



**TUGAS AKHIR - TF 145565**

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN  
LEVEL PADA PLANT PENGHASIL TEGANGAN  
LISTRIK DARI LIMBAH DETERGEN DENGAN  
METODE SEL GALVANI**

**Abdillah Yusrandi Yunus  
NRP 2413.031.063**

**Dosen Pembimbing  
Arief Abdurrahman, ST, MT  
NIP. 19870712 201404 1 002**

**PROGRAM STUDI D3 METROLOGI DAN INSTRUMENTASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2017**





**TUGAS AKHIR - TF 145565**

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN  
LEVEL PADA PLANT PENGHASIL TEGANGAN  
LISTRIK DARI LIMBAH DETERGEN DENGAN  
METODE SEL GALVANI**

**Abdillah Yusrandi Yunus  
NRP 2413.031.063**

**Dosen Pembimbing  
Arief Abdurrahman, ST, MT  
NIP. 19870712 201404 1 002**

**PROGRAM STUDI D3 METROLOGI DAN INSTRUMENTASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2017**





FINAL PROJECT - TF 145565

***DESIGN BUILD OF LEVEL CONTROL SYSTEM  
IN PLANT PRODUCING ELECTRIC VOLTAGE  
FROM DETERGEN WASTE WITH GALVANI  
CELL METHOD***

Abdillah Yusrandi Yunus  
NRP 2413.031.063

*Advisor Lecturer*  
Arief Abdurrahman, ST, MT  
NIP. 19870712 201404 1 002

***DIPLOMA III METROLOGY AND INSTRUMENTATION  
DEPARTEMEN OF ENGINEERING INSTRUMENTATION  
FACULTY OF VOCATION  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2017***



**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN *LEVEL*  
PADA PLANT PENGHASIL TEGANGAN  
LISTRIK DARI LIMBAH DETERGEN  
DENGAN METODE SEL GALVANI**

**TUGAS AKHIR**

**Oleh :**

**Abdillah Yusrandi Yunus  
NRP. 2414 031 063**

**Surabaya, 12 Juli 2017  
Mengetahui / Menyetujui**

**Dosen Pembimbing**



**Arief Abdurrakhman, ST, MT  
NIP. 19870712 201404 1 002**

**Kepala Departemen  
Teknik Instrumentasi FV - ITS**



**Dr. Ir. Purwadi Agus D, M.Sc.  
NIP. 19620822 198803 1 001**



**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN *LEVEL*  
PADA PLANT PENGHASIL TEGANGAN  
LISTRIK DARI LIMBAH DETERGEN  
DENGAN METODE SEL GALVANI**

**TUGAS AKHIR**

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

Oleh :  
**Abdillah Yusrandi Yunus**  
NRP. 2413 031 063

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Arief Abdurrahman, ST, MT..... (Pembimbing)
2. Ir. Ya'umar, MT ..... (Ketua Penguji)
3. Ir. Tutug Dhanardono, MT ..... (Penguji I)

**SURABAYA  
JULI 2017**



# **RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN LEVEL PADA PLANT PENGHASIL TEGANGAN LISTRIK DARI LIMBAH DETERGEN DENGAN METODE SEL GALVANI**

**Nama** : Abdillah Yusrandi Yunus  
**NRP** : 2414 031 063  
**Jurusan** : Teknik Instrumentasi FV-ITS  
**Dosen Pembimbing** : Arief Abdurrakhman, ST, MT

## **Abstrak**

*Pemanfaatan limbah detergen sangatlah dibutuhkan agar tidak menjadi dampak negatif. Selama ini telah banyak penelitian pemanfaatan limbah detergen, salah satunya plant penghasil tegangan listrik dari limbah detergen digunakan untuk memanfaatkan suatu limbah detergen agar dapat memproduksi listrik dengan menggunakan metode sel galvani pada tabung elektrokimia. Pengendalian level diperlukan untuk menjaga ketinggian fluida pada tabung. Sistem pengendalian ini menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan mikrokontroler Raspberry pi 3 sebagai kontroler. Aktuator yang digunakan berupa solenoid valve. Nilai dari pembacaan sensor akan ditampilkan pada sistem monitoring IoT Thingspeak. Set point yang digunakan untuk menutup solenoid valve sebesar 6 cm. Berdasarkan hasil dari pengujian yang telah dilakukan, diketahui karakteristik statik dari sensor yang memiliki akurasi 0,1 cm dan error 0,00004 cm dengan range 5 cm - 50 cm dan span sebesar 45 cm, nilai ketidakpastian hasil pengukuran (UA1) sebesar 0,02238. Untuk respon sistem pengendalian level, diketahui nilai settling time sebesar 83 detik pada set point 6 cm. Untuk hasil tegangan listrik plant tabung elektrokimia diketahui nilai 6,17 (40 tabung) dengan aliran limbah saling terhubung dan 11,63 (40 tabung) dengan aliran limbah yang saling terpisah.*

**Kata kunci** : *sistem pengendalian level, karakteristik statik, produksi tegangan listrik*



## **DESIGN BUILD OF LEVEL CONTROL SYSTEM IN PLANT PRODUCING ELECTRIC VOLTAGE FROM DETERGEN WASTE WITH GALVANI CELL METHOD**

**Name** : Abdillah Yusrandi Yunus  
**NRP** : 2413 031 063  
**Department** : Instrumentation Engineering FV-ITS  
**Advisor Lecturer** : Arief Abdurrakhman, ST, MT

### **Abstract**

*Utilization of detergent waste is needed so as not to be a negative impact. During this time has been a lot of research utilization of detergent waste, one of the plant voltage generator from detergent waste used to utilize a detergent waste in order to produce electricity by using the method of galvanic cells on electrochemical tubes. Level control is required to keep the fluid's height in the tube. This control system uses ultrasonic sensors HC-SR04 and microcontroller Raspberry pi 3 as a controller. The actuator used is a solenoid valve. The value of sensor readings will be displayed on IoT Thingspeak monitoring system. The set point used to close the solenoid valve is 6 cm. Based on the results of the tests, the static characteristics of sensors that have accuracy of 0.1 cm and error 0.00004 cm with a range of 5 cm - 50 cm and span of 45 cm, the value of uncertainty of measurement results (UA1) of 0.02238 . For the response of the level control system, it is known that the settling time value is 83 seconds at set point 6 cm. For the result of the voltage of the electrochemical tube plant, it is known that the value of 6.17 (40 tubes) with the interconnected waste stream and 11.63 (40 tubes) with separate waste streams.*

**Keywords** : *level control system, static characteristics, production of electric voltage*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya serta shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Rancang Bangun Sistem Pengendalian *Level* Pada Plant Penghasil Tegangan Listrik Dari Limbah Detergen Dengan Metode Sel Galvani**”. Penulis telah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc, selaku Ketua Departemen Teknik Instrumentasi ITS.
2. Bapak Arief Abdurrahman, ST, MT, selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan motivasi, bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak dan Ibu dosen Teknik Fisika dan Teknik Instrumentasi yang telah memberikan ilmu selama kuliah.
4. Ayah dan Ibu beserta keluarga penulis yang selalu mendukung dan memberikan semangat untuk belajar.
5. Kelompok TA *Plant Penghasil Tegangan Listrik dari Limbah Detergen Dengan Metode Sel Galvani* (Bagas Priambodo) yang telah bersama-sama berjuang serta solid dalam pengerjaan tugas akhir ini.
6. Teman-teman D3 Teknik Instrumentasi 2014 yang telah berjuang bersama-sama selama 3 tahun ini serta S1 Teknik Fisika 2014 yang senantiasa mendukung dengan tulus.
7. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan semuanya.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan Tugas Akhir ini tidaklah sempurna. Oleh karena itu sangat diharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sehingga mencapai sesuatu yang lebih baik lagi. Penulis jugaberharap semoga



laporan ini dapat menambah wawasan yang bermanfaat bagi pembacanya.

Surabaya, 17 Julii 2017

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Batasan Masalah	4
<b>BAB II DASAR TEORI</b>	<b>5</b>
2.1 Limbah Detergen	5
2.2 Sel Galvani	6
2.3 Sensor Ultrasonik HC-SR04	7
2.4 <i>Mikrokontroler Raspberry Pi 3 Model B</i>	8
2.5 Pengertian Respon Sistem	10
2.6 Purifikasi Air Limbah Sederhana	12
<b>BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT</b>	<b>13</b>
3.1 <i>Flowchart</i> Perancangan Alat	13
3.2 Persiapan Peralatan	14
3.3 Gambaran Umum Tugas Akhir	14
3.4 Keterangan Flowchart	14
<b>BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN</b>	<b>21</b>
4.1 Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04	21
4.2 Perhitungan Ketidakpastian Pembacaan Alat	27
4.3 Respon Sistem	29
4.4 Hasil Tegangan Listrik Plant Limbah Detergen	30
4.5 Pembahasan	34
<b>BAB V PENUTUP</b>	<b>37</b>
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran	37



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Proses Sederhana Sel Volta	6
<b>Gambar 2.2</b>	Sensor Ultrasonik HC-SR04	7
<b>Gambar 2.3</b>	Cara Kerja Sensor Ultrasonik HC-SR04	8
<b>Gambar 2.4</b>	Raspberry Pi 3 Model B	9
<b>Gambar 2.5</b>	Sinyal Respon Sistem Transient	9
<b>Gambar 2.6</b>	Respon Step Sistem Orde II	10
<b>Gambar 2.7</b>	Alat Purifikasi Air Limbah Sederhana	12
<b>Gambar 3.1</b>	<i>Flowchart</i> Pengerjaan Tugas Akhir	13
<b>Gambar 3.2</b>	<i>Block Diagram</i> Perancangan Alat	15
<b>Gambar 3.3</b>	P&ID Sistem Pengendalian <i>Level</i>	16
<b>Gambar 3.4</b>	P&ID Sistem Pengendalian <i>Level</i>	16
<b>Gambar 4.1</b>	Mini <i>Plant</i> Penghasil Tegangan Listrik Limbah Detergen	21
<b>Gambar 4.2</b>	Letak Penempatan Tabung Elektrokimia	22
<b>Gambar 4.3</b>	Penempatan Sensor Ultrasonik HC-SR04	22
<b>Gambar 4.4</b>	Tampilan Display <i>Internet of Things</i>	23
<b>Gambar 4.5</b>	Diagram Blok Uji Sensor	23
<b>Gambar 4.6</b>	Grafik Pembacaan Alat dan Standar	25
<b>Gambar 4.7</b>	Grafik Respon Sistem Sensor <i>Level</i>	30
<b>Gambar 4.8</b>	Grafik Hasil Tegangan Listrik (Aliran Saling Terhubung)	31
<b>Gambar 4.9</b>	Grafik Hasil Tegangan Listrik (Aliran Terpisah) hari ke 1	32
<b>Gambar 4.10</b>	Grafik Hasil Tegangan Listrik (Aliran Terpisah) hari ke 2	33
<b>Gambar 4.11</b>	Grafik Hasil Tegangan Listrik (Aliran Terpisah) hari ke 3	33



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Kandungan Limbah Detergen	5
<b>Tabel 4.1</b>	Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04	24
<b>Tabel 4.2</b>	Pembacaan Naik dan Turun Sensor Ultrasonik	25
<b>Tabel 4.3</b>	Hasil Perhitungan <i>0<sub>ideal</sub></i> sensor Ultrasonik	26
<b>Tabel 4.4</b>	Pembacaan Skala	28
<b>Tabel 4.5</b>	Perhitungan Ketidakpastian Hasil Pengukuran	28
<b>Tabel 4.6</b>	Data Respon Sistem Sensor <i>Level</i>	29
<b>Tabel 4.7</b>	Hasil Tegangan Listrik (Aliran Saling Terhubung)	31
<b>Tabel 4.8</b>	Hasil Tegangan Listrik (Aliran Terpisah)	32



