



TUGAS AKHIR - TF 145565

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN
pH AIR PADA PURIFIKASI BIOGAS DENGAN
WATER SCRUBBER SYSTEM**

**ADITYA WISNUGROHO
NRP 2413 031 055**

**Dosen Pembimbing
Ir. Roekmono, MT**

**PROGRAM STUDI D3 METROLOGI DAN INSTRUMENTASI
Jurusan Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016**



FINAL PROJECT - TF 145565

***DESIGN OF WATER'S pH CONTROL
SYSTEM IN BIOGAS PURIFICATION WITH
WATER SCRUBBER SYSTEM***

***ADITYA WISNUGROHO
NRP 2413 031 055***

***Advisor Lecturer
Ir. Roekmono, M.T.***

***DIPLOMA III METROLOGY AND INSTRUMENTATION
DEPARTEMEN OF ENGINEERING PHYSICS
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2016***

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN pH
AIR PADA PURIFIKASI BIOGAS DENGAN *WATER
SCRUBBER SYSTEM***

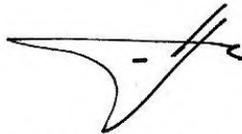
TUGAS AKHIR

Oleh :

**Aditya Wisnugroho
NRP. 2413 031 055**

**Surabaya, 18 Juli 2016
Mengetahui / Menyetujui**

Dosen Pembimbing



**Ir. Roekmono, M.T.
NIP. 19580908 198601 1 001**



**Ketua Jurusan
Teknik Fisika FTI - ITS**

**Agus Muhammad Hatta, ST, M.Si, Ph.D
NIP. 19780902 200312 1002**

**Ketua Program Studi
D3 Metrologi dan Instrumentasi**



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

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN pH AIR PADA PURIFIKASI BIOGAS DENGAN *WATER SCRUBBER SYSTEM*

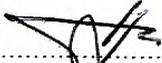
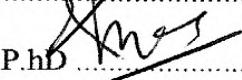
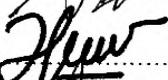
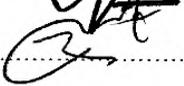
TUGAS AKHIR

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 :

ADITYA WISNUGROHO
NRP. 2413 031 055

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Ir. Roekmono, MT..........Dosen Pembimbing
2. Ir. Harsono Hadi, MT, P.hD..........Ketua Tim Penguji
3. Ir. Tutug Dhanardono, MT..........Penguji I
4. Arief Abdurrakhman, ST, MT..........Penguji II
5. Herry Sufyan Hadi, ST, MT..........Penguji III
6. Murry Raditya, ST, MT..........Penguji IV

SURABAYA
18 Juli 2016

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN pH AIR PADA PURIFIKASI BIOGAS DENGAN WATER SCRUBBER SYSTEM

Nama : Aditya Wisnugroho
NRP : 2413 031 055
Jurusan : D3 Metrologi dan Instrumentasi
Dosen Pembimbing : Ir. Roekmono, M.T.

Abstrak

Sistem pengendalian pH ini merupakan rancangan sistem yang digunakan untuk mengendalikan pH air pada proses purifikasi biogas dengan *water scrubber system*. Pengendalian pH pada *plant* purifikasi biogas ini adalah pengendalian kepekatan kadar gas H₂S yang terlarut dalam air. Hal ini bertujuan untuk menjaga kualitas air proses purifikasi biogas. Sistem pengendalian pH ini menggunakan mode kontrol on/off (diskrit) dengan susunan komponen sensor pH analog, mikrokontroler Arduino Uno, LCD *display* 16x2 untuk menampilkan pembacaan pH, serta *solenoid valve* dan *solenoid 3-way valve* sebagai aktuatornya. Cara kerja sistem pengendalian pH ini yaitu sensor digunakan untuk membaca perubahan nilai pH pada penampung air setelah kolom *scrubber*. Hasil pembacaan ini dikirim ke Arduino dan diolah datanya sesuai logika set poin yang terprogram pada Arduino. Kemudian ditampilkan pada LCD 16x2 berupa pembacaan pH dengan skala 1-14. Air yang digunakan pada proses purifikasi dikatakan baik pada pH >5,5 karena pada pH tersebut, gas H₂S yang terlarut dalam air dalam kisaran <96%. Proses regenerasi air dilakukan pada pH 5,5 hingga pH 6,5. Hasil pengujian pembacaan sensor dengan pH *buffer* 4 memiliki *error* 0,088 dan pada pH 7 *error* 0,098. Pada uji sistem pada *plant* didapat hasil pembacaan pH 5,6-6,4 dan dapat disimpulkan bahwa sistem berjalan dengan baik.

Kata kunci : Purifikasi Biogas, Pengendalian pH, Arduino

DESIGN OF WATER'S pH CONTROL SYSTEM IN BIOGAS PURIFICATION WITH WATER SCRUBBER SYSTEM

Name : Aditya Wisnugroho
NRP : 2413 031 055
Department : Diploma of Metrology and Instrumentation
Advisor Lecturer : Ir. Roekmono, M.T.

Abstract

PH's control system is a system design that is used for controlling the pH of the water in the biogas purification process with water scrubber system. Control of pH on this biogas purification plant is a viscosity control the levels of H₂S gases dissolved in water. It's using for to maintain water quality biogas purification processes. This pH control system using control mode on / off (discrete) with a components analog pH sensor, microcontroller Arduino Uno, 16x2 LCD display to show the pH readings, as well as the solenoid valve and 3-way solenoid valve as actuator. The workings of this pH control system is a sensor used to read the pH value changes on water reservoir after the scrubber column. This readings be sent to the Arduino and the data processed in accordance logic programmed set points on the Arduino. After that will be displayed on the LCD 16x2 pH readings with the scale of 1-14. Water used in the purification process is said to be good at pH > 5.5 because H₂S gas dissolved in water in the range of <96%. Water regeneration processes performed pH 5,5 until pH 6,5. Results of testing the sensor readings with a pH buffer 4 having error 0.088 and at pH 7 having error 0.098. In the test system into the plant after the result is read pH 5.6 to 6.4 and concluded the system can run well.

Keywords: Biogas Purification, pH control, Arduino

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Laporan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Purifikasi Biogas dengan <i>Water Scrubber System</i>	5
2.2 Teori Dasar pH	7
2.3 Sensor pH	8
2.4 Bentuk Hidrogen Sulfida (H ₂ S) di Air	10
2.5 Solenoid Valve	13
2.6 Sistem Pengendalian	15
2.6.1 Close Loop (Loop Tertutup)	15
2.7 Arduino Uno R3	16
2.7.1. Prescaling dan Sampling Data ADC Arduino	17
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	19
3.1 Flowchart Perancangan Alat	19
3.2 Metodologi Penelitian	20
3.3 Perancangan Sistem Mekanik	22
3.4 Perancangan Sistem Elektrik	24
3.5 Perancangan Software	26

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA	29
4.1 Pengujian Sensor pH	29
4.2 Uji Respon Sensor	31
4.3 Data Sistem Sebelum Dikontrol	36
4.4 Data Sistem Setelah Dikontrol	38
4.5 Analisis Data	40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema Alat Purifikasi Biogas dengan CaO dan <i>Water Scrubber System</i>	6
Gambar 2.2	pH Probe Sensor	8
Gambar 2.3	Bagian <i>Solenoid Valve</i>	14
Gambar 2.4	<i>On/Off Condition Solenoid Valve</i>	14
Gambar 2.5	Diagram Blok <i>Close Loop</i>	15
Gambar 2.6	Arduino Uno R3	17
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Perancangan Alat	19
Gambar 3.2	PFD Purifikasi Biogas <i>Water Scrubber System</i>	22
Gambar 3.3	P&ID Sistem Pengendalian pH	22
Gambar 3.4	<i>Solenoid Feed Water Tank</i>	23
Gambar 3.5	<i>Solenoid 3-way Valve</i>	23
Gambar 3.6	Diagram Blok Pengendalian pH pada Purifikasi Biogas	24
Gambar 3.7	Sensor pH dfRobot	25
Gambar 3.8	Wiring Arduino dan Modul Sensor	25
Gambar 3.9	Pembacaan pada <i>LCD Display</i>	26
Gambar 3.10	<i>Code</i> Pembacaan Sensor pH	27
Gambar 4.1	Grafik Respon Sensor dengan Gangguan pH 3.6	34
Gambar 4.2	Grafik Respon Sensor dengan Gangguan pH 8,2	36
Gambar 4.3	Grafik Pembacaan pH Sebelum Dikontrol	47
Gambar 4.4	Grafik Pembacaan pH Setelah Dikontrol	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Persentase hidrogen sulfida H ₂ S terhadap sulfida total pada berbagai pH dan Suhu	11
Tabel 2.2	Seleksi Nilai ADPS Arduino	18
Tabel 4.1	Data Uji Sensor pH dengan <i>Buffer</i> 7	29
Tabel 4.2	Data Uji Sensor pH dengan <i>Buffer</i> 4	30
Tabel 4.3	Respon Sensor pH dengan gangguan pH 3,6	32
Tabel 4.4	Respon Sensor pH dengan gangguan pH 8,2	34
Tabel 4.5	Data Pembacaan pH Sebelum Dikontrol	36
Tabel 4.6	Data Pembacaan pH Setelah Dikontrol	38

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ketergantungan manusia akan sumber energi fosil yang tidak terbarukan sudah harus dihindari pada saat ini, hal tersebut dikarenakan semakin tahun kebutuhan energi akan meningkat dalam penggunaannya, pada tahun 2011 konsumsi minyak di Indonesia mencapai 65,5 juta KL dan pada tahun 2012 sudah mencapai 72,2 juta KL (Statistik Migas ESDM, 2013). Tetapi peningkatan kebutuhan tersebut tidak diimbangi dengan keberadaan sumber energi fosil yang semakin tahun akan semakin menipis. Oleh karena itu, ditemukannya beberapa pilihan sumber energi yang terbarukan. Dalam hal ini adalah sumber energi yang berasal dari alam langung dan dapat diperbarui. Beberapa sumber energi alternatif yang mulai umum digunakan adalah cahaya matahari, angin, arus laut, air, serta energi yang berasal dari makhluk hidup seperti biomassa dan biogas. Selain hasil dari penggunaan energi terbarukan ini tidak mencemari lingkungan dibanding energi fosil, sumber energi tersebut bisa didapatkan dengan mudah dan diperbarui secara berkelanjutan. Salah satu energi alternatif yang mudah didapatkan adalah Biogas. Biogas merupakan gas hasil pengendapan kotoran ternak dengan proses anaerobik yang terdiri dari unsur utama berupa metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2), dan beberapa unsur yang lain, seperti hidrogen sulfida (H_2S), amonia (NH_3), hidrogen (H_2), nitrogen (N_2), karbon monoksida (CO), jenuh atau terhalogenasi karbohidrat, dan oksigen (O_2) (Wheeler, et al., 2000). Di Indonesia sendiri pada saat ini sudah banyak dibangun reactor biogas hingga mencapai 14.000 unit pada 9 provinsi dengan rincian Jawa Timur dengan jumlah reaktor terbanyak yakni 6.937 unit, Nusa Tenggara Barat dengan 2.923 unit, Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta 1.612 unit, Jawa Barat 1.283 unit, Bali 803 unit, Sulawesi Selatan 279 unit, Lampung 134 unit, dan Sumba, Nusa Tenggara Timur sebanyak 202 reaktor (Kompas, 2015). Dan hal tersebut membuat biogas ini memiliki potensi

yang tinggi untuk dikembangkan lagi. Masyarakat masih umum menggunakan biogas sebagai bahan bakar memasak, padahal jika diperlakukan dengan baik dan benar, biogas memiliki potensi yang sama dengan gas alam yang digunakan untuk beberapa keperluan lain yang lebih. Hal tersebut dikarenakan biogas masih memiliki beberapa kelemahan dalam hal efisiensi dikarenakan adanya beberapa kandungan pengotor gas lain seperti H_2S , CO , dan CO_2 mengurangi tingkat kemurnian metan (CH_4) yang merupakan unsur primer pada biogas.

Proses pemurnian harus dilakukan untuk menghilangkan gas-gas pengotor pada biogas dalam hal peningkatan efisiensinya. Beberapa proses pemurnian biogas ini telah dilakukan oleh beberapa peneliti mulai dari reaksi kimia hingga proses oksidasi biologis, namun beberapa proses tersebut memiliki keunggulan dan kelemahan tersendiri. Dalam tugas akhir ini akan menggunakan gabungan proses absorpsi dan adsorpsi dengan menggunakan CaO yang digabung dengan *water scrubber* pada biogas yang didesain sesuai dengan karakteristik instalasi biogas di Indonesia (Arief Abdurrahman, 2013). Penggunaan *water scrubber* ini digunakan untuk menyerap gas H_2S yang terkandung pada biogas, pada penelitian tersebut juga dijelaskan air yang jenuh akan gas H_2S akan diregenerasi setiap 30 menit untuk optimalisasi pemurnian pada biogas.

