



***AUTOMATIC WARNING SYSTEM SMARTTRASH(AWASSH)
BERBASIS ARDUINO NANO***

PROYEK AKHIR

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



OLEH:

RIFQI THOLIB

NIM. 13507134001

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRONIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

2017

LEMBAR PERSETUJUAN

PROYEK AKHIR

AUTOMATIC WARNING SYSTEM SMARTTRASH (AWASSH)
BERBASIS ARDUINO NANO

Oleh

RIFQI THOLIB

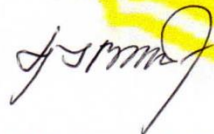
NIM. 13507134001

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.

Yogyakarta, 10 Januari 2017

Mengetahui,
Kepala Program Studi Teknik Elektronika

Menyetujui,
Dosen Pembimbing Proyek Akhir



Dr. Sri Waluyanti, M.Pd
NIP.19581218 198603 2 001



Nurkhamid, M.Kom., Ph.D
NIP.19680707 199702 1 001

HALAMAN PENGESAHAN
PROYEK AKHIR
AUTOMATIC WARNING SYSTEM SMARTTRASH (AWASSH)
BERBASIS ARDUINO NANO

Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

RIFQI THOLIB

NIM. 13507134001

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji Proyek Akhir
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

Pada tanggal 10 Januari 2017

Dan Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat Guna Memperoleh Gelar
Ahli Madya Teknik

Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Nurkhamid, Ph.D	Ketua Penguji		4/5 2017
Nuryake Fajaryati, M.Pd	Sekretaris Penguji		4/5 2017
Muhammad Munir, M.Pd	Penguji		9/5 -17

Yogyakarta, 10 Januari 2017
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Yogyakarta
Dekan ,



Dr. Widarto, M.Pd

NIP. 19631230 198812 1 001

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rifqi Tholib

NIM : 13507134001

Program Studi : Teknik Elektronika

Judul Proyek Akhir : *Automatic Warning System Smarttrash (AWASSH)*

Berbasis Arduino Nano

Menyatakan bahwa Proyek Akhir ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya, tidak berisi materi yang ditulis oleh orang lain sebagai persyaratan penyelesaian studi di Universitas Negeri Yogyakarta atau perguruan tinggi lain, kecuali bagian-bagian tertentu saya ambil sebagai acuan dengan mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah yang benar. Jika ternyata terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya.

Yang Menyatakan,



Rifqi Tholib

NIM. 13507134001

HALAMAN PERSEMBAHAN

Proyek akhir ini saya persembahkan kepada :

Bapak, Ibu, dan Seluruh keluarga besar atas doa dan dukungan yang sangat memotivasi.

Dosen pembimbing bapak Nurkhamid yang telah membimbing saya dalam mengerjakan Laporan Tugas Akhir.

Para guru dan dosen yang telah memberikan ilmu dan informasi pengalamannya.

Teman – teman Kelas B1 2013 Teknik Elektronika FT UNY. Terimakasih atas dukungan, bantuan, dan motivasinya dalam penyelesaian Proyek Akhir ini.

AUTOMATIC WARNING SYSTEM SMARTTRASH (AWASSH)
BERBASIS ARDUINO NANO

Oleh : Rifqi Tholib

NIM : 13507134001

ABSTRAK

Pembuatan proyek akhir ini bertujuan untuk membuat perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*) dan untuk mengetahui unjuk kerja dari *Automatic Warning System Smarttrash (AWASSH)* Berbasis Arduino Nano. Alat ini adalah Tempat sampah pintar yang dirancang agar memudahkan saat membuang sampah tanpa harus menyentuh tempat sampah secara langsung, sehingga memberikan kenyamanan, kemudahan bagi semua orang yang ingin membuang sampah dan memberikan informasi ketika sampah penuh.

Metode yang digunakan dalam pembuatan proyek akhir ini meliputi beberapa tahap yaitu menganalisa kebutuhan alat, membuat rancangan *hardware* dan *software* alat serta melakukan pengujian untuk mengetahui unjuk kerja alat. Komponen penyusun alat ini terbagi menjadi komponen *input*, komponen kontrol dan komponen *output*. Komponen *input* alat ini menggunakan dua sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi manusia dan mendeteksi sampah. Data masukan dari masing-masing sensor diolah menggunakan Arduino Nano untuk menghasilkan *output* seperti yang diharapkan. Media *output* yang digunakan adalah motor servo untuk mekanik buka tutup tempat sampah, modem wavecom untuk mengirimkan pesan singkat, *buzzer* untuk menghasilkan suara sebagai *alarm* dan LED untuk indikator tempat sampah penuh atau belum.

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, *automatic warning system smarttrash (awassh)* berbasis Arduino Nano dapat bekerja seperti apa yang diharapkan, yaitu rangkaian catu daya yang stabil sebesar 12 volt dan 5 volt, sensor HC-SR04 dapat mendeteksi manusia pada jarak 25 cm dan dapat mendeteksi jika sampah penuh. Tempat sampah pintar dapat membuka dan menutup secara otomatis dan mengirim pemberitahuan berupa *short message service (SMS)* saat kondisi tempat sampah penuh, secara keseluruhan alat ini bekerja 100% seperti yang diharapkan.

Kata Kunci : *Arduino Nano, Automatic Warning System Smarttrash, SMS.*

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan karunia-Nya, sehingga dapat menyelesaikan Laporan Proyek Akhir yang berjudul “Alarm Penanda Jarak Baca dan Kurang Cahaya untuk Aktivitas Membaca”. Tujuan dari penyusunan Proyek Akhir ini adalah sebagai syarat kelulusan pada program studi Teknik Elektronika D3 Universitas Negeri Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dorongan dari semua pihak, maka penulisan laporan Tugas Akhir ini tidak akan lancar. Oleh karena itu pada kesempatan ini, izinkanlah penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak dan Ibu Sudibyo yang selalu memberikan semangat, kasih sayang, dan doa-doanya.
2. Mas Galih yang selalu memberikan semangat dan motivasi.
3. Nurkhamid, Ph.D Pembimbing Laporan Proyek Akhir.
4. TIM Penguji Proyek Akhir.
5. Dr. Sri Waluyanti, M.Pd Ketua Program Studi Teknik Elektronika dan Informatika Koordinator Proyek Akhir.
6. Dr. Fatchul Arifin, M.T Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Dosen Penasihat Akademik.
7. Dr. Widarto, M.Pd Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

8. Seluruh Dosen dan Karyawan di Jurusan Teknik Elektronika Dan Informatika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Yang telah mendidik dan memotivasi selama kuliah di UNY.
9. Keluarga besar yang telah memberikan kasih sayang dan motivasi selama ini.
10. Ahmad Nurhari, Nugroho Agus Sugandi, dan semua teman kelas B dan semua yang telah memberikan semangat dan cerita selama kuliah.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penyelesaian laporan ini.

Akhirnya disadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan Proyek Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga saran, masukan, dan kritik sangat diperlukan demi kesempurnaan, dan semoga penyusunan Proyek Akhir ini dapat memberikan kontribusi bagi semua pihak.

Yogyakarta, 10 Januari 2016

Penulis,



Rifqi Tholib

DAFTAR ISI

	Halaman
PROYEK AKHIR	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PENYATAAN KEASLIAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG MASALAH	1
B. IDENTIFIKASI MASALAH	4
C. BATASAN MASALAH	4
D. RUMUSAN MASALAH	5
E. TUJUAN	5
F. MANFAAT	6
G. KEASLIAN GAGASAN	7
BAB II PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH	9
A. <i>Automatic Warning System Smarttrash (AWASSH)</i>	9
B. Sensor Ultrasonik (HC-SR04)	10

C.	Arduino Nano.....	11
a.	Spesifikasi	12
b.	Open Source Hardware	13
c.	Pemograman.....	13
d.	Power Supply	13
e.	Input dan Output (I/O).....	14
f.	Komunikasi	15
D.	SMS (<i>Short Message Service</i>).....	16
E.	Modem WAVECOM	17
F.	<i>Shield</i> Arduino Konverter RS232	17
G.	Motor Servo	19
H.	<i>Transformator</i> (Trafo).....	22
I.	Catu Daya.....	23
1.	<i>IC Regulator</i> 7812.....	24
2.	<i>IC Regulator</i> LM2576.....	25
J.	LED (<i>Light Emitting Diode</i>)	27
K.	<i>Buzzer</i>	29
L.	Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	30
(1)	Bahasa Pemograman Arduino.....	30
(2)	Struktur.....	30
(3)	Variabel	31
(4)	Struktur Pengaturan.....	32
(5)	Digital.....	32
(6)	Analog	33

BAB III KONSEP RANCANGAN	34
A. Identifikasi Kebutuhan	35
1. Bagian Input	35
2. Bagian Proses	35
3. Bagian Output	36
4. Bagian Power Supply	37
B. Perancangan Alat	38
1. Perancangan Rangkaian <i>Input</i>	39
2. Perancangan Rangkaian <i>Controller</i>	39
3. Perancangan Rangkaian <i>Output</i>	40
4. Perancangan Rangkaian <i>Power Supply</i>	41
5. Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	42
C. Pembuatan Alat	43
1. Pembuatan <i>Printed Circuit Board (PCB)</i>	44
2. Pelarutan dan pengeboran PCB.....	45
3. Pengecekan Jalur Rangkaian.....	46
3. Pemasangan Komponen	46
D. Penerapan	46
E. Pengujian Alat	47
1. Uji Fungsional	47
2. Uji Unjuk Kerja	47
BAB IV HASIL, PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN	48
A. Hasil	48
1. Hasil Perakitan Alat	48
B. Pengujian.....	50

1. Pengujian Sensor Ultrasonik	50
2. Pengujian Kekuatan Sinyal	51
3. Pengukuran Tegangan	56
4. Pengujian <i>Listing</i> Program	60
5. Pengujian Keseluruhan.....	60
C. Pembahasan.....	63
1. Pembahasan hasil pengujian sensor ultrasonik	61
2. Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	66
A. Kesimpulan	66
B. Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN.....	70

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Spesifikasi Arduino Nano	12
Tabel 2. Konfigurasi Pin DB9.....	18
Tabel 3. Karakteristik Regulator Tegangan Seri 78XX.....	25
Tabel 4. Identifikasi kebutuhan.....	37
Tabel 5. Hasil pengujian sensor ultrasonik	40
Tabel 6. Uji coba modem via hyperterminal dataran rendah dengan dataran rendah	52
Tabel 7. Uji coba modem wavecom yang bertempat pada dataran rendah	53
Tabel 8. Hasil pengujian modem wavecom yang terletak pada dataran tinggi.....	54
Tabel 9. Hasil pengujian modem wavecom yang diletakkan pada dataran tinggi dan pengirim didataran tinggi	55
Tabel 10. Hasil pengujian modem wavecom yang diletakan pada dataran tinggi	56
Tabel 11. Hasil pengujian modem wavecom yang diletakan pada dataran rendah	56
Tabel 12. Persentase eror pengujian tegangan	59
Tabel 13. Pengujian Listing Program.....	60
Tabel 14. Kalibrasi dan Perhitungan Eror Sensor Ultrasonik	64

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Bentuk Fisik Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	10
Gambar 2. Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik HC-SR04	11
Gambar 3. Arduino Nano 3.0.....	12
Gambar 4. Modem Wavecom M1306B Q2406B	17
Gambar 5. Konfigurasi Pin DB9	19
Gambar 6. Bentuk Fisik Motor Servo	21
Gambar 7. Diagram waktu motor servo	21
Gambar 8. Bentuk fisik Trafo	23
Gambar 9. Susunan kaki <i>IC Regulator 7812</i>	24
Gambar 10. Rangkaian <i>power supply</i> 12 volt dengan <i>IC regulator 7812</i>	25
Gambar 11. Konfigurasi pin LM2576.....	26
Gambar 12. Rangkaian <i>power supply</i> 5 volt dengan <i>IC regulator LM2576</i>	26
Gambar 13. (a) Bentuk fisik LED (b) Rangkaian LED	28
Gambar 14. Bentuk Fisik Buzzer	29
Gambar 15. Logo Software Arduino.....	30
Gambar 16. Blok Diagram Umum.....	34
Gambar 17. Blok diagram perancangan alat	38
Gambar 18. Rangkaian <i>Input</i> (a) Sensor 1. (b) Sensor 2	39
Gambar 19. Rangkaian <i>Controller</i>	40
Gambar 20. Rangkaian <i>Output</i> . (a) LED indikaor. (b) Motor servo. (c) Buzzer	41

Gambar 21. Skema rangkaian <i>power supply</i> 5 Vdc dan 12 Vdc.....	42
Gambar 22. <i>Flowchart</i> cara kerja.....	43
Gambar 23. <i>Layout</i> Rangkaian Power Supply 5 Vdc dan 12 Vdc	46
Gambar 24. <i>Layout</i> Shield Converter RS232.....	47
Gambar 25. Hasil Rangkaian Rangkaian Catu Daya	48
Gambar 26. Hasil Rangkaian Shield Arduino Nano	48
Gambar 27. Hasil keseluruhan Alat	49
Gambar 28. Logo shortcut hyperterminal	51
Gambar 29. Interface hyperterminal sinyal XL	52
Gambar 30. Interface hyperterminal hasil pengujian pengiriman dan penerimaan sms.	53
Gambar 31. Pengujian modem wavecom yang terletak pada dataran tinggi dengan si pengirim didataran rendah.....	54
Gambar 32. Pengujian modem wavecom yang terletak pada dataran tinggi dengan si pengirim di dataran tinggi	55
Gambar 33. Tegangan output dari regulator 5VDC.....	52
Gambar 34. Tegangan output dari regulator 12VDC.....	58
Gambar 35. Tegangan input pada Arduino Nano	58
Gambar 36. Tegangan output dari adaptor modem wavecom	59
Gambar 37. Tempat sampah dalam keadaan belum penuh.....	61
Gambar 38. Kondisi saat ada yang membuang sampah.....	61
Gambar 39. Kondisi tempat sampah penuh	62
Gambar 40. Tampilan SMS saat kondisi tempat sampah penuh.....	62

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Sheet Modem <i>Wavecom</i>	71
Lampiran 2. <i>HC-SR04 User Guide</i>	77
Lampiran 3. Data Sheet Regulator LM2576.....	83
Lampiran 4. Rangkaian <i>Automatic Warning System Smarttrash (AWASSH)</i>	107
Lampiran 5. Rangkaian Catu Daya 5 volt dan 12 volt.....	108
Lampiran 6. <i>Sketch Progam</i>	109
Lampiran 7. Tabel Perhitungan Eror Sensor Ultrasonik.....	115
Lampiran 8. Tabel List dBm Kekuatan Sinyal Modem <i>Wavecom</i>	116

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG MASALAH

Seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi kebutuhan informasi yang cepat sangat di butuhkan dalam berbagai sektor kehidupan, sehingga menunjang kinerja sektor-sektor tersebut, salah satunya adalah aspek kebersihan. Banyak sarana yang dirancang secara otomatis untuk membantu kegiatan manusia dalam menjaga kebersihan lingkungan ataupun ruangan. Terutama di tempat-tempat umum seperti rumah sakit, hotel, bank dan tempat umum lainnya. Karena dengan teknologi menjadikan segala sesuatu yang dilakukan menjadi lebih mudah. Salah satunya aplikasi di sektor kebersihan yaitu tempat sampah.

Membuang sampah adalah aktivitas sehari-hari manusia yang memindahkan benda-benda tidak berharga yang sudah tidak berguna lagi baginya ke tempat lain. Sampah jika tidak diurus dan dikelola dengan baik dapat menyebabkan masalah lingkungan yang sangat merugikan. Sampah yang menumpuk dan membusuk dapat menjadi sarang kuman dan bakteri yang dapat mengganggu kesehatan manusia, serta mengganggu estetika lingkungan karena terkontaminasi pemandangan tumpukan sampah dan bau busuk yang menyengat hidung.

Pengelolaan sampah yang baik, bukan saja untuk kepentingan kesehatan saja, tetapi juga untuk keindahan lingkungan. Pengelolaan sampah yang dimaksud di sini salah satunya adalah meliputi penyediaan tempat sampah.

Hal yang sangat perlu diperhatikan adalah pengelolaan sampah erat sekali kaitannya dengan kesehatan masyarakat, karena dari sampah tersebut akan hidup berbagai mikro organisme penyebab penyakit (*bacteri patogen*), dan juga binatang serangga sebagai pemindah /penyebar/penyakit (*vector*). Oleh sebab itu sampah harus dikelola dengan baik sampai sekecil mungkin tidak mengganggu atau mengancam kesehatan masyarakat. Pengelolaan sampah yang baik , bukan untuk kepentingan kesehatan saja, tetapi juga untuk keindahan lingkungan. Salah satu cara yang sederhana dalam pengolahan sampah adalah dengan menyediakan tempat sampah yang sehat dan menarik, tidak dapat menimbulkan bau dan mencemari lingkungan, di mana semua hal tersebut dikaitkan dengan prinsip – prinsip terbaik untuk kesehatan, ekonomi, keteknikan / *engineerin* dan estetika, lingkungan.

Tempat sampah merupakan sebuah tempat yang digunakan untuk menampung sampah. Beberapa syarat pokok tempat penyimpanan sampah sementara (*container*) menurut Depkes RI Tentang pembuangan sampah (1987:34) antara lain yaitu mempunyai tutup dan sebaiknya mudah dibuka/ditutup tanpa mengotori tangan, mudah diisi dan dikosongkan serta mudah dibersihkan, mudah dijangkau baik oleh pemakai maupun petugas pengumpul sampah.

Tempat sampah biasanya ditempatkan di berbagai lokasi strategis sehingga mudah dijangkau ketika seseorang ingin membuang sampah. Tempat sampah yang ada di tempat umum seperti rumah sakit, bank, hotel, dan tempat umum yang lainnya sekarang ini kebanyakan masih menggunakan cara sederhana yaitu dengan membuka dan menutup tempat sampah secara manual. Hal ini akan menyebabkan tangan akan sangat rawan terkena bakteri dari tempat sampah tersebut. Sering sekali tempat sampah yang ada di tempat umum penuh atau menumpuk, sehingga akan menimbulkan bau yang tidak enak dan mengganggu estetika lingkungan sekitarnya.

Dari latar belakang di atas penulis berinisiatif membuat tugas akhir yang berjudul “*Automatic Warning System Smarttrash (AWASSH) Berbasis Arduino Nano*” yaitu sebuah tempat sampah pintar yang pengoperasiannya dilakukan secara otomatis. Tempat sampah ini dapat membuka tutup secara otomatis ketika ada seseorang yang ingin membuang sampah. Tempat sampah pintar ini dilengkapi dengan sistem peringatan otomatis yang akan mengirimkan informasi tempat sampah dalam kondisi penuh ke petugas sampah yang bertugas sekaligus alarm dan lampu led akan menyala apabila kotak sampah penuh.

Rancang bangun tempat sampah pintar ini menggunakan sistem minimum Arduino Nano sebagai kendali utama yang digunakan untuk mengolah sinyal input menjadi output. Output yang dikendalikan yaitu motor servo untuk buka tutup otomatis pada kotak sampah dan akan mengaktifkan *buzzer*, LED indikator dan akan mengirim data atau informasi apabila kotak sampah penuh.

B. IDENTIFIKASI MASALAH

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

1. Belum banyak yang mengembangkan tempat sampah pintar yang menggunakan mikrokontroler Arduino Nano.
2. Tempat sampah yang ada masih dioperasikan secara manual sehingga harus bersentuhan langsung, sehingga tangan akan sangat rawan terkena bakteri dari tempat sampah .
3. Masih sedikit peralatan yang memanfaatkan mikrokontroler Arduino Nano sebagai alat kontrol yang diterapkan pada tempat sampah pintar.
4. Belum adanya tempat sampah yang dapat mengirim informasi saat kondisi sampah penuh.

C. BATASAN MASALAH

Berdasarkan identifikasi masalah yang muncul perlunya pembatasan masalah sehingga ruang lingkup masalah menjadi lebih jelas. Batasan masalah pada proyek akhir ini di batasi pada perancangan *hardware* berbasis mikrokontroler Arduino Nano yang dilengkapi modul *MODEM WAVECOM* sebagai alat pengirim data. Pada perancangan *software* menggunakan *software* Arduino yang berbasis bahasa C. Dalam proyek akhir ini penulis membatasi masalah untuk membuat rancang bangun *Automatic Warning System Smarttrash* (AWASSH) Berbasis Arduino Nano sebagai berikut:

1. Sistem minimum menggunakan Arduino Nano.
2. Bahasa pemrograman menggunakan Bahasa C.
3. Menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04.
4. Menggunakan Modem GSM *Wavecom* sebagai pengirim dan menerima SMS (*Short Message Service*).
5. Pada output menggunakan *buzzer* sebagai *alarm* saat tempat sampah dalam kondisi penuh dan lampu LED sebagai indikator.

D. RUMUSAN MASALAH

Dari uraian identifikasi masalah di atas, maka dapat dibuat suatu rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana perancangan *hardware* dan *software Automatic Warning System Smarttrash* (AWASSH) Berbasis Arduino Nano?
2. Bagaimana unjuk kerja *Automatic Warning System Smarttrash* (AWASSH) Berbasis Arduino Nano?

E. TUJUAN

Pembuatan Proyek Akhir yang berjudul “*Automatic Warning System Smarttrash* (AWASSH) Berbasis Arduino Nano” memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Merealisasikan rancangan *hardware* dan *software Automatic Warning System Smarttrash* (AWASSH) Berbasis Arduino Nano.
2. Mengetahui Unjuk Kerja *Automatic Warning System Smarttrash* (AWASSH) Berbasis Arduino Nano.

F. MANFAAT

Pembuatan proyek akhir ini diharapkan dapat bermanfaat bagi mahasiswa, lembaga pendidikan, dan industri. Adapun manfaat yang diharapkan dari pembuatan tugas akhir ini antara lain :

1. Bagi Mahasiswa

- a. Sebagai tolak ukur individual setelah mendapatkan ilmu dari bangku kuliah dan kehidupan sehari-hari untuk diimplementasikan dalam bentuk suatu alat.
- b. Untuk mengaplikasikan ilmu yang didapat selama di bangku kuliah dan menerapkan ilmunya secara nyata.
- c. Sebagai bentuk kontribusi terhadap Universitas baik dalam citra maupun daya tawar terhadap masyarakat luas.

2. Bagi Masyarakat

- a. Sebagai tolak ukur kepedulian mahasiswa terhadap masalah masalah yang terjadi di lingkungan.
- b. Untuk digunakan sebagai alat yang mempermudah pekerjaan manusia dikala mengalami keterbatasan waktu dan perhatian.

3. Bagi Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika

- a. Terciptanya alat yang inovatif dan bermanfaat sebagai sarana ilmu pengetahuan.
- b. Sebagai wujud partisipasi dalam pengembangan dibidang IPTEK.
- c. Sebagai parameter kualitas dan kuantitas lulusan mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

4. Bagi Dunia usaha dan Dunia Industri

- a. Terciptanya Alat sebagai sarana peningkatan teknologi dalam dunia usaha dan dunia industri.
- b. Sebagai bentuk kontribusi terhadap industri dalam mewujudkan pengembangan teknologi.

G. KEASLIAN GAGASAN

Proyek akhir dengan judul “*Automatic Warning System Smarttrash (AWASSH) Berbasis Arduino Nano*” merupakan terobosan yang penulis buat dengan harapan dapat memberikan kenyamanan, kemudahan bagi semua orang yang ingin membuang sampah dan memberikan informasi ketika sampah penuh. Adapun alat yang hampir sama dengan tugas akhir ini adalah Tempat Sampah Pintar “*Smart Trash Bin*” yang dikerjakan oleh Gading Anggawijoyono dan Januar Fajaruddin dari Prodi Elektronika Jurusan Elektro Politeknik Negeri Semarang tahun 2014.

Dalam Tempat Sampah Pintar “*Smart Trash Bin*” yang dikerjakan oleh Gading Anggawijoyono dan Januar Fajaruddin dari Prodi Elektronika Jurusan Elektro Politeknik Negeri Semarang tahun 2014 menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontrolernya, menggunakan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi objek dan menggunakan Solenoid motorized untuk membuka tutup tempat sampah. Kekurangan dari alat ini adalah belum adanya sensor yang mendeteksi kondisi sampah didalam tempat sampah, apakah sudah penuh atau belum dan belum adanya sistem peringatan dan memberikan informasi ketika tempat

sampah sudah penuh, kelebihan dari alat ini adalah menggunakan ISD 1760 sebagai perekam dan pemutar suara yang digunakan untuk menyampaikan sebuah pesan tentang menjaga lingkungan yaitu “Terima kasih karena telah membuang sampah pada tempatnya. Jaga selalu lingkungan disekitar anda” .

Perbedaan dengan tugas akhir yang penulis buat adalah penulis menggunakan SMS sebagai pengirim informasi ketika tempat sampah penuh dan adanya alarm sebagai penanda atau peringatan ketika kondisi tempat sampah penuh.

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

A. *Automatic Warning System Smarttrash (AWASSH)*

Automatic Warning System Smarttrash (AWASSH) Berbasis Arduino Nano merupakan tempat sampah pintar yang pengoperasiannya dilakukan secara otomatis. Tempat sampah pintar ini dibuat dari kombinasi alat komunikasi, sensor, dan alarm. Alat ini bekerja berdasarkan nilai jarak yang terdeteksi pada sistem sehingga didapatkan nilai yang digunakan sebagai pembuka tutup secara otomatis dimana nilai jarak objek yang didapatkan dari sensor ultrasonik HC-SR04.

Tempat sampah pintar ini dilengkapi dengan sistem peringatan otomatis yang akan mengirimkan informasi tempat sampah dalam kondisi penuh ke petugas yang dikirimkan melalui modem gsm *wavecom* dalam bentuk SMS (*Short Message Service*). Secara bersamaan *buzzer* akan berbunyi yang berfungsi sebagai alarm dan LED indikator warna merah menyala untuk memberikan informasi bahwa tempat sampah dalam kondisi penuh.

Keseluruhan sistem terdiri dari tiga bagian yaitu : 1. *Input* 2. Proses, dan 3. *Output*. Pada bagian *input* terdiri dari (1) Sensor ultrasonik HC-SR04 yang berfungsi sebagai pendeteksi jarak manusia dengan tempat sampah; (2) Sensor ultrasonik HC-SR04 yang berfungsi sebagai pendeteksi sampah yang ada di dalam tempat sampah.

Bagian kendali terdiri dari (1) Arduino Nano digunakan untuk mengendalikan keseluruhan sistem; (2) Modem GSM digunakan untuk memproses perintah menerima dan mengirim data ke handphone yang telah memberikan perintah. Sedangkan bagian *output* terdiri dari (1) Motor servo berfungsi sebagai penggerak tutup tempat sampah; (2) *Buzzer* berfungsi sebagai alarm; 3) LED indikator saat kondisi tempat sampah penuh.

B. Sensor Ultrasonik

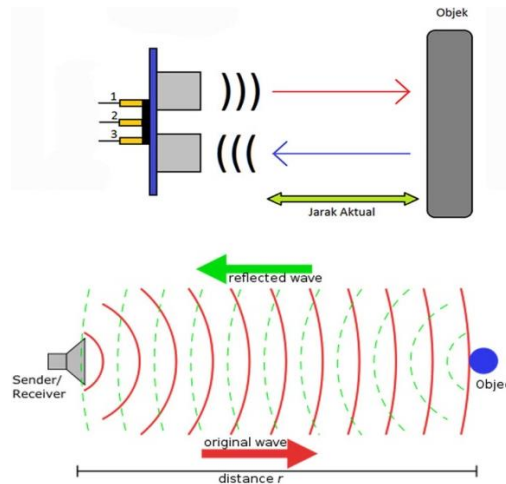
HC-SR04 merupakan sensor ultrasonik yang dapat digunakan untuk mengukur jarak antara penghalang atau objek dan sensor.



Gambar 1. Bentuk Fisik Sensor Ultrasonik HC-SR04

<http://komponenelektronika.biz/sensor-ultrasonik.html>

HC-SR04 memiliki 2 komponen utama sebagai penyusunnya yaitu ultrasonik *transmitter* dan ultrasonik *receiver*. Fungsi dari ultrasonik *transmitter* adalah memancarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz kemudian *ultrasonic receiver* menangkap hasil pantulan gelombang ultrasonik yang mengenai suatu objek. Waktu tempuh gelombang ultrasonik dari pemancar hingga sampai ke penerima sebanding dengan 2 kali jarak antara sensor dan bidang pantul.



