



TUGAS AKHIR - TF145565

**RANCANG BANGUN PENGENDALIAN LEVEL BAKTERI
KATALISATOR UNTUK BAHAN PEMBUATAN PUPUK
KOMPOS PADA *FERTILIZER MAKER***

**RAHMA AYU IMAS
NRP. 2413031061**

**DOSEN PEMBIMBING
DETAK YAN PRATAMA ST, MSc**

**PROGRAM STUDI D3 METROLOGI DAN INSTRUMENTASI
JURUSAN TEKNIK FISIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2016**



FINAL PROJECT - TF145565

**CONTROL LEVEL DESIGN OF BACTERIA MATERIALS
CATALYST FOR COMPOSTING FERTILIZER MAKER**

**RAHMA AYU IMAS
NRP. 2413031061**

**SUPERVISOR
DETAK YAN PRATAMA ST, MSc**

**STUDY PROGRAM D3 METROLOGY AND INSTRUMENTATION
DEPARTMENT OF ENGINEERING PHYSICS
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA 2016**

**RANCANG BANGUN PENGENDALIAN LEVEL
BAKTERI KATALISATOR UNTUK BAHAN
PEMBUATAN PUPUK KOMPOS PADA
FERTILIZER MAKER**

TUGAS AKHIR

Oleh :

**Rahma Ayu Imas
NRP. 2412 031 061**

**Surabaya, Juli 2016
Mengetahui / Menyetujui**

Dosen Pembimbing I



**Detak Yan Pratama, ST, MSc
NIP. 19840101 201212 1 002**

**Ketua Jurusan
Teknik Fisika FTI-ITS**



**Agus Muhammad Hata, ST, MSi, Ph.D
NIP. 19780902 200312 1 002**

**Ketua Program Studi
DIII Metrologi dan Instrumentasi**



**Dr. Ir. Parwadi Agus D. MSc.
NIP. 19620822 198803 1 001**

**RANCANG BANGUN PENGENDALIAN LEVEL
BAKTERI KATALISATOR UNTUK PEMBUATAN
PUKUP KOMPOS PADA FERTILIZER MAKER**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada
Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi
Jurusan Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Rahma Ayu Imas
NRP. 2413 031 061

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Detak Yan Pratama, ST, MSc (Pembimbing I)
2. Arief Abdurrakhman, ST, MT (Ketua Penguji)
3. Dr. Ir. Purwadi Agus D, MSc (Penguji I)
4. Ir. Harsono Hadi MT, Ph.D (Penguji II)
5. Ir. Roekmono, MT (Penguji III)
6. Murry Raditya, ST, MT (Penguji IV)

SURABAYA
JULI 2016

**RANCANG BANGUN PENGENDALIAN LEVEL
BAKTERI KATALISATOR UNTUK BAHAN
PEMBUATAN PUPUK KOMPOS PADA *FERTILIZER*
*MAKER***

Nama : Rahma Ayu Imas
NRP : 2413031061
Jurusan : Prodi D3 Metrologi dan Instrumentasi
Dosen Pembimbing : Detak Yan Pratama, ST, MSc

Abstrak

Untuk mendapatkan hasil kompos yang terbaik dan untuk mempercepat proses pengomposan, EM4 serta molase harus dicampurkan dengan takaran tertentu. Untuk mempermudah penakaran EM4, molase, dan air maka dibuat sistem pengendalian level bakteri katalisator untuk pembuatan pupuk kompos dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno . Dimana setiap cairan (EM4, molase, dan air) berada pada *setpoint* yang terbaca oleh sensor HC-SR04 akan memberikan perintah membuka ataupun menutup pada aktuator *solenoid valve*. Dari data pengujian didapatkan nilai ketidakpastian pengukuran sebesar 0,063, ketidakpastian regresi sebesar 0,323, ketidakpastian resolusi sebesar 0,289, ketidakpastian cakupan sebesar 0,345, dan ketidakpastian diperluas sebesar 0,589. Sehingga didapat nilai akurasi sensor sebesar 99,6%. Respon sistem dari pengendalian level dengan *set point* 1cm yaitu rise time 0-3 detik dan setling time 3 detik, *set point* 3cm rise time 0-16 detik dan setling time 19 detik, *set point* 4cm rise time 0-23 detik dan setling time 29 detik, *set point* 6cm rise time 0-41 detik dan setling time 41 detik.

Kata Kunci : Bakteri katalisator, Sistem pengendalian level, sensor HC-SR04, Mikrokontroler Arduino Uno, Karakteristik statik, Respon sistem

CONTROL LEVEL DESIGN BACTERIA MATERIALS CATALYST FOR COMPOSTING FERTILIZER MAKER

Name : Rahma Ayu Imas
NRP : 2413031061
Departement : *Diploma of D3 Metrology and Instrumentasi*
Advisor Lecturer : Detak Yan Pratama, ST, MSc

Abstract

To get the result compost the best and to accelerate the process pengomposan , em4 and molasses have to get mixed with certain correct balance .To make it easy for penakaran em4 , molasses , and water then made a control system the level of bacteria catalyst for the manufacture of fertilizers compost with using mikrokontroller arduino uno .Which determines that a liquid (em4 , molasses , and water is located on setpoint being illegible by the sensors hc-sr04 will give a command opening or closing in on a solenoid valve actuator .From the data was obtained the value of testing uncertainty 0,063 the measurement of as much as , uncertainty regression 0,323 as much as , uncertainty sebesarr 0,289 resolution , uncertainty 0,345 the scope of as much as , and the uncertainty of 0,589 expanded .Until they reached the value of the accuracy of sensor 99.6 % .Response system of the level of control with set point 1cm namely rise time 3-0 defeat seconds and setling time in three seconds , 3cm set point rise time 0-16 seconds and setling time 19 seconds , set point 4cm rise time 0-23 and setling time 29 seconds, set point 6cm rise time 0-41 seconds and setling time 41 seconds.

Key Word : *Bacteria catalist, Level cntrolling system, sensors HC-SR04, Microcontroller Arduino Uno, Static characteristic, Response system*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pupuk Kompos	5
2.2 EM4 (<i>Effective Microorganism 4</i>)	8
2.3 Molase	10
2.4 Pengendalian <i>on-off</i>	12
2.5 Arduino Uno	14
2.6 Solenoid Valve	15
2.7 Sensor Level Ultrasonik HC-SR04	16
2.8 Motor DC	17
2.9 Relay	18
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	
3.1 Blok Diagram Perancangan Alat	21
3.2 Studi Literatur	22
3.3 Perancangan Sistem Pengendalian Level	22
3.4 Perancangan LCU (<i>Local Control Unit</i>)	28

3.5 Perancangan Display LCD	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Rancang Bangun.....	31
4.2 Pengujian Sensor Level Ultrasonik	32
4.3 Pengujian Sistem.....	34
4.4 Pengujian Respon Sistem Pengendalian Level.....	39
4.4 Pengujian Kalibrasi Sensor	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Pengujian Sensor Level.....	33
Tabel 4.2 Data Pengujian Sistem	35
Tabel 4.3 Pengujian sistem dengan keadaan awal level 2	37
Tabel 4.4 Pengujian siste, keadaan awal level 4.....	38
Tabel 4.5 Kalibrasi Pemeriksaan Skala	42
Tabel 4.6 Data Perhitungan Untuk Nilai UA_1	43
Tabel 4.7 Data Perhitungan Untuk Nilai UA_2	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 EM4.....	10
Gambar 2.2 Molase Black Strap	12
Gambar 2.3 Diagram Blok Sistem Pengendalian Otomatis ..	13
Gambar 2.4 Arduino Uno.....	14
Gambar 2.5 Solenoid Valve	15
Gambar 2.6 Diagram Waktu Sensor HC-SR04	17
Gambar 2.7 Rangkaian sensor HC-SR05 dengan Arduino UNO.....	17
Gambar 2.8 Motor DC 12V.....	18
Gambar 2.9 Relay 6 <i>channel</i>	19
Gambar 3.1 Flowchart Perancangan Alat	21
Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem Penendalian Alat	22
Gambar 3.3 Rangkaian sensor HC-SR04 dengan Arduino UNO.....	24
Gambar 3.4 Rangkaian relay dan Arduino UNO	24
Gambar 3.5 <i>Flowchart</i> Program	25
Gambar 3.6 Contoh Tampilan Program Arduino.....	26
Gambar 3.7 Desain Alat <i>Fertilizer Maker</i>	27
Gambar 3.8 PFD Mekanik <i>Fertilizer Maker</i>	28
Gambar 3.9 Rangkaian LCD dan Arduino	29
Gambar 4.1 <i>Fertilizer Maker</i>	31
Gambar 4.2 Respon Level Terhadap Pnambahan Cairan	33
Gambar 4.3 Respon Pembacaan Sensor Terhadap Penambahan Cairan.....	34
Gambar 4.4 (a) Relay <i>Solenoid</i> I menyala (b) Display level pada LCD.....	35
Gambar 4.5 (a) Relay <i>solenoid</i> II menyala (b) Display level pada LCD	36
Gambar 4.6 (a) Relay <i>solenoid</i> III menyala (b) Display level	

	pada LCD	36
Gambar 4.7	(a) Relay <i>solenoid</i> IV menyala (b) Display level pada LCD.....	37
Gambar 4.8	Grafik respon sistem pengendalian level (sp=1cm) berdasarkan waktu.....	38
Gambar 4.9	Grafik respon sistem pengendalian level (sp=3cm) berdasarkan waktu.....	39
Gambar 4.10	Grafik respon sistem pengendalian level (sp=4cm) berdasarkan waktu.....	40
Gambar 4.11	Grafik respon sistem pengendalian level (sp=6cm) berdasarkan waktu.....	41
Gambar 4.8	Grafik Ketidakpastian Respon Sistem Pengendalian Level.....	46

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini penggunaan pupuk organik/ kompos sudah banyak ditinggalkan. Masyarakat terutama petani banyak beralih menggunakan pupuk kimia. Pupuk kimia dapat merusak keseimbangan unsur hara dalam tanah dan dapat menurunkan pH tanah. Oleh karena itu diperlukan pupuk organik untuk membantu upaya pemulihan kesuburan tanah. Di dalam pembuatan pupuk organik, bakteri merupakan salah satu mikroorganisme yang berperan penting dalam pembuatannya. Bakteri digunakan sebagai akselerator pembusukan bahan kompos serta penghasil nutrisi baik yang bermanfaat bagi tumbuhan. Saat ini telah ditemukan EM4 (*Effective Microorganism 4*) yang mengandung mikroorganisme fermentasi. Kompos yang dihasilkan dengan cara ini ramah lingkungan, berbeda dengan pupuk yang berasal dari zat kimia. Dalam praktiknya, bakteri fermentasi juga memerlukan zat tambahan lain untuk mempercepat pertumbuhan serta perkembangan biakannya. Salah satu zat yang dapat meningkatkan kinerja mikroorganisme fermentasi yaitu molase (Yuniawati,2012). Molase merupakan sisa dari proses pengkristalan gula pasir. Untuk mendapatkan hasil kompos yang terbaik dan untuk mempercepat proses pengomposan, EM4 serta molase harus dicampurkan dengan takaran tertentu yang selanjutnya akan diencerkan dengan air. Untuk bisa mendapatkan takaran yang tetap pada beberapa kali pembuatan, maka diperlukan penelitian untuk dapat mengendalikan level campuran antara EM4, molase dan air dari campuran tersebut.

Pada program studi D3 metrologi dan instrumentasi terdapat mata kuliah *mikrokcontroller*, sistem instrumentasi industri, dan teknik otomasi, tiga mata kuliah ini saling berkaitan. Solusi yang

berkaitan dengan permasalahan pembuatan pupuk konvensional adalah dengan cara membuat rancang bangun yang memiliki konsep pengendalian level yang mempunyai *setpoint* berupa *range* level campuran bakteri dan memberikan sinyal *feedback* yang menjalankan actuator berupa solenoid valve. Tujuan solenoid valve ini adalah agar mengetahui level campuran tidak keluar dari *range* yang ditentukan. Yang selanjutnya akan dilakukan *mixing* proses. Oleh karena itu solusi dalam bentuk “RANCANG BANGUN PENGENDALIAN LEVEL BAKTERI KATALISATOR UNTUK BAHAN PEMBUATAN PUPUK KOMPOS PADA *FERTILIZER MAKER*” ini dapat dijadikan judul tugas akhir.