Proses regenerasi air dengan fungsi waktu tersebut tidak mengetahui tingkat kejenuhan gas H_2S yang terlarut air agar proses regenerasi air dapat optimal. Tugas akhir ini akan menggunakan variabel pH sebagai indikator kejenuhan air akan H_2S . Nilai pH menentukan perubahan sulfur antara jenis sulfur (H_2S , HS^- dan S^{2-}). Hidrogen sulfida yang tidak terionisasi akan bersifat racun. Naiknya pH air mengakibatkan persentase hidrogen sulfida berkurang.. Derajat keasaman ini yang akan dikendalikan dan menjadi acuan regenerasi air pada proses pemurnian biogas ini. Sensor pH diletakkan pada *water storage* alat purifikasi yang dimana merupakan penampung air setelah melakukan kontak dengan biogas dan sebelum air memasuki kotak pendingin. Sensor pH akan mengaktifkan *solenoid valve*

yang bekerja meregenerasi air dengan cara menambahkan air bersih serta melakukan pembuangan air ke dan dari *water storage* untuk menjaga nilai pH air tetap pada kondisi terbaik untuk proses purifikasi .

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan permasalahan yang diangkat pada Tugas Akhir ini adalah

1. Bagaimana membuat rancang bangun alat purifikasi biogas dengan *water scrubber system* ?
2. Bagaimana melakukan pengendalian nilai pH air pada *water storage* sebagai variabel untuk regenerasi air dalam alat purifikasi biogas dengan *water scrubber system* ?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan permasalahan dari sistem yang dirancang ini agar pembahasan tidak menyimpang dan meluas dari ide dan judul Tugas Akhir ini adalah

1. Variabel yang dikendalikan adalah pH air pada *water storage*
2. Sensor yang digunakan adalah *pH probe sensor+DfRobot BNC Connector*
3. Menggunakan arduino sebagai fungsi kontroler.
4. Aktuator yang digunakan adalah *solenoid valve*

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dalam pembuatan Tugas Akhir ini antara lain adalah

1. Dapat membuat rancang bangun alat purifikasi biogas dengan *water scrubber system*
2. Dapat melakukan pengendalian nilai pH air pada *water storage* sebagai variabel untuk regenerasi air dalam alat purifikasi biogas dengan *water scrubber system*

1.5 Sistematika Laporan

Sistematika laporan yang digunakan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I. Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang, permasalahan, batasan masalah, tujuan dan sistematika laporan.

BAB II. Teori Penunjang

Bab ini berisi teori-teori dan alat yang digunakan dalam rancang bangun sistem pengendalian pH air pada proses purifikasi biogas dengan *water scrubber system* .

BAB III. Metodologi Penelitian

Bab ini berisi tentang langkah – langkah dalam pengerjaan rancang bangun sistem pengendalian pH air pada proses purifikasi biogas dengan *water scrubber system*.

BAB IV. Analisis Data dan Pembahasan

Bab ini berisi tentang hasil dan pembahasan dari rancang bangun sistem pengendalian pH air pada proses purifikasi biogas dengan *water scrubber system* .

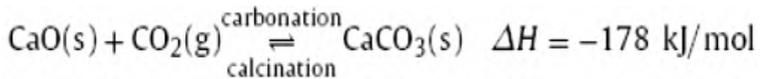
BAB V. Penutup

Bab ini berisi kesimpulan yang berasal dari hasil analisis dan pengambilan data yang ada serta saran penunjang untuk pengembangan penelitian kedepannya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Purifikasi Biogas dengan *Water Scrubber System*

Bahan yang digunakan untuk proses pemurnian biogas adalah CaO dalam proses adsorpsi dan air dalam sistem *water scrubber*. Kapur yang dihasilkan dari proses kalsinasi batuan kapur memiliki 2 bentuk senyawa kalsium, yaitu CaO dan Ca(OH)₂. CaO telah diidentifikasi sebagai zat yang paling potensial untuk menangkap CO₂ karena CaO berbasis adsorben. CaO berbasis adsorben untuk menangkap CO₂ melalui karbonasi-kalsinasi siklus yang banyak dipelajari pada teknologi pembangkit listrik *zero-emission*. Dalam teknologi ini, CaO dapat digunakan berulang kali didasarkan pada reaksi *reversible* yang dapat direpresentasikan dalam persamaan di bawah ini:

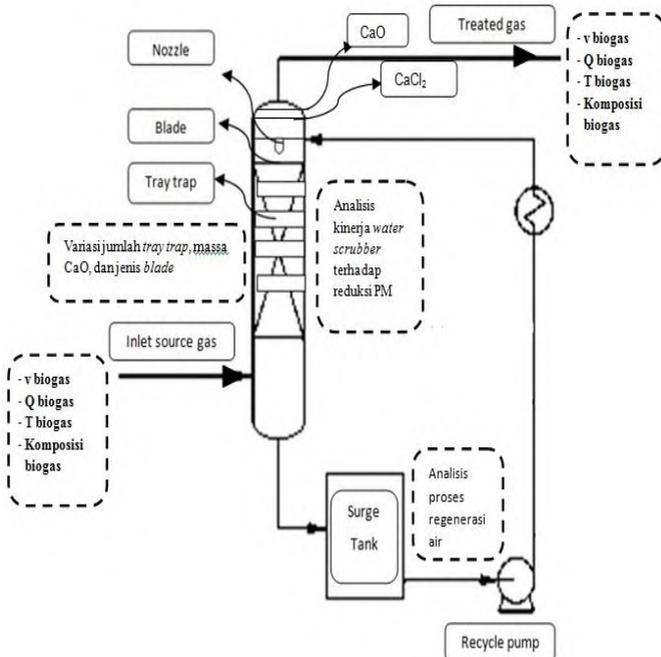


Proses kalsinasi dapat menentukan karakteristik struktural keterbaruan CaO, yang merupakan sorben aktif untuk CO₂. Sintering selama siklus akan terus berulang mengalami kalsinasi dan karbonasi dengan kapur

Dalam upaya reduksi H₂S dan PM digunakan salah satu mekanisme *Wet Scrubber*, yaitu sistem *Water Scrubber* yang diletakkan di dalam kolom alat purifikasi biogas. Pada *Wet Scrubber* prinsip kerjanya adalah dengan mengalirkan fluida cair pada aliran gas, sehingga gas yang mengalir akan difiltrasi oleh fluida cair tersebut. Beberapa cara yang ada pada *Wet Scrubber* untuk sistem distribusi fluida cair diantaranya adalah dengan proses *atomizing*, proses ini mengatomisasi fluida cair menjadi partikel-partikel yang didistribusikan dalam jumlah banyak sehingga sistem filtrasi terjadi secara merata. Metode pemurnian H₂S dengan *water scrubber* dapat terjadi karena H₂S mempunyai kelarutan yang tinggi dalam air, yaitu sekitar 3,5 gram gas per kg air pada suhu kamar. Sedangkan tingkat kelarutan CH₄ oleh air

sangat rendah, yaitu sekitar 0,02 gram gas per kg air pada suhu kamar.

Air yang mengandung H_2S dan CO_2 kemudian dapat diregenerasi dan dialirkan kembali ke dalam kolom alat purifikasi. Regenerasi dapat dilakukan dengan *de-pressurizing* atau melepaskan udara. Namun demikian, pelepasan udara tidak direkomendasikan ketika kandungan H_2S cukup tinggi karena udara ataupun air yang ada di sekitarnya dapat dengan cepat terkontaminasi H_2S (Wellinger dan Lindeberg, 1999). Pelepasan udara yang berlebihan juga berbahaya karena biogas yang bercampur dengan udara dapat meledak jika konsentrasinya mencapai 6-12%.



Gambar 2.1 Skema Alat Purifikasi dengan CaO dan *Water Scrubber System*^[2]

2.2 Teori Dasar pH

pH atau derajat keasaman digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda. pH normal memiliki nilai 7 sementara bila nilai $\text{pH} > 7$ menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa sedangkan nilai $\text{pH} < 7$ menunjukkan keasaman. pH 0 menunjukkan derajat keasaman yang tinggi, dan pH 14 menunjukkan derajat kebasaan tertinggi. Umumnya indicator sederhana yang digunakan adalah kertas lakmus yang berubah menjadi merah bila keasamannya tinggi dan biru bila keasamannya rendah. Selain menggunakan kertas lakmus, indicator asam basa dapat diukur dengan pH meter yang bekerja berdasarkan prinsip elektrolit/konduktivitas suatu larutan. Sistem pengukuran pH mempunyai tiga bagian yaitu elektroda pengukuran pH, elektroda referensi dan alat pengukur impedansi tinggi. Istilah pH berasal dari "p", lambang matematika dari negative logaritma, dan "H", lambang kimia untuk unsur Hidrogen. Defenisi yang formal tentang pH adalah negative logaritma dari aktivitas ion Hydrogen. pH adalah singkatan dari power of Hydrogen.

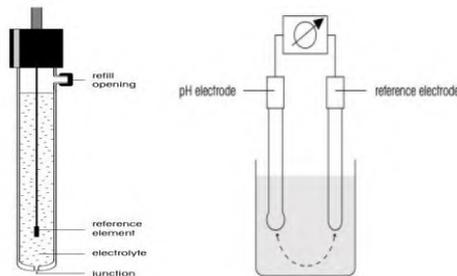
$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

Asam dan basa adalah besaran yang sering digunakan untuk pengolahan sesuatu zat, baik di industri maupun kehidupan sehari-hari. Pada industri kimia, keasaman merupakan variabel yang menentukan, mulai dari pengolahan bahan baku, menentukan kualitas produksi yang diharapkan sampai pengendalian limbah industri agar dapat mencegah pencemaran pada lingkungan. Pada bidang pertanian, keasaman pada waktu mengelola tanah pertanian perlu diketahui. Untuk mengetahui dasar pengukuran derajat keasaman akan diuraikan dahulu pengertian derajat keasaman itu sendiri. Pada prinsipnya pengukuran suatu pH adalah didasarkan pada potensial elektro kimia yang terjadi antara larutan yang terdapat didalam elektroda gelas (membrane gelas) yang telah diketahui dengan larutan yang terdapat diluar elektroda gelas yang tidak diketahui. Hal ini dikarenakan lapisan tipis dari gelembung kaca akan berinteraksi

dengan ion hydrogen yang ukurannya relative kecil dan aktif, elektroda gelas tersebut akan mengukur potensial elektro kimia dari ion hydrogen. Untuk melengkapi sirkuit elektrik dibutuhkan elektroda pembanding. Sebagai catatan alat tersebut tidak mengukur arus tetapi hanya mengukur tegangan

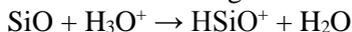
2.3 Sensor pH

Prinsip kerja utama pH meter adalah terletak pada sensor *probe* berupa elektrode kaca (*glass electrode*) dengan jalan mengukur jumlah ion H_3O^+ di dalam larutan. Ujung elektrode kaca adalah lapisan kaca setebal 0,1 mm yang berbentuk bulat (*bulb*). *Bulb* ini dipasangkan dengan silinder kaca non-konduktor atau plastik memanjang, yang selanjutnya diisi dengan larutan HCl ($0,1 \text{ mol/dm}^3$). Di dalam larutan HCl, terendam sebuah kawat elektrode panjang berbahan perak yang pada permukaannya terbentuk senyawa setimbang AgCl. Konstannya jumlah larutan HCl pada sistem ini membuat elektrode Ag/AgCl memiliki nilai potensial stabil



Gambar 2.2 pH Probe Sensor^[6]

Inti sensor pH terdapat pada permukaan *bulb* kaca yang memiliki kemampuan untuk bertukar ion positif (H^+) dengan larutan terukur. Kaca tersusun atas molekul silikon dioksida dengan sejumlah ikatan logam alkali. Pada saat *bulb* kaca ini terekspos air, ikatan SiO akan terprotonasi membentuk membran tipis $HSiO^+$ sesuai dengan reaksi berikut:



Seperti pada ilustrasi di atas bahwa pada permukaan *bulb* terbentuk semacam lapisan “gel” sebagai tempat pertukaran ion H^+ . Jika larutan bersifat asam, maka ion H^+ akan terikat ke permukaan *bulb*. Hal ini menimbulkan muatan positif terakumulasi pada lapisan “gel”. Sedangkan jika larutan bersifat basa, maka ion H^+ dari dinding *bulb* terlepas untuk bereaksi dengan larutan tadi. Hal ini menghasilkan muatan negatif pada dinding *bulb*. Pertukaran ion hidronium (H^+) yang terjadi antara permukaan *bulb* kaca dengan larutan sekitarnya inilah yang menjadi kunci pengukuran jumlah ion H_3O^+ di dalam larutan. Kesetimbangan pertukaran ion yang terjadi di antara dua fase dinding kaca *bulb* dengan larutan, menghasilkan beda potensial di antara keduanya.

Pada sebuah sistem pH meter secara keseluruhan, selain terdapat elektrode kaca juga terdapat elektrode referensi. Kedua elektrode tersebut sama-sama terendam ke dalam media ukur yang sama. Elektrode referensi digunakan untuk menciptakan rangkaian listrik pH meter. Untuk menghasilkan pembacaan pH yang valid, elektrode referensi harus memiliki nilai potensial stabil dan tidak terpengaruh oleh jenis fluida yang diukur.

Seperti halnya elektrode kaca, di dalam elektrode referensi juga digunakan larutan HCl (elektrolit) yang merendam elektrode kecil Ag/AgCl. Pada ujung elektrode referensi terdapat *liquid junction* berupa bahan keramik sebagai tempat pertukaran ion antara elektrolit dengan larutan terukur, pertukaran ion ini dibutuhkan untuk menciptakan aliran listrik sehingga pengukuran pH meter dapat dilakukan.