Gambar 2. Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik HC-SR04

(<http://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html>)

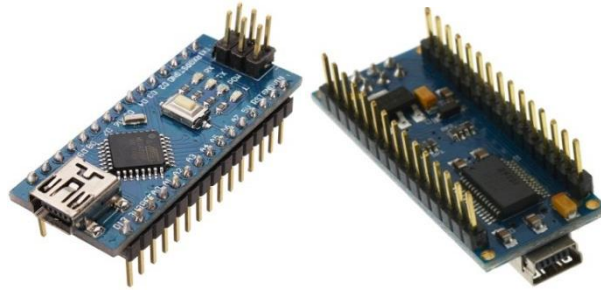
Prinsip pengukuran jarak menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 adalah, ketika pada pin Trigger diberi tegangan positif selama 10 μ S *transmitter* akan mulai memancarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40kHz. Selanjutnya, sinyal akan diterima pada pin Echo. Untuk mengukur jarak benda yang memantulkan sinyal tersebut, maka selisih waktu ketika mengirim dan menerima sinyal digunakan untuk menentukan jarak benda tersebut.

C. Arduino Nano

Arduino merupakan pengembangan aplikatif dari mikrokontroler dan sudah disesuaikan dengan kebutuhan pasar. Salah satu yang membuat Arduino banyak digemari orang adalah karena sifatnya yang *open source*, baik untuk *hardware* maupun *software*-nya.

Arduino Nano adalah papan pengembangan (development board) mikrokontroler yang berbasis chip ATmega328P dengan bentuk yang sangat kecil dan memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler.

Disebut sebagai papan pengembangan karena board ini memang berfungsi sebagai arena prototyping sirkuit mikrokontroler. Dengan menggunakan papan pengembangan, akan lebih mudah merangkai rangkaian elektronika mikrokontroler dibanding jika memulai merakit ATmega328 dari awal di breadboard.



Gambar 3. Arduino Nano 3.0
(<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>)

a. Spesifikasi

Arduino Nano mempunyai beberapa spesifikasi diantaranya tegangan operasi, tegangan input yang direkomendasikan, pin digital I/O dan pin analog. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Arduino Nano

Chip mikrokontroler	ATmega328P
Tegangan operasi	5V
Tegangan input (yang direkomendasikan)	7V - 12V
Digital I/O pin	14 buah, 6 diantaranya menyediakan PWM
Analog Input pin	6 buah
Arus DC per pin I/O	40 mA
Memori Flash	32 KB, 0.5 KB telah digunakan untuk bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock speed	16 Mhz
Dimensi	45 mm x 18 mm
Berat	5 g

b. Open Source Hardware

Arduino Nano adalah hardware open source (OSH - Open Source Hardware). Dengan demikian pengguna diberi kebebasan untuk dapat membuat sendiri Arduino Nano.

c. Pemrograman

Pemrograman board Arduino Nano dilakukan dengan menggunakan Arduino Software (IDE). Chip ATmega328 yang terdapat pada Arduino Nano telah diisi program awal yang sering disebut bootloader. Bootloader tersebut yang bertugas untuk memudahkan dalam melakukan pemrograman lebih sederhana menggunakan Arduino Software, tanpa harus menggunakan tambahan hardware lain. Cukup menghubungkan Arduino dengan kabel USB ke PC atau laptop.

d. Power Supply

Development Board Arduino Nano dapat diberi tenaga dengan power yang diperoleh dari koneksi kabel Mini-B USB, atau via power supply eksternal. External power supply dapat dihubungkan langsung ke pin 30 atau Vin (unregulated 6V - 20V), atau ke pin 27 (regulated 5V). Sumber tegangan akan otomatis dipilih yang tegangannya lebih tinggi.

Beberapa pin power pada Arduino Nano :

- **GND.** Ini adalah ground atau negatif.
- **Vin.** Ini adalah pin yang digunakan jika anda ingin memberikan power langsung ke board Arduino dengan rentang tegangan yang disarankan 7V - 12V.

- **Pin 5V.** Ini adalah pin output dimana pada pin tersebut mengalir tegangan 5V yang telah melalui regulator.
- **3V3.** Ini adalah pin output dimana pada pin tersebut disediakan tegangan 3.3V yang telah melalui regulator.
- **REF.** Ini adalah pin yang menyediakan referensi tegangan mikrokontroller. Biasanya digunakan pada board shield untuk memperoleh tegangan yang sesuai, apakah 5V atau 3.3V.

e. Input dan Output (I/O)

Arduino Nano memiliki 14 buah digital pin yang dapat digunakan sebagai input atau output, dengan menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Pin-pin tersebut bekerja pada tegangan 5V, dan setiap pin dapat menyediakan atau menerima arus 20mA, dan memiliki tahanan pull-up sekitar 20-50k ohm (secara default dalam posisi disconnect). Nilai maximum adalah 40mA, yang sebisa mungkin dihindari untuk menghindari kerusakan chip mikrokontroller.

Beberapa pin memiliki fungsi khusus :

- **Serial**, terdiri dari 2 pin : pin 0 (RX) dan pin 1 (TX) yang digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) data serial.
- **External Interrupts**, yaitu pin 2 dan pin 3. Kedua pin tersebut dapat digunakan untuk mengaktifkan interrupts. Gunakan fungsi `attachInterrupt()`.
- **PWM**: Pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11 menyediakan output PWM 8-bit dengan menggunakan fungsi `analogWrite()`.

- **SPI** : Pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), dan 13 (SCK) mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan SPI Library.
- **LED** : Pin 13. Pada pin 13 terhubung built-in led yang dikendalikan oleh digital pin no 13.

Arduino Nano memiliki 8 buah input analog, yang diberi tanda dengan A0 hingga A7. Masing-masing pin analog tersebut memiliki resolusi 1024 bits (jadi bisa memiliki 1024 nilai). Secara default, pin-pin tersebut diukur dari ground ke 5V, namun bisa juga menggunakan pin REF dengan menggunakan fungsi `analogReference()`. Pin Analog A6 dan A7 tidak bisa dijadikan sebagai pin digital, hanya sebagai analog. Beberapa pin lainnya pada board ini adalah :

- **I2C** : Pin A4 (SDA) dan A5 (SCL). Pin ini mendukung komunikasi I2C (TWI) dengan menggunakan Wire Library.
- **AREF**. Sebagai referensi tegangan untuk input analog.
- **Reset**. Hubungkan ke LOW untuk melakukan reset terhadap mikrokontroller. Biasanya digunakan untuk dihubungkan dengan switch yang dijadikan tombol reset.

f. Komunikasi

Arduino Nano memiliki beberapa fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, berkomunikasi dengan Arduino lainnya, atau dengan mikrokontroller lain nya. Chip Atmega328 menyediakan komunikasi serial UART TTL (5V) yang tersedia di pin 0 (RX) dan pin 1 (TX).

Sebuah chip FTDI yang terdapat pada board berfungsi menterjemahkan bentuk komunikasi ini melalui USB dan akan tampil sebagai Virtual Port di komputer.

Pada Arduino Software (IDE) terdapat monitor serial yang memudahkan data textual untuk dikirim menuju Arduino atau keluar dari Arduino. Lampu led TX dan RX akan menyala berkedip-kedip ketika ada data yang ditransmisikan melalui chip FTDI USB to Serial via kabel USB ke komputer.

Chip ATmega328 juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Di dalam Arduino Software (IDE) sudah termasuk Wire Library untuk memudahkan dalam menggunakan bus I2C.

D. SMS (*Short Message Service*)

Layanan SMS sangat populer dan sering dipakai oleh pengguna Handphone. SMS menyediakan pengiriman pesan text secara cepat, mudah dan murah. Kini SMS tidak terbatas untuk komunikasi antar manusia pengguna saja, namun juga bisa dibuat otomatis dikirim maupun diterima oleh peralatan (komputer, mikrokontroler, dsb) untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Menurut Muchlisin Riadi pada websitenya yang ada di <http://www.kajianpustaka.com/2012/12/teori-sms-short-message-service.html>

bahwa :

“Short Message Service (SMS) merupakan layanan yang banyak diaplikasikan pada sistem komunikasi tanpa kabel (nirkabel), memungkinkan dilakukannya pengiriman pesan dalam bentuk alphanumeric antar terminal pelanggan atau antar terminal pelanggan dengan sistem eksternal seperti e-mail, paging, voice mail dan lain-lain.”

SMS merupakan sebuah sistem pengiriman data dalam paket dengan bandwidth kecil. Dengan karakteristik ini, pengiriman suatu data yang pendek dapat dilakukan dengan efisiensi yang sangat tinggi.

E. Modem Wavecom

Wavecom GPRS M1206B (Q2403A) adalah sebuah modul yang dapat digunakan sebagai komunikasi via wireless GSM, dengan alat ini kita dapat dengan mudah mengirimkan data berupa SMS, atau data GPRS. Wavecom dapat dihubungkan dengan komputer menggunakan komunikasi data serial RS 232. Dengan menggunakan AT-command sebagai perintah untuk mengirimkan data. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Dony Hendra Lesmana “Modem Wavecom Fastrack M1306B adalah modul komunikasi selular GSM yang menggunakan prinsip *Plug and Play* sehingga tidak memerlukan instalisasi yang rumit untuk dapat menggunakannya” (Hendra Lesmana Dony:2013).



Gambar 4. Modem Wavecom M1306B Q2406B
(http://www.mobitek.com.my/GSM_Modem/Wavecom.htm)

F. Shield Arduino Konverter RS232

Shield adalah board yang memudahkan kita memasang berbagai sensor ataupun aktuator (servo, motor, dsb.) dan bahkan bisa menambahkan kapasitas input atau output dari Arduino itu sendiri dengan cara dipasangkan di atas board Arduino.

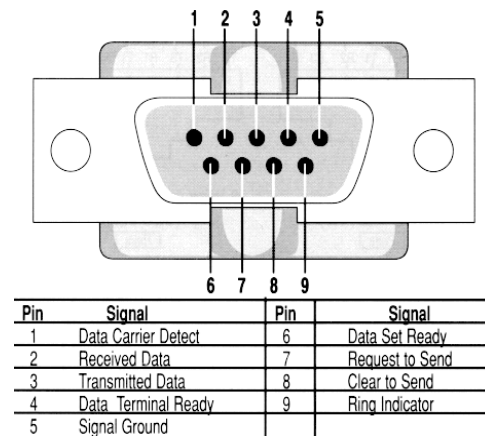
RS232 adalah *standard* komunikasi serial yang di gunakan koneksi periperhal ke periperhal. Berdasarkan tulisan Ilina K. Khisan yang berjudul, Konsep Rancangan Pendeteksi Banjir Jarak Jauh Memanfaatkan Fasilitas Pesan Singkat (SMS) bahwa: “ Komunikasi RS232 dilakukan secara asinkron, yaitu komunikasi serial yang tidak memiliki clock bersama antara pengirim dan penerima, masing-masing dari pengirim maupun penerima memiliki clock sendiri.” (Ilina K. Khisan).

Menurut Sapta Ajie dalam websitenya di <http://saptaji.com/2015/07/27/komunikasi-serial-asinkron-rs232-dengan-arduino/>, “ salah satu perangkat yang menggunakan standar komunikasi asinkron RS232 adalah komputer/laptop. Berhubung port serial fisik sudah tidak diadopsi pada komputer/laptop modern maka sebagai penghubung antara komputer dan arduini yaitu modul konverter TTL-RS232.”

Tabel 2. Konfigurasi Pin DB9
(<http://www.vedcmalang.com/pppstkboemlg/index.php/menuutama/listrik-electro/1054-ds1>)

Pin DB9	Singkatan	Keterangan
Pin 3	TD	Transmit Data
Pin 2	RD	Receive Data
Pin 7	RTS	Request To Send
Pin 8	CTS	Clear To Send
Pin 6	DSR	Data To Send
Pin 5	SG	Signal Ground
Pin 1	CD	Carrier Detect
Pin 4	DTR	Data Terminal Ready
Pin 9	RI	Ring Indikator

Tabel 2. Merupakan konfigurasi pada port DB9 yang digunakan modem Wavecom M1306B Q2406B.



Gambar 5. Konfigurasi Pin DB9

(<http://www.vedcmalang.com/pppptkboemlg/index.php/menuutama/listrik-electro/1054-ds1>)

Gambar 5 merupakan konfigurasi pin DB9, dengan memanfaatkan pin tersebut konektor RS-232 dapat digunakan untuk mengkoneksi secara data serial di antara komputer dan modem atau piranti lain menggunakan komunikasi standar RS-232 maka antar peralatan dapat saling dikoneksikan untuk mengkomunikasikan data.

G. Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.

Motor servo biasa digunakan dalam aplikasi-aplikasi di industri, selain itu juga digunakan dalam berbagai aplikasi lain seperti pada mobil mainan radio kontrol, robot, pesawat, dan lain sebagainya. Ada dua jenis motor servo, yaitu motor servo AC dan DC. Motor servo AC lebih dapat menangani arus yang tinggi atau beban berat, sehingga sering diaplikasikan pada mesin-mesin industri. Sedangkan motor servo DC biasanya lebih cocok untuk digunakan pada aplikasi-aplikasi yang lebih kecil. Dan bila dibedakan menurut rotasinya, umumnya terdapat dua jenis motor servo yang terdapat di pasaran, yaitu motor servo rotation 180° dan servo rotation continuous.

- Motor servo *standard* (servo rotation 180°) adalah jenis yang paling umum dari motor servo, dimana putaran poros outputnya terbatas hanya 90° kearah kanan dan 90° kearah kiri. Dengan kata lain total putarannya hanya setengah lingkaran atau 180° .
- Motor servo rotation continuous merupakan jenis motor servo yang sebenarnya sama dengan jenis servo standard, hanya saja perputaran porosnya tanpa batasan atau dengan kata lain dapat berputar terus, baik ke arah kanan maupun kiri.

Pada proyek akhir ini penulis menggunakan motor servo standar yang hanya berotasi 180° karena motor servo standar dapat diatur posisi sudut sesuai dengan keinginan, sehingga motor servo akan berhenti pada posisi sudut yang diperintahkan. Dalam alat ini motor servo yang digunakan berjenis *metal gear* dengan torsi maksimal 15kg/cm dan tegangan operasi 4.8V~6V yang digunakan untuk membuka dan menutup tempat sampah.

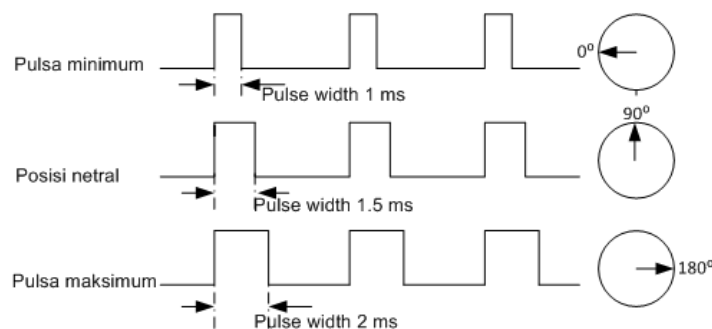


Gambar 6. Bentuk Fisik Motor Servo

(<http://www.feetechrc.com/product/digital-servo/standard-15kg-cm-metal-gear-digital-servo-ft5316m/>)

Prinsip kerja motor servo

Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (Pulse Wide Modulation / PWM) melalui kabel kontrol. Lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Sebagai contoh, lebar pulsa dengan waktu 1,5 ms (mili detik) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut 90° . Bila pulsa lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi 0° atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila pulsa yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor servo akan berputar ke arah posisi 180° atau ke kanan (searah jarum jam).



Gambar 7. Diagram waktu motor servo

(<http://trikueni-desain-sistem.blogspot.co.id/2014/03/Pengertian-Motor-Servo.html>)

Ketika lebar pulsa kendali telah diberikan, poros motor servo akan bergerak atau berputar ke posisi yang telah diperintahkan, dan berhenti pada posisi tersebut dan akan tetap bertahan pada posisi tersebut. Jika ada kekuatan eksternal yang mencoba memutar atau mengubah posisi tersebut, maka motor servo akan mencoba menahan atau melawan dengan besarnya kekuatan torsi yang dimilikinya (rating torsi servo). Namun motor servo tidak akan mempertahankan posisinya untuk selamanya, sinyal lebar pulsa kendali harus diulang setiap 20 ms (mili detik) untuk menginstruksikan agar posisi poros motor servo tetap bertahan pada posisinya.

Keunggulan dari penggunaan motor servo yaitu : tidak bergetar dan tidak ber-resonansi saat beroperasi, daya yang dihasilkan sebanding dengan ukuran dan berat motor, penggunaan arus listrik sebanding dengan beban yang diberikan, resolusi dan akurasi dapat diubah dengan hanya mengganti encoder yang dipakai dan tidak berisik saat beroperasi dengan kecepatan tinggi.

H. *Transformator (Trafo)*

Transformator (trafo) adalah alat yang digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan bolak-balik (AC). *Transformator* terdiri dari 3 komponen pokok yaitu: kumparan pertama (primer) yang bertindak sebagai input, kumparan kedua (skunder) yang bertindak sebagai output, dan inti besi yang berfungsi untuk memperkuat medan magnet yang dihasilkan.

[\(http://www.elektronika123.com/trafo-atau-transformator/\)](http://www.elektronika123.com/trafo-atau-transformator/)

Prinsip kerja dari sebuah *transformator* adalah sebagai berikut, ketika kumparan primer dihubungkan dengan sumber tegangan bolak-balik, perubahan arus listrik pada kumparan primer menimbulkan medan magnet yang berubah. Medan magnet yang berubah diperkuat oleh adanya inti besi dan dihantarkan inti besi ke kumparan sekunder, sehingga pada ujung-ujung kumparan sekunder akan timbul ggl induksi. Efek ini dinamakan induktansi timbal-balik (*mutual inductance*).



Gambar 8. Bentuk fisik Trafo

(<http://all-elektro.blogspot.com/2012/01/transformator-trafo.html>)

I. Catu Daya

Power Supply atau disebut juga dengan Catu Daya adalah suatu alat listrik yang dapat menyediakan energi listrik untuk perangkat listrik ataupun elektronika lainnya. Pada dasarnya Catu daya ini memerlukan sumber energi listrik yang kemudian mengubahnya menjadi energi listrik yang dibutuhkan oleh perangkat elektronika lainnya. Oleh karena itu, *Power Supply* kadang-kadang disebut juga dengan istilah *Electric Power Converter*.

1. *IC Regulator 7812*

IC Voltage Regulator adalah IC yang digunakan untuk mengatur tegangan di rangkaian elektronika. Rangkaian voltage regulator ini banyak ditemukan dirangkaian adaptor yang bertugas untuk memberikan tegangan DC, rangkaian voltage regulator (pengatur tegangan) Merupakan suatu keharusan agar tengangan yang diberikan kepada rangkaian lainnya stabil dan bebas dari fluktuasi.

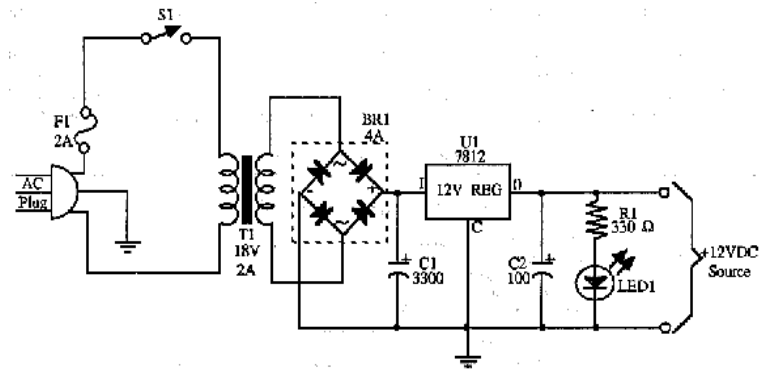
Terdapat dua jenis *IC Regulator* yaitu sebagai regulator tegangan positif dan sebagai regulator tagangan negatif. Perbedaannya terletak dari seri IC tersebut, untuk tegangan positif mempunyai seri 78XX sedangkan pada regulator tegangan negatif 79XX. Akhiran XX menunjukan batas tegangan yang keluar dari IC tersebut. Sebagai contoh IC dengan seri 7812 berarti merupakan regulator tegangan positif dengan keluaran 12 V.

(<http://kumpulandasarelektronik.blogspot.co.id/2015/01/ic-voltage-regulator-ic-pengatur.html>)



Gambar 9. Susunan kaki *IC Regulator 7812*

Skema rangkaian penggunaan *IC regulator* pada *power supply* sebagai pembatas dan penstabil tegangan dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 10. Rangkaian *power supply* 12 volt dengan IC regulator 7812
[\(http://skemarangkaianpcb.com/rangkaian-power-supply-12-volt-lm7812/\)](http://skemarangkaianpcb.com/rangkaian-power-supply-12-volt-lm7812/)

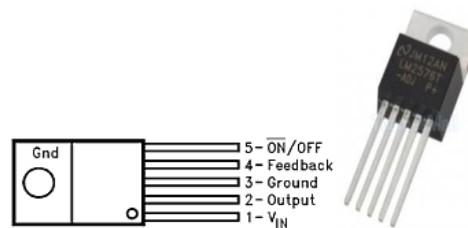
Tabel 3. Karakteristik Regulator Tegangan Seri 78XX

Type	V Out (V)	I Out (A)			V in (V)	
		78xxC	78Lxx	78Mxx	Min	Max
7805	5	1	0,1	0,5	7,5	20
7806	6	1	0,1	0,5	8,6	21
7808	8	1	0,1	0,5	10,6	23
7809	9	1	0,1	0,5	11,7	24
7810	10	1	0,1	0,5	12,7	25
7812	12	1	0,1	0,5	14,8	27
7815	15	1	0,1	0,5	18	30
7818	18	1	0,1	0,5	21	33
7824	24	1	0,1	0,5	27,3	38

2. IC Regulator LM2576

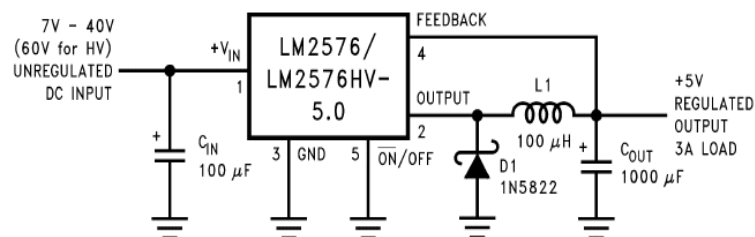
IC LM 2576 merupakan regulator tegangan *step-down* dengan mode *switching* yang mampu mengalirkan arus ke beban hingga 3 Ampere. IC ini tersedia dalam versi regulator 3,3 volt, 5 volt, 12 volt dan versi tegangan keluaran yang dapat diatur. LM2576 beroperasi pada frekuensi *switching* yang tetap yaitu 150 kHz sehingga memperbolehkan penggunaan nilai komponen filter yang lebih kecil dibandingkan regulator *switching* dengan frekuensi yang lebih rendah.

Keuntungan yang paling mendasar dari penggunaan regulator dengan mode *switching* adalah efisiensi. Menurut datasheet LM2596 dari *Texas Instrument*, penggunaan tegangan masukan 12 VDC untuk memperoleh tegangan keluaran 5 VDC akan menghasilkan efisiensi sebesar 80%, sehingga sumber tegangan masukan dapat bertahan lebih lama jika dibandingkan dengan penggunaan regulator linier.



Gambar 11. Konfigurasi pin LM2576

(<http://rangkaianno.blogspot.co.id/2012/04/adjustable-switching-regulator-circuit.html>)



Gambar 12. Rangkaian *power supply* 5 volt dengan IC regulator LM2576

(<http://rizbotindo.blogspot.co.id/2012/02/rangkaian-lm2576-regulator-power-supply.html>)

Dalam proyek akhir ini besarnya catu daya yang dibutuhkan sebesar +5volt dan +12volt sehingga menggunakan IC regulator seri LM2576 dan IC regulator seri 7812 yang dapat diperoleh dalam kemasan TO-220 plastik dan logam. IC regulator 7812 dapat mengeluarkan arus

melebihi 0.5 A apabila dilengkapi dengan peredam *heatshink* yang memadai dan pada daya kurang atau sama dengan 15 watt dan IC regulator LM 2576 yang mampu mengalirkan arus ke beban hingga 3 Ampere.

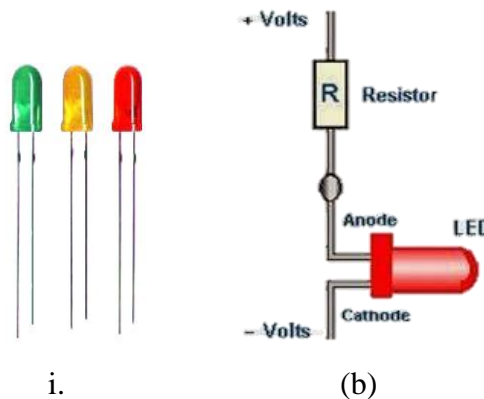
Rangkaian terpadu (*Integrate Circuit = IC*) tipe LM2576 dan 7812 ini adalah regulator yang dapat menstabilkan tegangan searah positif dengan memasukkan +12 V sampai +15 V dengan keluaran +5 Volt dan +12 Volt. IC regulator seri 7812 sesuai tabel 1 yang mempunyai karakteristik sebagai berikut :

- a. Menstabilkan tegangan positif dengan memasukkan tegangan +15 Volt sampai +20 Volt.
- b. Tegangan keluaran IC LM 2576 dan IC 7812 adalah +5 Volt DC dan +12 Volt DC teregulasi.

J. LED (*Light Emitting Diode*)

Light Emitting Diode (LED) adalah komponen elektronika yang bisa memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan suatu tegangan maju. LED masih termasuk dalam keluarga Dioda. LED terdiri dari sebuah chip dari bahan semikonduktor yang diisi penuh, atau di-dop, dengan ketidakmurnian untuk menciptakan sebuah struktur. Karakteristik LED sama dengan karakteristik dioda, karena prinsip kerja dari LED menggunakan dioda, namun LED akan menyala tergantung dari jenis dan warna LED yang dipakai.

LED juga mampu memancarkan sebuah sinar inframerah yang tidak dapat dilihat oleh mata. Remote Control TV, Remote Control CD/DVD dan lain-lainnya adalah salah satu elektronik yang menggunakan LED dengan sinar inframerah. Bentuk LED hampir sama dengan sebuah lampu bohlam yang kecil dan dapat dengan mudah dipasang ke dalam sebuah perangkat elektronika. LED dengan dengan Lampu Pijar Sangat berbeda, LED tidak memerlukan pembakaran filamen sehingga tidak menimbulkan panas saat memancarkan cahaya. (<http://teknikelektronika.com/pengertian-led-light-emitting-diode-cara-kerja/>)



Gambar 13. (a) Bentuk fisik LED (b) Rangkaian LED

(<http://teknikelektronika.com/pengertian-led-light-emitting-diode-cara-kerja/>)

Cara kerja LED (*Light Emitting Diode*)

LED adalah salah satu jenis dioda maka LED memiliki 2 kutub yaitu anoda dan katoda. Dalam hal ini LED akan menyala bila ada arus listrik mengalir dari anoda menuju katoda. Pemasangan kutub LED tidak boleh terbalik karena apabila terbalik kutubnya maka LED tersebut tidak akan menyala.

LED memiliki karakteristik berbeda-beda menurut warna yang dihasilkan. Semakin tinggi arus yang mengalir pada LED maka semakin terang pula cahaya yang dihasilkan, namun perlu diperhatikan bahwa besarnya arus yang diperbolehkan 10mA-20mA dan pada tegangan 1,6V – 3,5 V menurut karakter warna yang dihasilkan. Apabila arus yang mengalir lebih dari 20mA maka LED akan terbakar. Untuk menjaga agar LED tidak terbakar perlu kita gunakan resistor sebagai penghambat arus.

K. *Buzzer*

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi electromagnet.

Kumparan akan tertarik ke dalam atau keluar tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm).



Gambar 14. Bentuk Fisik Buzzer

L. Perangkat Lunak (*Software*)

(1) Bahasa Pemrograman Arduino

Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman C++ dengan versi yang telah disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (*libraries*) Arduino, sehingga lebih mudah dalam belajar pemrograman. IDE Arduino terdiri atas :

- a. *Editor* program, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *Processing*.
- b. *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *processing*) menjadi kode biner, bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa *processing*. Itulah sebabnya *compiler* diperlukan dalam hal ini.
- c. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memory di dalam papan arduino.