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Dalam beberapa tahun ini pertumbuhan penduduk di Indonesia semakin meningkat dengan aktivitas yang padat. Tidak hanya dalam sektor bisnis, jasa dan perdagangan, namun juga dalam bidang pendidikan. Banyaknya kampus perguruan tinggi ternama, baik negeri maupun swasta, menjadi pilihan untuk melanjutkan studi bagi sebagian orang. Padatnya aktivitas tersebut merupakan representasi dari banyaknya orang yang melakukan kegiatan. Semakin banyak orang yang tinggal di Indonesia maka akan semakin tinggi pula kepadatan penduduknya. Ditinjau dari aspek lingkungan, hal ini tentu saja tidak menguntungkan karena berpotensi menimbulkan berbagai permasalahan pencemaran. serta ditinjau dari sumber daya alam, pemakaian energi secara besar-besaran akan terus dilakukan, sehingga banyak bermunculan usaha-usaha yang bertujuan meringankan beban masyarakat dalam hal kerumahausahaan, seperti usaha laundry (pencucian baju). Usaha laundry ini selain menghasilkan keuntungan juga menimbulkan dampak negatif pada lingkungan sekitarnya karena usaha ini menghasilkan limbah dan tidak dilengkapi dengan proses pengolahan limbah detergent melainkan dibuang langsung ke selokan maupun badan air terdekat. Akibat limbah detergent yang dibuang ke badan air secara terus menerus tanpa diolah, dapat menimbulkan masalah pencemaran ada lingkungan.

Selama ini telah banyak penelitian tentang pemanfaatan limbah laundry yaitu, pengolahan limbah deterjen menggunakan reaktor biosand filter dan reaktor activated carbon bertujuan untuk mengetahui efisiensi penurunan konsentrasi COD (Chemical Oxygen Demand) pada limbah laundry tersebut. Pengolahan limbah laundry dengan proses elektrolisis menggunakan variasi tegangan 1 – 10 V selama 30 menit dengan elektroda stainless steel terhadap beberapa parameter, yaitu kejernihan, massa endapan yang dihasilkan,

tingkat keasaman (pH), TDS (*Total Dissolved Solvent*) yang bisa membuat kondisi akhir air limbah laundry semakin baik atau mendekati syarat baku mutu air limbah.

Air limbah detergen mengandung bahan kimia dengan konsentrasi yang tinggi antara lain fosfat, surfaktan, ammonia dan nitrogen serta kadar padatan terlarut, kekeruhan, BOD dan COD tinggi. Bahan kimia yang menjadi masalah pencemaran pada badan air tersebut disebabkan pemakaian detergen sebagai bahan pencuci. Peningkatan jumlah usaha laundry jelas akan diikuti oleh peningkatan konsentrasi fosfat pada badan air. Peningkatan konsentrasi tersebut juga dapat menimbulkan terjadinya proses eutrofikasi. Kondisi eutrofik dan kandungan COD tinggi ini akan mengakibatkan terganggunya ekosistem air, menurunnya kualitas air dan self purification perairan. Saat ini telah ada beberapa upaya untuk pemanfaatan limbah detergen menjadi penghasil tegangan listrik, namun masih belum dilakukan formulasi beberapa parameter dalam menentukan hasil tegangan listrik. Sehingga pada penelitian ini dilakukan variasi volume air pada limbah laundry dalam sistem elektrokimia. Terdapat 4 variasi yang dilakukan, yaitu 200 ml, 400 ml, 600 ml dan 800 ml. Hasil penelitian pada eksperimen ini secara berurutan adalah nilai tegangan listrik yang merupakan output dari sistem ini adalah 2,5 volt, 3,5 volt, 4 volt, dan 6 volt. Adapun arus listrik yang dihasilkan terbesar terjadi pada volume air limbah laundry 800 ml (Arif Abdurrahman, 2016).

Pada metode-metode yang sudah ada sebelumnya, limbah detergen hanya dimanfaatkan airnya untuk dijernihkan atau digunakan sebagai bahan untuk sistem elektrolisis lalu dibuang ke saluran air begitu saja. metode-metode tersebut memiliki kekurangan dalam segi teknologi, ekonomi dan pengoperasian, seperti biaya instalasi yang relative mahal. Oleh sebab itu untuk mengurangi masalah tersebut maka dirancang alat penghasil tegangan listrik dengan teknologi rangkaian sel galvani dengan memanfaatkan limbah detergen dimana pada metode sel galvani ini di buat dari setiap tabung proses elektrokimia dengan volume 400 ml menunjukkan ketinggian 6 cm yang akan menghasilkan

tegangan sebesar 0,25 V yang mampu menghidupkan lampu DC 5 Watt selama 10 jam. Dalam proses ini diperlukan sistem kontrol level pada alat penghasil tegangan listrik limbah detergen agar dapat menjaga kestabilan level permukaan air dari tabung sesuai dengan setpoint yaitu 6 cm berdasarkan dari jumlah volume tabung yang berisi limbah yaitu 400 ml yang menggunakan alat sensor ultrasonik sebagai sensing level.

Perangkat keras yang digunakan terdiri dari sensor ultrasonik HC-SR04 dan mikrokontroler ATmega8535. Sensor level ultrasonik digunakan untuk non-kontak *sensing level* yang sangat kental, serta padatan massal. Sensor memancarkan frekuensi tinggi (20 kHz sampai 200 kHz) gelombang akustik yang dipantulkan kembali dan terdeteksi oleh transduser. Sensor level ultrasonik juga dipengaruhi oleh kecepatan perubahan suara karena kelembaban, suhu, dan tekanan (Anantapur, Andhra Pradesh, 2015). Sensor ultrasonik HC-SR04, dipilih karena sudah diprakarsai dan dikemas dengan baik sehingga dapat mengurangi interferensi sinyal yang dipancarkan dan diterima. Sensor ini dipasang menghadap permukaan air sehingga dapat mengukur jarak muka air ke *receiver*. Dengan jarak terjauh 300 cm diukur dari dasar air. jarak antara sensor dengan muka air digunakan untuk menghitung level tinggi muka air. Sehingga semakin jauh jarak muka air ke *receiver* maka semakin rendah level tinggi muka air dan sebaliknya semakin pendek jarak muka air ke *receiver* maka semakin tinggi muka level air. Oleh karena itu tugas akhir ini bertujuan untuk mengendalikan dengan menjaga kestabilan level air pada tabung agar tidak melebihi dan kurang dari setpoint yang telah ditetapkan.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan diatas, maka rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana membuat sebuah sistem pengendalian dengan menggunakan Sensor ultrasonik HC-SR04 yang mengontrol level air pada alat penghasil tegangan listrik limbah detergen ?
2. Bagaimana hasil respon sistem pengendalian level pada

alat penghasil tegangan listrik limbah detergen ?

3. Berapa nilai tegangan yang dihasilkan dari plant penghasil tegangan listrik dari limbah detergen ?

### **1.3. Tujuan**

Tujuan utama dari rancang bangun alat ini adalah untuk memenuhi mata kuliah tugas akhir sebagai syarat kelulusan dari program studi diploma 3 metrologi dan instrumentasi, serta untuk memberikan solusi pada rumusan masalah yaitu :

1. Membuat sebuah alat sistem pengendalian dengan menggunakan Sensor ultrasonik HC-SR04 yang mengontrol level air pada alat penghasil tegangan listrik limbah detergen.
2. Mengetahui hasil respon sistem pengendalian level pada alat penghasil tegangan listrik limbah detergen.
3. Mengetahui nilai tegangan yang dihasilkan dari plant penghasil tegangan listrik dari limbah detergen

### **1.4. Batasan Masalah**

Adapun batas ruang lingkup dari penelitian tugas akhir ini yaitu hanya membahas mengenai sistem pengendalian level pada alat pembangkit listrik limbah detergen yang dikontrol menggunakan Sensor ultrasonik HC-SR04 sehingga sesuai dengan setpoint yang diinginkan.

## BAB II DASAR TEORI

### 1.1. Limbah Detergen

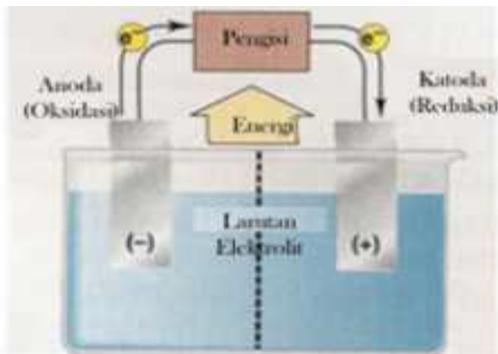
Limbah detergen yang merupakan suatu senyawa sintetis zat aktif muka (surface active agent) yang dipakai sebagai zat pencuci yang baik untuk keperluan rumah tangga, industri tekstil, kosmetik, obat-obatan, logam, kertas, dan karet yang mengandung pospat yang tinggi. Pospat berasal dari Sodium Tripolyphosphate (STPP) dan pada detergen berfungsi sebagai builder yang merupakan unsur terpenting kedua setelah surfaktan karena kemampuannya menonaktifkan mineral kesadahan dalam air sehingga detergen dapat bekerja secara optimal. Limbah pada konsentrasi tertentu yang melewati batas yang ditetapkan akan menimbulkan pencemaran dan dapat mempengaruhi kondisi lingkungan. Kandungan limbah laundry dapat dilihat pada tabel 2.1 (Sostar-Turk, 2004) :

**Tabel 2.1** Kandungan Limbah Detergen

Parameter	Kondisi limbah Laundry	Konsentrasi batas pada emisi air
Temperatur (°C)	62	30
Ph	9,6	6,59
<i>Suspended substances</i>	35	80
<i>Sediment substances</i>	2	0,5
Cl <sub>2</sub> (mg/L)	0,1	0,2
Total nitrogen (mg/L)	2,75	10
Nitrogen ammonia (mg/L)	2,45	5
Total pospat (mg/L)	9,9	1
COD (mg O <sub>2</sub> /L)	280	200
BOD <sub>5</sub> (mg O <sub>2</sub> /L)	195	30
Mineral oil (mg/L)	4,8	10
AOX (mg/L)	0,12	0,5
<i>Anionic surfactant</i> (mg/L)	10,1	1

## 2.2 Sel Galvani

Sebuah sel elektrokimia yang beroperasi secara spontan disebut sel galvani atau sel volta. Diperoleh oleh gabungan ilmuwan yang bernama Alexander Volta dan Luigi Galvani pada tahun 1786. Bermula dari penemuan baterai yang berasal dari cairan garam. Sel ini mengubah energi kimia menjadi energi listrik yang dapat digunakan untuk melakukan kerja. Kedua elektroda logam dan larutannya harus berhubungan, dengan demikian lingkaran arus yang sinambung terbentuk dan merupakan jalan agar partikel bermuatan mengalir. Sebatang seng bila dicelupkan ke dalam larutan  $ZnSO_4$ , dan sebatang tembaga dicelupkan ke dalam larutan  $CuSO_4$ . Sel bekerja berdasarkan asas bahwa oksidasi Zn menjadi  $Zn^{2+}$  dan reduksi  $Cu^{2+}$  menjadi logam Cu dapat dibuat serentak dalam lokasi-lokasi yang terpisah di mana transfer elektron antara lokasi-lokasi tersebut terjadi melalui kawat eksternal. Batang seng dan tembaga ini yang dinamakan elektroda. Berdasarkan definisi, anoda adalah tempat terjadinya oksidasi dan katoda adalah tempat terjadinya reduksi.

