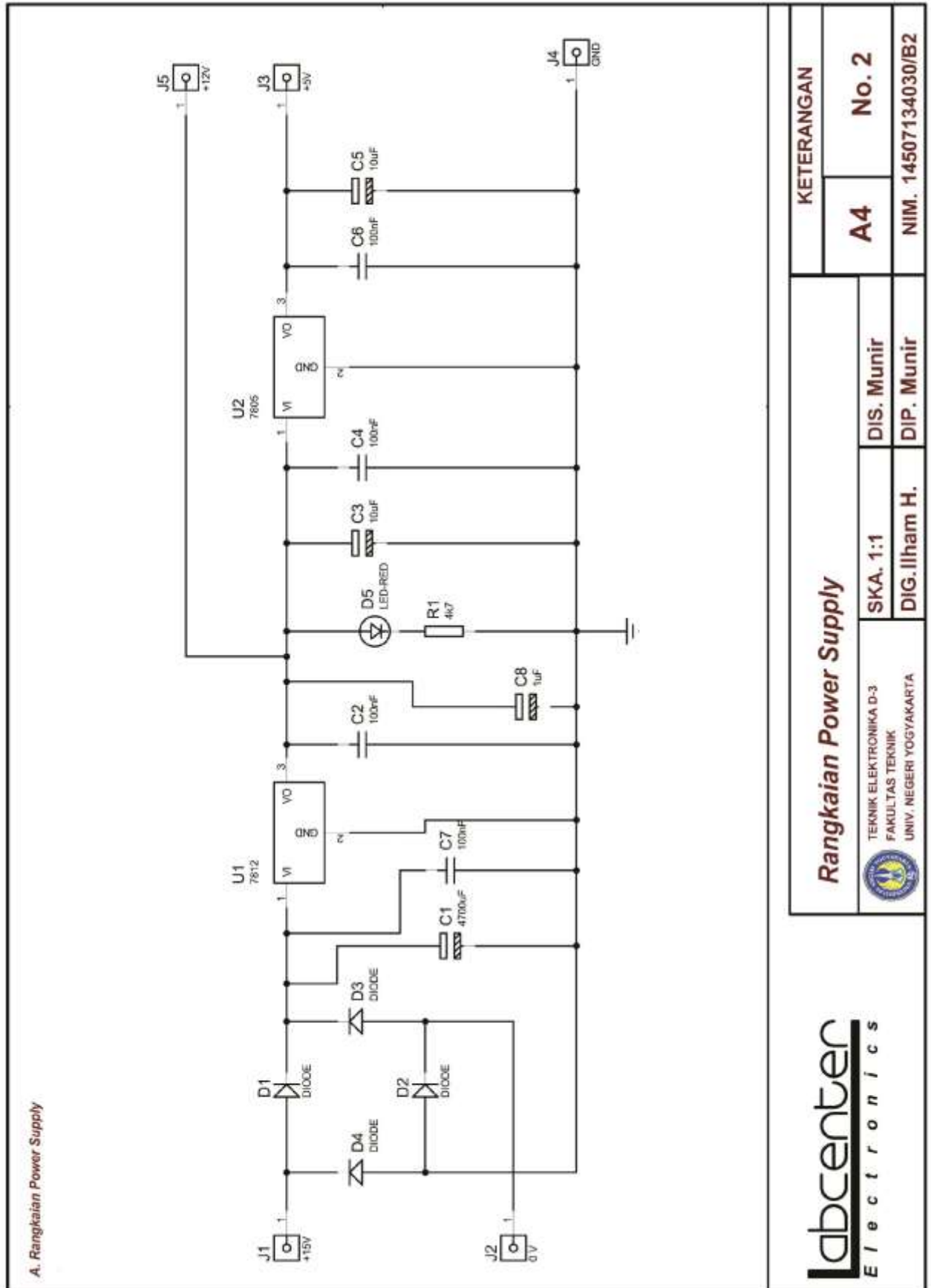
Tyomulyawan (2018). Sistem dan Informasi. 3 Januari 2018.
<https://tyomulyawan.wordpress.com/sistem-dan-informasi/>