Gambar 15. Logo Software Arduino

(<http://www.kelasrobot.com/2015/09/belajar-pemrograman-dasar-arduino.html>)

(2) Struktur

Setiap program arduino (biasa disebut *sketch*) mempunyai dua buah fungsi yang harus ada, yaitu :

- a. `Void Setup() {.....}`

Semua kode didalam kurung kurawal akan dijalankan hanya satu kali ketika program arduino dijalankan untuk pertama kalinya.

b. Void loop() {.....}

Fungsi ini dijalankan setelah setup (fungsi void setup) selesai.

Setelah dijalankan satu kali fungsi ini akan dijalankan kembali, dan lagi secara terus menerus sampai catu daya (*power*) dilepaskan.

(3) Variabel

Sebuah program secara garis besar didefinisikan sebagai instruksi untuk memindahkan angka dengan cara yang cerdas. Variabel inilah yang digunakan untuk memudahkannya.

a. Int (*integer*),

Digunakan untuk menyimpan angka dalam 2 byte (16 bit).

Tidak mempunyai angka desimal dan menyimpan nilai dari -23.768 s/d 32.767.

b. Long,

Digunakan ketika integer tidak mencukupi lagi. Memakai 4 byte

(32 bit) dari memori RAM dan mempunyai rentang nilai dari -2.147.648 s/d 2.147.483.647.

c. Float,

Digunakan untuk angka desimal (*floating point*). Memakai 4

byte (32 bit) dari RAM dan mempunyai rentang nilai dari -3,4028235E+38 s/d 3,4028235E+38.

d. Char (*character*),

Menyimpan 1 karakter menggunakan kode ASCII (misalnya 'A' = 65). Hanya memakai 1 byte (8 bit) dari RAM.

(4) Struktur Pengaturan

Program sangat tergantung pada pengaturan apa yang akan dijalankan berikutnya. Berikut ini adalah elemen dasar pengaturan.

a) If ... else,

Dengan format seperti berikut ini:

```
If(kondisi) { ... }
```

```
Else if(kondisi) { ... }
```

```
Else { ... }
```

Dengan struktur seperti diatas program akan menjalankan kode yang ada di dalam kurung kurawal jika kondisinya *TRUE*, dan jika tidak (*FALSE*) maka akan diperiksa apakah kondisi pada else if dan jika kondisinya *FALSE* maka kode pada *else* yang akan dijalankan.

b) For,

Dengan format penulisan sebagai berikut:

```
For(int i = 0; i < #pengulangan; i++) { ... }
```

Digunakan bila Anda ingin melakukan pengulangan kode program di dalam kurung kurawal beberapa kali, ganti # pengulangan dengan jumlah pengulangan yang diinginkan. Melakukan perhitungan ke atas (++) atau ke bawah (--).

(5) Digital

a. pinMode(pin, mode),

Digunakan untuk menetapkan mode dari suatu pin, pin adalah nomor pin yang akan digunakan sebagai port dari 0 s/d 19 (pin analog 0 s/d 5 adalah 14 s/d 19). Mode yang bisa digunakan adalah *INPUT* atau *OUTPUT*.

b. `digitalWrite(pin, value)`,

Ketika sebuah pin ditetapkan sebagai *OUTPUT*, pin tersebut dapat dijadikan *HIGH* (+5 volt) atau *LOW* (*ground*).

c. `digitalRead(pin)`,

Ketika sebuah pin ditetapkan sebagai *INPUT*, maka Anda dapat menggunakan kode ini untuk mendapatkan nilai pin tersebut apakah *HIGH* (+5 volt) atau *LOW* (*ground*).

(6) Analog

Arduino adalah mesin digital tetapi mempunyai kemampuan untuk beroperasi di dalam analog.

a. `analogWrite(pin, value)`,

Beberapa pin pada arduino mendukung PWM (*pulse width modulation*) yaitu pin 3, 5, 6, 9, 10,11. Ini dapat merubah pin hidup (*on*) atau mati (*off*) dengan sangat cepat sehingga membuatnya dapat berfungsi layaknya keluaran analog. *Value* (nilai) pada format kode tersebut adalah angka antara 0 (0% duty cycle ~ 0 volt) dan 255 (100% duty cycle ~ 5 volt).

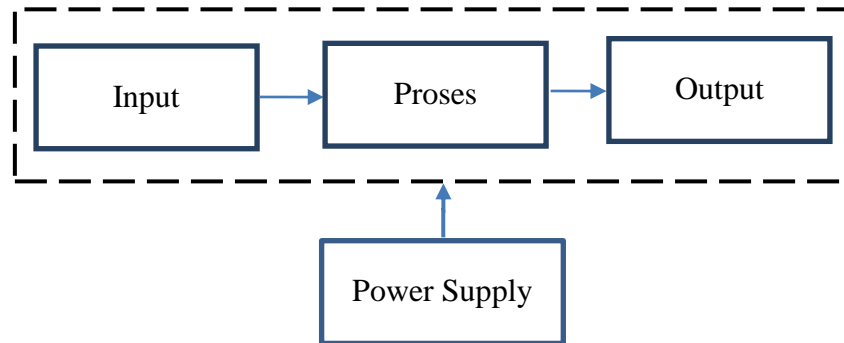
b. `analogRead(pin)`,

Pada saat pin analog ditetapkan sebagai *INPUT* dapat membaca keluaran voltase-nya. Keluarannya berupa angka antara 0 (untuk 0 volt) dan 1024 (untuk 5 volt).

BAB III

KONSEP RANCANGAN

Perancangan *automatic warning system smarttrash* (AWASSH) berbasis Arduino Nano dirancang menggunakan metode rancang bangun Analisa kebutuhan, Pengembangan, Pelaksanaan, dan Evaluasi. Analisa kebutuhan diperlukan untuk mendapatkan komponen secara spesifik, selanjutnya dilakukan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, dilanjutkan dengan pembuatan alat dan pengujian alat.



Gambar 16. Blok Diagram Umum

Automatic warning system smarttrash (AWASSH) berbasis Arduino Nano menggunakan berbagai komponen yang telah dijelaskan pada Bab II. Tempat sampah pintar ini terdiri dari bagian input yang menggunakan 2 buah sensor ultrasonik yang digunakan untuk membaca atau mendeteksi jarak manusia yang akan membuang sampah dan mendeteksi kondisi sampah didalam tempat sampah. Bagian proses terdiri dari sistem minimum Arduino Nano yang digunakan sebagai pengendali keseluruhan alat dan modem *wavecom* digunakan untuk mengirim dan menerima perintah yang berupa pesan singkat. Bagian output terdiri dari *buzzer* sebagai output suara dan LED digunakan sebagai lampu indikator.

A. Identifikasi Kebutuhan

Berdasarkan blok diagram pada Gambar 16. di atas maka diperoleh beberapa identifikasi kebutuhan terhadap pengembangan alat yang akan dibuat sebagai berikut:

1. Bagian Input

- a) Alat ini memerlukan sensor yang digunakan untuk membaca jarak manusia dengan tempat sampah.
- b) Tempat sampah ini juga memerlukan sensor yang digunakan untuk membaca jarak sampah yang ada di dalam tempat sampah.

2. Bagian Proses

- a) Pada bagian proses ini penulis menggunakan Arduino Nano sebagai pengendali keseluruhan alat karena Mikrokontroler ini mempunyai 14 buah pin digital yang dapat dipergunakan sebagai jalur *input/output* yang bersifat *programmable* (dapat diprogram ulang) dan memiliki memori *flash* sebesar 32 Kb yang bersifat *In-System Self-Programmable* dan ukurannya relatif kecil, sehingga dengan fitur tersebut sudah cukup untuk diterapkan pada alat kontrol ini.
- b) Modem GSM ini digunakan untuk menerima dan mengirim data output ke handphone pengguna. Adapun macam-macam jenis dari modem GSM seperti SIM800L, SIM900A, dan Wavecom. Pemilihan modem Wavecom dapat digunakan sebagai modem untuk suara, data, fax dan SMS. Modem GSM Wavecom ini juga mendukung 10 tingkat kecepatan transfer data. Modem ini mudah dikendalikan dengan menggunakan perintah AT untuk semua jenis operasi karena

mendukung fasilitas koneksi RS232 dan juga fasilitas dapat dengan cepat terhubung ke port serial komputer desktop atau notebook. Casing logam wavecom menjadi solusi yang tepat untuk aplikasi berat seperti telemetri atau wireless local loop (PLN metering & telepon umum). Ukurannya sangat kecil memudahkan dalam peletakkan di berbagai macam area *indoor/outdoor*.

3. Bagian Output

- a) Motor servo diperlukan untuk alat ini, karena sebagai mekanik untuk membuka tutup tempat sampah. Pada alat ini penulis menggunakan jenis motor servo standar yang hanya berotasi sebesar 180° karena motor servo standar dapat diatur posisi sudut sesuai dengan keinginan. Sehingga motor servo akan berhenti pada posisi sudut yang diperintahkan. Dalam alat ini motor servo yang digunakan berjenis *metal gear* dengan torsi maksimal 15kg/cm dan tegangan operasi 4.8V~6V.
- b) *Buzzer* dalam alat ini digunakan sebagai sistem alarm atau peringatan yang mengubah getaran listrik menjadi getaran suara.
- c) Lampu LED pada alat ini di gunakan sebagai lampu indikator kondisi tempat sampah, lampu LED yang digunakan ada 2 warna yaitu warna hijau dan warna merah.

4. Bagian *Power Supply*

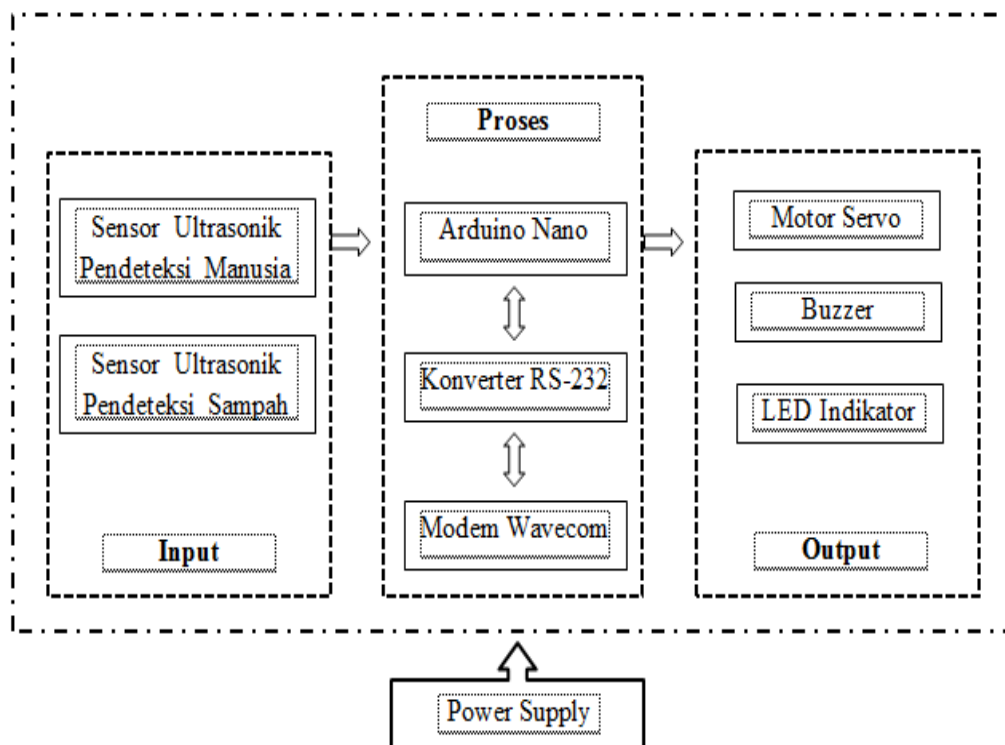
Alat ini memerlukan *power supply* (catu daya) yang mempunyai output 5 volt dan 12 volt. Pemilihan IC regulator LM2576 dan LM7812 dapat menstabilkan tegangan *output*. Catu daya menggunakan regulator *power supply* LM2576 dan LM7812 dengan spesifikasi pendukung kerja sistem *output* pada masing-masing regulator DC +5V dan DC +12V. IC regulator LM2576 dan LM7812 digunakan karena dengan IC ini bisa menstabilkan tegangan *output* berkisar 5V dan 12V.

Tabel 4. Identifikasi kebutuhan

No.	Rangkaian	Komponen	Spesifikasi
1.	<i>Input</i>	Sensor ultrasonik	HC-SR04
2.	Proses	Arduino	Arduino Nano
		Modem <i>wavecom</i>	
		Shield converter RS232	IC max 232 Socket Male db9 Socket IC 16 PIN Cap 1 μ F
3.	<i>Output</i>	Servo	Standard 15kg.cm
		Buzzer	5 – 12 Vdc
		LED	LED warna hijau
			LED warna merah
Handphone			
4.	Power Supply	Transformer (Traffo)	1 A
		IC Regulator	LM2576
			7812
		Socket	T-Block
		Lilitan/induksi	100 μ H
		Kapasitor	1000 μ F

		Dioda	1N5822
			1N4007
5.	DLL	Tempat sampah	1 buah
		Mur dan Baut	3mm
		Black housing	1 pin dan 2 pin
		White housing	2 pin dan 3 pin
		Socket	Sisir 40 pin male
			Sisir 40 pin female
		Acrylic	30 cm
		Kabel power	
		Kabel IDC 6 pin	1 Meter
Spacer	1 cm		

B. Perancangan Alat

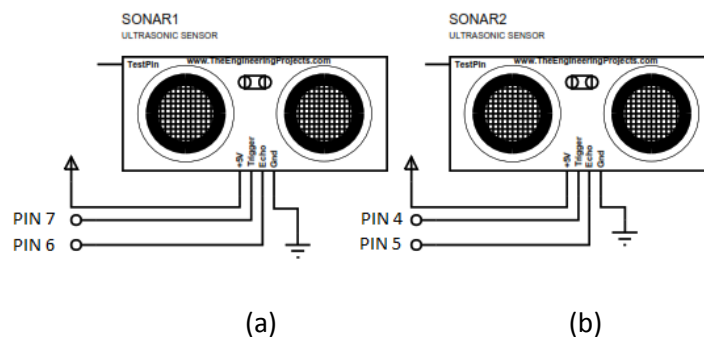


Gambar 17. Blok diagram perancangan alat

Gambar 17. adalah diagram blok keseluruhan yang terdiri dari *input*, *controller*, *output* dan catu daya. Pembuatan alat pada proyek akhir ini terdiri dari beberapa perancangan. Perancangan yang dimaksud ini meliputi perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*).

1) Perancangan Rangkaian *Input*

Rangkaian *Input* terdiri dari 2 buah sensor HC-SR04 yang diletakkan di luar dan di dalam tempat sampah. Sensor luar digunakan membaca ketika ada manusia yang mendekati tempat sampah dengan jarak 25 cm dari tempat sampah dan sensor luar digunakan untuk membaca kondisi didalam tempat sampah apakah penuh atau belum. Sensor ultrasonik tidak memerlukan tambahan komponen lain sehingga dapat langsung dirangkai dengan mikrokontroler.

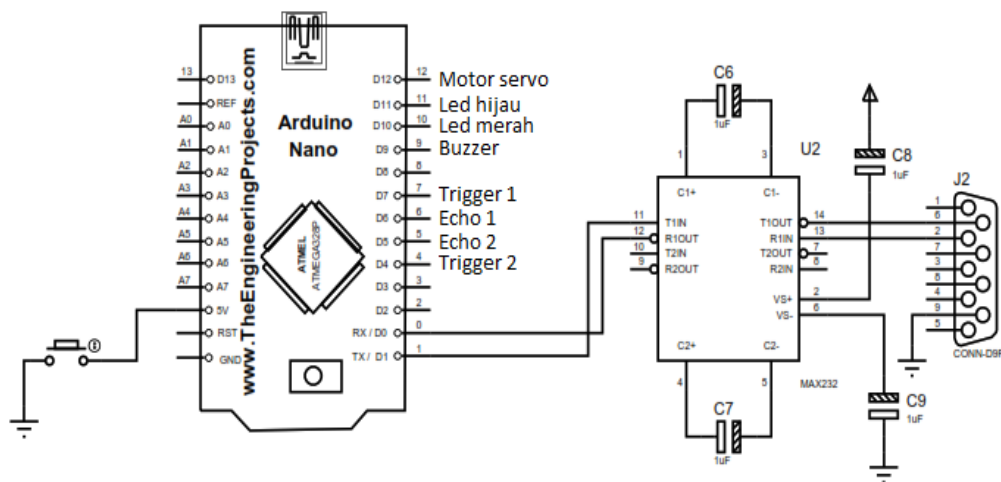


Gambar 18. Rangkaian *Input*. (a) Sensor 1. (b) Sensor 2

2) Perancangan Rangkaian *Controller*

Rangkaian *controller* terdiri dari Sistem minimum Arduino Nano yang merupakan rangkaian utama dan konverter RS-232 yang digunakan untuk menghubungkan Arduino Nano dengan modem *wavecome*.

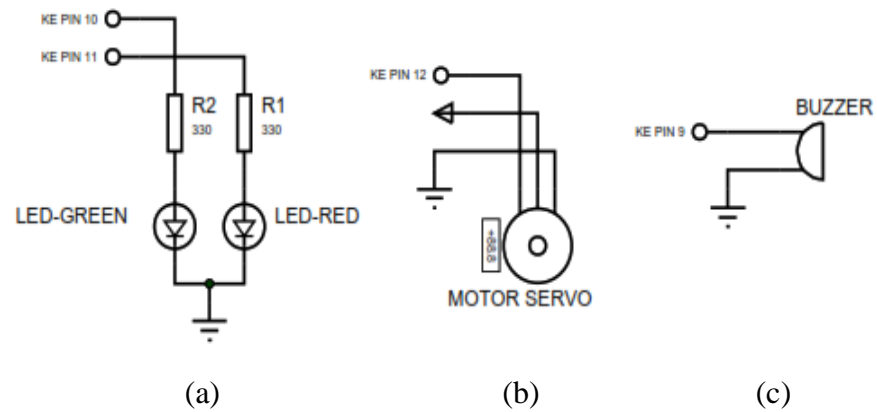
Setelah menerima input, maka arduino akan segera mengolah input yang masuk, maka akan di lanjut ke output yaitu motor servo, *buzzer* dan LED indikator, jika arduino menerima input dari sensor 1 maka arduino akan mengaktifkan servo untuk membuka tutup tempat sampah, jika arduino menerima input dari sensor 2 maka buzzer akan bunyi dan LED indikator warna merah menyala, kemudian sistem akan mengirimkan pemberitahuan ke petugas dengan mengirimkan sms melalui modem wavecom bahwa tempat sampah penuh.



Gambar 19. Rangkaian *Controller*

3) Perancang Rangkaian *Output*

Terdapat 2 buah jenis *output* yaitu berupa *output* pada *hardware* dan juga *output* pada *software*, *output hardware* terdiri dari motor servo, *buzzer* dan LED indikator, *output* dari *software* adalah pesan singkat yang diterima oleh petugas yang berisi hasil dari pembacaan sensor pada *output hardware* yang berupa pesan singkat.

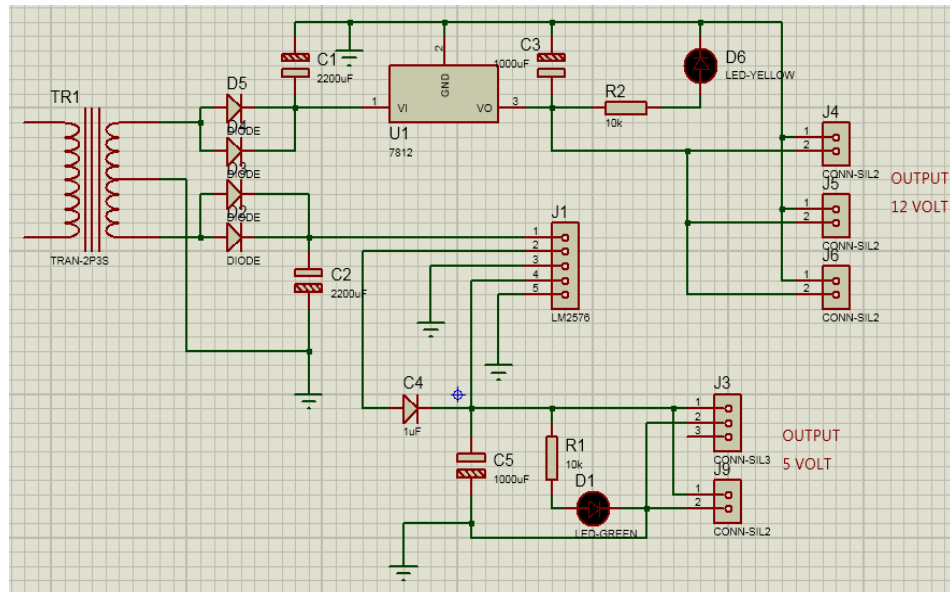


Gambar 20. Rangkaian *Output*. (a) LED indikaor (b) Motor servo
(c) *Buzzer*

4) Perancang Rangkaian *Power Supply*

Sumber *power supply* (catu daya) yang digunakan perancangan alat ini *power supply* dengan tegangan *output* 5 Volt dan 12 Volt. Travo yang digunakan adalah travo step-down 2A, yang digunakan untuk menurunkan tegangan dari 220 VAC menjadi 15 VAC, kemudian mengubah tegangan AC menjadi DC menggunakan dioda 1 A. Sehingga tegangan menjadi 15 VDC yang diturunkan dan distabilkan dengan IC 7812 digunakan untuk men-*supply* rangkaian sistem minimum Arduino Nano, untuk tegangan 5 Volt *power supply* ini dengan cara menurunkan tegangan 12 Volt menggunakan IC regulator LM2576 yang mampu mengalirkan arus ke beban hingga 3 ampere .

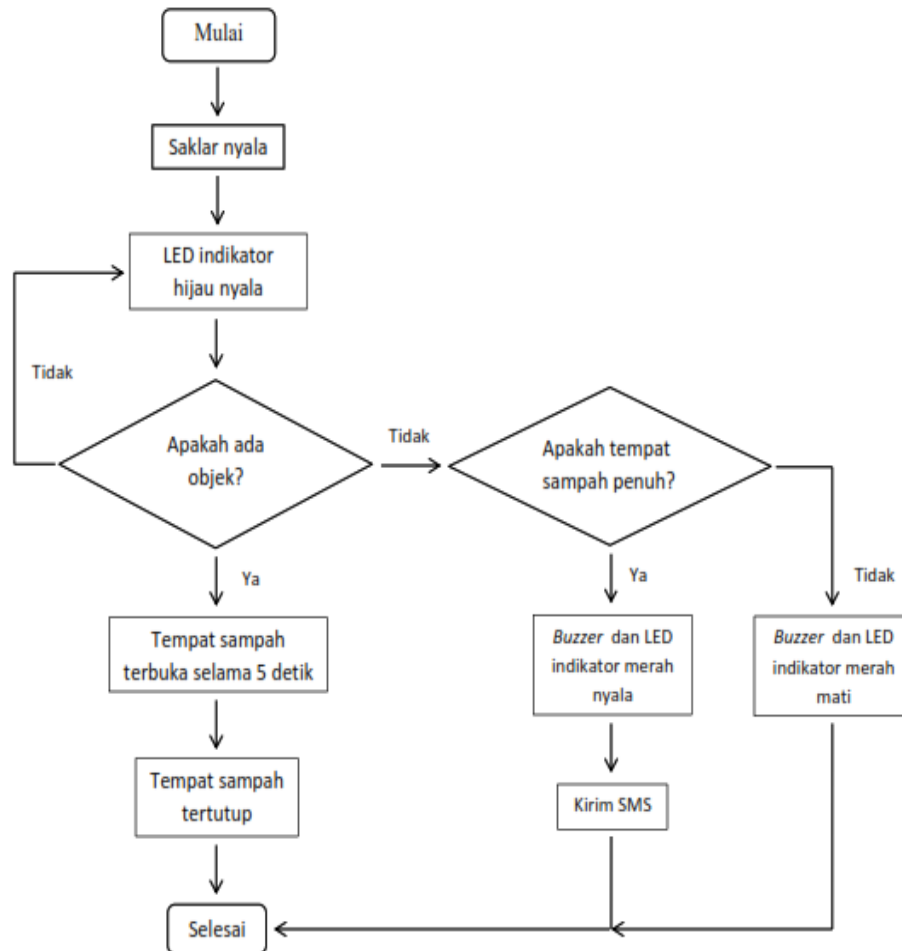
Berikut ini gambar dari rangkaian *power supply* dalam proyek ini :



Gambar 21. Skema rangkaian *power supply* 5 Vdc dan 12 Vdc

5. Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Dalam perancangan alat perangkat lunak sangatlah dibutuhkan. Alat berbasis mikrokontroler tidak akan dapat bekerja tanpa adanya perangkat lunak di dalamnya yang akan menjalankan sistem. Perancangan perangkat lunak menggunakan bahasa pemrograman C pada arduino, program yang telah dibuat kemudian dicompile sehingga akan memperoleh file dengan ekstensi *.ino. file inilah yang akan didownload ke Arduino Nano. Perancangan program ini dilakukan dengan membuat diagram alir (*flowchart*) terlebih dahulu. *Flowchart* keseluruhan dari cara kerja *automatic warning system smarttrash* (AWASSH) berbasis Arduino Nano seperti pada Gambar 26.



Gambar 22. Flowchart cara kerja

C. Pembuatan Alat

Dalam pembuatan alat *Automatic warning system smarttrash* (AWASSH) berbasis Arduino Nano terdapat beberapa alat yang akan digunakan yaitu :

- a. Unit komputer atau laptop
- b. Printer
- c. Multimeter
- d. Solder
- e. Atraktor
- f. Obeng set

- g. Bor dan mata bor
- h. Tang potong dan tang jepit
- i. Gergaji besi
- j. Amplas
- k. Gunting
- l. *Cutter*
- m. Setrika

Sedangkan bahan-bahan yang dibutuhkan antara lain :

1. Komponen meliputi Arduino Nano, modem *wavecom*, sensor HC-SR04 dua buah, Trafo 1A CT, motor servo, *buzzer*, LED dan komponen pendukung lainnya seperti resistor, kapasitor, dioda, dan lain-lainnya.
2. Kotak Sampah
3. Soket soket
4. Kabel- kabel
5. Mur dan baut
6. PCB fiber polos
7. Timah
8. Pelarut FeCl

Berikut ini adalah tahap pembuatan alat :

1. **Pembuatan *Printed Circuit Board (PCB)***

a. Pembuatan *layout PCB*

Langkah pertama dalam pembuatan PCB adalah menggambar rangkaian menggunakan *software ISIS Proteus* kemudian di“*export*” ke *ARES* dibuat jalur PCBnya .

b. Penyablonan PCB

Setelah gambar rangkaian selesai dibuat langkah selanjutnya yaitu menyablon jalur PCBnya. Jalur PCB disablon pada PCB fiber polos. Untuk proses penyablonan dilakukan dengan cara :

1. Mencetak jalur PCB pada kertas *Art Paper* dengan menggunakan Printer.
2. Membersihkan PCB yang akan digunakan terlebih dahulu.
3. Jalur PCB yang sudah dicetak pada kertas *Art Paper* selanjutnya disablonkan ke PCB dengan cara disetrika selama kurang lebih 10 menit.
4. Setelah gambar jalur PCB menempel pada PCB selanjutnya dibersihkan menggunakan air agar kertas dapat terpisah.
5. Setelah terpisah antara PCB dan kertas *Art Paper* maka akan terbentuk jalur PCB pada PCB.

2. Pelarutan dan pengeboran PCB

Proses selanjutnya yaitu melarutkan PCB dengan menggunakan cairan *feri chloride* sampai jalur rangkaian terbentuk, kemudian PCB diangkat dari cairan *feri chloride* tadi dan dibersihkan menggunakan cairan tiner agar bekas cat sablon dapat hilang selanjutnya dibersihkan dengan air. Langkah selanjutnya PCB dibor sesuai dengan titik-titik yang telah ditentukan.

3. Pengecekan Jalur Rangkaian

Setelah selesai dirakit maka dilakukan pengujian yaitu mengecek jalur apakah rangkaian tidak mengalami konsleting dan jalur dalam keadaan baik ketika dialiri arus listrik.

