

**SISTEM KENDALI DAN MONITORING KADAR PH,
SUHU DAN LEVEL AIR PADA KOLAM PEMBENIHAN
(HATCHERY) UDANG**

***CONTROL SYSTEM AND MONITORING OF PH,
TEMPERATURE AND WATER LEVEL FOR A HATCHERY
POND OF SHRIMP***

ALIMUDDIN



**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2013

**SISTEM KENDALI DAN MONITORING KADAR PH,
SUHU DAN LEVEL AIR PADA KOLAM PEMBENIHAN
(HATCHERY) UDANG**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi

Teknik Elektro

Disusun dan diajukan oleh

ALIMUDDIN

kepada

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2013

TESIS**SISTEM KENDALI DAN MONITORING KADAR PH, SUHU DAN LEVEL
AIR PADA KOLAM PEMBENIHAN (HATCHERY) UDANG**

Disusun dan diajukan oleh

ALIMUDDIN
Nomor Pokok P2700211418

telah dipertahankan di depan panitia ujian tesis
pada tanggal 19 Agustus 2013
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Komisi Penasehat,

Dr. Ir. Zulfajri B. Hasanuddin, M.Eng
Ketua

Dr.-Ing. Faizal Arya Samman, ST.,MT
Anggota

Ketua Program Studi
Teknik Elektro,

Direktur Program Pascasarjana
Universitas Hasanuddin,

Prof. Dr. Ir. H. Salama Manjang, MT

Prof. Dr. Ir. Mursalim

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Alimuddin
Nomor mahasiswa : P2700211418
Program studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, September 2013

Yang menyatakan

Alimuddin

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penyusunan tesis ini telah dapat diselesaikan

Ide yang melatar belakangi penelitian ini adalah bagaimana mendesain suatu alat yang dapat memonitoring dan mengendalikan kadar pH, suhu, dan level air pada kolam pembenihan (hatchery) udang. serta dapat mengendalikan valve pengosongan, pompa pengisian, pompa injeksi dan kincir air secara otomatis dari *setpoint* yang berasal dari sensor pH, sensor suhu, dan sensor jarak.

Banyak kendala yang dihadapi oleh penulis dalam rangka penyusunan tesis ini. Namun berkat bantuan dari berbagai pihak, maka tesis ini akhirnya dapat terselesaikan. Penulis dengan tulus menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Zulfajri B. Hasanuddin, M.Eng, sebagai Ketua Komisi Penasehat. Atas bantuan dan bimbingan yang telah diberikan mulai dari awal penyusunan proposal hingga selesainya penelitian ini.
2. Dr. -Ing. Faizal Arya Samman, ST. MT, sebagai Anggota Komisi Penasehat. Atas bantuan dan bimbingan yang telah diberikan mulai dari awal penyusunan proposal hingga selesainya penelitian ini.
3. Prof. Dr. Ir. H. Salama Manjang, MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar.

4. Dr. Ir. H. Rhiza S. Sadjad, MSEE, Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc, Muh. Niswar, ST.,MIT.,Ph.D, sebagai Dosen Penguji yang telah memberikan saran dalam perbaikan tesis ini.
5. Pimpinan Balai Pembenihan Ikan Bantimurung, kabupaten Maros yang telah memberikan izin pengambilan data sebagai tempat penelitian.
6. Istriku Sari dan anak-anakku Akmal, Annisa, Fadhil tercinta beserta keluargaku yang tiada henti berdoa, bersabar dan berharap akan keberhasilan penulis.
7. Terima Kasih juga penulis sampaikan kepada teman-teman Pascasarjana Teknik Elektro : Suryadi, Bang Naga, Nanang, yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tesis ini serta teman-teman Pascasarjana dari Politeknik Katolik Saint Paul Sorong yang telah memberi banyak motivasi.

Doaku kiranya Allah SWT juga memberkati setiap saudara/i yang sudah memberikan kontribusi sampai penelitian dan penulisan tesis ini bias terselesaikan dengan baik.

Makassar,...September 2013

Alimuddin

ABSTRAK

ALIMUDDIN. Sistem Kendali dan Monitoring Kadar pH, suhu, dan Level Air Pada Kolam Pembenihan (*Hatchery*) Udang (dibimbing oleh **Zulfajri B. Hasanuddin** dan **Faizal Arya Samman**)

Penelitian ini bertujuan merancang suatu alat yang dapat memonitoring dan mengendalikan kadar PH, suhu dan level air.

Sebagai tempat pengujian, dibuat sebuah bak air dengan ukuran 100cmx40cmx60cm. Pada perancangan sistem terdapat beberapa bagian input sensor seperti sensor PH, sensor suhu LM35, sensor jarak ultrasonic, dan bagian output seperti tiga buah motor pompa, satu buah valve dan satu buah kincir yang digerakkan oleh motor dc 12 volt. Mikrokontroler ATmega328P yang tertanam pada arduino uno sebagai tempat pemrosesan data dari sensor yang selanjutnya akan memberikan output untuk menggerakkan aktuator dan akan ditampilkan data hasil pembacaan sensor pada PC atau. Perancangan miniature sistem ini menggunakan bahasa pemrograman C dan Borland Delphi 7 yang berfungsi sebagai Interface.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem yang dibuat dapat mengendalikan nilai PH pada range antara 6,0 – 8,5. Dapat mengontrol ketinggian air pada level 34 – 43cm. Dapat mengendalikan suhu dengan mengatur putaran kecepatan putaran motor kincir dimana semakin tinggi suhu maka kecepatan motor juga bertambah.