1.2 Permasalahan

Permasalahan yang diangkat dalam Tugas Akhir ini yaitu :

- a. Bagaimana merancang alat untuk pengendalian level campuran bakteri katalisator pada *fertilizer maker*?
- b. Bagaimana mengetahui respon sistem pengendalian level campuran bakteri (EM4, molase, dan air) ?

1.3 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir adalah

- a. Merancang alat eksperimen untuk pengendalian level campuran bakteri katalisator pada *fertilizer maker*
- b. Mengetahui respon dari sistem pengendalian level campuran bakteri (EM4, molase, dan air)

1.4 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan penyelesaian masalah pada pengerjaan tugas akhir ini maka batasan masalah yang diangkat adalah sebagai berikut :

- a. Bakteri yang digunakan adalah EM4
- b. Sensor level yang digunakan adalah HC-SR04.
- c. Sampah organik yang digunakan adalah daun kering.
- d. Mode pengendali yang digunakan adalah *on-off*.

1.5 Manfaat

Dalam mengerjakan tugas akhir ini mahasiswa atau penulis dapat paham dan mengerti dalam merancang dan membangun suatu sistem pengendali level bakteri katalisator pada pembuatan pupuk kompos.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

TEORI PENUNJANG

2.1 Pupuk Kompos

Pupuk Kompos adalah salah satu pupuk organik buatan manusia yang dibuat dari proses pembusukan sisa-sisa bahan organik (tanaman maupun hewan). Proses pengomposan dapat berlangsung secara aerobik dan anaerobik pada kondisi lingkungan tertentu. Proses pembuatan kompos sebenarnya meniru proses terbentuknya humus di alam. Namun dengan cara merekayasa kondisi lingkungan, terbentuknya kompos dapat dipercepat pembuatannya, yaitu hanya dalam jangka waktu 28-42 hari. Waktu ini lebih cepat dari waktu terbentuknya humus secara alami. Proses ini disebut juga dekomposisi atau penguraian.

Dekomposisi bahan dilakukan oleh mikroorganisme di dalam bahan itu sendiri dengan bantuan udara. Sedangkan pengomposan secara anaerobik memanfaatkan mikroorganisme yang tidak membutuhkan udara dalam mendegradasi bahan organik. Kompos berguna untuk memperbaiki struktur tanah dengan meningkatkan kandungan bahan organik tanah dan akan meningkatkan kemampuan tanah untuk mempertahankan kandungan air tanah. Aktivitas mikroba tanah yang bermanfaat bagi tanaman akan meningkat dengan penambahan kompos (Sumekto, 2006). Aktivitas mikroba dapat membantu tanaman untuk menyerap unsur hara dari tanah. Adapun sifat dari kompos adalah sebagai berikut :

- a. Memperbaiki struktur tanah berlempung sehingga menjadi ringan
- b. Memperbesar daya ikat tanah berpasir sehingga tanah tidak berderai
- c. Menambah daya ikat air pada tanah
- d. Memperbaiki drainase dan tata udara dalam tanah

- e. Mempertinggi daya ikat tanah terhadap zat hara
- f. Mengandung hara yang lengkap, walaupun jumlah sedikit (jumlah hara ini tergantung dari bahan pembuat pupuk organik)
- g. Membantu proses pelapukan bahan mineral
- h. Memberi ketersediaan bahan makanan bagi mikroba
- i. Menurunkan aktivitas mikroorganisme yang merugikan

Sebagai indikasi pembuatan pupuk kompos, ada beberapa hal yang digunakan sebagai patokan sehingga dapat diketahui tingkat kematangan kompos saat pembuatan. Berikut merupakan syarat kompos dapat dikatakan matang atau siap pakai :

- a. Warna : warna kompos biasanya coklat kehitaman
- b. Aroma : kompos yang baik tidak mengeluarkan aroma yang menyengat, tetapi mengeluarkan aroma lemah seperti bau tanah atau bau humus hutan
- c. Tekstur : Apabila dipegang dan dikepal, kompos akan menggumpal. Apabila ditekan dengan lunak, gumpalan kompos akan hancur dengan mudah.

2.1.1 Pembuatan Pupuk Kompos

Seperti yang kita ketahui begitu mahalnya pupuk bagi tanaman, tak sedikit biaya yang harus dikeluarkan untuk bisa menikmati pupuk buatan pabrik. Pupuk buatan pabrik juga dapat merusak ekosistem tanah pada sekitar tanaman yang diberi pupuk. Berikut adalah cara pembuatan pupuk dari daun kering secara sederhana.

Yang pertama adalah menumpukan sampah dedaunan kurang lebih hingga setinggi 20cm, kemudian tumpukan tersebut ditabur dengan dedak, kapur, serta air. Selanjutnya siram dengan kencing ternak. Kemudian tumpukan diaduk seperti mengaduk semen. Setelah rata tumpukan tersebut didiamkan selama satu minggu tanpa terpapar sinar matahari. Setelah satu minggu, aduk

kembali dan siram dengan air untuk memberi kelembaban yang sesuai. Dilakukan tahap pengecekan setiap satu minggu sampai tekstur pupuk kompos yang diharapkan telah sesuai.

Proses pembuatan pupuk organik secara konservatif membutuhkan waktu 8 – 12 minggu, sedang apabila menggunakan sistem baru (penambahan inokulan/ bakteri pengurai) hanya memerlukan waktu 4 sampai 8 minggu dan hasilnya lebih baik. Dengan adanya cara yang baru, yaitu pemberian inokulan (EM-4) pada pengolahan pembuatan pupuk organik dapat mempercepat dan meningkatkan kualitas pupuk organik.

2.1.2 Pengaruh Bakteri Pada Pembuatan Kompos

Peran bakteri dalam pembuatan kompos yaitu sebagai pengurai yang mampu merombak bahan baku sehingga menjadi bahan yang mudah diserap oleh tanaman. Penguraian dalam kondisi tanpa oksigen (anaerobik), material organik akan menjadi gas amoniak, hidrogen sulfida (H₂S), metana (CH₄) dan senyawa lain yang lebih sederhana. Sementara dalam kondisi cukup oksigen (aerobik), penguraian akan menghasilkan H₂O dan CO₂, serta senyawa lain dalam bentuk nutrisi. Oleh karena itu, keberadaan bakteri jenis saprofit, sangat berperan dalam mineralisasi di alam dan dengan cara tersebut, bakteri menjaga tanah dari sampah dan limbah organik. Tanpa adanya bakteri dalam pembuatan kompos, maka tanah akan penuh oleh sampah organik dan limbah organik, sehingga memperburuk kesehatan tanaman yang ada.

Bakteri dalam pembuatan kompos atau mikroba pengurai, atau dekomposer berfungsi melapukkan atau mendekomposisi sampah organik dan bahan organik (limbah kota, pertanian, peternakan, tinja, urine, sisa makanan, dan material organik lainnya). Pada kondisi kelembaban, suhu, porositas dan aerasi

yang sesuai dengan kebutuhannya, bakteri dalam pembuatan kompos ini akan bekerja terus menerus mendekomposisi material organik dengan cepat.

Cepatnya proses pengomposan sebagai bentuk penguraian kembali bahan organik menjadi material yang sesuai dengan sifat fisik tanah, akan meningkatkan daya tarik dalam pembuatan kompos. Bakteri, yang bekerja tanpa henti, akan menghilangkan kesempatan bakteri patogen, memproduksi amoniak, methan dan H₂S yang merugikan.

Peran mikroorganismenya bakteri dalam pembuatan kompos sebagai perombakan dalam pengolahan sampah dan pembuatan kompos secara sempurna (cepat, higienis, tidak berbau, tidak menghidupkan hewan kecil dan serangga, serta bermutu baik yakni CN ratio < 20, gembur tanpa harus dihancurkan oleh mesin) diperlukan kesesuaian antara alat (media komposter) dan jenis bakterinya sebagai satu kesatuan.

2.2 EM4 (*Effective Microorganism 4*)

EM4 (*Effective Microorganism 4*) pertama kali ditemukan oleh Prof Teruo Higa dari Universitas Ryukyus Jepang. EM4 berupa larutan yang mengandung mikroorganismenya fermentasi dengan jumlah yang sangat banyak. Yaitu sekitar 80 genus dan mikroorganismenya tersebut merupakan bakteri yang dapat melakukan fermentasi terhadap bahan organik. Pada EM4 terdapat lima golongan pokok bakteri mikroorganismenya yaitu bakteri fotosintetik, *Lactobacillus sp.*, *Sacharomyces Sp.*, *Actinomyces sp.*, dan Jamur fermentasi (Indriani, 2007).

Selain berfungsi dalam proses fermentasi, EM4 juga memiliki fungsi lain yaitu :

1. Memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologis tanah.
2. Menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman

3. Menyehatkan, meningkatkan produksi, dan menjaga kestabilan produksi tanaman.
4. Mempercepat pembuatan kompos dari bahan organik.

EM4 berupa larutan berwarna kuning kecoklatan, cairan ini berbau sedap dengan rasa asam manis dan memiliki tingkat keasaman (pH) <3,5. Apabila tingkat keasaman lebih dari 4,0 maka cairan ini tidak dapat digunakan lagi.

EM4 adalah suatu campuran berbagai mikroorganismme menguntungkan yang dapat digunakan sebagai inokulan untuk meningkatkan keragaman mikroba tanah dan dapat memperbaiki kesehatan serta kuaalutas tanah. Fungsi dari masing masing mikroorganisme larutan EM4 adalah sebahai berikut :

a. Bakteri fotosintesis

- Membentuk zat bermanfaat (asam amino, asam nukleik, zat bioaktif, dan gula) bagi sekresi akar tumbuhan, bahan organik, dan gas berbahaya dengan menggunakan sinar matahari sebagai sumber energi. Dapat mempercepat pertumbuhan dan perkembangan tanaman.
- Meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme lainnya.

b. Bakteri Asam Laktat (*Lactobacillus sp*)

- Menghasilkan asam laktat dari gula
- Menekan pertumbuhan mikroorganismee merugikan.
- Menmpercepat perombakan bahan organik.
- Dapat menghancurkan bahan organik (lignin dan selulosa) serta memfermentasikan tanpa menimbulkan pengaruh merugikan akibat bahan organik yang tidak terurai.

c. Ragi (*Sacharomyces sp*)

- Membentuk zat anti bakteri dan bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman dari asam amino dan gula yang dikeluarkan bakteri fotosintesis.
- Meningkatkan jumlah sel aktif dan perkembangan akar

d. *Actinomycetes*

- Menghasilkan zat anti mikroba dari asam amino
- Menekan pertumbuhan jamur dan bakteri.

e. Jamur Fermentasi

- Mengurangi bahan organik secara cepat untuk menghasilkan alkohol, ester, dan zat antimikroba.
- Menghilangkan bau serta mencegah serbuan serangga dan ulat merugikan.

EM4 tidak berbahaya bagi lingkungan karena tidak mengandung mikroorganisme yang secara genetika telah dimodifikasi. Dengan menggunakan EM4 waktu pengomposan dapat dipercepat yakni hanya membutuhkan waktu berkisar 3-5 hari. (Yuwono, 2005). Untuk penggunaan EM4 pada 1 ton sampah organik yakni dengan penambahan 1 liter larutan EM4. Yang mana untuk setiap 1 kg sampah organik hanya membutuhkan 1ml cairan EM4. Sebelum digunakan EM4 harus diaktifkan terlebih dahulu karena mikroorganisme didalam larutan ini dalam keadaan tidur (dorman). Pengaktifan mikroorganisme dapat dilakukan dengan cara memberikan air dan makanan (molase).



Gambar 2.1 EM4^[6]

2.3 MOLASE

Molase adalah produk sampingan dari industri pengolahan gula tebu atau gula bit yang masih mengandung gula dan asam organik. Molase yang hasil dari industri gula tebu di

Indonesia dikenal dengan nama tetes tebu. Kandungan sukrosa dalam molase cukup tinggi, berkisar 48-55%. Tetes tebu didapatkan dari hasil pemisahan dengan kristal gula pada pengolahan gula tebu. Molase dari tebu dapat dibedakan menjadi 3 jenis kelas, yakni molase kelas 1, kelas 2 dan black strap.