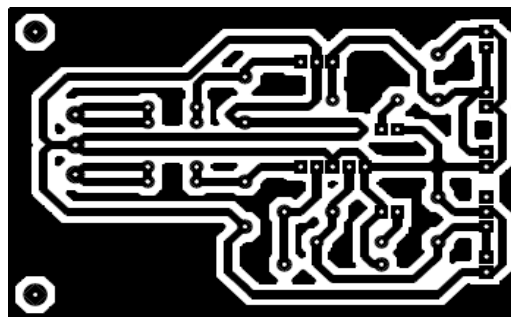
4. Pemasangan Komponen

Setelah PCB selesai dibor, langkah selanjutnya yaitu melakukan pemasangan seluruh komponen sesuai rangkaian dengan urutan :

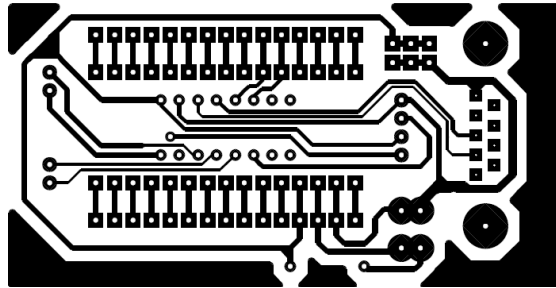
- a. Menyiapkan komponen - komponen yang dibutuhkan.
- b. Memasang komponen dari komponen pasif terlebih dahulu contohnya resistor kemudian baru komponen aktif seperti transistor. Dengan tujuan komponen aktif tidak rusak akibat panas berlebih saat penyolderan.
- c. Menyolder kaki komponen sampai semua komponen terpasang.
- d. Memotong kaki komponen agar rapi.

D. Penerapan

Penerapan merupakan tahap yang menerjemahkan tahap pembuatan ke tampilan yang sebenarnya. Berikut adalah hasil tahap penerapan dari perancangan yang terdiri dari *layout* rangkaian *power supply* 5 Vdc, 12 Vdc dan *layout shield* arduino.



Gambar 23. *Layout* Rangkaian Power Supply 5 Vdc dan 12 Vdc



Gambar 24. Layout Shield Converter RS232

E. Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan untuk mendapatkan data penelitian serta mengetahui fungsi alat yang telah dibuat. Dalam pengujian dilakukan dengan dua pengujian yaitu :

1. Uji Fungsional

Pengujian dilakukan dengan cara menguji setiap bagian alat berdasarkan karakteristik dan fungsi masing-masing. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah setiap bagian dari perangkat telah bekerja dengan fungsi dan keinginan. Dalam pelaksanaannya pengujian fungsional terdiri dari pengujian dan pengukuran-pengukuran tegangan pada alat dan pengujian kekuatan sinyal pada modem wavecom.

2. Uji Unjuk Kerja

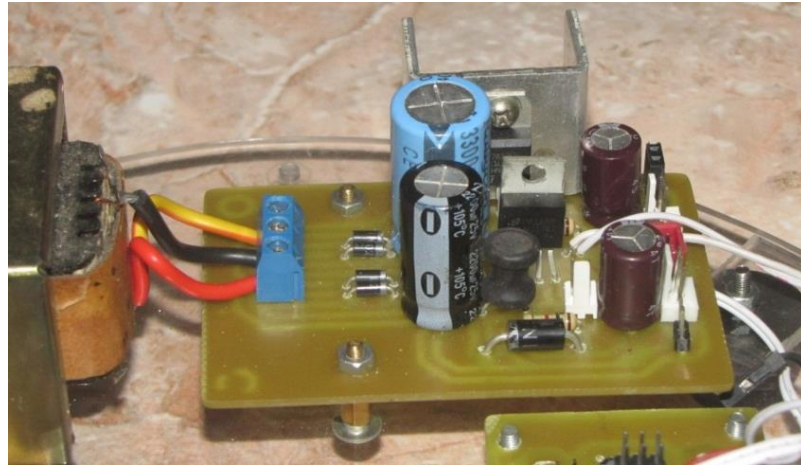
Pengujian unjuk kerja alat dilakukan dengan cara melihat unjuk kerja alat. Hal-hal yang perlu diuji antara lain : rangkaian catu daya, sensor ultrasonik, komunikasi data menggunakan modem gsm wavecom, reaksi tempat sampah ketika ada yang membuang sampah apakah tutup tempat sampah membuka atau tidak dan reaksi tempat sampah ketika kondisi sampah penuh apakah mengirim pesan singkat atau tidak dan *buzzer* yang digunakan sebagai *alarm* apakah berbunyi atau tidak.

BAB IV

HASIL, PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

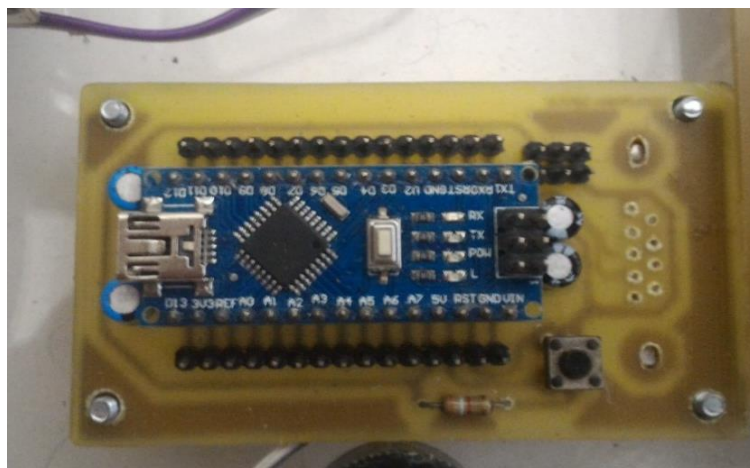
1. Hasil Perakitan Alat
 - a) Hasil Rangkaian Catu Daya



Gambar 25. Hasil Rangkaian Catu Daya

Gambar 25. merupakan catu daya 12 volt dan 5 volt hasil dari pembuatan alat yang digunakan untuk men-*supply shield* Arduino Nano sebesar 12 volt dan untuk men-*supply* motor servo sebesar 5 volt.

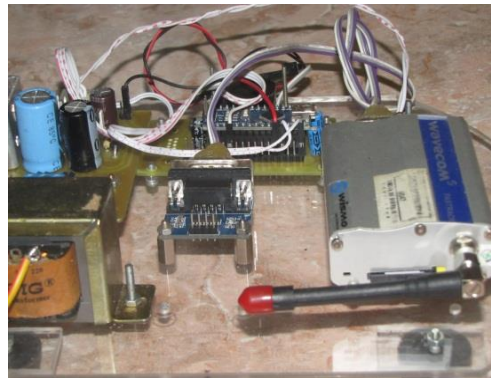
- b) Hasil Rangkaian Shield Arduino Nano



Gambar 26. Hasil Rangkaian Shield Arduino Nano

Gambar 26. merupakan *shield* Arduino Nano yang digunakan untuk memudahkan pemasangan masing-masing komponen dan rangkaian, sehingga menjadi lebih sederhana dalam penggunaan *hardware*. *Shield* ini juga digunakan untuk menghubungkan antara *input*, Arduino Nano, modem *wavecom* dan *output*.

c) Hasil Keseluruhan Alat



Gambar 27. Hasil keseluruhan Alat

Gambar 27. merupakan keseluruhan alat yang terdiri dari catu daya, sensor ultrasonik, motor servo, *buzzer*, LED indikator, *shield* Arduino Nano dan modem *wavecom*, yang dipasang atau dirangkai dalam satu tempat di tempat sampah.

B. Pengujian

Pengambilan data *Automatic Warning System Smarttrash* (AWASSH) Berbasis Arduino Nano ini dilakukan untuk melihat apakah alat ini sudah bekerja sesuai dengan yang diharapkan atau belum. Data yang diambil berupa data yang diperlukan dalam pengolahan *input* dan data *output*. Pengujian ini dilakukan pada setiap blok rangkaian apakah sudah bekerja sebelum semua blok rangkaian disatukan sehingga alat dapat bekerja secara keseluruhan.

1. Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor ultrasonik bertujuan untuk mengetahui nilai ADC pada jarak-jarak yang dijadikan sampel. Pengambilan data ini sekaligus untuk menentukan rumus konversi dari ADC ke satuan cm (sentimeter). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian sensor ultrasonik

NO	Jarak (cm)	Pengujian			Rata – rata ADC	Selisih
		ADC (1)	ADC (2)	ADC (3)		
1	5	239	238	240	239.00	-
2	10	528	524	532	528.00	289.00
3	15	843	844	849	845.33	317.33
4	20	1132	1133	1127	1130.67	285.33
5	25	1407	1377	1127	1303.67	173.00
6	30	1743	1742	1749	1744.67	441.00
7	35	1822	1798	1805	1808.33	63.67
8	40	2259	2262	2258	2259.67	451.33
9	45	2562	2532	2559	2551.00	291.33
10	50	2801	2804	2806	2803.67	252.67
11	55	3151	3131	3202	3161.33	357.67

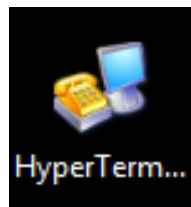
2. Pengujian Kekuatan Sinyal

Pengujian kekuatan sinyal bertujuan untuk mengetahui seberapa kuat sinyal dari masing-masing *provider* yang dipakai pada modem wavecom. Dengan memanfaatkan software Hyperterminal dan menggunakan perintah AT+Command.

Salah satu perintah untuk mengecek kondisi sinyal Modem Wavecom yang sudah terhubung pada komputer/laptop dengan menggunakan konverter DB9 to USB yaitu AT+CSQ, dan akan memberikan respon +CSQ : <rss>,<ber>, dengan parameter <rss> menunjukkan *signal strength* dan <ber> menunjukkan bit *error rate* modem/*phone relative*.

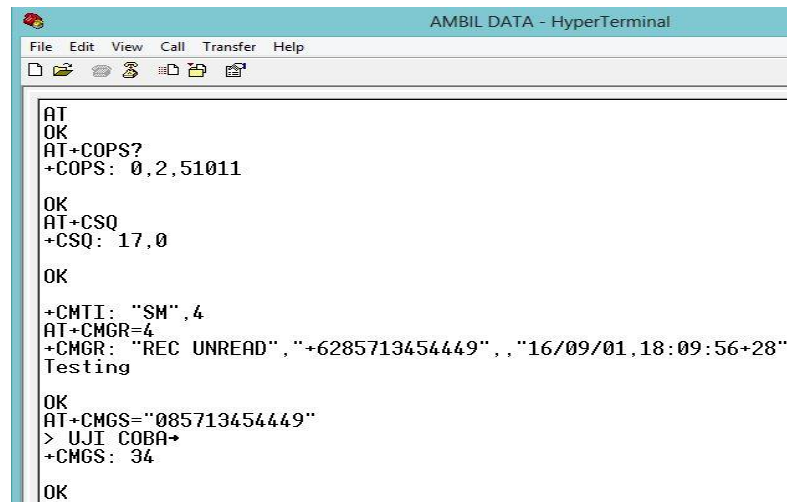
$$\text{dBm} = -113 + (\text{<rss>} \times 2)$$

Dalam pengujian kekuatan sinyal dari modem wavecom menggunakan software hyperterminal seperti pada Gambar 28 yang terdapat pada desktop penulis.



Gambar 28. Logo shortcut hyperterminal

Pengujian kekuatan sinyal modem wavecom yang menggunakan provider *sim card* XL dan respon kecepatan modem wavecom dalam menerima dan mengirimkan sebuah pesan singkat :



```

AMBIL DATA - HyperTerminal
File Edit View Call Transfer Help
[Icons]
AT
OK
AT+COPS?
+COPS: 0,2,51011
OK
AT+CSQ
+CSQ: 17,0
OK
+CMTI: "SM",4
AT+CMGR=4
+CMGR: "REC UNREAD", "+6285713454449", "16/09/01,18:09:56+28"
Testing
OK
AT+CMGS="085713454449"
> UJI COBA+
+CMGS: 34
OK

```

Gambar 29. Interface hyperterminal sinyal XL

Gambar 29 adalah interface dari hyperterminal sebagai penampil kekuatan sinyal dan pengiriman pesan singkat dari provider XL yang terinstall pada modem wavecom yang bertempatkan di daerah dataran rendah begitu pula dengan si pengirim yang juga sedang berada di daerah dataran rendah :

Tabel 6. Uji coba modem via hyperterminal dataran rendah dengan dataran rendah

No.	Modem ke pengguna	Status	pengguna ke modem	Status	kuat sinyal(dBm)
1	2s	Sukses	3s	Sukses	$\text{dBm} = -113 + (\text{<rss>x2})$ $= -113 + (17 \times 2)$ $= -79$

Tabel 6 adalah hasil dari pengujian pengiriman dan penerimaan pesan singkat yang dilakukan di daerah dataran rendah yang menggunakan modem wavecom dan sebagai *interface*-nya adalah hyperterminal. Dalam pengondisian sinyal pada daerah dataran rendah untuk Modem Wavecom M1306B Q2406B adalah -79dBm yang berarti baik untuk digunakan pada daerah tersebut.

```

OK
AT+CSQ
+CSQ: 20,0

OK
AT+CSQ
+CSQ: 19,0

OK
+CMTI: "SM",5
+CMTI: "SM",6
AT+CMGR=5
+CMGR: "REC UNREAD", "+62817265304", , "16/09/02,16:26:56+28"
Testing sms

OK
AT+CMGS="0817265304"
> membalas sms^
+CMGS: 35

OK

```

Gambar 30. Interface hyperterminal hasil pengujian pengiriman dan penerimaan sms.

Gambar 30 merupakan gambar dari hasil pengujian pengiriman pesan dan penerimaan pesan singkat dari dataran tinggi ke dataran rendah dan dilakukan secara bergantian dengan menggunakan *interface* hyperterminal.

Tabel 7. Uji coba modem wavecom yang bertempat pada dataran rendah

No.	Modem ke pengguna	Status	pengguna ke modem	status	kuat sinyal(dBm)
1	5s	Sukses	5s	sukses	$\text{dBm} = -113 + (\text{<rssix2 })$ $= -113 + (19 \times 2)$ $= -75$

Tabel 7 merupakan hasil uji coba dari modem wavecom yang terletak di daerah dataran rendah dan si pengirim pesan di daerah dataran tinggi dan dilakukan secara bergantian, dan dalam hasil pengujian Modem Wavecom M1306B Q2406B yang terletak di daerah dataran rendah mempunyai sinyal yang cukup baik dengan -75 dBm yang berarti baik untuk digunakan di daerah tersebut.

Pada Gambar 31 di bawah ini merupakan pengujian Modem Wavecom M1306B Q2406B yang terletak pada dataran tinggi dan pengirim pesan singkat berada di dataran rendah, dengan memanfaatkan *software* hyperterminal sebagai *interface*-nya.

```

UJI COBA MODEM - HyperTerminal
File Edit View Call Transfer Help
[Icons]
AT
ERROR
AT
OK
AT+COPS?
+COPS: 0,2,51011
OK
AT+CSQ
+CSQ: 9,0
OK
+CMTI: "SM",3
AT+CMGR=3
+CMGR: "REC UNREAD", "+6285794052418", "16/09/03,09:00:09+28"
Test sms
OK

```

Gambar 31. Pengujian modem wavecom yang terletak pada dataran tinggi dengan pengirim di dataran rendah

Tabel 8. Hasil pengujian modem wavecom yang terletak pada dataran tinggi

No.	pengguna ke modem	Status	kuat sinyal(dBm)
1	6s	Sukses	$\text{dBm} = -113 + (\text{<rss>x2})$ $= -113 + (9 \times 2)$ $= -95$

Tabel 8 merupakan hasil dari pengujian Modem Wavecom M1306B Q2406B yang terletak pada dataran tinggi dan pengirim pesan berada pada dataran rendah yang berjarak $\pm 41\text{KM}$, pada dataran tinggi modem wavecom hanya mendapatkan sedikit sinyal yaitu -95 dBm yang berarti sukar dengan sinyal.

```

UJI COBA MODEM - HyperTerminal
File Edit View Call Transfer Help
[Icons]
AT+COPS?
+COPS: 0,2,51011

OK
AT+CSQ
+CSQ: 8,0

OK
+CMTI: "SM",4
+CMTI: "SM",5
+CMTI: "SM",6
AT+CMGR=6
+CMGR: "REC UNREAD","+6281903760518",,"16/09/03,09:09:48+28"
Testing sms

OK
AT+CMGS="081903760518"
> TEST
> →
ERROR
-

```

Gambar 32. Pengujian modem wavecom yang terletak pada dataran tinggi dengan pengirim di dataran tinggi

Gambar 32 merupakan hasil dari pengujian Modem Wavecom M1306B Q2406B yang di letakan pada dataran tinggi dan pengirim berada pada dataran tinggi juga, dengan memanfaatkan Hyperterminal sebagai *interface*-nya. Pada pengujian terjadi eror saat modem wavecom ingin mengirimkan pesan singkat, terjadi eror karena pulsa di dalam modem tersebut sudah tidak cukup untuk mengirimkan sebuah pesan singkat.

Tabel 9. Hasil pengujian modem wavecom yang di letakkan pada dataran tinggi dan pengirim di dataran tinggi

No.	pengguna ke modem	status	kuat sinyal(dBm)
1	4s	sukses	$\text{dBm} = -113 + (\langle \text{rssi} \rangle \times 2)$ $= -113 + (8 \times 2)$ $= -97$

Tabel 9 merupakan hasil dari pengujian modem wavecom yang di letakan pada dataran tinggi dan pengirim pesan singkat juga berada didataran tinggi, pada dataran tinggi kali ini hanya mendapatkan sinyal yang sedikit yaitu -97 dBm yang berarti mempunyai sinyal yang lemah.

Tabel 10. Hasil pengujian modem wavecom yang di letakan pada dataran tinggi

Pengiriman pesan	Modem Dataran Tinggi dengan Pengguna Dataran rendah			Modem Dataran Rendah dengan Pengguna Dataran Tinggi		
	Waktu	Status	Kuat sinyal (dBm)	Waktu	Status	Kuat sinyal (dBm)
Modem ke Pengguna	-	-	$\text{dBm} = -113 + (\text{<rss>x2})$ $= -113 + (9 \times 2)$ $= -95$	-	-	$\text{dBm} = -113 + (\text{<rss>x2})$ $= -113 + (8 \times 2)$ $= -97$
Pengguna ke Modem	6s	Sukses		5s	Sukses	

Tabel 11. Hasil pengujian modem wavecom yang di letakan pada dataran rendah

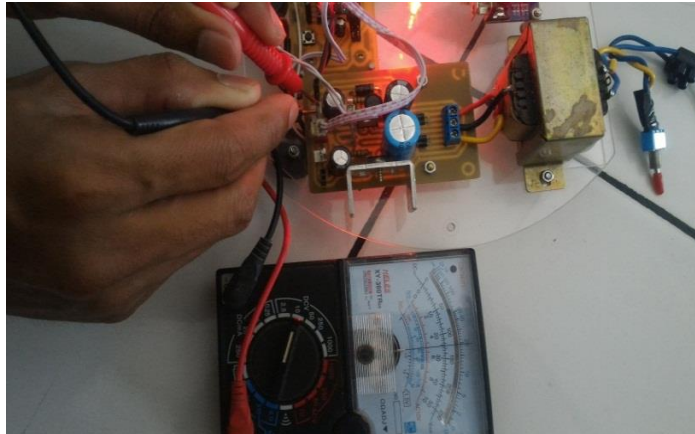
Pengiriman pesan	Modem Dataran Rendah dengan Pengguna Dataran rendah			Modem Dataran Rendah dengan Pengguna Dataran Tinggi		
	Waktu	Status	Kuat sinyal (dBm)	Waktu	Status	Kuat sinyal (dBm)
Modem ke Pengguna	2s	Sukses	$\text{dBm} = -113 + (\text{<rss>x2})$ $= -113 + (17 \times 2)$ $= -79$	5s	Sukses	$\text{dBm} = -113 + (\text{<rss>x2})$ $= -113 + (19 \times 2)$ $= -75$

3. Pengukuran Tegangan

Pengukuran tegangan pada masing-masing blok bertujuan untuk mengetahui besarnya tegangan dari masing-masing blok piranti. Untuk menghitung presentase kesalahan. Ada dua sesi pengambilan data tegangan yaitu pengukuran tegangan pada saat kondisi alat *standby* dan pada saat kondisi alat bekerja.

Pengukuran tegangan tersebut meliputi tegangan pada input *power supply* setelah disearahkan, tegangan pada regulator LM2576 dan 7812, tegangan pada pin digital mikrokontroler dan lampu LED

Pengukuran tegangan *power supply* pada saat kondisi *standby* adalah sebagai berikut :



Gambar 33. Tegangan output dari regulator 5VDC

Gambar 33 merupakan tegangan *output* pada adaptor 5 Volt hasil dari keluaran adaptor senilai 5 Volt DC. Jadi dapat diketahui persentase erornya adalah sebagai berikut :

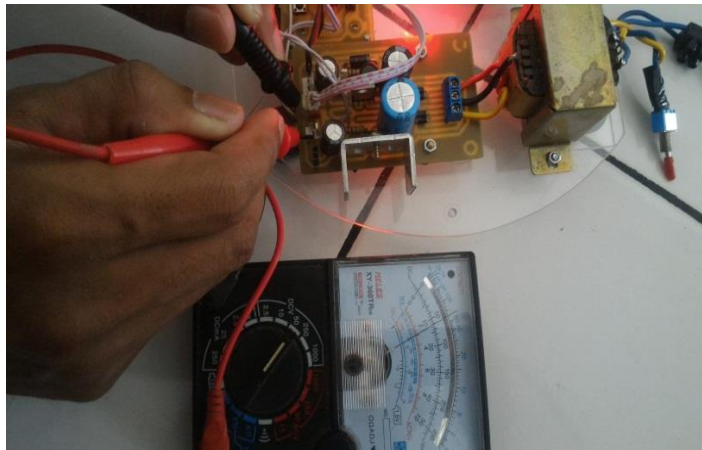
$$\left(\frac{\text{Volt keluaran adaptor} - \text{Volt sebenarnya}}{\text{Volt sebenarnya}} \right) \times 100\%$$

$$\left(\frac{5,04 \text{ Volt} - 5 \text{ Volt}}{5 \text{ Volt}} \right) \times 100\% = 0.008\%$$

Gambar 34 di bawah ini merupakan tegangan keluaran dari adaptor 12 Volt DC sebesar 12.04 Volt DC, jadi dapat diketahui persentase erornya adalah sebagai berikut :

$$\left(\frac{\text{Volt keluaran adaptor} - \text{Volt sebenarnya}}{\text{Volt sebenarnya}} \right) \times 100\%$$

$$\left(\frac{12.04 \text{ Volt} - 12 \text{ Volt}}{12 \text{ Volt}} \right) \times 100\% = 0.33\%$$

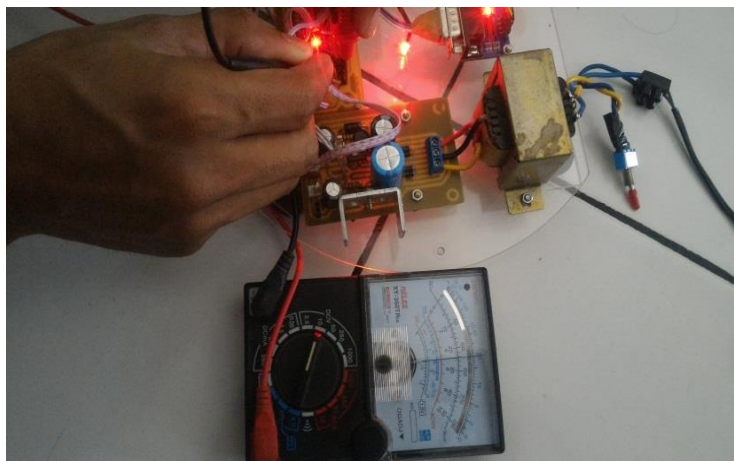


Gambar 34. Tegangan output dari regulator 12VDC

Gambar 35 di bawah ini merupakan tegangan input pada arduino uno senilai 4.98 Volt DC, jadi dapat diketahui persentase errornya adalah sebagai berikut :

$$\left(\frac{\text{Volt keluaran adaptor} - \text{Volt sebenarnya}}{\text{Volt sebenarnya}} \right) \times 100\%$$

$$\left(\frac{4.98 \text{ Volt} - 5 \text{ Volt}}{5 \text{ Volt}} \right) \times 100\% = 0.4\%$$

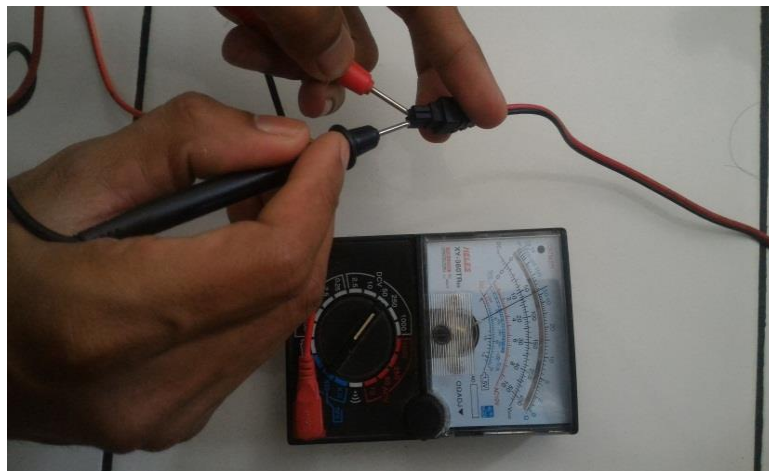


Gambar 35. Tegangan input pada Arduino Nano

Gambar 36. di bawah ini merupakan tegangan *output* dari adaptor modem wavecom sebesar 12.3 Volt DC, jadi dapat diketahui persentase erornya sebagai berikut :

$$\left(\frac{\text{Volt keluaran adaptor} - \text{Volt sebenarnya}}{\text{Volt sebenarnya}} \right) \times 100\%$$

$$\left(\frac{12.3 \text{ Volt} - 12 \text{ Volt}}{12 \text{ Volt}} \right) \times 100\% = 2.5\%$$



Gambar 36. tegangan output dari adaptor modem wavecom

Tabel 12. Persentase eror pengujian tegangan.

Tegangan	Nilai Voltase	Persentase eror
Adaptor 5 Volt	5.04 Volt DC	$\left(\frac{5.04 \text{ Volt} - 5 \text{ Volt}}{5 \text{ Volt}} \right) \times 100\% = 0.008\%$
Adaptor 12 Volt	12.04 Volt DC	$\left(\frac{12.04 \text{ Volt} - 12 \text{ Volt}}{12 \text{ Volt}} \right) \times 100\% = 0.33\%$
Arduino Nano	4.98 Volt DC	$\left(\frac{4.98 \text{ Volt} - 5 \text{ Volt}}{5 \text{ Volt}} \right) \times 100\% = 0.4\%$
Adaptor modem wavecom	12.3 Volt DC	$\left(\frac{12.3 \text{ Volt} - 12 \text{ Volt}}{12 \text{ Volt}} \right) \times 100\% = 2.5\%$

Hasil pengukuran tegangan pada arduino nano yaitu 4.98 Volt DC dengan menggunakan adaptor 5 Volt DC, di dalam board arduino sudah terinstal regulator secara permanen dan tegangan yang disarankan 7V – 12V.

4. Pengujian *Listing* Program

Pengujian *listing* program dimaksudkan untuk mengetahui fungsi *listing* program dalam menjembatani antara *inputan* yang dikirimkan ke mikrokontroler.

Tabel 13. Pengujian *Listing* Program

Sensor (cm)		OUTPUT				SMS	Kondisi tempat sampah
Luar	Dalam	Servo	Buzzer	LED (merah)	LED (hijau)		
35 cm	30 cm	Tertutup	Off	Off	On	Tidak	Belum penuh
25 cm	20 cm	Terbuka	Off	Off	On	Tidak	Belum penuh
20 cm	10 cm	Terbuka	Off	Off	On	Tidak	Belum penuh
15 cm	5 cm	Tertutup	On	On	Off	Ya	Penuh
10 cm	4 cm	Tertutup	On	On	Off	Ya	Penuh

5. Pengujian Keseluruhan

Pengujian keseluruhan dilakukan untuk menguji alat yang sudah jadi apakah sistem sudah berfungsi sesuai dengan yang diinginkan. Pengujian dilakukan dengan mencoba 3 kondisi tempat sampah yaitu : kondisi awal saat tempat sampah pintar dihidupkan, kondisi ketika tempat sampah membuka secara otomatis, kondisi tempat sampah dalam keadaan penuh.