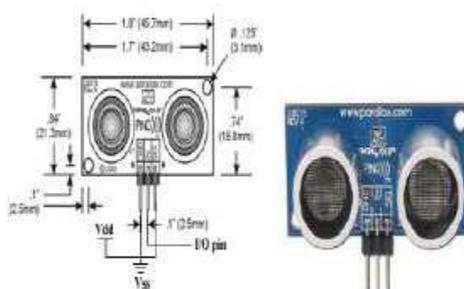


**Gambar 2.1** Proses sederhana sel Volta

Pada sel Volta anoda adalah kutub negatif dan katoda kutub positif. Anoda dan katoda akan dicelupkan ke dalam larutan elektrolit yang terhubung oleh jembatan garam. Jembatan garam memiliki fungsi sebagai pemberi suasana netral (grounding) dari kedua larutan yang menghasilkan listrik.

### 2.3 Sensor Ultrasonik HC-SR04

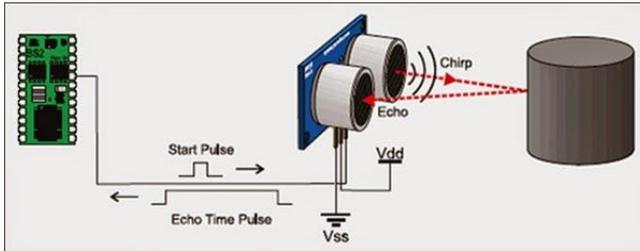
Modul sensor Ultrasonik ini dapat mengukur jarak antara 3 cm sampai 300 cm. Keluaran dari modul sensor ultrasonik ini berupa pulsa yang lebarnya merepresentasikan jarak. Lebar pulsanya yang dihasilkan modul sensor ultrasonik ini bervariasi dari 115  $\mu$ S sampai 18,5 mS. Secara prinsip modul sensor ultrasonik ini terdiri dari sebuah chip pembangkit sinyal 20KHz-200 KHz, sebuah speaker ultrasonik dan sebuah mikropon ultrasonik. Speaker ultrasonik mengubah sinyal 20 KHz menjadi suara sementara mikropon ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi pantulan suaranya. Bentuk sensor ultrasonik diperlihatkan pada gambar 2 berikut.



**Gambar 2.2** Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sinyal output modul sensor ultrasonik dapat langsung dihubungkan dengan mikrokontroler tanpa tambahan komponen apapun. Modul sensor ultrasonik hanya akan mengirimkan suara ultrasonik ketika ada pulsa trigger dari mikrokontroler (Pulsa high selama 5 $\mu$ S). Suara ultrasonik dengan frekuensi sebesar 20KHz akan dipancarkan selama 200 $\mu$ S oleh modul sensor ultrasonik ini. Suara ini akan merambat di udara dengan kecepatan 344.424m/detik (atau 1cm setiap 29.034 $\mu$ S) yang kemudian mengenai objek dan dipantulkan kembali ke modul sensor ultrasonik tersebut. Selama menunggu pantulan sinyal ultrasonik dari bagian trasmitter, modul sensor ultrasonik ini akan menghasilkan sebuah pulsa. Pulsa ini akan berhenti (low) ketika suara pantulan terdeteksi oleh modul sensor ultrasonik. Oleh

karena itulah lebar pulsa tersebut dapat merepresentasikan jarak antara modul sensor ultrasonik dengan objek.



**Gambar 2.3** Cara Kerja Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik HC-SR04 terdiri dari sensor, chip pembangkit gelombang, penerima gelombang dan pembangkit pulsa. Ketika rangkaian elektronik dari parallax ping mendapat catu daya, maka akan dihasilkan pulsa-pulsa yang akan dikirim oleh bagian transmitter. Sensor akan mendeteksi adanya sebuah objek yang berada di depan sensor, yang ditandai dengan adanya sinyal yang diterima oleh sensor penerima pulsa. Jarak tempuh pulsa dianggap sebagai dua kali jarak sensor dengan objek.

## 2.4 Mikrokontroler Raspberry Pi 3 Model B

### 2.4.1 Pengertian Raspberry Pi

Raspberry Pi juga dikenal sebagai RasPi adalah sebuah Single Board Computer ( SBC ) seukuran kartu kredit yang dikembangkan oleh yayasan Raspberry Pi di Inggris ( UK ). Raspberry Pi dapat bekerja layaknya desktop seperti membuat dokumen, mengolah data dengan spreadsheet, menonton film, bermain game dan tentu saja coding. Raspberry Pi memiliki dua model yaitu model A dan model B. Secara umum Raspberry Pi Model B memiliki memory sebesar 512 MB. Selain itu model B juga sudah dilengkapi dengan *ethernet port* yang tidak terdapat di model A. Desain Raspberry Pi didasarkan seputar SoC (*System-on-a-chip*) Broadcom BCM2835, yang telah menanamkan prosesor ARM1176JZF-S dengan 700 MHz.

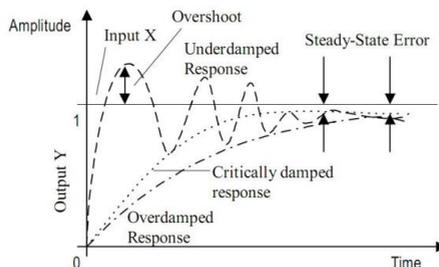
Penyimpanan data didisain tidak untuk menggunakan hard disk atau solid-state drive, melainkan mengandalkan kartu SD (SD memory card) untuk booting dan penyimpanan jangka panjang



**Gambar 2.4** Raspberry Pi 3 Model B

## 2.5 Pengertian Respon Sistem

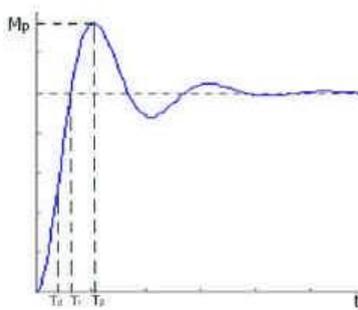
Respon sistem adalah perubahan perilaku output terhadap perubahan sinyal input. Respon sistem berupa kurva akan menjadi dasar untuk menganalisa karakteristik sistem. Bentuk kurva respon sistem dapat dilihat setelah mendapatkan sinyal input. Sinyal input yang diberikan untuk mengetahui karakteristik sistem disebut sinyal test.



**Gambar 2.5** Sinyal Respon Sistem Transient

Bentuk sinyal respond transient ada 3:

- ***Underdamped response***, output melesat naik untuk mencapai input kemudian turun dari nilai yang kemudian berhenti pada kisaran nilai input. Respon ini memiliki efek osilasi
- ***Critically damped response***, output tidak melewati nilai input tapi butuh waktu lama untuk mencapai target akhirnya.
- ***Overdamped response***, respon yang dapat mencapai nilai input dengan cepat dan tidak melewati batas input



**Gambar 2.6** Respon Step Sistem Orde II

### 2.5.1 Spesifikasi Respon Transient Sistem Orde II

Terdapat beberapa macam ukuran kualitas respon transient yang lazim digunakan.:

- **Time Constan (t) :**

Ukuran waktu yang di ukur melalui respon fungsi selubung yaitu mulai  $t = 0$  s/d respon mencapai 63,2% ( $e^{-1} \times 100\%$ ) dari respon steady state.  $t = 1/XW N$

- **Rise Time (TR) :**

Ukuran waktu yang di ukur mulai respon mulai  $t = 0$  s/d respon memotong sumbu steady state yang pertama.

- **Settling Time (TS):**

Ukuran waktu yang menyatakan respon telah masuk 5% atau 2% atau 0,5% dari respon steady state

- **Delay Time (TD) :**

Ukuran waktu yang menyatakan faktor keterlambatan respon output terhadap input, di ukur mulai  $t = 0$  s/d respon mencapai 50% dari respon steady state.

- **Overshot (MP) :**

Nilai relatif yang menyatakan perbandingan harga maksimum respon yang melampaui harga steady state dibanding dengan nilai steady state.

- **Time Peak (TP) :**

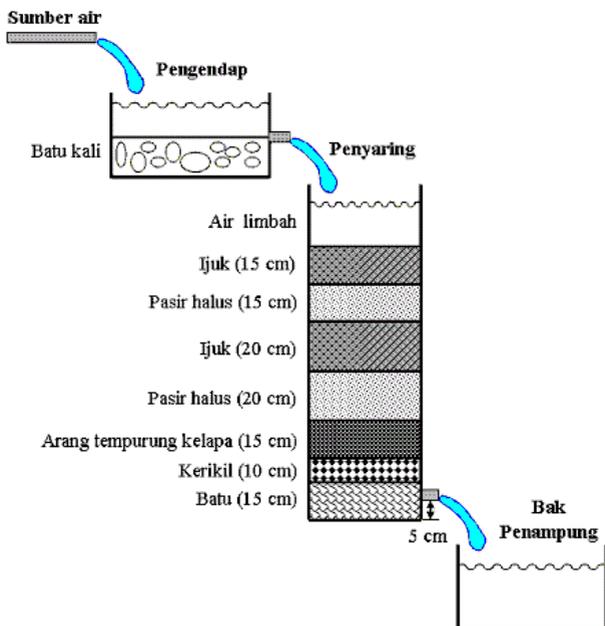
Ukuran waktu diukur mulai  $t = 0$  s/d respon mencapai puncak yang pertama kali (paling besar).

### 2.5.2 Respon Steady State

Saat sistem mencapai kondisi stabilnya, sinyal respon akan berhenti pada nilai dikisaran input/target dimana selisih nilai akhir dengan target disebut steady state error. Besaran error ini akan menjadi input buat subsistem selanjutnya. Besarnya kondisi steady state error dinyatakan dengan koefisien error yang ditentukan oleh type dan input sistem. Tipe sistem digunakan untuk memberikan ciri karakteristik sistem terhadap jumlah akar persamaan karakteristik pada titik 0 pada bidang kompleks.

## 2.6 Purifikasi Air Limbah Sederhana

Purifikasi air limbah bertujuan untuk menstabilkan bahan-bahan organik melalui proses stabilisasi. Lalu materi akan diurai oleh bakteri menjadi bahan-bahan sederhana yang tidak akan didekomposisi dan untuk menghasilkan effluent yang bebas dari keadaan patogen. Serta air dapat digunakan tanpa menimbulkan resiko gangguan kesehatan.