- a. Molase kelas 1 didapatkan saat pertama kali jus tebu dikristalisasi. Saat dikristalisasi terdapat sisa jus yang tidak mengristal dan berwarna bening. Maka sisa jus ini langsung diambil sebagai molase kelas 1.
- b. Kemudian molase kelas 2 atau biasa disebut dengan "Dark" diperoleh saat proses kristalisasi kedua. Warnanya agak keoklatan sehingga sering disebut juga dengan istilah "Dark".
- c. Dan molase Black Strap diperoleh dari kristalisasi terakhir. Warna black strap ini memang mendekati hitam (coklat tua) sehingga tidak salah jika diberi nama "Black Strap" sesuai dengan warnanya. Black strap memiliki kandungan zat yang berguna. Zat-zat tersebut antara lain kalsium, magnesium, potasium, dan besi. Black strap memiliki kandungan kalori yang cukup tinggi, karena terdiri dari glukosa dan fruktosa. Berbagai vitamin terkandung pula di dalamnya.

Molase merupakan sumber energi yang cepat untuk berbagai bentuk mikroba dan kehidupan tanah di tumpukan kompos atau tanah. Bahkan molase telah lama menjadi bagian dari produk yang umum digunakan oleh perkebunan organik untuk membawa kesehatan yang lebih besar untuk tanah dan tanaman, karena itu merupakan sumber karbohidrat yang merangsang pertumbuhan mikroorganisme yang menguntungkan. 1 liter molase setara dengan $\frac{1}{2}$ kg gula pasir atau $\frac{1}{2}$ kg gula merah yang dilarutkan. Untuk pembuatan kompos organik, banyak nya molase yaitu sebanding dengan banyak nya cairan EM4 yang digunakan (dosis 1:1). Untuk mencampurkan molase dan EM4 perlu dilakukan

pengenceran terlebih dahulu pada molase karena bentuknya yang sangat kental. Kemudian dicampurkan dengan cairan EM4 dan air secukupnya.

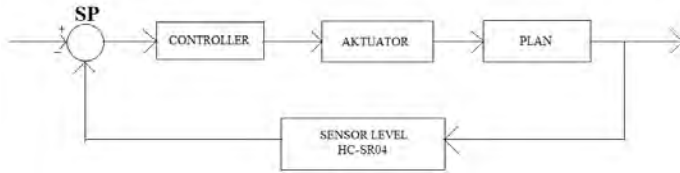
Untuk dapat melakukan pencampuran bahan bahan katalisator (EM4, Molase, dan Air) untuk pembuatan pupuk dengan cara otomatis maka dibutuhkan katup dengan sistem kerja on-off. Sehingga pada saat sebuah sensor membaca level pada tanki *mixing* yang sesuai dosis, katup akan membuka ataupun menutup sesuai kebutuhan.



Gambar 2.2 Molase Black Strap^[7]

2.4 Sistem Pengendalian *On-Off*

Sistem pengendalian dalam instrumen yaitu berfungsi untuk mengendalikan variabel proses sesuai dengan *set point* bisa juga diartikan sebagai kegiatan mengukur, membandingkan, menghitung, merekam dan mengoreksi suatu besaran agar kestabilan proses tetap terjaga. Besaran yang diukur dan dikendalikan dapat berupa *level* atau permukaan, *flow* atau laju alir fluida. *Pressure* atau tekanan, temperatur atau suhu. Pengendalian bertujuan untuk mendapatkan hasil yang maksimal secara kualitas, kuantitas, efisien dan efektifitas dalam proses produksi, dimana pengendalian merupakan usaha pengaturan agar sesuai dengan program kerja yang dikehendaki dan ini dapat dilihat pada diagram blok pada gambar berikut.



Gambar 2.3 Diagram Blok Sistem Pengendalian Otomatis

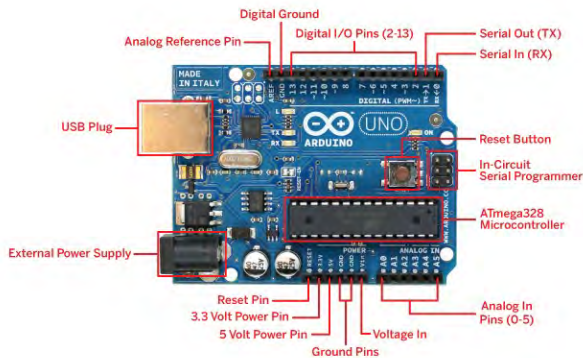
Sistem pengendalian yang digunakan dalam rancang bangun alat kali ini adalah sistem pengendalian *on-off* pengendalian *on/off* hanya bekerja pada dua posisi, yaitu posisi “on” dan posisi “off”. Kalau final control element berupa *control valve*, kerja valve hanya terbuka penuh atau tertutup penuh. Pada system pengendalian *on-off* valve tidak akan pernah bekerja didaerah antara 0 sampai 100%. Karena kerjanya yang *on-off*, hasil pengendalian *on-off* akan menyebabkan proses variable yang bergelombang, tidak pernah konstan. Perubahan proses variable akan seiring dengan perubahan posisi final control element. Besar kecilnya fluktuasi proses variable ditentukan oleh titik dimana controller “on” dan titik dimana “off”. Karena karakteristik kerjanya yang hanya on dan off, controller jenis *on-off* juga sering disebut sebagai *two position controller*, *gap controller* atau *snap controller*.

Kerja pengendalian *on-off* banyak dipakai di system pengendalian yang sederhana karena harganya yang relatif murah. Namun, tidak semua proses dapat dikendalikan secara *on-off* karena banyak operasi proses yang tidak dapat mentolerir fluktuasi proses variable. Jadi, syarat utama untuk memakai pengendali *on-off* bukan untuk menghemat biaya *unit controller* melainkan karena proses memang tidak dapat mentolerir fluktuasi proses variable pada batas-batas kerja pengendalian *on-off*. Aksi pengendalian dari *controller* ini hanya mempunyai dua kedudukan, maksimum atau minimum, tergantung dari variable terkontrolnya, apakah lebih besar atau lebih kecil dari *set poin*.

2.5 Arduino UNO

Arduino adalah pen gendali mikro single-board yang bersifat open-source, diturunkan dari *Wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor Atmel AVR dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri.

Arduino adalah sebuah board mikrokontroler yang berbasis ATmega328. Arduino memiliki 14 pin input/output yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 analog input, crystal osilator 16 MHz, koneksi USB, jack power, kepala ICSP, dan tombol reset. Arduino mampu men-support mikrokontroler; dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB.^[1]



Gambar 2.4 Arduino Uno^[2]

Dalam penugasan kali ini arduino digunakan sebagaimana fungsinya yaitu sebagai mikrokontroler yang menghubungkan antara sensor dengan solenoid valve dan motor dc sebagai aktuator. Dimana sensor akan memberikan sinyal ultrasonik dari pin trigger kemudian diterima oleh arduino pada pin echo. Kemudian akan menunjukkan level cairan. Pada saat sensor membaca level dengan nilai tertentu maka arduino akan mengaktifkan aktuator berupa solenoid sampai batas level yang

diinginkan tercapai. Setelah itu saat level tertinggi telah tercapai semua aktuator berupa solenoid akan dinon-aktifkan oleh mikrokontroller, baru pada saat itu aktuator motor dc akan diaktifkan oleh arduino untuk menggerakkan pengaduk pada tanki pencampur.

2.6 Solenoid Valve

Solenoid Valve merupakan katup yang digerakan oleh energi listrik melalui solenoida, mempunyai kumparan sebagai penggerakannya yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC. Prinsip kerja dari solenoid valve yaitu katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggerakannya dimana ketika koil mendapat supply tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston pada bagian dalamnya ketika piston bertekanan yang berasal dari supply.

Sistem kerja solenoid valve yaitu on-off. Pada pencampuran katalisator, digunakan sebagai katup otomatis yang akan membuka ataupun menutup sesuai intruksi dari mikrokontoller yang telah menerima data dari sensor level pada *mixing tank*.

Dibutuhkan 4 buah solenoid valve, satu untuk katup pada penampungan EM4, satu untuk katup pada penampungan Molase, satu untuk katup penampungan air, dan terakhir untuk katup penampungan hasil campuran yang telah siap untuk di semprotkan pada tumpukan bahan organik.



Gambar 2.5 Solenoid Valve

Untuk dapat menyambungkan solenoid maupun motor dc dengan arduino maka dibutuhkan rangkaian tambahan berupa rangkaian switch. Dimana rangkaian tersebut menggunakan relay.

2.7 Sensor Level Ultrasonik HC-SR04

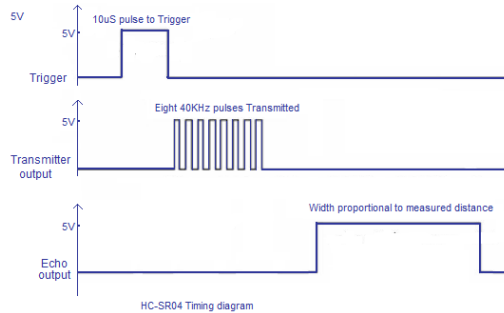
Sensor ultrasonik adalah sensor yang mengirimkan gelombang suara dan kemudian memantau pantulannya sehingga dapat digunakan untuk mengetahui jarak antara sensor dengan objek yang memantulkan kembali gelombang suara tersebut. Salah satu sensor yang sering dipakai dalam melakukan eksperimen adalah HC-SR04. Jarak yang bisa terdeteksi antara 2cm hingga 400cm, dengan tingkat presisi sebesar 0,3cm. sudut deteksi yang bisa ditangani adalah tidak lebih dari 15°. Arus yang diperlukan yaitu 2mA dan tegangan yang dibutuhkan sebesar 5V.

Sensor ini memiliki 4 pin yaitu Vcc untuk dihubungkan pada tegangan 5V, Trig sebagai pengirim gelombang suara, Echo sebagai penerima pantulan gelombang suara, dan GND untuk dihubungkan pada ground. Jarak antara sensor dan objek yang memantulkan gelombang suara dihitung dengan rumus :

$$\text{Jarak} = \text{kecepatan suara} * T / 2$$

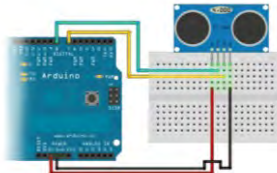
dimana, T adalah waktu tempuh saat sinyal ultrasonik dipancarkan hingga kembali dengan kecepatan 344m/s

Sensor ini membutuhkan sinyal logika "1" pada pin Trig dengan durasi 10 mikrodetik (us) untuk mengaktifkan rentetan (burst) 8x40 KHz gelombang ultrasonik pada elemen pembangkitnya. Kemudian pin Echo akan berlogika "1" setelah 8x40 KHz tadi, dan otomatis akan berlogika "0" saat gelombang pantulan diterima oleh elemen pendeteksi gelombang ultrasonik.



Gambar 2.6 Diagram Waktu Sensor HC-SR04

Pada tugas akhir kali ini sensor HC-SR04 digunakan sebagai sensor level dari kata lisator pembuatan pupuk (EM4, Molase, dan air). Yang kemudian pada level tertentu digunakan sebagai setpoint aktuator (solenoid valve dan motor dc) untuk on atau off. Berikut merupakan gambar rangkaian sensor ultrasonik HC-SR04 dengan arduino UNO



Gambar 2.7 Rangkaian sensor HC-SR05 dengan Arduino UNO

2.8 Motor DC

Motor DC adalah sebuah motor listrik yang bekerja dengan cara mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor DC memiliki kumparan medan yang disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar yang disebut rotor (bagian yang berputar). Prinsip kerja pada Motor DC adalah jika arus lewat pada suatu konduktor, timbul medan magnet di sekitar konduktor. Medan magnet hanya terjadi di sekitar sebuah konduktor jika ada

arus mengalir pada konduktor tersebut. Arah medan magnet ditentukan oleh arah aliran arus pada konduktor.

Motor DC pada pengerjaan tugas akhir kali ini digunakan sebagai penggerak dari batang pengaduk yang berada pada tanki penyampur. Motor dc akan mulai bekerja pada saat level yang di berada pada setpoint terpenihi dan semua solenoid valve dalam keadaan off. Motor DC akan bekerja memutar batang pengaduk selama 10menit, setelah itu motor dc kan berhenti.



Gambar 2.8 Motor DC 12V

2.9 Relay

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakan oleh arus listrik. Secara prinsip, relay merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (solenoid) disekatnya. Ketika solenoid dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada solenoid sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali ke posisi semula dan kontak saklar kembali terbuka.