Gambar 37 di bawah ini merupakan kondisi awal saat tempat sampah pintar dihidupkan, lampu indikator hijau akan menyala saat kondisi tempat sampah belum penuh.



Gambar 37. Tempat sampah dalam keadaan belum penuh

Gambar 38 di bawah ini merupakan kondisi ketika tempat sampah membuka secara otomatis jika ada yang ingin membuang sampah dengan jarak maksimal 25 cm dari tempat sampah.



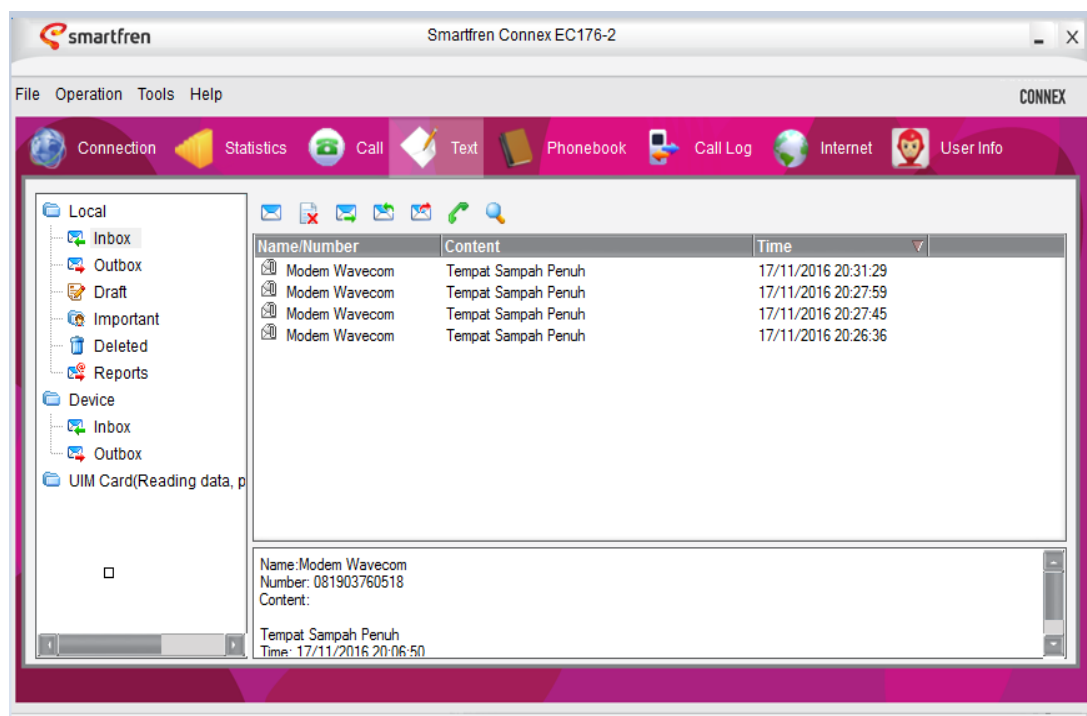
Gambar 38. Kondisi saat ada yang membuang sampah

Gambar 39 di bawah ini merupakan kondisi tempat sampah dalam keadaan penuh, led indikator merah dan *buzzer* menyala sebagai peringatan bahwa tempat sampah penuh.



Gambar 39. Kondisi tempat sampah penuh

Gambar 40 di bawah ini merupakan tampilan SMS yang dikirim oleh modem *wavecom* ketika kondisi tempat sampah dalam keadaan penuh. Modem *wavecom* akan mengirim SMS secara berkala sampai kondisi tempat sampah kosong.



Gambar 40. Tampilan SMS saat kondisi tempat sampah penuh

C. Pembahasan

1. Pembahasan hasil pengujian sensor ultrasonik

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan sebanyak tiga kali. Setiap pengujian ini memperlihatkan hasil yang berbeda-beda. Data yang diperoleh dari masing-masing pengujian diambil rata-ratanya. Kemudian data dibandingkan untuk masing-masing jarak. Selisih tiap rata-rata data dihitung untuk menemukan pola pembentukan data. Pembentukan data mempunyai selisih yang berbeda namun tidak terlalu mencolok.

Rata-rata dari selisih nilai PWM adalah 292,23 pada kenaikan 5 cm. Itu berarti setiap kenaikan 1 cm akan menghasilkan data sebesar 58,46 atau 58 PWM. Dengan demikian, untuk membuat konversi dari PWM ke data dengan satuan cm, perhitungan yang didapatkan adalah sebagai berikut;

$$jarak\ baca = \frac{PWM}{58,46}$$

Setelah mendapatkan konstanta untuk melakukan konversi, pengambilan data dilakukan sekali lagi untuk kalibrasi. Kalibrasi di sini berfungsi untuk menghitung besar eror yang terjadi. Persentase eror dihitung dengan rumus $Error\ \% = \left| \frac{Jarak\ sampel - pembacaan}{Jarak\ sampel} \right| \times 100\ \%$.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 14. Kalibrasi dan Perhitungan Error Sensor Ultrasonik

NO	Jarak (cm)	Rata – rata Pembacaan Sensor (cm)	Error (%)	Rata – rata Error (%)
1	5	4.615	7.70	1,94
2	10	9.713	2.87	
3	15	15.318	2.12	
4	20	20.426	2.13	
5	25	25.517	2.07	
6	30	30.348	1.16	
7	35	35.382	1.09	
8	40	40.410	1.03	
9	45	45.231	0.51	
10	50	50.071	0.14	
11	55	54.725	0.50	

Untuk data kalibrasi dan perhitungan eror sensor ultrasonik secara lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 9.

2. Perangkat keras (*Hardware*)

a.) *Power Supply*

Power supply adalah sumber daya yang digunakan untuk memasok tegangan pada semua komponen yang terdapat pada alat. *Power supply* disini terdiri dari trafo, dioda, kapasitor, regulator LM2576 dan 7812. *Power supply* pada alat ini menghasilkan tegangan 9Volt dan 12Volt, dengan sumber tegangan tersebut sudah dapat memasok daya untuk semua komponen yang digunakan pada alat.

b.) Mikrokontroler Arduino Nano

Mikrokontroler Arduino Nano yang menjadi pusat kendali dari Sensor HC-SR04, Servo, *Buzzer*, LED dan Modem Wavecom. Semua komponen tersebut terbukti dapat bekerja dengan optimal.

c.) Motor Servo

Motor servo merupakan bagian output dari *smarttrash*, ketika ada objek didepan sensor, akan di proses oleh arduino kemudian secara otomatis servo bergerak sesuai sudut yang telah ditentukan yang berfungsi membuka tutup tempat sampah.

d.) *Buzzer*

Buzzer merupakan bagian output dari *smarttrash*, jika tempat sampah dalam kondisi penuh maka *buzzer* secara otomatis akan aktif berbunyi yang berfungsi sebagai alarm.

e.) LED

LED (Light Emitting Diode) merupakan bagian output dari *smarttrash*, Led yang digunaka dalam alat ini ada 2 warna, yaitu warna hijau dan merah yang digunakan sebagai lampu indikator tempat sampah. LED warna hijau indikator bahwa tempat sampah belum penuh, sedangkan LED warna merah adalah indikator bahwa tempat sampah sudah penuh.

f.) Modem GSM Wavecom

Hasil dari penerimaan SMS berupa perintah untuk mengecek kondisi tempat sampah sudah penuh atau belum. Dan kemudian akan memberikan peringatan berupa SMS kepada petugas kebersihan jika tempat sampah sudah penuh secara berulang.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dari *Automatic Warning System Smarttrash* (AWASSH) Berbasis Arduino Nano, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. *Automatic Warning System Smarttrash* (AWASSH) Berbasis Arduino Nano, dirancang dari perangkat keras (*hardware*), yaitu:
 - a. Rangkaian catu daya berfungsi sebagai penstabil dan sumber tegangan seluruh rangkaian.
 - b. Arduino Nano sebagai mikrokontroler pengolah data.
 - c. Sensor Ultrasonik HC-SR04 berfungsi sebagai sensor pendeteksi manusia dan pendeteksi sampah.
 - d. Motor servo berfungsi sebagai penggerak buka tutup tempat sampah.
 - e. LED sebagai lampu indikator dan *buzzer* sebagai *alarm* saat tempat sampah sudah penuh.
 - f. Modem GSM Wavecom berfungsi sebagai media pengirim informasi ketika tempat sampah sudah penuh.
2. Perangkat lunak (*software*) yang diaplikasikan dalam sistem ini adalah program yang dibangun dengan bahasa pemrograman Arduino. Berdasarkan pengujian sudah dapat bekerja dengan baik untuk membaca jarak manusia dan sampah yang mempunyai toleransi *error*

1,94 %, tutup membuka dengan lama waktu sesuai dengan yang ditentukan yaitu 5 detik, dan memberikan informasi tempat sampah penuh dengan cepat.

3. Unjuk Kerja *Automatic Warning System Smarttrash* (AWASSH) Berbasis Arduino Nano 100 % sudah sesuai dengan fungsi yang direncanakan. Terdapat 3 kondisi ketinggian air laut di dalam rangkaian *Automatic Warning System Smarttrash* (AWASSH) Berbasis Arduino Nano. Kondisi normal jika tidak ada yang mendekat dengan jarak 25 cm dari tempat sampah, kondisi membuka jika ada yang mendekat tempat sampah, kemudian kondisi penuh jika kondisi sampah didalam sudah penuh. Pada saat kondisi penuh sistem akan memberikan informasi berupa SMS peringatan, LED indikator merah menyala dan *buzzer* berbunyi berulang secara terus menerus ke petugas kebersihan.

B. Saran

Dalam pembuatan Proyek Akhir ini tentunya terdapat kekurangan-kekurangan, sehingga diperlukan pengembangan lebih lanjut. Saran membangun yang dibutuhkan untuk menyempurnakan Proyek Akhir ini, antara lain sebagai berikut :

1. *Power supply* menggunakan listrik PLN sehingga perlu ditambahkan *power supply* cadangan berupa baterai guna mengantisipasi apabila terjadi pemadaman maka alat masih dapat bekerja dengan baik.

2. Kapasitas tempat sampah ini masih berkapasitas 10 liter, untuk pengembangannya menggunakan kapasitas yang lebih besar lagi.
3. Disarankan menggunakan sinyal provider yang kuat dikarenakan di daerah ditempat terpencil sinyal provider lemah.
4. Untuk pengembangannya tempat sampah dapat membedakan 2 jenis sampah yaitu sampah kering dan sampah basah.
5. Penempatan tempat sampah ini ditempatkan di dalam ruangan dikarenakan jika ditempatkan diluar ruangan belum adanya pelindung alat saat hujan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwimarta, Dra. Sri Sukesri. DKK. 1983. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Andrianto, Heri. 2015. *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16 Menggunakan Bahasa C*. Bandung: Informatika Bandung.
- Dinata, Yuwono Marta. 2015. *Arduino Itu Mudah*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Hendriono Dede. (2014). Mengenal Arduino Nano. Diambil pada 28 April 2016, dari <http://www.hendriono.com/blog/post/mengenal-arduino-nano>
- Herlambang. (2010). *Pengertian Sensor*. Diakses pada tanggal 22 Agustus 2014, dari <http://www.nubielab.com/elektronika/analog/pengertian-sensor>
- Pangestu, Prasetyo. (2016). Pengertian dan Contoh *Buzzer* di Proteus. Diakses dari (<http://www.prasell.com/2016/04/pengertian-dan-contoh-buzzer-di-proteus.html>). pada tanggal 2 Juni 2016).
- Saftari, Firmansyah. 2015. *Proyek Robotik Keren dengan Arduino*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Santoso, Hari. (2015). Cara Kerja Sensor Ultrasonik, Rangkaian, & Aplikasinya. Diakses dari (<http://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html>). pada tanggal 2 Juni 2016).
- Sapta Ajie. 2015. *Komunikasi Serial Asinkron RS232 Dengan Arduino*, (Online), (<http://saptaji.com/2015/07/27/komunikasi-serial-asinkron-rs232-dengan-arduino/>), diakses 1 Juli 2016).
- Tim Proyek Akhir FT UNY. 2013. *Pedoman Proyek Akhir D3*. Fakultas Teknik UNY.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Sheet Modem Wavecom



GSM /GPRS Modem

GSM-Q2403

Features

- Dual Band 900 / 1800 MHz for UK Use
- Fax, SMS, Data and Internet
- Integral SIM Card holder
- Wavecom GSM Engine
- Rugged Extruded Aluminium Enclosure
- Compact Form Factor 76 x 54 x 25mm
- RS232 Interface with
- SMA Antenna Connection
- LED Indication of Operation
- Supply Voltage 6-36Vdc
- 3V Simcard



Kit Includes

- GSM Modem
- Antenna
- Power Supply
- RS232 Lead

Description

The GSM-Q2403 Modem is ideal for a wide range of applications. The modem can be used to make circuit switched data calls (CSD), making the unit suitable for remote dial-up systems where a fixed phone line is not available. The SMS functionality enables the sending and receipt of text messages. A common use for this functionality is an SMS server for the automated sending and receipt of bulk text messages.

The modem implements the Wavecom 2403 GSM Engine. This ensures high quality and reliable operation along with compatibility with all standard GSM networks.

The modem is supplied in a rugged extruded aluminium enclosure making it suitable for use in a wide range of industrial and demanding environments. The unit connects directly to a PC or terminal device via the DB-9 RS232 Cable interface. The integral SIM card holder accepts standard SIM cards . The only other connections required are to dc power supply and Antenna .

Part Number	Description
GSM-Q2403	GSM/GPRS Modem
SIMCARD	Please see website for various PAYG / contract



GSM /GPRS Modem

GSM-Q2403

Key Features

Features	Implementation
Transmission	Data, SMS, Fax
Power supply	Single supply voltage 6V—36Vdc
Current Consumption	Standby ~55mA Working Current 100-140mA
GSM class	Small MS. (GSM07.07 and 07.05)
GPRS	Class 8
Frequency bands	900, 1800
Transmit power	Class 4 (2W) for 900MHz Class 1 (1W) for 1900MHz
Supported SIM card	3V
External antenna	Connected via antenna SMA connector
Max Transmitting Speed	115KB/s
FAX	Group 3: Class 1, Class 2
Serial interface	<ul style="list-style-type: none"> • RS-232 interface, for AT commands and data • Baud rates from 300bps to 115,200bps
Reset of Terminal	Reset via AT command
Environmental Temperature:	<ul style="list-style-type: none"> • Working operation: -20°C to +55°C • Humidity: max. 80% relative humidity
Size	76mmx54mmx25mm (Casing Dimension)
Weight	100g (Approx.)

Whats in the Box?

1. GSM Modem Unit
2. Antenna
3. RS232 Cable
4. Power Supply





GSM /GPRS Modem

GSM-Q2403

Interface description

The GSM Terminal provides the following connectors for power supply, interfacing and antenna:

- 2.1mm DC power connector (centre/inner pin is positive)
- 9-pin (female) D-SUB plug for RS-232 serial interface
- SMA connector for antenna (radio interface)
- SIM card holder



Power Supply

The power supply of the GSM Terminal should be a single voltage source of $V_{in} = 6-36V$ providing a peak current of up to 500mA during transmission.

The terminal can be turned on by connecting power. The terminal power supply circuit automatically generates a low pulse signal not less than 100ms in order to wake up the GSM engine.

Each time the terminal is shut down, data will be written from the volatile memory to flash memory. The guaranteed maximum number of write cycles is limited to 100,000.

RS232 Interface

Via RS-232 interface, the host controller controls the TMS GSM/GPRS Terminal and transports data. The table below shows the pin assignment of RS-232 (D-SUB 9-pin female).

Pin no.	Signal name	I/O	Function
1	/DCD	O	Data Carrier Detected
2	/RXD	O	Receive Data
3	/TXD	I	Transmit Data
4	/DTR	I	Data Terminal Ready
5	GND	-	Ground
6	/DSR	O	Data Set Ready
7	/RTS	I	Request To Send
8	/CTS	O	Clear To Send
9	/RI	O	Ring Indication

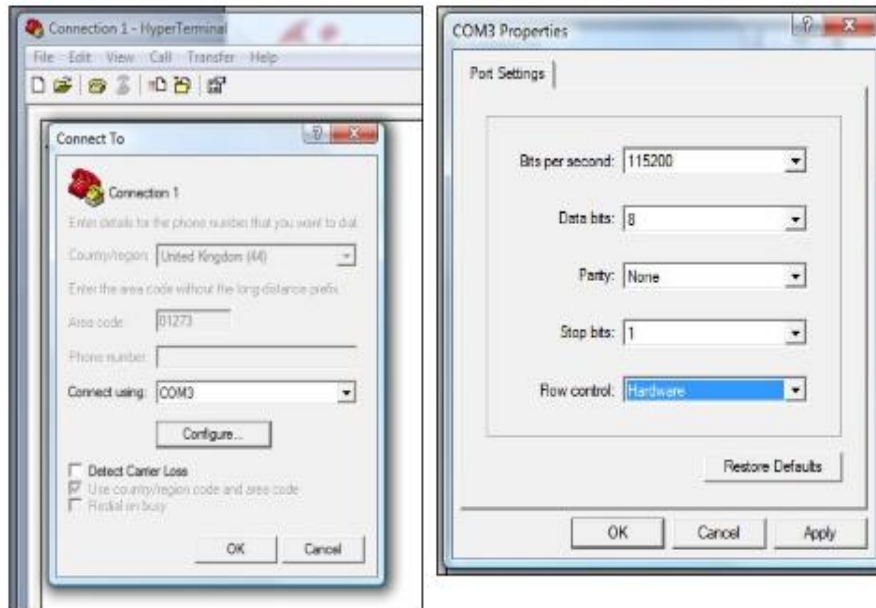
The GSM/GPRS Terminal is designed for use as DCE. Based on the conventions for DCE-DTE connection, it communicates with the user application (DTE) using the following signals:

Pin TxD @ application sends data to TxD of GSM/GPRS Terminal

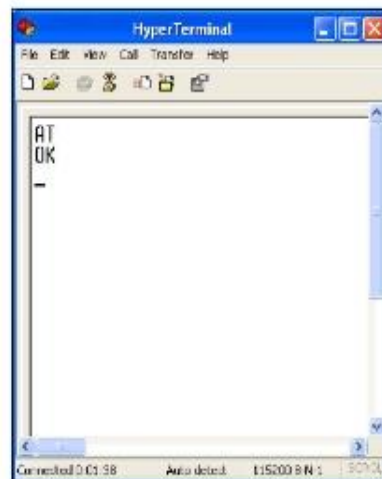
Pin RxD @ application receives data from RxD of GSM/GPRS Terminal



Choose the Com port connected to the modem. The unit features auto bauding so any baud rate from 1.2 to 115.2 Kbps can be used, 8bits, no parity bit, 1 stop bit)



On the terminal screen, type "AT" to check the "OK" response from the modem



**Status LED**

The LED displays the operating status of the terminal.

The table below summarizes the coding of the red LED status

Operating status	LED
Power Down	Off
Standby (registered to the net)	ON
Talk mode, GPRS data	Blinking

Basic AT Command List

The commands are listed in the document Q2403 AT.pdf



GSM /GPRS Modem

GSM-Q2403

Reader Response

It is our intention to provide you with the best documentation possible to ensure successful use of your QuasarUK product.

If you wish to provide your comments on organization, clarity, subject matter, and ways in which our documentation can better serve you, please email us your comments to the Technical Publications Manager

The following is a few suggestions to comments you may have....

To: Technical Publications Manager

RE: Reader Response

From:

Company

Address

email:

Application:

Would you like a reply? Y / N

Datasheet: DS-GSM-Q2403-1

Questions:

1. What are the best features of this document?
2. How does this document meet your hardware and software development needs?
3. Do you find the organization of this document easy to follow? If not, why?
4. What additions to the document do you think would enhance the structure and subject?

QuasarUK is an internet based company. All Sales / support and interface is via our website at

www.quasaruk.co.uk

for Sales:

Sales : sales@quasaruk.co.uk

for Support:

Support : sales@quasaruk.co.uk

Support Tel: 0907 639 0000

Calls charged at £0.60 per minute from a BT landline other networks may vary.
Callers must be 18 or over and have the bill payers permission. Service provided by
StealthNET Ltd :08444150774

Disclaimer:

Whilst the information in this document is believed to be correct at the time of issue, QuasarUK Ltd does not accept any liability whatsoever for its accuracy, adequacy or completeness. No express or implied warranty or representation is given relating to the information contained in this document. QuasarUK Ltd reserves the right to make changes and improvements to the product(s) described herein without notice. Buyers and other users should determine for themselves the suitability of any such information or products for their own particular requirements or specification(s). QuasarUK Ltd shall not be liable for any loss or damage caused as a result of user's own determination of how to deploy or use R F Solutions Ltd's products. Use of QuasarUK Ltd products or components in life support and/or safety applications is not authorised except with express written approval. No licences are created, implicitly or otherwise, under any of QuasarUK Ltd's intellectual property rights. Liability for loss or damage resulting or caused by reliance on the information contained herein or from the use of the product (including liability resulting from negligence or where QuasarUK Ltd was aware of the possibility of such loss or damage arising) is excluded. This will not operate to limit or restrict QuasarUK Ltd's liability for death or personal injury resulting from its negligence.

Lampiran 2. HC-SR04 *User Guide*



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

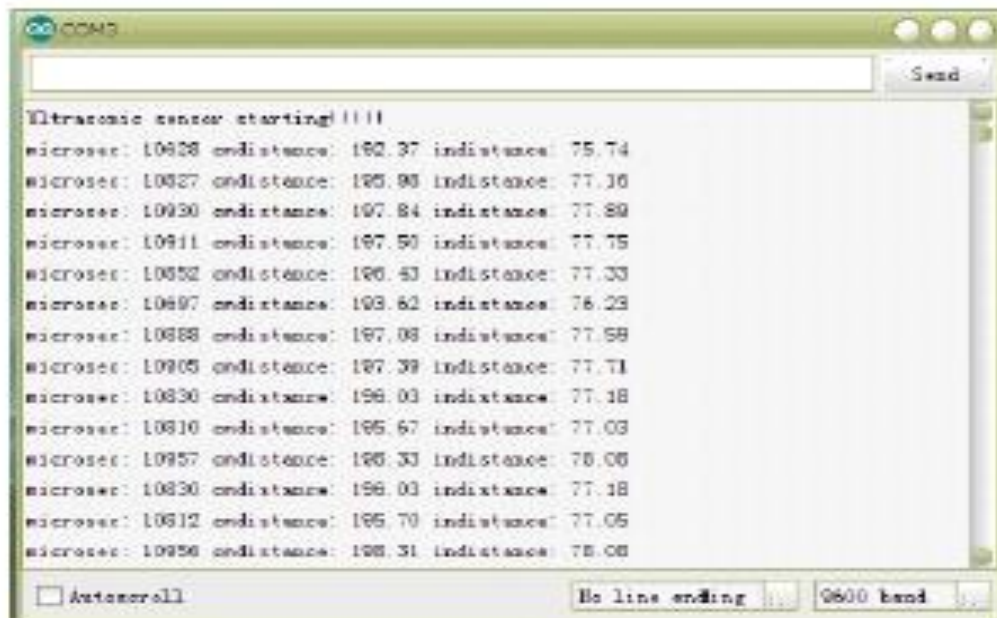
Step1:Download the Demo Code of HCSR04 Ultrasonic from address http://www.electfreaks.com/store/download/product/Sensor/HC-SR04/HCSR04Ultrasonic_demo.zip and then unpack it to get the file of HCSR04 Ultrasonic.