2.4 Bentuk Hidrogen Sulfida (H_2S) di Air

Di perairan, sulfur berikatan dengan ion *hydrogen* dan oksigen. Beberapa bentuk sulfur di perairan adalah sulfida (S^{2-}), *hydrogen sulfida* (H_2S), *ferro sulfida* (FeS), *sulfur oksida* (SO_2), *sulfit* (SO_3) dan *sulfat* (SO_4).

Hidrogen sulfida, H_2S , adalah *sulphur* dalam bentuk gas yang tidak berwarna, beracun, mudah terbakar dan berbau seperti telur busuk. Gas ini dapat timbul dari aktifitas biologis ketika

bakteri mengurai bahan organik dalam keadaan tanpa oksigen (aktifitas *anaerobik*), seperti di rawa, dan saluran pembuangan kotoran. Gas ini juga muncul pada gas yang timbul dari aktivitas gunung berapi dan gas alam.

Hidrogen sulfida juga dikenal dengan nama sulfana, sulfur hidrida, gas asam (*sour gas*), *sulfurated hydrogen*, asam hidrosulfurik, dan gas limbah.

Hidrogen sulfida merupakan asam lemah, terpisah dalam larutan aqueous (m mengandung air) menjadi kation hidrogen

H^+ dan anion hidrosulfid HS^- :



$K_a = 1.3 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$; $pK_a = 6.89$.

Ion sulfid, S^{2-} , dikenal dalam bentuk padatan tetapi tidak di dalam larutan aqueous (oksida). Konstanta disosiasi kedua dari hidrogen sulfida sering dinyatakan sekitar 10–13, tetapi sekarang disadari bahwa angka ini merupakan error yang disebabkan oleh oksidasi sulfur dalam larutan alkalin.

Pada kondisi *anaerobic* dilapisan hipolimnion, bakteri heterotrof (misalnya *Desulfovibrio*) akan menggunakan sulfat dan sulphur organik teroksidasi sebagai penerima electron dalam metabolisme dan menguraikan sulfida sebagai berikut :



Sulfida dihasilkan dari proses ionisasi Hidrogen sulfida (H_2S) dan terjadi reaksi kesetimbangan antara HS^- dan S^{2-} .



Nilai pH menentukan perubahan sulfur antara jenis sulfur (H_2S , HS^- dan S^{2-}). Hidrogen sulfida yang tidak terionisasi adalah racun bagi ikan. Naiknya pH air mengakibatkan persentase hidrogen sulfida berkurang. Perbandingan persentase antara jenis sulfur yang terionisasi dengan yang tidak terionisasi sangat penting untuk diketahui. Selain pH, perbandingan persentase sulfur yang terionisasi dengan yang tidak terionisasi ini juga dipengaruhi oleh suhu perairan. (Purwohadijanto dkk, 2008)

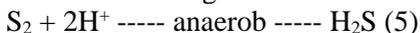
Daya racun hidrogen sulfida (asam belerang) bebas tergantung pada keadaan ionisasinya. Hidrogen sulfida yang tidak terionisasi sangat beracun, tetapi dalam bentuk lain tidak beracun. Daya racun paling berbahaya adalah pada keadaan pH rendah dan kondisi anaerob. Jika kandungan oksigen meningkat maka sulfur akan teroksidasi dalam bentuk ion seperti sulfat sehingga menurunkan pembentukan hidrogen sulfida. Persentase hubungan antara hidrogen sulfida H₂S terhadap sulfida total pada berbagai pH dan suhu dapat dilihat seperti pada tabel berikut

Tabel 2.1 Persentase hidrogen sulfida H₂S terhadap sulfida total pada berbagai pH dan Suhu.

pH	Suhu (°C)			
	26	28	30	32
5,0	99,0	98,9	98,9	98,9
5,5	96,9	96,7	96,5	96,3
6,0	90,8	90,3	89,7	89,1
6,5	75,8	74,6	73,4	72,1
7,0	49,7	48,2	46,6	45,0
7,5	23,8	22,7	21,6	20,6
8,0	9,0	8,5	8,0	7,6
8,5	3,0	2,9	2,7	2,5
9,0	1,0	0,9	0,9	0,8

Sumber : Boyd, 1988 dalam (Effendi dkk, 1996)

Reduksi (pengurangan dan penambahan hidrogen) anion sulfat menjadi hidrogen sulfida pada kondisi anaerob dalam proses dekomposisi bahan organik menimbulkan bau busuk dan meningkatkan korosifitas logam. Proses reduksi dilakukan oleh bakteri heterotrof (*Desulfovibrio*) banyak terjadi didasar perairan. Hidrogen sulfida yang dihasilkan kemudian dilepaskan ke atmosfer.

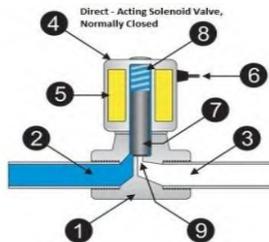


Bakteri heterotrof juga dapat mereduksi sulfat (SO_4^{2-}), tiosulfat ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$), hiposulfat ($\text{S}_2\text{O}_4^{2-}$), dan unsur sulfur menjadi hidrogen sulfida (H_2S). Pada kondisi aerob, hidrogen sulfida segera dioksidasi oleh bakteri *Thiobacillus* menjadi sulfat. Beberapa bakteri misalnya *Chlorobacterium* dapat oksidasi hidrogen sulfida menjadi sulfur.

Perubahan hidrogen sulfida menjadi sulfur dapat terjadi dalam proses sintesis karbohidrat. Dalam reaksi tersebut, hidrogen sulfida digunakan sebagai sumber hidrogen donor untuk membentuk kembali unsur sulfur, sebagai hasil samping dari sintesis karbohidrat. Apabila dalam perairan tidak terdapat oksigen dan nitrat maka sulfat berperan sebagai sumber oksigen dalam proses oksidasi yang dilakukan oleh bakteri anaerob. Pada kondisi ini, ion sulfat direduksi kembali menjadi ion sulfid yang membentuk kesetimbangan dengan ion hidrogen untuk membentuk hidrogen sulfida (H_2S), ion hidrogen sulfida (HS^-), dan ion sulfida (S^{2-}) pada berbagai nilai pH. Pada nilai pH 9, sebagian besar sulfur (99%) berada dalam bentuk ion HS^- . Dalam kondisi ini, jumlah H_2S sangat sedikit dan permasalahan bau menyengat tidak muncul. Ion sulfida berada pada pH yang sangat tinggi yakni mendekati pH 14. Pada pH 8 kesetimbangan bergeser pada pembentukan H_2S yang tidak terionisasi. (Effendi dkk, 1996)

2.5 Solenoid valve

Solenoid valve atau katup listrik merupakan elemen control yang paling sering digunakan dalam suatu aliran fluida. Tugas mereka adalah untuk *shut off*, *release*, mengalirkan atau mencampurkan fluida. Mereka ditemukan di banyak area aplikasi dunia industri seperti *Oil & Gas*, *steam*, petrokimia, pengolahan limbah, dan sebagainya. *Solenoid valve* bekerja secara *electromechanically* dimana mereka mempunyai kumparan (coil) sebagai penggerakannya. Ketika kumparan tersebut mendapatkan supply tegangan (AC atau DC) maka kumparan tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston (plunger) yang berada di dalamnya.



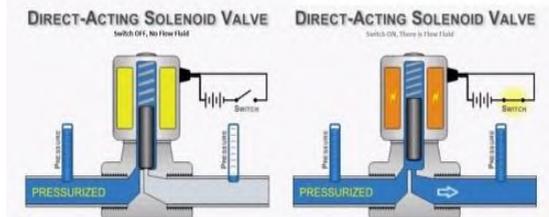
Gambar 2.3 Bagian *Solenoid valve*^[7]

Ilustrasi di bawah ini menggambarkan komponen dasar dari sebuah *solenoid valve*.

Keterangan:

1. *Valve Body*
2. *Inlet Port*
3. *Outlet Port*
4. Coil (kumparan)
5. *Coil Windings*
6. Kabel *supply* tegangan
7. Piston
8. *Spring*
9. *Orifice*

Solenoid valve akan bekerja bila kumparan (coil) mendapatkan *supply* energi listrik maka kumparan tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston (plunger) yang ada di dalamnya. Ketika piston tertarik ke atas maka fluida akan mengalir dari inlet *port* menuju outlet *port*.



Gambar 2.4 *On/Off Condition Solenoid valve*^[7]

2.6 Sistem Pengendalian

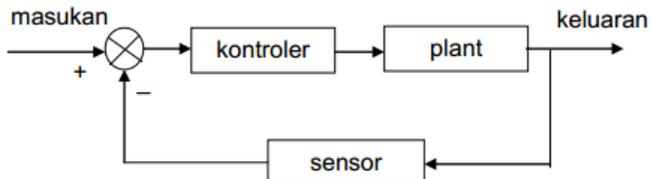
Sistem kontrol adalah proses pengaturan ataupun pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (variabel, parameter) sehingga berada pada suatu harga (*range*) tertentu. Di dalam industri, dituntut suatu proses kerja yang aman dan berefisiensi tinggi untuk menghasilkan produk dengan kualitas dan kuantitas yang baik.

Suatu sistem kontrol otomatis dalam suatu proses kerja berfungsi mengendalikan proses tanpa adanya campur tangan manusia (otomatis). Ada dua sistem kontrol pada sistem kendali/kontrol otomatis yaitu :

2.6.1 *Close Loop* (Loop Tertutup)

Suatu sistem kontrol yang sinyal keluarannya memiliki pengaruh langsung terhadap aksi pengendalian yang dilakukan. Sinyal *error* yang merupakan selisih dari sinyal masukan dan sinyal umpan balik (*feedback*), lalu diumpankan pada komponen pengendalian (*controller*) untuk memperkecil kesalahan sehingga nilai keluaran sistem semakin mendekati harga yang diinginkan.

Keuntungan sistem loop tertutup adalah adanya pemanfaatan nilai umpan balik yang dapat membuat respon sistem kurang peka terhadap gangguan eksternal dan perubahan internal pada parameter sistem. Kerugiannya adalah tidak dapat mengambil aksi perbaikan terhadap suatu gangguan sebelum gangguan tersebut mempengaruhi nilai prosesnya.



Gambar 2.5 Diagram Blok *Close Loop*^[8]

Istilah-istilah yang perlu diketahui dalam sistem otomasi adalah sebagai berikut:

- a. Proses: Tatanan peralatan yang mempunyai suatu fungsi tertentu.
- b. *Controlled Variable*: besaran atau variabel yang dikendalikan.
- c. *Manipulated Variable*: input dari suatu proses yang dapat dimanipulasi agar *controlled variable* sesuai set poin.
- d. *Sensing Element*: bagian paling ujung dari sistem pengukuran yang berupa sensor.
- e. *Transmitter*: untuk membaca sinyal sensing element dan mengubah menjadi sinyal yang dapat dipahami kontroler.
- f. *Measurement Variable*: sinyal yang keluar dari transmitter.
- g. *Set Point*: besar proses variabel yang dikehendaki.
- h. *Controller*: elemen yang melakukan tahapan mengukur-membandingkan-menghitung-mengkoreksi
- i. *Final Control Element*: bagian akhir dari instrumentasi sistem pengendalian yang berfungsi mengubah *measurement variable* dengan cara *manipulated variable* berdasarkan perintah kontroler.

2.7 Arduino Uno R3

Arduino Uno adalah papan sirkuit berbasis mikrokontroler ATmega328. IC (*integrated circuit*) ini memiliki 14 *input/output* digital (6 output untuk PWM), 6 analog *input*, resonator kristal keramik 16 MHz, Koneksi USB, soket adaptor, pin *header* ICSP, dan tombol reset. Hal inilah yang dibutuhkan untuk *support* mikrokontrol secara mudah terhubung dengan kabel power USB atau kabel *power supply* adaptor AC ke DC atau juga *battery*. Uno berbeda dari semua *board* mikrokontrol diawal-awal yang tidak menggunakan chip khusus *driver* FTDI *USB-to-serial*. Sebagai penggantinya penerapan *USB-to-serial* adalah ATmega16U2 versi R2 (versi sebelumnya ATmega8U2). Versi Arduino Uno Rev.2 dilengkapi resistor ke 8U2 ke garis *ground* yang lebih mudah diberikan ke mode DFU.

Papan Arduino ini dapat disuplai tegangan kerja antara 6 sampai 20 volt, jika catu daya di bawah tegangan standart 5V board akan tidak stabil, jika dipaksakan ke tegangan regulator 12 Volt mungkin *board* arduino cepat panas (*overheat*) dan merusak board. Sangat direkomendasikan tegangannya 7-12 volt. Untuk keunggulan *board* Arduino Uno Revision 3 antara lain:

- a. 1.0 pinout: ditambahkan pin SDA dan SCL di dekat pin AREF dan dua pin lainnya diletakkan dekat tombol RESET, fungsi IOREF melindungi kelebihan tegangan pada papan rangkaian. Keunggulan perlindungan ini akan kompatibel juga dengan dua jenis board yang menggunakan jenis AVR yang beroperasi pada tegangan kerja 5V dan Arduino Due tegangan operasi 3.3V
- b. Rangkaian RESET yang lebih mantap.
- c. Penerapan ATmega 16U2 pengganti 8U2.