Konfigurasi dari kontak-kontak relay ada dua jenis, yaitu :

- *Normally Open (NO)*, apabila kontak-kontak tertutup saat relay dicatu
- *Normally Close (NC)*, apabila kontak-kontak terbuka saat relay dicatu



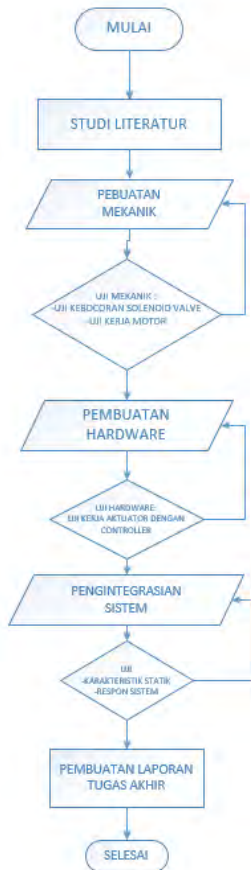
Gambar 2.9 Relay 6 channel

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Blok Diagram Perancangan Alat

Konsep dasar pada perancangan dan pembuatan sistem pengendalian Level dilakukan dengan tahap-tahapan seperti pada flowchart dibawah ini.



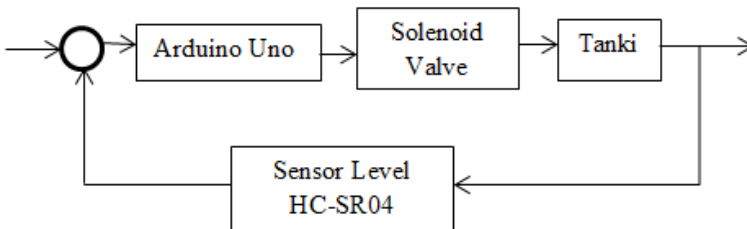
Gambar 3.1 Flowchart Perancangan Alat

3.2 Studi Literatur

Dalam pembuatan alat pengendalian Level, diawali dengan melakukan studi literatur mengenai perancangan alat dan teori pengendalian agar didapatkan pemahaman terhadap materi yang menunjang tugas akhir. Sumber literatur didapatkan dari buku-buku pendukung, website, dan jurnal ilmiah sebagai media informasi penunjang tugas akhir.

3.3 Perancangan Sistem Pengendalian Level

Rancang bangun sistem pengendalian Level Bakteri Katalisator pada *Fertilizer Maker* menggunakan inputan level bakteri didalam tangki pencampur yang kemudian data tersebut akan dimasukkan kedalam controller. Controller yang digunakan Arduino Uno ATmega328 kemudian controller mengirimkan perintah kedalam actuator yang berupa solenoid valve yang digunakan untuk mengalirkan bakteri cair dari tangki penampungan ke tangki pencampuran bakteri katalisator. Dalam sistem pengendalian ini menggunakan sensor Level Ultrasonik HC-SR04 yang berfungsi mengetahui berapa level cairan dalam tangki pada proses ini dapat dilihat dalam diagram blok sebagai berikut:



Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem Penendalian Alat

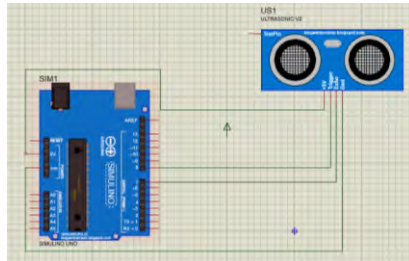
Gambar 3.2 di atas adalah gambar blok diagram sistem pengendalian level pada *Fertilizer Maker* yang terdiri dari Mikrokontroler Arduino Uno ATmega328 sebagai controller bermode on off . Solenoid valve sebagai aktuator, tangki sebagai tempat pemrosesan dan sensor level HC-SR04 sebagai sensor atau transmitter.

Ketinggian cairan yang berada dalam tangki pencampur bakteri katalisator akan dideteksi oleh sensor level, lalu sensor level akan mengirimkan data sensor ke mikrokontroller dan diolah kembali oleh mikrokontroller. Untuk menyalakan atau mematikan solenoid valve disini digunakan 3 set point sebesar < 33 cm untuk menyalakan *solenoid valve* kedua dan mematikan *solenoid valve* pertama, <32 cm untuk menyalakan *solenoid valve* ketiga dan mematikan *solenoid valve* kedua, <28 cm untuk mematikan *solenoid valve* ketiga dan menyalakan *solenoid valve* ke-empat serta *booster pump* untuk menyemprotkan campuran bakteri katalisator pada tabung *Fertilizer Maker*.

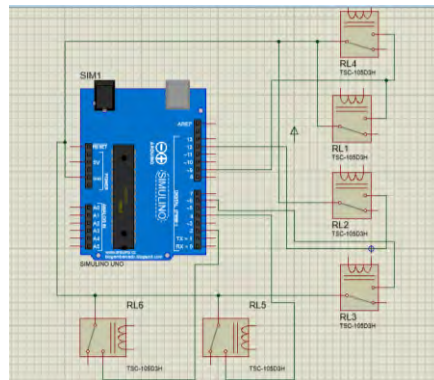
Perancangan sistem dan pembuatan alat sistem pengendalian Level terdiri dari pembuatan *hardware*, pembuatan *software*, serta pembuatan mekanik alat. *Hardware* dan *software* yang telah dibuat kemudian diintegrasikan melalui mikrokontroller. Selanjutnya diintegrasikan dengan mekanik alat sistem pengendalian level agar dapat bekerja.

3.3.1 Pembuatan *Hardware*

Pada pembuatan *hardware* dimulai dari mengintegrasikan sensor Ultrasonik ke *arduino uno* yang berfungsi sebagai kontroler. Kemudian keluaran (*output*) *arduino uno* akan diteruskan ke rangkaian *driver relay*. Rangkaian *driver relay* berfungsi sebagai switch yang akan mengaktifkan solenoid valve sebagai aktuator. Penggunaan *driver relay* sendiri dikarenakan agar *booster pump* dan *solenoid valve* dapat tersambung dan dapat menerima perintah dari mikrokontroller.



Gambar 3.3 Rangkaian sensor HC-SR04 dengan Arduino UNO



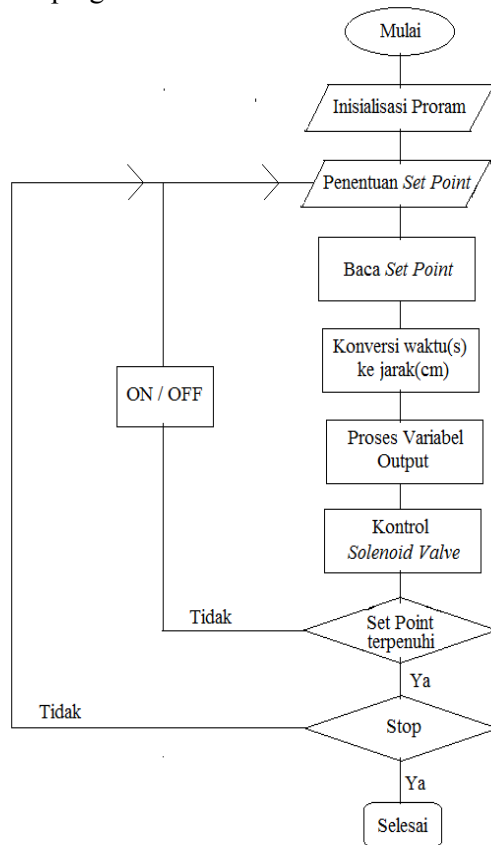
Gambar 3.4 Rangkaian relay dan Arduino UNO

Fungsi utama dari rangkaian relay ini adalah sebagai pengaktif device selanjutnya. Yang mana device selanjutnya berupa *solenoid valve*, motor dc, dan *booster pump*. Relay akan aktif apabila coil mendapat tegangan sebesar 5V. Saat coil aktif maka com akan dapat merubah keadaan dari NO (*Normally Open*) menjadi NC (*Normally Close*).

3.3.2 Pembuatan *Software*

Di dalam mengendalikan level air pada tangki, *arduino uno* berfungsi mengaktifkan atau mematikan *solenoid valve* saat tinggi air (level) dalam tangki pencampur telah memenuhi persyaratan yang telah ditentukan. Persyaratan tersebut adalah, 3 buah *solenoid valve* akan aktif (kondisi *on*) saat ketinggian level air

dalam tangki pencampur sama dengan atau lebih dari 2 cm, 4 cm, 14 cm (pembacaan oleh sensor *ultrasonik*) dan motor dc sebagai aktuator dari batang pengaduk akan aktif (kondisi *on*) saat ketinggian level air dalam tangki pencampur sama dengan 14 cm. Motor bekerja atau dalam keadaan aktif selama 10 menit. Setelah motor dalam keadaan tidak aktif (*off*) maka *solenoid valve* ke-4 akan membuka (kondisi *on*) sehingga campuran bakteri dapat mengalir menuju drum penampungan kompos. Berikut adalah *flowchart* dari program.



Gambar 3.5 *Flowchart* Program

Berikut merupakan tampilan pembuatan program penendalian level bakteri katalisator dengan menggunakan software Arduino

```

sketch_may30a
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  digitalWrite (TrigPin, LOW);
  delayMicroseconds (1000);
  digitalWrite (TrigPin, HIGH);
  delayMicroseconds (1000);
  digitalWrite (TrigPin, LOW);
  duration = pulseIn (EchoPin, HIGH);

  distance = 0.0343*(duration/2);
  level = 25-distance;
  Serial.println (distance);
  delayMicroseconds (1000);

  if (distance > 23) {
    digitalWrite (SolenoidPin, HIGH);
    digitalWrite (SolenoidPin, LOW);
  }
}

cobalcd
#include <LiquidCrystal.h>

int TrigPin = 8;
int EchoPin = 7;

int minimumRange = 200;
int maximumRange = 80;
long duration, distance, level;

LiquidCrystal lcd(12, 13, 5, 4, 3, 2);

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin (9600);
  lcd.begin (16,2);
  pinMode (TrigPin, OUTPUT);
  pinMode (EchoPin, INPUT);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  digitalWrite (TrigPin, LOW);
  delayMicroseconds (1000);
  digitalWrite (TrigPin, HIGH);
  delayMicroseconds (1000);
  digitalWrite (TrigPin, LOW);
  duration = pulseIn (EchoPin, HIGH);

  distance = 0.0343*(duration/2);
  level = 25-distance;
  Serial.println (distance);
  delayMicroseconds (1000);

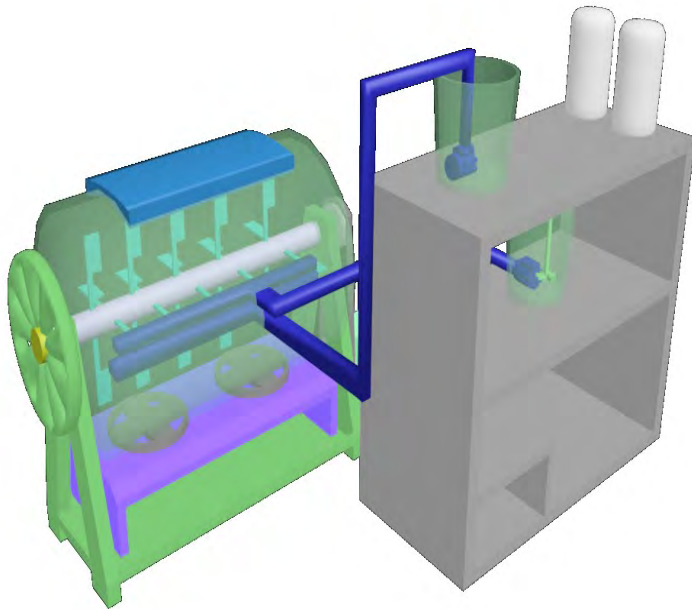
  if (distance > 23) {
    digitalWrite (SolenoidPin, HIGH);
    digitalWrite (SolenoidPin, LOW);
  }
}