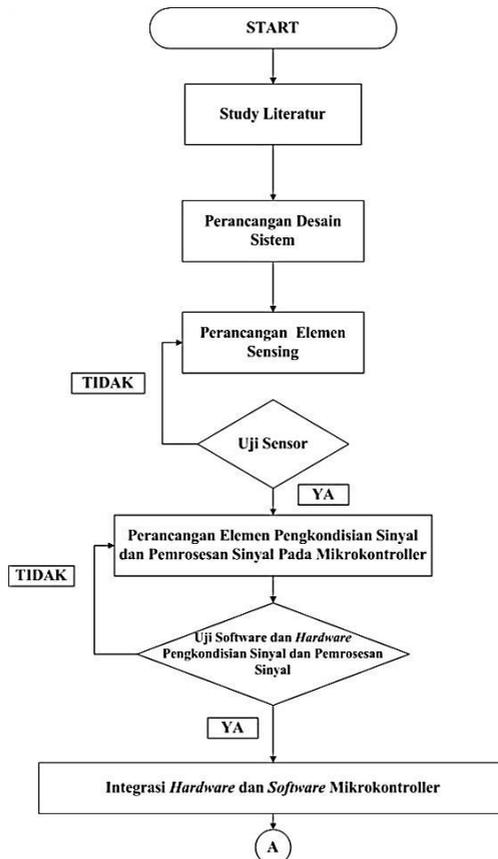
**Gambar 2.7** Alat Purifikasi Air Limbah Sederhana

Untuk pembuat saringan air sederhana menggunakan saringan dimulai dengan membuat lapisan pasir, ijuk, pasir dan arang aktif. Sebab salah satu kegunaan arang adalah untuk mengurangi/menghilangkan bau. Limbah air akan menjadi jernih setelah melewati saringan ini.

## BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

### 3.1. *Flowchart* Perancangan Alat

Langkah-langkah perancangan alat ini digambarkan dalam *flowchart* penelitian yang dapat dilihat pada gambar 3.1. di bawah ini.



**Gambar 3.1** *Flowchart* pengerjaan tugas akhir

### 3.2 Persiapan Peralatan

Berikut merupakan peralatan yang dibutuhkan untuk perancangan sistem monitoring arus dan tegangan pada panel surya menggunakan lampu halogen:

- a. Peralatan Sensor Level :
  - Sensor Ultrasonik HC-SR04
  - Kabel jumper
  - Terminal Blok
  - PCB
  - Resistor 470 ohm dan 330 Kohm
- b. Peralatan sebagai controller :
  - Raspberry Pi 3 Model B
- c. Peralatan Penampil :
  - *Internet Of Things*

### 3.3. Gambaran Umum Tugas Akhir

Pada tugas akhir kali ini yaitu membuat suatu sistem pengendalian level pada alat penghasil tegangan listrik limbah detergen. Menggunakan sensor HCSR04 yang dikontrol dengan mikrokomputer Raspberry Pi 3, sensor level akan diletakkan pada tabung elektrokimia dan sensor diberi setpoint pada ketinggian 800 mm, ketika level air mencapai setpoint maka Solenoid Valve (actuator) akan menutup katup sehingga air berhenti mengalir pada tabung elektrokimia di plant penghasil tegangan listrik dari limbah detergen.

### 3.4 Keterangan Flowchart :

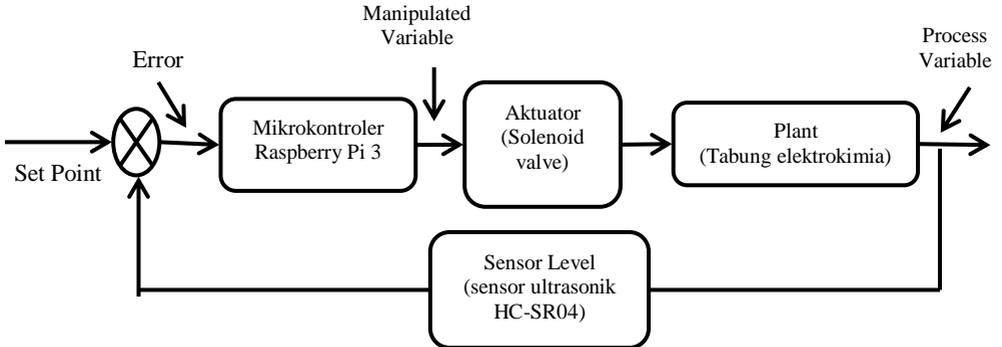
#### 3.4.1 Studi Literatur

Mempelajari literatur dari penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya mengenai pembuatan sistem pengendalian level pada alat penghasil tegangan listrik dari limbah detergen. Mencari karakteristik sensor yang tepat untuk digunakan menyensing level, mencari tahu level yang optimal

untuk tabung sel Elektrokimia pada plant penghasil tegangan listrik limbah detergen. Mempelajari sistem sel elektrokimia yang menggunakan sel galvani untuk memproduksi listrik. Serta mencari karakteristik statik dari elemen sensor dan mikrokontroller yang akan digunakan.

### 3.4.2 Perancangan Sistem Pengendalian Level di Plant Penghasil Tegangan Listrik Limbah Detergen

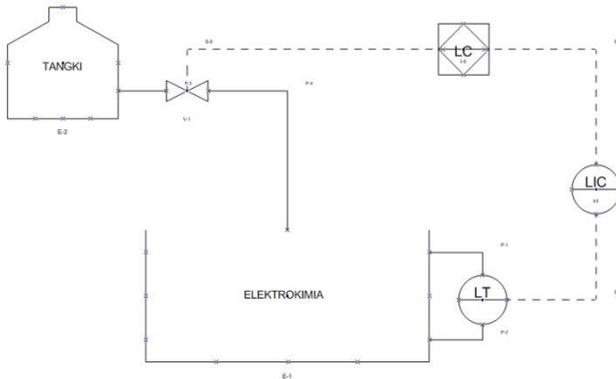
Perancangan sistem dan pembuatan alat pengendalian level di plant penghasil tegangan listrik limbah detergen ini terdiri dari pembuatan skematik sistem, pembuatan *program* sistem pengendalian level, serta pembuatan rangkaian pengendalian level. Terdapat diagram blok sistem pengendalian pada sistem pengendalian level di plant penghasil tegangan listrik limbah detergen yang dapat dilihat pada gambar 3.3 berikut ini.



**Gambar 3.2** Block Diagram Perancangan Alat

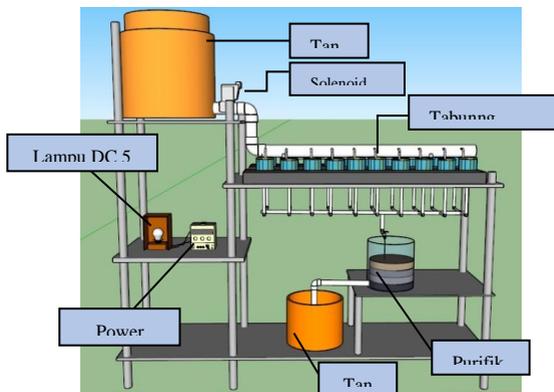
Pada gambar 3.3 dapat dilihat bahwa *process variable* (PV) yang digunakan pada sistem pengendalian ini adalah Tabung Elektrokimia yang terdapat pada plant penghasil tegangan listrik dari limbah detergen. Sistem ini menggunakan mikrokontroller Raspberry Pi 3 dengan mode *on-*

*off*, untuk aktuatur menggunakan solenoid valve sebagai katup mengalirkan limbah detergen dan Tabung Elektrokimia sebagai



**Gambar 3.3** P&ID Sistem Pengendalian *Level*

tempat proses dari limbah detergen dengan ketinggian level sesuai *setpoint* yang ditentukan. Lalu, sensor yang digunakan untuk mengukur level pada tabung adalah sensor ultrasonik HC-SR04. Sensor level digunakan untuk mengukur level tabung elektrokimia sehingga dapat diperoleh nilai level air tabung elektrokimia.



**Gambar 3.4** P&ID Sistem Pengendalian *Level*

Hasil pengukuran level tabung elektrokimia tersebut kemudian akan disesuaikan dengan nilai *set point*. Apabila nilai ketinggian level air sesuai dengan *set poin* maka actuator berupa solenoid valve akan menutup dari kondisi awal *normally open*. Ketika level yang terukur kurang dari *set point*, maka *controller* akan memberikan sinyal ke *solenoid valve* untuk membuka dan mengalirkan limbah detergen menuju tabung elektrokimia.

#### 3.4.4 Pengujian Alat Sensor

Mekanik dari sistem pengendalian level pada tabung elektrokimia dirancang terlebih dahulu. Kemudian dilakukan sebuah percobaan pada mekanik apakah program yang sudah dibuat sudah sesuai dengan yang diinginkan atau belum.

Percobaan dimulai dengan membuat suatu control panel. Kemudian mengkoneksikan antara mekanik dengan control panel yang sudah dibuat tersebut. Pengujian dilakukan dengan menyalakan *solenoid valve*, lalu dicek apakah *solenoid valve* akan mati ketika *set point* telah tercapai. Apabila aksi dari aktuator tidak sesuai dengan *set point*, maka dilakukan sebuah *troubleshooting* untuk mencari penyebab dari tidak berjalannya suatu proses pengendalian tersebut. Setelah sistem berjalan sudah sesuai dengan yang diinginkan, maka dilakukan sebuah pengambilan data kalibrasi dari sensor ultrasonik HC-SR04 dan grafik respon dari sensor tersebut pada software Labview. Melakukan pengujian sensor dengan melakukan pengambilan data setiap pengujiannya.

#### 3.4.4 Perancangan Pemrosesan Sinyal pada Raspberry Pi

Dalam tahap ini melakukan perancangan elemen pengondisian sinyal dan pemrosesan sinyal pada mikrokontroller. Karena dalam sistem monitoring ini untuk pengondisian sinyal dan pemrosesan sinyal dilakukan di dalam perangkat kontrol yaitu *Raspberry Pi 3*. Dalam pengondisian sinyal dan pemrosesan sinyal dilakukan melalui program *software* pemrograman *Raspberry Pi 3*. Sinyal yang dikondisikan dan diproses adalah

nilai keluaran dari setiap sensor level. Dalam tahap ini pula dilakukan pengondisian program agar dapat tertampil pada sistem monitoring IoT (*Internet of Things*).

Ketika *coding* program sudah jadi maka dilakukan pengintegrasian antara *hardware* dengan *software*. Didalam *software* dilakukan penyamaan *Port Personal Computer(PC)* yang digunakan untuk mengupload program yang ada ke *Raspberry Pi 3*. Kemudian program dilihat hasil yang tertampil di monitor IoT (*Internet of Things*) agar mengetahui apakah sudah sesuai dengan program yang diinginkan.