LAMPIRAN

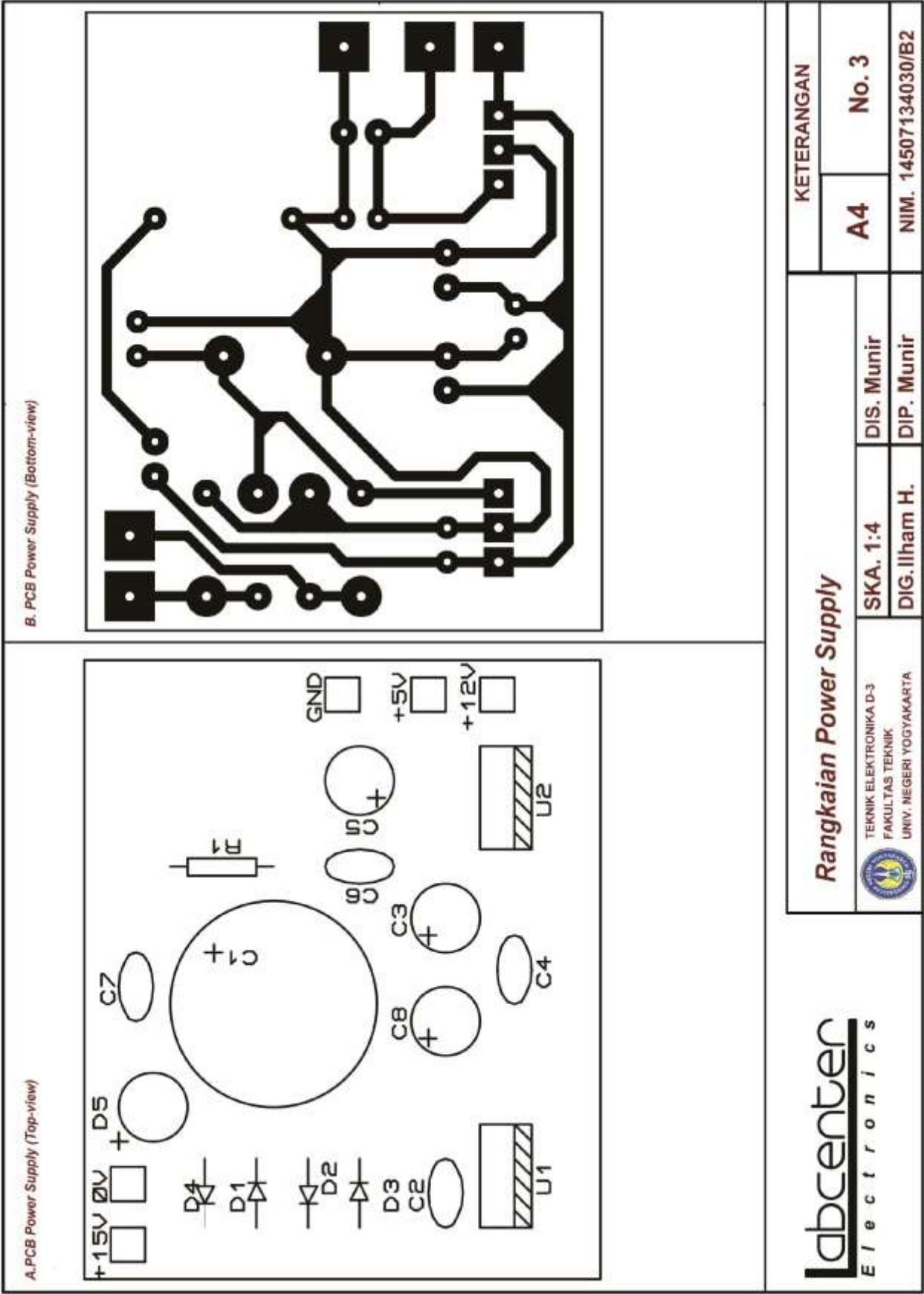
Lampiran 1. Desain *Box Panel*



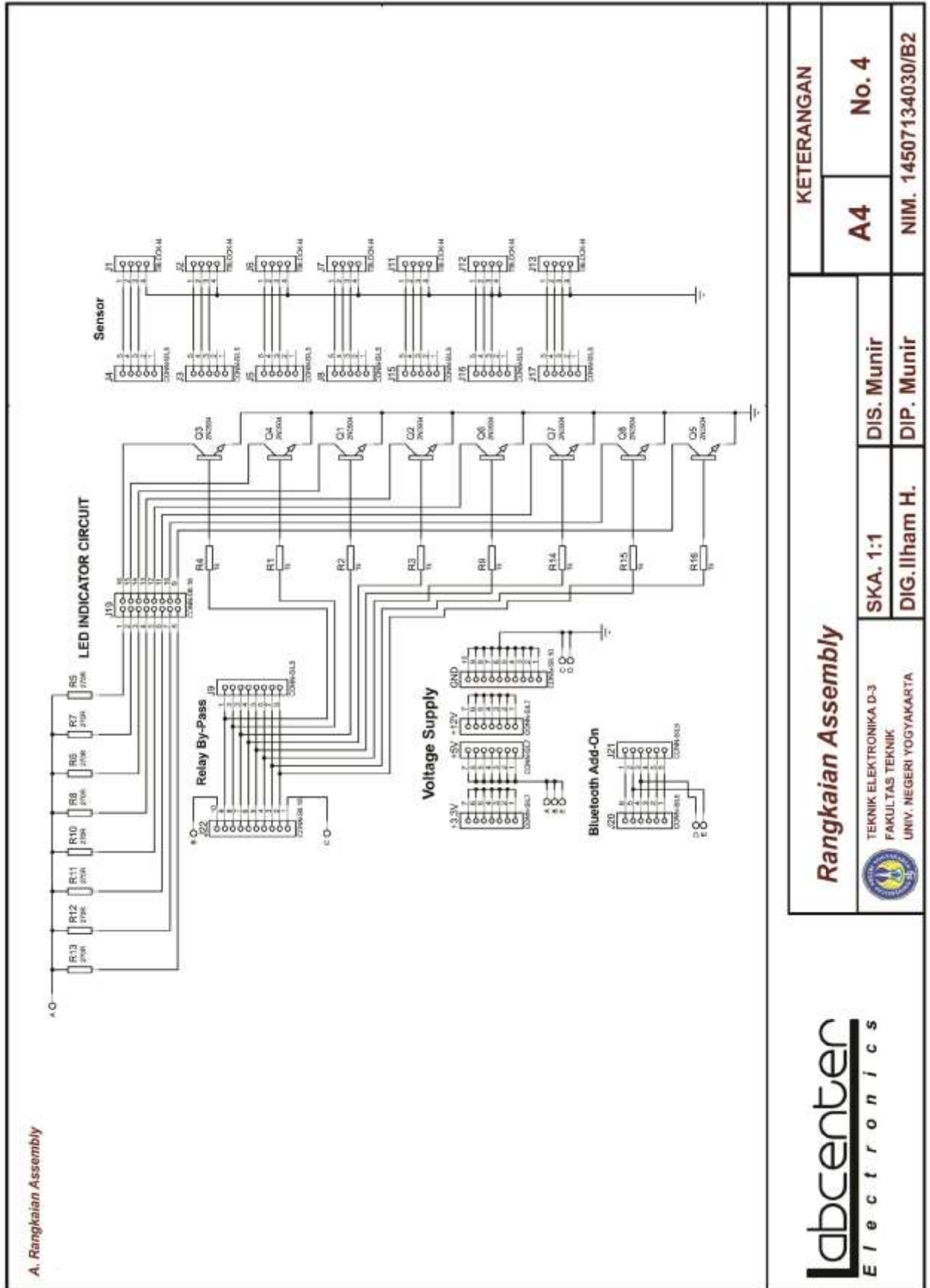
Lampiran 2. Rangkaian *Power Supply*



Lampiran 3. Rangkaian *Power Supply*

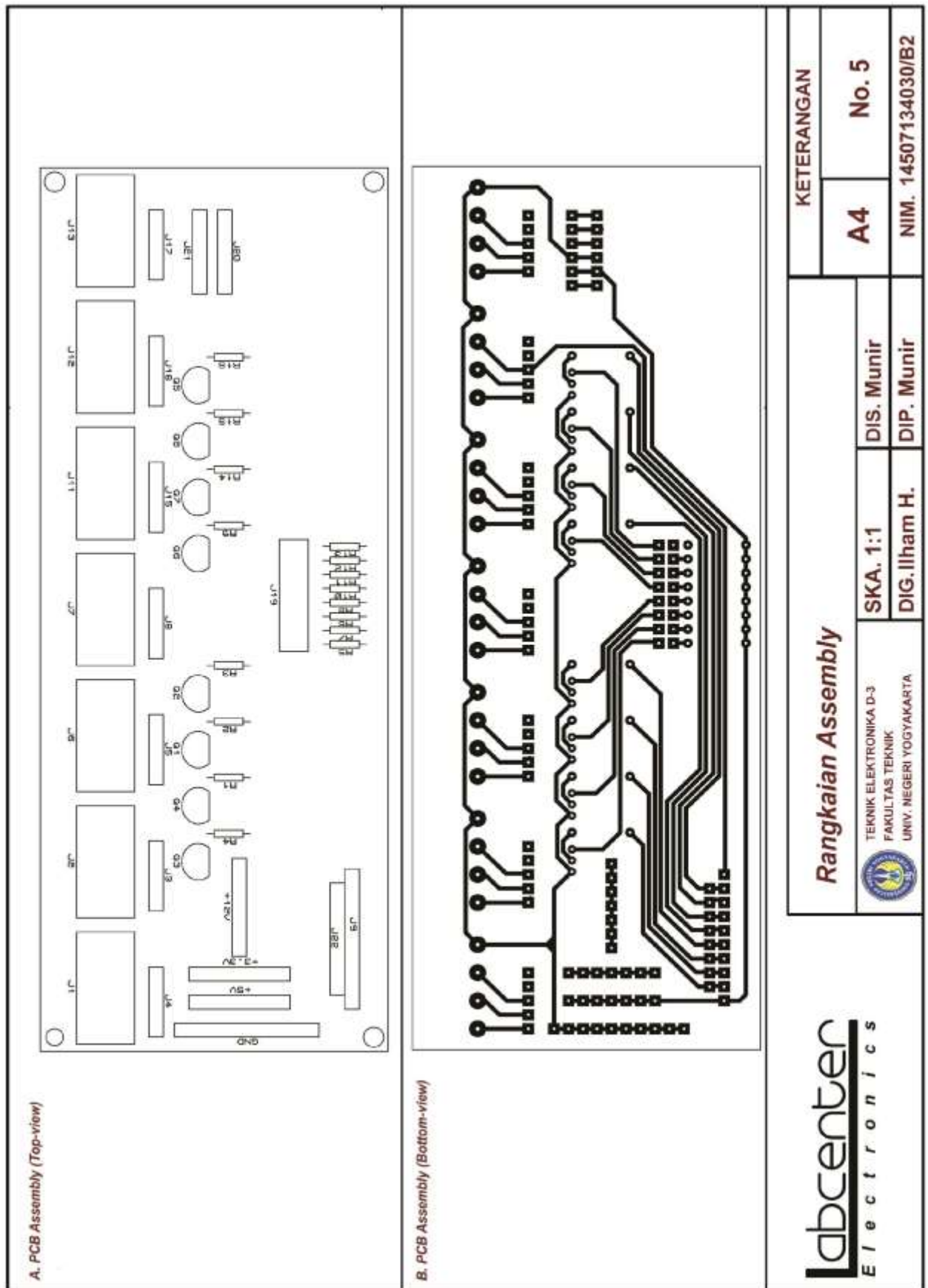


Lampiran 4. Rangkaian Assembly

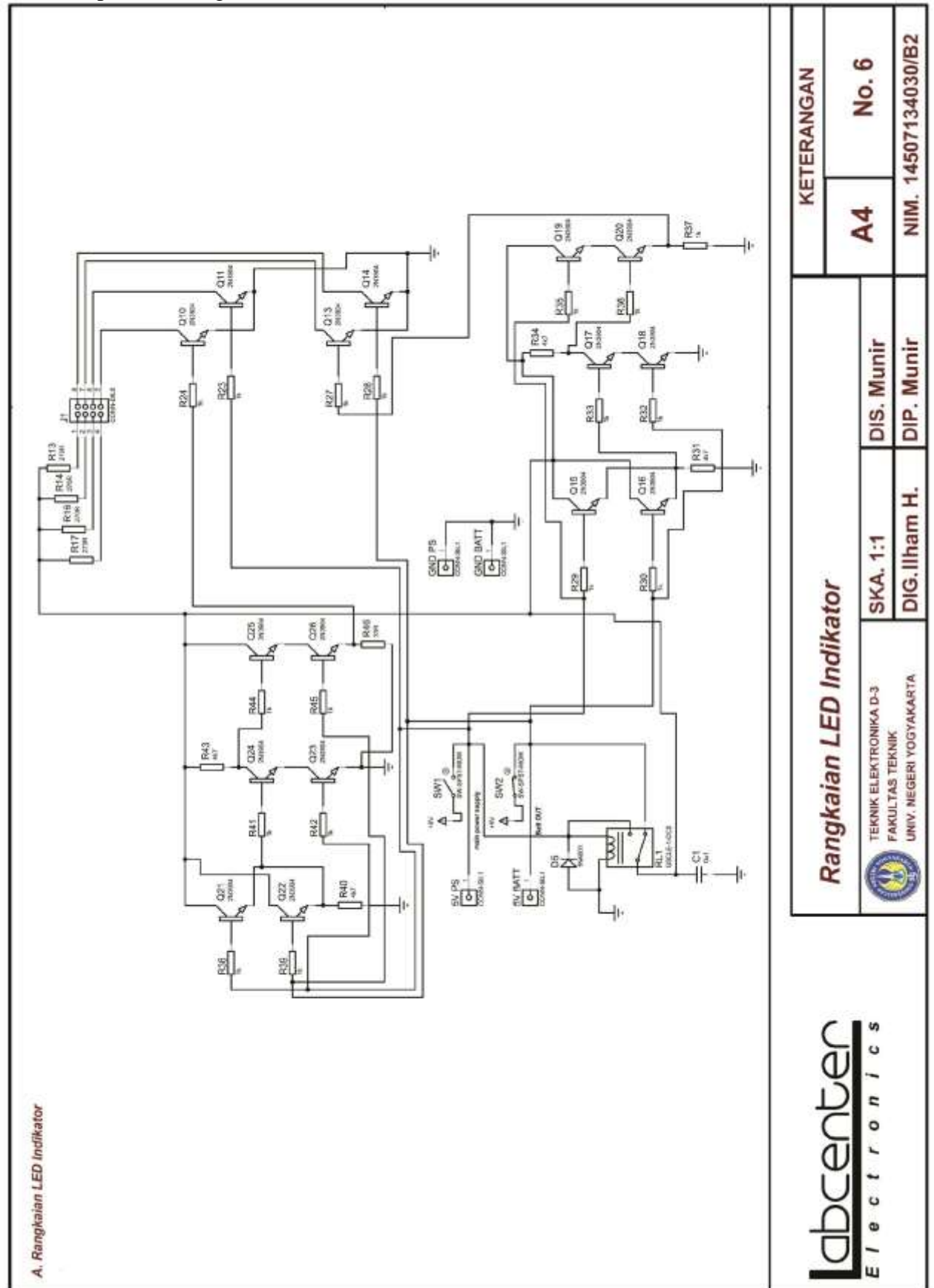


KETERANGAN			
		A4	No. 4
		DIS. Munir	NIM. 14507134030/B2
		DIP. Munir	
		SKA. 1:1	
		DIG. Ilham H.	
		TEKNIK ELEKTRONIKA D-3	
		FAKULTAS TEKNIK	
		UNIV. NEGERI YOGYAKARTA	