Gambar 2.7 Arduino Uno R3^[9]

Arduino Uno memiliki fasilitas nomer untuk komunikasi dengan komputer atau *hardware* Arduino lainnya, atau dengan mikrokontroler. Pada ATmega328 menerjemahkan serial komunikasi UART TTL (5V) pada pin 0 (RX) dan 1 (TX). Pada ATmega16U2 serial komunikasinya dengan USB dan *port virtual* pada *software* di komputer. Perangkat lunak (*firmware*) 16U2 menggunakan *driver standart* USB COM dan tidak membutuhkan *driver* luar lainnya. Bagaimanapun pada OS Windows file

ekstensi .inf sangat diperlukan. *Software* Arduino bawaan telah menyertakan serial monitor yang sangat mudah membaca dan mengirim data dari dan ke Arduino. LED indikator TX dan RX akan kedip ketika data telah terkirim via koneksi *USB-to-serial* dengan USB pada komputer (tetapi tidak pada serial com di pin 0 dan pin 1). *Software Serial library* membolehkan banyak pin serial *communication* pada Uno. ATmega328 juga support I2C (TWI) dan SPI *communication*. *Software* Arduino terbenam di dalamnya *Wire library* untuk memudahkan penggunaan bus I2C.

2.7.1 Prescaling dan Sampling Data ADC Arduino

Rekomendasi dari pabrikan mengatakan bahwa kecepatan detak yang direkomendasikan adalah antara 50 kHz sampai dengan 200 kHz pada resolusi maksimum 10-bit. Kecepatan yang lebih tinggi daripada 200 kHz akan menurunkan akurasi. Umumnya, mikrokontroler Arduino menggunakan *clock* sebesar 16 MHz, dan umumnya ADC akan memiliki sumber *clock* yang sama dengan mikrokontroler. Nilai ini jauh lebih besar dari yang dibutuhkan oleh ADC, yaitu maksimum hanya 200 kHz. Oleh karena itu, terdapat suatu prescaler pada mikrokontroler. Prescaler ini yang akan membagi nilai *clock* sumber yang digunakan oleh mikrokontroler. Nilai prescaler dapat diatur menggunakan 3 bit ADPS, yaitu ADPS0, ADPS1 dan ADPS2.

Nilai prescaler yang disediakan adalah 2, 4, 8, 16, 32, 64, dan 128. Nilai-nilai ini yang akan digunakan untuk membagi detak (*clock*) sumber. Karena kita menggunakan *clock* 16 MHz pada Arduino kita, maka diperoleh nilai-nilai detak hasil pembagian sebagai berikut:

$$16 \text{ MHz} / 2 = 8 \text{ MHz}$$

$$16 \text{ MHz} / 4 = 4 \text{ MHz}$$

$$16 \text{ MHz} / 8 = 2 \text{ MHz}$$

$$16 \text{ MHz} / 16 = 1 \text{ MHz}$$

$$16 \text{ MHz} / 32 = 500 \text{ kHz}$$

$$16 \text{ MHz} / 64 = 250 \text{ kHz}$$

$$16 \text{ MHz} / 128 = 125 \text{ kHz}$$

Karena *clock* ADC yang direkomendasikan berada diantara 50 kHz dan 200 kHz, maka prescaler yang tepat digunakan adalah sebesar 128. Nilai 128 ini diperoleh dengan mengatur ADPS2, ADPS1 dan ADPS0 masing-masing bernilai 1.

Tabel 2.2 Seleksi Nilai ADPS Arduino

ADPS2	ADPS1	ADPS0	Division Factor
0	0	0	2
0	0	1	2
0	1	0	4
0	1	1	8
1	0	0	16
1	0	1	32
1	1	0	64
1	1	1	128

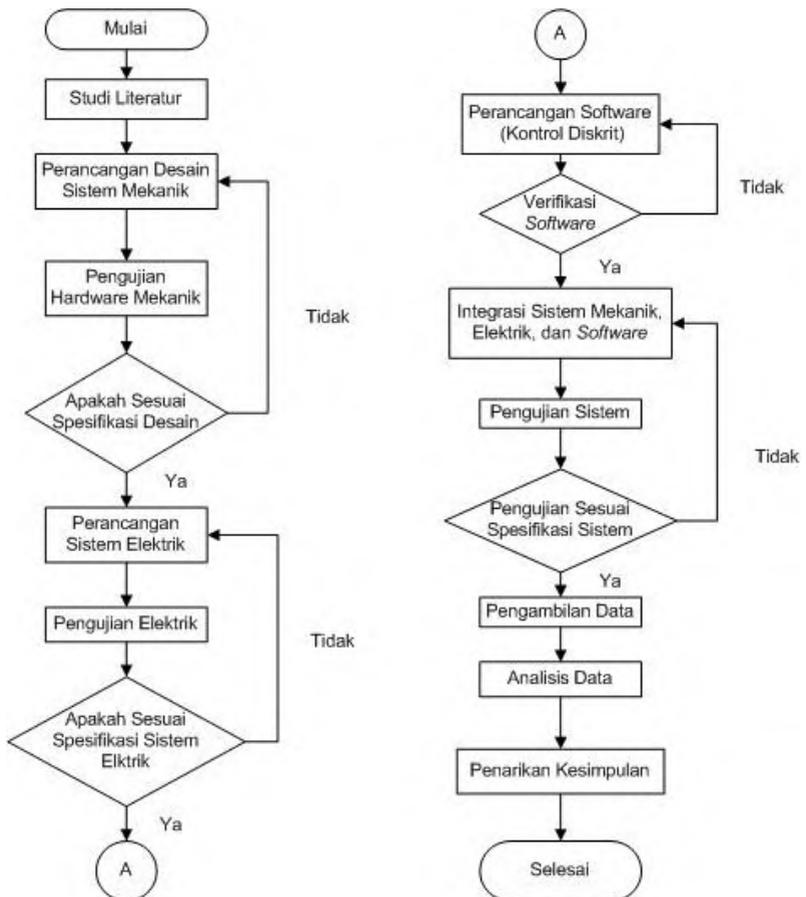
Berdasarkan pembagian di atas, jika menggunakan prescaler sebesar 128, maka kecepatan ADC sebesar 125 kHz. Cara menaikkan kecepatan ADC adalah menurunkan *clock* sumber. Misalnya kecepatan *clock* dari 16 MHz kita turunkan menjadi 12 MHz, dan prescaler diturunkan menjadi 64. Maka, kecepatan ADC sekarang menjadi $12 \text{ MHz}/64 = 187 \text{ kHz}$. Nilai ini lebih besar $187 - 125 = 62 \text{ kHz}$ daripada perhitungan sebelumnya. Namun, menurunkan *clock* sumber berarti menurunkan kecepatan mikrokontroler. Inilah yang menjadi untung-rugi (/trade-off/) dari desain kita. Lagipula, sangat tidak praktis untuk mencabut *clock* yang sudah terpasang dengan baik di Arduino dan menggantinya dengan yang baru.

Nilai 125 kHz di atas (*clock* sumber 16 MHz dan prescaler 128). Karena ADC kita membutuhkan waktu 13 detak dalam sekali konversi, maka banyaknya sampel yang bisa dikonversi oleh ADC harus dibagi lagi sebanyak 13 dari kecepatan ADC, yaitu $125/13 = 9.6 \text{ kSa/s}$ (kilo sampel per detik).

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 berikut :



Gambar 3.1 *Flowchart* Perancangan Alat

3.2 Metodologi Penelitian

Berikut ini adalah metodologi penelitian dari pembuatan tugas akhir tentang pengendalian pH air pada proses purifikasi biogas dengan *water scrubber system* sebagai berikut:

a. Studi Literatur

Studi literatur merupakan pengkajian dan pemahaman tentang proses purifikasi biogas serta pengaruh kualitas air yang digunakan terhadap kelarutan gas H_2S menggunakan variabel pH. Dalam literatur terdapat hubungan pengaruh prosentase gas H_2S terarut terhadap perubahan pH yang semakin asam.

b. Perancangan Desain Sistem Mekanik

Pada proses ini dilakukan perancangan purifikasi biogas dengan *water scrubber system* yang baik untuk mereduksi gas-gas pengotornya dengan menggunakan software *AutoCAD*. Serta didapat sebuah desain perancangan pengendalian pH dengan aktuator *solenoid valve* untuk proses *drain* air yang tercemar serta regenerasi air yang bersih ke dalam plant.

c. Pengujian Hardware Mekanik

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap solenoid 3-way valve serta solenoid valve dengan tegangan DC 12V untuk proses pengendalian pH air serta melakukan pengecekan terhadap kebocoran pada sambungan di solenoid. Pengujian bertujuan untuk mengetahui kinerja komponen yang akan digunakan sesuai dengan yang diharapkan.

d. Perancangan Sistem Elektrik

Perancangan sistem elektrik disini yaitu perangkaian sensor probe pH analog dengan modul rangkaian penguat sebagai transmisi input pada mikrokontroler Arduino uno yang digunakan

e. Perancangan Software

Pada tahap ini dilakukan pemrograman pada *software* Arduino IDE untuk melakukan pembacaan pH. Pada pembuatan

software ini dilakukan sistem kontrol diskret (on/off) sehingga digunakan nilai set point <6 pada pembacaan nilai pH air.

f. Verifikasi *Software*

Verifikasi *software* dilakukan untuk mengetahui kesalahan pada pembuatan programnya dan dapat berjalan sesuai spesifikasi dan proses pengendalian yang kita inginkan.

g. Integrasi Sistem Mekanik, Elektrik, dan *Software*

Pada tahap ini dilakukan proses integrasi antara sistem mekanik dan elektrik serta melakukan *upload* *software* pada Arduino Uno.

h. Pengujian Sistem

Pada pengujian sistem ini adalah pengujian proses pengendalian pH yang berjalan setelah melakukan proses integrasi.

i. Pengambilan Data

Pengambilan data pada plant yang menggunakan biogas langsung dilakukan di Nongkojajar selama 1 hari untuk mendapat nilai pH air yang kontak dengan H_2S . Pengambilan data selanjutnya dilakukan dengan pengujian pembacaan sensor yang diberi gangguan nilai pH buffer 4 dan 7.

j. Analisis Data

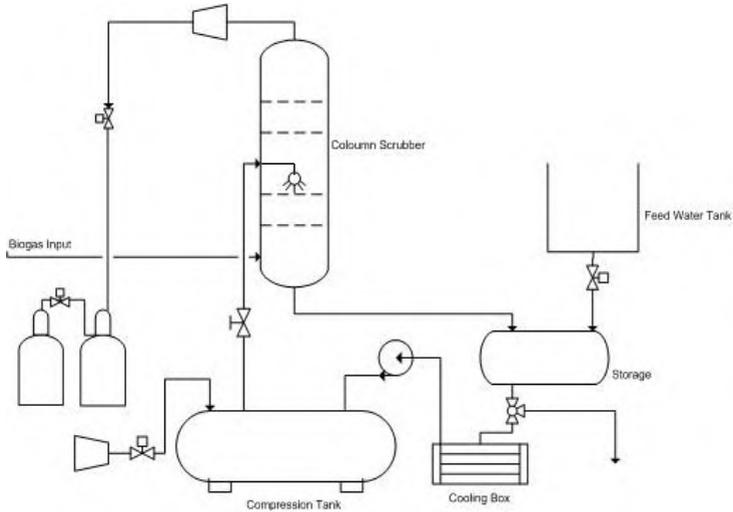
Analisis data dilakukan untuk mengetahui perbedaan nilai pH sebelum dan sesudah dikontrol.

k. Penarikan Kesimpulan

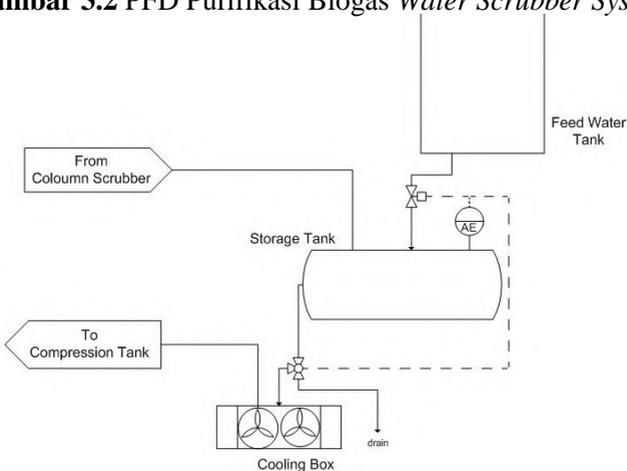
Dari analisa dapat diketahui pH air pada proses purifikasi dan dapat ditarik kesimpulan terhadap pengikatan kadar H_2S pada air.

3.3 Perancangan Sistem Mekanik

Pada perancangan sistem mekanik ini dilakukan dengan menggunakan *software AutoCAD* yang digambar ulang dengan *Microsoft Visio*. Kemudian direalisasikan pada pembuatan plant sebenarnya.