### 3.4.5 Pengambilan Data Karakteristik Statik dan Data Kalibrasi

Pada tahap pengambilan data karakteristik static dan kalibrasi merupakan tahap untuk melihat spesifikasi yang dimiliki oleh sistem monitoring yang telah dibuat. Dimana dengan keterangan data tersebut dapat dilihat baik atau tidaknya performansi karakter sistem monitoring ini. Pada karakteristik statik alat yang dicari yaitu nilai *range*, *span*, *resolusi*, *sensitivitas*, *non-linieritas*, *hysteresis*, serta akurasi. Sedangkan untuk data kalibrasi digunakan untuk mencari nilai ketidakpastian dari hasil pengukuran ketika menggunakan perangkat sistem monitoring arus dan tegangan ini. Berikut merupakan langkah-langkah pengambilan data karakteristik statik :

- Nilai *range* dan resolusi sistem pengukuran dicatat sesuai spesifikasi sensor arus dan tegangannya.
- Kemudian nilai *span* ditentukan dengan rumus :  $I_{\max}-I_{\min}$  dan  $O_{\max}-O_{\min}$ .
- Nilai sensitivitas ditentukan dengan rumus :

$$\text{Sensitivitas} = \frac{\Delta O}{\Delta I} \dots\dots\dots (3.1)$$

- Nilai linieritas ditentukan dari nilai pembacaan input naik, dengan rumus linieritas

$$O - O_{min} = \left[ \frac{O_{maks} - O_{min}}{I_{maks} - I_{min}} \right] (I - I_{min}) \dots\dots\dots (3.2)$$

$$O_{ideal} = KI + a \dots\dots\dots (3.3)$$

Dimana :

K = Kemiringan garis lurus ideal =  $\frac{O_{maks} - O_{min}}{I_{maks} - I_{min}}$

a = Koefisien garis lurus ideal

$$= O_{min} - KI_{min}$$

- *Hysteresis* ditentukan dengan melakukan pengambilan data input naik dan turun, dengan persamaan *hysteresis* :

$$H(I) = O(I)_{I\downarrow} - O(I)_{I\uparrow} \dots\dots\dots (3.4)$$

$$\% \text{ Maksimum hysteresis} = \frac{\bar{H}}{O_{max} - O_{min}} \times 100\% \dots\dots\dots (3.5)$$

- Nilai akurasi ditentukan dari pembacaan alat dengan pembacaan standar, nilai akurasi ditentukan dari nilai kesalahan akurasi dengan persamaannya, yaitu :

$$A = 1 - \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \dots\dots\dots (3.6)$$

Dengan rumus prosentase akurasi (a)

a = 100%-Persen kesalahan

dimana :  $Y_n$  = Pembacaan standar

$X_n$  = Pembacaan alat

Nilai ketidakpastian didapatkan dengan cara kalibrasi secara pembacaan berulang, dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- Nilai  $U_{a1}$  dihitung berdasarkan persamaan yang ditunjukkan pada sub bab analisis ketidakpastian.
- Nilai  $U_{a2}$  yaitu nilai ketidakpastian berdasarkan pendekatan regresi dihitung dengan persamaan sesuai dengan sub bab analisis ketidakpastian.
- Tahap selanjutnya dilakukan perhitungan ketidakpastian berdasarkan nilai selain metode statistik atau berdasarkan data yang sudah ada, sesuai dengan persamaan pada analisis ketidakpastian tipe B.

- Berdasarkan data  $U_{a1}$ ,  $U_{a2}$ ,  $U_{b1}$  serta  $U_{b2}$  ini dapat ditentukan nilai ketidakpastian kombinasi ( $U_c$ ) sesuai persamaan pada ketidakpastian baku gabungan.
- Kemudian dilanjutkan dengan menghitung nilai ketidakpastian diperluas  $U_{exp}$  yang didapatkan berdasarkan nilai  $K$  faktor cakupan dan nilai  $V$  factor kebebasan. Sesuai dengan persamaan pada ketidakpastian diperluas.

## BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sistem pengendalian dirancang untuk menjaga *level* pada tabung elektrokimia agar sesuai dengan *set point*. Apabila *level* tidak dijaga, ketinggian fluida pada tabung elektrokimia akan tidak stabil dan dapat melebihi kapasitas tabung. Pada sistem yang telah dibuat yaitu pengendalian *level* pada tabung elektrokimia di plant penghasil tegangan listrik limbah detergen, menggunakan sebuah sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur ketinggian fluida pada tabung elektrokimia. Sensor ultrasonik yang dipakai pada sistem ini adalah jenis ultrasonik HC-SR04.



**Gambar 4.1** Mini Plant Penghasil Tegangan Listrik Limbah Detergen

Pada gambar 4.1 merupakan gambar keseluruhan dari *mini plant* penghasil tegangan listrik limbah detergen. Untuk proses keseluruhan dalam pengendalian level dan produksi listrik dan

menggunakan tangki 30 liter sebagai tempat penyimpanan limbah detergen, serta sebuah lampu indikator 5 watt.



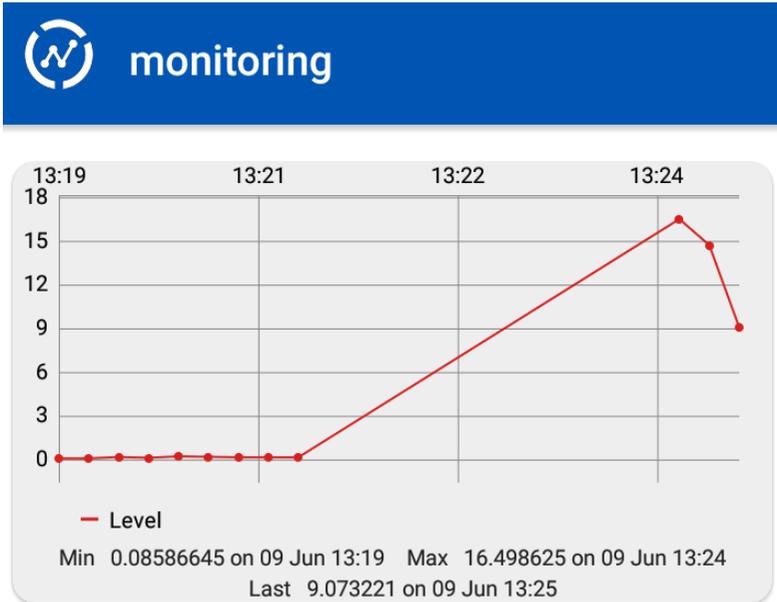
**Gambar 4.2** Letak Penempatan Tabung Elektrokimia

Gambar 4.2 merupakan tempat proses produksi listrik dari limbah detergen yang terdapat 40 Tabung Elektrokimia yang masing-masing tabung akan menghasilkan sekitar 0,30 Volt DC

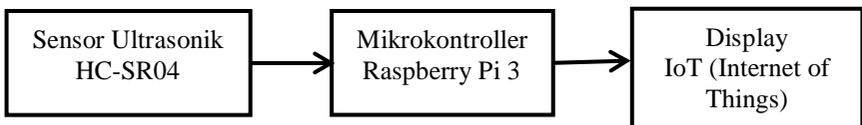


**Gambar 4.3** Penempatan Sensor Ultrasonik HC-SR04

Gambar 4.3 menunjukkan penutup tabung elektrokimia dan letak sensor ultrasonik sebagai pengendali level dan pada tutup tabung terdapat 2 buah Elektroda yaitu seng dan tembaga sebagai metode sel galvanik dalam proses produksi listrik.



**Gambar 4.4** Tampilan Display *Internet of Things*



**Gambar 4.5** Diagram Blok Uji Sensor

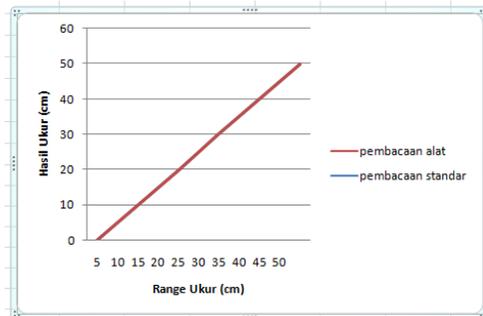
Pada gambar 4.5 menunjukkan diagram blok pengukuran pada sensor ultrasonik HC-SR04. Jadi, data dari pembacaan nilai sensor ultrasonik HC-SR04 akan dikirim ke mikrokontroler Raspberry Pi 3. Kemudian nilai dari pembacaan sensor ultrasonik HC-SR04 akan ditampilkan oleh sistem monitoring IoT (Internet

of Thing). Perlu adanya suatu pengukuran untuk mengetahui nilai yang dihasilkan oleh sensor. Mengukur adalah sebuah proses yang mengaitkan angka secara obyektif, sehingga angka yang diperoleh tersebut dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai objek atau kejadian yang diukur. Terdapat beberapa komponen penting dalam melakukan pengukuran, yaitu material, *instrument*, pelaku pengukuran, metode yang digunakan dan lingkungan. Komponen-komponen tersebut sangat penting, karena dapat mempengaruhi nilai dari pengukuran termasuk ketidakpastian pengukuran. Berdasarkan pengambilan data yang dilakukan pada pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 yang ditunjukkan pada tabel 4.1 berikut ini :

**Tabel 4.1** Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Leve (cm)	Pembacaan Sensor Ultrasonik HC-SR04				Rata-rata (cm)
	Ke-1(cm)	Ke-2 (cm)	Ke-3 (cm)	Ke-4 (cm)	
5	5,07	5,11	5,07	5,11	5,09
10	10,01	10,01	10,05	10,01	10,02
15	14,91	14,91	14,95	14,91	14,92
20	19,93	19,98	19,93	19,98	19,96
25	25,18	24,96	25,00	25,18	25,08
30	29,94	29,90	29,90	29,94	29,92
35	35,23	35,32	34,84	34,88	35,07
40	39,95	39,91	39,91	39,91	39,92
45	44,89	45,20	44,89	44,89	44,97
50	50,18	50,22	49,92	49,92	50,06

Tabel 4.1 merupakan tabel pengujian sensor ultrasonik HC-SR04. Pengujian dilakukan dengan mengukur jarak menggunakan sensor ultrasonik. Hasil dari pembacaan data sensor ultrasonik dibandingkan dengan penggaris standar. Pembacaan sensor dimulai dari jarak 5 cm-50 cm. Setiap pembacaan dilakukan sebanyak 4 kali pengukuran. Dari pembacaan sensor tersebut didapatkan nilai rata-rata dari setiap pembacaan.



**Gambar 4.6** Grafik Pembacaan Alat dan Standar

Gambar 4.6 merupakan grafik pembacaan alat dengan pembacaan standar. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa selisih antara pembacaan alat dengan standar nilainya sangat kecil. Selain pengujian sensor ultrasonik HC-SR04, juga dilakukan pengujian pembacaan naik dan turun pada sensor dengan hasil yang ditunjukkan pada tabel 4.3 dibawah ini.

**Tabel 4.2** Pembacaan Naik dan Turun Sensor Ultrasonik

No.	O (naik)	O (turun)
1.	5,07	4,97
2.	10,01	9,68
3.	14,91	14,34
4.	19,93	20,82
5.	25,18	25,35
6.	29,94	29,94
7.	35,23	34,17
8.	39,95	40,42
9.	44,89	45,12
10.	50,18	49,29

Berdasarkan data yang didapatkan dari hasil pembacaan naik dan pembacaan turun pada sensor ultrasonik HC-SR04 yang ditunjukkan pada tabel 4.2, didapatkan hasil perhitungan *O<sub>ideal</sub>* sensor ultrasonik pada sensor ultrasonik yang ditunjukkan tabel 4.3 berikut :

**Tabel 4.3** Hasil Perhitungan  $O_{ideal}$  sensor Ultrasonik

No	Pembacaan standart	$O_{ideal}$
1	5	5,07
2	10	10,01111
3	15	14,91222
4	20	19,93333
5	25	25,18344
6	30	29,94955
7	35	35,23566
8	40	39,95177
9	45	44,89788
10	50	50,18

Nilai karakteristik static dari sensor adalah sebagai berikut :

- *Range* = 5 cm – 50 cm
- *Span* = 45 cm
- Resolusi = 0,01
- *Linearitas*

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada sensor ultrasonik HC-SR04 dapat diketahui linearitas sensor ultrasonik HC-SR04.

$$K = \frac{O_{max} - O_{min}}{I_{max} - I_{min}}$$

$$K = \frac{50,18 - 5,07}{50 - 5} = 1,00244$$

- *Non-Linearitas* (N (I)) = O (I) – (KI+a)

I = standar ; O = alat

$$a \text{ (zero bias)} = O_{min} - KI_{min}$$

$$= 5,07 - (1,00244 \times 5)$$

$$= 0,0578$$

$$\text{Non-Linearitas maksimum per unit} = \frac{\hat{N}}{O_{max} - O_{min}} \times 100\%$$

$$= \frac{1,00244}{50,18 - 5,07} \times 100\%$$

$$= 2,222\%$$

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= 1 - \left| \frac{\text{Rata-rata pembacaan standar-alat}}{\text{Rata-rata pembacaan standar}} \right| \\
 &= 1 - \left| \frac{27,5 - 27,501}{27,5} \right| \\
 &= 1 - 0,00003636 \\
 &= 0,99996 \text{ cm} \\
 \% \text{ Akurasi} &= 0,99996 \times 100\% \\
 &= 99,9\% \\
 \bullet \text{ Error} &= 1 - \text{Akurasi} \\
 &= 1 - 0,99996 \\
 &= 0,00004 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

## 4.2 Perhitungan Ketidakpastian Pembacaan Alat

Perhitungan ketidakpastian pembacaan alat dilakukan untuk mengetahui apakah sensor ultrasonik HC-SR04 yang digunakan masih bagus untuk dipakai pada sistem. Perlu dilakukan analisa dengan metode statistik (tipe A) dan selain metode statistik (tipe B).