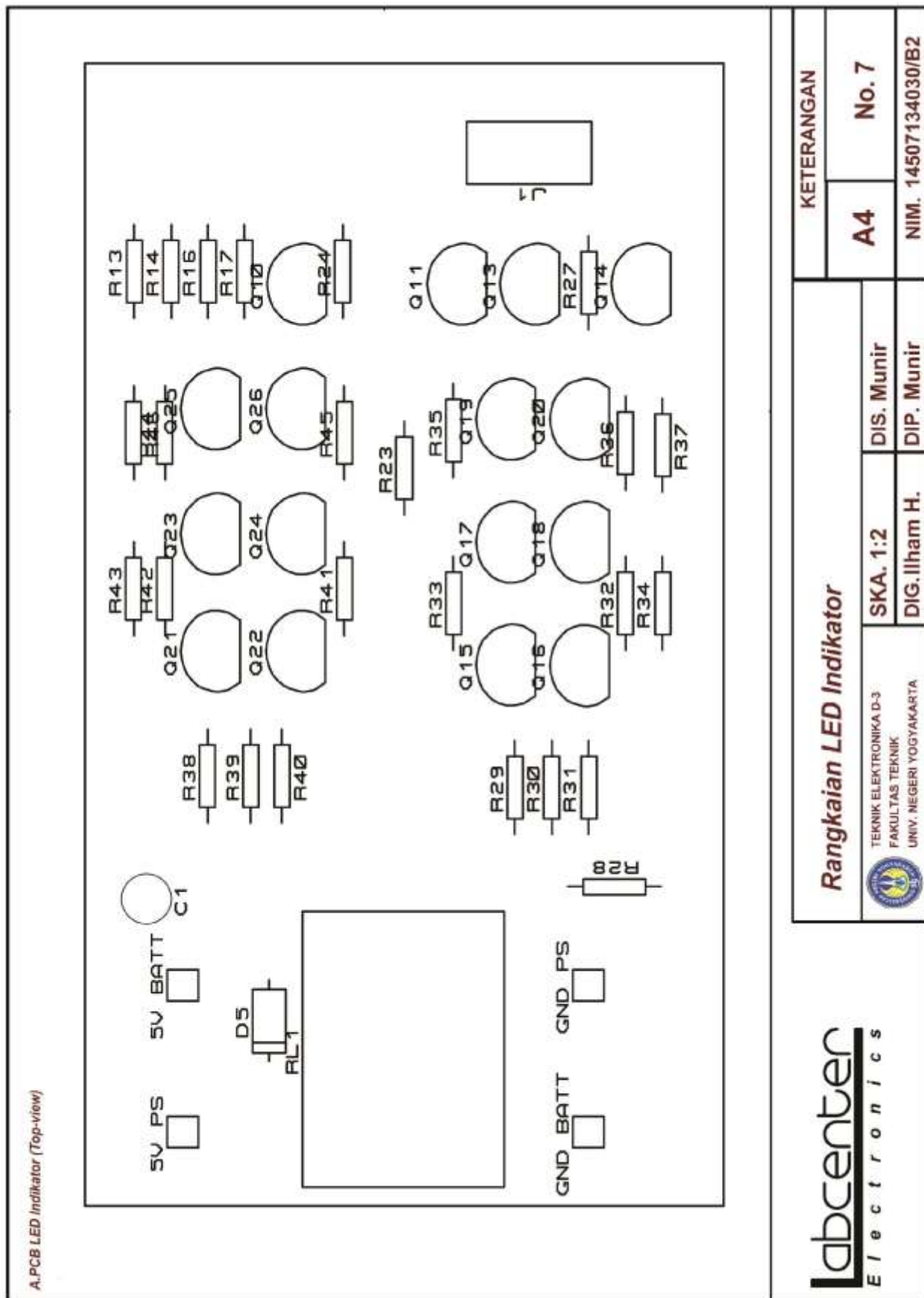
Lampiran 5. Rangkaian *Assembly*

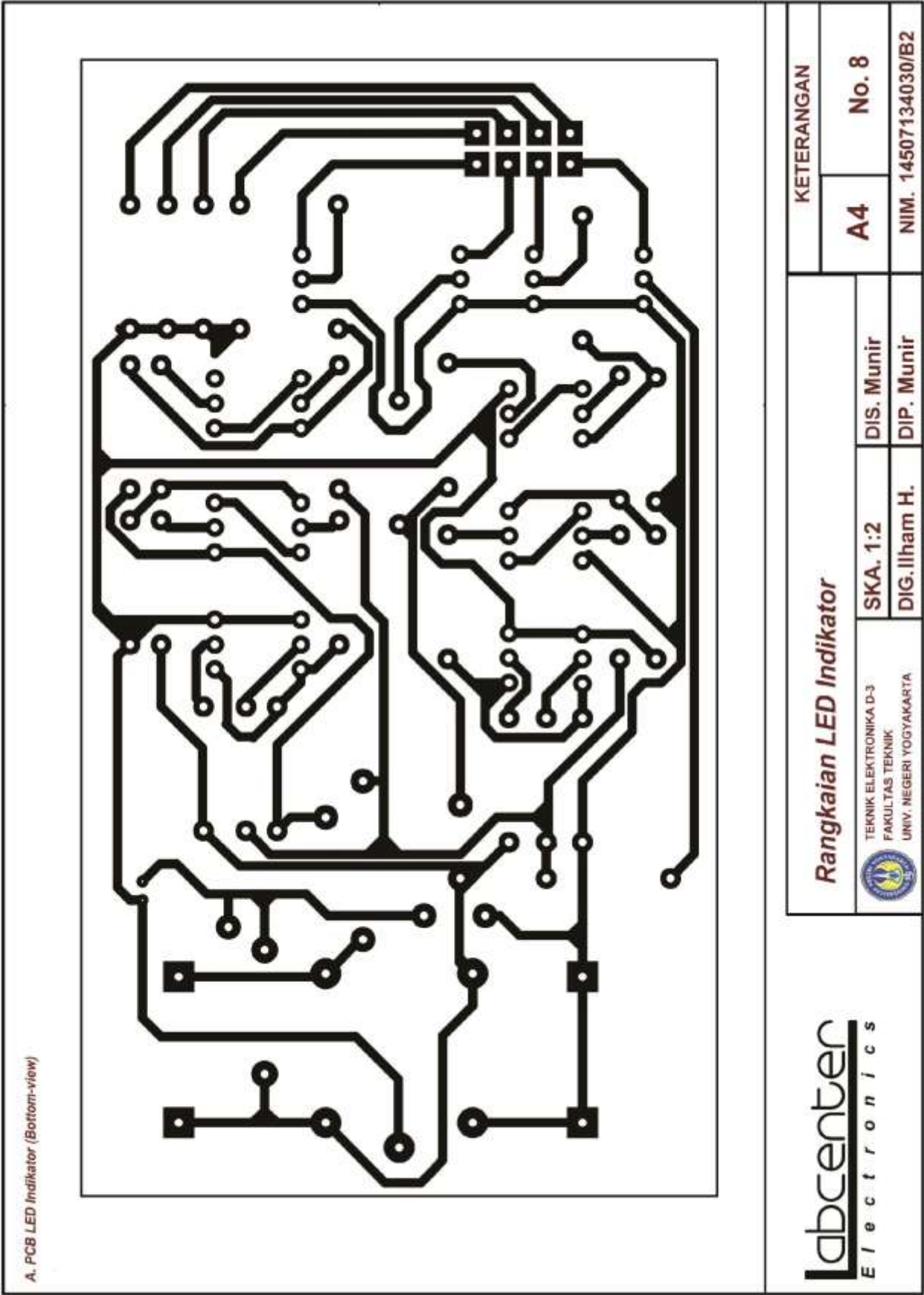


Lampiran 6. Rangkaian LED Indikator



Lampiran 7. Rangkaian LED Indikator





Lampiran 9. Daftar Komponen dan Harga

A. Rangkaian *Power Supply*

No.	Nama Komponen	Nilai	Banyak	Harga	Total
1.	Kapasitor	4700uF	1	Rp. 2.000,-	Rp. 2.000,-
		10uF	2	Rp. 100,-	Rp. 200,-
		1uF	1	Rp. 100,-	Rp. 100,-
		100nF	4	Rp. 100,-	Rp. 400,-
2.	Regulator tegangan	LM7812	1	Rp. 1.500,-	Rp. 1.500,-
		LM7805	1	Rp. 1.500,-	Rp. 1.500,-
3.	Dioda 2 Ampere	1N5392	4	Rp. 200,-	Rp. 800,-
			TOTAL		Rp. 6.500,-

B. Rangkaian *Assembly*

No.	Nama Komponen	Nilai	Banyak	Harga	Total
1.	Resistor	1K	8	Rp. 100,-	Rp. 800,-
		270R	8	Rp. 100,-	Rp. 800,-
2.	Transistor NPN	2N3904	8	Rp. 250,-	Rp. 2.000,-
3.	T-Block		7	Rp. 1.400,-	Rp. 9.800,-
4.	Pin Header (Male)	1x40	3	Rp. 1.500,-	Rp. 4.500,-
			TOTAL		Rp. 17.900,-

C. Rangkaian LED Indikator

No.	Nama Komponen	Nilai	Banyak	Harga	Total
1.	Resistor	1K	17	Rp. 100,-	Rp. 1.700,-
		270R	4	Rp. 100,-	Rp. 400,-
		4K7	4	Rp. 100,-	Rp. 400,-
		33R	1	Rp. 100,-	Rp. 100,-
2.	Transistor NPN	2N3904	16	Rp. 250,-	Rp. 4.000,-
3.	Kapasitor	0,1uF	1	Rp. 100,-	Rp. 100,-
4.	Dioda 1 Ampere	1N4001	1	Rp. 200,-	Rp. 200,-
5.	Relay 5V 5 pin		1	Rp. 4.200,-	Rp. 4.200,-
			TOTAL		Rp. 11.100,-

D. Modul-Modul

No.	Nama Modul	Banyak	Harga	Total
1.	Arduino UNO <i>Module</i>	1	Rp. 87.000,-	Rp. 87.000,-
2.	Sensor Shield <i>Module</i>	1	Rp. 29.000,-	Rp. 29.000,-
3.	Relay 4 Channel <i>Module</i>	2	Rp. 33.000,-	Rp. 66.000,-
4.	HC-05 <i>bluetooth Module</i>	1	Rp. 50.000,-	Rp. 50.000,-
5.	HC-SR04 Ultrasonik Sensor <i>Module</i>	1	Rp. 15.000,-	Rp. 15.000,-
		TOTAL		Rp. 247.000,-

Lampiran 10. *Source Code*

```
#include <EEPROM.h>
#define ON 0
#define OFF 1

const int relay1 = 2;
const int relay2 = 3;
const int relay3 = 4;
const int relay4 = 5;
const int relay5 = 6;
const int relay6 = 7;
const int relay7 = 8;
const int relay8 = 9;
byte State1 = 1;
byte State2 = 1;
byte State3 = 1;
byte State4 = 1;
byte State5 = 1;
byte State6 = 1;
byte State7 = 1;
byte State8 = 1;
char input;

const unsigned int Trig_Pin = 10;
const unsigned int Echo_Pin = 11;

void setup() {
    // put your setup code here, to run once:

    Serial.begin(9600);

    Serial.println(F("Control 8 Channel relay via bluetooth"));

    Serial.println("Initializing System Control");

    pinMode(Trig_Pin, OUTPUT);

    pinMode(Echo_Pin, INPUT);
```

```

pinMode(relay1,OUTPUT);digitalWrite (relay1,OFF);
pinMode(relay2,OUTPUT);digitalWrite (relay2,OFF);
pinMode(relay3,OUTPUT);digitalWrite (relay3,OFF);
pinMode(relay4,OUTPUT);digitalWrite (relay4,OFF);
pinMode(relay5,OUTPUT);digitalWrite (relay5,OFF);
pinMode(relay6,OUTPUT);digitalWrite (relay6,OFF);
pinMode(relay7,OUTPUT);digitalWrite (relay7,OFF);
pinMode(relay8,OUTPUT);digitalWrite (relay8,OFF);

ReadEEPROM ();

}

void loop() {
    // put your main code here, to run repeatedly:
    bluetooth();
    ultrasonic_sensor();
}

void bluetooth() {
    if (Serial.available()>0)
    {
        input= Serial.read();

        if (input == 'A') {
            digitalWrite (relay1,ON);
            EEPROM.write(1, 0);
            Serial.println("relay 1 ON by bluetooth");}
        if (input == 'a') {
            digitalWrite (relay1,OFF);
            EEPROM.write(1, 1);
            Serial.println("relay 1 OFF by bluetooth");}

        if (input == 'B') {
            digitalWrite (relay2,ON);
            EEPROM.write(2, 0);
            Serial.println("relay 2 ON by bluetooth");}
        if (input == 'b') {
            digitalWrite (relay2,OFF);
            EEPROM.write(2, 1);
            Serial.println("relay 2 OFF by bluetooth");}
    }
}