Gambar 3.2 PFD Purifikasi Biogas *Water Scrubber System*



Gambar 3.3 P&ID Sistem Pengendalian pH

Aktuator yang digunakan pada plant adalah solenoid *valve* untuk mengatur bukaan pada *feed water tank* serta solenoid untuk proses pembuangan air saat pH mencapai set poin 5,5. Penggunaan 2 aktuator solenoid tersebut bermaksud untuk proses regenerasi air bedasar set poin nilai pH yang terbaca oleh sensor. Pemasangan solenoid pengisian air bersih dilakukan dengan penggabungan langsung dari *feed water tank*.



Gambar 3.4 Solenoid *Feed Water Tank*

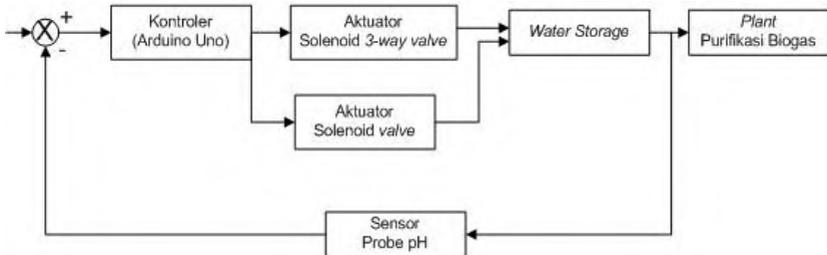
Untuk solenoid *3-way valve* menggunakan gabungan 2 solenoid *valve* biasa yang diposisikan dalam kondisi bukaan yang berlawanan. Dengan perancangan *solenoid 3-way valve* ini digunakan untuk aksi trap ke alur *cooling box* serta melakukan aksi drain ketika pH mencapai set poin bawah dan sedang terjadi proses regenerasi pada *water storage*. Saat pH air kembali normal akibat proses regenerasi maka proses trap dan drain dihentikan dan air dapat diteruskan ke *cooling box*.



Gambar 3.5 Solenoid 3-way Valve

3.4 Perancangan Sistem Elektrik

Berikut adalah diagram blok dari pengendalian pH pada *water storage* yang merupakan keluaran air setelah kontak dengan biogas di kolom *scrubber* proses purifikasi biogas sebagai berikut:



Gambar 3.6 Diagram Blok Pengendalian pH pada Purifikasi Biogas

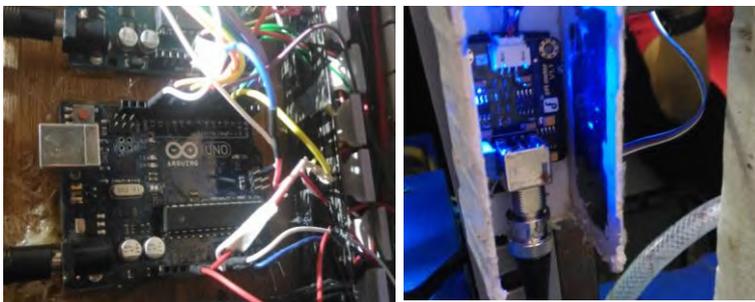
Dari diagram blok diatas dapat diketahui bahwa alur kerja yaitu ketika sensor pH bekerja melakukan pembacaan pH pada *water storage*. Kemudian pembacaan sensor tersebut

ditransmisikan ke kontroler arduino berupa pembacaan nilai pH dan akan dibandingkan dengan set poin yang telah ditentukan yaitu pH 5,5-6,5. Ketika pembacaan pH $<5,5$ maka solenoid 3-way valve akan aktif untuk membuang air keluar lalu diikuti solenoid valve pada *feed water tank* untuk menambahkan air ke *water storage* hingga pH mencapai nilai 6,5.

Dari sistem pengendalian pH tersebut dapat dirincikan penyusunan sistem elektriknya sebagai berikut:



Gambar 3.7 Sensor pH DFrobot



Gambar 3.8 Wiring Arduino dan Modul Sensor

Untuk keluaran analog input dari sensor dihubungkan dengan pin A0 pada Arduino serta catu daya modul sensor dihubungkan ke pin *power 5V* pada Arduino. Solenoid 3-way valve menggunakan

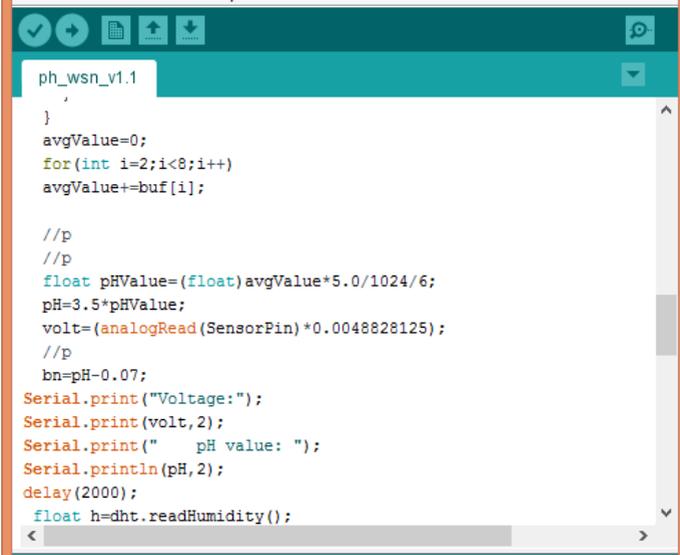
logika NO NC pada bagian *valve drain* dan *valve* utama yang dihubungkan pada pin 7, serta *solenoid valve* pada *feed water tank* terhubung ke pin 6.



Gambar 3.9 Pembacaan pada LCD Display

3.5 Perancangan Software

Pada perancangan *software* ini digunakan Arduino IDE untuk pembuatan programnya. Pembacaan nilai pH 1-14 akan ditampilkan pada LCD 16x2 sebagai *display*. Untuk tugas akhir ini digunakan set point 5,5-6,5 dalam menggerakkan aktuator untuk regenerasi air yang digunakan sebagai pelarut H₂S dalam proses purifikasi biogas ini. Ketika pembacaan nilai pH air pada *water storage* mencapai set poin bawah maka aktuator melakukan proses pembuangan bersamaan dengan penambahan air baru untuk proses pengenceran air pelarut hingga mencapai set poin atas pada 6,5. Perancangan program dilakukan dengan melakukan proses pembacaan input sensor yang berupa data analog untuk ditampilkan dalam bentuk nilai pH. Proses pembacaan sensor terkadang mempunyai nilai yang fluktuatif meski pada kisaran yang sama, untuk itu pada program Arduino ditambahkan proses *sampling* data dalam pembacaan sensor sebelum ditampilkan pada *display* untuk mengurangi fluktuatif pada pembacaan. Berikut *code* yang digunakan dalam pemrograman Arduino



```
ph_wsn_v1.1
}
avgValue=0;
for(int i=2;i<8;i++)
avgValue+=buf[i];

//p
//p
float pHValue=(float)avgValue*5.0/1024/6;
pH=3.5*pHValue;
volt=(analogRead(SensorPin)*0.0048828125);
//p
bn=pH-0.07;
Serial.print("Voltage:");
Serial.print(volt,2);
Serial.print("    pH value: ");
Serial.println(pH,2);
delay(2000);
float h=dht.readHumidity();
```

Gambar 3.10 Code Pembacaan Sensor pH

“Halaman Ini Memang Dikosongkan”

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Pengujian Sensor pH

Pada pengujian sensor pH ini dilakukan dengan menggunakan larutan *buffer* pH paa pengukuran pH oleh sensor. Larutan *buffer* yang digunakan adalah memiliki nilai 4 dan 7. Pengujian dilakukan dengan rentang waktu 2 menit dan *delay* pembacaan dibuat setiap 5 detik. Data yang diambil adalah perbandingan nilai pH *buffer* dan pembacaan sensor pH analog. Berikut hasil pengujian sensor menggunakan larutan *buffer*.

Tabel 4.1 Data Uji Sensor pH dengan *Buffer* 7

No	Waktu	pH <i>Buffer</i>	Pembacaan pH
1	0:05	7	7,05
2	0:10	7	7,04
3	0:15	7	7,10
4	0:20	7	7,13
5	0:25	7	7,22
6	0:30	7	7,25
7	0:35	7	7,13
8	0:40	7	7,14
9	0:45	7	7,16
10	0:50	7	7,15
11	0:55	7	7,08
12	1:00	7	7,05
13	1:05	7	7,05
14	1:10	7	7,07
15	1:15	7	7,11
16	1:20	7	7,07
17	1:25	7	7,08

Lanjutan Tabel 4.1 Data Uji Sensor pH dengan *Buffer 7*

No	Waktu	pH <i>Buffer</i>	Pembacaan pH
18	1:30	7	7,17
19	1:35	7	7,08
20	1:40	7	7,06
21	1:45	7	7,04
22	1:50	7	7,06
23	1:55	7	7,06
24	2:00	7	7,01

Data uji sensor berdasar Tabel 4.1 menggunakan larutan *buffer* pH 7, menunjukkan bahwa sensor memiliki *error* pembacaan sebesar +0,098

Tabel 4.2 Data Uji Sensor pH dengan *Buffer 4*

No	Waktu	pH <i>Buffer</i>	Pembacaan pH
1	0:05	4	4,20
2	0:10	4	4,13
3	0:15	4	4,06
4	0:20	4	4,05
5	0:25	4	4,05
6	0:30	4	4,05
7	0:35	4	4,03
8	0:40	4	4,06
9	0:45	4	4,08
10	0:50	4	4,13
11	0:55	4	4,18
12	1:00	4	4,09
13	1:05	4	4,09
14	1:10	4	4,13

Lanjutan Tabel 4.2 Data Uji Sensor pH dengan *Buffer* 4

No	Waktu	pH <i>Buffer</i>	Pembacaan pH
15	1:15	4	4,07
16	1:20	4	4,09
17	1:25	4	4,11
18	1:30	4	4,11
19	1:35	4	4,13
20	1:40	4	4,07
21	1:45	4	4,07
22	1:50	4	4,05
23	1:55	4	4,05
24	2:00	4	4,05

Dari data untuk pengukuran sensor yang digunakan dengan pH *buffer* 4 didapat nilai *error* pembacaan untuk sensor sebesar +0,088. Nilai tersebut lebih besar bila dibandingkan dengan *error* dari pembacaan sensor pada pH *buffer* 7.

4.2 Uji Respon Sensor

Pada uji respon sensor pH dilakukan untuk mengetahui waktu respon yang dibutuhkan sensor untuk kembali pada set poin yang telah ditentukan. Set poin dari sistem yang digunakan adalah pada pH 6,0. Sensor akan diberi gangguan pH melebihi dan kurang dari set yang ditentukan yaitu pada kisaran nilai pH 8,2 dan 3,6 . Lalu dilihat waktu respon yang dilakukan sensor untuk kembali pada set yang ditentukan pada nilai pH 6,0 dari gangguan dengan pH kisaran 8,2 dan 3,6. Data yang diambil adalah pembacaan pH dengan respon waktu hingga tercapainya set poin. Berikut adalah data pembacaan respon sensor saat kembali ke nilai pH set point dengan gangguan nilai diatas dan dibawahnya.

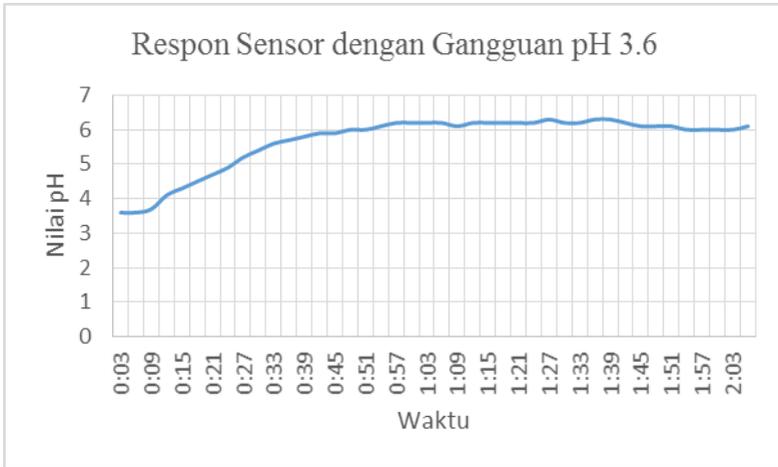
Tabel 4.3 Respon Sensor pH dengan gangguan pH 3,6

No	Waktu	Pembacaan pH
1	0:03	ph 3.6
2	0:06	ph 3.6
3	0:09	ph 3.7
4	0:12	ph 4.1
5	0:15	ph 4.3
6	0:18	ph 4.5
7	0:21	ph 4.7
8	0:24	ph 4.9
9	0:27	ph 5.2
10	0:30	ph 5.4
11	0:33	ph 5.6
12	0:36	ph 5.7
13	0:39	ph 5.8
14	0:42	ph 5.9
15	0:45	ph 5.9
16	0:48	ph 6.0
17	0:51	ph 6.0
18	0:54	ph 6.1
19	0:57	ph 6.2
20	1:00	ph 6.2
21	1:03	ph 6.2
22	1:06	ph 6.2
23	1:09	ph 6.1
24	1:12	ph 6.2
25	1:15	ph 6.2
26	1:18	ph 6.2
27	1:21	ph 6.2