```

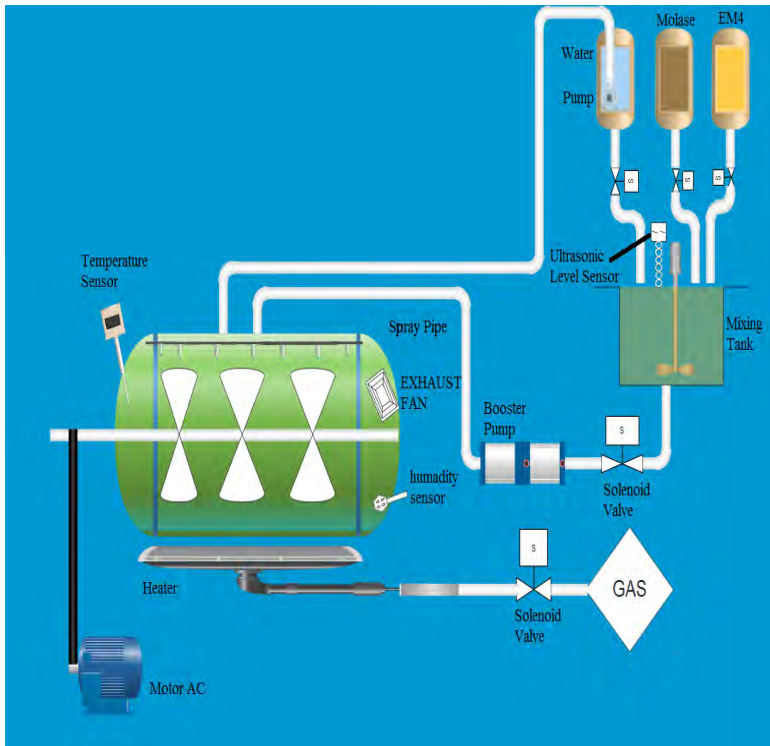
Gambar 3.6 Contoh Tampilan Program Arduino

3.3.3 Pembuatan Mekanik

Perancangan mekanik meliputi pemasangan sensor ultrasonik, motor dc beserta batang pengaduk, dan *solenoid valve* pada tanki penampung dan tanki pencampur. Berikut merupakan desain dari alat *Fertilizer Maker* dan *Process Flow Diagram (PFD)*.



Gambar 3.7 Desain Alat *Fertilizer Maker*



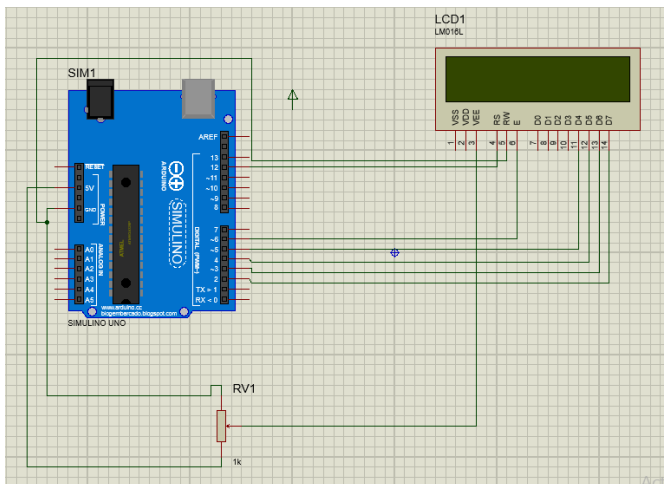
Gambar 3.8 PFD Mekanik *Fertilizer Maker*

3.4 Perancangan *Local Unit Control*

Perancangan *Local Control Unit* terdiri dari perancangan *hardware* dan *software*. Perancangan untuk *hardware* ini dimulai dari perancangan *plant* pengendalian untuk sistem pengendalian *level*, suplai daya, perancangan sistem akuisisi data, sistem penyajian data, dan sistem eksekusi data. Kemudian akan digabungkan dari keseluruhan *plant* pengendalian pada satu *unit control*.

3.5 Perancangan Display LCD (Liquid Crystal Display)

LCD yang digunakan 2 baris x 16 kolom. LCD memiliki memori internal yang berisi definisi karakter sesuai dengan standar ASCII (CGROM – Character Generator ROM) dan memori sementara (RAM) yang bisa digunakan bila memerlukan karakter khusus (berkapasitas 8 karakter. RAM ini juga berfungsi untuk menyimpan karakter yang ingin ditampilkan di LCD. Pada perancangan LCD ini dimaksudkan untuk menampilkan data yang tersensing pada sensor dengan tujuan untuk memonitoring level pada tangki pencampur. Untuk pemrograman mikrokontroler menggunakan software Arduino yang merupakan software untuk download ke mikrokontroler. Display yang akan tampil pada LCD berupa level cairan yang pada tangki pencampur.



Gambar 3.9 Rangkaian LCD dan Arduino

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Rancang Bangun



Gambar 4.1 *Fertilizer Maker*

Telah dibangun sistem pengendalian level bakteri katalisator pada alat *Fertilizer Maker* sesuai dengan hasil rancangan yang menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 yang mampu membaca jarak antara sensor dengan permukaan cairan pada tanki pencampur sebesar 0 – 400 cm.

Pada proses pengendalian level bakteri di *Fertilizer Maker* ini memerlukan sistem pengendalian otomatis bermode on-off. Ini berfungsi untuk mengendalikan level cairan yang ada pada tanki pencampur dimana terdapat takaran untuk pembuatan campuran bakteri katalisator untuk pembuatan pupuk agar didapatkan hasil pupuk yang lebih baik dan lebih cepat dalam pembuatan. Pada pengendalian level bakteri ini terdapat 3 *setpoint* (1cm, 3cm, dan 6 cm) yang akan membuka atau menutup aktuatur (*solenoid valve*) pada masing masing jalur keluarnya cairan.

Untuk dapat mencapai *setpoint*, cairan yang mengalir ke tanki pencampur memiliki volume minimal 400ml agar dapat terbaca perubahannya oleh sensor. Sehingga bakteri EM4 dan molase, sudah dalam bentuk pengenceran dengan takaran 20ml EM4 dalam 400ml air, dan 20ml molase dalam 400ml air.

Agar level cairan didalam tanki pencampur sesuai dengan *setpoint*, maka diperlukan sistem pengendalian yang dapat menghidupkan maupun matikan *solenoid valve*. Sistem ini terdiri dari sensor level ultrasonik HC-SR04 pada tanki pencampur, Arduino Uno Atmega328 sebagai kontroler, relay dan *solenoid valve* sebagai aktuatur .

4.2 Pengujian Sensor Level Ultrasonik

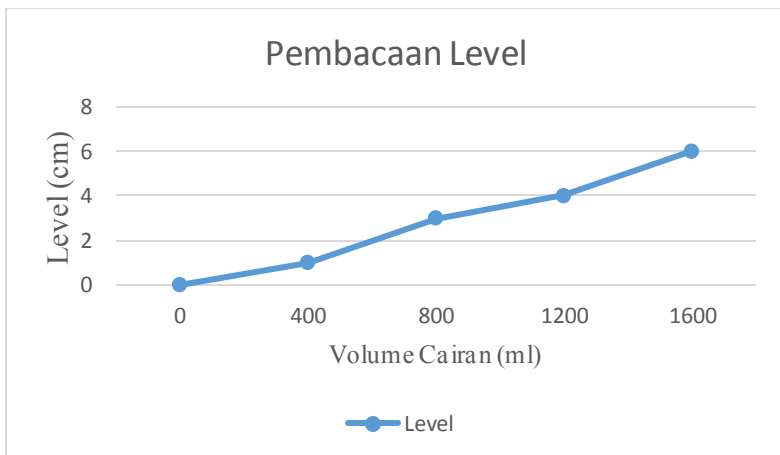
Sensor Level Ultrasonik yang digunakan pada proses pengendalian ini adalah sensor HC-SR04 dimana sensor ini mempunyai range pembacaan 0 – 400 cm. Pengujian pada rangkaian sensor adalah mengukur jarak yang terbaca pada pin Digital yang sudah tersedia didalam rangkaian Mikrokontroler Arduino Uno ATmega328 dengan response time 1 s. Berdasarkan

pengujian nilai pengurangan jarak tiap penambahan cairan sebanyak 400ml didapatkan data sebagai berikut :

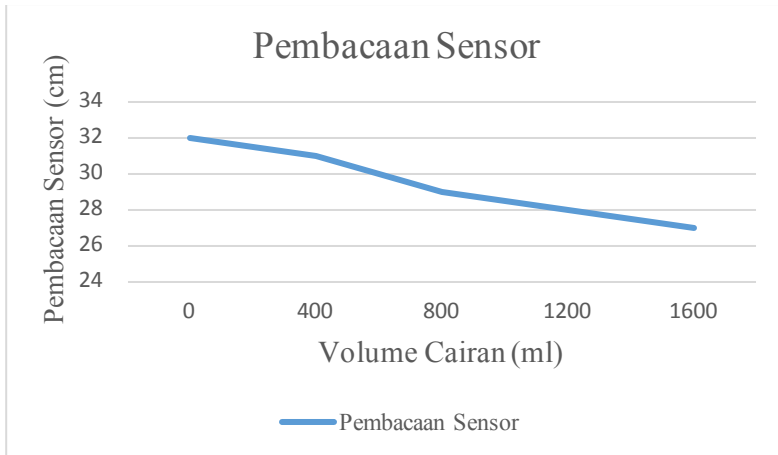
Tabel 4.1 Data Pengujian Sensor Level

Percobaan Ke-	Volume Cairan (ml)	Pembacaan level (cm)	Pembacaan sensor (cm)
1	0	0	34
2	400	1	33
3	800	3	31
4	1200	4	30
5	1600	6	28

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa rata rata pembacaan level cairan akan bertambah 1cm tiap penambahan cairan sebanyak 400ml ke dalam tanki pencampuran. Berikut adalah grafik respon pembacaan level oleh sensor tiap penambahan cairan sebanyak 400ml.



Gambar 4.2 Respon Level Terhadap Pnambahan Cairan



Gambar 4.3 Respon Pembacaan Sensor Terhadap Penambahan Cairan

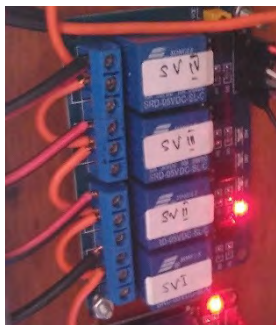
4.3 Pengujian Sistem

Pada pengujian sistem *Local Control Unit* (LCU) ini dilakukan dengan cara memberikan sinyal input yang berupa *Proses Variable* (PV) dimana pengendalian level merupakan pengendalian on/off . Dengan menentukan nilai level yang diinginkan atau set point, selanjutnya pada tangki penyimpanan bakteri katalisator akan dialirkan cairan ke tanki pencampur hingga mencapai *setpoint* level yang ditentukan. Setelah sensor mengukur sampai *setpoint* maka *solenoid valve* akan menutup sehingga tidak ada lagi cairan yang mengalir ke tanki pencampur. Dan apabila level pembacaan kurang dari *setpoint* maka *solenoid valve* akan membuka dan begitu seterusnya.