```

```

if (input == 'C') {
    digitalWrite (relay3,ON);
    EEPROM.write(3, 0);
    Serial.println("relay 3 ON by bluetooth");}
if (input == 'c') {
    digitalWrite (relay3,OFF);
    EEPROM.write(3, 1);
    Serial.println("relay 3 OFF by bluetooth");}

if (input == 'D') {
    digitalWrite (relay4,ON);
    EEPROM.write(4, 0);
    Serial.println("relay 4 ON by bluetooth");}
if (input == 'd') {
    digitalWrite (relay4,OFF);
    EEPROM.write(4, 1);
    Serial.println("relay 4 OFF by bluetooth");}

if (input == 'E') {
    digitalWrite (relay5,ON);
    EEPROM.write(5, 0);
    Serial.println("relay 5 ON by bluetooth");}
if (input == 'e') {
    digitalWrite (relay5,OFF);
    EEPROM.write(5, 1);
    Serial.println("relay 5 OFF by bluetooth");}

if (input == 'F') {
    digitalWrite (relay6,ON);
    EEPROM.write(6, 0);
    Serial.println("relay 6 ON by bluetooth");}
if (input == 'f') {
    digitalWrite (relay6,OFF);
    EEPROM.write(6, 1);
    Serial.println("relay 6 OFF by bluetooth");}

if (input == 'G') {
    digitalWrite (relay7,ON);
    EEPROM.write(7, 0);

```

```

        Serial.println("relay 7 ON by bluetooth");}
    if (input == 'g') {
        digitalWrite (relay7,OFF);
        EEPROM.write(7, 1);
        Serial.println("relay 7 OFF by bluetooth");}

    if (input == 'H') {
        digitalWrite (relay8,ON);
        EEPROM.write(8, 0);
        Serial.println("relay 8 ON by bluetooth");}
    if (input == 'h') {
        digitalWrite (relay8,OFF);
        EEPROM.write(8, 1);
        Serial.println("relay 8 OFF by bluetooth");}

}
}

void ultrasonic_sensor() {
    digitalWrite (Trig_Pin, LOW);
    delayMicroseconds (2);

    digitalWrite (Trig_Pin, HIGH);
    delayMicroseconds (10);
    digitalWrite (Echo_Pin, LOW);

    duration = pulseIn(Echo_Pin, HIGH);
    distance = duration * 0.034/2;

    if (distance > 50){
        digitalWrite (relay1,ON);
        EEPROM.write(1, 0);
    }
    else {
        digitalWrite (relay1,OFF);
        EEPROM.write(0, 1);
    }
}
}

```

```

void ReadEEPROM () {
    State1 = EEPROM.read(1);
    State2 = EEPROM.read(2);
    State3 = EEPROM.read(3);
    State4 = EEPROM.read(4);
    State5 = EEPROM.read(5);
    State6 = EEPROM.read(6);
    State7 = EEPROM.read(7);
    State8 = EEPROM.read(8);
    digitalWrite(relay1,State1);
    Serial.print(F("Posisi Terakhir relay1 = "));
    if(State1==0){Serial.println("ON");} else {Serial.println("OFF");}

    digitalWrite(relay2,State2);
    Serial.print(F("Posisi Terakhir relay2 = "));
    if(State2==0){Serial.println("ON");} else {Serial.println("OFF");}

    digitalWrite(relay3,State3);
    Serial.print(F("Posisi Terakhir relay3 = "));
    if(State3==0){Serial.println("ON");} else {Serial.println("OFF");}

    digitalWrite(relay4,State4);
    Serial.print(F("Posisi Terakhir relay4 = "));
    if(State4==0){Serial.println("ON");} else {Serial.println("OFF");}

    digitalWrite(relay5,State5);
    Serial.print(F("Posisi Terakhir relay5 = "));
    if(State5==0){Serial.println("ON");} else {Serial.println("OFF");}

    digitalWrite(relay6,State6);
    Serial.print(F("Posisi Terakhir relay6 = "));
    if(State6==0){Serial.println("ON");} else {Serial.println("OFF");}

    digitalWrite(relay7,State7);
    Serial.print(F("Posisi Terakhir relay7 = "));
    if(State7==0){Serial.println("ON");} else {Serial.println("OFF");}

    digitalWrite(relay8,State8);
    Serial.print(F("Posisi Terakhir relay8 = "));
}

```

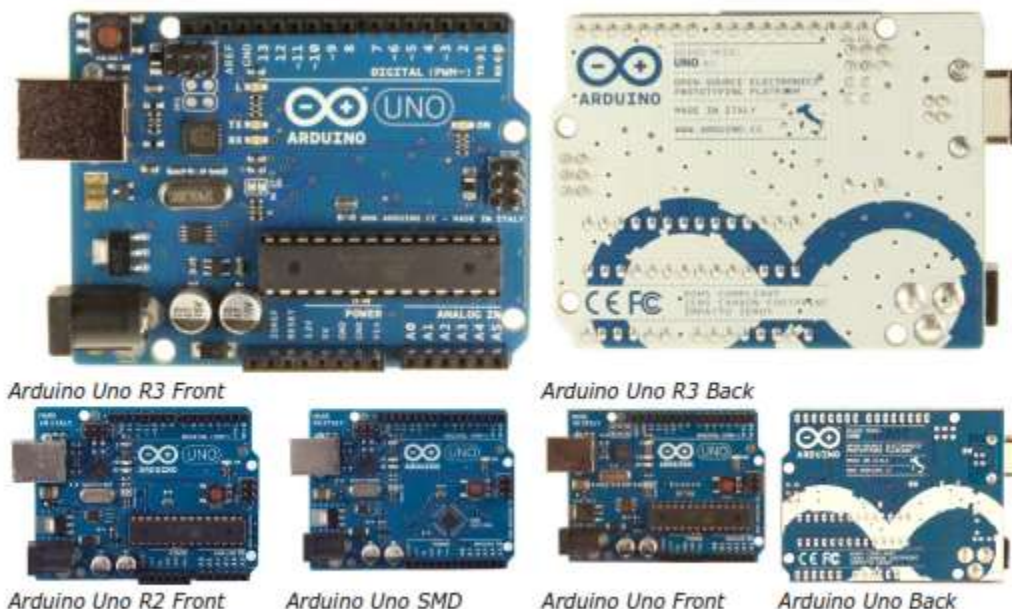
```
    ("OFF");}
}

void relayON (uint8_t r) {
    digitalWrite (r+1,ON);
    EEPROM.write(r, 1);
    Serial.print("Relay ");
    Serial.print(r);
    Serial.println(" ON by bluetooth");
}

void relayOFF (uint8_t r) {
    digitalWrite (r+1,OFF);
    EEPROM.write(r, 0);
    Serial.print("Relay ");
    Serial.print(r);
    Serial.println(" OFF by bluetooth");
}
```

Lampiran 11. Datasheet Arduino UNO

Arduino Uno



Overview

The Arduino Uno is a microcontroller board based on the ATmega328 ([datasheet](#)). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz ceramic resonator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started.

The Uno differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega16U2 (Atmega8U2 up to version R2) programmed as a USB-to-serial converter.

Revision 2 of the Uno board has a resistor pulling the 8U2 HWB line to ground, making it easier to put into DFU mode.

Revision 3 of the board has the following new features:

- 1.0 pinout: added SDA and SCL pins that are near to the AREF pin and two other new pins placed near to the RESET pin, the IOREF that allow the shields to adapt to the voltage provided from the board. In future, shields will be compatible both with the board that use the AVR, which operate with 5V and with the Arduino Due that operate with 3.3V. The second one is a not connected pin, that is reserved for future purposes.
- Stronger RESET circuit.
- Atmega 16U2 replace the 8U2.

"Uno" means one in Italian and is named to mark the upcoming release of Arduino 1.0. The Uno and version 1.0 will be the reference versions of Arduino, moving forward. The Uno is the latest in a series of USB Arduino boards, and the reference model for the Arduino platform; for a comparison with previous versions, see the [index of Arduino boards](#).

Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V

Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

Schematic & Reference Design

EAGLE files: [arduino-uno-Rev3-reference-design.zip](#) (NOTE: works with Eagle 6.0 and newer)

Schematic: [arduino-uno-Rev3-schematic.pdf](#)

Note: The Arduino reference design can use an Atmega8, 168, or 328. Current models use an ATmega328, but an Atmega8 is shown in the schematic for reference. The pin configuration is identical on all three processors.

Power

The Arduino Uno can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** This pin outputs a regulated 5V from the regulator on the board. The board can be supplied with power either from the DC power jack (7 - 12V), the USB connector (5V), or the VIN pin of the board (7-12V). Supplying voltage via the 5V or 3.3V pins bypasses the regulator, and can damage your board. We don't advise it.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

Memory

The ATmega328 has 32 KB (with 0.5 KB used for the bootloader). It also has 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Uno can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- **External Interrupts: 2 and 3.** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.

- **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).** These pins support SPI communication using the [SPI library](#).
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

The Uno has 6 analog inputs, labeled A0 through A5, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though it is possible to change the upper end of their range using the AREF pin and the [analogReference\(\)](#) function. Additionally, some pins have specialized functionality:

- **TWI: A4 or SDA pin and A5 or SCL pin.** Support TWI communication using the [Wire library](#).

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

See also the [mapping between Arduino pins and ATmega328 ports](#). The mapping for the Atmega8, 168, and 328 is identical.

Communication

The Arduino Uno has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega328 provides UART TTL (5V) serial communication, which is available on digital pins 0 (RX) and 1 (TX). An ATmega16U2 on the board channels this serial communication over USB and appears as a virtual com port to software on the computer. The '16U2 firmware uses the standard USB COM drivers, and no external driver is needed. However, [on Windows, a .inf file is required](#). The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the Arduino board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the USB-to-serial chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Uno's digital pins.

The ATmega328 also supports I2C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a Wire library to simplify use of the I2C bus; see the [documentation](#) for details. For SPI communication, use the [SPI library](#).

Programming

The Arduino Uno can be programmed with the Arduino software ([download](#)). Select "Arduino Uno" from the **Tools > Board** menu (according to the microcontroller on your board). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega328 on the Arduino Uno comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.

The ATmega16U2 (or 8U2 in the rev1 and rev2 boards) firmware source code is available. The ATmega16U2/8U2 is loaded with a DFU bootloader, which can be activated by:

- On Rev1 boards: connecting the solder jumper on the back of the board (near the map of Italy) and then resetting the 8U2.
- On Rev2 or later boards: there is a resistor that pulling the 8U2/16U2 HWB line to ground, making it easier to put into DFU mode.

You can then use [Atmel's FLIP software](#) (Windows) or the [DFU programmer](#) (Mac OS X and Linux) to load a new firmware. Or you can use the ISP header with an external programmer (overwriting the DFU bootloader). See [this user-contributed tutorial](#) for more information.

Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Uno is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the ATmega8U2/16U2 is connected to the reset line of the ATmega328 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload. This setup has other implications. When the Uno is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Uno. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data. The Uno contains a trace that can be cut to disable the auto-reset. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-reset by connecting a 110 ohm resistor from 5V to the reset line; see [this forum thread](#) for details.

USB Overcurrent Protection

The Arduino Uno has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed.

Physical Characteristics

The maximum length and width of the Uno PCB are 2.7 and 2.1 inches respectively, with the USB connector and power jack extending beyond the former dimension. Four screw holes allow the board to be attached to a surface or case. Note that the distance between digital pins 7 and 8 is 160 mil (0.16"), not an even multiple of the 100 mil spacing of the other pins.

Arduino Sensor Shield

Introduction

The Arduino Uno sensor shield is very useful as a connection point for the many interfaces you can plug into the Arduino. Using just the Arduino, you very quickly run out 0V and +5V connections for your sensors. Using a sensor shield gives you one +5V (Vcc) and one 0V (Gnd) for every Arduino signal pin. As these can be obtained for under £2.00 I think they are a good investment.

There are 2 versions of the Sensor Shield commonly available, the earlier V4 & the newer V5. While they look different, the important connectors are the same on both versions.

Sensor Shield V5

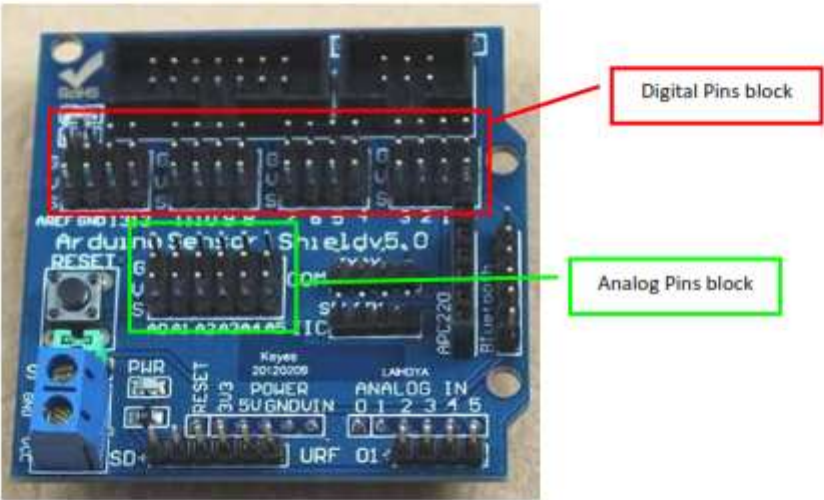


Figure 1: Sensor Shield V5.0

Digital Pins

The pins are arranged in stacks of 3: Top = Gnd (0V)
 Middle = Vcc(+5V)
 Bottom = Signal (Arduino Digital Signal Pin No.)

The pins are sequenced from right to left clearly marked on the board:

G			Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd
V			Vcc	Vcc	Vcc	Vcc	Vcc	Vcc	Vcc	Vcc	Vcc	Vcc	Vcc	Vcc	Vcc
S	Aref	Gnd	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
															0

These pins are driven by the Arduino language instruction:

`digitalWrite (Pin4,1);`

and read by the Arduino language instruction:

`digitalRead (Pin4);`

Analog Pins

The pins are arranged in stacks of 3:

- Top = Gnd (0V)
- Middle = Vcc(+5V)
- Bottom = Signal (Arduino Analog Signal Pin No.)

The pins are sequenced from left to right clearly marked on the board:

G	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd
V	Vcc	Vcc	Vcc	Vcc	Vcc	Vcc
S	A0	A1	A2	A3	A4	A5

Sensor Shield V4

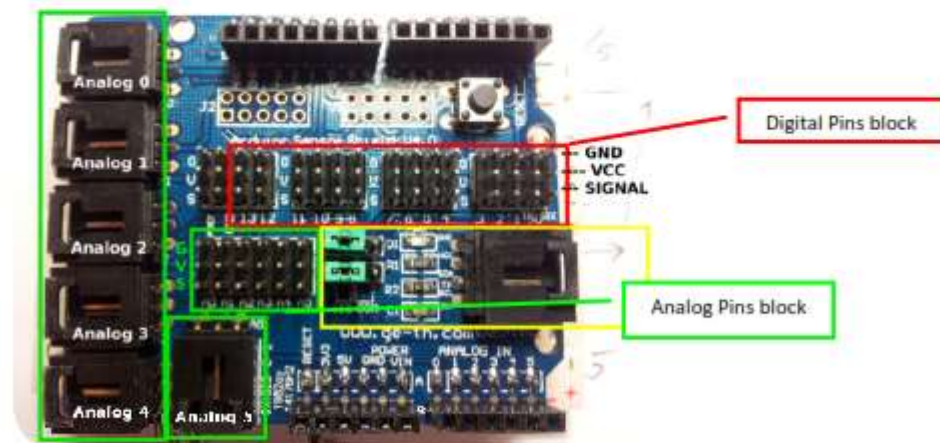


Figure 2: Sensor Shield V4.0

The blocks of pins are the same as the V5.0 Sensor Shield. The other connectors are not as useful as the ones on the V5.0.

Connecting Sensors & Output-Devices

When connecting sensors & output-devices to the Sensor Shield you must make sure to get the power pins the correct way round:

- G goes to G or Gnd or GND or 0V on the sensor
- V goes to V or Vcc or VCC or +5V on the sensor
- S goes to the signal pin - OUT or IN etc..

Some sensors & output-devices will have 2 signal pins (or more) as well as 0V & +5V. For these you just choose one of the signal pins to connect the Signal, 0V and +5V to (on the S, G and V pins) and use just the S pins of another port for the other signal connections.

Some simple sensors e.g. "Photo-resistor Sensor (4-wire)" use 2 wires for power, as above, but have two signal pins, one marked "A0" one marked "D0". These are two versions of the same signal:

- The D0 signal is a digital representation of the light level, but it can only be two different states, logic-high (+5V) or logic-low (0V). The switchover level is set by the variable resistor on the sensor module. This can be adjusted to set the light to dark switchover point. This signal can be connected to a Digital Input on the Sensor Shield/Arduino. This can be read by a `digitalRead` instruction. The signal is 0 for light and 1 for dark. The LED monitor on the module is on for light and off for dark.
- The A0 signal is an analog representation of the light level, this is a voltage anywhere between 0V - maximum light, and 5V - dark. This signal can be connected to an Analog Input on the Sensor Shield/Arduino. This can be read by an `analogRead` instruction. The A0 signal will be read as a value of 0 for maximum light and 1023 for absolute dark.

```
int value = 0;
boolean level = 0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Starting");
}

void loop()
{
  value = analogRead(A3);
  Serial.print(" Analog value = ");
  Serial.print(value);
  Serial.print(" Digital level = ");
  level = digitalRead(3);
  Serial.println(level);
}
```

NOTE the program above uses the `Arduino IDE Serial Monitor`. This can transmit information from inside you program back to a monitor window on your PC:

In the IDE: Tools menu>

Serial Monitor>

At the bottom right of the Serial Monitor window select the correct baud rate – in this case 9600.
Once you have finished with the Serial Monitor window close it before you disconnect your Arduino from the PC as the IDE can get muddled up and lose the Arduino port connection.

Connecting Servos

Servos come with a 3 way socket that plug straight onto the Sensor Shield

G goes to the Brown or Black wire

V goes to the (middle) Red wire

S goes to the Orange wire

The good news is as the +5V is in the middle, things will not blow up if you get it the wrong way round, the servo just will not work until you plug it in correctly.

Lampiran 13. Datasheet Modul *bluetooth* HC-05

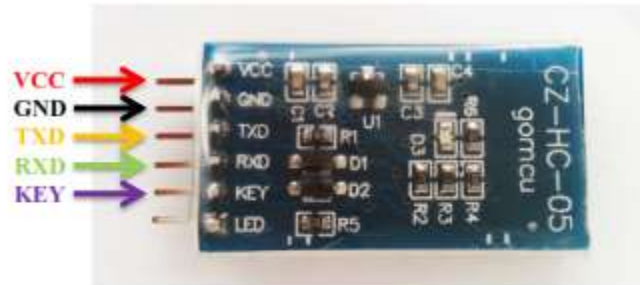
1. Introduction

HC-05 Bluetooth Module is an easy to use Bluetooth SPP (Serial Port Protocol) module, designed for transparent wireless serial connection setup. Its communication is via serial communication which makes an easy way to interface with controller or PC. HC-05 Bluetooth module provides switching mode between master and slave mode which means it able to use neither receiving nor transmitting data.

Specification:

- Model: HC-05
- Input Voltage: DC 5V
- Communication Method: Serial Communication
- Master and slave mode can be switched

2. Pin Definition



Pin	Description	Function
VCC	+5V	Connect to +5V
GND	Ground	Connect to Ground
TXD	UART_TXD, Bluetooth serial signal sending PIN	Connect with the MCU's (Microcontroller and etc) RXD PIN.
RXD	UART_RXD, Bluetooth serial signal receiving PIN	Connect with the MCU's (Microcontroller and etc) TXD PIN.
KEY	Mode switch input	If it is input low level or connect to the air, the module is at paired or communication mode. If it's input high level, the module will enter to AT mode.

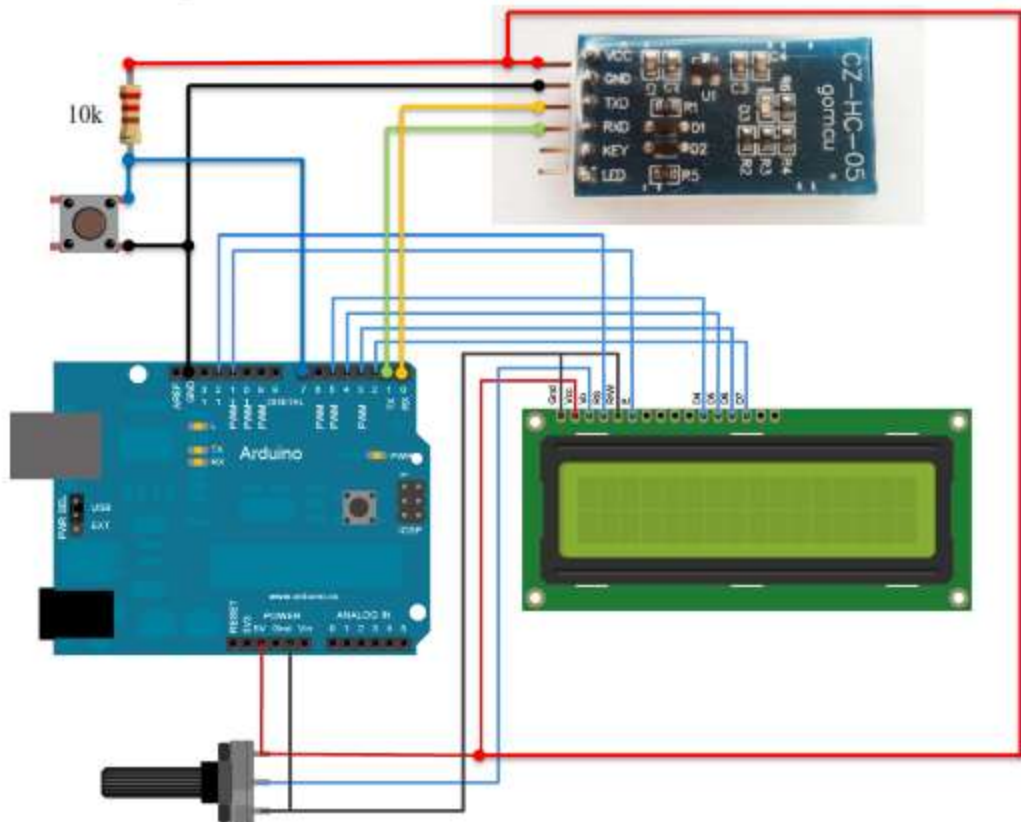
3. Sample Hardware Installation and Sample Source Code

Below is the example of interfacing between Arduino UNO and PC via HC-05 Bluetooth Module. In this example, the **communication mode** is used.