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: 10928 ondistance: 192.37 indistance: 75.74
microsec: 10927 ondistance: 195.98 indistance: 77.10
microsec: 10930 ondistance: 197.84 indistance: 77.89
microsec: 10911 ondistance: 197.50 indistance: 77.75
microsec: 10952 ondistance: 196.43 indistance: 77.33
microsec: 10897 ondistance: 199.62 indistance: 78.29
microsec: 10888 ondistance: 197.08 indistance: 77.58
microsec: 10905 ondistance: 197.39 indistance: 77.71
microsec: 10830 ondistance: 196.03 indistance: 77.18
microsec: 10810 ondistance: 195.67 indistance: 77.03
microsec: 10957 ondistance: 195.33 indistance: 76.08
microsec: 10830 ondistance: 196.03 indistance: 77.18
microsec: 10812 ondistance: 195.70 indistance: 77.05
microsec: 10956 ondistance: 198.31 indistance: 78.08
 Autoscroll
No line ending
9600 baud
```

Chart 3. HC-SR04 testing results

Lampiran 3. Data Sheet Regulator LM2576


August 2004

LM2576/LM2576HV Series SIMPLE SWITCHER® 3A Step-Down Voltage Regulator

General Description

The LM2576 series of regulators are monolithic integrated circuits that provide all the active functions for a step-down (buck) switching regulator, capable of driving 3A load with excellent line and load regulation. These devices are available in fixed output voltages of 3.3V, 5V, 12V, 15V, and an adjustable output version.

Requiring a minimum number of external components, these regulators are simple to use and include internal frequency compensation and a fixed-frequency oscillator.

The LM2576 series offers a high-efficiency replacement for popular three-terminal linear regulators. It substantially reduces the size of the heat sink, and in some cases no heat sink is required.

A standard series of inductors optimized for use with the LM2576 are available from several different manufacturers. This feature greatly simplifies the design of switch-mode power supplies.

Other features include a guaranteed $\pm 4\%$ tolerance on output voltage within specified input voltages and output load conditions, and $\pm 10\%$ on the oscillator frequency. External shutdown is included, featuring 50 μA (typical) standby current. The output switch includes cycle-by-cycle current limiting, as well as thermal shutdown for full protection under fault conditions.

Features

- 3.3V, 5V, 12V, 15V, and adjustable output versions
- Adjustable version output voltage range, 1.23V to 37V (57V for HV version) $\pm 4\%$ max over line and load conditions
- Guaranteed 3A output current
- Wide input voltage range, 40V up to 60V for HV version
- Requires only 4 external components
- 52 kHz fixed frequency internal oscillator
- TTL shutdown capability, low power standby mode
- High efficiency
- Uses readily available standard inductors
- Thermal shutdown and current limit protection
- P+ Product Enhancement tested

Applications

- Simple high-efficiency step-down (buck) regulator
- Efficient pre-regulator for linear regulators
- On-card switching regulators
- Positive to negative converter (Buck-Boost)

Typical Application (Fixed Output Voltage Versions)

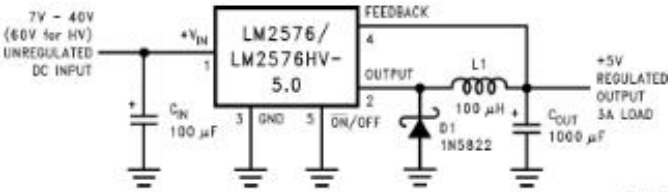


FIGURE 1.

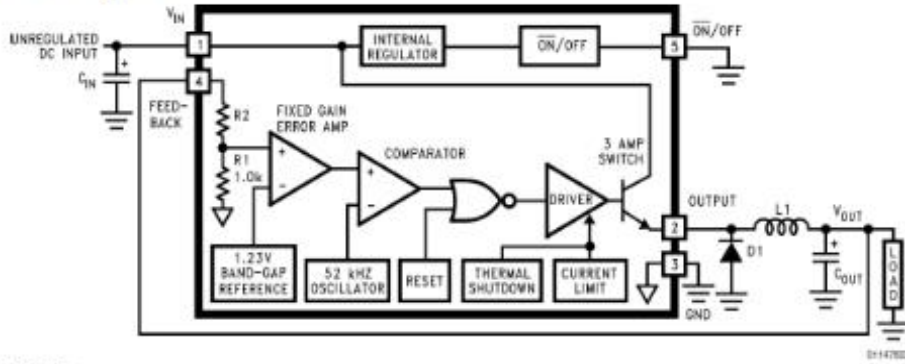
011476D1

SIMPLE SWITCHER® is a registered trademark of National Semiconductor Corporation.

LM2576/LM2576HV Series SIMPLE SWITCHER 3A Step-Down Voltage Regulator

LM2576/LM2576HV

Block Diagram



3.3V R2 = 1.7k
 5V, R2 = 3.1k
 12V, R2 = 8.84k
 15V, R2 = 11.3k
 For ADJ. Version
 R1 = Open, R2 = 0k
 Patent Pending

Ordering Information

Temperature Range	Output Voltage					NS Package Number	Package Type
	3.3	5.0	12	15	ADJ		
-40°C ≤ T _A ≤ 125°C	LM2576HVS-3.3	LM2576HVS-5.0	LM2576HVS-12	LM2576HVS-15	LM2576HVS-ADJ	TS5B	TO-263
	LM2576S-3.3	LM2576S-5.0	LM2576S-12	LM2576S-15	LM2576S-ADJ		
	LM2576HVXS-3.3	LM2576HVXS-5.0	LM2576HVXS-12	LM2576HVXS-15	LM2576HVXS-ADJ	Tape & Reel	TO-220
	LM2576SX-3.3	LM2576SX-5.0	LM2576SX-12	LM2576SX-15	LM2576SX-ADJ		
	LM2576HVT-3.3	LM2576HVT-5.0	LM2576HVT-12	LM2576HVT-15	LM2576HVT-ADJ	T05A	TO-220
	LM2576T-3.3	LM2576T-5.0	LM2576T-12	LM2576T-15	LM2576T-ADJ		
	LM2576HVT-3.3	LM2576HVT-5.0	LM2576HVT-12	LM2576HVT-15	LM2576HVT-ADJ	T05D	TO-220
	Flow LB03	Flow LB03	Flow LB03	Flow LB03	Flow LB03		
LM2576T-3.3	LM2576T-5.0	LM2576T-12	LM2576T-15	LM2576T-ADJ	Flow LB03	TO-220	
Flow LB03	Flow LB03	Flow LB03	Flow LB03	Flow LB03			

Absolute Maximum Ratings (Note 1)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Maximum Supply Voltage	
LM2576	45V
LM2576HV	63V
ON /OFF Pin Input Voltage	$-0.3V \leq V \leq +V_{IN}$
Output Voltage to Ground (Steady State)	-1V
Power Dissipation	Internally Limited
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Maximum Junction Temperature	150°C

Minimum ESD Rating

(C = 100 pF, R = 1.5 k Ω)

2 kV

Lead Temperature

(Soldering, 10 Seconds)

260°C

Operating Ratings

Temperature Range

LM2576/LM2576HV

 $-40^\circ\text{C} \leq T_J \leq +125^\circ\text{C}$

Supply Voltage

LM2576

40V

LM2576HV

60V

LM2576-3.3, LM2576HV-3.3**Electrical Characteristics**

Specifications with standard type face are for $T_J = 25^\circ\text{C}$, and those with **boldface type** apply over full Operating Temperature Range.

Symbol	Parameter	Conditions	LM2576-3.3 LM2576HV-3.3		Units (Limits)
			Typ	Limit (Note 2)	
SYSTEM PARAMETERS (Note 3) Test Circuit <i>Figure 2</i>					
V_{OUT}	Output Voltage	$V_{IN} = 12V, I_{LOAD} = 0.5A$ Circuit of <i>Figure 2</i>	3.3	3.234 3.366	V V(Min) V(Max)
V_{OUT}	Output Voltage LM2576	$6V \leq V_{IN} \leq 40V, 0.5A \leq I_{LOAD} \leq 3A$ Circuit of <i>Figure 2</i>	3.3	3.168/ 3.135 3.432/ 3.465	V V(Min) V(Max)
V_{OUT}	Output Voltage LM2576HV	$6V \leq V_{IN} \leq 60V, 0.5A \leq I_{LOAD} \leq 3A$ Circuit of <i>Figure 2</i>	3.3	3.168/ 3.135 3.450/ 3.482	V V(Min) V(Max)
η	Efficiency	$V_{IN} = 12V, I_{LOAD} = 3A$	75		%

LM2576-5.0, LM2576HV-5.0**Electrical Characteristics**

Specifications with standard type face are for $T_J = 25^\circ\text{C}$, and those with *Figure 2* **boldface type** apply over full Operating Temperature Range.

Symbol	Parameter	Conditions	LM2576-5.0 LM2576HV-5.0		Units (Limits)
			Typ	Limit (Note 2)	
SYSTEM PARAMETERS (Note 3) Test Circuit <i>Figure 2</i>					
V_{OUT}	Output Voltage	$V_{IN} = 12V, I_{LOAD} = 0.5A$ Circuit of <i>Figure 2</i>	5.0	4.900 5.100	V V(Min) V(Max)
V_{OUT}	Output Voltage LM2576	$0.5A \leq I_{LOAD} \leq 3A,$ $8V \leq V_{IN} \leq 40V$ Circuit of <i>Figure 2</i>	5.0	4.800/ 4.750 5.200/ 5.250	V V(Min) V(Max)
V_{OUT}	Output Voltage LM2576HV	$0.5A \leq I_{LOAD} \leq 3A,$ $8V \leq V_{IN} \leq 60V$ Circuit of <i>Figure 2</i>	5.0	4.800/ 4.750 5.225/ 5.275	V V(Min) V(Max)

LM2576-5.0, LM2576HV-5.0**Electrical Characteristics** (Continued)

Specifications with standard type face are for $T_J = 25^\circ\text{C}$, and those with **Figure 2 boldface type** apply over full Operating Temperature Range.

Symbol	Parameter	Conditions	LM2576-5.0 LM2576HV-5.0		Units (Limits)
			Typ	Limit (Note 2)	

SYSTEM PARAMETERS (Note 3) Test Circuit *Figure 2*

η	Efficiency	$V_{IN} = 12\text{V}$, $I_{LOAD} = 3\text{A}$	77		%
--------	------------	--	----	--	---

LM2576-12, LM2576HV-12**Electrical Characteristics**

Specifications with standard type face are for $T_J = 25^\circ\text{C}$, and those with **boldface type** apply over full Operating Temperature Range.

Symbol	Parameter	Conditions	LM2576-12 LM2576HV-12		Units (Limits)
			Typ	Limit (Note 2)	

SYSTEM PARAMETERS (Note 3) Test Circuit *Figure 2*

V_{OUT}	Output Voltage	$V_{IN} = 25\text{V}$, $I_{LOAD} = 0.5\text{A}$ Circuit of <i>Figure 2</i>	12	11.76 12.24	V V(Min) V(Max)
V_{OUT}	Output Voltage LM2576	$0.5\text{A} \leq I_{LOAD} \leq 3\text{A}$, $15\text{V} \leq V_{IN} \leq 40\text{V}$ Circuit of <i>Figure 2</i>	12	11.52/ 11.40 12.48/ 12.60	V V(Min) V(Max)
V_{OUT}	Output Voltage LM2576HV	$0.5\text{A} \leq I_{LOAD} \leq 3\text{A}$, $15\text{V} \leq V_{IN} \leq 60\text{V}$ Circuit of <i>Figure 2</i>	12	11.52/ 11.40 12.54/ 12.66	V V(Min) V(Max)
η	Efficiency	$V_{IN} = 15\text{V}$, $I_{LOAD} = 3\text{A}$	88		%

LM2576-15, LM2576HV-15**Electrical Characteristics**

Specifications with standard type face are for $T_J = 25^\circ\text{C}$, and those with **boldface type** apply over full Operating Temperature Range.

Symbol	Parameter	Conditions	LM2576-15 LM2576HV-15		Units (Limits)
			Typ	Limit (Note 2)	

SYSTEM PARAMETERS (Note 3) Test Circuit *Figure 2*

V_{OUT}	Output Voltage	$V_{IN} = 25\text{V}$, $I_{LOAD} = 0.5\text{A}$ Circuit of <i>Figure 2</i>	15	14.70 15.30	V V(Min) V(Max)
V_{OUT}	Output Voltage LM2576	$0.5\text{A} \leq I_{LOAD} \leq 3\text{A}$, $18\text{V} \leq V_{IN} \leq 40\text{V}$ Circuit of <i>Figure 2</i>	15	14.40/ 14.25 15.60/ 15.75	V V(Min) V(Max)
V_{OUT}	Output Voltage LM2576HV	$0.5\text{A} \leq I_{LOAD} \leq 3\text{A}$, $18\text{V} \leq V_{IN} \leq 60\text{V}$ Circuit of <i>Figure 2</i>	15	14.40/ 14.25 15.68/ 15.83	V V(Min) V(Max)
η	Efficiency	$V_{IN} = 18\text{V}$, $I_{LOAD} = 3\text{A}$	88		%

LM2576-ADJ, LM2576HV-ADJ					
Electrical Characteristics					
Specifications with standard type face are for $T_J = 25^\circ\text{C}$, and those with boldface type apply over full Operating Temperature Range.					
Symbol	Parameter	Conditions	LM2576-ADJ LM2576HV-ADJ		Units (Limits)
			Typ	Limit (Note 2)	
SYSTEM PARAMETERS (Note 3) Test Circuit Figure 2					
V_{OUT}	Feedback Voltage	$V_{IN} = 12\text{V}$, $I_{LOAD} = 0.5\text{A}$ $V_{OUT} = 5\text{V}$, Circuit of Figure 2	1.230	1.217 1.243	V V(Min) V(Max)
V_{OUT}	Feedback Voltage LM2576	$0.5\text{A} \leq I_{LOAD} \leq 3\text{A}$, $8\text{V} \leq V_{IN} \leq 40\text{V}$ $V_{OUT} = 5\text{V}$, Circuit of Figure 2	1.230	1.193/ 1.180 1.267/ 1.280	V V(Min) V(Max)
V_{OUT}	Feedback Voltage LM2576HV	$0.5\text{A} \leq I_{LOAD} \leq 3\text{A}$, $8\text{V} \leq V_{IN} \leq 60\text{V}$ $V_{OUT} = 5\text{V}$, Circuit of Figure 2	1.230	1.193/ 1.180 1.273/ 1.286	V V(Min) V(Max)
η	Efficiency	$V_{IN} = 12\text{V}$, $I_{LOAD} = 3\text{A}$, $V_{OUT} = 5\text{V}$	77		%
All Output Voltage Versions					
Electrical Characteristics					
Specifications with standard type face are for $T_J = 25^\circ\text{C}$, and those with boldface type apply over full Operating Temperature Range. Unless otherwise specified, $V_{IN} = 12\text{V}$ for the 3.3V, 5V, and Adjustable version, $V_{IN} = 25\text{V}$ for the 12V version, and $V_{IN} = 30\text{V}$ for the 15V version. $I_{LOAD} = 500\text{mA}$.					
Symbol	Parameter	Conditions	LM2576-XX LM2576HV-XX		Units (Limits)
			Typ	Limit (Note 2)	
DEVICE PARAMETERS					
I_b	Feedback Bias Current	$V_{OUT} = 5\text{V}$ (Adjustable Version Only)	50	100/ 500	nA
f_O	Oscillator Frequency	(Note 11)	52	47/ 42 58/ 63	kHz kHz (Min) kHz (Max)
V_{SAT}	Saturation Voltage	$I_{OUT} = 3\text{A}$ (Note 4)	1.4	1.8/ 2.0	V V(Max)
DC	Max Duty Cycle (ON)	(Note 5)	98	93	% %(Min)
I_{CL}	Current Limit	(Notes 4, 11)	5.8	4.2/ 3.5 6.9/ 7.5	A A(Min) A(Max)
I_L	Output Leakage Current	(Notes 6, 7): Output = 0V Output = -1V Output = -1V	7.5	2 30	mA(Max) mA mA(Max)
I_Q	Quiescent Current	(Note 6)	5	10	mA mA(Max)
I_{STBY}	Standby Quiescent Current	$\overline{\text{ON}} / \text{OFF Pin} = 5\text{V}$ (OFF)	50	200	μA μA (Max)

All Output Voltage Versions

Electrical Characteristics (Continued)

Specifications with standard type face are for $T_J = 25^\circ\text{C}$, and those with **boldface type** apply over full Operating Temperature Range. Unless otherwise specified, $V_{IN} = 12\text{V}$ for the 3.3V, 5V, and Adjustable version, $V_{IN} = 25\text{V}$ for the 12V version, and $V_{IN} = 30\text{V}$ for the 15V version. $I_{LOAD} = 500\text{ mA}$.

Symbol	Parameter	Conditions	LM2576-XX LM2576HV-XX		Units (Limits)
			Typ	Limit (Note 2)	
DEVICE PARAMETERS					
θ_{JA}	Thermal Resistance	T Package, Junction to Ambient (Note 8)	65		°C/W
θ_{JA}		T Package, Junction to Ambient (Note 9)	45		
θ_{JC}		T Package, Junction to Case	2		
θ_{JA}		S Package, Junction to Ambient (Note 10)	50		
ON /OFF CONTROL Test Circuit Figure 2					
V_{IH}	ON /OFF Pin	$V_{OUT} = 0\text{V}$	1.4	2.2/2.4	V(Min)
V_{IL}	Logic Input Level	$V_{OUT} = \text{Nominal Output Voltage}$	1.2	1.0/0.8	V(Max)
I_{IH}	ON /OFF Pin Input Current	ON /OFF Pin = 5V (OFF)	12	30	μA $\mu\text{A(Max)}$
I_{IL}		ON /OFF Pin = 0V (ON)	0	10	μA $\mu\text{A(Max)}$

Note 1: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. Operating Ratings indicate conditions for which the device is intended to be functional, but do not guarantee specific performance limits. For guaranteed specifications and test conditions, see the Electrical Characteristics.

Note 2: All limits guaranteed at room temperature (standard type face) and at temperature extremes (bold type face). All room temperature limits are 100% production tested. All limits at temperature extremes are guaranteed via correlation using standard Statistical Quality Control (SQC) methods.

Note 3: External components such as the catch diode, inductor, input and output capacitors can affect switching regulator system performance. When the LM2576/LM2576HV is used as shown in the Figure 2 test circuit, system performance will be as shown in system parameters section of Electrical Characteristics.

Note 4: Output pin sourcing current. No diode, inductor or capacitor connected to output.

Note 5: Feedback pin removed from output and connected to 0V.

Note 6: Feedback pin removed from output and connected to +12V for the Adjustable, 3.3V, and 5V versions, and +25V for the 12V and 15V versions, to force the output transistor OFF.

Note 7: $V_{IN} = 40\text{V}$ (60V for high voltage version).

Note 8: Junction to ambient thermal resistance (no external heat sink) for the 5 lead TO-220 package mounted vertically, with 1/4 inch leads in a socket, or on a PC board with minimum copper area.

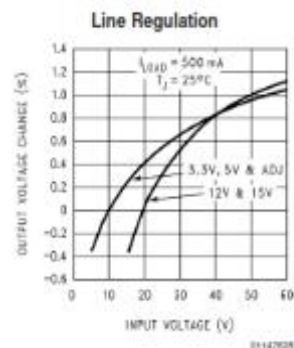
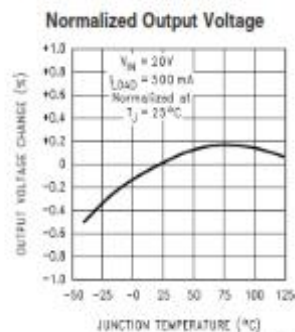
Note 9: Junction to ambient thermal resistance (no external heat sink) for the 5 lead TO-220 package mounted vertically, with 1/4 inch leads soldered to a PC board containing approximately 4 square inches of copper area surrounding the leads.

Note 10: If the TO-263 package is used, the thermal resistance can be reduced by increasing the PC board copper area thermally connected to the package. Using 0.5 square inches of copper area, θ_{JA} is 30°C/W, with 1 square inch of copper area, θ_{JA} is 37°C/W, and with 1.6 or more square inches of copper area, θ_{JA} is 32°C/W.

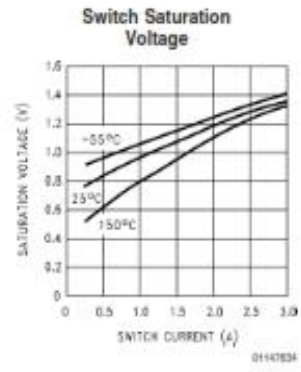
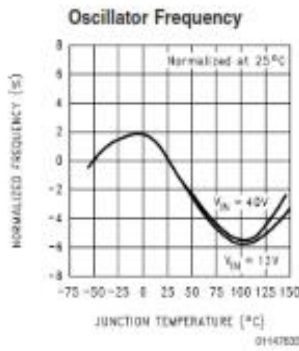
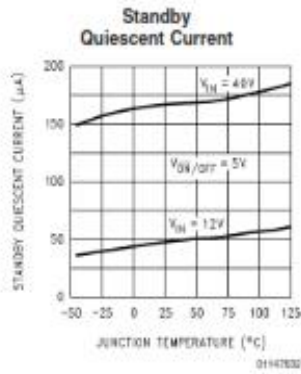
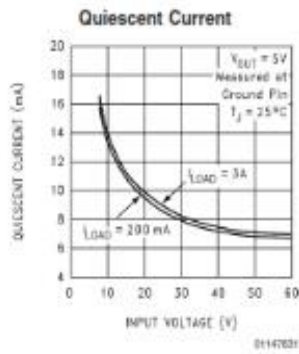
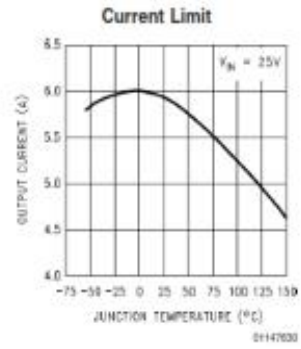
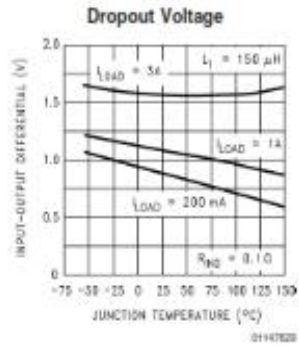
Note 11: The oscillator frequency reduces to approximately 11 kHz in the event of an output short or an overload which causes the regulated output voltage to drop approximately 40% from the nominal output voltage. This self protection feature lowers the average power dissipation of the IC by lowering the minimum duty cycle from 5% down to approximately 2%.

Typical Performance Characteristics

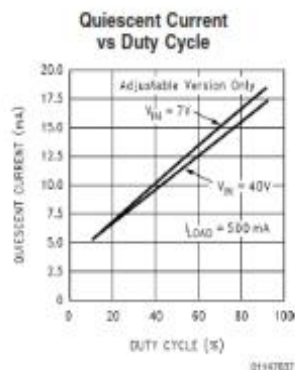
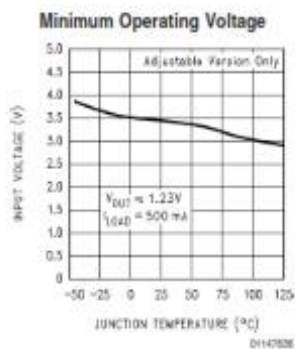
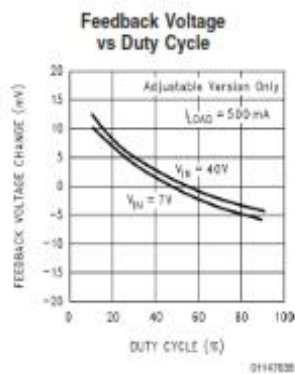
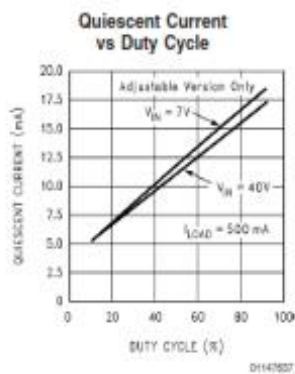
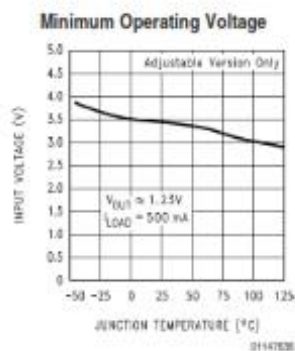
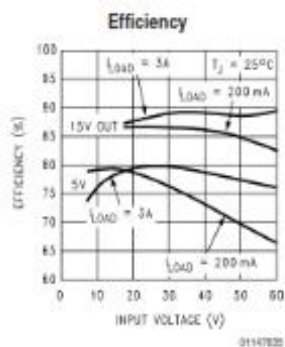
(Circuit of Figure 2)



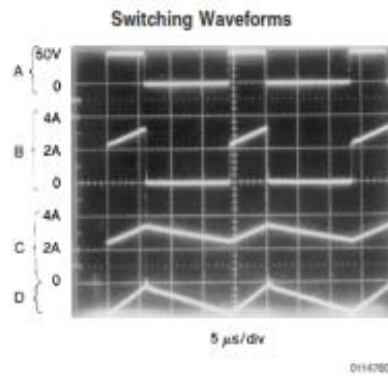
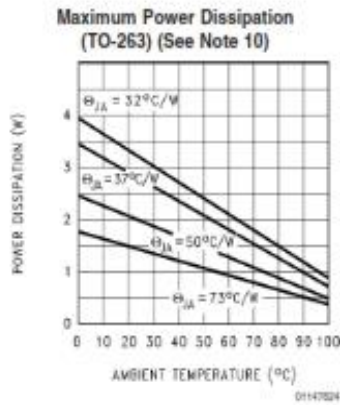
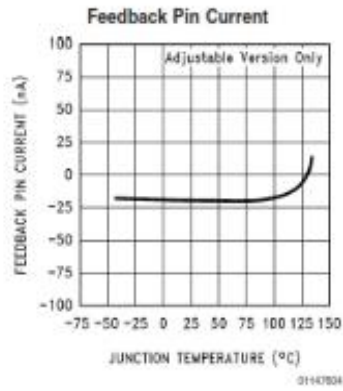
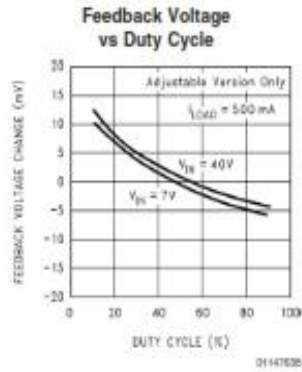
Typical Performance Characteristics (Circuit of Figure 2) (Continued)



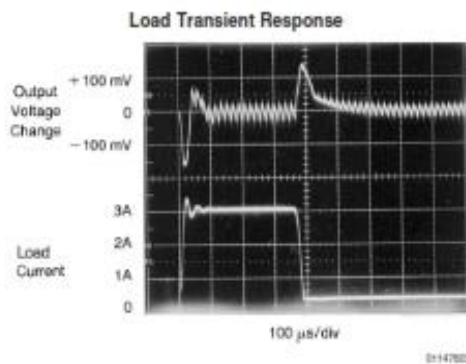
Typical Performance Characteristics (Circuit of Figure 2) (Continued)



Typical Performance Characteristics (Circuit of Figure 2) (Continued)



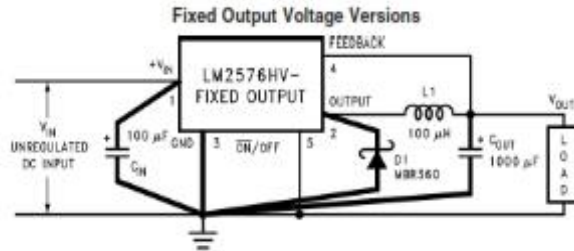
$V_{OUT} = 15\text{ V}$
 A: Output Pin Voltage, 50V/div
 B: Output Pin Current, 2A/div
 C: Inductor Current, 2A/div
 D: Output Ripple Voltage, 50 mV/div,
 AC-Coupled
 Horizontal Time Base: 5 $\mu\text{s/div}$



Test Circuit and Layout Guidelines

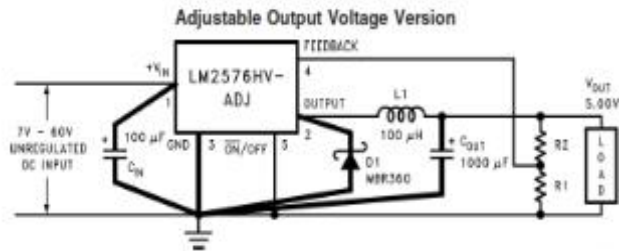
As in any switching regulator, layout is very important. Rapidly switching currents associated with wiring inductance generate voltage transients which can cause problems. For minimal inductance and ground loops, the length of the leads indicated by heavy lines should be kept as short as possible.

Single-point grounding (as indicated) or ground plane construction should be used for best results. When using the Adjustable version, physically locate the programming resistors near the regulator, to keep the sensitive feedback wiring short.



01147807

- C_{IN} — 100 μF, 75V, Aluminum Electrolytic
- C_{OUT} — 1000 μF, 25V, Aluminum Electrolytic
- D₁ — Schottky, MBR360
- L₁ — 100 μH, Pulse Eng. PE-92108
- R₁ — 2k, 0.1%
- R₂ — 6.12k, 0.1%



01147808

$$V_{OUT} = V_{REF} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

$$R_2 = R_1 \left(\frac{V_{OUT}}{V_{REF}} - 1 \right)$$

where V_{REF} = 1.23V, R₁ between 1k and 5k.

FIGURE 2.

LM2576 Series Buck Regulator Design Procedure

PROCEDURE (Fixed Output Voltage Versions)	EXAMPLE (Fixed Output Voltage Versions)
<p>Given: V_{OUT} = Regulated Output Voltage (3.3V, 5V, 12V, or 15V) $V_{IN}(\text{Max})$ = Maximum Input Voltage $I_{LOAD}(\text{Max})$ = Maximum Load Current</p> <p>1. Inductor Selection (L1) A. Select the correct inductor value selection guide from Figures 3, 4, 5 or Figure 6. (Output voltages of 3.3V, 5V, 12V or 15V respectively). For other output voltages, see the design procedure for the adjustable version. B. From the inductor value selection guide, identify the inductance region intersected by $V_{IN}(\text{Max})$ and $I_{LOAD}(\text{Max})$, and note the inductor code for that region. C. Identify the inductor value from the inductor code, and select an appropriate inductor from the table shown in Figure 3. Part numbers are listed for three inductor manufacturers. The inductor chosen must be rated for operation at the LM2576 switching frequency (52 kHz) and for a current rating of $1.15 \times I_{LOAD}$. For additional inductor information, see the inductor section in the Application Hints section of this data sheet.</p> <p>2. Output Capacitor Selection (C_{OUT}) A. The value of the output capacitor together with the inductor defines the dominant pole-pair of the switching regulator loop. For stable operation and an acceptable output ripple voltage, (approximately 1% of the output voltage) a value between 100 μF and 470 μF is recommended. B. The capacitor's voltage rating should be at least 1.5 times greater than the output voltage. For a 5V regulator, a rating of at least 8V is appropriate, and a 10V or 15V rating is recommended. Higher voltage electrolytic capacitors generally have lower ESR numbers, and for this reason it may be necessary to select a capacitor rated for a higher voltage than would normally be needed.</p> <p>3. Catch Diode Selection (D1) A. The catch-diode current rating must be at least 1.2 times greater than the maximum load current. Also, if the power supply design must withstand a continuous output short, the diode should have a current rating equal to the maximum current limit of the LM2576. The most stressful condition for this diode is an overload or shorted output condition. B. The reverse voltage rating of the diode should be at least 1.25 times the maximum input voltage.</p> <p>4. Input Capacitor (C_{IN}) An aluminum or tantalum electrolytic bypass capacitor located close to the regulator is needed for stable operation.</p>	<p>Given: $V_{OUT} = 5V$ $V_{IN}(\text{Max}) = 15V$ $I_{LOAD}(\text{Max}) = 3A$</p> <p>1. Inductor Selection (L1) A. Use the selection guide shown in Figure 4. B. From the selection guide, the inductance area intersected by the 15V line and 3A line is L100. C. Inductor value required is 100 μH. From the table in Figure 3. Choose AIE 415-0930, Pulse Engineering PE92108, or Renco RL2444.</p> <p>2. Output Capacitor Selection (C_{OUT}) A. $C_{OUT} = 680 \mu\text{F}$ to 2000 μF standard aluminum electrolytic. B. Capacitor voltage rating = 20V.</p> <p>3. Catch Diode Selection (D1) A. For this example, a 3A current rating is adequate. B. Use a 20V 1N5823 or SR302 Schottky diode, or any of the suggested fast-recovery diodes shown in Figure 8.</p> <p>4. Input Capacitor (C_{IN}) A 100 μF, 25V aluminum electrolytic capacitor located near the input and ground pins provides sufficient bypassing.</p>

LM2576 Series Buck Regulator Design Procedure (Continued)

INDUCTOR VALUE SELECTION GUIDES (For Continuous Mode Operation)

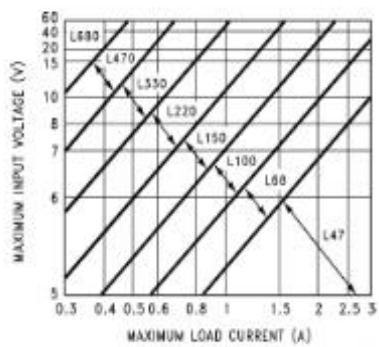


FIGURE 3. LM2576(HV)-3.3

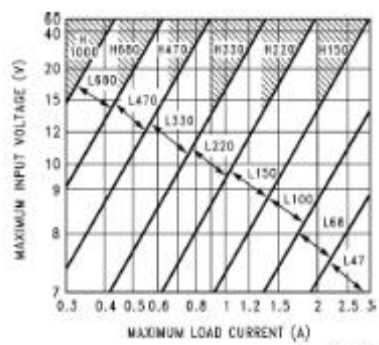


FIGURE 4. LM2576(HV)-5.0

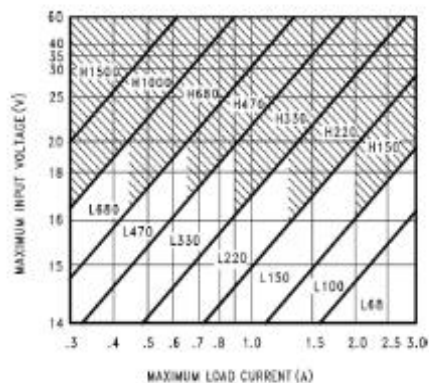


FIGURE 5. LM2576(HV)-12

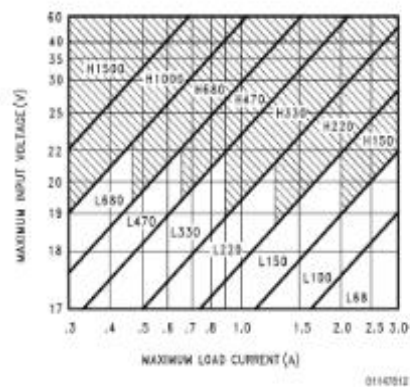
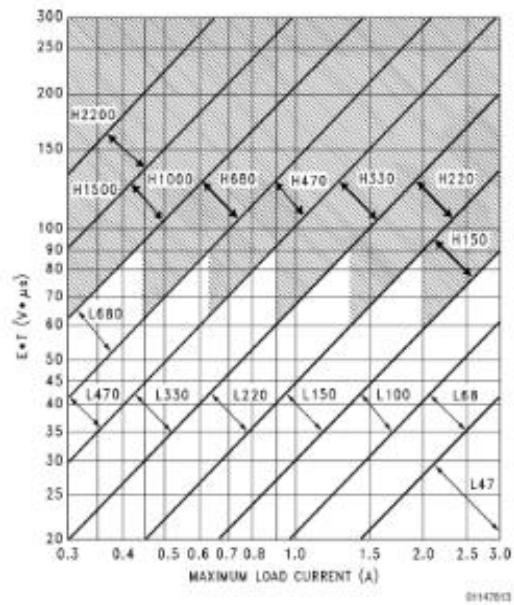


FIGURE 6. LM2576(HV)-15

LM2576 Series Buck Regulator Design Procedure (Continued)

FIGURE 7. LM2576(HV)-ADJ
PROCEDURE (Adjustable Output Voltage Versions)

Given: V_{OUT} = Regulated Output Voltage $V_{IN}(\text{Max})$ = Maximum Input Voltage $I_{LOAD}(\text{Max})$ = Maximum Load Current F = Switching Frequency (Fixed at 52 kHz)

1. Programming Output Voltage (Selecting R_1 and R_2 , as shown in Figure 2) Use the following formula to select the appropriate resistor values.

$$V_{OUT} = V_{REF} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) \quad \text{where } V_{REF} = 1.23V$$

R_1 can be between 1k and 5k. (For best temperature coefficient and stability with time, use 1% metal film resistors)

$$R_2 = R_1 \left(\frac{V_{OUT}}{V_{REF}} - 1 \right)$$

EXAMPLE (Adjustable Output Voltage Versions)

Given: $V_{OUT} = 10V$ $V_{IN}(\text{Max}) = 25V$ $I_{LOAD}(\text{Max}) = 3A$ $F = 52 \text{ kHz}$

1. Programming Output Voltage (Selecting R_1 and R_2)

$$V_{OUT} = 1.23 \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) \quad \text{Select } R_1 = 1k$$

$$R_2 = R_1 \left(\frac{V_{OUT}}{V_{REF}} - 1 \right) = 1k \left(\frac{10V}{1.23V} - 1 \right)$$

$$R_2 = 1k (8.13 - 1) = 7.13k, \text{ closest 1\% value is } 7.15k$$

LM2576 Series Buck Regulator Design Procedure (Continued)

PROCEDURE (Adjustable Output Voltage Versions)	EXAMPLE (Adjustable Output Voltage Versions)
<p>2. Inductor Selection (L1) A. Calculate the inductor Volt • microsecond constant, $E \cdot T$ ($V \cdot \mu s$), from the following formula:</p> $E \cdot T = (V_{IN} - V_{OUT}) \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \cdot \frac{1000}{F \text{ (in kHz)}} \text{ (V} \cdot \mu s\text{)}$ <p>B. Use the $E \cdot T$ value from the previous formula and match it with the $E \cdot T$ number on the vertical axis of the Inductor Value Selection Guide shown in Figure 7. C. On the horizontal axis, select the maximum load current. D. Identify the inductance region intersected by the $E \cdot T$ value and the maximum load current value, and note the inductor code for that region. E. Identify the inductor value from the inductor code, and select an appropriate inductor from the table shown in Figure 9. Part numbers are listed for three inductor manufacturers. The inductor chosen must be rated for operation at the LM2576 switching frequency (52 kHz) and for a current rating of $1.15 \times I_{LOAD}$. For additional inductor information, see the inductor section in the application hints section of this data sheet.</p> <p>3. Output Capacitor Selection (C_{OUT}) A. The value of the output capacitor together with the inductor defines the dominate pole-pair of the switching regulator loop. For stable operation, the capacitor must satisfy the following requirement:</p> $C_{OUT} \geq 13,300 \frac{V_{IN(Max)}}{V_{OUT} \cdot L(\mu H)} \text{ (}\mu F\text{)}$ <p>The above formula yields capacitor values between 10 μF and 2200 μF that will satisfy the loop requirements for stable operation. But to achieve an acceptable output ripple voltage, (approximately 1% of the output voltage) and transient response, the output capacitor may need to be several times larger than the above formula yields. B. The capacitor's voltage rating should be at least 1.5 times greater than the output voltage. For a 10V regulator, a rating of at least 15V or more is recommended. Higher voltage electrolytic capacitors generally have lower ESR numbers, and for this reason it may be necessary to select a capacitor rate for a higher voltage than would normally be needed.</p> <p>4. Catch Diode Selection (D1) A. The catch-diode current rating must be at least 1.2 times greater than the maximum load current. Also, if the power supply design must withstand a continuous output short, the diode should have a current rating equal to the maximum current limit of the LM2576. The most stressful condition for this diode is an overload or shorted output. See diode selection guide in Figure 8. B. The reverse voltage rating of the diode should be at least 1.25 times the maximum input voltage.</p> <p>5. Input Capacitor (C_{IN}) An aluminum or tantalum electrolytic bypass capacitor located close to the regulator is needed for stable operation.</p>	<p>2. Inductor Selection (L1) A. Calculate $E \cdot T$ ($V \cdot \mu s$)</p> $E \cdot T = (25 - 10) \cdot \frac{10}{25} \cdot \frac{1000}{52} = 115 \text{ V} \cdot \mu s$ <p>B. $E \cdot T = 115 \text{ V} \cdot \mu s$ C. $I_{LOAD(Max)} = 3A$ D. Inductance Region = H150 E. Inductor Value = 150 μH Choose from AIE part #415-0936 Pulse Engineering part #PE-531115, or Renco part #RL2445.</p> <p>3. Output Capacitor Selection (C_{OUT})</p> $C_{OUT} > 13,300 \frac{25}{10 \cdot 150} = 22.2 \mu F$ <p>However, for acceptable output ripple voltage select $C_{OUT} \geq 680 \mu F$ $C_{OUT} = 680 \mu F$ electrolytic capacitor</p> <p>4. Catch Diode Selection (D1) A. For this example, a 3.3A current rating is adequate. B. Use a 30V 31DQ03 Schottky diode, or any of the suggested fast-recovery diodes in Figure 8.</p> <p>5. Input Capacitor (C_{IN}) A 100 μF aluminum electrolytic capacitor located near the input and ground pins provides sufficient bypassing.</p>
<p>To further simplify the buck regulator design procedure, National Semiconductor is making available computer design software to be used with the SIMPLE SWITCHER line of</p>	<p>switching regulators. Switchers Made Simple (Version 3.3) is available on a (3½") diskette for IBM compatible computers from a National Semiconductor sales office in your area.</p>