Tabel 4.2 Data Pengujian Sistem

Level Terbaca (cm)	Solenoid Valve I	Solenoid Valve II	Solenoid Valve III	Solenoid Valve IV
0	ON	OFF	OFF	OFF
1	OFF	ON	OFF	OFF
3	OFF	OFF	ON	OFF
4	OFF	OFF	ON	OFF
6	OFF	OFF	OFF	ON

Pada data diatas merupakan uji sistem dari pengendalian level untuk mengetahui respon aktuator setelah nilai *setpoint* terbaca oleh sensor. Dimana aktuator aktif pada *setpoint* yang berbeda beda. Saat sensor membaca level cairan 0cm sampai 1cm pada tanki pencampur, relay dari *solenoid Valve* I akan menyala untuk mengalirkan EM4 dari tanki penampung menuju tanki pencampur

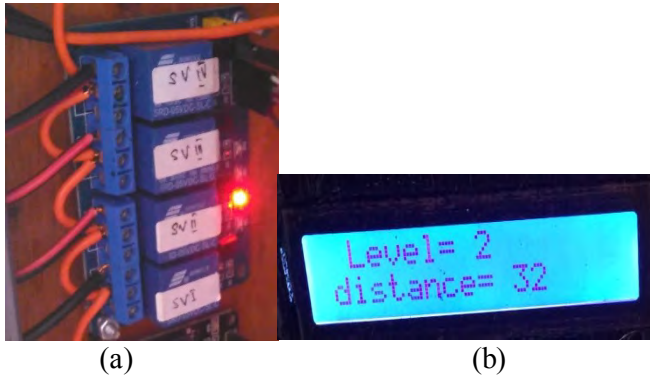


(a)



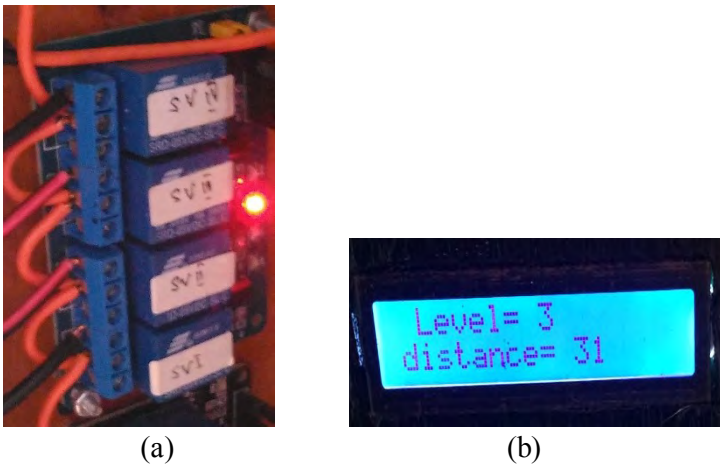
(b)

Gambar 4.4 (a) Relay *Solenoid* I menyala (b) Display level pada LCD



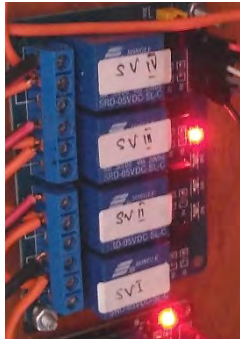
Gambar 4.5 (a) Relay *solenoid* II menyala (b) Display level pada LCD

Saat sensor membaca level cairan 2cm sampai 3cm pada tanki pencampur, relay dari *solenoid Valve* II akan menyala untuk mengalirkan molase dari tanki penampungan menuju tanki pencampur.



Gambar 4.6 (a) Relay *solenoid* III menyala (b) Display level pada LCD

Saat sensor membaca level cairan 3cm sampai 6cm pada tanki pencampur, relay dari *solenoid Valve* III akan menyala untuk mengalirkan air dari tanki penampung menuju tanki pencampur.



(a)



(b)

Gambar 4.7 (a) Relay *solenoid* IV menyala (b) Display level pada LCD

Saat sensor membaca level cairan 6cm pada tanki pencampur, relay dari *solenoid Valve* IV akan menyala untuk mengalirkan hasil campuran bakteri ke tanki penampung pupuk.

Untuk mendapatkan validasi dari pengendalian level yang telah dibuat dilakukan pengujian sistem dengan keadaan awal level tanki pencampur tidak sama dengan nol “0”.

Tabel 4.3 Pengujian sistem dengan keadaan awal level 2

Level Terbaca (cm)	Solenoid Valve I	Solenoid Valve II	Solenoid Valve III	Solenoid Valve IV
2	OFF	ON	OFF	OFF
3	OFF	OFF	ON	OFF
4	OFF	OFF	ON	OFF
6	OFF	OFF	OFF	ON

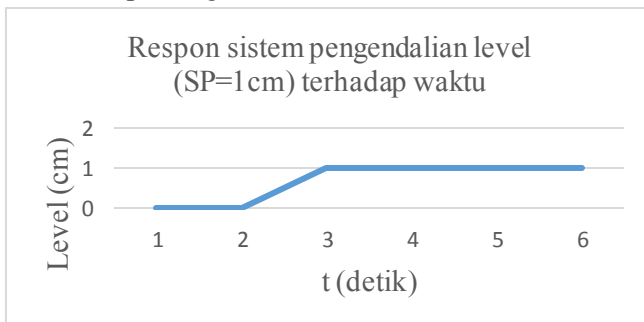
Tabel 4.4 Penujian siste, keadaan awal level 4

Level Terbaca (cm)	Solenoid Valve I	Solenoid Valve II	Solenoid Valve III	Solenoid Valve IV
4	OFF	OFF	ON	OFF
6	OFF	OFF	OFF	ON

Dengan data pengujian diatas dapat diketahui bahwa sistem akan tetap berjalan sesuai dengan pembacaan level pada sensor. Apabila pada saat awal sistem, pada tanki penampung terdapat cairan senilai level 2 misalnya, maka kontroller akan memerintah solenoid valve II yang membuka dan melompati keadaan dimana solenoid valve I membuka. Sehingga dapat ditarik kesimpulan, bahwa sistem akan tetap berjalan apabila keadaan awal tanki pencampur tidak sama dengan nol "0", akan tetapi takaran masing masing cairan tidak sesuai dengan yang diinginkan.

4.4 Pengujian Respon Sistem Pengendalian Level

Berikut adalah data kenaikan level berdasarkan waktu. Data yang diambil menggunakan *set point* level 1cm, 3cm, 4cm, dan 6cm. berikut merupakan grafik kenaikan level berdasarkan waktu.



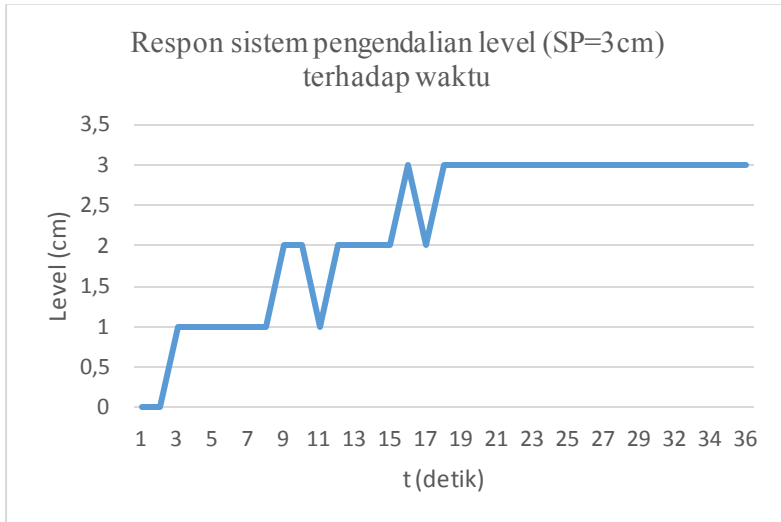
Gambar 4.8 Grafik respon sistem pengendalian level (sp=1cm) berdasarkan waktu

Dari grafik diatas dapat diketahui,
 Range kenaikan level = 0cm – 1cm

Span = 1cm

Rise time = 0 - 3 detik

Setling time = untuk mencapai set point dibutuhkan waktu 3 detik



Gambar 4.9 Grafik respon sistem pengendalian level (sp=3cm) berdasarkan waktu

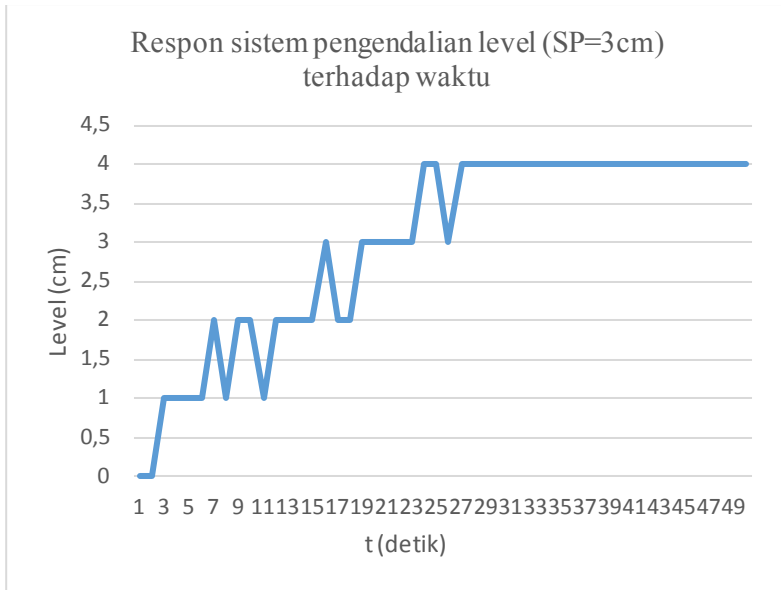
Dari grafik diatas dapat diketahui,

Range kenaikan level = 0cm – 3cm

Span = 3cm

Rise time = 0 - 16 detik

Setling time = untuk mencapai set point dibutuhkan waktu 19 detik



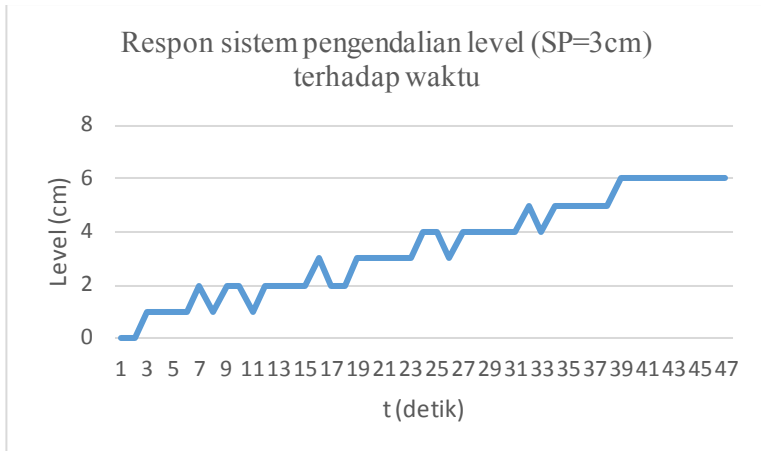
Gambar 4.10 Grafik respon sistem pengendalian level (sp=4cm) berdasarkan waktu

Dari grafik diatas dapat diketahui,
Range kenaikan level = 0cm – 4cm

Span = 4cm

Rise time = 0 - 23 detik

Setling time = untuk mencapai set point dibutuhkan waktu 29 detik



Gambar 4.11 Grafik respon sistem pengendalian level (sp=6cm) berdasarkan waktu

Dari grafik diatas dapat diketahui,

Range kenaikan level = 0cm – 6cm

Span = 6cm

Rise time = 0 - 41 detik

Setling time = untuk mencapai set point dibutuhkan waktu 41 detik

4.5 Pengujian Kalibrasi Sensor

Kalibrasi sensor ini sangat dibutuhkan, karena memerlukan pembacaan dari sensor yang telah sesuai dengan pembacaan yang ditetapkan. Pada pengujian kalibrasi sensor ini menggunakan penggaris *stainless steel* sebagai kalibratornya. Hasil pengujian ini merupakan kalibrasi dari sensor jarak ultrasonik HC-SR04. Adapun perhitungan kalibrasi pada sensor dimulai dari mencari span sebagai berikut:

Span = nilai maximum – nilai minimum

Span = 30 cm – 5 cm

Span = 25 cm

Setelah mendapatkan hasil dari span(*range*) yaitu 25 cm, kemudian mencari nilai akurasi dan presisi dari sensor. Kemudian dilakukan perhitungan kalibrasi dengan metode pemeriksaan skala.

Tabel 4.5 Kalibrasi pemeriksaan skala

No.	Pembacaan Alat	Pembacaan Standart	Koreksi
1	30,00	30	0
2	30,00	30	0
3	30,00	30	0
4	31,00	30	-1
5	30,00	30	0
Jumlah	151,00	150	-1
Rata-rata	30,20	30,00	-0,2
Standart Deviasi Koreksi			0,45
Ua1 =			0,20
Nilai Minimum Koreksi =			-1
Nilai Maksimum Koreksi =			0

Kemudian dilakukan kalibrasi dengan metode pembacaan berulang yang mana dengan mengambil 10x pembacaan pada setiap titik pembacaan standart. Dimana data tersebut akan digunakan untuk mencari nilai UA_1 (Ketidakpastian Pengukuran), UA_2 (Ketidakpastian Regresi), UB_1 (Ketidakpastian Resolusi), U_c (Ketidakpastian Cakupan), dan U_{expan} (Ketidakpastian diperluas). Selanjutnya dapat diketahui kelayakan pakai dari sensor dengan membandingkan nilai U_{expan} dengan range kelayakan pakai sebuah alat ukur yaitu tidak kurang dari 2%

pembacaan maksimum dan tidak lebih dari 5% pembacaan maksimum.