**Note: For AT mode (use to change the default setting or etc), please refer to this link [Modify The HC-05 Bluetooth Module Defaults Using AT Commands](#).*

Diagram below shows the hardware connection between HC-05 Bluetooth Module and Arduino UNO. Besides Arduino, it may interface with any microcontroller such as PIC and etc.

- **VCC → Arduino 5V**
- **GND → Arduino GND**
- **TXD → Arduino Pin RX**
- **RXD → Arduino Pin TX**
- **KEY → Connect to the air for communication mode**




HT

Handson Technology

User Guide

4 Channel 5V Optical Isolated Relay Module

This is a LOW Level 5V 4-channel relay interface board, and each channel needs a 15-20mA driver current. It can be used to control various appliances and equipment with large current. It is equipped with high-current relays that work under AC250V 10A or DC30V 10A. It has a standard interface that can be controlled directly by microcontroller. This module is optically isolated from high voltage side for safety requirement and also prevent ground loop when interface to microcontroller.



Brief Data:

- Relay Maximum output: DC 30V/10A, AC 250V/10A.
- 4 Channel Relay Module with Opto-coupler. LOW Level Trigger expansion board, which is compatible with Arduino control board.
- Standard interface that can be controlled directly by microcontroller (8051, AVR, *PIC, DSP, ARM, ARM, MSP430, TTL logic).
- Relay of high quality low noise relays SPDT. A common terminal, a normally open, one normally closed terminal.
- Opto-Coupler isolation, for high voltage safety and prevent ground loop with microcontroller.

1

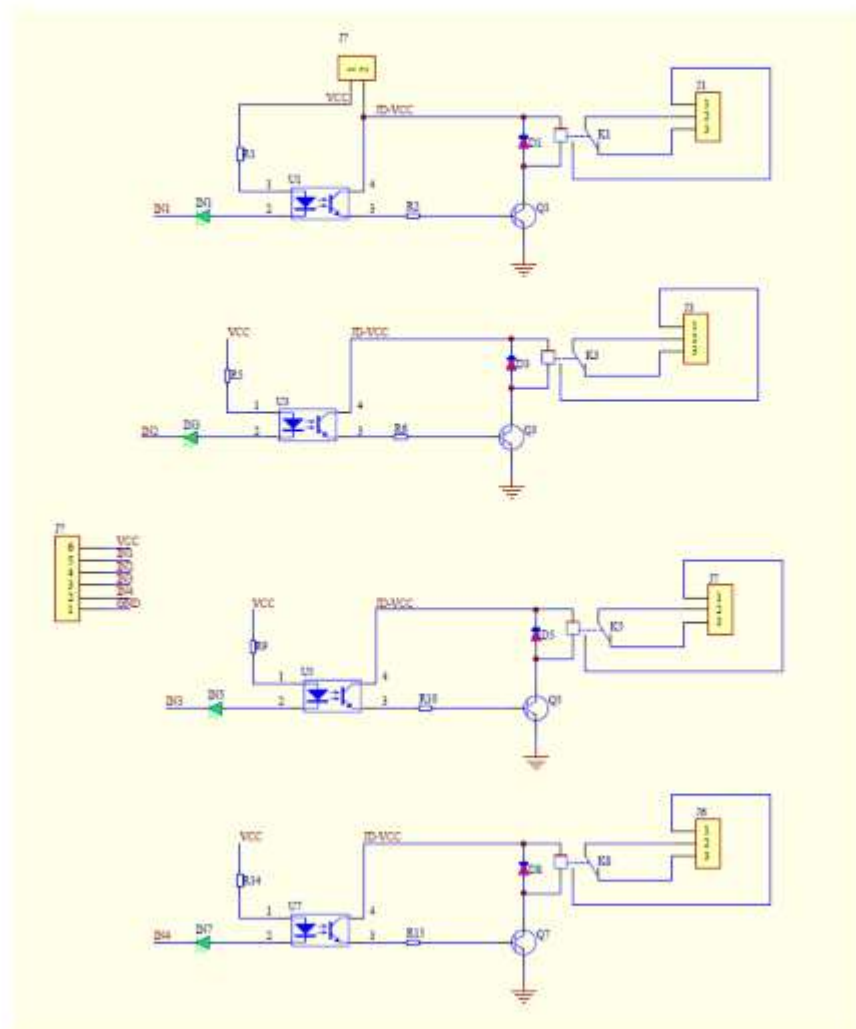
www.handsontec.com

Schematic:

VCC and RY-VCC are also the power supply of the relay module. When you need to drive a large power load, you can take the jumper cap off and connect an extra power to RY-VCC to supply the relay; connect VCC to 5V of the MCU board to supply input signals.

NOTES: If you want complete optical isolation, connect "Vcc" to Arduino +5 volts but do NOT connect Arduino Ground. Remove the Vcc to JD-Vcc jumper. Connect a separate +5 supply to "JD-Vcc" and board Gnd. This will supply power to the transistor drivers and relay coils.

If relay isolation is enough for your application, connect Arduino +5 and Gnd, and leave Vcc to JD-Vcc jumper in place.



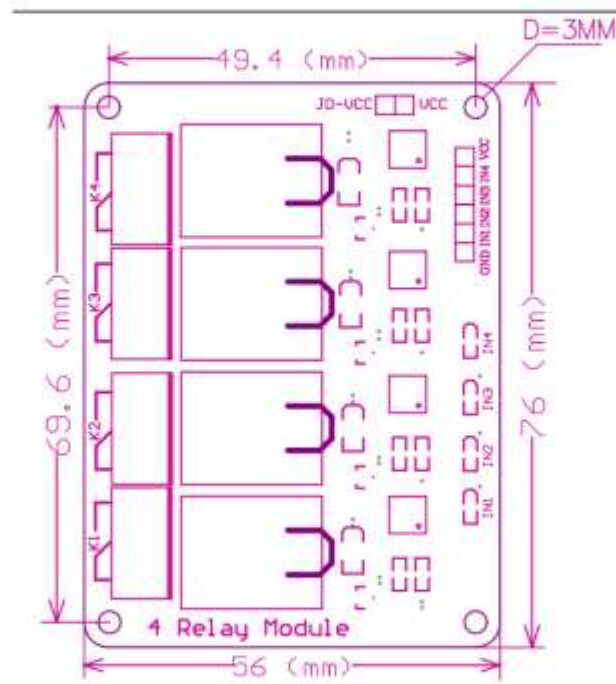
4 Channel Relay Module Schematic

It is sometimes possible to use this relay boards with 3.3V signals, if the JD-VCC (Relay Power) is provided from a +5V supply and the VCC to JD-VCC jumper is removed. That 5V relay supply could be totally isolated from the 3.3V device, or have a common ground if opto-isolation is not needed. If used with isolated 3.3V signals, VCC (To the input of the opto-isolator, next to the IN pins) should be connected to the 3.3V device's +3.3V supply.

NOTE: Some Raspberry-Pi users have found that some relays are reliable and others do not actuate sometimes. It may be necessary to change the value of R1 from 1000 ohms to something like 220 ohms, or supply +5V to the VCC connection.

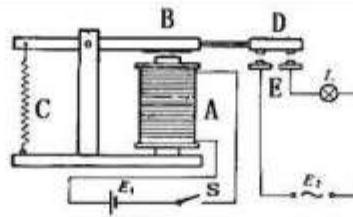
NOTE: The digital inputs from Arduino are Active LOW: The relay actuates and LED lights when the input pin is LOW, and turns off on HIGH.

Module Layout:



Operating Principle:

See the picture below: A is an electromagnet, B armature, C spring, D moving contact, and E fixed contacts. There are two fixed contacts, a normally closed one and a normally open one. When the coil is not energized, the normally open contact is the one that is off, while the normally closed one is the other that is on.



Supply voltage to the coil and some currents will pass through the coil thus generating the electromagnetic effect. So the armature overcomes the tension of the spring and is attracted to the core, thus closing the moving contact of the armature and the normally open (NO) contact or you may say releasing the former and the normally closed (NC) contact. After the coil is de-energized, the electromagnetic force disappears and the armature moves back to the original position, releasing the moving contact and normally closed contact. The closing and releasing of the contacts results in power on and off of the circuit.

Input:

VCC : Connected to positive supply voltage (supply power according to relay voltage)

GND : Connected to supply ground.

IN1: Signal triggering terminal 1 of relay module

IN2: Signal triggering terminal 2 of relay module

IN3: Signal triggering terminal 3 of relay module

IN4: Signal triggering terminal 4 of relay module

Output:

Each module of the relay has one NC (normally close), one NO (normally open) and one COM (Common) terminal. So there are 4 NC, 4 NO and 4 COM of the channel relay in total. NC stands for the normal close port contact and the state without power. NO stands for the normal open port contact and the state with power. COM means the common port. You can choose NC port or NO port according to whether power or not.

Testing Setup:

When a low level is supplied to signal terminal of the 4-channel relay, the LED at the output terminal will light up. Otherwise, it will turn off. If a periodic high and low level is supplied to the signal terminal, you can see the LED will cycle between on and off.

