

**IMPLEMENTASI ALAT PEMISAH SAMPAH ORGANIK DAN
ANORGANIK BERBASIS ARDUINO**

SKRIPSI

**Disusun dan Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Akhir Memperoleh
Gelar Sarjana Komputer Pada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Pembangunan Panca Budi
Medan**

OLEH

**NAMA : PUSPA NINDRIA
N.P.M : 1514370282
PROGRAM STUDI : SISTEM KOMPUTER**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
MEDAN
2019**

ABSTRAK

PUSPA NINDRIA

Implementasi Alat Pemisah Sampah Organik Dan Anorganik Berbasis Arduino

2019

Masalah sampah memang tidak ada habisnya. Permasalahan yang tengah dihadapi tidak hanya di Indonesia saja, tapi di seluruh dunia. Produksi sampah yang terus menerus meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk, perubahan pola konsumsi, dan gaya hidup masyarakat. Pada umumnya memilah sampah masih dilakukan secara manual oleh tangan manusia. Sebagai contoh, untuk memilah sampah organik dan sampah anorganik dari tumpukan sampah masih dilakukan oleh tangan manusia secara manual. Hal tersebut menimbulkan kurang efisien dalam segi waktu dan tenaga. Dengan kondisi tersebut, salah satu solusinya adalah membangun “Implementasi Alat Pemisah Sampah Organik dan Anorganik Berbasis *Arduino*”. Sistem pemilahan sampah organik dan anorganik yang dibuat dapat memilah sampah organik dan anorganik secara otomatis karena dilengkapi oleh sistem sensor *capacitive proximity* yang berfungsi untuk mendeteksi sampah anorganik dan sensor HC-SR04 yang berfungsi untuk mendeteksi sampah organik. Dengan adanya sistem pemilahan sampah otomatis ini, sampah dapat dipilah sesuai jenis sampah yang telah ditentukan seperti sampah organik dan anorganik.

Kata Kunci : *Arduino Uno*, *Sensor Capacitive Proximity*, *Sensor HC-SR04*.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penulisan	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Pengertian Sampah	5
2.2 Jenis Sampah	5
2.3 Karakteristik Sampah	7
2.4 Pengertian Tong Sampah	8
2.5 Pengertian Mikrokontroler	10
2.6 Sejarah <i>Arduino</i>	14
2.7 Pengertian <i>Arduino</i>	15
2.8 Jenis-jenis <i>Arduino</i>	15
2.9 Bahasa Pemrograman <i>Arduino</i>	25
2.10 Pengertian Sensor	26
2.11 Sensor <i>Capacitive Proximity</i>	26
2.12 Sensor HC-SR04	27
2.13 Motor Servo	29
2.14 IC Regulator	30

2.15 Adaptor.....	34
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Tahapan Penelitian.....	36
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	37
3.3 Analisis Sistem Sedang Berjalan.....	38
3.4 Diagram Blok Rangkaian.....	39
3.5 Fungsi Tiap Blok.....	40
3.6 Rangkaian Catu Daya.....	40
3.7 Rangkaian Penstabil Tegangan.....	40
3.8 Rangkaian Sensor <i>Capacitive Proximity</i>	41
3.9 Rangkaian Sensor HC-SR04.....	42
3.10 Rangkaian Motor Servo.....	42
3.11 Rangkaian Keseluruhan Sistem.....	43
3.12 <i>Flowchart</i> Sistem.....	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Kebutuhan Spesifikasi <i>Hardware</i> dan <i>Software</i>	47
4.2 Pengujian Aplikasi dan Pembahasan.....	48
4.2.1 Pengujian <i>Software</i>	49
4.2.2 Pengujian <i>Hardware</i>	52
4.2.3 Uji Coba Perangkat.....	53
4.2.4 Pengukuran Mikrokontroler <i>Arduino</i>	53
4.2.5 Pengujian <i>Downloader</i> Program.....	54
4.2.6 Pengujian <i>Hardware</i>	55
4.2.7 Pengujian Sensor <i>Capacitive Proximity</i> dan HC-SR04.....	55
4.2.8 Pengujian Motor Servo.....	56
4.2.9 Pengujian Adaptor.....	57
4.2.10 Pengujian Alat Pemisah Sampah.....	59

4.2.11 <i>Coding</i> Program.....	62
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA	
BIOGRAFI PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Sampah Organik.....	6
Gambar 2.2 Sampah Anorganik.....	7
Gambar 2.3 Tong Sampah.....	9
Gambar 2.4 Mikrokontroler.....	14
Gambar 2.5 <i>Arduino</i> Uno.....	17
Gambar 2.6 <i>Arduino</i> Due.....	18
Gambar 2.7 <i>Arduino</i> Mega.....	18
Gambar 2.8 <i>Arduino</i> Leonardo.....	19
Gambar 2.9 <i>Arduino</i> Fio.....	20
Gambar 2.10 <i>Arduino</i> Lilypad.....	20
Gambar 2.11 <i>Arduino</i> Nano.....	21
Gambar 2.12 <i>Arduino</i> Mini.....	22
Gambar 2.13 <i>Arduino</i> Micro.....	22
Gambar 2.14 <i>Arduino</i> Ethernet.....	23
Gambar 2.15 <i>Arduino</i> Ekspora.....	24
Gambar 2.16 <i>Arduino</i> Robot.....	24
Gambar 2.17 Bahasa <i>Arduino</i>	25
Gambar 2.18 Sensor <i>Capacitive Proximity</i>	27
Gambar 2.19 Sensor HC-SR04.....	29
Gambar 2.20 Motor Servo.....	30
Gambar 2.21 IC Regulator 7805.....	33
Gambar 2.22 Adaptor.....	35
Gambar 3.1 Diagram Blok Rangkaian.....	39
Gambar 3.2 Rangkaian Catu Daya.....	40
Gambar 3.3 Rangkaian Regulator.....	41

Gambar 3.4 Rangkaian Sensor <i>Capacitive Proximity</i>	41
Gambar 3.5 Rangkaian Sensor HC-SR04.....	42
Gambar 3.6 Rangkaian Motor Servo.....	43
Gambar 3.7 Rangkaian Keseluruhan Sistem.....	44
Gambar 3.8 <i>Flowchart</i> Sistem.....	45
Gambar 4.1 Tampilan <i>Software Arduino</i>	50
Gambar 4.2 Tampilan Program.....	50
Gambar 4.3 Proses Penyimpanan File.....	51
Gambar 4.4 Hasil <i>Compile</i>	52
Gambar 4.5 Keseluruhan <i>Hardware</i>	53
Gambar 4.6 Hasil Pengukuran Mikrokontroler <i>Arduino</i>	54
Gambar 4.7 Nilai Sensor <i>Capacitive Proximity</i> Ketika Sampah Anorganik.....	56
Gambar 4.8 Nilai Sensor <i>Capacitive Proximity</i> Ketika Sampah Organik.....	56
Gambar 4.9 Hasil Pengujian Motor Servo.....	57
Gambar 4.10 Hasil Pengujian Adaptor.....	58
Gambar 4.11 Hasil Pengujian Adaptor Ketika Tegangan di Ubah.....	58
Gambar 4.12 Sampah Botol Kaleng.....	59
Gambar 4.13 Sampah Potongan Seng.....	59
Gambar 4.14 Hasil Pengujian Alat Dengan Sampah Anorganik.....	60
Gambar 4.15 Sampah Daun.....	60
Gambar 4.16 Sampah Potongan Kayu.....	61
Gambar 4.17 Sampah Kulit Buah.....	61
Gambar 4.18 Hasil Pengujian Alat Dengan Sampah Organik.....	62

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor <i>Capacitive Proximity</i>	55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah sampah yang ada di bumi memang tidak akan pernah ada habisnya. Permasalahan yang tengah dihadapi tidak hanya di Indonesia saja, tapi di seluruh dunia. Produksi sampah yang terus menerus meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk, perubahan pola konsumsi, dan gaya hidup masyarakat. Permasalahan yang terjadi meliputi : meningkatkan jumlah timbunan sampah, jenis, dan keberagaman karakteristik sampah. Permasalahan selanjutnya adalah terkait paradigma masyarakat terhadap (pengelolaan) sampah, hingga keberadaan aturan terkait pengelolaan sampah. Di Negara-negara maju telah dilakukan berbagai upaya untuk mengatasi masalah yang berhubungan dengan sampah tersebut.

Sebelumnya orang menduga masalah lingkungan global lebih banyak dipengaruhi faktor alam, seperti iklim, yang mencakup temperatur, curah hujan, kelembaban, tekanan udara, tofografi, geografis dan lainnya. Belakangan orang mulai menyadari bahwa aktifitas manusia pun mempengaruhi iklim dan lingkungan secara signifikan. Contohnya pembuangan sampah yang tidak sesuai pada tempatnya, masalah pembuangan sampah sembarangan ini mengakibatkan banyak masalah untuk lingkungan hidup, salah satunya adalah banjir. Apabila dibiarkan maka lama kelamaan iklim yang ada dapat berubah seiring berjalannya

waktu. Akibatnya bukan lagi lokal tapi sudah berskala regional hingga pada akhirnya berkembang ke skala global.

Terkait pada peningkatan volume sampah adalah jenis dan ragam sampah, spesifikasi dan karakteristik sampah yang bertambah dari waktu ke waktu seiring bermunculannya material dan bahan-bahan baru. Yang sering kita jumpai dilingkungan sekitar kita adalah jenis sampah organik dan anorganik. Banyak manusia yang secara sengaja menyatukan jenis sampah organik dan anorganik, sering kali manusia mencampur kedua jenis sampah tersebut yang semakin memperparah lingkungan sekitar tempat tinggal. Maka dari itu penanganan sampah harus ditangani secara tepat, disini penulis membuat penelitian untuk pemilahan sampah organik dan anorganik dengan harapan dapat menjadi solusi untuk membantu penanggulangan masalah sampah dengan menggunakan alat dan sensor, penelitian ini akan diberi judul **“Implementasi Alat Pemisah Sampah Organik Dan Anorganik Berbasis *Arduino*”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana mengimplementasikan alat pemisah sampah organik dan anorganik ?
2. Bagaimana sistem kerja alat pemisah sampah organik dan anorganik?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam laporan ini adalah sebagai berikut :

1. Alat ini hanya dipakai pada tong sampah berskala kecil.
2. Penerapannya digunakan di dalam rumah.
3. Alat ini digunakan hanya untuk sampah organik, seperti : dedaunan, kulit buah, dan potongan kayu kecil. Dan sampah anorganik, seperti : sampah minuman kaleng dan potongan seng.
4. Daya tampung objek maksimal hanya sebatas tempat tampung pendeteksian objek.

1.4 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Alat pemisah sampah organik dan anorganik menggunakan sistem kontrol *arduino*.
2. Untuk mengetahui sistem kerja alat pemisah sampah organik dan anorganik.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

1. Bagi dunia akademik :
 - a. Sebagai referensi bagi mahasiswa yang ingin melanjutkan penelitian yang berhubungan dengan topik yang dibahas.
 - b. Sebagai modul praktikum dalam belajar *arduino*.
 - c. Meningkatkan wawasan tentang *arduino*.
2. Bagi Masyarakat :
 - a. Masyarakat dapat menggunakan alat pemisah sampah ini untuk lingkungan sekitar rumah.
 - b. Untuk mempermudah dalam pemisahan sampah secara otomatis.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Sampah

Sampah adalah bahan sisa yang tidak digunakan lagi dari suatu proses produksi, atau bisa dibilang sampah merupakan hasil sisa dari aktivitas manusia. Sampah bisa saja berada pada setiap kondisi materi : padat, cair, atau gas. Ketika dilepaskan dalam dua *fase* yang disebutkan terakhir, terutama gas, sampah dapat dikatakan sebagai emisi. Emisi ini biasa dikaitkan dengan polusi. Dalam kehidupan manusia, sampah dalam jumlah besar datang dari aktivitas industri (dikenal juga dengan sebutan limbah), misalnya pertambangan, manufaktur, dan konsumsi. Hampir semua produk industri akan menjadi sampah pada suatu waktu, dengan jumlah sampah yang kira-kira mirip dengan jumlah konsumsi.

2.2 Jenis – jenis sampah

Sampah secara umum di bagi menjadi dua yaitu sampah organik dan anorganik. Kedua sampah ini memiliki manfaat bagi manusia, namun juga ada dampaknya untuk lingkungan. Berikut ini adalah dua jenis sampah yang akan dibahas oleh penulis, yaitu sebagai berikut :

1. Sampah organik adalah sampah yang bersal dari sisa makhluk hidup (alam) seperti hewan, manusia, tumbuhan yang mengalami pembusukan atau pelapukan. Sampah ini tergolong sampah yang ramah lingkungan karena dapat di urai oleh bakteri secara alami dan dalam waktu yang

singkat. Di bawah ini adalah contoh sebagian sampah organik yang ada dilingkungan tempat tinggal kita.



Gambar 2.1 Sampah Organik

2. Sampah Anorganik adalah sampah yang berasal dari sisa pemakaian manusia yang sulit atau bahkan tidak bisa di urai oleh bakteri, sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama (hinga ratusan tahun) untuk dapat menguraikannya. Di bawah ini contoh sampah anorganik yang biasa kita temui dilingkungan tempat tinggal kita.



Gambar 2.2 Sampah Anorganik

2.3 Karakteristik sampah

Karakteristik sampah perlu untuk kita diketahui karena dari sebuah karakteristik ini kita bisa mengetahui rencana subsistem teknis operasional pengelolaan persampahan. Yang dimaksud dengan karakteristik sampah dalam hal ini adalah komposisi fisik dan kimia sampah, kepadatan sampah, kadar air sampah dan distribusi ukuran partikel sampah. Berikut ini penjelasan dari karakteristik sampah diatas yaitu sebagai berikut :

1. Komposisi Fisik Sampah : Informasi dan data tentang komposisi fisik dari sampah penting dalam menganalisa.
2. Komposisi Kimia Sampah : Informasi mengenai komposisi kimia sampah penting dalam evaluasi pemilihan alternatif pengolahan dan pemanfaatan sampah.

3. **Kepadatan Sampah:** Kepadatan (densitas) sampah menyatakan berat sampah per satuan volume. Data kepadatan sampah penting dalam beberapa hal seperti pemilahan jenis peralatan pengumpulan dan peralatan pemindahan. Disamping ini juga penting untuk perencanaan sistem pembuangan akhir sampah, karena rendahnya kepadatan (densitas) sampah menyebabkan peningkatan untuk luas areal yang diperlukan untuk pembuangan akhir dan penurunan permukaan tanah setelah penimbunan sampah.
4. **Kadar Air Sampah:** Data kadar air sampah berguna dalam perencanaan dan desain sistem pengolahan. Kadar air sampah biasanya dinyatakan sebagai berat air per satuan berat basah atau berat kering dari material sampah.