Tipe A ditandai dengan adanya data pengukuran, selanjutnya dari data tersebut diperoleh nilai rata-rata dan standar deviasi. Terdapat 2 macam analisa tipe A yaitu UA1 dan UA2. UA1 merupakan ketidakpastian hasil pengukuran, sedangkan UA2 merupakan ketidakpastian regresi. Analisa Tipe B dibagi menjadi 2 bagian, yaitu ketidakpastian resolusi (UB1) dan ketidakpastian alat standar (UB2).

Dari semua sumber ketidakpastian tersebut dikombinasikan untuk memberikan gambaran menyeluruh ketidakpastian. Ketidakpastian gabungan biasa disebut dengan UC. Kemudian dicari nilai derajat kebebasan efektif ( $V_{eff}$ ) dan faktor cakupan ( $k$ ). Selanjutnya dihitung nilai dari ketidakpastian diperluas ( $U_{exp}$ ).

**Tabel 4.4** Pembacaan Skala

Range	Pembacaan Alat (x)	Koreksi (y)	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
	5,07 cm	-0,07 cm	-0,024	0,000576

5 cm	5,11 cm	-0,11 cm	0,016	0,000256
	5,07 cm	-0,07 cm	-0,024	0,000576
	5,11 cm	-0,11 cm	0,016	0,000256
	5,11 cm	-0,11 cm	0,016	0,000256
				$\Sigma=0,00192$

Koreksi minimum = 0,07 cm

Koreksi maksimum = 0,11 cm

$$\bar{x} = \frac{5,07+5,11+5,07+5,11+5,11}{5} = 5,094$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma(xi-\bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,00192}{5-1}} = \sqrt{0,00048} = 0,0219$$

**Tabel 4. 5** Perhitungan Ketidakpastian Hasil Pengukuran

T	$\bar{x}$	y	$yi-\bar{y}$	$(yi-\bar{y})^2$
5	5,09	-0,09	-0,089	0,00792
10	10,02	-0,02	-0,019	0,00036
15	14,92	0,08	0,081	0,00656
20	19,96	0,04	0,041	0,00168
25	25,08	-0,08	-0,079	0,00624
30	29,92	0,08	0,081	0,00656
35	35,07	-0,07	-0,069	0,00476
40	39,92	0,08	0,081	0,00656
45	44,97	0,03	0,031	0,00096
50	50,06	-0,06	-0,059	0,00348
$\Sigma=275$		$\Sigma=-0,01$		$\Sigma=0,04508$

koreksi (y) = pemb. Standar (t) – pemb. Alat (x) 0,005026667

$$\bar{y} = \frac{\Sigma y}{10} = \frac{-0,01}{10} = -0,001$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma(yi-\bar{y})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,04508}{10-1}} = \sqrt{0,005008889} = 0,0707735$$

$$UA1 = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{0,0707735}{\sqrt{10}} = 0,02238$$

### 4.3 Respon Sistem

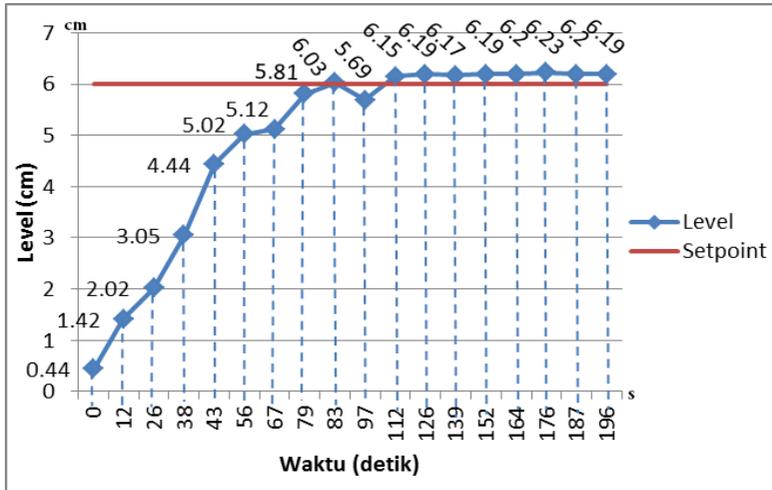
Setelah sistem pengendalian level pada plant Elektrokimia penghasil tegangan listrik berjalan dengan baik, perlu dilakukan uji respon. Uji respon dilakukan untuk mengetahui berapa selang waktu yang dibutuhkan suatu sistem pengendalian untuk mencapai *set point*. Hasil uji respon akan ditunjukkan pada tabel 4.6 sebagai berikut :

**Tabel 4. 6** Data Respon Sistem Sensor *Level*

No	Level (cm)	Waktu (detik)
1	0.44	0
2	1.42	12
3	2.02	26
4	3.05	38
5	4.44	43
6	5.02	56
7	5.12	67
8	5.81	79
9	6.03	83
10	5.69	97
11	6.15	112
12	6.19	126
13	6.17	139
14	6.19	152
15	6.20	164
16	6.23	176
17	6.20	187
18	6.19	196

Pada tabel 4.6 merupakan hasil data uji respon sistem sensor level yang diambil dari sistem monitoring *Internet of Thingspeak* (IoT)

yang memiliki rentang waktu yang berbeda-beda dengan setpoint 6 cm. Grafik respon sistem akan ditunjukkan pada gambar 4.7 berikut :



**Gambar 4.7** Grafik Respon Sistem Sensor *Level*

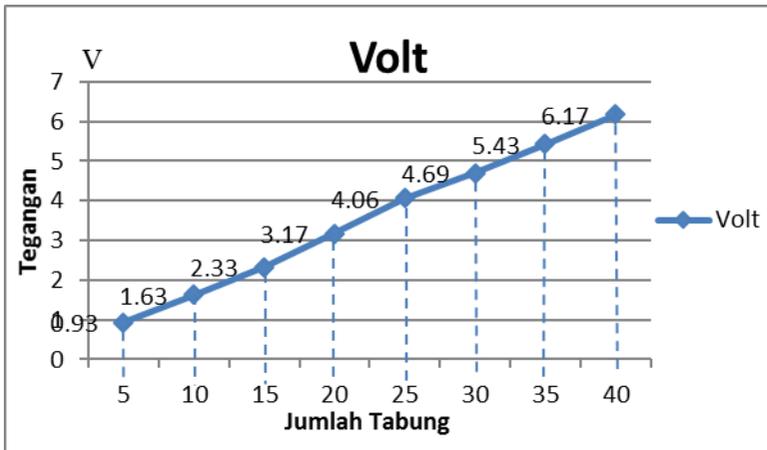
Gambar 4.7 merupakan grafik dari sistem pengendalian *level* pada *plant* penghasil tegangan listrik limbah detergen. Dapat dilihat nilai *set point* pada sistem pengendalian tersebut adalah 6 cm. Dapat diketahui agar mencapai setpoint 6 cm memerlukan selang waktu 83 detik ( $T_s$ /settling time) menghasilkan nilai 0 untuk overshoot ( $M_p$ ) dan respon steady state ( $E_{ss}$ ) pada 6,19 cm.

#### 4.4 Hasil Tegangan Listrik Plant Limbah Detergen

Pada proses produksi listrik dengan limbah detergen telah didapatkan hasil tegangan listrik dengan dua cara yaitu dengan menghubungkan semua aliran limbah di tabung elektrokimia menjadi satu menggunakan selang dan pipa, kedua dengan memisahkan aliran limbah ke pipa dengan menutup selang di tabung sehingga menghasilkan tegangan yang berbeda, dibawah ini akan ditunjukkan hasil tegangan listrik dari aliran saling terhubung dan aliran yang terpisah pada tabel berikut

**Tabel 4.7** Hasil Tegangan Listrik (Aliran Saling Terhubung)

Jumlah tabung	Tegangan (V)
5	0.93
10	1.63
15	2.33
20	3.17
25	4.06
30	4.69
35	5.43
40	6.17

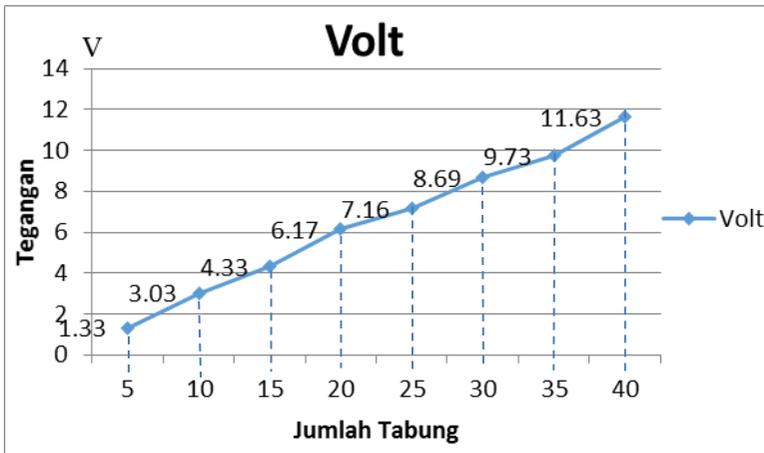
**Gambar 4.8** Grafik Hasil Tegangan Listrik (Aliran Saling Terhubung)

Gambar 4.8 menunjukkan hasil tegangan listrik dengan menyambungkan seluruh aliran limbah pada tabung elektrokimia, dengan 40 tabung dapat menghasilkan tegangan hanya 6,17 volt.

Apabila semakin banyak tabung maka akan semakin besar tegangan yang akan dihasilkan.