For Arduino:

Step 1:

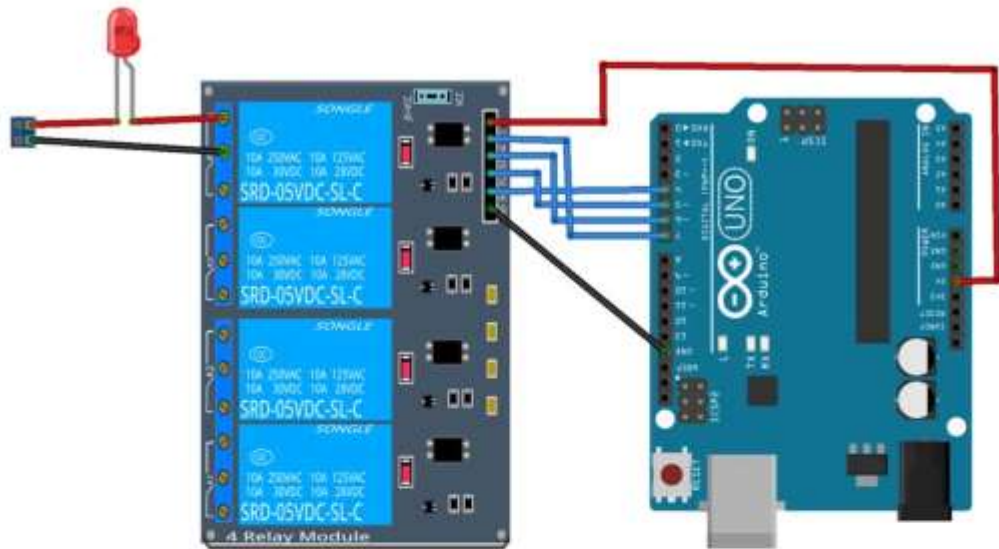
Connect the signal terminal IN1, IN2, IN3 & IN4 of 4-channel relay to digital pin 4, 5, 6, 7 of the Arduino Uno or ATmega2560 board, and connect an LED at the output terminal.

IN1> 4; IN2> 5; IN3>6; IN4>7

Step 2:

Upload the sketch "4 Channel Relay Demo " to the Arduino Uno or ATmega2560 board. Then you can see the LED cycle between on and off.

The actual figure is shown below:



Arduino Sketch: 4 Channel Relay Demo

```

/*****
  Name: 4 channel_relay
  Description: control the 4 channel relay module to ON or OFF
  Website: www.handsontec.com
  Email: techsupport@handsontec.com
  *****/

//the relays connect to

int RelayControl1 = 4;    // Digital Arduino Pin used to control the motor
int RelayControl2 = 5;
int RelayControl3 = 6;
int RelayControl4 = 7;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(RelayControl1, OUTPUT);
  pinMode(RelayControl2, OUTPUT);
  pinMode(RelayControl3, OUTPUT);
  pinMode(RelayControl4, OUTPUT);
}

void loop()
{
  digitalWrite(RelayControl1,HIGH); // NO1 and COM1 Connected (LED on)
  delay(1000);

```

```
digitalWrite(RelayControl1,LOW); // NO1 and COM1 disconnected (LED off)
delay(1000);
digitalWrite(RelayControl2,HIGH);
delay(1000);
digitalWrite(RelayControl2,LOW);
delay(1000);
digitalWrite(RelayControl3,HIGH);
delay(1000);
digitalWrite(RelayControl3,LOW);
delay(1000);
digitalWrite(RelayControl4,HIGH);
delay(1000);
digitalWrite(RelayControl4,LOW);
delay(1000);
}
```




HC-SR04 User Guide

Part 1 Ultrasonic Introduction

1. 1 Ultrasonic Definition

The human ear can hear sound frequency around 20HZ ~ 20KHZ, and ultrasonic is the sound wave beyond the human ability of 20KHZ .

1.2 Ultrasonic distance measurement principle

Ultrasonic transmitter emitted an ultrasonic wave in one direction, and started timing when it launched. Ultrasonic spread in the air, and would return immediately when it encountered obstacles on the way. At last, the ultrasonic receiver would stop timing when it received the reflected wave. As Ultrasonic spread velocity is 340m / s in the air, based on the timer record t , we can calculate the distance (s) between the obstacle and transmitter, namely: $s = 340t / 2$, which is so- called time difference distance measurement principle

The principle of ultrasonic distance measurement used the already-known air spreading velocity, measuring the time from launch to reflection when it encountered obstacle, and then calculate the distance between the transmitter and the obstacle according to the time and the velocity. Thus, the principle of ultrasonic distance measurement is the same with radar.

Distance Measurement formula is expressed as: $L = C \times T$

In the formula, L is the measured distance, and C is the ultrasonic spreading velocity in air, also, T represents time (T is half the time value from transmitting to receiving).

1.3 Ultrasonic Application

Ultrasonic Application Technology is the thing which developed in recent decades. With the ultrasonic advance, and the electronic technology development, especially as high-power semiconductor device technology matures, the application of ultrasonic has become increasingly widespread:

- Ultrasonic measurement of distance, depth and thickness;
- Ultrasonic testing;
- Ultrasound imaging;
- Ultrasonic machining, such as polishing, drilling;
- Ultrasonic cleaning;
- Ultrasonic welding;

Part 2 HC-SR04 Ultrasonic Module Introduction

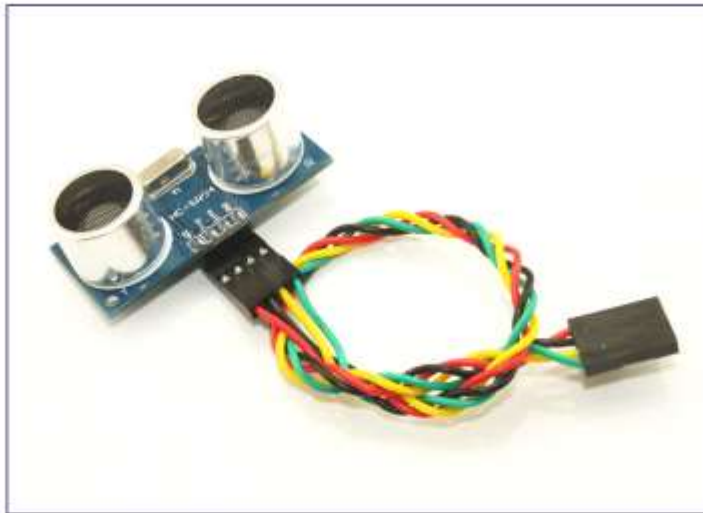
2.1 Product Features

- Stable performance
- Accurate distance measurement
- High-density
- Small blind

Application Areas:

- Robotics barrier
- Object distance measurement
- Level detection
- Public security
- Parking detection

2.2 Product Image



2.3. Module pin definitions

Types	Pin Symbol	Pin Function Description
HC-SR04	VCC	5V power supply
	Trig	Trigger pin
	Echo	Receive pin
	GND	Power ground

2.4. Electrical parameters

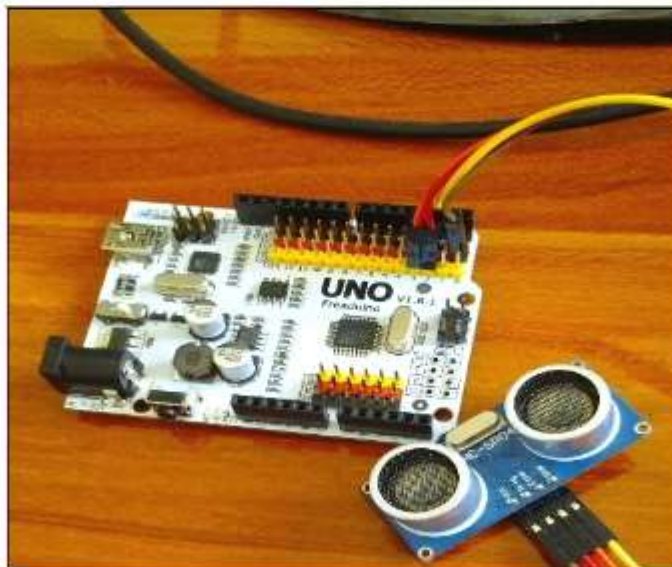
Electrical Parameters	HC-SR04 Ultrasonic Module
Operating Voltage	DC-5V
Operating Current	15mA
Operating Frequency	40KHZ
Farthest Range	4m
Nearest Range	2cm
Measuring Angle	15 Degree
Input Trigger Signal	10us TTL pulse
Output Echo Signal	Output TTL level signal, proportional with range
Dimensions	45*20*15mm

2.5 Module operating Principle

Set low the Trig and Echo port when the module initializes , firstly, transmit at least 10us high level pulse to the Trig pin (module automatically sends eight 40K square wave), and then wait to capture the rising edge output by echo port, at the same time, open the timer to start timing. Next, once again capture the falling edge output by echo port, at the same time, read the time of the counter, which is the ultrasonic running time in the air. According to the formular: test distance = (high level time * ultrasonic spreading velocity in air) / 2, you can calculate the distance to the obstacle.

Part3 Use Freaduino UNO to test HC-SR04

3.1 Freaduino uno and HC-SR04 Connection



Connection Description: D2<----->Trig D3<----->Echo (The users can define the connection pin by themselves)

Note: You need to set the Freaduino UNO switch in 5V Side when use together with HC-SR04 Module.

3.2 HCSR04 library function description

Long timing()

Function name: timing

Parameters: None

Return Value: the time of ultrasonic from the transmitter to the receiver

float CalcDistance(long microsec,int metric)

Function name: CalcDistance

- microsec: the time of ultrasonic from the transmitter to the receiver
- metric: Set the unit of the return value (the value of 1 for cm, and the value of 0 for in)

Return Value: the measured distance

3.3 Add the HC-SR04 Library

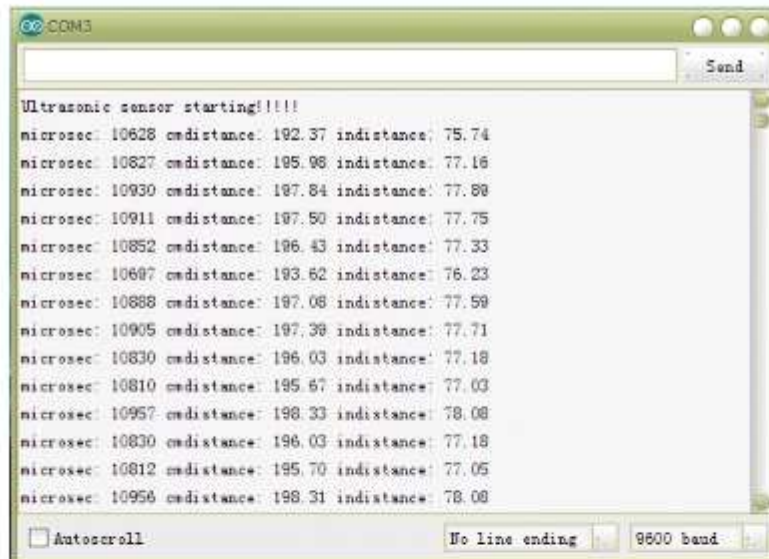
Step1:Download the Demo Code of HCSR04 Ultrasonic from address http://www.electfreaks.com/store/download/product/Sensor/HC-SR04/HCSR04Ultrasonic_demo.zip and then unpack it to get the file of HCSR04 Ultrasonic.

Step2: Add the file of HCSR04 Ultrasonic in the file of Arduino-1.0.X / libraries.

Step3:If you can see the Example of HCSR04 Ultrasonic in Arduino IDE, the adding of HC-SR04 library has been successful.