2.4 Pengertian Tong Sampah

Tong sampah merupakan tempat pembuangan sampah yang pertama sebelum sampah diolah atau diurai. Tong sampah merupakan prasarana yang harus tersedia di setiap tempat, baik tempat umum maupun di sekitar tempat tinggal kita yang fungsinya untuk memudahkan dalam membuang sampah. Di tempat umum biasanya terdapat dua jenis tong sampah berdasarkan bahan dasar sampah yaitu tong sampah basah (organik) dan tong sampah kering (anorganik). Dengan memisahkan sampah sesuai bahan dasarnya maka secara tidak langsung bisa menyelamatkan bumi dari bencana ledakan sampah. Secara umum sistem kerja tong sampah organik dan anorganik sama dengan tempat sampah pada umumnya, yang membedakan hanyalah penggolongan bahan dasar jenis sampah

tersebut. Realita yang terjadi sekarang ini, tong sampah organik maupun tong sampah anorganik kurang dimanfaatkan oleh sebagian masyarakat, baik dilingkungan rumah, sekolah, kantor, dan tempat umum lainnya.

Dengan adanya penelitian ini saya akan membuat tong sampah yang didalamnya terdapat alat serta sensor, sehingga apabila sampah dimasukan kedalamnya maka sampah tersebut akan terpisah secara otomatis baik yang organik maupun anorganik berdasarkan karakteristiknya masing-masing.



Gambar 2.3 Tong Sampah

2.5 Pengertian Mikrokontoler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer yang ada di dalam sebuah *chip*. Di dalamnya terkandung sebuah inti *processor*, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan *input output*.

Dengan kata lain, mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data. Sekedar contoh, bayangkan diri Anda saat mulai belajar membaca dan menulis, ketika Anda sudah bisa melakukan hal itu Anda bisa membaca tulisan apapun baik buku, cerpen, artikel dan sebagainya, dan Andapun bisa pula menulis hal-hal sebaliknya. Begitu pula jika Anda sudah mahir membaca dan menulis data maka Anda dapat membuat program untuk membuat suatu sistem pengaturan otomatis menggunakan mikrokontroler sesuai keinginan Anda.

Mikrokontroler merupakan komputer yang ada di dalam *chip*, yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik, yang menekankan efisiensi dan efektifitas biaya. Secara khusus bisa disebut “pengendali kecil” dimana sebuah sistem elektronik yang sebelumnya banyak memerlukan komponen-komponen pendukung seperti IC TTL dan CMOS dapat direduksi atau diperkecil dan akhirnya terpusat dan kemudian dikendalikan oleh mikrokontroler ini.

Mikrokonktroler digunakan dalam berbagai produk dan alat yang dikendalikan secara otomatis, seperti sistem kontrol mesin, *remote controls*, mesin kantor, peralatan rumah tangga, alat berat, dan mainan. Dengan mengurangi ukuran, biaya, dan konsumsi tenaga dibandingkan dengan mendesain menggunakan mikroprosesor memori, dan alat *input output* yang terpisah, dengan hadirnya mikrokontroler membuat kontrol elektrik untuk

berbagai proses menjadi lebih ekonomis. Dengan penggunaan mikrokontroler ini maka :

1. Sistem elektronik akan menjadi lebih ringkas.
2. Rancang bangun sistem elektronik akan lebih cepat karena sebagian besar dari sistem adalah perangkat lunak yang mudah dimodifikasi.
3. Pencarian gangguan lebih mudah ditelusuri karena sistemnya yang kompak.

Agar sebuah mikrokontroler dapat berfungsi, maka mikrokontroler tersebut memerlukan komponen eksternal yang kemudian disebut dengan sistem minimum. Untuk membuat sistem minimum paling tidak dibutuhkan sistem *clock* dan *reset*, walaupun pada beberapa mikrokontroler sudah menyediakan sistem *clock internal*, sehingga tanpa rangkaian *eksternal* pun mikrokontroler sudah beroperasi. Yang dimaksud dengan sistem minimal adalah sebuah rangkaian mikrokontroler yang sudah dapat digunakan untuk menjalankan sebuah aplikasi. Sebuah IC mikrokontroler yang bertindak berarti ia telah berdiri sendiri. Pada dasarnya sebuah sistem minimal mikrokontroler AVR memiliki prinsip yang sama. Pada pembahasan ini Mikrokontroler yang digunakan adalah AVR Atmega328. ATmega168 memiliki 16 KB *flash memory* untuk menyimpan kode (2 KB digunakan untuk *bootloader*). Sedangkan ATmega328 memiliki *flash memory* sebesar 32 KB, (juga dengan 2 KB digunakan untuk *bootloader*). ATmega168 memiliki 1 KB *memory* pada SRAM dan 512 *byte* pada EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan perpustakaan EEPROM), Sedangkan ATmega328 memiliki 2 KB *memory* pada SRAM dan 1 KB pada EEPROM.

Jika membahas tentang mikrokontroler maka tidak terlepas dengan pengertian atau definisi tentang komputer, ada beberapa kesamaan antara mikrokontroler dengan komputer antara lain :

1. Sama-sama memiliki unit pengolah pusat atau yang lebih dikenal dengan *Central Processing Unit (CPU)*.
2. Sama-sama menjalankan program dari suatu lokasi atau tempat, biasanya dari ROM (*Read Only Memory*) atau RAM (*Random Access Memory*).
3. Sama-sama memiliki RAM yang digunakan untuk menyimpan data-data sementara atau yang lebih dikenal dengan data variabel.
4. Sama-sama memiliki beberapa masukan dan keluaran yang berfungsi sebagai jalur komunikasi timbal balik dengan dunia luar.

Yang membedakan antara mikrokontroler dan komputer atau mikrokomputer yaitu komputer atau mikrokomputer merupakan komputer serbaguna (*general purpose computer*) yang bisa dimanfaatkan untuk berbagai macam aplikasi atau perangkat lunak sedangkan mikrokontroler adalah komputer berkemampuan khusus (*special purpose computer*) yang hanya dapat menjalankan satu macam aplikasi saja sesuai dengan program atau aplikasi yang telah dibuat oleh *programmer*.

Selain perbedaan tersebut, mikrokontroler juga memiliki ciri khas sebagai berikut diantaranya adalah:

1. Mikrokontroler bersifat tertanam (*embedded*) pada satu atau beberapa piranti yang dikenal dengan istilah *embedded system* atau sistem tertanam.
2. Berfungsi untuk satu macam fungsi saja, dimana dalam laporan ini berfungsi hanya untuk memantau kondisi mobil dan tidak dapat digunakan untuk memutar musik atau aplikasi lainnya.
3. Hanya membutuhkan daya yang rendah (bisa dibawah 1 *watt*) bila dibandingkan dengan komputer atau mikrokomputer yang menggunakan daya yang besar (bisa diatas 10 *watt* bahkan lebih).
4. Memiliki beberapa jalur masukan (*input*) dan keluaran (*output*) yang memiliki fungsi – fungsi khusus.
5. Berukuran kecil dan berharga relatif murah.
6. Beberapa jenis IC seringkali tahan banting khususnya untuk aplikasi otomotif atau mesin dan militer.

Selain dengan komputer atau mikrokomputer, mikrokontroler juga memiliki perbedaan dengan mikroprosesor. Salah satu perbedaan yang paling menonjol yaitu jika mikroprosesor hanya merupakan sebuah CPU tanpa adanya jalur *input - output* dan memori sedangkan mikrokontroler seperti dijelaskan diatas umumnya memiliki CPU, memori, jalur *input - output* dan beberapa fungsi atau fitur tertentu seperti ADC (*Analog to Digital Converter*) yang sudah terintegrasi dalam IC mikrokontroler tersebut. Kelebihan utama dari mikrokontroler adalah tersedianya RAM, jalur *input - output* dan fitur - fitur pendukung dalam satu IC sehingga dalam aplikasinya memiliki rangkaian yang ringkas dan dapat

diminimalisir untuk ukuran rangkaiannya. Terdapat berbagai jenis mikrokontroler dari berbagai *merek* yang beredar luas di dunia, diantaranya yang terkenal adalah *Intel*, *Maxim*, *Motorolla* dan *Atmel*. Pada pembuatan *Interface* ini menggunakan mikrokontroler produksi Atmel yaitu Atmel AVR ATMEGA32.



Gambar 2.4 Mikrokontoler

2.6 Sejarah Arduino

Hardware Arduino diciptakan oleh Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino, David A. Mellis, dan Nicholas Zambetti di Ivrea, Italia pada tahun 2005 (**Arduino, 2011 dan Banzi, 2008**). Bahasa *Arduino* merupakan *fork* (turunan) bahasa *Wiring Platform* dan bahasa *Processing*. *Wiring Platform* diciptakan oleh Hernando Barragan ditahun 2003 (**Wiring.org.co, 2011**) dan *Processing* dibuat oleh Casey Reas dan Benjamin Fry pada tahun 2001 (**Processing. Org, 2012**). *Arduino* memakai standar lisensi *open source*, mencakup *hardware* (skema rangkaian, desain PCB atau *Printed Circuit Board*),

firmware bootloader, dokumen, serta perangkat lunak IDE (*Integrated Development Environment*) sebagai aplikasi programmer board *Arduino*.

Agar mikrokontroler bisa berkomunikasi dengan IDE *Arduino*, mikrokontroler harus sudah terprogram *boot loader* pada blok memori *Flash*. Semua produk *Arduino* secara *default* sudah terinstal *boot loader* dan dapat diprogram berulang kali (Arduino, 2011).

2.7 Pengertian *Arduino*

Arduino dikatakan sebagai sebuah *platform* dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Pertama-tama perlu dipahami bahwa kata “*platform*” disini adalah sebuah pilihan kata yang tepat. *Arduino* tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi adalah kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam *memory* mikrokontroler.

Ada banyak projek dan alat-alat yang dikembangkan oleh akademisi dan profesional dengan menggunakan *Arduino*, selain itu juga ada banyak modul-modul pendukung (sensor, tampilan, penggerak dan sebagainya) yang dibuat oleh pihak lain untuk bisa disambungkan dengan *Arduino*. *Arduino* berevolusi menjadi sebuah *platform* karena ia menjadi pilihan utama bagi banyak praktisi. Salah satu yang membuat *arduino* menarik minat banyak orang adalah karena sifatnya *open source*, baik untuk *hardware* maupun *softwarena*.

Komponen utama didalam papan *Arduino* adalah sebuah mikrokontroler 8 bit dengan merk *Atmega* yang dibuat oleh perusahaan *Atmel Corporation*.

Berbagai jenis papan *Arduino* menggunakan tipe *Atmega* yang berbeda-beda tergantung dari spesifikasinya masing-masing.

2.8 Jenis – Jenis *Arduino*

Dari sejarah *arduino* diatas, jenis *arduino* sangat banyak. Berikut ini adalah beberapa jenis *arduino* :

1. *Arduino Uno*

Arduino Uno adalah *arduino* yang berbasis mikrokontroler pada *ATmega328*. *Board* ini memiliki 14 digital *input / output* pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *output PWM*), 6 *input analog*, 16 MHz *osilator* kristal, koneksi *USB*, listrik tombol *reset*. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel *USB* atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor *AC-DC* atau baterai untuk menggunakannya. *Arduino Uno* dapat diprogram dengan perangkat lunak *Arduino*. Pada *ATMega328* di *Arduino* terdapat *bootloader* yang memungkinkan Anda untuk meng-*upload* kode baru untuk itu tanpa menggunakan *programmer hardware eksternal*. *IDE Arduino* adalah *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan *Java*. *IDE Arduino* terdiri dari:

- 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*. Yang

bisa dipahami oleh mikrokontroler adalah kode biner. Itulah sebabnya *compiler* sangat diperlukan dalam hal ini.

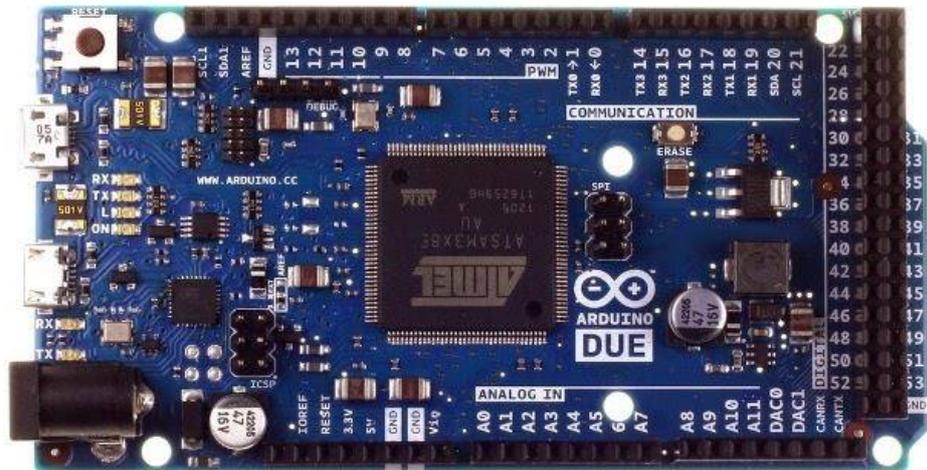
- c. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori didalam papan *Arduino*. Sebuah kode program *Arduino* umumnya disebut dengan istilah *sketch*. Kata “*sketch*” digunakan secara bergantian dengan “kode program” dimana keduanya memiliki arti yang sama.



Gambar 2.5 *Arduino Uno*

2. *Arduino Due*

Arduino ini berbeda dengan *Arduino Uno* yang tidak menggunakan ATMEGA, melainkan dengan *chip* yang lebih tinggi ARM *Cortex* CPU. Memiliki 54 I/O pin digital dan 12 pin *input* analog. Untuk pemogramannya menggunakan *Micro* USB, terdapat pada beberapa *handphone*.