V _{in}	Schottky		Fast Recovery	
	3A	4A-6A	3A	4A-6A
20V	1N5820 MBR320P SR302	1N5823	The following diodes are all rated to 100V 31DF1 HER302	The following diodes are all rated to 100V 50WF10 MUR410 HER602
30V	1N5821 MBR330 31DQ03 SR303	50WQ03 1N5824		
40V	1N5822 MBR340 31DQ04 SR304	MBR340 50WQ04 1N5825		
50V	MBR350 31DQ05 SR305	50WQ05		
60V	MBR360	50WR06		
	DQ06 SR306	50SQ060		

FIGURE 8. Diode Selection Guide

Inductor Code	Inductor Value	Schott (Note 12)	Pulse Eng. (Note 13)	Renco (Note 14)
L47	47 μ H	671 26980	PE-53112	RL2442
L68	68 μ H	671 26990	PE-92114	RL2443
L100	100 μ H	671 27000	PE-92108	RL2444
L150	150 μ H	671 27010	PE-53113	RL1954
L220	220 μ H	671 27020	PE-52626	RL1953
L330	330 μ H	671 27030	PE-52627	RL1952
L470	470 μ H	671 27040	PE-53114	RL1951
L680	680 μ H	671 27050	PE-52629	RL1950
H150	150 μ H	671 27060	PE-53115	RL2445
H220	220 μ H	671 27070	PE-53116	RL2446
H330	330 μ H	671 27080	PE-53117	RL2447
H470	470 μ H	671 27090	PE-53118	RL1961
H680	680 μ H	671 27100	PE-53119	RL1960
H1000	1000 μ H	671 27110	PE-53120	RL1959
H1500	1500 μ H	671 27120	PE-53121	RL1958
H2200	2200 μ H	671 27130	PE-53122	RL2448

Note 12: Schott Corporation, (612) 475-1173, 1000 Parkers Lake Road, Wayzata, MN 55391.

Note 13: Pulse Engineering, (619) 674-8100, P.O. Box 12235, San Diego, CA 92112.

Note 14: Renco Electronics Incorporated, (516) 586-9366, 60 Jeffryn Blvd. East, Deer Park, NY 11729.

FIGURE 9. Inductor Selection by Manufacturer's Part Number

Application Hints

INPUT CAPACITOR (C_{IN})

To maintain stability, the regulator input pin must be bypassed with at least a 100 μ F electrolytic capacitor. The capacitor's leads must be kept short, and located near the regulator.

If the operating temperature range includes temperatures below -25°C , the input capacitor value may need to be larger. With most electrolytic capacitors, the capacitance value decreases and the ESR increases with lower temperatures and age. Paralleling a ceramic or solid tantalum capacitor will increase the regulator stability at cold temperatures. For maximum capacitor operating lifetime, the capacitor's RMS ripple current rating should be greater than

Application Hints (Continued)

$$1.2 \times \left(\frac{I_{ON}}{T} \right) \times I_{LOAD}$$

where $\frac{I_{ON}}{T} = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}$ for a buck regulator

and $\frac{I_{ON}}{T} = \frac{|V_{OUT}|}{|V_{OUT}| + V_{IN}}$ for a buck-boost regulator.

INDUCTOR SELECTION

All switching regulators have two basic modes of operation: continuous and discontinuous. The difference between the two types relates to the inductor current, whether it is flowing continuously, or if it drops to zero for a period of time in the normal switching cycle. Each mode has distinctively different operating characteristics, which can affect the regulator performance and requirements.

The LM2576 (or any of the SIMPLE SWITCHER family) can be used for both continuous and discontinuous modes of operation.

The inductor value selection guides in Figure 3 through Figure 7 were designed for buck regulator designs of the continuous inductor current type. When using inductor values shown in the inductor selection guide, the peak-to-peak inductor ripple current will be approximately 20% to 30% of the maximum DC current. With relatively heavy load currents, the circuit operates in the continuous mode (inductor current always flowing), but under light load conditions, the circuit will be forced to the discontinuous mode (inductor current falls to zero for a period of time). This discontinuous mode of operation is perfectly acceptable. For light loads (less than approximately 300 mA) it may be desirable to operate the regulator in the discontinuous mode, primarily because of the lower inductor values required for the discontinuous mode.

The selection guide chooses inductor values suitable for continuous mode operation, but if the inductor value chosen is prohibitively high, the designer should investigate the possibility of discontinuous operation. The computer design software *Switchers Made Simple* will provide all component values for discontinuous (as well as continuous) mode of operation.

Inductors are available in different styles such as pot core, toroid, E-frame, bobbin core, etc., as well as different core materials, such as ferrites and powdered iron. The least expensive, the bobbin core type, consists of wire wrapped on a ferrite rod core. This type of construction makes for an inexpensive inductor, but since the magnetic flux is not completely contained within the core, it generates more electromagnetic interference (EMI). This EMI can cause problems in sensitive circuits, or can give incorrect scope readings because of induced voltages in the scope probe.

The inductors listed in the selection chart include ferrite pot core construction for AIE, powdered iron toroid for Pulse Engineering, and ferrite bobbin core for Renco.

An inductor should not be operated beyond its maximum rated current because it may saturate. When an inductor begins to saturate, the inductance decreases rapidly and the inductor begins to look mainly resistive (the DC resistance of the winding). This will cause the switch current to rise very

rapidly. Different inductor types have different saturation characteristics, and this should be kept in mind when selecting an inductor.

The inductor manufacturer's data sheets include current and energy limits to avoid inductor saturation.

INDUCTOR RIPPLE CURRENT

When the switcher is operating in the continuous mode, the inductor current waveform ranges from a triangular to a sawtooth type of waveform (depending on the input voltage). For a given input voltage and output voltage, the peak-to-peak amplitude of this inductor current waveform remains constant. As the load current rises or falls, the entire sawtooth current waveform also rises or falls. The average DC value of this waveform is equal to the DC load current (in the buck regulator configuration).

If the load current drops to a low enough level, the bottom of the sawtooth current waveform will reach zero, and the switcher will change to a discontinuous mode of operation. This is a perfectly acceptable mode of operation. Any buck switching regulator (no matter how large the inductor value is) will be forced to run discontinuous if the load current is light enough.

OUTPUT CAPACITOR

An output capacitor is required to filter the output voltage and is needed for loop stability. The capacitor should be located near the LM2576 using short pc board traces. Standard aluminum electrolytics are usually adequate, but low ESR types are recommended for low output ripple voltage and good stability. The ESR of a capacitor depends on many factors, some which are: the value, the voltage rating, physical size and the type of construction. In general, low value or low voltage (less than 12V) electrolytic capacitors usually have higher ESR numbers.

The amount of output ripple voltage is primarily a function of the ESR (Equivalent Series Resistance) of the output capacitor and the amplitude of the inductor ripple current (ΔI_{IND}). See the section on inductor ripple current in Application Hints.

The lower capacitor values (220 μ F–1000 μ F) will allow typically 50 mV to 150 mV of output ripple voltage, while larger-value capacitors will reduce the ripple to approximately 20 mV to 50 mV.

Output Ripple Voltage = (ΔI_{IND}) (ESR of C_{OUT})

To further reduce the output ripple voltage, several standard electrolytic capacitors may be paralleled, or a higher-grade capacitor may be used. Such capacitors are often called "high-frequency," "low-inductance," or "low-ESR." These will reduce the output ripple to 10 mV or 20 mV. However, when operating in the continuous mode, reducing the ESR below 0.03 Ω can cause instability in the regulator.

Tantalum capacitors can have a very low ESR, and should be carefully evaluated if it is the only output capacitor. Because of their good low temperature characteristics, a tantalum can be used in parallel with aluminum electrolytics, with the tantalum making up 10% or 20% of the total capacitance.

The capacitor's ripple current rating at 52 kHz should be at least 50% higher than the peak-to-peak inductor ripple current.

Application Hints (Continued)

CATCH DIODE

Buck regulators require a diode to provide a return path for the inductor current when the switch is off. This diode should be located close to the LM2576 using short leads and short printed circuit traces.

Because of their fast switching speed and low forward voltage drop, Schottky diodes provide the best efficiency, especially in low output voltage switching regulators (less than 5V). Fast-Recovery, High-Efficiency, or Ultra-Fast Recovery diodes are also suitable, but some types with an abrupt turn-off characteristic may cause instability and EMI problems. A fast-recovery diode with soft recovery characteristics is a better choice. Standard 60 Hz diodes (e.g., 1N4001 or 1N5400, etc.) are also **not suitable**. See Figure 8 for Schottky and "soft" fast-recovery diode selection guide.

OUTPUT VOLTAGE RIPPLE AND TRANSIENTS

The output voltage of a switching power supply will contain a sawtooth ripple voltage at the switcher frequency, typically about 1% of the output voltage, and may also contain short voltage spikes at the peaks of the sawtooth waveform.

The output ripple voltage is due mainly to the inductor sawtooth ripple current multiplied by the ESR of the output capacitor. (See the inductor selection in the application hints.)

The voltage spikes are present because of the the fast switching action of the output switch, and the parasitic inductance of the output filter capacitor. To minimize these voltage spikes, special low inductance capacitors can be used, and their lead lengths must be kept short. Wiring inductance, stray capacitance, as well as the scope probe used to evaluate these transients, all contribute to the amplitude of these spikes.

An additional small LC filter (20 μ H & 100 μ F) can be added to the output (as shown in Figure 15) to further reduce the amount of output ripple and transients. A 10 x reduction in output ripple voltage and transients is possible with this filter.

FEEDBACK CONNECTION

The LM2576 (fixed voltage versions) feedback pin must be wired to the output voltage point of the switching power supply. When using the adjustable version, physically locate both output voltage programming resistors near the LM2576 to avoid picking up unwanted noise. Avoid using resistors greater than 100 k Ω because of the increased chance of noise pickup.

ON /OFF INPUT

For normal operation, the ON /OFF pin should be grounded or driven with a low-level TTL voltage (typically below 1.6V). To put the regulator into standby mode, drive this pin with a high-level TTL or CMOS signal. The ON /OFF pin can be safely pulled up to +V_{IN} without a resistor in series with it. The ON /OFF pin should not be left open.

GROUNDING

To maintain output voltage stability, the power ground connections must be low-impedance (see Figure 2). For the 5-lead TO-220 and TO-263 style package, both the tab and pin 3 are ground and either connection may be used, as they are both part of the same copper lead frame.

HEAT SINK/THERMAL CONSIDERATIONS

In many cases, only a small heat sink is required to keep the LM2576 junction temperature within the allowed operating range. For each application, to determine whether or not a heat sink will be required, the following must be identified:

1. Maximum ambient temperature (in the application).
2. Maximum regulator power dissipation (in application).
3. Maximum allowed junction temperature (125°C for the LM2576). For a safe, conservative design, a temperature approximately 15°C cooler than the maximum temperatures should be selected.

4. LM2576 package thermal resistances θ_{JA} and θ_{JC} .

Total power dissipated by the LM2576 can be estimated as follows:

$$P_D = (V_{IN})(I_Q) + (V_O/V_{IN})(I_{LOAD})(V_{SAT})$$

where I_Q (quiescent current) and V_{SAT} can be found in the Characteristic Curves shown previously, V_{IN} is the applied minimum input voltage, V_O is the regulated output voltage, and I_{LOAD} is the load current. The dynamic losses during turn-on and turn-off are negligible if a Schottky type catch diode is used.

When no heat sink is used, the junction temperature rise can be determined by the following:

$$\Delta T_J = (P_D) (\theta_{JA})$$

To arrive at the actual operating junction temperature, add the junction temperature rise to the maximum ambient temperature.

$$T_J = \Delta T_J + T_A$$

If the actual operating junction temperature is greater than the selected safe operating junction temperature determined in step 3, then a heat sink is required.

When using a heat sink, the junction temperature rise can be determined by the following:

$$\Delta T_J = (P_D) (\theta_{JC} + \theta_{interface} + \theta_{Heat\ sink})$$

The operating junction temperature will be:

$$T_J = T_A + \Delta T_J$$

As above, if the actual operating junction temperature is greater than the selected safe operating junction temperature, then a larger heat sink is required (one that has a lower thermal resistance).

Included on the **Switcher Made Simple** design software is a more precise (non-linear) thermal model that can be used to determine junction temperature with different input-output parameters or different component values. It can also calculate the heat sink thermal resistance required to maintain the regulators junction temperature below the maximum operating temperature.

Additional Applications

INVERTING REGULATOR

Figure 10 shows a LM2576-12 in a buck-boost configuration to generate a negative 12V output from a positive input voltage. This circuit bootstraps the regulator's ground pin to the negative output voltage, then by grounding the feedback pin, the regulator senses the inverted output voltage and regulates it to -12V.

For an input voltage of 12V or more, the maximum available output current in this configuration is approximately 700 mA. At lighter loads, the minimum input voltage required drops to approximately 4.7V.

Additional Applications (Continued)

The switch currents in this buck-boost configuration are higher than in the standard buck-mode design, thus lowering the available output current. Also, the start-up input current of the buck-boost converter is higher than the standard buck-mode regulator, and this may overload an input power source with a current limit less than 5A. Using a delayed turn-on or an undervoltage lockout circuit (described in the next section) would allow the input voltage to rise to a high enough level before the switcher would be allowed to turn on.

Because of the structural differences between the buck and the buck-boost regulator topologies, the buck regulator design procedure section can not be used to select the inductor or the output capacitor. The recommended range of inductor values for the buck-boost design is between 68 μ H and 220 μ H, and the output capacitor values must be larger than what is normally required for buck designs. Low input voltages or high output currents require a large value output capacitor (in the thousands of micro Farads).

The peak inductor current, which is the same as the peak switch current, can be calculated from the following formula:

$$I_p \approx \frac{I_{LOAD} (V_{IN} + |V_O|)}{V_{IN}} + \frac{V_{IN} |V_O|}{V_{IN} + |V_O|} \times \frac{1}{2L_1 f_{OSC}}$$

Where $f_{OSC} = 52$ kHz. Under normal continuous inductor current operating conditions, the minimum V_{IN} represents the worst case. Select an inductor that is rated for the peak current anticipated.

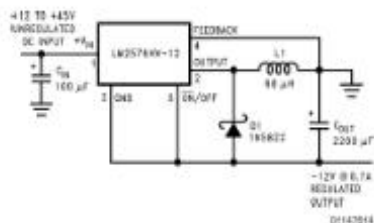


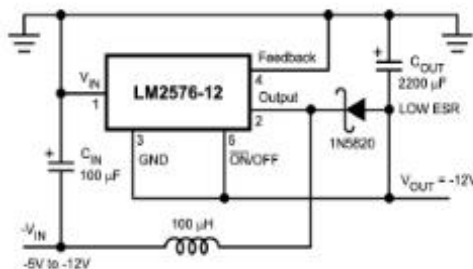
FIGURE 10. Inverting Buck-Boost Develops -12V

Also, the maximum voltage appearing across the regulator is the absolute sum of the input and output voltage. For a -12V output, the maximum input voltage for the LM2576 is +28V, or +48V for the LM2576HV.

The *Switchers Made Simple* (version 3.0) design software can be used to determine the feasibility of regulator designs using different topologies, different input-output parameters, different components, etc.

NEGATIVE BOOST REGULATOR

Another variation on the buck-boost topology is the negative boost configuration. The circuit in Figure 11 accepts an input voltage ranging from -5V to -12V and provides a regulated -12V output. Input voltages greater than -12V will cause the output to rise above -12V, but will not damage the regulator.



Typical Load Current
 400 mA for $V_{IN} = -5.2V$
 750 mA for $V_{IN} = -7V$
 Note: Heat sink may be required.

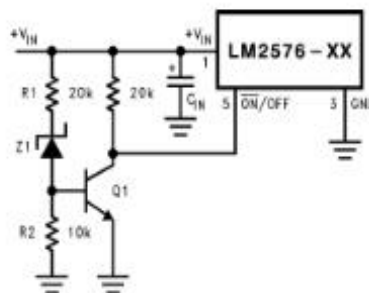
FIGURE 11. Negative Boost

Because of the boosting function of this type of regulator, the switch current is relatively high, especially at low input voltages. Output load current limitations are a result of the maximum current rating of the switch. Also, boost regulators can not provide current limiting load protection in the event of a shorted load, so some other means (such as a fuse) may be necessary.

UNDERVOLTAGE LOCKOUT

In some applications it is desirable to keep the regulator off until the input voltage reaches a certain threshold. An undervoltage lockout circuit which accomplishes this task is shown in Figure 12, while Figure 13 shows the same circuit applied to a buck-boost configuration. These circuits keep the regulator off until the input voltage reaches a predetermined level.

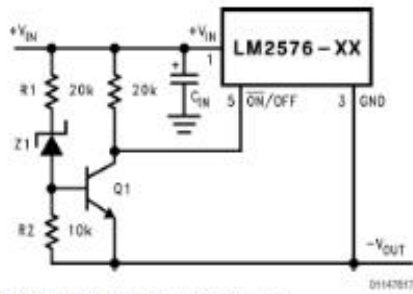
$$V_{TH} = V_{Z1} + 2V_{BE}(Q1)$$



Note: Complete circuit not shown.

FIGURE 12. Undervoltage Lockout for Buck Circuit

Additional Applications (Continued)



Note: Complete circuit not shown (see Figure 10).

FIGURE 13. Undervoltage Lockout for Buck-Boost Circuit

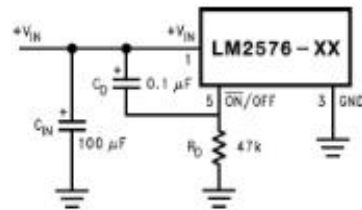
DELAYED STARTUP

The ON/OFF pin can be used to provide a delayed startup feature as shown in Figure 14. With an input voltage of 20V and for the part values shown, the circuit provides approximately 10 ms of delay time before the circuit begins switch-

ing. Increasing the RC time constant can provide longer delay times. But excessively large RC time constants can cause problems with input voltages that are high in 60 Hz or 120 Hz ripple, by coupling the ripple into the ON/OFF pin.

ADJUSTABLE OUTPUT, LOW-RIPPLE POWER SUPPLY

A 3A power supply that features an adjustable output voltage is shown in Figure 15. An additional L-C filter that reduces the output ripple by a factor of 10 or more is included in this circuit.



Note: Complete circuit not shown.

FIGURE 14. Delayed Startup

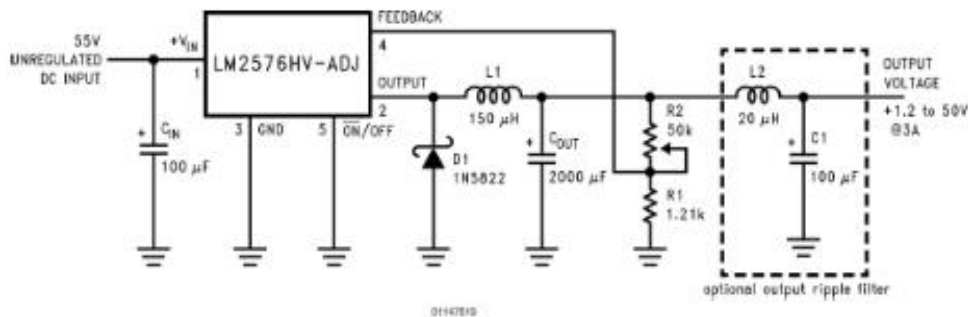


FIGURE 15. 1.2V to 55V Adjustable 3A Power Supply with Low Output Ripple

Definition of Terms

BUCK REGULATOR

A switching regulator topology in which a higher voltage is converted to a lower voltage. Also known as a step-down switching regulator.

for buck regulator $D = \frac{t_{ON}}{T} = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}$

BUCK-BOOST REGULATOR

A switching regulator topology in which a positive voltage is converted to a negative voltage without a transformer.

for buck-boost regulator $D = \frac{t_{ON}}{T} = \frac{|V_O|}{|V_O| + V_{IN}}$

DUTY CYCLE (D)

Ratio of the output switch's on-time to the oscillator period.

CATCH DIODE OR CURRENT STEERING DIODE

The diode which provides a return path for the load current when the LM2576 switch is OFF.

EFFICIENCY (η)

The proportion of input power actually delivered to the load.

$$\eta = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} = \frac{P_{OUT}}{P_{OUT} + P_{LOSS}}$$

Definition of Terms (Continued)**CAPACITOR EQUIVALENT SERIES RESISTANCE (ESR)**

The purely resistive component of a real capacitor's impedance (see Figure 16). It causes power loss resulting in capacitor heating, which directly affects the capacitor's operating lifetime. When used as a switching regulator output filter, higher ESR values result in higher output ripple voltages.

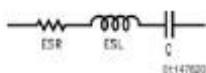


FIGURE 16. Simple Model of a Real Capacitor

Most standard aluminum electrolytic capacitors in the 100 μF –1000 μF range have 0.5 Ω to 0.1 Ω ESR. Higher-grade capacitors ("low-ESR", "high-frequency", or "low-inductance") in the 100 μF –1000 μF range generally have ESR of less than 0.15 Ω .

EQUIVALENT SERIES INDUCTANCE (ESL)

The pure inductance component of a capacitor (see Figure 16). The amount of inductance is determined to a large extent on the capacitor's construction. In a buck regulator, this unwanted inductance causes voltage spikes to appear on the output.

OUTPUT RIPPLE VOLTAGE

The AC component of the switching regulator's output voltage. It is usually dominated by the output capacitor's ESR multiplied by the inductor's ripple current ($\Delta I_{L(RIP)}$). The peak-to-peak value of this sawtooth ripple current can be determined by reading the Inductor Ripple Current section of the Application hints.

CAPACITOR RIPPLE CURRENT

RMS value of the maximum allowable alternating current at which a capacitor can be operated continuously at a specified temperature.

STANDBY QUIESCENT CURRENT (I_{STBY})

Supply current required by the LM2576 when in the standby mode (ON/OFF pin is driven to TTL-high voltage, thus turning the output switch OFF).

INDUCTOR RIPPLE CURRENT ($\Delta I_{L(RIP)}$)

The peak-to-peak value of the inductor current waveform, typically a sawtooth waveform when the regulator is operating in the continuous mode (vs. discontinuous mode).

CONTINUOUS/DISCONTINUOUS MODE OPERATION

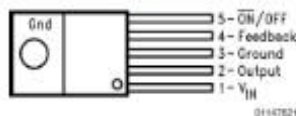
Relates to the inductor current. In the continuous mode, the inductor current is always flowing and never drops to zero, vs. the discontinuous mode, where the inductor current drops to zero for a period of time in the normal switching cycle.

INDUCTOR SATURATION

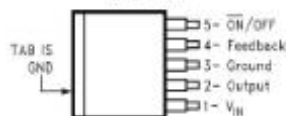
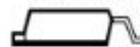
The condition which exists when an inductor cannot hold any more magnetic flux. When an inductor saturates, the inductor appears less inductive and the resistive component dominates. Inductor current is then limited only by the DC resistance of the wire and the available source current.

OPERATING VOLT MICROSECOND CONSTANT ($E \cdot T_{\text{op}}$)

The product (in Volt $\cdot\mu\text{s}$) of the voltage applied to the inductor and the time the voltage is applied. This $E \cdot T_{\text{op}}$ constant is a measure of the energy handling capability of an inductor and is dependent upon the type of core, the core area, the number of turns, and the duty cycle.

Connection Diagrams (Note 15)**Straight Leads
5-Lead TO-220 (T)
Top View**

LM2576T-XX or LM2576HVT-XX
NS Package Number T05A

**TO-263 (S)
5-Lead Surface-Mount Package
Top View****Side View**

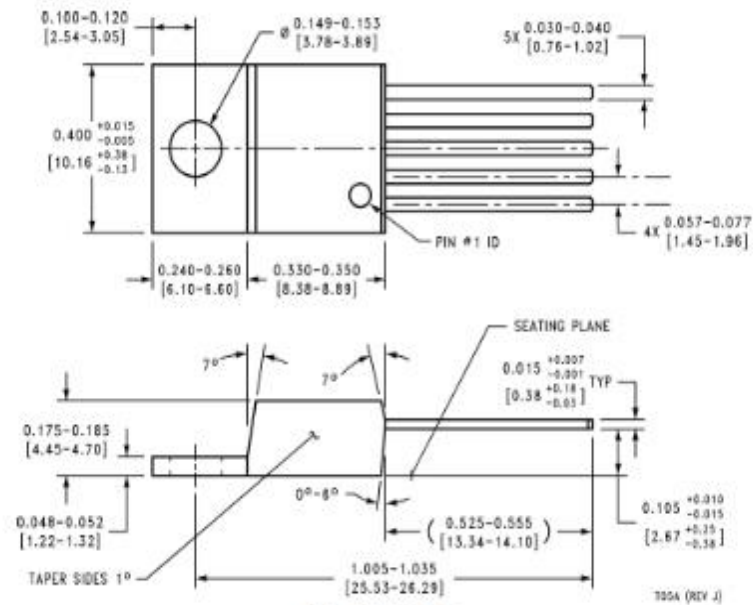
LM2576S-XX or LM2576HVS-XX
NS Package Number TS5B
LM2576SX-XX or LM2576HVSX-XX
NS Package Number TS5B, Tape and Reel

**Bent, Staggered Leads
5-Lead TO-220 (T)
Top View****Side View**

LM2576T-XX Flow LB03
or LM2576HVT-XX Flow LB03
NS Package Number T05D

Note 15: (XX indicates output voltage option. See ordering information table for complete part number.)

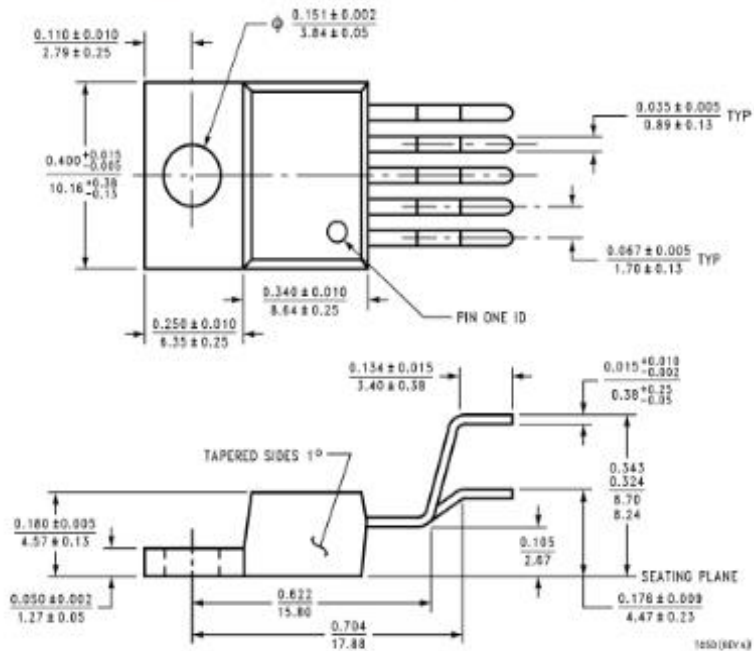
Physical Dimensions inches (millimeters)
unless otherwise noted



5-Lead TO-220 (T)
Order Number LM2576T-3.3, LM2576HVT-3.3,
LM2576T-5.0, LM2576HVT-5.0, LM2576T-12,
LM2576HVT-12, LM2576T-15, LM2576HVT-15,
LM2576T-ADJ or LM2576HVT-ADJ
NS Package Number T05A

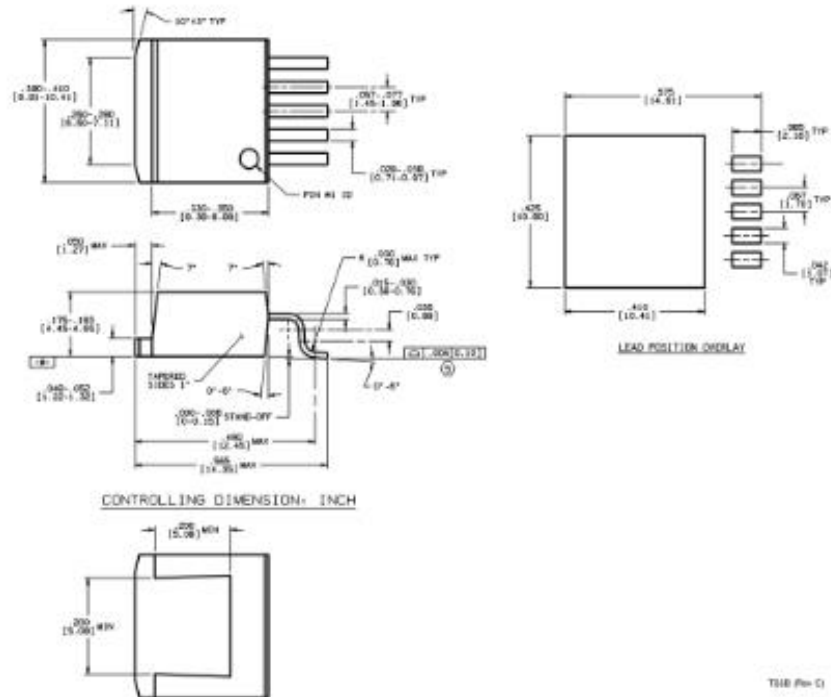
LM2576/LM2576HV

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



Bent, Staggered 5-Lead TO-220 (T)
Order Number LM2576T-3.3 Flow LB03, LM2576T-XX Flow LB03, LM2576HVT-3.3 Flow LB03,
 LM2576T-5.0 Flow LB03, LM2576HVT-5.0 Flow LB03,
 LM2576T-12 Flow LB03, LM2576HVT-12 Flow LB03,
 LM2576T-15 Flow LB03, LM2576HVT-15 Flow LB03,
 LM2576T-ADJ Flow LB03 or LM2576HVT-ADJ Flow LB03
NS Package Number T05D

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



5-Lead TO-263 (S)

Order Number LM2576S-3.3, LM2576S-5.0,
LM2576S-12, LM2576S-15, LM2576S-ADJ,
LM2576HVS-3.3, LM2576HVS-5.0, LM2576HVS-12,
LM2576HVS-15, or LM2576HVS-ADJ
NS Package Number TS5B

5-Lead TO-263 in Tape & Reel (SX)

Order Number LM2576SX-3.3, LM2576SX-5.0,
LM2576SX-12, LM2576SX-15, LM2576SX-ADJ,
LM2576HVSX-3.3, LM2576HVSX-5.0, LM2576HVSX-12,
LM2576HVSX-15, or LM2576HVSX-ADJ
NS Package Number TS5B

Notes

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT AND GENERAL COUNSEL OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

BANNED SUBSTANCE COMPLIANCE

National Semiconductor certifies that the products and packing materials meet the provisions of the Customer Products Stewardship Specification (CSP-9-111C2) and the Banned Substances and Materials of Interest Specification (CSP-9-111S2) and contain no "Banned Substances" as defined in CSP-9-111S2.



National Semiconductor
Americas Customer
Support Center
Email: nw.feedback@nsc.com
Tel: 1-800-273-9959

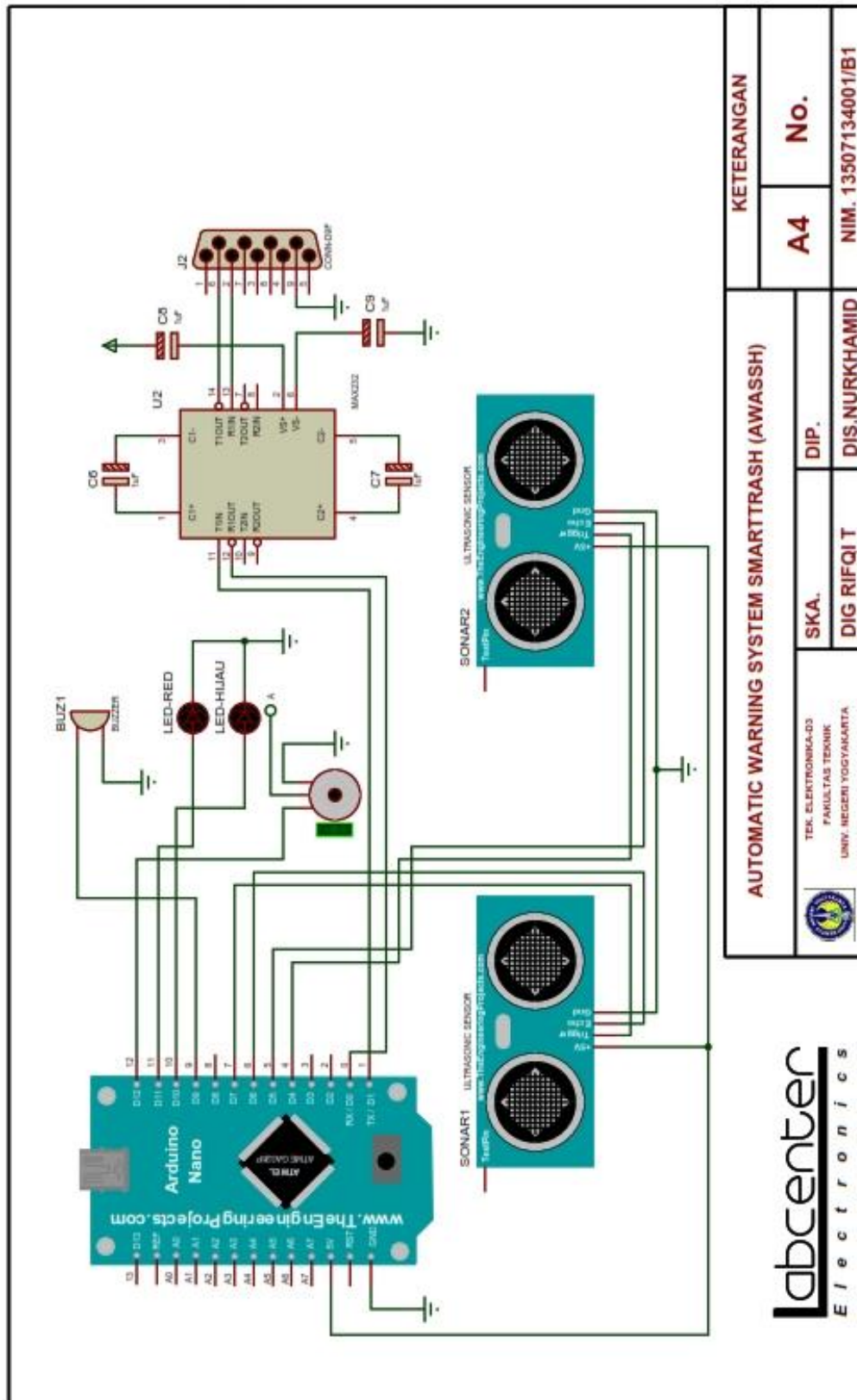
www.national.com

National Semiconductor
Europe Customer Support Center
Fax: +49 (0) 180-530 85 86
Email: europe.support@nsc.com
Deutsch Tel: +49 (0) 69 9506 6206
English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171
Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

National Semiconductor
Asia Pacific Customer
Support Center
Email: ap.support@nsc.com

National Semiconductor
Japan Customer Support Center
Fax: 81-3-5639-7507
Email: jpn.feedback@nsc.com
Tel: 81-3-5639-7560

Lampiran 4. Rangkaian *Automatic Warning System Smarttrash* (AWASSH)



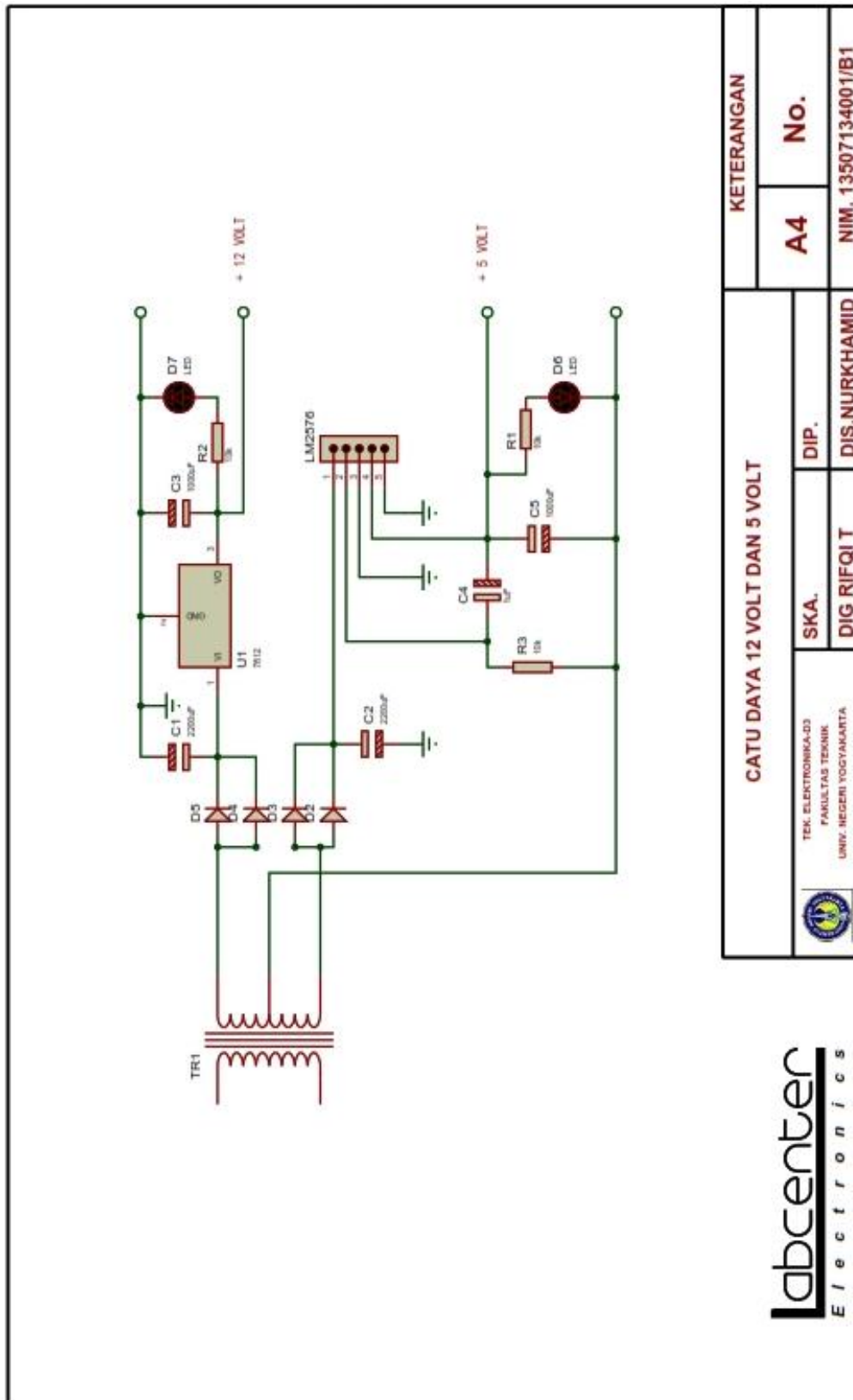
AUTOMATIC WARNING SYSTEM SMARTTRASH (AWASSH)		KETERANGAN	
SKA.	DIP.	A4	No.
DIG RIFQIT	DIS.NURKHAMID	NIM. 13507134001/B1	

TEK. ELEKTRONIKA-D3
FAKULTAS TEKNIK
UNIV. NEGERI YOGYAKARTA



Labcenter
Electronics

Lampiran 5. Rangkaian Catu Daya 5 volt dan 12 volt



KETERANGAN		A4		No.	
		NIM. 13507134001/B1		DIS.NURKHAMID	
CATU DAYA 12 VOLT DAN 5 VOLT			SKA.	DIP.	
 TEK. ELEKTRONIKA-D3 FAKULTAS TEKNIK UNIV. NEGERI YOGYAKARTA			DIG RIFQI T		

Lampiran 6. *Sketch Progam*