3.4 Test the Module with the Examples of Library File

1. Open Arduino IDE 1.0.X, and choose the corresponding board and serial port.
2. Click file/ examples/ HCSR04Ultrasonic until the code pop up.
3. Compiling sketch until Done uploading appears, which represents the uploading has been successful.
4. Open serial monitor and set the corresponding BaudRate.
5. If you see similar information in serial monitor as below, you succeeded.



```
COM3
Send

Ultrasonic sensor starting!!!!
microsec: 10626 cndistance: 192.37 indistance: 75.74
microsec: 10827 cndistance: 195.98 indistance: 77.16
microsec: 10930 cndistance: 197.84 indistance: 77.88
microsec: 10911 cndistance: 197.50 indistance: 77.75
microsec: 10852 cndistance: 196.43 indistance: 77.33
microsec: 10697 cndistance: 193.62 indistance: 76.23
microsec: 10888 cndistance: 197.08 indistance: 77.59
microsec: 10905 cndistance: 197.39 indistance: 77.71
microsec: 10830 cndistance: 196.03 indistance: 77.18
microsec: 10810 cndistance: 195.67 indistance: 77.03
microsec: 10957 cndistance: 198.33 indistance: 78.08
microsec: 10830 cndistance: 196.03 indistance: 77.18
microsec: 10812 cndistance: 195.70 indistance: 77.05
microsec: 10956 cndistance: 198.31 indistance: 78.08

☐ Autoscroll
No line ending
9600 baud
```

Chart 3. HC-SR04 testing results



2N3904

SMALL SIGNAL NPN TRANSISTOR

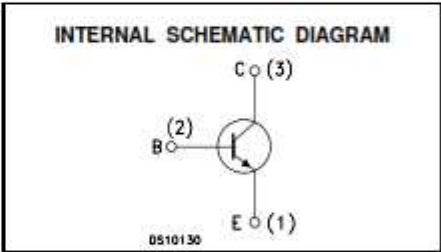
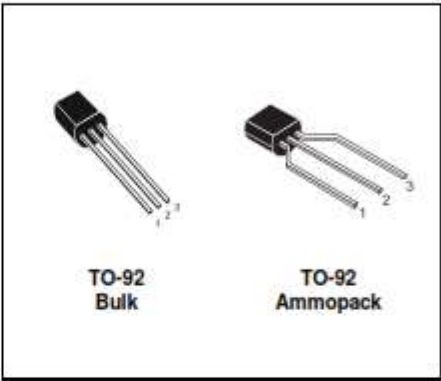
PRELIMINARY DATA

Ordering Code	Marking	Package / Shipment
2N3904	2N3904	TO-92 / Bulk
2N3904-AP	2N3904	TO-92 / Ammopack

- SILICON EPITAXIAL PLANAR NPN TRANSISTOR
- TO-92 PACKAGE SUITABLE FOR THROUGH-HOLE PCB ASSEMBLY
- THE PNP COMPLEMENTARY TYPE IS 2N3906

APPLICATIONS

- WELL SUITABLE FOR TV AND HOME APPLIANCE EQUIPMENT
- SMALL LOAD SWITCH TRANSISTOR WITH HIGH GAIN AND LOW SATURATION VOLTAGE



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{CBO}	Collector-Base Voltage ($I_E = 0$)	60	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage ($I_B = 0$)	40	V
V_{EB0}	Emitter-Base Voltage ($I_C = 0$)	6	V
I_C	Collector Current	200	mA
P_{tot}	Total Dissipation at $T_C = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$	625	mW
T_{stg}	Storage Temperature	-65 to 150	$^{\circ}\text{C}$
T_J	Max. Operating Junction Temperature	150	$^{\circ}\text{C}$

2N3904

THERMAL DATA

$R_{\theta(j-a)}$ *	Thermal Resistance Junction-Ambient	Max	200	$^{\circ}\text{C/W}$
$R_{\theta(j-c)}$ *	Thermal Resistance Junction-Case	Max	83.3	$^{\circ}\text{C/W}$

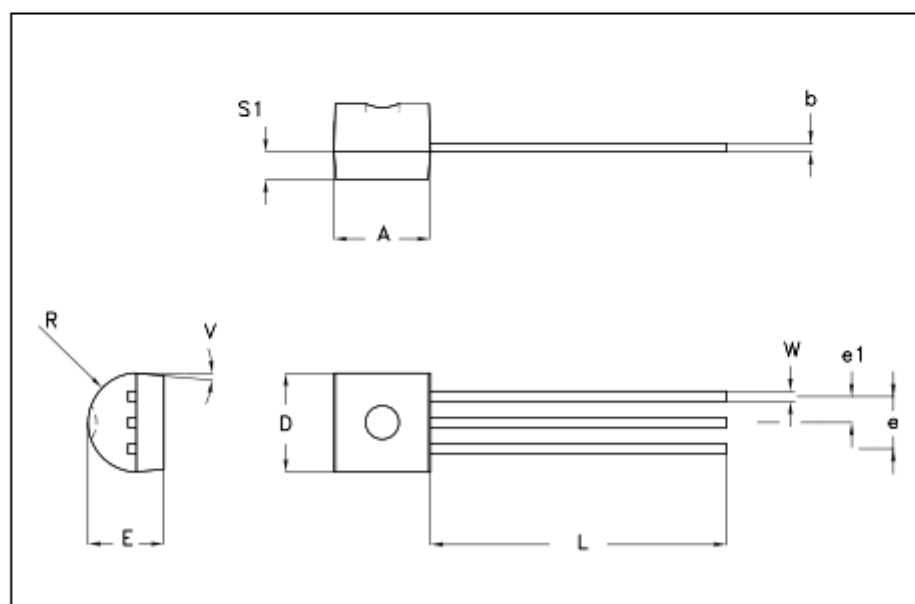
ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_{\text{case}} = 25^{\circ}\text{C}$ unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
I_{CEX}	Collector Cut-off Current ($V_{\text{BE}} = -3\text{ V}$)	$V_{\text{CE}} = 30\text{ V}$			50	nA
I_{BEX}	Base Cut-off Current ($V_{\text{BE}} = -3\text{ V}$)	$V_{\text{CE}} = 30\text{ V}$			50	nA
$V_{\text{(BR)CEO}}^*$	Collector-Emitter Breakdown Voltage ($I_{\text{B}} = 0$)	$I_{\text{C}} = 1\text{ mA}$	40			V
$V_{\text{(BR)CBO}}$	Collector-Base Breakdown Voltage ($I_{\text{E}} = 0$)	$I_{\text{C}} = 10\text{ }\mu\text{A}$	60			V
$V_{\text{(BR)EBO}}$	Emitter-Base Breakdown Voltage ($I_{\text{C}} = 0$)	$I_{\text{E}} = 10\text{ }\mu\text{A}$	6			V
$V_{\text{CE(sat)}}^*$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_{\text{C}} = 10\text{ mA}$ $I_{\text{B}} = 1\text{ mA}$ $I_{\text{C}} = 50\text{ mA}$ $I_{\text{B}} = 5\text{ mA}$			0.2 0.2	V V
$V_{\text{BE(sat)}}^*$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_{\text{C}} = 10\text{ mA}$ $I_{\text{B}} = 1\text{ mA}$ $I_{\text{C}} = 50\text{ mA}$ $I_{\text{B}} = 5\text{ mA}$	0.65		0.85 0.95	V V
h_{FE}^*	DC Current Gain	$I_{\text{C}} = 0.1\text{ mA}$ $V_{\text{CE}} = 1\text{ V}$ $I_{\text{C}} = 1\text{ mA}$ $V_{\text{CE}} = 1\text{ V}$ $I_{\text{C}} = 10\text{ mA}$ $V_{\text{CE}} = 1\text{ V}$ $I_{\text{C}} = 50\text{ mA}$ $V_{\text{CE}} = 1\text{ V}$ $I_{\text{C}} = 100\text{ mA}$ $V_{\text{CE}} = 1\text{ V}$	60 80 100 60 30		300	
f_{T}	Transition Frequency	$I_{\text{C}} = 10\text{ mA}$ $V_{\text{CE}} = 20\text{ V}$ $f = 100\text{ MHz}$	250	270		MHz
C_{CBO}	Collector-Base Capacitance	$I_{\text{E}} = 0$ $V_{\text{CB}} = 10\text{ V}$ $f = 1\text{ MHz}$		4		pF
C_{EBO}	Emitter-Base Capacitance	$I_{\text{C}} = 0$ $V_{\text{EB}} = 0.5\text{ V}$ $f = 1\text{ MHz}$		18		pF
NF	Noise Figure	$V_{\text{CE}} = 5\text{ V}$ $I_{\text{C}} = 0.1\text{ mA}$ $f = 10\text{ Hz}$ to 15.7 KHz $R_{\text{O}} = 1\text{ K}\Omega$		5		dB
t_{d}	Delay Time	$I_{\text{C}} = 10\text{ mA}$ $I_{\text{B}} = 1\text{ mA}$			35	ns
t_{r}	Rise Time	$V_{\text{CC}} = 30\text{ V}$			35	ns
t_{s}	Storage Time	$I_{\text{C}} = 10\text{ mA}$ $I_{\text{B1}} = -I_{\text{B2}} = 1\text{ mA}$			200	ns
t_{f}	Fall Time	$V_{\text{CC}} = 30\text{ V}$			50	ns

* Pulsed: Pulse duration = 300 μs , duty cycle $\leq 2\%$

TO-92 MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.32		4.95	0.170		0.195
b	0.36		0.51	0.014		0.020
D	4.45		4.95	0.175		0.194
E	3.30		3.94	0.130		0.155
e	2.41		2.67	0.095		0.105
e1	1.14		1.40	0.045		0.055
L	12.70		15.49	0.500		0.609
R	2.16		2.41	0.085		0.094
S1	1.14		1.52	0.045		0.059
W	0.41		0.56	0.016		0.022
V	4 degree		6 degree	4 degree		6 degree



TO-92 AMMOPACK SHIPMENT (Suffix"-AP") MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A1			4.80			0.189
T			3.80			0.150
T1			1.60			0.063
T2			2.30			0.091
d			0.48			0.019
P0	12.50	12.70	12.90	0.492	0.500	0.508
P2	5.65	6.35	7.05	0.222	0.250	0.278
F1,F2	2.44	2.54	2.94	0.096	0.100	0.116
delta H	-2.00		2.00	-0.079		0.079
W	17.50	18.00	19.00	0.689	0.709	0.748
W0	5.70	6.00	6.30	0.224	0.236	0.248
W1	8.50	9.00	9.25	0.335	0.354	0.364
W2			0.50			0.020
H	18.50		20.50	0.728		0.807
H0	15.50	16.00	16.50	0.610	0.630	0.650
H1			25.00			0.984
D0	3.80	4.00	4.20	0.150	0.157	0.165
t			0.90			0.035
L			11.00			0.433
l1	3.00			0.118		
delta P	-1.00		1.00	-0.039		0.039