Gambar 2.6 Arduino Due (Rahmat, Ajang. 2014)

3. Arduino Mega

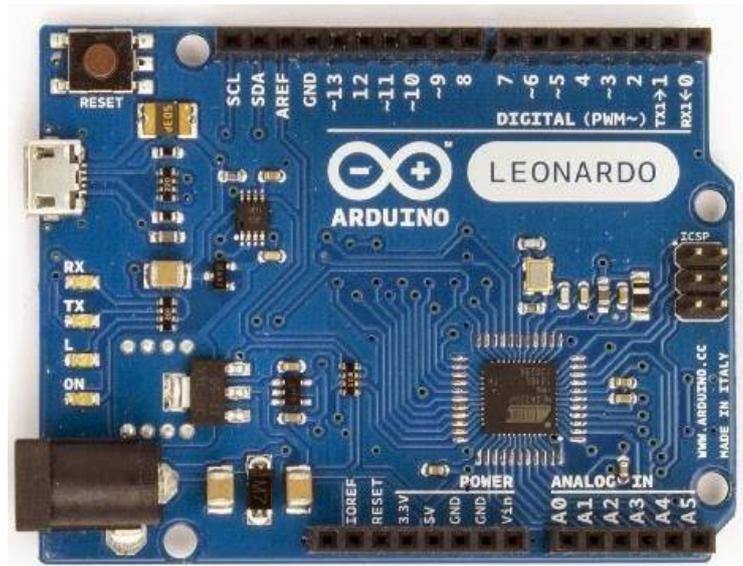
Hampir sama dengan *Arduino Uno*, sama-sama menggunakan *USB type A to B* untuk pemrogramannya. Tetapi *Arduino Mega*, menggunakan *Chip* yang lebih tinggi *ATMEGA2560*. Tentu saja untuk *Pin I/O Digital* dan *pin input Analognya* lebih banyak dari *Uno*.



Gambar 2.7 Arduino Mega (Rahmat, Ajang. 2014)

4. *Arduino Leonardo*

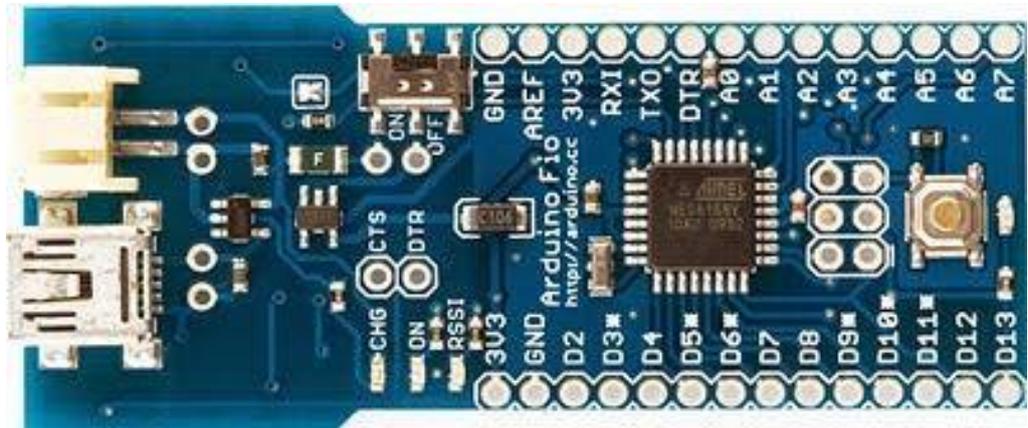
Bisa dibilang *Arduino Leonardo* adalah saudara kembar dari *Arduino Uno*. Dari mulai jumlah pin I/O digital dan pin *input* analognya sama. Hanya pada *Leonardo* menggunakan *Micro USB* untuk pemrogramannya.



Gambar 2.8 *Arduino Leonardo* (Rahmat, Ajang. 2014)

5. *Arduino Fio*

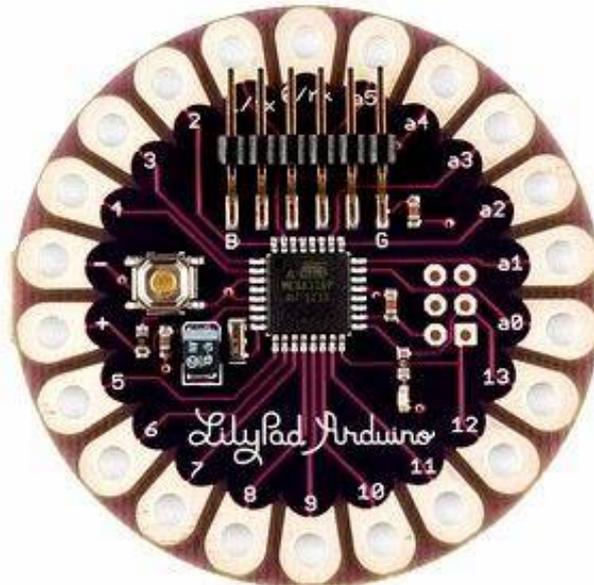
Bentuknya lebih unik, terutama untuk *socket*nya. Walau jumlah pin I/O digital dan *input* analognya sama dengan *uno* dan *leonardo*, tapi *Fio* memiliki *Socket XBee*. *XBee* membuat *Fio* dapat dipakai untuk keperluan proyek yang berhubungan dengan *wireless*.



Gambar 2.9 Arduino Fio (Rahmat, Ajang. 2014)

6. *Arduino Lilypad*

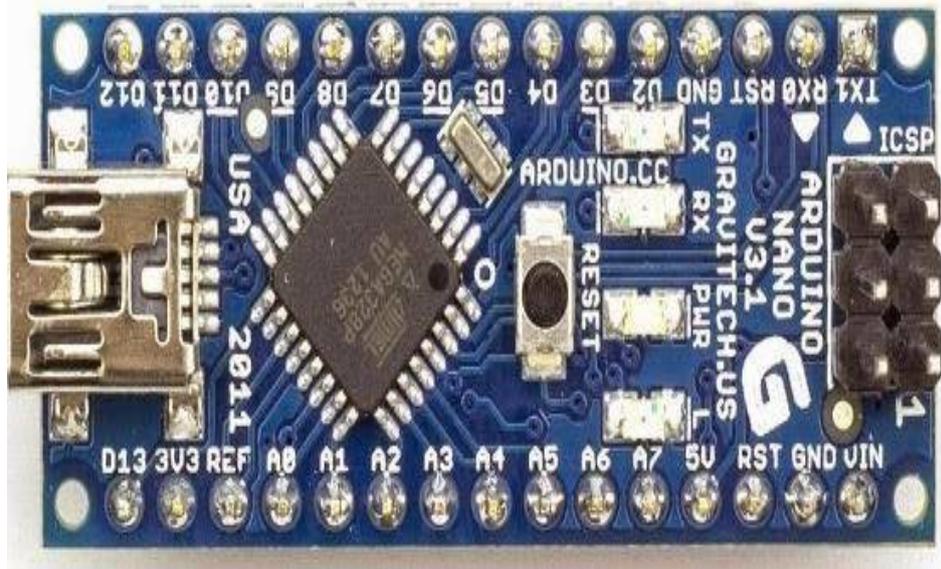
Bentuknya yang melingkar membuat *Arduino Lilypad* dapat dipakai untuk membuat proyek unik. Seperti membuat *amor iron man* misalkan. Hanya versi lamanya menggunakan ATMEGA168, tapi masih cukup untuk membuat satu proyek yang bagus. Dengan 14 pin I/O digital, dan 6 pin *input* analognya.



Gambar 2.10 Arduino Lilypad (Rahmat, Ajang. 2014)

7. *Arduino Nano*

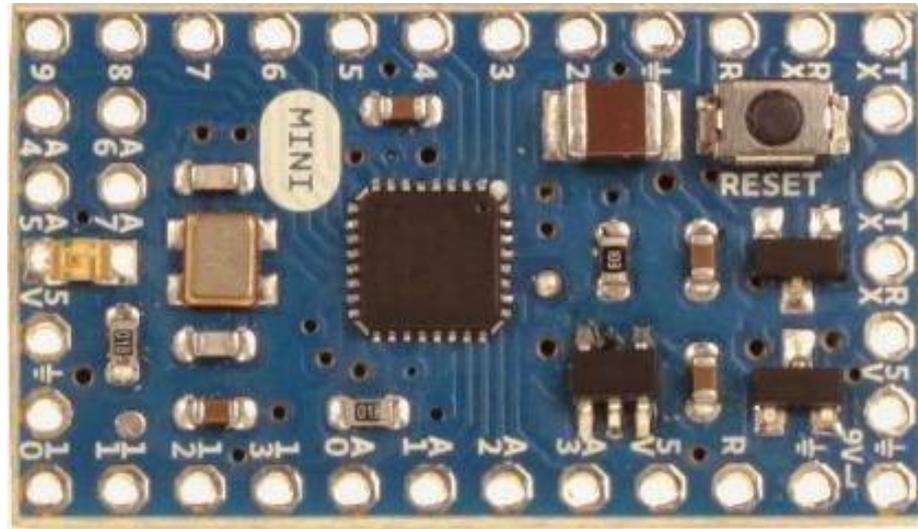
Sepertinya namanya, Nano yang berukuran kecil dan sangat sederhana ini, *Arduino* ini menyimpan banyak fasilitas. *Arduino* ini dilengkapi dengan FTDI untuk pemrograman lewat *Micro* USB. 14 Pin I/O Digital, dan 8 Pin *input* Analog (lebih banyak dari *Uno*). Dan ada yang menggunakan ATMEGA168, atau ATMEGA328.



Gambar 2.11 *Arduino Nano* (Rahmat, Ajang, 2014)

8. *Arduino Mini*

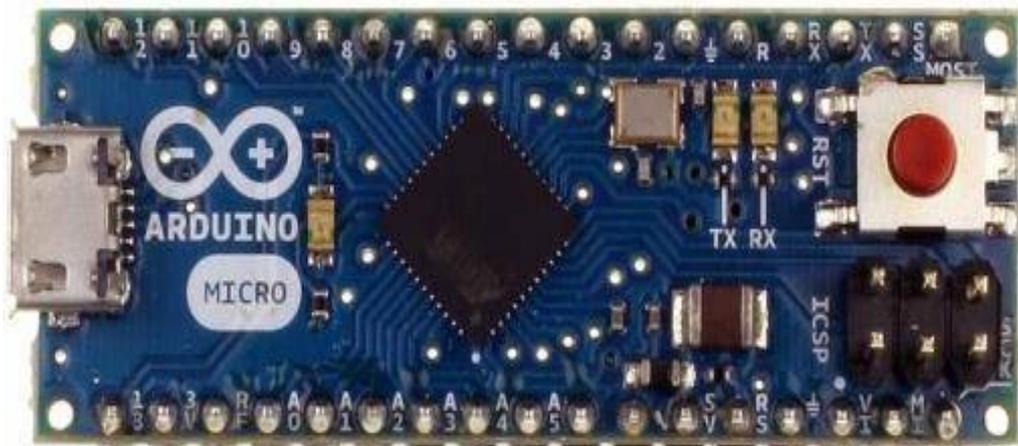
Komponen yang dimiliki *arduino* ini sama dengan yang dimiliki *Nano*. Hanya saja tidak dilengkapi dengan *Micro* USB untuk pemrograman. Dan ukurannya hanya 30 mm x 18 mm saja.



Gambar 2.12 Arduino Mini (Rahmat, Ajang. 2014)

9. Arduino Micro

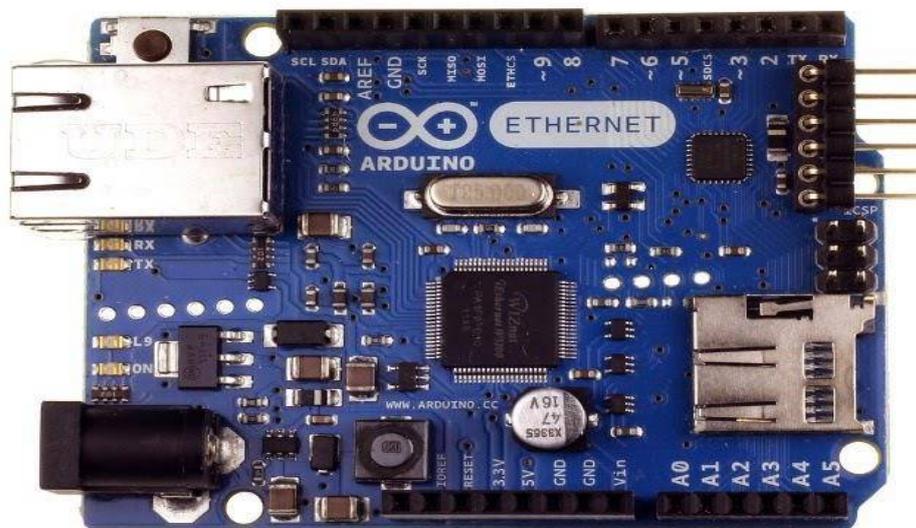
Ukuran *Arduino* ini lebih panjang dari *Nano* dan *Mini*. Karena memang komponen yang dimiliki lebih banyak yaitu : memiliki 20 pin I/O digital dan 12 pin *input* analog.



Gambar 2.13 Arduino Micro (Rahmat, Ajang. 2014)

10. *Arduino Ethernet*

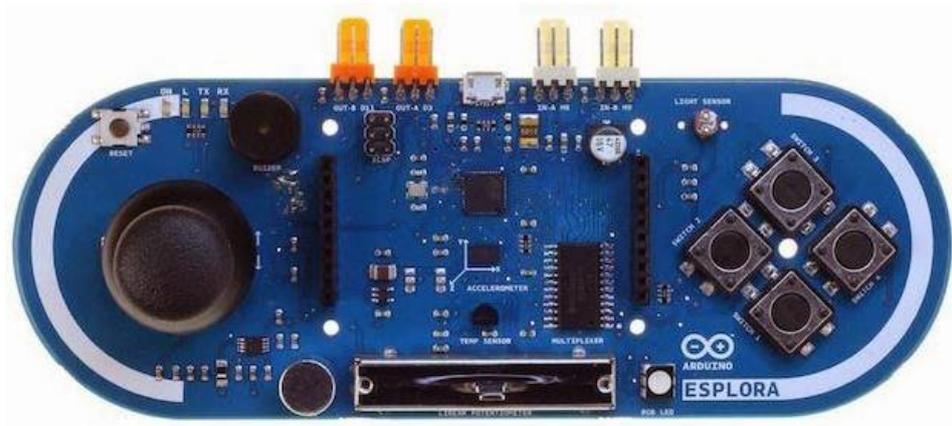
Arduino ini sudah dilengkapi dengan *ethernet*. *Arduino* ini dapat membuat kamu berhubungan melalui jaringan *LAN* pada komputer. Untuk fasilitas pada Pin I/O Digital dan *Input* Analognya sama dengan *Arduino Uno*.



Gambar 2.14 *Arduino Ethernet* (Rahmat, Ajang. 2014)

11. *Arduino Esplora*

Sangat disarankan bagi kamu yang mau membuat *gadget* seperti *Smartphone* untuk memakai *arduino* jenis ini, karena *Arduino* ini sudah dilengkapi dengan *Joystick*, *button*, dan sebagainya. Kamu hanya perlu menambahkan *LCD*, untuk lebih mempercantik tampilan *Esplora*.