Tabel 4.6 Data Perhitungan Untuk Nilai UA_1

No.	Pembacaan Standart (t)	Pembacaan Alat										Rata-Rata Pemb.	Koreksi (y)	$y^2(\text{Kuadrat})$
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	5,00	4	6	4	5	5	5	5	5	5	5	4,90	0,10	0,01
2	10,00	8	10	10	10	9	10	10	10	10	10	9,70	0,30	0,09
3	15,00	14	15	16	16	15	15	15	15	15	15	15,10	-0,10	0,01
4	20,00	20	20	20	20	20	20	21	20	19	20	20,00	0,00	0,00
5	25,00	25	25	24	24	25	25	25	26	25	25	24,90	0,10	0,01
6	30,00	29	30	30	31	30	30	30	30	30	30	30,00	0,00	0,00
Jumlah												104,60	0,40	0,12

Dilakukan pencarian nilai ketidakpastian (UA_1) dengan mencari nilai standar deviasi terlebih dahulu dengan rumus :

$$\text{Standar Deviasi} = \sqrt{\frac{\sum y_i - y_i^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,12}{6}} = 0,141$$

$$UA_1 = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{0,141}{\sqrt{7}} = 0,063$$

Dimana :

σ = Standar Deviasi

n = banyak data

UA_1 = Ketidakpastian pengukuran

Derajat Kebebasan (V) = n-1

Derajat Kebebasan (V) = 6-1

Derajat Kebebasan (V) = 5

Selanjutnya dilakukan pencarian nilai UA_2 . Untuk mencari nilai UA_2 membutuhkan nilai Y_{reg} dan nilai SSR. Mencari nilai Y_{reg} terlebih dahulu dilakukan pencarian nilai a dan b. Tabel

berikut merupakan data untuk mencari nilai ketidakpastian pendekatan regresi atau UA_2 .

Tabel 4.7 Data Perhitungan Untuk Nilai UA_2

t_i^2	$t_i \cdot y_i$	Y_{reg}	Residu (R)	SSR	y^2 (Kuadrat)
25	0,5	0,20	-0,10	0,01	0,01
100	3	0,15	0,15	0,02	0,09
225	-1,5	0,09	-0,19	0,04	0,01
400	0	0,04	-0,04	0,00	0,00
625	2,5	-0,01	0,11	0,01	0,01
900	0	-0,07	0,07	0,00	0,00

Untuk mengetahui nilai Y_{reg} dengan persamaan :

$$Y_{reg} = a + (b \cdot t_i)$$

$$a = \bar{y} - (b \cdot t_{(rata\ rata)})$$

$$b = \frac{((n \cdot \sum(t_i \cdot y_i)) - (\sum y - \sum t))}{((n \cdot \sum t_i^2) - \sum t^2)}$$

Dari persamaan diatas didapat nilai $a = -0,014$ dan nilai $b = -0,00463$. Maka didapat nilai Y_{reg} seperti pada tabel. Nilai (R) Residu pada tabel didapatkan dari persamaan $(y_i - Y_{reg})$ dan nilai $SSR = 0,13$ yang didapatkan dari persamaan $[\sum R^2]$.

$$UA_2 = \sqrt{\frac{SSR}{n-2}} = \sqrt{\frac{0,13}{6-2}} = 0,177$$

Dimana :

UA_2 = Ketidakpastian Regresi

n = Jumlah data

SSR = Sum Square Residual

Setelah diketahui UA_2 , dilakukan perhitungan untuk mencari nilai UB_1 , U_c , dan k agar dapat diketahui nilai dari U_{exp} .

$$UB_1 = \frac{\frac{1}{2} \text{Resolusi}}{\sqrt{3}} = \frac{\frac{1}{2} 1,00}{\sqrt{3}} = 0,289$$

$$Uc = \sqrt{(UA_1^2 + UA_2^2 + UB_1^2)} = 0,345$$

$$Uexpan = k \cdot Uc = 2,01 * 0,323 = 0,589$$

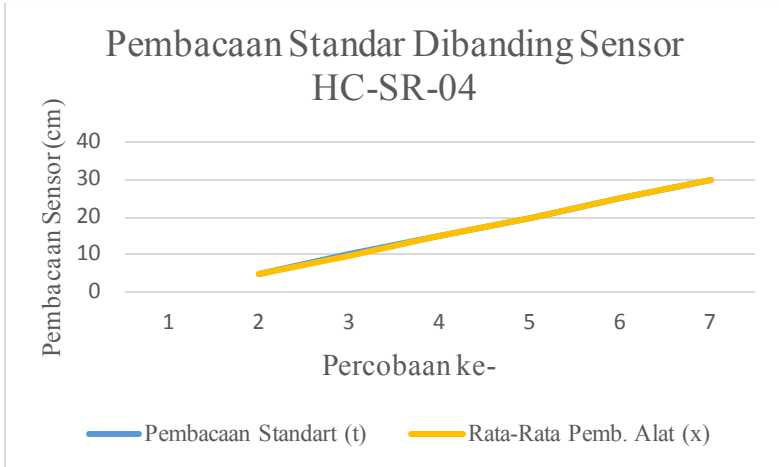
Dimana:

UB_1 = Ketidakpastian Resolusi

Uc = Ketidakpastian Kombinasi

$Uexpan$ = Ketidakpastian Diperluas

Dari data-data yang telah diperoleh dari tabel diatas, dilakukan perbandingan nilai level yang terbaca sensor dari alat kalibrator standar (penggaris). Pengambilan data pada pengujian ini adalah 7 data. Pada tabel 4.3 adalah data yang telah diambil ketika pengujian alat, sehingga dapat dicari nilai ketidakpastian hasil pengukuran (UA_1) dengan nilai standar deviasi (σ). Nilai standar deviasi berdasarkan perhitungan didapat 0,141 dan nilai ketidakpastian (UA_1) yaitu sebesar 0,063. Pada tabel 4.4 adalah data untuk perhitungan nilai ketidakpastian dengan pendekatan regresi (UA_2). Dan didapatkan nilai sebesar 0,323 . Untuk nilai ketidakpastian resolusi (UB_1) dari sensor yang dipakai sebesar 0,289. Untuk nilai ketidakpastian kecakupan (Uc) sebesar 0,345. Dan nilai ketidakpastian diperluas ($Uexpan$) sebesar 0,589. Untuk mengetahui kelayakan penggunaan sensor maka nilai $Uexpan$ harus tidak lebih kecil dari 2% pembacaan maksimum yaitu 0,6 dan tidak lebih besar dari 5% pembacaan maksimum yaitu 1,5. Dari nilai $Uexpan$ yang ada dapat disimpulkan bahwa sensor layak pakai karena nilai $Uexpan$ berada diantara 2%-5% pembacaan maksimum dari alat standar. berikut adalah grafik ketidakpastian pembacaan dari alat standar (penggaris) dan sensor ultrasonik HC-SR-04.



Gambar 4.12 Grafik Ketidakpastian Respon Sistem Pengendalian Level

Dari pembacaan gambar 4.1 dapat diketahuin bahwa *error* yang terjadi pada pembacaan alat sangat kecil sehingga hampir tidak terlihat perbedaan dari pembacaan standar dan pembacaan sensor HC-SR04 sebagai alat uji. Sehingga dapat diketahui akurasi dari sensor yaitu :

$$\text{Akurasi} = 1 - \frac{\text{rata rata error pembacaan}}{\text{rata rata pembacaan standar}} \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = 1 - \frac{0,07}{17,50} \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = 0,996 \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = 99,6\%$$

Cytron
Technologies



User's Manual

V1.0

May 2013

Index

1.	Introduction	3
2.	PackingList	4
3.	ProductLayout	5
4.	ProductSpecificationandLimitation	6
5.	Operation	7
6.	HardwareInterface	8
7.	ExampleCode	9
8.	Waranty	10

1.0 INTRODUCTION

The HC-SR04 ultrasonic sensor uses sonar to determine distance to an object like a bat or dolphins do. It offers excellent non-contact range detection with high accuracy and stable readings in an easy-to-use package. From 2cm to 400cm or 1" to 13 feet. It operates and is not affected by sunlight or black material like Sharp range finders are (although acoustically soft materials like cloth can be difficult to detect). It comes complete with ultrasonic transmitter and receiver module.

Features:

- Power Supply: +5VDC
- Quiescent Current: <2mA
- Working Current: 15mA
- Effective Angle: <15°
- Ranging Distance: 2cm–400cm/1"-13ft
- Resolution: 0.3cm
- Measuring Angle: 30 degree
- Trigger Input Pulse width: 10µs
- Dimension: 45mmx20mmx15mm

2.0PACKINGLIST



1.1x [HC-SR04module](#)

3.0PRODUCTLAYOUT

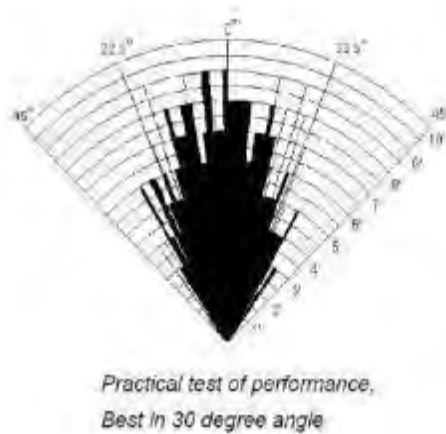
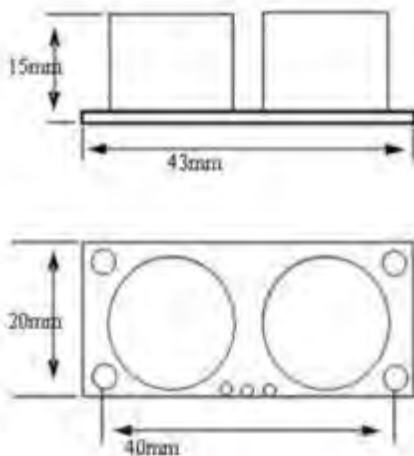


VCC=+5VDC

Trig=TriggerinputofSensor

Echo=EchooutputofSensor

GND=GND



4.0PRODUCTSPECIFICATIONANDLIMITATIONS

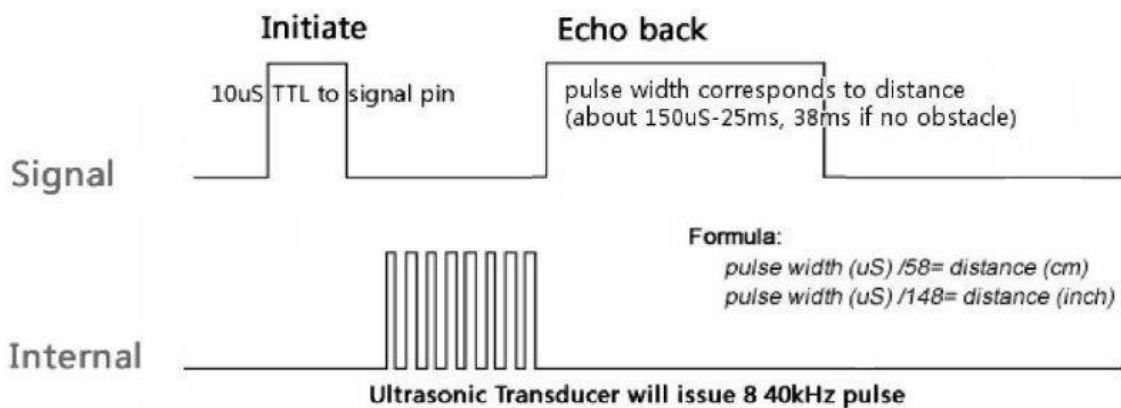
Parameter	Min	Typ.	Max	Unit
OperatingVoltage	4.50	5.0	5.5	V
QuiescentCurent	1.5	2	2.5	mA
WorkingCurent	10	15	20	mA
UltrasonicFrequency	-	40	-	kHz

5.0 OPERATION

The timing diagram of [HC-SR04](#) is shown. To start measurement, Trig of SR04 must receive a pulse of high (5V) for at least 10µs, this will initiate the sensor will transmit out 8 cycles of ultrasonic burst at 40kHz and wait for the reflected ultrasonic burst. When the sensor detected ultrasonic from receiver, it will set the Echo pin to high (5V) and delay for a period (width) which proportion to distance. To obtain the distance, measure the width (Ton) of Echo pin.