```

#include <Ultrasonic.h>
#include <Servo.h>
#define buzzer 8
#define led1 10 //hijau
#define led2 11 //merah
#include<SoftwareSerial.h>

int gsm_tx = 3;
int gsm_rx = 2;

SoftwareSerial gsm (gsm_rx, gsm_tx);
Servo myservo;          // objek servo
Ultrasonic ultraSD(7, 6); // (Trig PIN,Echo PIN)
Ultrasonic ultraSL(4, 5); // (Trig PIN,Echo PIN)

int jarak1;
int jarak2;
int pos = 0;
String noHP;
String PH;

String send_command(String CMD) {
  String rCMD = "";
  String retVal = "";
  gsm.print(CMD);
  while (!gsm.available());
  while (1)
  {
    if ( gsm.available())
    {
      char c = gsm.read();
      rCMD = rCMD + c; //Serial.print(c);
    }
    else {
      break;
    }
  }
  while (!gsm.available());
  while (1) {
    if ( gsm.available()) {
      char c = gsm.read();
      retVal = retVal + c;
    }
    else {
      break;
    }
  }
}

```

```

    }
}
return retVal;
}

String isNewMessage(String str) {
    int val1, val2;
    if (str.indexOf("CMTI") > 0) {
        val1 = str.indexOf(',');
        val2 = str.indexOf('\r', val1);
        return str.substring(val1 + 1, val2);
    }
    else {
        return "0";
    }
}

String getPhoneNumber(String str) {
    String retVal;
    int val1, val2;
    val1 = str.indexOf(',');
    val2 = str.indexOf(',', val1 + 1);
    retVal = str.substring(val1 + 2, val2 - 1);
    return retVal;
}

String getMessage(String str) {
    String retVal;
    int val1, val2;
    val1 = str.indexOf(',');
    val2 = str.indexOf(',', val1 + 1);
    val1 = str.indexOf('\n', val2);
    val2 = str.indexOf('\r', val1);
    retVal = str.substring(val1 + 1, val2);
    return retVal;
}

String buff_coming() {
    String retVal = "";
    while (!gsm.available());
    while (1) {
        if (gsm.available()) {
            char c = gsm.read();
            retVal = retVal + c;
        }
    }
}

```

```
        else {
            break;
        }
    }
    return retVal;
}

void sendsms(String nomorHP, String pesan)
{
    gsm.print("AT+CMGS=");
    gsm.write((byte)34);
    gsm.print(nomorHP);
    gsm.write((byte)34);
    gsm.println();
    delay(1000);
    Serial.println();
    gsm.print(pesan);
    gsm.write((byte)26);
    gsm.println();
    delay(1000);
    delay(2000);
    Serial.println("Pesan Terkirim");
}

void sendSMS(String ph, String msg)
{
    gsm.println("AT+CMGS=" + ph + "\r\n");
    delay(200);
    gsm.println(msg);
    gsm.write(char(26));
    gsm.println();
    delay(1000);
}

void setup()
{
    gsm.begin(9600);
    Serial.begin(115200);
    pinMode(buzzer, OUTPUT);
    pinMode(led1, OUTPUT); //hijau
    pinMode(led2, OUTPUT); //merah
    myservo.attach(12);
    gsm.println("AT");
    noHP = "087775452710"; // no hp yang dituju
}
```

```

void loop()
{

    jarak1 = (ultraSD.Ranging(CM));
    jarak2 = (ultraSL.Ranging(CM));

    if (jarak1 <= 5)
    {
        jarak2 = 30 ;
        digitalWrite(led2, HIGH); //led merah nyala
        digitalWrite(buzzer, HIGH);
        delay(400);
        digitalWrite(buzzer, LOW);
        Serial.println("PENUH");
        sendsms(noHP,"Tempat Sampah Penuh");
        delay(60000);
    }
    else
    {
        digitalWrite(buzzer, LOW);
        digitalWrite(led1, HIGH);
        delay(300);
        digitalWrite(led1, LOW);
        delay(300);
        Serial.println("BELUM PENUH");
    }

    if (jarak2 <= 25)
    {
        jarak1 = 10 ;
        // memberitahu servo untuk pergi ke posisi 'sudut'
        for (pos = 0; pos < 40; pos += 3)

        {
            // pada posisi 1 derajat
            // memberitahu servo untuk pergi ke posisi 'pos'
            myservo.write(pos);
            // tunggu 60ms untuk pencapaian posisi servo
            delay(60);
            Serial.println("TERBUKA");
        }
        delay(5000); // mnhn posisi terbuka
        for (pos = 40; pos >= 1; pos -= 1)
        {

```

```

        // memberitahu servo untuk pergi ke posisi 'pos'
        myservo.write(pos);
        // tunggu 60ms untuk pencapaian posisi servo
        delay(60);
    }
    //delay(100);
}
else
{
    // memberitahu servo untuk pergi ke posisi 'pos'
    myservo.write(pos);
    //delay(60);
    Serial.println("TERTUTUP");
}
delay(500);

if (gsm.available()) {
    String data = buff_coming();
    String i_msg = isNewMessage(data);
    if (i_msg != "0") {
        String ret;
        String ph, msg;
        String CMD = "AT+CMGR=";
        CMD = CMD + i_msg + "\r\n";

        //Serial.print("idxMsg:");
        //Serial.println(i_msg);

        ret = send_command(CMD);
        ph = getPhoneNumber(ret);
        msg = getMessage(ret);
        PH = ph;
        Serial.print("Nomor pengirim:");
        Serial.println(ph);
        Serial.print("isi:");
        Serial.println(msg);
        //Serial.println("Delete");
        Serial.println(" ");
        send_command("AT+CMGD=" + i_msg + "\r\n");
        if (msg == "Cek sampah")
        {
            Serial.println("Keyword Benar");
            if (jarak1 <= 5)
            {
                sendSMS(ph, "tempat sampah penuh");
            }
        }
    }
}

```

```
    }
    else if (jarak1 >= 6 )
    {
        sendSMS(ph, "tempat sampah belum penuh");
    }
}
else
{
    Serial.println("Keyword Salah");
    sendSMS(ph, "Keyword Salah");
}
}
}
```

Lampiran 7. Tabel Perhitungan Error Sensor Ultrasonik

Jarak (cm)	Pembacaan Sensor (cm)										Rata – rata Error (%)	Rata – rata Error (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
5	4.55	4.76	4.93	4.65	4.70	4.60	4.71	4.75	4.29	4.21	4.615	7.70
10	9.75	9.60	9.65	9.75	9.70	9.58	9.80	9.66	9.70	9.94	9.713	2.87
15	15.05	14.85	15.45	15.50	15.17	15.41	15.46	15.40	15.65	15.24	15.318	2.12
20	20.30	20.36	20.44	20.49	20.39	20.41	20.64	20.51	20.39	20.33	20.426	2.13
25	25.30	25.40	25.69	25.60	25.51	25.61	25.36	25.41	25.70	25.59	25.517	2.07
30	30.09	30.14	30.50	30.70	30.36	30.21	30.24	30.29	30.45	30.50	30.348	1.16
35	35.19	35.15	35.60	35.53	35.44	35.49	35.05	35.49	35.44	35.44	35.382	1.09
40	40.44	40.35	40.68	40.64	40.30	40.40	40.39	40.28	40.34	40.28	40.410	1.03
45	45.60	45.43	45.16	44.89	45.33	45.19	45.18	45.07	45.28	45.18	45.231	0.51
50	49.98	49.92	50.03	50.29	50.19	50.03	50.19	50.09	49.88	50.11	50.071	0.14
55	54.72	54.67	54.69	54.86	54.98	54.48	54.53	54.58	55.03	54.71	54.725	0.50

Lampiran 8. Tabel List dBm Kekuatan Sinyal Modem Wavecom

Value	RSSI dBm	Condition	Value	RSSI dBm	Condition
1	-109	Marginal	15	-81	<i>Good</i>
2	-107	Marginal	16	-79	<i>Good</i>
3	-105	Marginal	17	-77	<i>Good</i>
4	-103	Marginal	18	-75	<i>Good</i>
5	-101	Marginal	19	-73	<i>Excellent</i>
6	-99	Marginal	20	-71	<i>Excellent</i>
7	-97	Marginal	21	-69	<i>Excellent</i>
8	-95	Marginal	22	-67	<i>Excellent</i>
9	-93	OK	23	-65	<i>Excellent</i>
10	-91	OK	24	-63	<i>Excellent</i>
11	-89	OK	25	-61	<i>Excellent</i>
12	-87	OK	26	-59	<i>Excellent</i>
13	-85	OK	27	-57	<i>Excellent</i>
14	-83	<i>Good</i>	28	-55	<i>Excellent</i>