Gambar 2.15 Arduino Esplora (Rahmat, Ajang. 2014)

12. Arduino Robot

Arduino ini merupakan paket terlengkap dari *Arduino* yang sudah berbentuk robot. Sudah dilengkapi dengan LCD, Speaker, Roda, Sensor *Infrared*, dan semua yang kamu butuhkan untuk robot sudah ada pada *Arduino* ini.



Gambar 2.16 Arduino Robot (Rahmat, Ajang. 2014)

2.9 Bahasa Pemrograman *Arduino*

Arduino board merupakan perangkat yang berbasis mikrokontroler. Perangkat lunak (*software*) merupakan komponen yang membuat sebuah mikrokontroler dapat bekerja. *Arduino board* dapat bekerja sesuai dengan perintah yang ada dalam perangkat lunak yang ditanamkan di dalamnya. Bahasa Pemrograman *Arduino* merupakan bahasa pemrograman utama yang digunakan untuk membuat program untuk *arduino board*. Bahasa pemrograman *arduino* menggunakan bahasa pemrograman C sebagai dasarnya. Karena menggunakan bahasa pemrograman C sebagai dasarnya, bahasa pemrograman *arduino* memiliki banyak sekali kemiripan dengan bahasa C, walaupun beberapa hal telah berubah.



```
program MQG | Arduino 1.8.5
File Edit Sketch Tools Help
program MQG
//
#include <Arduino.h>

// Reads an analog input on pin 0, prints the result to the Serial Monitor.
// Graphical representation is available using Serial Plotter (Tools -> Serial Plotter menu).
// When the center pin of a potentiometer or a given joystick is not connected to ground,
// the readings fluctuate rapidly between zero and full-scale values.

// This example code is in the public domain.

// http://www.arduino.cc/en/Tutorial/AnalogReadSerial
//

// the setup routine runs once when you press reset:
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(11, 12, 7, 5, 4);

void setup() {
  // initialize serial communication at 9600 bits per second:
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16, 4);
  pinMode(11, OUTPUT);
  pinMode(5, OUTPUT);
  pinMode(6, OUTPUT);
  pinMode(10, OUTPUT);
  pinMode(11, OUTPUT);
}
```

Gambar 2.17 Bahasa *Arduino*

2.10 Pengertian Sensor

Sensor merupakan suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya. Suatu peralatan yang memberitahukan kepada sistem kontrol tentang apa yang sebenarnya terjadi dinamakan sensor atau juga dikenal sebagai *transduser*. Sebagai contoh tubuh manusia mempunyai sistem sensor luar biasa yang memberitahukan kepada otak manusia secara terus menerus dengan gambar-gambar yang layak dan lengkap di sekitar lingkungan. Untuk sistem kontrol si pembuat harus memastikan parameter apa yang dibutuhkan untuk dimonitor sebagai contoh : posisi, temperatur, dan tekanan, kemudian tentukan sensor dan rangkaian data *interface* untuk melakukan pekerjaan ini. Sebagai contoh, kita ingin mengukur aliran cairan dalam suatu pipa dengan menggunakan *flowmeter*, atau kita ingin mengukur aliran secara tidak langsung dengan melihat seberapa lama cairan mengisi suatu tangki dengan ukuran tertentu. Kebanyakan sensor bekerja dengan mengubah beberapa parameter fisik seperti temperatur atau posisi ke dalam sinyal listrik. Ini sebabnya mengapa sensor juga dikenal sebagai *transduser* yaitu peralatan yang dapat mengubah energi dari satu bentuk ke bentuk yang lain.

2.11 Sensor *Capacitive Proximity*

Sensor *Capacitive Proximity* digunakan untuk mendeteksi benda logam dan non-logam dalam berbagai bentuk seperti : bubuk, butiran, cair, dan padat. Ini, bersama dengan kemampuan mereka untuk merasakan melalui bahan-bahan

nonferrous, membuatnya ideal untuk pemantauan kaca mata, deteksi *level* cairan tangki, dan pengenalan *level* bubuk *hopper*. Dalam sensor ini, dua pelat konduksi (pada potensi yang berbeda) ditempatkan pada bagian kepala penginderaan dan diposisikan untuk beroperasi seperti kapasitor terbuka. Udara bertindak sebagai insulator. Di dalam alat pemisah sampah sensor ini digunakan untuk mendeteksi sampah anorganik.



Gambar 2.18 *Sensor Capacitive Proximity*

2.12 Sensor HC-SR04

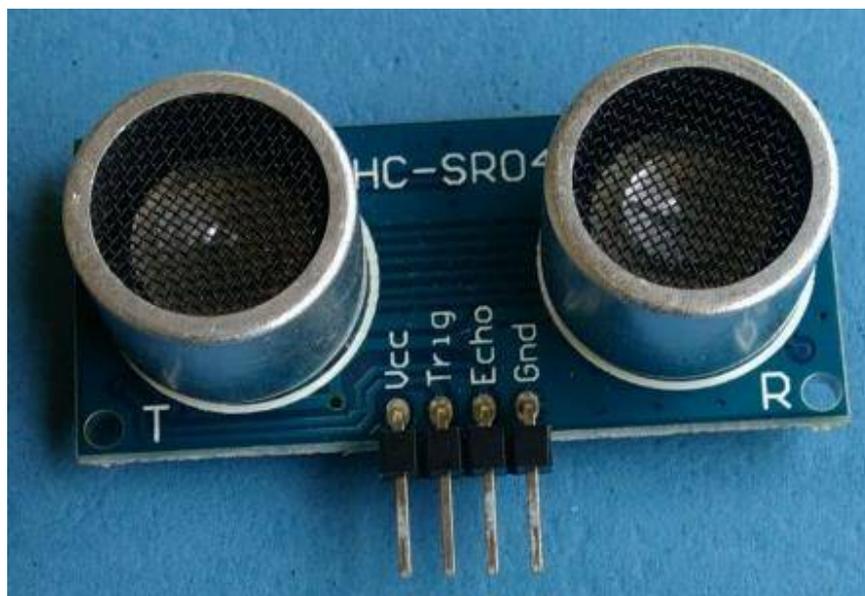
Sensor HC-SR04 merupakan sebuah sensor yang berfungsi untuk melakukan pengukuran jarak suatu benda/halangan dengan memanfaatkan sinyal suara ultrasonik. Performa yang stabil dan akurasi yang tinggi dengan harga yang murah merupakan kelebihan dari HC-SR04. Karena kelebihannya, Sensor HC-SR04 banyak dipakai dalam berbagai aplikasi pengukuran jarak. HC-SR04

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

Pada umumnya, sensor ultrasonik ini berbentuk papan elektronik berukuran kecil yang dilengkapi dengan beberapa rangkaian elektronik dan dua buah *transducer*. *Transducer* yang pertama berfungsi sebagai *transmitter* gelombang *ultrasonic* dan *transducer* yang satunya berfungsi sebagai *receiver*. Pada beberapa produk kadang hanya ditemukan satu buah *transducer* yang bertindak sebagai *transmitter* sekaligus *receiver* sekaligus. Sensor ini menawarkan deteksi jarak tanpa sentuhan langsung dengan akurasi yang tinggi dan stabil.

Sensor ini bekerja dengan cara menghasilkan gelombang suara pada frekuensi tinggi yang kemudian akan segera dipancarkan oleh *transducer* yang bertindak sebagai *transmitter*. Pantulan gelombang yang mengenai benda di depannya akan di tangkap oleh *transducer* yang bertindak sebagai *receiver*. Dengan mengetahui lamanya waktu antara dipancarkannya gelombang *ultrasonic* sampai dengan ditangkap kembali oleh *receiver*, maka akan diketahui jarak dari benda yang terdapat di depan sensor tersebut. Kecepatan suara adalah 340m/detik, lamanya waktu tempuh gelombang *ultrasonic* dikalikan kecepatan

suara, kemudian dibagi dua akan menghasilkan jarak antara sensor tersebut dengan benda yang ada di depannya.



Gambar 2.19 Sensor HC-SR04

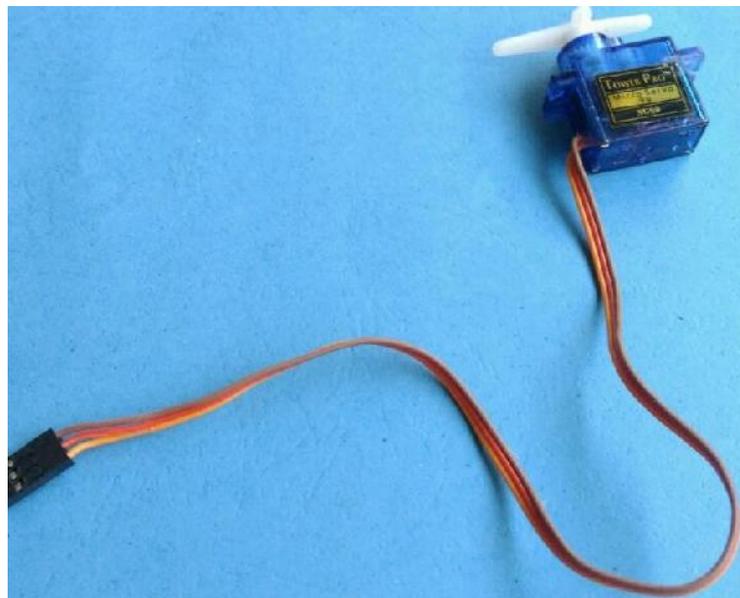
2.13 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor DC dengan sistem umpan balik tertutup dimana posisi rotor-nya akan di informasikan kembali ke rangkaian yang ada di dalamnya. Motor servo biasanya digunakan untuk robot berkaki, lengan robot atau sebagai aktuator pada mobil robot. Motor servo terdiri dari sebuah motor DC, beberapa gear, sebuah potensiometer, sebuah *output shaft* dan sebuah rangkaian kontrol elektronik. Ada 2 jenis motor servo yaitu :

1. Motor servo *standard* Yaitu motor servo yang mampu bergerak CW dan CCW dengan sudut operasi tertentu, misalnya 600, 900 atau 1800
2. Motor servo *continuous* yaitu motor yang mampu bergerak CW dan CCW tanpa batasan sudut operasi (berputar secara *continue*).

Motor servo adalah motor yang mampu bekerja dua arah (CW dan CCW) dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan dengan memberikan variasi lebar pulsa (*duty cycle*) dengan sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya.

Pada saat Ton *duty cycle* dari sinyal yang diberikan kurang dari 1.5 ms, maka rotor akan berputar ke berlawanan arah jarum jam (*Counter Clock wise* = CCW) dengan membentuk sudut yang besarnya linier terhadap besarnya Ton *duty cycle*, dan akan bertahan diposisi tersebut. Dan sebaliknya, jika Ton *duty cycle* dari sinyal yang diberikan lebih dari 1.5 ms, maka rotor berputar searah jarum jam (*Clock Wise* = CW) dengan membentuk sudut yang *linier* pula terhadap besarnya Ton *duty cycle*, dan bertahan diposisi tersebut.



Gambar 2.20 Motor Servo

2.14 IC Regulator 7805

Sirkuit terpadu seri 78xx adalah sebuah sirkuit terpadu regulator tegangan bernilai tetap. 78xx adalah pilihan utama bagi banyak sirkuit elektronika yang memerlukan catu daya teregulasi karena mudah digunakan dan harganya relatif murah. Untuk spesifikasi IC individual, xx digantikan dengan angka dua digit yang mengindikasikan tegangan keluaran yang didesain, contohnya 7805 mempunyai keluaran 5 *volt* dan 7812 keluaran 12 *volt*. 78xx adalah regulator tegangan positif, yaitu regulator yang di desain untuk memberikan tegangan keluaran yang relatif positif terhadap *ground* bersama.

IC 78xx mempunyai tiga terminal dan sering ditemui dengan kemasan TO220, walaupun begitu, kemasan pasang-permukaan D2PAK dan kemasan logam TO3 juga tersedia. Piranti ini biasanya mendukung tegangan masukan dari 3 *volt* di atas tegangan keluaran hingga kira-kira 36 *volt*, dan biasanya mampu pemberi arus listrik hingga 1.5 *Ampere* (kemasan yang lebih kecil atau lebih besar mungkin memberikan arus yang lebih kecil atau lebih besar).

Seri 78xx memiliki beberapa keunggulan dibandingkan regulator tegangan lainnya:

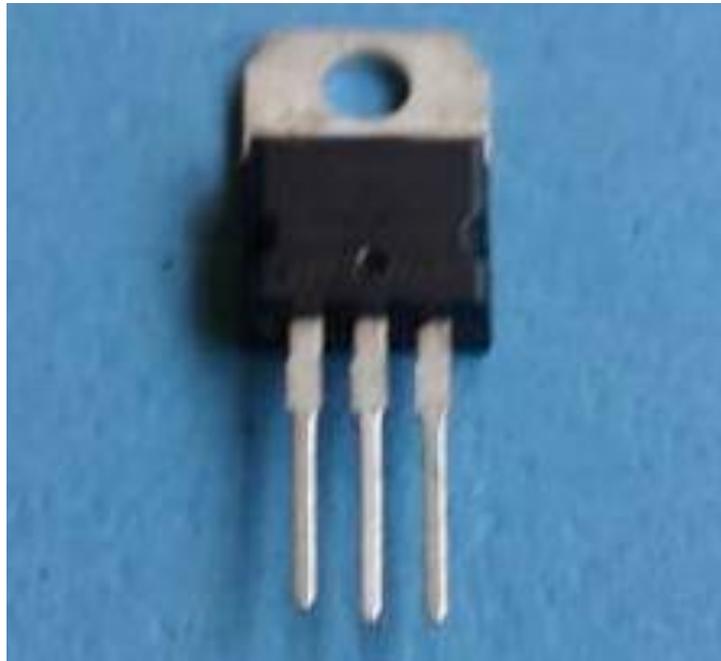
Seri 78xx tidak memerlukan komponen tambahan untuk meregulasi tegangan, membuatnya mudah digunakan, ekonomis dan hemat ruang. Regulator tegangan lainnya mungkin memerlukan komponen tambahan untuk membantu peregulasian tegangan. Bahkan untuk regulator bersakelar, selain membutuhkan banyak komponen, juga membutuhkan perencanaan yang rumit.

Seri 78xx memiliki rangkaian pengamanan terhadap pembebanan lebih, panas tinggi dan hubungsingkat, membuatnya hampir tak dapat dirusak. Dalam keadaan tertentu, kemampuan pembatasan arus peranti 78xx tidak hanya melindunginya sendiri, tetapi juga melindungi rangkaian yang ditopangnya.