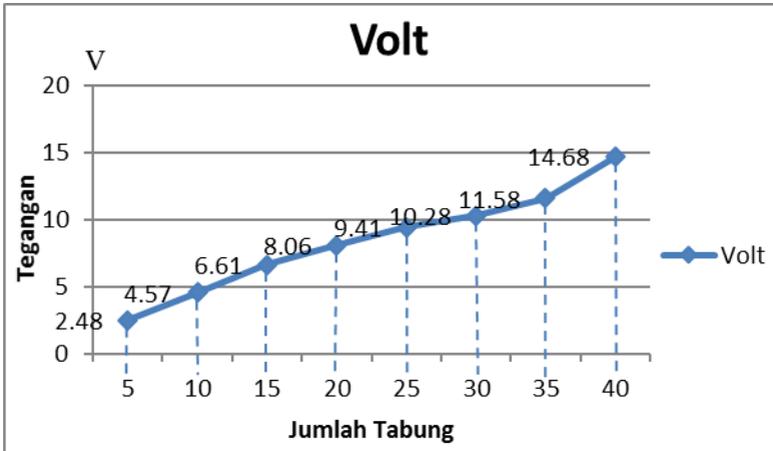
**Tabel 4.8** Hasil Tegangan Listrik (Aliran Terpisah)

Jumlah tabung	Data Hari ke-1	Data Hari ke-2	Data Hari ke-3
	Tegangan (V)	Tegangan (V)	Tegangan (V)
5	1.33	2.48	2.57
10	3.03	4.57	4.72
15	4.33	6.61.	6.81
20	6.17	8.06	8.56
25	7.16	9.41	10.17
30	8.69	10.28	12.28
35	9.73	11.58	13.71
40	11.63	14.68	16.06

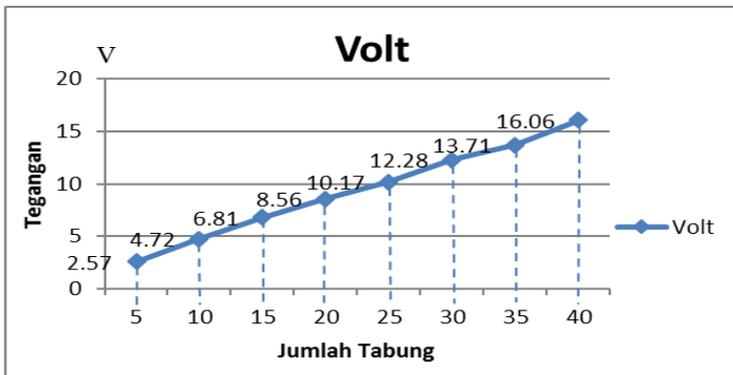


**Gambar 4.9** Grafik Hasil Tegangan Listrik (Aliran Terpisah) Hari ke 1

Pada gambar 4.9 merupakan grafik hasil tegangan listrik dengan aliran limbah yang saling terpisah sehingga hasil keluaran tegangan lebih besar dibandingkan dengan aliran limbah yang saling terhubung yaitu menghasilkan tegang sebesar 11,63 Volt dari 40 tabung elektrokimia.



**Gambar 4.10** Grafik Hasil Tegangan Listrik (Aliran Terpisah)  
Hari ke 2



**Gambar 4.11** Grafik Hasil Tegangan Listrik (Aliran Terpisah)  
Hari ke 3

Pada gambar 4.10 dan 4.11 menunjukkan grafik hasil tegangan listrik aliran terpisah yang limbah detergenya telah didiamkan selama lebih dari satu hari, sehingga mendapatkan hasil tegangan yang lebih besar dari limbah yang baru dimasukkan ke tabung elektrokimia dengan hasil tegangan sebesar 14.68 volt dan 16.06 dari 40 tabung.

#### 4.5 Pembahasan

Pada *mini plant* penghasil tegangan listrik limbah detergen terdapat sistem pengendalian *level*. Sistem pengendalian *level* tersebut untuk menjaga ketinggian fluida pada tangki Elektrokimia. Sensor yang digunakan adalah sensor ultrasonik HC-SR04. Menggunakan mikrokontroler Raspberry pi 3 sebagai controller. Sistem pengendalian tersebut untuk memberikan aksi pada *solenoid valve*. Digunakan *set point* 6 cm untuk menutup katup *solenoid valve*.

Pengujian sensor dilakukan untuk mengetahui karakteristik static dan nilai ketidakpastian dari sensor. Untuk mencari nilai ketidakpastian dari sensor, dilakukan suatu pengukuran pada sensor dan menggunakan penggaris standar untuk pembandingnya. Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan, diketahui nilai dari ketidakpastian hasil pengukuran (UA1) sebesar 0,02238. Kemudian dicari nilai ketidakpastian.

Dari pengujian sensor yang telah dilakukan, diketahui bahwa pembacaan dari sensor terkadang terdapat *error* sebesar 0,00004 cm. Pada pengujian terhadap sistem kontrol dilakukan dengan mengaktifkan sistem, *solenoid valve* akan membuka dan mengalirkan fluida pada tangki pemanas. Ketika fluida mencapai *set point* yaitu 6 cm, *solenoid valve* akan mati dan menutup katup. Dan ketika pembacaan sensor berada di bawah *set point*, *solenoid valve* akan kembali membuka. Uji respon pada sistem perlu dilakukan untuk mengetahui respon sistem terhadap *mini plant* penghasil tegangan listrik limbah detergen. Dari grafik respon sistem, dapat dilihat bahwa nilai *settling time* untuk ketinggian 0 cm ke 6 cm sebesar 83 detik. Dalam hal ini pengujian yang dilakukan terhadap sistem berhasil memenuhi

kondisi yang diinginkan. Dengan berhasilnya pengujian tersebut, sistem pengendalian *level* pada *mini plant* penghasil tegangan listrik limbah detergen dapat berjalan sesuai yang diharapkan. Adapun pada saat memproduksi tegangan listrik dari limbah detergen dengan metode sel galvani yang terdapat pada *plant* tabung elektrokimia telah didapatkan hasil tegangan listrik dengan dua cara yaitu dengan menghubungkan semua aliran limbah di tabung elektrokimia menjadi satu menggunakan selang dan pipa PVC, kedua dengan memisahkan aliran limbah ke pipa dengan menutup selang di tabung, dari kedua metode ini menghasilkan tegangan yang berbeda. Yaitu pada *plant* yang alirannya saling terhubung menghasilkan tegangan sebesar 0.93 V (5 tabung), 1.63 (10 tabung), 2.33 (15 tabung), 3.17 (20 tabung), 4.06 (25 tabung), 4.69 (30 tabung), 5.43 (35 tabung), 6.17 (40 tabung). Sedangkan dengan menggunakan metode *plant* yang aliran limbahnya saling terpisah menghasilkan tegangan yang lebih besar yaitu 1.33 (5 tabung), 3.03 (10 tabung), 4.33 (15 tabung), 6.17 (20 tabung), 7.16 (25 tabung), 8.69 (30 tabung), 9.73 (35 tabung), 11.63 (40 tabung), serta hasil tegangan yang limbah detergenya telah didiamkan lebih dari satu hari sebesar 14.68 volt. Dapat disimpulkan bahwa dengan memisahkan seluruh aliran limbah detergen di tabung lebih optimal hasil tegangannya, dikarenakan bila alirannya saling terhubung maka tegangan akan banyak yang *loss* atau berkurang karena saling bertemunya proses elektrokimia dari satu tabung dengan tabung yang lainnya sehingga mengakibatkan arah kutub positif dan negatif yang saling bertolak dan juga apabila limbah detergen yang ada di tabung didiamkan lebih lama maka semakin lama akan menghasilkan tegangan listrik yang lebih besar dengan batasan tertentu.

*Halaman Ini Sengaja Dikosongkan*

## **BAB V PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dari perancangan dan pembuatan sistem pengendalian *level* pada tabung elektrokimia di plant penghasil tegangan listrik limbah detergen, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah dibuat rancang bangun sistem pengendalian level pada tabung elektrokimia di plant penghasil tegangan listrik limbah detergen, dengan adanya sistem tersebut maka fluida yang masuk pada tangki pemanas dapat dijaga ketinggiannya.
2. Diketahui agar mencapai setpoint 6 cm memerlukan selang waktu 83 detik ( $T_s$ /settling time) menghasilkan nilai 0 untuk overshoot ( $M_p$ ) dan respon steady state ( $E_{ss}$ ) pada 6,19 cm dari ukuran tabung 14 cm menuju ketinggian level air 6 cm.
3. Hasil tegangan yang didapatkan dari proses produksi berbeda jauh antara plant tabung elektrokimia yang alirannya saling terhubung yang hasil tegangan hanya 6,17 volt dibandingkan dengan tabung yang alirannya saling terpisah dengan hasil tegangan 11,63 volt dari masing-masing plant menggunakan 40 tabung elektrokimia.

### **5.2 Saran**

Dari hasil perancangan dan pembuatan sistem ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu :

1. Perlu adanya kalibrasi pada sensor agar pembacaan sensor lebih akurat.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dalam proses produksi untuk menghasilkan tegangan listrik yang lebih optimal lagi.

*Halaman Ini Sengaja Dikosongkan*

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Ginting, Perdana. 2007. Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri. Bandung: YramaWidya.
- [2]. Arief Abdurrahman, Purwadi Agus Darwito, Tutug Dhanardono, Eka Wahyu Prasajo. 2016. Studi Eksperimental Pengaruh Volume Air Limbah Laundry terhadap Sistem Penghasil Tegangan Listrik Menggunakan Metode Elektrokimia
- [3]. Anantapur, Andhra Pradesh. 2015. Implementation of Automation System for Level with Flexibility. India, Department of Instrumentation & USIC, S.K. University
- [4]. Sakyafitri, Kalpataru Imaniar. 2011. Aplikasi Sensor Ultrasonik Sebagai Alat Ukur Level Tinggi Permukaan Dan Debit Air Pada Aliran Saluran Terbuka Berbasis Mikrokontroler Atmega8535. Bandar Lampung: Universitas Lampung
- [5]. [www.ilmukimia.org](http://www.ilmukimia.org)
- [6]. <http://www.alatlabor.com/article/detail/58/fungsi-dan-pengenalan-ph-meter>
- [7]. PING-v1.3, May 2007. ---, Detect Distance with the Ping))(TM) Ultrasonic Sensor, <http://www.parallax.com/Distance28015,May2007>
- [8]. <http://digilib.polsri.ac.id/files/disk1/117/ssptpolsri-gdl-fitriislam-5808-3-babiil->
- [9]. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/20194/4/Chapter%20II.pdf> <http://elektronika-dasar.web.id/motor-servo/motor-servo/>
- [10]. Kamrin, M., Hayden, N., Christian, B., Bennack D., D'Itri, F., 1999, Reverse osmosis for Home Drinking Water., Bulletin WQ24, Michigan University



## LAMPIRAN A

### DATA SHEET ULTRASONIC HC-SR04

Ultrasonic ranging module HC - SR04 provides 2cm - 400cm non-contact measurement function, the ranging accuracy can reach to 3mm. The modules includes ultrasonic transmitters, receiver and control circuit. The basic principle of work:

- (1) Using IO trigger for at least 10us high level signal,
- (2) The Module automatically sends eight 40 kHz and detect whether there is a pulse signal back.
- (3) IF the signal back, through high level , time of high output IO duration is the time from sending ultrasonic to returning.

Test distance = (high level time × velocity of sound (340M/S) / 2,

#### **Wire connecting direct as following:**

- 5V Supply
- Trigger Pulse Input
- Echo Pulse Output
- 0V Ground

#### **Electric Parameter**

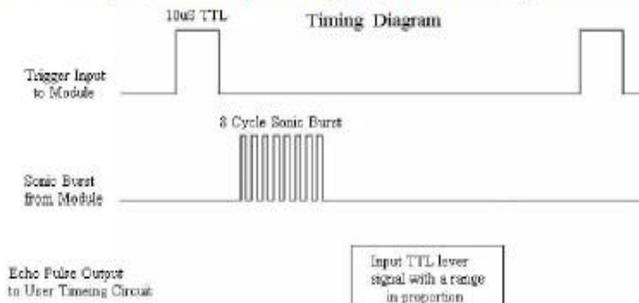
Working Voltage	DC 5 V
Working Current	15mA
Working Frequency	40Hz
Max Range	4m
Min Range	2cm
Measuring Angle	15 degree
Trigger Input Signal	10uS TTL pulse
Echo Output Signal	Input TTL lever signal and the range in proportion
Dimension	45*20*15mm





## Timing diagram

The Timing diagram is shown below. You only need to supply a short 10 $\mu$ S pulse to the trigger input to start the ranging, and then the module will send out an 8 cycle burst of ultrasound at 40 kHz and raise its echo. The Echo is a distance object that is pulse width and the range in proportion. You can calculate the range through the time interval between sending trigger signal and receiving echo signal. Formula:  $\mu\text{S} / 58 = \text{centimeters}$  or  $\mu\text{S} / 148 = \text{inch}$ ; or: the range = high level time \* velocity (340M/S) / 2; we suggest to use over 60ms measurement cycle, in order to prevent trigger signal to the echo signal.