Lanjutan Tabel 4.3 Respon Sensor pH dengan Gangguan pH 3,6

No	Waktu	Pembacaan pH
28	1:24	ph 6.2
29	1:27	ph 6.3
30	1:30	ph 6.2
31	1:33	ph 6.2
32	1:36	ph 6.3
33	1:39	ph 6.3
34	1:42	ph 6.2
35	1:45	ph 6.1
36	1:48	ph 6.1
37	1:51	ph 6.1
38	1:54	ph 6.0
39	1:57	ph 6.0
40	2:00	ph 6.0
41	2:03	ph 6.0
42	2:06	ph 6.1

Dari Tabel 4.3 didapat waktu respon yang dibutuhkan sensor untuk kembali ke set poin 6,0 (*settling time*) dengan gangguan pH 3,6 adalah 48 hingga 51 detik. Tetapi pada detik selanjutnya setelah mencapai nilai set poin tersebut, sensor mengalami *overshoot* pada pembacaan pH 6. Maksimum *overshoot* dari pembacaan sensor adalah 0,3. Pembacaan sensor mulai stabil pada waktu 1 menit 54 detik hingga 2 menit 3 detik yaitu menunjukkan nilai pembacaan pH 6 sesuai set poin. Untuk grafik dari pembacaan respon table diatas dapat dilihat dibawah ini



Gambar 4.1 Grafik Respon Sensor dengan Gangguan pH 3.6

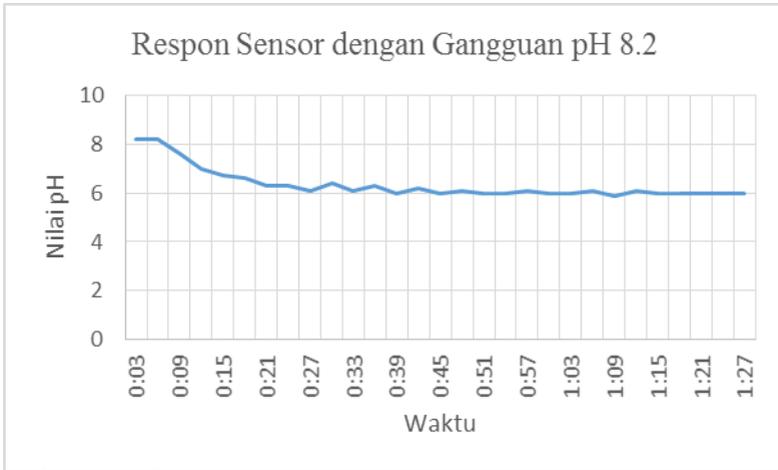
Tabel 4.4 Respon Sensor pH dengan Gangguan pH 8,2

No	Waktu	Pembacaan pH
1	0:03	8.2
2	0:06	8.2
3	0:09	7.6
4	0:12	7
5	0:15	6.7
6	0:18	6.6
7	0:21	6.3
8	0:24	6.3
9	0:27	6.1
10	0:30	6.4
11	0:33	6.1
12	0:36	6.3
13	0:39	6

Lanjutan Tabel 4.4 Respon Sensor pH dengan Gangguan pH 8,2

No	Waktu	Pembacaan pH
14	0:42	6.2
15	0:45	6
16	0:48	6.1
17	0:51	6
18	0:54	6
19	0:57	6.1
20	1:00	6
21	1:03	6
22	1:06	6.1
23	1:09	5.9
24	1:12	6.1
25	1:15	6
26	1:18	6
27	1:21	6
28	1:24	6
29	1:27	6

Dari Tabel 4.4 untuk pembacaan respon sensor dengan gangguan nilai pH 8,2 didapat waktu respon yang dibutuhkan untuk kembali ke set poin 6,0 (*settling time*) adalah 39 detik. Tetapi pada selanjutnya setelah mencapai nilai set poin masih terjadi *overshoot* pembacaan seperti pada pengukuran dengan gangguan pH 3,6. Maksimum *overshoot* dari pembacaan sensor adalah 0,2. Pembacaan sensor mulai stabil pada waktu 1 menit 15 detik hingga 1 menit 27 detik yaitu menunjukkan nilai pembacaan pH 6 sesuai set poin. Untuk grafik dari pembacaan respon tabel diatas dapat dilihat dibawah ini



Gambar 4.2 Grafik Respon Sensor dengan Gangguan pH 8,2

4.3 Data Sistem Sebelum Dikontrol

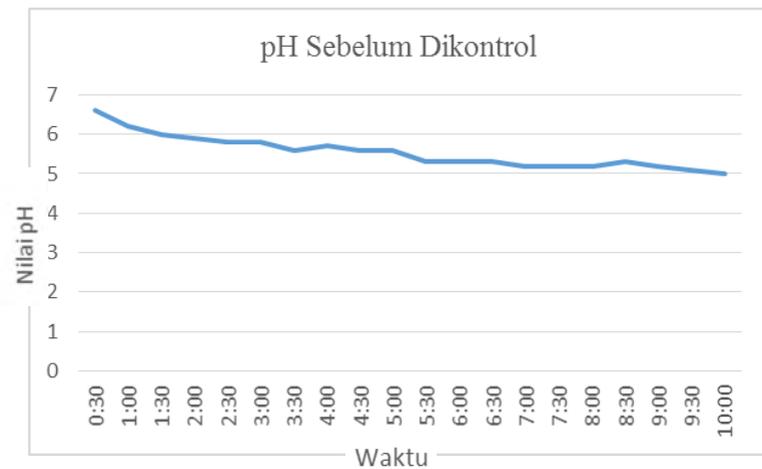
Data yang diambil pada tahap ini adalah data sebelum adanya sistem kontrol pada plant. Pembacaan nilai pH yang tercatat hanya berupa monitoring pembacaan hasil pengukuran yang dibaca oleh sensor. Pengambilan data ini dilakukan langsung saat uji coba plant purifikasi biogas *water scrubber system* ini di Nongkojajar-Pasuruan. Pengambilan data dilakukan saat proses purifikasi biogas berjalan secara kontinu selama 10 menit saja dan diambil setiap 30 detik dari selang waktu 10 menit tersebut.

Tabel 4.5 Data Pembacaan pH Sebelum Dikontrol

No	Waktu	Pembacaan pH
1	0:30	6.6
2	1:00	6.2
3	1:30	6
4	2:00	5.9
5	2:30	5.8
6	3:00	5.8

Lanjutan Tabel 4.5 Data Pembacaan pH Sebelum Dikontrol

No	Waktu	Pembacaan pH
7	3:30	5.6
8	4:00	5.7
9	4:30	5.6
10	5:00	5.6
11	5:30	5.3
12	6:00	5.3
13	6:30	5.3
14	7:00	5.2
15	7:30	5.2
16	8:00	5.2
17	8:30	5.3
18	9:00	5.2
19	9:30	5.1
20	10:00	5

**Gambar 4.3** Grafik Pembacaan pH Sebelum Dikontrol

Dari data Tabel 4.5 dan Grafik 4.3 untuk pembacaan nilai pH sebelum dikontrol yang diambil saat proses purifikasi berlangsung selama 10 menit menunjukkan bahwa pembacaan berada set poin untuk awal proses, sedangkan saat proses purifikasi biogas terus dijalankan perubahan nilai pH akan semakin asam (turun) hingga mencapai nilai 5,6 pada 5 menit. Hal tersebut dikarenakan pengaruh gas H_2S yang bersifat asam dan terlarut ke air sehingga terjadi perubahan nilai pH .

4.4 Data Sistem Setelah Dikontrol

Data yang diambil pada tahap ini adalah data setelah dikontrol sesuai set poin. Dimana sistem pengendalian pH akan bekerja sesuai set poin yang diberikan. Sistem bekerja sesuai dengan dengan model pengendalian tertutup (*close loop*). Ketika sensor pH memberikan umpan balik melebihi set poin bawah yaitu 5,5 maka kontroler akan bekerja untuk mengaktifkan aktuator yang berupa solenoid *valve* serta solenoid *3-way valve* melalui kontaktor relay sebagai *switching*. Pengendalian pH ini mempunyai set poin antara 5,5 sampai 6,5. Set poin tersebut yang membatasi kerja aktuator saat melakukan pembuangan air serta penambahan air baru dalam proses regenerasi air pada sistem purifikasi biogas. Hal tersebut akan mempertahankan nilai pH sesuai set poin yang dikehendaki untuk mempertahankan sistem purifikasi biogas tetap optimal.

Pengambilan data pembacaan setelah terjadinya proses kontrol dilakukan selama 5 menit juga sama halnya dengan pengambilan data proses sebelum terjadinya kontrol.

Tabel 4.6 Data Pembacaan pH Setelah Dikontrol

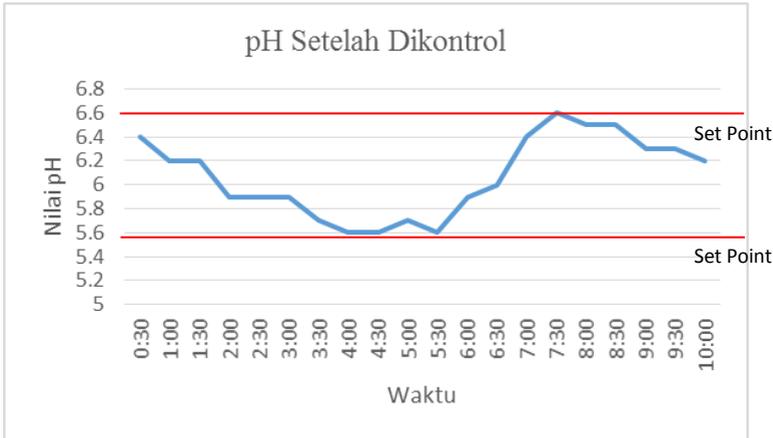
No	Waktu	Pembacaan pH
1	0:30	6.4
2	1:00	6.2
3	1:30	6.2

Lanjutan Tabel 4.6 Data Pembacaan pH Setelah Dikontrol

No	Waktu	Pembacaan pH
4	2:00	5.9
5	2:30	5.9
6	3:00	5.9
7	3:30	5.7
8	4:00	5.6
9	4:30	5.6
10	5:00	5.7
11	5:30	5.6
12	6:00	5.9
13	6:30	6
14	7:00	6.4
15	7:30	6.6
16	8:00	6.5
17	8:30	6.5
18	9:00	6.3
19	9:30	6.3
20	10:00	6.2

Pada Tabel 4.6 untuk pembacaan nilai pH setelah dikontrol yang diambil saat proses purifikasi berlangsung selama 10 menit menunjukkan bahwa pembacaan berada set poin untuk awal proses karena menggunakan air bersih dengan pH cenderung netral, sedangkan saat proses purifikasi biogas terus dijalankan perubahan nilai pH akan semakin asam (turun) hingga mencapai nilai 5,6 pada 4 menit 30 detik. Hal tersebut dikarenakan pengaruh gas H_2S yang bersifat asam dan terlarut ke air. Respon perubahan untuk menaikkan nilai pH ke set poin atas 6,5 dengan cara penggantian air setelah proses purifikasi membutuhkan waktu 3 menit. Data tersebut menjadi ukuran kemampuan sistem

kontrol untuk mempertahankan nilai pembacaan pH tetap pada set poin dapat berjalan dengan baik.



Gambar 4.4 Grafik Pembacaan pH Setelah Dikontrol

4.5 Analisis Data

Rancang bangun sistem pengendalian pH air pada purifikasi biogas *water scrubber system* ini dibuat untuk mengendalikan nilai pH air yang digunakan sebagai bahan utama purifikasi. Proses purifikasi yang terjadi secara fisika yaitu kontakannya air yang dispray ke kolom *scrubber* dengan biogas untuk mereduksi gas H_2S yang memiliki karakteristik mudah larut dalam air. Karena sifat asam dari gas H_2S tersebut membuat air sebagai pelarutnya akan mengalami perubahan derajat keasamannya. Nilai pH air yang sudah terlarut H_2S tersebut dijadikan acuan dalam mengetahui kepekatan H_2S yang telah terikat dari biogas sehingga perlunya proses regenerasi air. Regenerasi air dibutuhkan untuk optimalisasi proses reduksi gas H_2S , dikarenakan semakin pekat air akan terlarutnya H_2S maka mengurangi kualitas purifikasi. Pada suhu normal $26^\circ C$, pH 5,5 mengandung H_2S sebesar 96,9% dan pada pH 6,5 hanya terkandung 75% H_2S yang terlarut. Oleh karena itu digunakan set poin bawah sebesar 5,5 untuk proses regenerasi berlangsung dan

pH 6,5 sebagai set poin atas untuk menonaktifkan solenoid dalam proses regenerasi air.

Pada pengujian sistem pengendalian pH ini telah dilakukan tahap-tahap untuk mendapatkan tingkat kelayakan dari sistem yang digunakan di plant purifikasi biogas. Dimana pengujian yang dilakukan adalah pengujian pembacaan sensor dengan acuan larutan pH *buffer* 4 dan 7. Saat menggunakan larutan *buffer* 4 selama 2 menit didapatkan nilai *error* pembacaan sensor +0,08. Pada pengujian menggunakan larutan *buffer* 7 yang dilakukan selama 2 menit juga didapat nilai *error* pembacaan sensor sebesar +0,098.