Seri 78xx memiliki beberapa kekurangan yang mungkin membuatnya kurang diinginkan untuk penggunaan tertentu:

Tegangan masukan harus lebih tinggi dari tegangan keluaran (biasanya 2-3 *volt*). Ini membuatnya tidak tepat digunakan untuk penggunaan tegangan rendah, misalnya regulasi 5 *volt* dari sumber baterai 6 *volt* tidak akan bekerja dengan 7805. Sebagaimana regulator *linier* lainnya, arus masukan sama dengan arus keluaran. Karena tegangan masukan lebih tinggi daripada tegangan keluaran, berarti ada daya yang diboroskan sebagai bahang. Sehingga untuk keperluan daya tinggi diperlukan benaman bahang.

Ada beberapa konfigurasi umum dari IC 78xx, yaitu versi 7805 (5 *volt*), 7806 (6 *volt*), 7808 (8 *volt*), 7809 (9 *volt*), 7810 (10 *volt*), 7812 (12 *volt*), 7815 (15 *volt*), 7818 (18 *volt*), dan 7824 (24 *volt*). Beberapa produsen juga memproduksi varian yang kurang umum seperti konfigurasi daya rendah seri LM78Mxx (500mA) dan seri LM78Lxx (100mA) dari *National Semiconductor*.



Gambar 2.21 IC Regulator 7805

2.15 Adaptor 12 Volt

Arduino uno dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal yaitu dengan catu daya adaptor 12 volt. Sumber listrik dipilih secara otomatis. *Eksternal (non-USB)* daya dapat datang baik dari AC-DC adaptor ataupun dari baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan cara menghubungkannya dengan *plug* pusat-positif 2.1 mm ke dalam *board* colokan listrik. *Lead* dari baterai dapat dimasukkan ke dalam *header* pin Gnd dan Vin dari konektor *Power*. Pin catu daya adalah sebagai berikut :

1. VIN. Tegangan *input* ke *board Arduino* ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai lawan dari 5 volt dari koneksi USB atau sumber daya lainnya diatur). Anda dapat menyediakan tegangan melalui pin ini,

atau, jika memasok tegangan melalui colokan listrik, mengaksesnya melalui pin ini.

2. 5V. Catu daya diatur digunakan untuk daya mikrokontroler dan komponen lainnya di *board*. Hal ini dapat terjadi baik dari VIN melalui regulator *on-board*, atau diberikan oleh USB.
3. 3,3 *volt* pasokan yang dihasilkan oleh regulator *on-board*. Menarik arus maksimum adalah 50 mA.
4. GND . Fungsinya untuk mencegah/membuang arus lebih.

Dalam prinsip kerjanya kedua sistem adaptor tersebut berbeda, adaptor *stepdown* menggunakan teknik induksi medan magnet, komponen utamanya adalah kawat email yang di lilit pada teras besi, terdapat 2 lilitan yaitu lilitan primer dan lilitan skunder, ketika listrik masuk kelilitan primer maka akan terjadi induksi pada kawat email sehingga akan terjadi gaya medan magnet pada teras besi kemudian akan menginduksi lilitan skunder. Sedangkan sistem *switching* menggunakan teknik transistor maupun IC *switching*, adaptor ini lebih baik dari pada adaptor teknik induksi, tegangan yang di keluarkan lebih stabil dan komponennya suhunya tidak terlalu panas sehingga mengurangi tingkat resiko kerusakan karena suhu berlebih, biasanya regulator ini di gunkan pada peralatan elektronik digital.



Gambar 2.22 *Adaptor 12 Volt*

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Metode Pelaksanaan dalam penelitian ini secara umum dibagi kedalam 5 tahap yang diperlihatkan oleh diagram berikut :

1. Pendesainan *Prototipe* Alat

Pada tahap ini kegiatan yang dilakukan adalah mendesain Alat dengan menggunakan *software google sketch-up 2016*. Pada tahap ini akan di desain komponen-komponen alat yaitu desain ruang alat sebagai tempat sensor.

2. Pembuatan *Prototipe* Alat

Ruang alat dibuat berbentuk balok dari bahan plastik, dan juga dengan menggunakan 2 buah tempat sampah sebagai wadah tempat objek pada alat.

3. Pembuatan Rangkaian Alat

Pada tahap ini akan dilakukan pembuatan rangkaian alat yang berfungsi untuk melakukan akusisi data secara otomatis yang diperoleh sensor. Adapun tahapan-tahapan pelaksanaan pada tahap ini sebagai berikut:

- a. Mendesain *layout* rangkaian dengan *software Eagle*.
- b. Mencetak hasil *layout* pada kertas foto dengan menggunakan *printer laser Z*

- c. Mencetak hasil cetakan pada PCB dengan cara memanaskannya pada suhu 160 °C kemudian dilarutkan dengan menggunakan larutan FeCl₂.
- d. Memasang komponen-komponen elektronik sesuai dengan jalur yang telah dibuat pada *layout* rangkaian.

4. Pengukuran

Pada tahap ini akan dilakukan pengukuran objek sampah dengan memvariasikan *sample* sampah yang berbeda.

5. Analisa Data

Pada tahap ini akan dilakukan analisa terhadap data yang diperoleh dari hasil pengukuran. Analisa ini meliputi mengplot data dalam bentuk grafik sehingga dapat dilihat dan dibuktikan keakuratan hasil pembacaan sensor.

3.2 Metode pengumpulan Data

Dalam menyusun skripsi ini penulis melakukan beberapa penerapan metode penelitian untuk menyelesaikan permasalahan. Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan cara :

1. Studi pustaka untuk mengumpulkan, mempelajari serta menyeleksi bahan-bahan tentang pemograman berbasis mikrokontroler *Arduino*.
2. Pengumpulan data yang berhubungan dengan tugas akhir.

Data yang dibutuhkan adalah data-data tentang komponen-komponen elektronika yang akan digunakan dalam perancangan alat.

3. Analisis Sistem

Melakukan analisis terhadap program yang akan dibuat serta komponen-komponen elektronika yang digunakan.

4. Perancangan sistem

Merancang suatu sistem tempat sampah yang dapat memisahkan sampah organik dan sampah anorganik berbasis mikrokontroler *arduino*. Termasuk *interface* aplikasi dan perancangan susunan rangkaian elektronika.

5. Implementasi Sistem (*Coding*)

Menyusun kode program untuk sistem tempat sampah yang dapat memisahkan sampah organik dan sampah anorganik berbasis mikrokontroler *arduino*.

6. Pengujian Sistem

Melakukan pengujian sistem yang telah dibuat sehingga dapat melakukan perbaikan sistem apabila ditemukan kesalahan pada sistem.

7. Dokumentasi Sistem

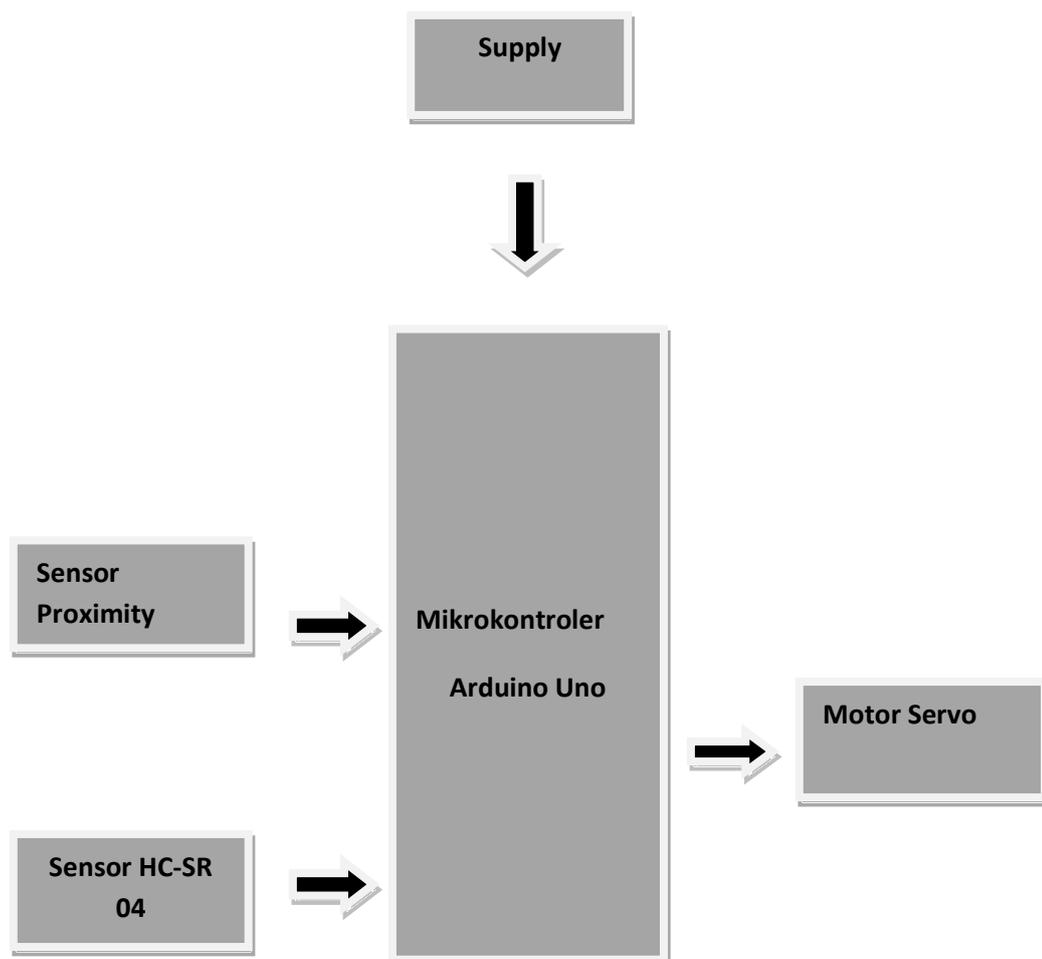
Pembuatan dokumentasi system lengkap dengan analisis yang telah diperoleh.

3.3 Analisis Sistem Sedang Berjalan

Bahasa Pemograman yang digunakan pada alat adalah Bahasa Pemograman *Arduino* yang mana bahasa pemograman *Arduino* adalah sebuah kit elektronik *open source* yang dirancang khusus dengan kemampuan komputasi yang dapat

berinteraksi secara lebih dekat dengan dunia nyata dibandingkan komputer biasa, untuk memudahkan bagi para seniman, *desainer*, dan siapapun yang tertarik dalam menciptakan objek atau mengembangkan perangkat elektronik yang dapat berinteraksi dengan bermacam-macam sensor dan pengendali Arduino dapat dioperasikan dengan cara menginstal terlebih dahulu *software* atau aplikasi pendukung untuk memprogram mikrokontroler *arduino* berupa program sederhana, dengan *programming environment* turunan dari bahasa pemrograman C yang mudah dimengerti.

3.4 Diagram Blok Rangkaian



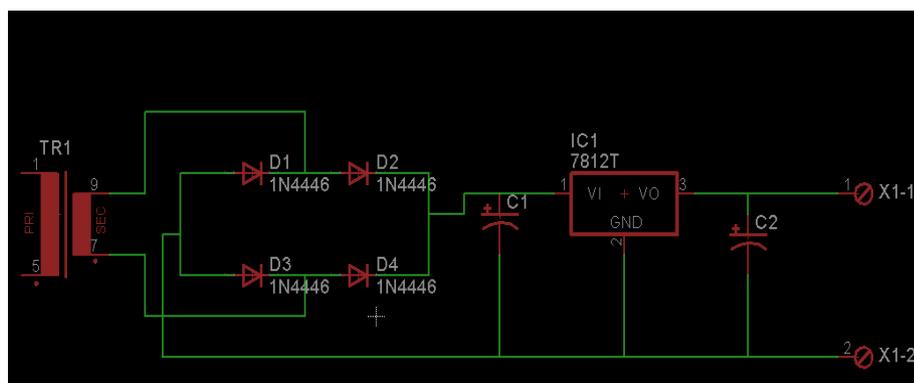
Gambar 3.1 Diagram Blok Rangkaian

3.5 Fungsi Tiap Blok

1. Blok *Arduino Nano* : Sebagai otak dan pengontrol pada sistem elektronika alat.
2. Blok *Proximity Capasitif* : Sebagai *input* sensor untuk mendeteksi sampah organik dan anorganik.
3. Blok HC-SR 04 : Sebagai *input* sensor untuk mendeteksi jarak objek.
4. Blok Motor Servo : Sebagai *output* pemisah sampah organik dan anorganik.
5. Blok *Supply* : Sebagai penyedia sumber arus listrik ke sistem alat.

3.6 Rangkaian Catu Daya

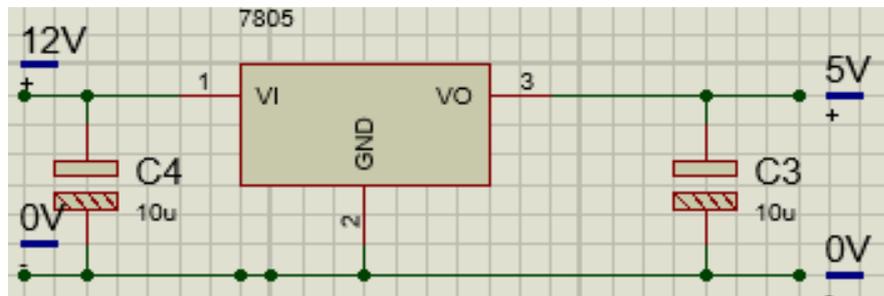
Rangkaian catu daya berfungsi untuk memberikan *supply* tegangan listrik pada alat yang dimana rangkaian ini merubah tegangan listrik AC 220 *volt* menjadi tegangan listrik DC 12 *volt*.



Gambar 3.2 Rangkaian Catu Daya

3.7 Rangkaian Penstabil Tegangan (*Regulator*)

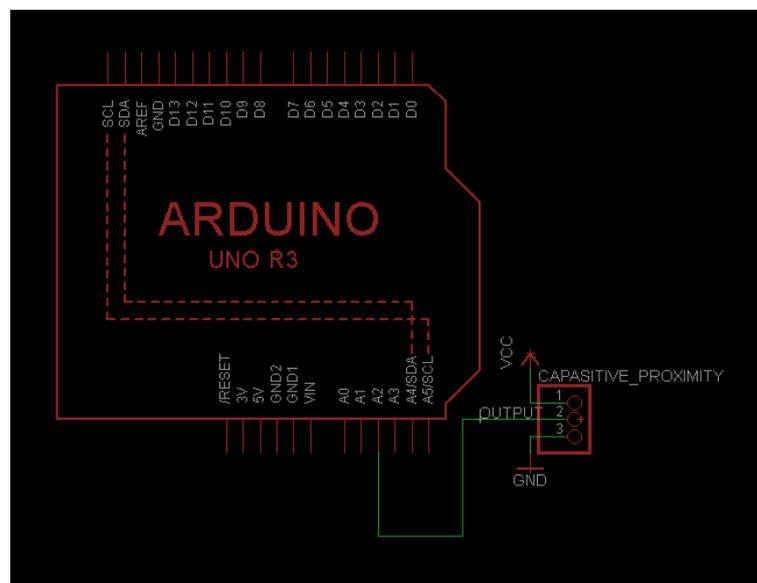
Rangkaian ini berfungsi untuk memberikan *supply* tegangan keseluruhan rangkaian yang ada. *Output* rangkaian regulator ini yaitu 5 *volt*, keluaran 5 *volt*.