### Attention:

- The module is not suggested to connect directly to electric, if connected electric, the GND terminal should be connected the module first, otherwise, it will affect the normal work of the module.
- When tested objects, the range of area is not less than 0.5 square meters and the plane requests as smooth as possible, otherwise ,it will affect the results of measuring.

[www.ElecFreaks.com](http://www.ElecFreaks.com)





## LAMPIRAN B

### DATA SHEET Raspberry Pi 3



Raspberry Pi



#### Raspberry Pi 3 Model B

**Product Name** Raspberry Pi 3

**Product Description** The Raspberry Pi 3 Model B is the third generation Raspberry Pi. This powerful credit-card sized single board computer can be used for many applications and supersedes the original Raspberry Pi Model B+ and Raspberry Pi 2 Model B. Whilst maintaining the popular board format the Raspberry Pi 3 Model B brings you a more powerful processor, 10x faster than the first generation Raspberry Pi. Additionally it adds wireless LAN & Bluetooth connectivity making it the ideal solution for powerful connected designs.

**RS Part Number** 896-8660







# Raspberry Pi

## Raspberry Pi 3 Model B

### Specifications

<b>Processor</b>	Broadcom BCM2387 chipset, 1.2GHz Quad-Core ARM Cortex-A53 802.11 b/g/n Wireless LAN and Bluetooth 4.1 (Bluetooth Classic and LE)
<b>GPU</b>	Dual Core VideoCore IV9 Multimedia Co-Processor. Provides Open CL ES 2.0, hardware-accelerated OpenVG, and 1080p30 H.264 high-profile decode.  Capable of 1Gpixels/s, 1.5GTexels/s or 2MGFLOPs with texture filtering and DMA infrastructure
<b>Memory</b>	1GB LPDDR2
<b>Operating System</b>	Boots from Micro SD card, running a version of the Linux operating system or Windows 10 IoT
<b>Dimensions</b>	85 x 56 x 17mm
<b>Power</b>	Micro USB socket 5V1, 2.5A

### Connectors:

<b>Ethernet</b>	10/100 BaseT Ethernet socket
<b>Video Output</b>	HDMI (rev 1.3 & 1.4) Composite RCA (PAL and NTSC)
<b>Audio Output</b>	Audio Output 3.5mm Jack, HDMI USB 4 x USB 2.0 Connector
<b>GPIO Connector</b>	40-pin 2.54mm (100 mil) expansion header: 2x20 strip Providing 27 GPIO pins as well as +3.3V, +5V and GND supply lines
<b>Camera Connector</b>	15-pin MPI Camera Serial Interface (CSI-2)
<b>Display Connector</b>	Display Serial Interface (DSI) 15-way flat flex cable connector with two data lanes and a clock lane
<b>Memory Card Slot</b>	Push/pull Micro SDIO

### Key Benefits

- Low cost
- Consistent board format
- 10x faster processing
- Added connectivity

### Key Applications

- Low cost PC/tablet/laptop
- IoT applications
- Media centre
- Robotics
- Industrial/home automation
- Server/cloud server
- Print server
- Security monitoring
- Web camera
- Gaming
- Wholes access point
- Environmental sensing/monitoring (e.g. weather station)





## LAMPIRAN C

### LISTING PROGRAM PADA RASPBERRY PI 3

```
from Tkinter import *
import RPi.GPIO as GPIO
import httplib, urllib
import time
import serial

nano = serial.Serial('/dev/ttyUSB0',9600)

trigger_pin = 18
echo_pin = 24
valve_pin = 4

ct = 0

key = '9CMJPJSFHILR4C0A' # APIkey ThingSpeak

GPIO.setmode(GPIO.BCM)
GPIO.setup(trigger_pin, GPIO.OUT)
GPIO.setup(valve_pin, GPIO.OUT)
GPIO.setup(echo_pin, GPIO.IN)

def send_trigger_pulse():
    GPIO.output(trigger_pin, True)
    time.sleep(0.0001)
    GPIO.output(trigger_pin, False)

def wait_for_echo(value, timeout):
    count = timeout
    while GPIO.input(echo_pin) != value and count > 0:
        count = count - 1

def get_distance():
    global ct
    ct+=1
    temp=''
```



```

temp=''
while True:
    ch = nano.read(1)
    if ch == '\n':
        print 'Volt = %s'%temp
        tegangan = temp
        temp=''
        break
    else:
        if ch == '\r':
            temp=temp
        else:
            temp+=ch

send_trigger_pulse()
wait_for_echo(True, 10000)

start = time.time()
wait_for_echo(False, 10000)

finish = time.time()
pulse_len = finish - start
distance_cm = 16-((pulse_len*34300)/2)
#8

# setpoint jarak
if distance_cm >= 6:
    GPIO.output(valve_pin, True)
    print 'Valve Close'

else:
    GPIO.output(valve_pin, False)
    print 'Valve Open'
    print 'level : %s' %distance_cm
if ct >= 17:
    params = urllib.urlencode({'field1': distance_cm,'field2': tegangan, 'key':key })
    headers = {"Content-type": "application/x-www-form-urlencoded", "Accept": "text/plain"}
    conn = httplib.HTTPConnection("api.thingspeak.com:80")
    conn.request("POST", "/update", params, headers)
    conn.close()
    ct=0

```



```

    return (distance_cm, tegangan)
class App:

    def __init__(self, master):
        self.master = master
        frame = Frame(master)
        frame.pack()
        label = Label(frame, text='Level          = ', font=("Helvetica", 42))
        label.grid(row=1,column=0)
        self.reading_label = Label(frame, text='12.34', font=("Helvetica", 42))
        self.reading_label.grid(row=1,column=1)
        self.update_reading()
        label2 = Label(frame, text=' cm', font=("Helvetica", 42))
        label2.grid(row=1,column=2)
        label3 = Label(frame, text='Tegangan = ', font=("Helvetica", 42))
        label3.grid(row=2,column=0)
        self.reading_label2 = Label(frame, text='12.34', font=("Helvetica", 42))
        self.reading_label2.grid(row=2,column=1)
        self.update_reading2()
        label4 = Label(frame, text=' v', font=("Helvetica", 42))
        label4.grid(row=2,column=2)

    def update_reading(self):
        cm, tegangan = get_distance()
        reading_str = "{:.2f}".format(cm)
        self.reading_label.configure(text=reading_str)
        self.master.after(500, self.update_reading)

    def update_reading2(self):
        cm, tegangan = get_distance()
        reading_str2 = "{:s}".format(tegangan)
        self.reading_label2.configure(text=reading_str2)
        self.master.after(500, self.update_reading2)

root = Tk()
root.wm_title('Pengukur Jarak dan Tegangan')
app = App(root)
root.geometry("800x480")
root.mainloop()

```



## LAMPIRAN D

# SOP

---

Pada alat proses produksi listrik dari limbah detergen ini dengan metode sel galvani menggunakan dua buah elektroda logam yaitu seng dan tembaga, dari kedua elektroda tersebut harus berhubungan dengan larutan limbah detergen agar terjadi proses oksidasi dan reduksi, yaitu dengan sebatang seng ( $ZnSO_4$ ) dan tembaga ( $CuSO_4$ ) dicelupkan ke dalam larutan detergen yang dibuat dalam tabung elektrokimia secara terpisah.

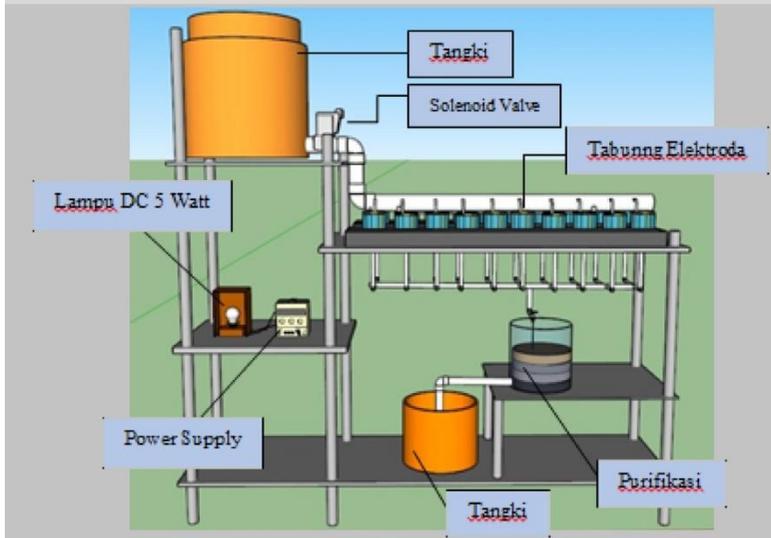
Berdasarkan definisi, anoda adalah tempat terjadinya oksidasi dan katoda adalah tempat terjadinya reduksi.





# KOMPONEN

---



**Keterangan :**

1. Tangki
2. Solenoid Valve
3. Tabung elektroda
4. Alat Purifikasi
5. Lampu DC 5 watt
6. Purifikasi
7. Raspberry pi3
8. Sensor ultrasoik hcsr04
9. sensor tegangn dc



# PROSEDUR

---

Untuk mengaktifkan plant ini perlu diperhatikan tata cara operasionalnya, yaitu sebagai berikut :

1. Pastikan semua wiring rangkaian sudah terpasang dengan benar dan baik.
2. Pastikan pemasangan sensor sudah dilakukan dengan baik dan benar.
3. Pastikan sambungan kabel yang terhubung dengan tegangan AC terhubung dengan benar dan pastikan tidak ada kabel yang terkelupas.
4. Pastikan apakah power supply untuk kontroller dan bagian-bagian lainnya telah terpasang dan terhubung dengan benar.
5. Hubungkan kabel power ke listrik AC PLN.
6. Lihat apakah ada sistem yang terjadi error. Jika terjadi error maka putuskan kabel dari listrik AC PLN dan lakukan troubleshooting.



## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Ujung Pandang 14 Agustus 1996. Alamat asli rumah di Kabupaten Gowa terdapat di Jl. Dr. Wahidin Sudiro Husodo No. 62, Kecamatan Somba Opu, Kota Sungguminasa. Pada tahun 2008, penulis menyelesaikan pendidikan di SD Inpres Batangkaluku. Pada tahun 2011 menyelesaikan pendidikan tingkat menengah pertama di Ponpes IMMIM Putra Makassar. Tahun 2014 menyelesaikan pendidikan di SMAN 1 Sungguminasa. Pada tahun 2017 ini, penulis mampu menyelesaikan gelar ahli madya di Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi, Departemen Teknik Instrumentasi, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis berhasil menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Rancang Bangun Sistem Pengendalian *Level* Pada Plant Penghasil Tegangan Listrik Listrik Dari Limbah Detergen Dengan Metode Sel Galvani”. Bagi pembaca yang memiliki kritik dan saran mengenai tugas akhir ini, dapat menghubungi penulis melalui email [abdillahyusrandi@gmail.com](mailto:abdillahyusrandi@gmail.com).