Untuk pengujian respon waktu dalam pembacaan sensor mencapai set poin atau disebut *settling time* juga menggunakan larutan *buffer*. Set poin yang digunakan pada pengujian ini adalah pH 6 dimana saat sensor diberi gangguan pembacaan pada pH 3,6 dan 8,2. Untuk gangguan dengan nilai 3,6 diperlukan waktu selama 50 detik dengan maksimum *overshoot* sebesar 0,3 dalam mencapai nilai 6. Kemudian saat diberi gangguan pada nilai pH 8,2 membutuhkan waktu selama 39 detik dengan maksimum *overshoot* sebesar 0,2.

Pengujian selanjutnya yaitu uji kontroler yang bertujuan untuk mengetahui sistem dapat berjalan dengan baik. Set poin yang diberikan pada kontroler sebesar 5,5-6,5. Nilai pembacaan terhadap pengendalian tersebut masih dalam rentang set poin karena saat pembacaan menyentub set poin bawah, kontroler memerintahkan aktuator untuk mengembalikan nilai pH ke set poin atas dengan bukaan solenoid *valve* dalam proses regenerasi air. Sehingga dalam pengujian sistem kontrol dapat disimpulkan dapat berjalan dengan baik untuk menjaga nilai pH pada rentang set poin.

“Halaman Ini Memang Dikosongkan”

LAMPIRAN 1

Listing Program Arduino

```
#include <DHT22.h>
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
#define SensorPin A0 //pH meter Analog output to
Arduino Analog Input 2
#define Offset 0.00 //deviation compensate
#define LED 13
#include "DHT.h"
#define DHTPIN 7
#define DHTTYPE DHT22
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
const int ledPin=13;
int solenoid=8;
int soltank=6;
int Rh;
unsigned long int avgValue;
float volt;
float b;
int buf[10],temp;
float pHValue;
float pH;
float bn;
#define vcc 1

void setup(void)
{
  pinMode(LED,OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16, 2);
  pinMode(solenoid,OUTPUT);
  pinMode(soltank,OUTPUT);
  delay(500);
}
```

```

void loop(void)
{
//p
for(int i=0;i<10;i++)
{
  buf[i]=analogRead(SensorPin);
  delay(10);
}
for(int i=0;i<9;i++)
{
  for(int j=i+1;j<10;j++)
  {
    if(buf[i]>buf[j])
    {
      temp=buf[i];
      buf[i]=buf[j];
      buf[j]=temp;
    }
  }
}
}
avgValue=0;
for(int i=2;i<8;i++)
avgValue+=buf[i];

//p
//p
float pHValue=(float)avgValue*5.0/1024/6;
pH=3.5*pHValue;
//p
Serial.print("Voltage:");
Serial.print(volt,2);
Serial.print("  pH value: ");
Serial.println(pH,2);
delay(2000);
float h=dht.readHumidity();
float t = dht.readTemperature();

```

```
Serial.print("Humidity: ");
Serial.print(h,1);
Serial.print(" %\t");
Serial.print("Temperature: ");
Serial.print(t,1);
Serial.println(" *C ");
if(pH <= 5.5){
    digitalWrite(solenoid,HIGH);
    delay(3000);
    digitalWrite(soltank,HIGH);
}
if(pH <= 6.5{
    digitalWrite(solenoid,LOW);
    digitalWrite(soltank,LOW);
}
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("pH Value= ");
lcd.setCursor(11, 0);
lcd.print(pHValue,1);
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("RH: ");
lcd.setCursor(4, 1);
lcd.print(h,1);
lcd.print("%\t");
lcd.setCursor(10,1);
lcd.print("T: ");
lcd.setCursor(12,1);
lcd.print(t,1);
lcd.setCursor(15,1);
lcd.print(" *C ");

}
```

LAMPIRAN 2

Data Kandungan Gas H₂S Setelah Purifikasi



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT
Gedung LPPM, Kampus ITS Sukolilo - Surabaya 60111
Telp : 031 - 5953759, 5936940, Fax : 031 - 5955793, PABX : 1404, 1405
<http://www.lppm.its.ac.id>

FR/LL-ITS/5.10-02

Lampiran : 1

LAPORAN HASIL ANALISA

1. Nomor Laboratorium : 0167/A/VI/2016
2. Nama : ARIEF ABDURRAKHMAN
3. Alamat : Jl. Kyai Abdul Karim No. 10-A Rungkut, Surabaya
5. Nama Sampel : Gas
6. Kode Sampel : LL-ITS-0111
7. Hasil Pengukuran :

No	Parameter Uji	Satuan	Hasil Pengukuran	Metode Analisis
1	H ₂ S P : 15psia, T : 20 °C	ppm	0,3	Ionization Merk Photovac Type 2020 ppb pro
2	H ₂ S P : 17psia, T : 20 °C	ppm	0,5	
3	H ₂ S P : 22psia, T : 20 °C	ppm	0,7	
4	H ₂ S T : 17 °C	ppm	0,6	
5	H ₂ S T : 15 °C	ppm	0,5	

Keterangan :

- Hasil Uji hanya dari Sampling Gas H₂S yang diukur di tempat pengukuran
- Laboratorium tidak bertanggung jawab atas kerugian pada pihak ke tiga
- Laporan hasil pengujian tidak dapat digunakan sebagai alat bukti Hukum
- Laporan hasil Pengujian hanya diperbanyak secara utuh

Surabaya, 20 Juni 2016

Kepala Laboratorium Lingkungan LPPM-ITS

Siti Nurkhamidah, ST., MS., PhD
NIP. 19840508 200912 2 004

Lampiran 3 Datasheet Arduino Uno

Arduino UNO



Product Overview

The Arduino Uno is a microcontroller board based on the ATmega328 ([datasheet](#)). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Uno differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the ATmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.

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

Index

Technical Specifications

Page 2

How to use Arduino
Programming Environment, Basic Tutorials

Page 6

Terms & Conditions

Page 7

Environmental Policies
half sqm of green via Impatto Zero®

Page 7



radiospares RADIONICS



Technical Specification

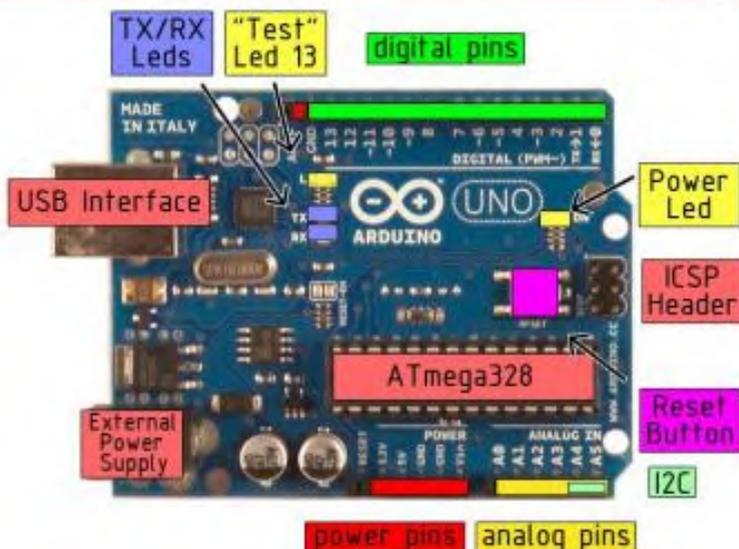


EAGLE files: [arduino-duemilanove-uno-design.zip](#) Schematic: [arduino-uno-schematic.pdf](#)

Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz

the board



radiospares RADIONICS



Power

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

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

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

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

Memory

The Atmega328 has 32 KB of flash memory for storing code (of which 0,5 KB is used for the bootloader); It has also 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Input and Output

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

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip .
- **External Interrupts: 2 and 3.** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).** These pins support SPI communication, which, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language.
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.



radiospares

RADIONICS



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

- **I²C: 4 (SDA) and 5 (SCL).** Support I²C (TWI) communication using the [Wire library](#).

There are a couple of other pins on the board:

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

See also the [mapping between Arduino pins and Atmega328 ports](#).

Communication

The Arduino Uno has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega328 provides UART TTL (5V) serial communication, which is available on digital pins 0 (RX) and 1 (TX). An ATmega8U2 on the board channels this serial communication over USB and appears as a virtual com port to software on the computer. The '8U2 firmware uses the standard USB COM drivers, and no external driver is needed. However, on Windows, an *.inf file is required..

The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the Arduino board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the USB-to-serial chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

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

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

Programming

The Arduino Uno can be programmed with the Arduino software ([download](#)). Select "Arduino Uno w/ ATmega328" from the **Tools > Board** menu (according to the microcontroller on your board). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

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

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

The ATmega8U2 firmware source code is available . The ATmega8U2 is loaded with a DFU bootloader, which can be activated by connecting the solder jumper on the back of the board (near the map of Italy) and then resetting the 8U2. You can then use [Atmel's FLIP software](#) (Windows) or the [DFU programmer](#) (Mac OS X and Linux) to load a new firmware. Or you can use the ISP header with an external programmer (overwriting the DFU bootloader).



radiospares

RADIONICS



Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Uno is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the ATmega8U2 is connected to the reset line of the ATmega328 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload.

This setup has other implications. When the Uno is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Uno. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

The Uno contains a trace that can be cut to disable the auto-reset. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-reset by connecting a 110 ohm resistor from 5V to the reset line; see [this forum thread](#) for details.

USB Overcurrent Protection

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

Physical Characteristics

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



radiospares

RADIONICS



How to use Arduino



Arduino can sense the environment by receiving input from a variety of sensors and can affect its surroundings by controlling lights, motors, and other actuators. The microcontroller on the board is programmed using the [Arduino programming language](#) (based on [Wiring](#)) and the Arduino development environment (based on [Processing](#)). Arduino projects can be stand-alone or they can communicate with software on running on a computer (e.g. Flash, Processing, MaxMSP).

Arduino is a cross-platform program. You'll have to follow different instructions for your personal OS. Check on the [Arduino site](#) for the latest instructions. <http://arduino.cc/en/Guide/HomePage>

Linux Install

Windows Install

Mac Install

Once you have downloaded/unzipped the arduino IDE, you can Plug the Arduino to your PC via USB cable.

Blink led

Now you're actually ready to "burn" your first program on the arduino board. To select "blink led", the physical translation of the well known programming "hello world", select

**File>Sketchbook>
Arduino-0017>Examples>
Digital>Blink**

Once you have your sketch you'll see something very close to the screenshot on the right.

In **Tools>Board** select

Now you have to go to **Tools>SerialPort** and select the right serial port, the one arduino is attached to.

```
void setup() {
  // The setup() method runs once, when the sketch starts
  // initialize the digital pin as an output:
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}

// the loop() method runs over and over again,
// as long as the arduino has power.
void loop()
{
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // set the LED on
  delay(1000);               // wait for a second
  digitalWrite(ledPin, LOW); // set the LED off
  delay(1000);               // wait for a second
}
```



Done compiling

Press Compile button
(to check for errors)



Upload



TX RX Flashing



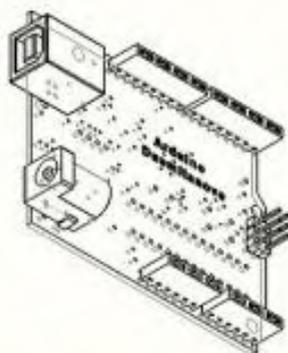
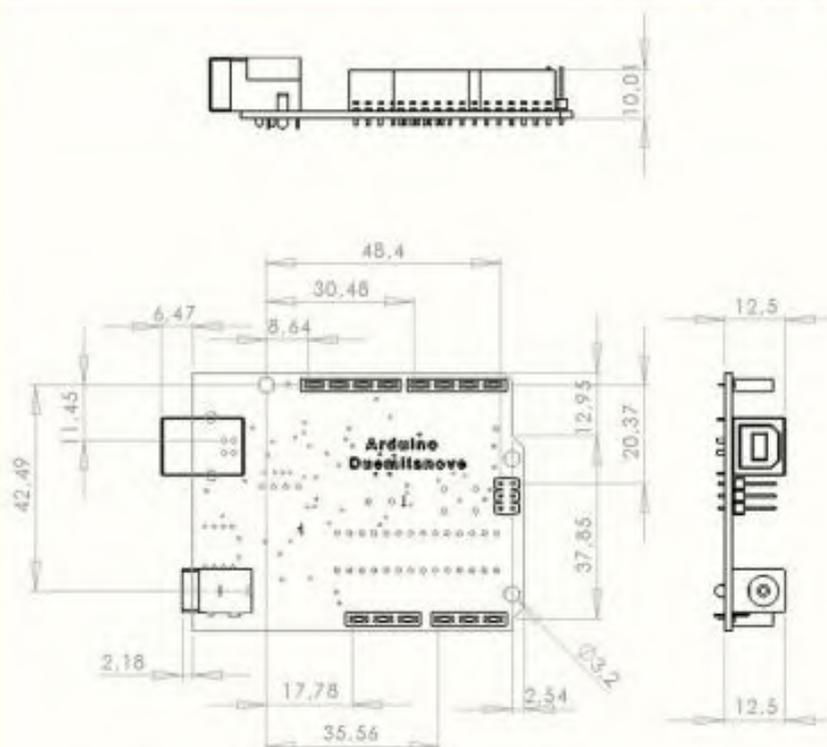
Blinking Led



radiospares RADIONICS



Dimensioned Drawing



radiospares **RADIONICS**



Lampiran 4

Datasheet Sensor pH

17/12/2014

PH meter(SKU: SEN0161) - Robot Wiki

PH meter(SKU: SEN0161)

From Robot Wiki

Contents

- 1 Introduction
- 2 Applications
- 3 Specification
- 4 pH Electrode Size
- 5 pH Electrode Characteristics
- 6 Use the pH Meter
 - 6.1 Connecting Diagram
 - 6.2 Step to Use the pH Meter
 - 6.3 Sample Code
- 7 Precautions
- 8 Documents



Analog pH Meter Kit

Introduction

Need to measure water quality and other parameters but haven't got any low cost pH meter? Find it difficult to use with Arduino?