Gambar 3.3 Rangkaian Regulator

Adaptor yang digunakan yaitu adaptor 12 volt, adaptor berfungsi untuk menurunkan tegangan dari 220 volt AC menjadi 12 volt DC. Regulator tegangan 5 volt (LM7805) digunakan agar keluaran yang dihasilkan tetap 5 volt walaupun terjadi perubahan pada tegangan masuknya. LED hanya sebagai indikator apabila apabila PSA dinyalakan.

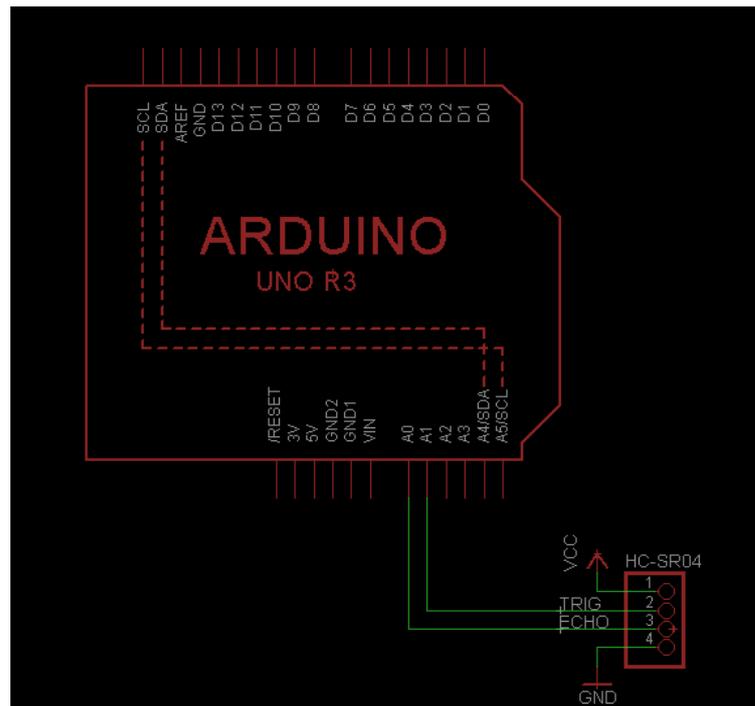
3.8 Rangkaian Sensor *Capasitive Proximity*



Gambar 3.4 Rangkaian Sensor *Capacity Proximity*

1. Vcc pada sensor *proximity* dihubungkan ke *Arduino*
2. Gnd pada sensor *proximity* dihubungkan ke Gnd.
3. *Pin signal sensor proximity* dihubungkan ke *pin A2 Arduino*.

3.9 Rangkaian Sensor HC-SR 04

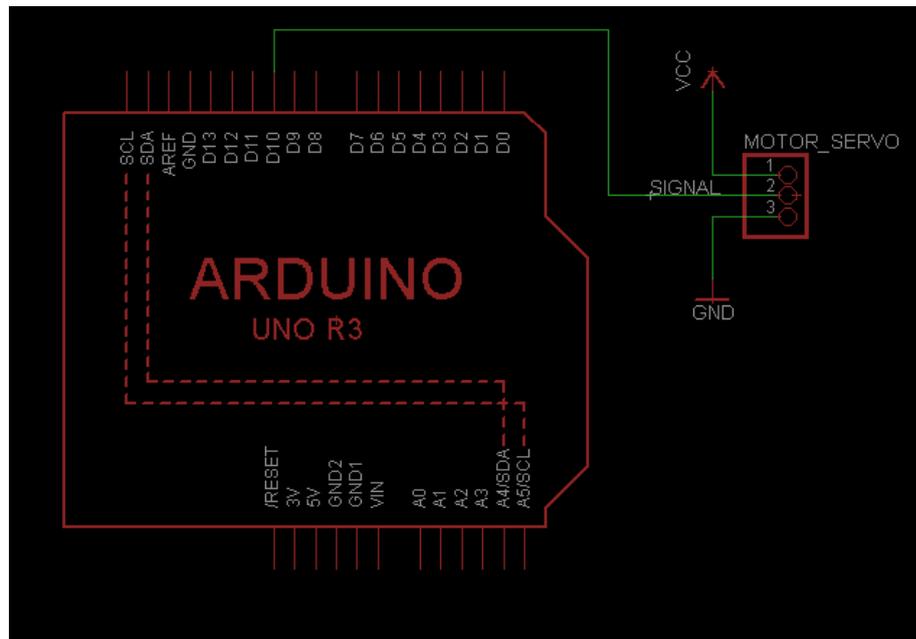


Gambar 3.5 Rangkaian Sensor HC-SR 04

1. Vcc pada *module* sensor HC-SR 04 dihubungkan ke *Arduino*.
2. Gnd pada *module* sensor HC-SR 04 dihubungkan ke Gnd.
3. *Pin trig* sensor HC-SR 04 dihubungkan ke *pin a1 Arduino*.
4. *Pin echo* sensor HC-SR 04 dihubungkan ke *pin A0 Arduino*.

3.10 Rangkaian Motor Servo

Rangkaian *output* pada alat yang digunakan adalah rangkaian motor servo yang dimana prinsip kerja dari motor servo ialah bergerak dari 0° menjadi 180° .

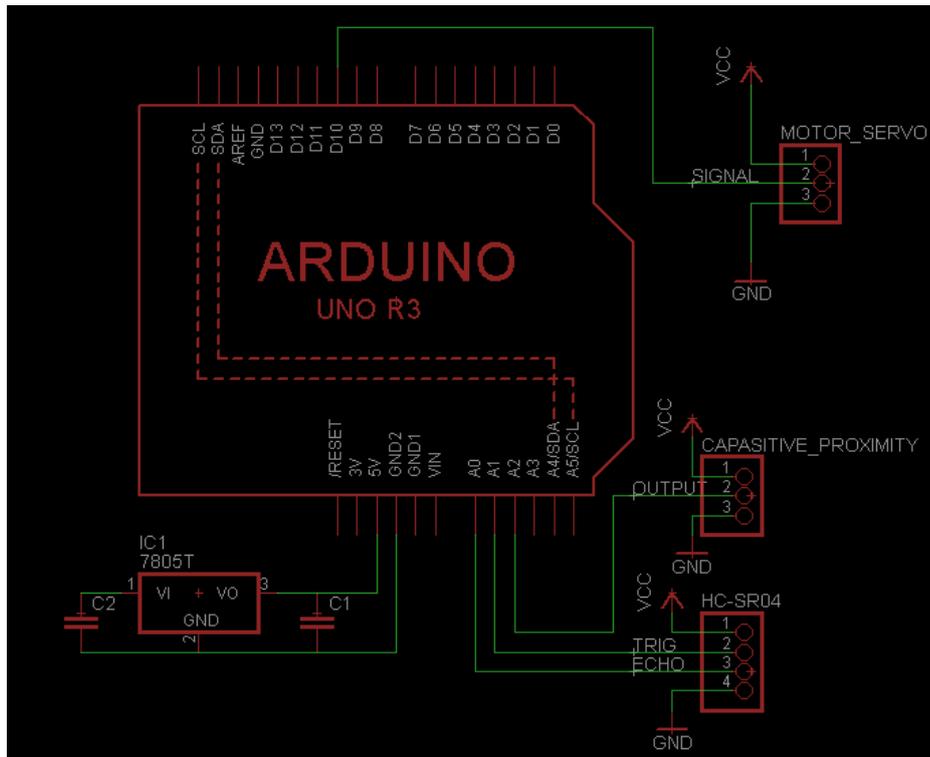


Gambar 3.6 Rangkaian Motor Servo

1. Vcc pada motor servo dihubungkan ke *Arduino*.
2. Gnd pada motor servo dihubungkan ke Gnd.
3. *Pin signal* motor servo dihubungkan ke pin D10 *Arduino*.

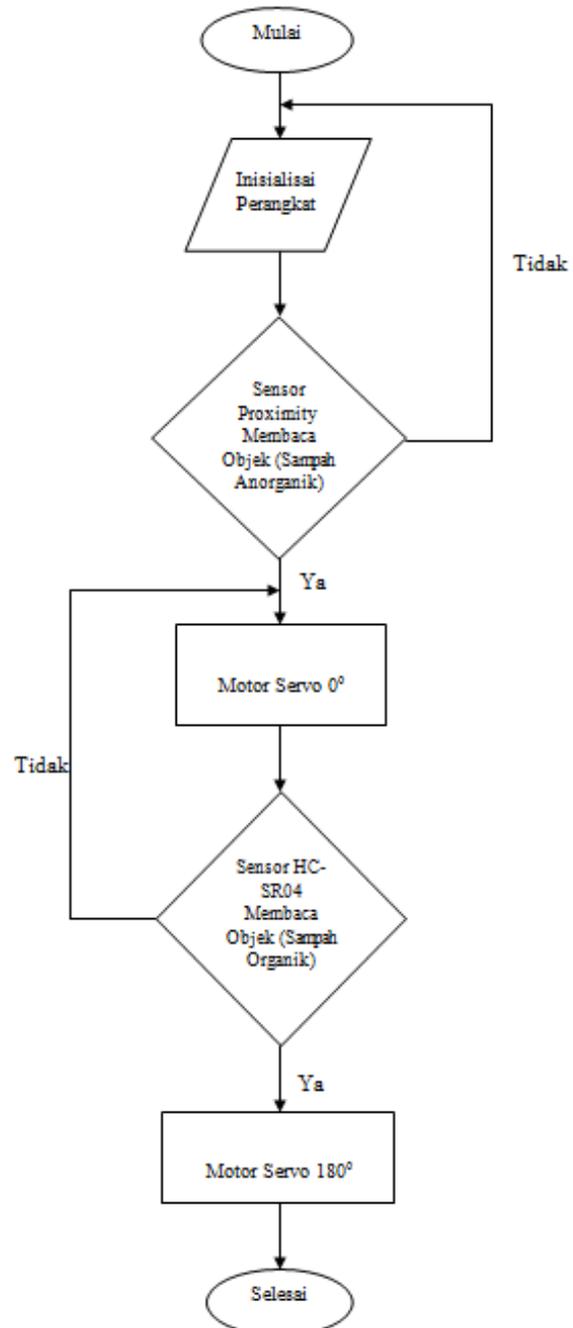
3.11 Rangkaian keseluruhan Sistem.

Pada rangkaian ini sensor HC-SR04 dan sensor *cavastive proximity* berfungsi sebagai input pengukuran pada objek yang akan diukur, motor servo sebagai *output* dari alat yang akan bergerak dari 0^0 , 90^0 , dan 180^0 untuk memisahkan objek yang dibaca oleh sensor, rangkaian regulator berfungsi untuk mensupply daya listrik pada alat.



Gambar 3.7 Rangkaian Keseluruhan Sistem

3.12 Flowchart System



Gambar 3.8 *Flowcahrt System*

1. *Start.*
2. Inisialisasi Perangkat, ini dimaksudkan apakah perangkat sudah terpasang dengan benar sesuai dengan skematik rangkaian.
3. Sensor membaca objek. Jika objek(sampah) terbaca oleh sensor *capasitive proximity* maka sensor akan bergerak pada posisi 0^0 yang mendakan sampah anorganik. Dan jika sampah tidak terbaca maka alat ini akan kembali ke inisialisasi perangkat lagi untuk mendeteksi sampah lain.
4. Jika sensor membaca objek(sampah) terbaca oleh sensor HC-SR04 maka sensor akan akan bergerak pada posisi 180^0 yang menandakan objek tersebut sampah organik.
5. Selesai.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kebutuhan Spesifikasi Minimum *Hardware* dan *Software*

Adapun identifikasi kebutuhan dari simulasi sistem alat yang akan dirancang yaitu analisis kebutuhan *hardware*, kebutuhan desain dan analisis kebutuhan *software*.

1. Kebutuhan Perangkat Keras (*Hardware*)

Dalam perancangan “Implementasi Alat Pemisah Sampah Organik dan Anorganik”, membutuhkan perangkat keras (*hardware*) yang mempunyai spesifikasi minimal sebagai berikut :

- a. Laptop *Processor Intel Core 2 Duo* CPU
- b. *Memory* 2.00GB
- c. *Harddisk* 500GB
- d. *Monitor* dengan resolusi 1366 x 768 pixel.

2. Kebutuhan Desain Perangkat

Adapun kebutuhan design perangkat antara lain :

- a. Kabel data USB dan kabel pelangi
- b. *Capasitif Proximity*

- c. Led
- d. Mikrokontroler *Arduino Uno*
- e. Motor Servo
- f. Lem
- g. Solder
- h. Timah
- i. Papan PCB
- j. Beberapa baut dan mur

3. Kebutuhan Perangkat Lunak (*Software*)

Adapun perangkat lunak (*software*) yang dibutuhkan dalam implementasi alat pemisah sampah ini adalah *software Eagle* dalam perancangan ini juga menggunakan aplikasi *arduino* adalah program bahasa *C compiler* berbasis windows untuk mikrokontroler *arduino*.

4.2 Pengujian Aplikasi dan Pembahasan

1. Pada awalnya hidupkan perangkat mikrokontoller yang telah terhubung degan perangkat pendukung lainnya.
2. Jika sampah anorganik maka motor servo akan 0⁰ dan sampah akan masuk ke tempat sampah sebelah kanan.