Time = Width of Echo pulse, in µs (microsecond)

- Distance in centimeters = Time / 58
- Distance in inches = Time / 148
- Or you can utilize the speed of sound, which is 340m/s

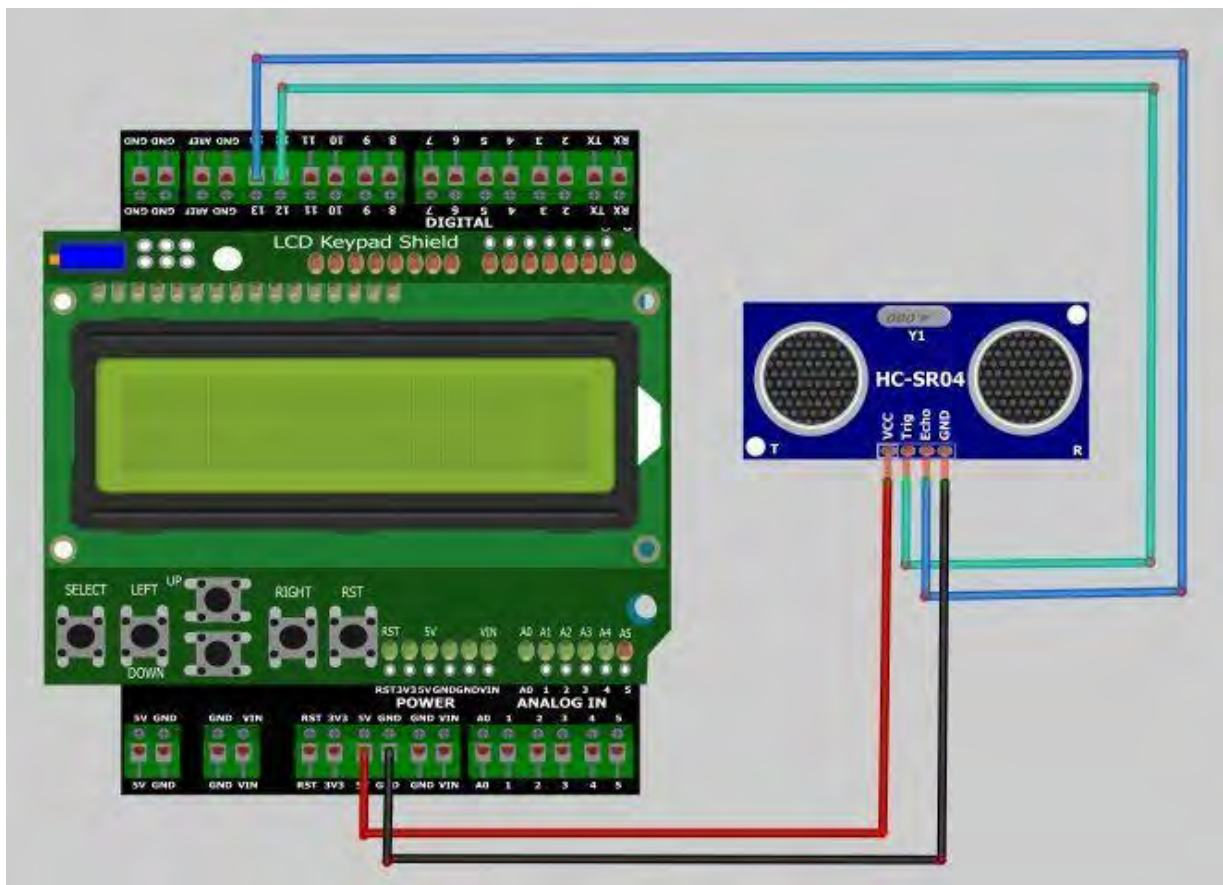


Note:

- Please connect the GND pin first before supplying power to VCC.
- Please make sure the surface of object to be detected should have at least 0.5 meter² for better performance.

6.0 HARDWARE INTERFACE

Here is an example connection for Ultrasonic Ranging module to Arduino UNO board. It can be interface with any microcontroller with digital inputs such as PIC, SK40C, SK28A, SKds40A, Arduino series.



7.0EXAMPLECODE

This is [examplecode](#) Ultrasonic Ranging module.
Please download the complete code at the product page.

```
#include "Ultrasonic.h"
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7);
Ultrasonic ultrasonic(12,13);

void setup() {
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("HC-SR4 testing..");
  delay(1000);
}

void loop()
{
  //lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print(ultrasonic.Ranging(CM));
  lcd.print("cm ");

  delay(100);
}
```

8.0WARRANTY

- Productwarantyisvalidfor6months.
- Warantyonlyappliestomanufacturingdefect.
- Damagedcausedbymiss-useisnotcoveredunderwaranty
- Warantydoesnotcoverfreightcostforbothways.

***Preparedby
CytronTechnologiesSdn.Bhd.***

19,JalanKebudayaan1A,
TamanUniversiti,
81300Skudai,
Johor,Malaysia.

Tel: +607-5213178

Fax: +607-5211861

***URL: www.cytron.com.my
Email:support@cytron.com.my
sales@cytron.com.my***

LAMPIRAN B

LISTING PROGRAM ARDUINO UNO

```
int SolenoidPin1=10; //inisialisai pin solenoid I
int SolenoidPin2=11; //inisialisasi pin solenoid II
int SolenoidPin3=12; //inisialisai pin solenoid III
int SolenoidPin4=13; //inisialisai pin solenoid IV
int TrigerPin=9; //inisialisasi pin sensor ultrasonik
int EchoPin=8; //inisialisasi pin reciver sensor ultrasonik
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd (7,6,5,4,3,2);
int minimumRange=200;
int maximumRange=0;
long duration, distance, level;

void setup() {
    // put your setup code here, to run once:
    Serial.begin (9600);
    pinMode (SolenoidPin1, OUTPUT);
    pinMode (SolenoidPin2, OUTPUT);
    pinMode (SolenoidPin3, OUTPUT);
    pinMode (SolenoidPin4, OUTPUT);
    pinMode (TrigerPin, OUTPUT);
    pinMode (EchoPin, INPUT);
    lcd.begin (16,2);
}

void loop() {
    // put your main code here, to run repeatedly:
    digitalWrite (TrigerPin, LOW);
    delay(1000);
    digitalWrite (TrigerPin, HIGH);
```

```

delay(1000);
digitalWrite(TrigerPin, LOW);
duration=pulseIn (EchoPin, HIGH);

int distance = 0.0343*(duration/2); // konversi pulsa ke jarak (cm)
int level=34-distance;
delay (500);

lcd.clear ();
lcd.setCursor (1,0);
lcd.print ("Level= ");
lcd.print (level);

if (distance>33){
  digitalWrite (SolenoidPin1, LOW);
  digitalWrite (SolenoidPin2, HIGH);
  digitalWrite (SolenoidPin3, HIGH);
  digitalWrite (SolenoidPin4, HIGH);
}
else {
  if (distance==32 ) {
    digitalWrite (SolenoidPin1, HIGH);
    digitalWrite (SolenoidPin2, LOW);
    digitalWrite (SolenoidPin3, HIGH);
    digitalWrite (SolenoidPin4, HIGH);
  }
  else{
    if (distance==31 || distance==30 || distance==29) {
      digitalWrite (SolenoidPin1, HIGH);
      digitalWrite (SolenoidPin2, HIGH);
      digitalWrite (SolenoidPin3, LOW);
    }
  }
}

```

```
    digitalWrite (SolenoidPin4, HIGH);
}
else {
if (distance==28 || distance<28) {
    digitalWrite (SolenoidPin1, HIGH);
    digitalWrite (SolenoidPin2, HIGH);
    digitalWrite (SolenoidPin3, HIGH);
    digitalWrite (SolenoidPin4, HIGH);
}
if while (distance<28)
{digitalWrite (SolenoidPin4, HIGH);
delay (172800000);
digitalWrite (SolenoidPin4, LOW);
delay (7200000);
digitalWrite (SolenoidPin4, HIGH);}
}
}
}
Serial.print (distance);
Serial.print(level);
}
```


BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan alat yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

- Telah dibuat alat pembuat pupuk dengan sistem pengendalian level bakteri katalisator menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan aktuator *solenoid valve* yang telah diintegrasikan dengan mikrokontroler arduino uno. Dengan karakteristik statik yaitu *error* pembacaan sebesar 0,07, Keridakpastian pengukuran (UA_1) = 0,063, ketidakpastian regresi (UA_2) = 0,323, ketidakpastian resolusi (UB_1) = 0,289, ketidakpastian cakupan (U_c) = 0,345, ketidakpastian diperluas (U_{expan}) = 0,589, dan nilai akurasi dari pembacaan sensor HS-SR04 sebesar 99,6%
- Respon sistem dari pengendalian level dengan *set point* 1cm yaitu memiliki rise time 0-3 detik dan setling time 3 detik, *set point* 3cm memiliki rise time 0-16 detik dan setling time 19 detik, *set point* 4cm memiliki rise time 0-23 detik dan setling time 29 detik, *set point* 6cm memiliki rise time 0-41 detik dan setling time 41 detik.

5.2 Saran

Beberapa hal yang dapat diperhatikan untuk pengembangan pembuatan sistem pengendalian level bakteri katalisator yaitu :

- Sistem pengendalian ini dapat dilengkapi dengan sistem monitoring lebih lengkap dengan menggunakan HMI (*Human Machine Interface*)
- Sistem pengendalian ini dapat dilengkapi dengan pengendalian motor untuk *mixing* cairan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ardiningtyas, Tri Ratna. Pengaruh Penggunaan *Effective Microorganism 4* (EM4) dan Molase Terhadap Kualitas Kompos Dalam Pengomposan Sampah Organik RSUD DR. R. SOETRASNO Rembang. Semarang. 2013
- [2] Aji, Ahmad. Skema Arduino. <https://arduino-info.wikispaces.com/QuickRef>. diakses pada tanggal 1 juni 2016
- [3] Budiawan, I Gusti S Siti,dkk. Pengaruh Jenis Starter, Volume Pelarut, dan Aditif terhadap Pengolahan Sampah Organik Rumah Tangga Menjadi Pupuk Kompos secara Anaerob. Yogyakarta. 2010.
- [4] BPTP (Kalteng) , **Membuat Kompos Dengan Aktivator EM4**, [http:// kalteng.litbang.pertanian.go.id /ind /index.php /publikasi-mainmenu-47 /teknologi /532- membuat -kompos-dengan -aktivator-em4](http://kalteng.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php/publikasi-mainmenu-47/teknologi/532-membuat-kompos-dengan-aktivator-em4), diakses pada tanggal 3 april 2016
- [5] BPTP (Kalteng), **Takaran EM4 dan Molase Untuk Kompos**, [http:// kalteng.litbang.pertanian.go.id/ ind/images /data /leaflet-kompos-2013.pdf](http://kalteng.litbang.pertanian.go.id/ind/images/data/leaflet-kompos-2013.pdf), diakses pada tanggal 12 mei 2106
- [6] Kadir, Abdul. From Zero To a Pro Arduino, Melaka, Andi OFFSET, 2014
- [7] Molase, **Molasses**, <https://id.wikipedia.org/wiki/Molase> diakses pada tanggal 12 mei 2016
- [8] Sentulfresh, **Peran Bakteri Dalam Pembuatan Kompos Sampah Organik**. <https://sentulfresh.com/2015/01/19/peran-bakteri-dalam-pembuatan-kompos/>. Diakses pada tanggal 12 mei 2016

[8]Yuniawati, Mumi; dkk. Optimasi Kondisi Proses Pembuatan Kompos Dari Sampah Organik Dengan Cara Fermentasi Menggunakan EM4. Yogyakarta. 2012

BIODATA PENULIS



Nama penulis Rahma Ayu Imas, lahir di Jakarta 25 Agustus 1995. Riwayat pendidikan dimulai dari TK Ar-Riddlo Malang kemudian dilanjutkan SDN Blimbing III Malang dan SDN Baratajaya Surabaya, dilanjutkan SMPN 39 Surabaya, dilanjutkan SMKS Farmasi Sekesal Surabaya, kemudian pada tahun 2013 masuk di Prodi D3 Metrologi dan Instrumentasi, Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan NRP 2413031061. Apabila terdapat pertanyaan mengenai Tugas Akhir penulis maka dapat menghubungi nomor telepon penulis yaitu: 088217026731, dan dapat melalui email penulis yaitu : inestohartiono@gmail.com