Here comes an analog pH meter, specially designed for Arduino controllers and has built-in simple, convenient and practical connection and features. It has an LED which works as the Power Indicator, a BNC connector and PH2.0 sensor interface. To use it, just connect the pH sensor with BNC connector, and plug the PH2.0 interface into the analog input port of any Arduino controller. If pre-programmed, you will get the pH value easily. Comes in compact plastic box with foams for better mobile storage.

Attention:In order to ensure the accuracy of the pH probe, you need to use the standard solution to calibrate it regularly. Generally, the period is about half a year. If you measure the dirty aqueous solution, you need to increase the frequency of calibration.

Applications

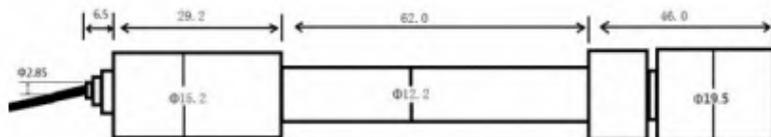
- Water quality testing
- Aquaculture

Specification

- Module Power : 5.00V
- Module Size : 43mm×32mm
- Measuring Range:0-14PH
- Measuring Temperature :0-60 °C

- Accuracy : $\pm 0.1\text{pH}$ (25 °C)
- Response Time : $\leq 1\text{min}$
- pH Sensor with BNC Connector
- PH2.0 Interface (3 foot patch)
- Gain Adjustment Potentiometer
- Power Indicator LED
- Cable Length from sensor to BNC connector:660mm

pH Electrode Size



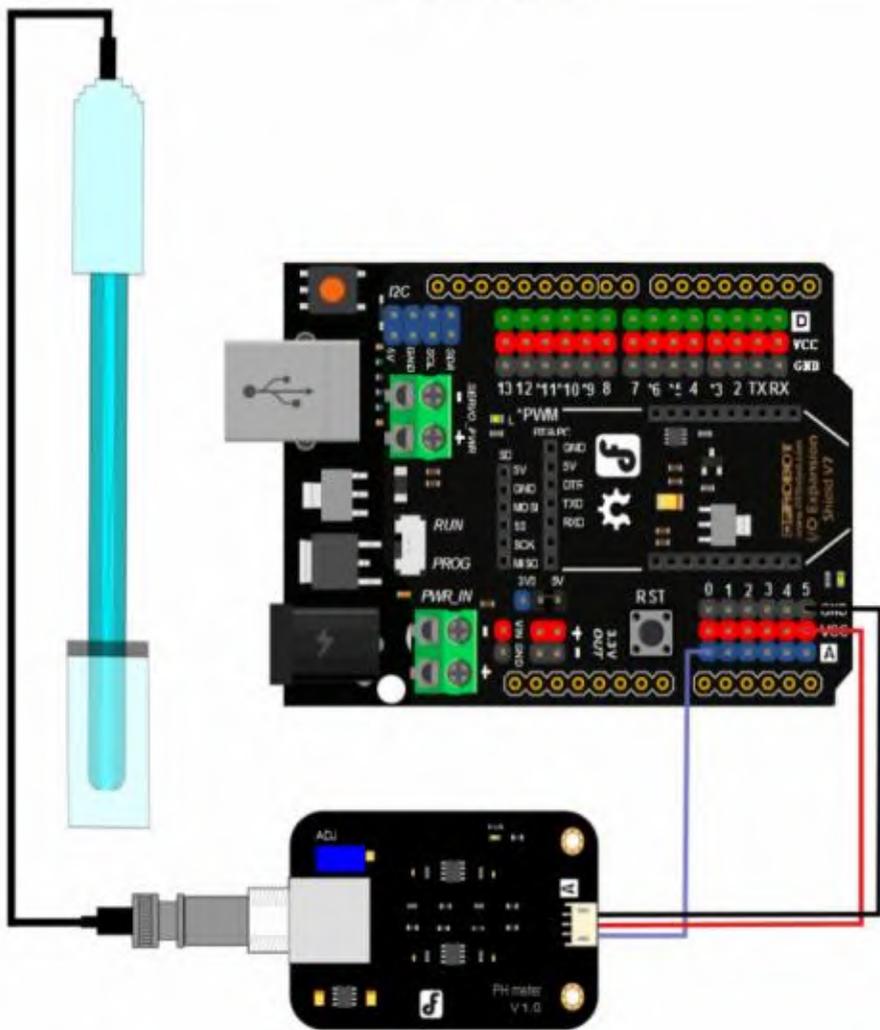
pH Electrode Characteristics

The output of pH electrode is Millivolts, and the pH value of the relationship is shown as follows (25 °C):

VOLTAGE (mV)	pH value	VOLTAGE (mV)	pH value
414.12	0.00	-414.12	14.00
354.96	1.00	-354.96	13.00
295.80	2.00	-295.80	12.00
236.64	3.00	-236.64	11.00
177.48	4.00	-177.48	10.00
118.32	5.00	-118.32	9.00
59.16	6.00	-59.16	8.00
0.00	7.00	0.00	7.00

Use the pH Meter

Connecting Diagram



Step to Use the pH Meter

Cautions:

- Please use an external switching power supply, and the voltage as close as possible to the +5.00V. More accurate the voltage, more higher the accuracy!

- Before the electrode in continuous use every time, you need to calibrate it by the standard solution, in order to obtain more accurate results. The best environment temperature is about 25 °C, and the pH value is known and reliable, close to the measured value. If you measure the acidic sample, the pH value of the standard solution should be 4.00. If you measure the alkaline sample, the pH value of the standard solution should be 9.18. Subsection calibration, just in order to get a better accuracy.
- Before the pH electrode measured different solutions, we need to use water to wash it. We recommend using deionized water.

(1) Connect equipments according to the graphic, that is, the pH electrode is connected to the BNC connector on the pH meter board, and then use the connection lines, the pH meter board is connected to the analog port 0 of the Arduino controller. When the Arduino controller gets power, you will see the blue LED on board is on.

(2) Upload the sample code to the Arduino controller.

(3) Put the pH electrode into the standard solution whose pH value is 7.00, or directly shorted the input of the BNC connector. Open the serial monitor of the Arduino IDE, you can see the pH value printed on it, and the error does not exceed 0.3. Record the pH value printed, then compared with 7.00, and the difference should be changed into the "Offset" in the sample code. For example, the pH value printed is 6.88, so the difference is 0.12. You should change the "# define Offset 0.00" into "# define Offset 0.12" in your program.

(4) Put the pH electrode into the pH standard solution whose value is 4.00. Then wait about one minute, adjust the gain potential device, let the value stabilise at around 4.00. At this time, the acidic calibration has been completed and you can measure the pH value of an acidic solution.

Note: If you want to measure the pH value of other solution, you must wash the pH electrode first!

(5) According to the linear characteristics of pH electrode itself, after the above calibration, you can directly measure the pH value of the alkaline solution, but if you want to get better accuracy, you can recalibrate it. Alkaline calibration use the standard solution whose pH value is 9.18. Also adjust the gain potential device, let the value stabilise at around 9.18. After this calibration, you can measure the pH value of the alkaline solution.

Precautions

- The electrode used for the first or long set without re-use, the electrode bulb and the sand core, immersed in the 3NKCL solution activated eight hours.
- The electrode plug should be kept clean and dry.
- Electrode reference solution is the 3NKCL solution.
- Measurement should be avoided staggered pollution between solutions, so as not to affect the accuracy of measurement.
- Electrode bulb or sand core is defiled which will make PTS decline, slow response. So, it should be based on the characteristics of the pollutant, adapted to the cleaning solution, the electrode performance recovery.
- The electrode should not be long-term immersed in acid chloride solution.
- Electrode when in use, the ceramic sand core and liquid outlet rubber ring should be removed, in order to make salt bridge solution to maintain a certain velocity.

Documents

Schematic (<http://www.dfrobot.com/image/data/SEN0161/pH%20meter%20V1.0%20SCH.pdf>)

PCB Design layout (<http://www.dfrobot.com/image/data/SEN0161/ph%20meter%20V1.0%20layout.pdf>)

pH Electrode Manual

(<http://www.dfrobot.com/image/data/SEN0161/PH%20composite%20electrode%20manual.pdf>)

Arduino Sample Code (<http://www.dfrobot.com/image/data/SEN0161/phMeterSample.zip>)

Zips For All Above (<http://www.dfrobot.com/image/data/SEN0161/DFRobot%20SEN0161.zip>)

Retrieved from "[http://www.dfrobot.com/wiki/index.php?title=PH_meter\(SKU:_SEN0161\)&oldid=27091](http://www.dfrobot.com/wiki/index.php?title=PH_meter(SKU:_SEN0161)&oldid=27091)"

Categories: [Product Manual](#) | [SEN Series](#) | [Sensors](#)

- This page was last modified on 11 August 2014, at 07:04.
- This page has been accessed 15,023 times.

Kesimpulan

Berdasarkan rancang bangun dan analisa data yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Telah dirancang sebuah sistem pengendalian pH air pada *plant* Purifikasi Biogas dengan *Water Scrubber System* dengan menggunakan sensor pH analog, mikrokontroler Arduino uno R3, serta *solenoid valve* sebagai actuator.
2. Pada uji sensor yang dilakukan dengan menggunakan larutan *buffer* pH 4 dan 7 selama 2 menit diperoleh nilai *error* pada pengukuran pH 4 sebesar 0,088 serta pada pembacaan pH 7 didapat nilai *error* sebesar 0,098.
3. Pada uji respon waktu pembacaan sensor pH atau *settling time* yang dilakukan dengan memberikan gangguan pembacaan dengan pH 3,7 dan 8,2. Hasil yang didapat dari uji respon sensor yaitu untuk kembali ke nilai set poin pada pH 6 saat diberi gangguan pada pembacaan dengan pH 3,2 dibutuhkan waktu selama 48 detik dengan maksimum *overshoot* 0,3. Untuk respon sensor dengan pemberian gangguan pembacaan 8,2 dengan set poin 6 didapat hasil waktu pada 39 detik untuk mencapai set poin dengan nilai maksimum *overshoot* 0,2.
4. Hasil pengujian sistem pengendalian pH pada *plant* Purifikasi Biogas dengan *Water Scrubber System* dengan set poin 5,5-6,5 didapat hasil pH air yang digunakan proses purifikasi tetap berada pada nilai *range* set poin. Sehingga dapat disimpulkan bahwa rancang bangun pengendalian pH dapat berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdurrakhman, Arief dkk. 2012. **Rancang Bangun Alat Purifikasi Biogas dengan Menggunakan CaO dan Water Scrubber**. Surabaya : ITS Surabaya
- [2] Mose, M.R. 1978. *Source Of Sulfur In The Environment The Global Cycle Sulfur*. A Willey Interscience Chichesar Brebans. Toronto
- [3] Reese Vaughn And Max Levine. 1936. *Hydrogen Sulfide Production As A Differential Test In The Colon Group*. Iowa Engineering Experiment Station, Iowa State College. Ames: Iowa
- [4] Alfithoni, Dzulfikar. 2015. **Rancang Bangun Sistem Pengendalian pH pada Miniplant Greenhouse Hidroponik Berbasis Mikrokontroler Arduino**. Surabaya. Prodi D3 Metrologi dan Instrumentasi ITS
- [5] Anonim. 2016. **pH Meter DfRobot** <http://dfrobot.com/index.php?route=product/product_id=1025&search=ph&description>
- [6] Onny. 2007. **Prinsip Kerja pH Meter**. <<http://artikel-teknologi.com/prinsip-kerja-ph-meter/>>
- [7] Anonim. 2015. **Prinsip Kerja Solenoid Valve**. <<http://www.insinyoer.com/prinsip-kerja-solenoid-valve/>>
- [8] Anonim. 2008. **Feedback Control Systems**. <<http://asro.wordpress.com/2008/process-control-1feedback-control/>>
- [9] Arduino. 2012. **Arduino Uno R3**. <<http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUnoR3>>

BIOGRAFI



Nama lengkap penulis Aditya Wisnugroho dilahirkan di Surabaya pada tanggal 10 Juni 1995. Pada saat ini bertempat tinggal di Jl. Jojoran V Timur Blok D No. 20 Surabaya. Pada tahun 2007, penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SDN Mojo V Surabaya. Pada Tahun 2010 menyelesaikan pendidikan tingkat menengah di SMPN 29 Surabaya. Pada tahun 2013 menyelesaikan pendidikan tingkat menengah di SMAN 4 Surabaya. Pada tahun 2016 ini, penulis mampu menyelesaikan pendidikan Diploma di Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi, Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis dapat dihubungi melalui alamat email berikut: aditya.wisnug@gmail.com