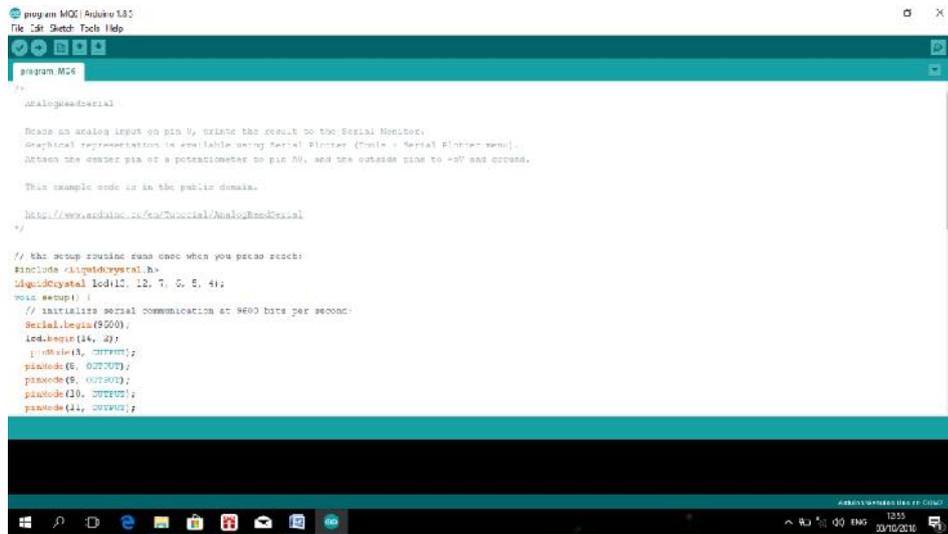
3. Jika sampah organik maka motor servo akan 180^0 dan sampah akan masuk ke tempat sampah sebelah kiri.

4.2.1 Pengujian *Software*

Untuk mengetahui apakah rangkaian Mikrokontroler *Arduino Uno* telah bekerja dengan baik pada alat, maka dilakukan pengujian dengan memberikan program perintah pada Mikrokontroler dengan melakukan proses *inputan* data dari komputer ke dalam Mikrokontroler.

Dalam melakukan instalasi hubungkan terlebih dahulu menghubungkan antara komputer dengan *downloader* melalui kabel USB ke rangkaian mikrokontroler. Untuk melakukan pengujian alat dengan perintah dapat dilakukan dengan beberapa langkah antara lain :

1. Langkah pertama yang dilakukan adalah menjalankan *software Arduino*, Setelah aplikasi melakukan *load* maka akan terlihat bentuk tampilan seperti gambar 4.1



```

program MOE | Arduino 1.8.0
File Edit Sketch Tools Help

program.M08

// the setup routine runs once when you press reset:
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(11, 12, 7, 6, 5, 4);
void setup() {
  // initialize serial communication at 9600 bits per second:
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16, 2);
  pinMode(13, OUTPUT);
  pinMode(8, OUTPUT);
  pinMode(9, OUTPUT);
  pinMode(10, OUTPUT);
  pinMode(11, OUTPUT);
}

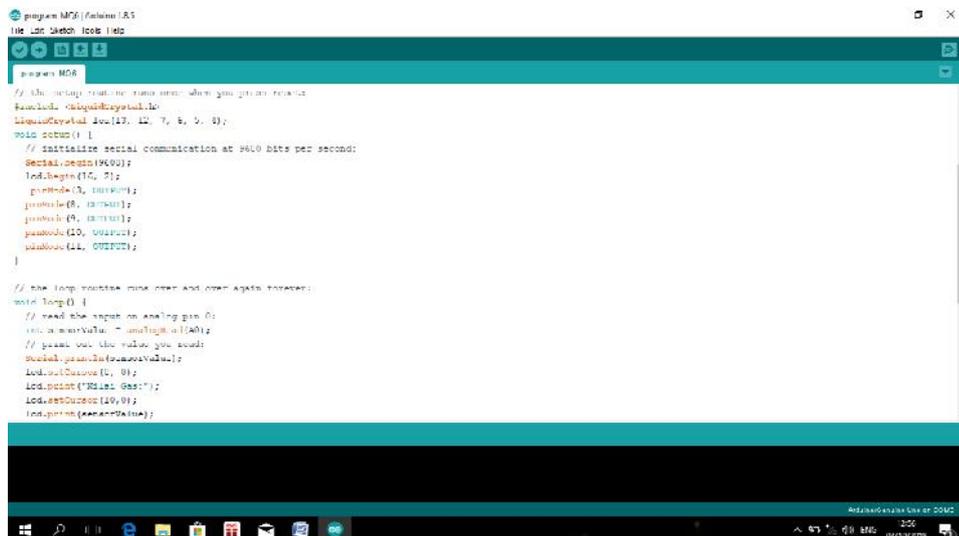
// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
  // read the input on analog pin 0:
  int sensorValue = analogRead(A0);
  // print out the value you read:
  Serial.println(sensorValue);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Hello, Gas!");
  lcd.setCursor(10, 0);
  lcd.print(sensorValue);
}

```

Gambar 4.1 Tampilan *Software Arduino*

2. Selanjutnya untuk memprogram Mikrokontroler *Arduino Uno* yaitu dengan mengetikkan program sesuai dengan yang dibutuhkan pada alat.

Seperti yang terlihat pada gambar 4.2 :



```

program MOE | Arduino 1.8.0
File Edit Sketch Tools Help

program.M08

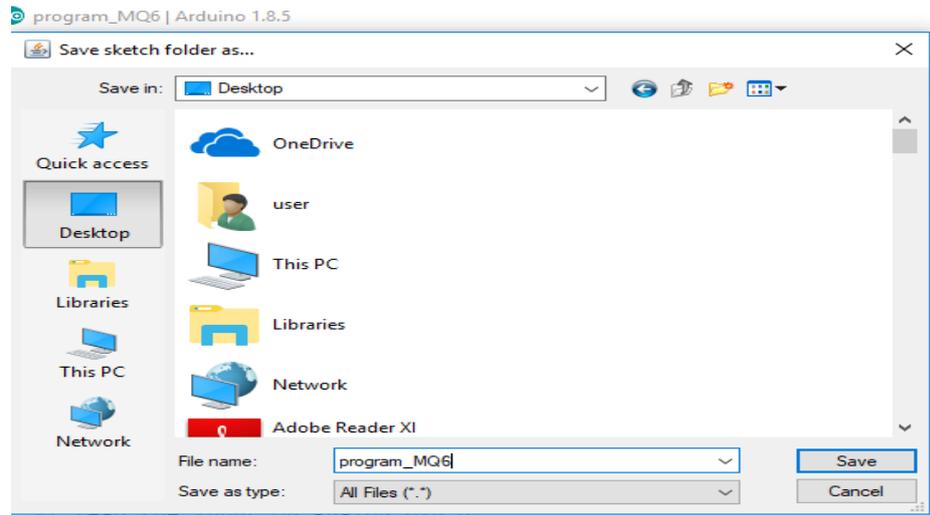
// the setup routine runs once when you press reset:
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(11, 12, 7, 6, 5, 4);
void setup() {
  // initialize serial communication at 9600 bits per second:
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16, 2);
  pinMode(13, OUTPUT);
  pinMode(8, OUTPUT);
  pinMode(9, OUTPUT);
  pinMode(10, OUTPUT);
  pinMode(11, OUTPUT);
}

// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
  // read the input on analog pin 0:
  int sensorValue = analogRead(A0);
  // print out the value you read:
  Serial.println(sensorValue);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Hello, Gas!");
  lcd.setCursor(10, 0);
  lcd.print(sensorValue);
}

```

Gambar 4.2 Tampilan Program

3. Sebelum melanjutkan tahap instalasi mikrokontroler pada program yang telah selesai, maka terlebih dahulu program tersebut di *Save* sebelum di *Compile*. Untuk menyimpan Program dapat dilihat pada gambar 4.3:



Gambar 4.3 Proses Penyimpanan *File*

4. Untuk melanjutkan tahap instalasi mikrokontroler, program terlebih dahulu di-*check* dengan mengklik tombol "*Compile*" atau *icon* proses ini berfungsi untuk mensetting program kedalam *Chip* Mikrokontroler. Dapat dilihat apakah program yang dibuat memiliki kesalahan atau tidak, kalau berhasil maka akan tertulis "*No errors*". Proses *Compile* dapat dilihat pada gambar 4.4:

```

program_M08
// the setup routine runs once when you press reset:
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
void setup() {
  // initialize serial communication at 9600 baud per second:
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16, 2);
  pinMode(10, OUTPUT);
  pinMode(11, OUTPUT);
  pinMode(19, OUTPUT);
  pinMode(14, OUTPUT);
}

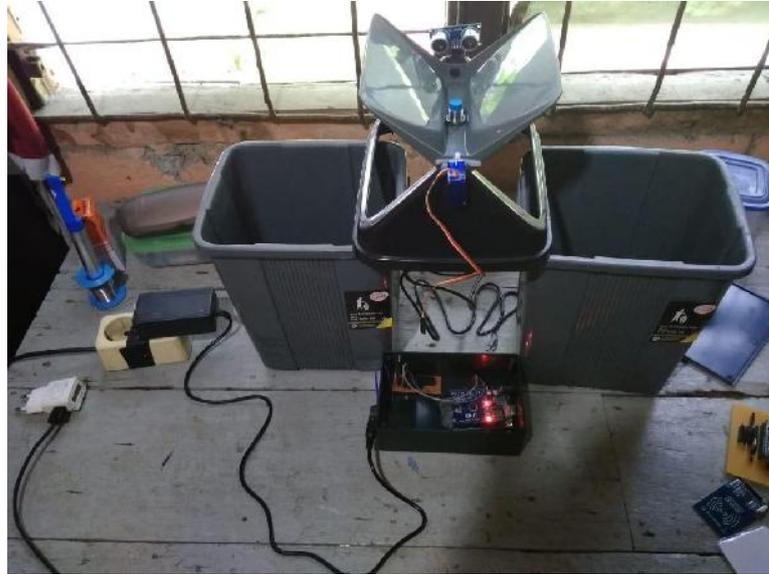
// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
  // read the temperature sensor pin 10:
  int sensorValue = analogRead(A0);
  // print out the value you read:
  Serial.println(sensorValue);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Temp: ");
  lcd.setCursor(10, 0);
  lcd.print(sensorValue);
}
Compiling sketch

```

Gambar 4.4 Hasil Compile

4.2.2 Pengujian Hardware

Setelah semua rangkaian yang telah selesai dirancang pada “Alat Pemisah Sampah Organik dan Anorganik”, kemudian dilakukan penyatuan semua rangkaian yang telah selesai. Berikut adalah gambar hasil dari perancangan sistem ditunjukkan oleh gambar:



Gambar 4.5 Keseluruhan dari *Hardware*

4.2.3 Uji Coba Perangkat

Setelah semua komponen terpasang dan program selesai disusun, maka langkah berikutnya adalah melakukan pengujian alat. Pengujian ini dilakukan secara bertahap dari rangkaian ke rangkaian berikutnya.

4.2.4 Hasil Pengukuran Mikrokontroler *Arduino Uno*

Untuk mengetahui apakah rangkaian mikrokontroler *Arduino Uno* telah bekerja dengan baik, maka dilakukan pengujian. Ketika alat pemisah sampah dihidupkan maka output daya yang dihasilkan dapat dilihat dari pengukuran berikut :



Gambar 4.6 Hasil Pengukuran Mikrokontroler *Arduino Uno*

4.2.5 Pengujian *Downloader Programmer*

Pengujian rangkaian *downloader* ini dapat dilakukan dengan memindahkan data program dari komputer ke mikrokontroler *Arduino*. *Downloader* terlebih dahulu disambungkan ke PC, melalui port USB. Data program diketik pada *software Arduino* menggunakan bahasa C kemudian dikompilasi dan di *download* ke mikrokontroler. Jika proses men-download tidak terdapat *error*, maka *downloader* dan mikrokontroler yang digunakan dalam kondisi baik.

4.2.6 Hasil Pengujian *Hardware*

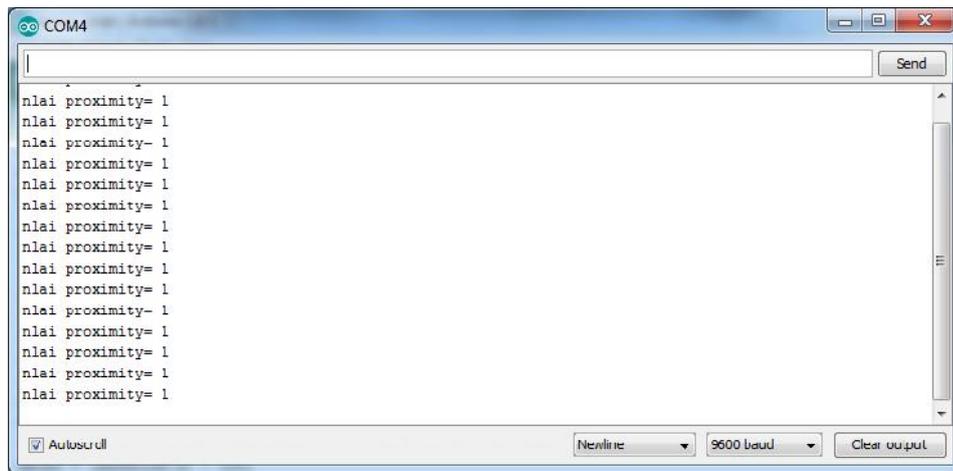
Setelah perangkat hardware di program ke mikrokontroler dan sudah di *execute* menggunakan *downloader* maka secara otomatis program sudah masuk ke mikrokontroler.

4.2.7 Hasil Pengujian Sensor *Capasitif Proximity* dan Sensor HC-SR04

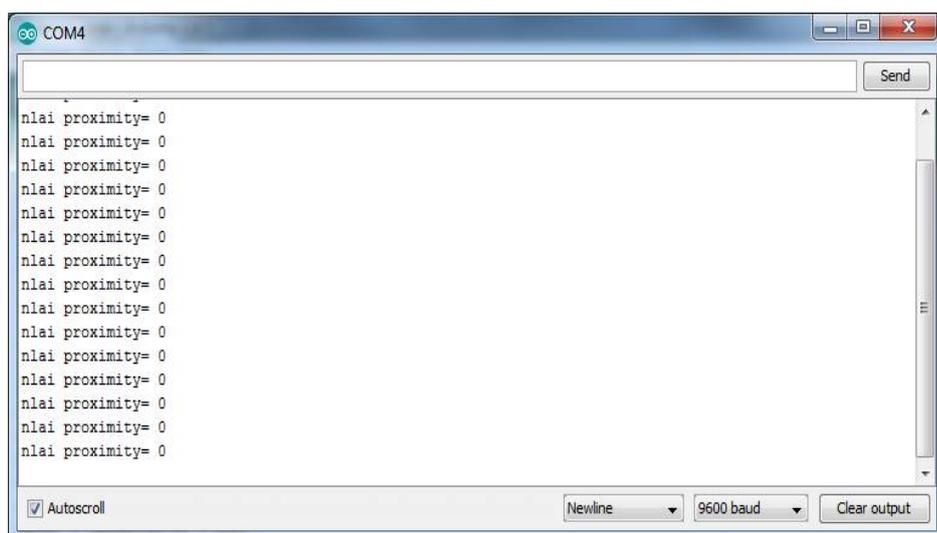
Adapun hasil pengujian pemisah sampah organik dan anorganik dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor *Capasitive Proximity*

Objek	Sensor <i>Capasitive Proximity</i>	Sensor HC-SR04	Motor Servo
Potongan Seng	1	Tidak Terhalang	0 ⁰
Botol Kaleng	1	Tidak Terhalang	0 ⁰
Daun	0	Terhalang	90 ⁰
Potongan Kayu	0	Terhalang	90 ⁰
Kulit Buah	0	Terhalang	90 ⁰



Gambar 4.7 Nilai Sensor *Capacity Proximity* Ketika Sampah Anorganik



Gambar 4.8 Nilai Sensor *Capacity Proximity* Ketika Sampah Organik

4.2.8 Hasil Pengujian Motor Servo

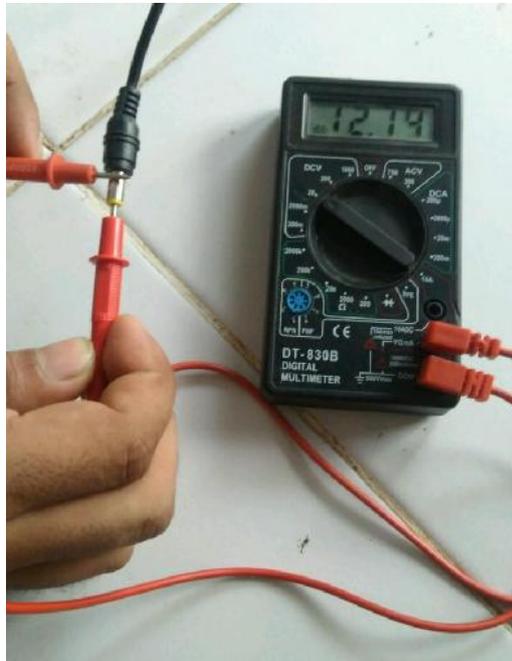
Pada hasil pengujian ini dilakukan pengujian dengan memasukan sampah organik dan sampah anorganik pada tempat sampah otomatis pemisah sampah organik dan sampah anorganik maka daya yang dikeluarkan motor servo pada saat alat bekerja, sebagai berikut:



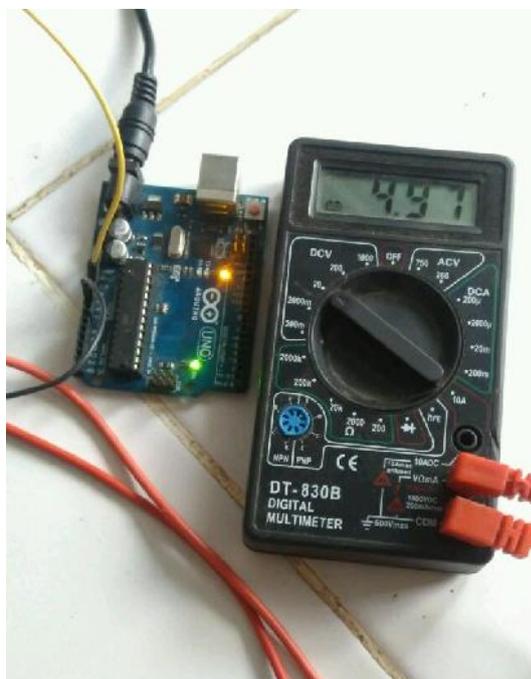
Gambar 4.9 Hasil Pengujian Motor Servo

4.2.9 Hasil Pengujian Adaptor 12 Volt

Adaptor memiliki daya 12 *volt*, tetapi untuk di implementasikan di alat pemisah sampah ini daya 12 *volt* ini harus di ubah menjadi 5 *volt* sesuai dengan daya tampung yang dimiliki *Arduino*. Perubahan 12 *volt* ini menjadi 5 *volt* ini dilakukan pada rangkaian IC Regulator 7805. Berikut ini dapat dilihat hasil pengukuran ketika alat dijalankan.



Gambar 4.10 Hasil Pengujian Adaptor 12 Volt Sebelum di Ubah



Gambar 4.11 Hasil Pengujian Adaptor setelah di ubah dengan IC *Regulator*

4.2.10 Hasil Pengujian Alat Pemisah Sampah

Setelah alat pemisah sampah dibuat dengan beberapa komponen diatas maka alat pemisah sampah harus diuji, apakah alat pemisah sampah tersebut bekerja sesuai dengan fungsinya. Dibawah ini beberapa hasil pengujiannya.

1. Hasil pengujian dengan memasukan sampah anorganik. Seperti gambar dibawah ini.



Gambar 4.13 Sampah Potongan Seng

Setiap sampah anorganik akan masuk pada tempat sampah sebelah kanan.

Seperti gambar dibawah ini :



Gambar 4.14 Hasil Pengujian Alat dengan sampah anorganik

2. Hasil pengujian dengan memasukan sampah organik. seperti gambar dibawah ini :



Gambar 4.15 Sampah Daun



Gambar 4.16 Sampah Potongan Kayu



Gambar 4.17 Sampah Kulit Buah

Setiap sampah organik akan masuk pada tempat sampah sebelah kiri.

Seperti gambar dibawah ini :



Gambar 4.18 Hasil Pengujian Alat dengan sampah organik.

4.2.11 Coding Program

```
int limitswitch = 8; // memuat variable limitswitch ke dalam tipe data intereger pin
8

#include <Servo.h> // memasukkan library motor servo

Servo myservo;

int trigPin = A2; // memuat variable trigPin ke dalam tipe data intereger pin A2

int echoPin = A1; // memuat variable echoPin ke dalam tipe data intereger pin A1

long duration, cm, meter; // convert jarak kedalam cm dan meter

void setup() { // program utama yang dijalankan
```

```
Serial.begin(9600); // mengaktifkan serial monitor

pinMode(limitswitch,INPUT);//memilih pin limitswitch sebagai pin input

myservo.attach(5); // memilih pin 5 sebagai output motor servo

pinMode(trigPin, OUTPUT);//memilih pin trigPin sebagai pin output

pinMode(echoPin, INPUT);//memilih pin echo sebagai pin input

}

void loop() { //program perulangan

    digitalWrite(trigPin, LOW);// trighPin bernilai LOW

    delayMicroseconds(5); // waktu tunda 5 milisecon

    digitalWrite(trigPin, HIGH);// trighPin bernilai HIGH

    delayMicroseconds(10);// waktu tunda 10 milisecon

    digitalWrite(trigPin, LOW);// trighPin bernilai LOW

    pinMode(echoPin, INPUT);//memilih pin echoPin sebagai pin input

    duration = pulseIn(echoPin, HIGH); // echoPin bernilai HIGH

    cm = (duration/2) / 29.1;// convert jarak kedalam cm

    meter = (duration/2) / 100;// convert jarak kedalam meter
```

```
delay(500);// waktu tunda 500 milisecon

int val = digitalRead(limitswitch); // membaca nilai limitswitch

if( val == 1 ){ // jika limitswitch bernilai 1

    myservo.write(90); // motor servo menjadi 90 derajat

    delay(300); // waktu tunda 300 milisecon

}

else { // jika limitswitch bernilai 0 (kebalikan dari logika if diatas)

    myservo.write(0); // motor servo menjadi 0 derajat

    delay(300); // waktu tunda 300 milisecon

}

if(cm<=8){ // jika nilai sensor jarak <=8

myservo.write(180); // motor servo menjadi 180 derajat

delay(300); // waktu tunda 300 milisecon

}

delay(300); // waktu tunda 300 milisecon

}
```

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan tahap perancangan dan pembuatan sistem kerja alat yang kemudian dilanjutkan dengan tahap pengujian dan analisa maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. *Arduino Uno* berfungsi sebagai penerima *input* hasil pembacaan sensor, pengolah data, dan pengontrol *output* pada sistem alat.
2. Sistem kerja alat pemisah sampah ini adalah ketika sampah yang mengandung bahan logam menyentuh Sensor *Capasitive Proximitive* motor servo akan langsung bergerak pada posisi 0%, dan ketika yang dimasukkan berupa sampah dedunan atau organik ada syaratnya yaitu sampah organik ini harus setara atau menghalangi sensor HCSR-04 supaya bisa terdeteksi dan motor servo langsung bergerak pada posisi 180%.

5.2 Saran

Setelah melakukan tahap perancangan dan pembuatan sistem kerja alat yang kemudian dilanjutkan dengan tahap pengujian dan analisa maka ada saran yang penulis lampirkan sebagai berikut :

1. Diharapkan alat ini bisa dikembangkan untuk menampung lebih banyak jenis sampah.
2. Diharapkan Alat ini bisa digunakan di luar ruangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A. (2018). Pembangunan Model Electronic Government Pemerintahan Desa Menuju Smart Desa. *Jurnal Teknik dan Informatika*, 5(1), 1-5.
alauddin.ac.id/index.php/Jurisprudentie/article/view/3661/5487
- Anorganik Dengan Metode Work Samplin. Hal 282. ISSN 2085-9902.
- Badawi, A. (2018). Evaluasi Pengaruh Modifikasi Three Pass Protocol Terhadap Transmisi Kunci Enkripsi.
- Cahyawati, Amanda Nur. 2016. Analisis Pemanfaatan Tong Sampah Organik Dan
- Dhany, H. W., Izhari, F., Fahmi, H., Tulus, M., & Sutarman, M. (2017, October). Encryption and decryption using password based encryption, MD5, and DES. In *International Conference on Public Policy, Social Computing and Development 2017 (ICOPOSDev 2017)* (pp. 278-283). Atlantis Press.
- Fuad, R. N., & Winata, H. N. (2017). Aplikasi Keamanan File Audio Wav (Waveform) Dengan Terapan Algoritma Rsa. *Infotekjar: Jurnal Nasional Informatika Dan Teknologi Jaringan*, 1(2), 113-119.
- Hariyanto, E., & Rahim, R. (2016). Arnold's cat map algorithm in digital image encryption. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 5(10), 1363-1365.
- Hendrawan, J. (2018). Rancang Bangun Aplikasi Mobile Learning Tuntunan Shalat. *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science*, 1(1), 44-59.
<http://ejournal.uin->
<http://journal.uin->
<http://repository.usu.ac.id/>
<https://journal.uui.ac.id/ajie/article/download/7898/6907>
<https://journal.uui.ac.id/ajie/article/download/7898/6907>
- Juniati, Fransiska Baringbing. 2016. *Alat Pengukur Kekentalan Cairan Pada Minyak Goreng Dengan Sensor Photodiode Berbasis Atmega8*. Hal 21.
<http://repository.usu.ac.id/>

- Justicia, Varia. 2016. Mengefektifkan Pemisahan Jenis Sampah Sebagai Upaya Pengelolaan Sampah Terpadu Di Kota Magelang. Vol 12 No. 16
<http://dkpt.magelangkota.go.id/bidang/kebersihan>
- Kahfi, Ashabul. 2017. *Tinjauan Terhadap Pengelolaan Sampah*. No.4. 36 – 38.
- Kurnia, D. (2017). Analisis QoS Pada Pembagian Bandwidth Dengan Metode Layer 7 Protocol, PCQ, HTB Dan Hotspot Di SMK Swasta Al-Washliyah Pasar Senen. CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science), 2(2), 102-111.
- Kurnia, D., Dafitri, H., & Siahaan, A. P. U. (2017). RSA 32-bit Implementation Technique. *Int. J. Recent Trends Eng. Res*, 3(7), 279-284.
- Madya Makassar Dan Prospek Pengembangannya. Vol 5. Hal 3. ISSN
- Mariance, U. C. (2018). Analisa dan Perancangan Media Promosi dan Pemasaran Berbasis Web Menggunakan Work System Framework (Studi Kasus di Toko Mandiri Prabot Kota Medan). *Jurnal Ilmiah Core IT: Community Research Information Technology*, 6(1).
- Maulana, Taufik. 2015. Sosialisasi Sampah Organik Dan Non Organik Serta Pelatihan Kreasi Sampah. *Jurnal Inovasi Dan Kewirausahaan*. Vol 4. Hal
- Mega, Septia Rasinta. 2014. *Alat Ukur Massa Jenis Udara Berbasis Arduino*. Hal 10.
- Pengantar Elektronika dan Instrumentasi. 2014 Hal 8. Andi Yogyakarta:
- Puspita, Putri Sari. 2014. Moving Text Menggunakan Dot Matriks 8 x 8 Berbasis Mikrokontroler Atmega 32A. Hal 12. <http://repository.usu.ac.id/>
- Putri, N. A. (2018). Sistem Pakar untuk Mengidentifikasi Kepribadian Siswa Menggunakan Metode Certainty Factor dalam Mendukung Pendekatan Guru. *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science*, 1(1), 78-90.
- Rahim, R., Aryza, S., Wibowo, P., Harahap, A. K. Z., Suleman, A. R., Sihombing, E. E., ... & Agustina, I. (2018). Prototype file transfer protocol application for LAN and Wi-Fi communication. *Int. J. Eng. Technol.*, 7(2.13), 345-347.
- Rahmat, Ajang. 2014. *Jenis – Jenis Mikrokontroler Arduino*. Diakses Tanggal 16 April, jam 9:04 PM, dari URL. <https://kelasrobot.com/jenis-jenis-microcontroller-arduino/>

- Rambo, alex simatupang. 2015. Penggunaan sensor proximity jenis kapasitif dalam operasi crane pengganti anoda di unit reduction plant pt. Inalum kuala tanjung asahan. Hal 10. <http://repository.usu.ac.id/>
- Ruwaida, D., & Kurnia, D. (2018). Rancang Bangun File Transfer Protocol (FTP) dengan Pengamanan Open SSL pada Jaringan VPN Mikrotik di SMK Dwiwarna. CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science), 3(1), 45-49.
- Sarif, M. I. (2017). Penemuan Aturan yang Berkaitan dengan Pola dalam Deret Berkala (Time Series).
- Sihombing, Junita. 2016. Sistem Pengukuran Kedalaman Air Menggunakan Sensor Hcsr 04 Berbasis Arduino. Hal 20. <http://repository.usu.ac.id/>
- Sihombing, Junita. 2016. *Sistem Pengukuran Kedalaman Air Menggunakan Sensor Hcsr 04 Berbasis Arduino*. Hal 22. <http://repository.usu.ac.id/>
- Sitorus, Z., Saputra, K, S., Sulistianingsih, I. (2018) C4.5 Algorithm Modeling For Decision Tree Classification Process Against Status UKM.
- Sumartono, I., Siahaan, A. P. U., & Mayasari, N. (2016). An overview of the RC4 algorithm. IOSR J. Comput. Eng, 18(6), 67-73.
suska.ac.id/index.php/SNTIKI/article/viewFile/2801/1728
- Zubair, Achmad. Dkk. 2011. Studi Karakteristik Sampah Rumah Tangga Di Kota