Kata kunci : Kendali, pH, Suhu, Level, Hatchery

ABSTRACT

ALIMUDDIN. *Control System and Monitoring of pH, Temperature and Water Level for a Hatchery Pond of Shrimp* (Supervised by **Zulfajri B. Hasanuddin** and **Faizal Arya Samman**)

The aim of this study is to design a device that can monitor and control pH levels, temperature and water level.

As a testing ground, writer made a water bath with 100 cm x 40 cm x 60 cm in size. In the the system design, there are several parts of the input sensors such as pH sensor, LM35 temperature sensor, ultrasonic distance sensor, and an output section as three pumpmotors, a valve, and a waterwheel driven by a 12 volt dc motor.

ATMega328P microcontroller embedded is arduino uno as data processing of sensor which would then provide output to drive the actuators and outcome data will be displayed on a PC or sensor readings. Miniature design of the system is using C programming language and Borland Delphi 7 that serves as an interface. The result of this study indicate that the system made by writer can control the pH value in the range between 6.0 to 8.5. It can control the water level at the level of 34-43cm. It can control the temperature by adjusting the rotation speed of the motor wheel where the higher the temperature, the higher the motor speed.

Keywords: Control, pH, Temperature, Level, Hatchery

DAFTAR ISI

	halaman
PRAKATA	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACK.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
F. Sistematika Penulisan	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Pembenihan Udang Galah.....	6
B. Kualitas Air dan Pengaruhnya Terhadap Budi Daya Udang.....	11
C. Studi Perbandingan Dengan Penelitian Sebelumnya	16
D. Arduino Uno	18
E. Komunikasi Serial	22
F. Mikrokontroler ATMega328P	24

G. ADC Converter	27
H. PWM (Pulse Width Modulation)	29
I. Sensor Keasaman (pH)	32
J. Sensor Suhu IC LM35	35
K. Sensor Jarak Ultrasonik PING	38
L. IC ULN2003	41
M. Motor DC	42
N. Perangkat Lunak	45
O. Roadmap Penelitian	47
P. Kerangka Pikir	48
III. METODE PENELITIAN	49
A. Kerangka Konsep	49
B. Waktu dan Lokasi Penelitian	50
C. Perancangan Sistem	50
D. Pengujian Sistem	51
E. Metode Pengujian	51
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	53
A. Balai Pembenihan Udang	53
B. Desain Kolam Pembenihan (<i>Hatchery</i>)	56
C. Rancangan Perangkat Keras	58
D. Rancangan Perangkat Lunak	62
E. Langkah- Langkah Pengujian	67

V. KESIMPULAN DAN SARAN	78
A. Kesimpulan	78
B. Saran	79
 DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Nomor		halaman
1.	Hubungan antara pH air dan kehidupan udang.....	12
2.	Pengaruh kelarutan oksigen pada budidaya udang	13
3.	Register ADMUX	28

DAFTAR GAMBAR

Nomor	halaman
1. Daur hidup udang galah.....	6
2. Tahapan pemijahan dan penetasan telur.....	8
3. Arduino Board	19
4. Skematik Arduino Board	19
5. Duty Cycle dan Resolusi PWM	31
6. Tegangan Output dan Resolusi PWM.....	31
7. Skema Elektroda Sensor pH.....	33
8. Elektroda dan bentuk fisik sensor pH.....	34
9. LM35 basic temperature sensor.....	35
10. Bentuk fisik LM35.....	36
11. Skematik Sensor PING Ultrasonic	38
12. Jarak Ukur Sensor Ping	39
13. Diagram Waktu Sensor Ping	40
14. Konfigurasi pin pada IC ULN2003	42
15. Struktur Motor dc sederhana.....	43
16. Motor DC.....	44
17. Bagan Kerangka Pikir	49
18. Spesifikasi bahan dan ukuran kolam pemeliharaan induk udang	54
19. Desain kolam hatchery dengan, penempatan sensor dan aktuator ...	56
20. Blok Diagram bahan dan ukuran kolam pemeliharaan induk udang ..	58

21. Rangkaian skematik Arduino Uno dengan sensor yang dibangun	50
22. Rangkaian hardware yang dibangun	60
23. Skematik Rangkaian Power Supply	60
24. Diagram blok sistem pengendalian kadar pH,suhu dan level air	61
25. Flowcard sistem yang ditanam ke dalam Arduino Uno	63
26. Form Utama	64
27. Setting Port	66
28. Form Open	66
29. Form Compiler Arduino	68
30. Form aplikasi proses monitoring data	70
31. Grafik pengujian saat nilai pH kurang dari 6,00	72
32. Grafik pengujian saat nilai pH lebih dari 8,50	72
33. Grafik pengujian saat nilai dilakukan pembuangan dan pengisian air ...	74
34. Grafik pengujian perubahan suhu dan output PWM	76

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perikanan merupakan salah satu sumber devisa negara yang sangat potensial. Pengembangan budidaya udang galah di Indonesia untuk waktu yang akan datang sangat penting bagi pembangunan di sektor perikanan serta merupakan salah satu prioritas yang diharapkan menjadi sumber pertumbuhan di sektor perikanan.

Udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) merupakan komoditas unggulan Indonesia dalam upaya menghasilkan devisa negara dari ekspor nonmigas. Berbagai upaya telah dilakukan dalam meningkatkan produksi udang galah. Salah satu diantaranya adalah penerapan sistem budidaya udang galah secara intensif yang dimulai sejak pertengahan tahun 1986, sehingga produksi udang dari hasil budidaya harus ditingkatkan. Telah disadari bahwa peningkatan produksi udang melalui budidaya tersebut hanya dapat dicapai bila disuplai faktor-faktor produksi, khususnya benih udang dapat terjamin sepenuhnya.

Guna menunjang usaha budidaya, yang harus dilakukan adalah dengan mendirikan balai-balai pembenihan (hatchery) udang galah. Untuk mengontrol kadar pH air pada kolam pembenihan udang, masih menggunakan cara manual, yaitu dengan terlebih dahulu mengukur

menggunakan sensor baik berupa pH meter digital maupun kertas lakmus, kemudian menambahkan sejumlah air tawar sebanyak yang diperlukan dan mengukur lagi dengan sensor apakah air sudah benar-benar netral atau belum. Hal yang sama juga dilakukan pada saat hendak mengontrol suhu dan volume air masih menggunakan cara manual.

Berawal dari suatu pemikiran untuk membuat suatu sistem monitoring dan pengendalian yang dapat melihat perubahan parameter-parameter air dari suatu tambak serta dapat mengendalikan setiap terjadi perubahan parameter-parameter sampai didapatkan suatu kondisi nilai yang sesuai dengan kebutuhan pada air kolam pembenihan udang.

Dengan memanfaatkan seperangkat komputer yang dihubungkan dengan mikrokontroler melalui komunikasi serial RS-232 maka akan dibangun sebuah prototype yang dapat mengendalikan peralatan seperti valve selenoid, pompa air, motor kincir air, dimana sistem ini dilengkapi beberapa jenis sensor yang berfungsi untuk memantau (monitoring) nilai parameter pH, suhu dan level air kolam pembenihan udang.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka penulis melakukan penelitian untuk membangun suatu prototype sistem dengan judul :

“Sistem Kendali dan Monitoring Kadar pH, suhu, dan Level Air Pada Kolam Pembenihan (*Hatchery*) Udang”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan pada latar belakang maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mengatur parameter air yang sesuai pada suatu kolam pembenihan udang seperti kadar pH, suhu dan level
2. Bagaimana merancang suatu sistem kendali yang dapat mengendalikan kadar pH, suhu dan level air pada kolam pembenihan udang
3. Bagaimana mendesain tampilan interface dengan menggunakan bahasa pemrograman Delphi 7.0.

C. Batasan Masalah

Agar penelitian dapat mencapai tujuan yang diinginkan maka batasan masalah pada penulisan ini adalah :

1. Menentukan setting nilai referensi pH, suhu, dan level yang disesuaikan untuk aplikasi pada kolam pembenihan udang.
2. Membangun sistem monitoring terhadap kadar pH, suhu, dan level air pada ukuran bak 1m x 0,4m x 0,6m dengan menggunakan peralatan seperti sensor pH, sensor suhu dan sensor level air.

3. Membangun sistem kendali yang dapat mengendalikan peralatan seperti pompa air, valve selenoid, dan motor kincir air dengan menggunakan mikrokontroler.

D. Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah :

1. Mampu merancang suatu sistem yang dapat memonitoring dan mengendalikan kadar pH, suhu, dan level air.
2. Mampu mengendalikan kadar pH, dan level air dengan mengontrol peralatan elektronik seperti pompa air, valve selenoid, dan motor kincir air.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah :

1. Memudahkan petani pembenihan udang dalam memonitoring dan mengendalikan kadar pH, suhu, dan level air kolam pembenihan udang.
2. Dengan meningkatkan kualitas air kolam pembenihan udang, maka dapat meningkatkan produksi pembenihan udang yang akhirnya dapat meningkatkan penghasilan petani udang.

F. Sistematika Penulisan

Penelitian ini tersusun dalam 5 Bab yang meliputi :

BAB I. PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi uraian secara singkat mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini, akan dijelaskan mengenai teori-teori penunjang yang berhubungan dengan sistem yang dibangun dalam penelitian.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini menjelaskan tentang desain dan kerangka konsep penelitian, langkah penelitian dan metode analisis data serta pengujian

BAB IV. HASIL PENELITIAN

Pada bab ini akan membahas tentang hasil penelitian berupa analisis dan pengujian sistem.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan dan saran-saran yang mungkin dilakukan dalam pengembangan sistem ini dikemudian hari.

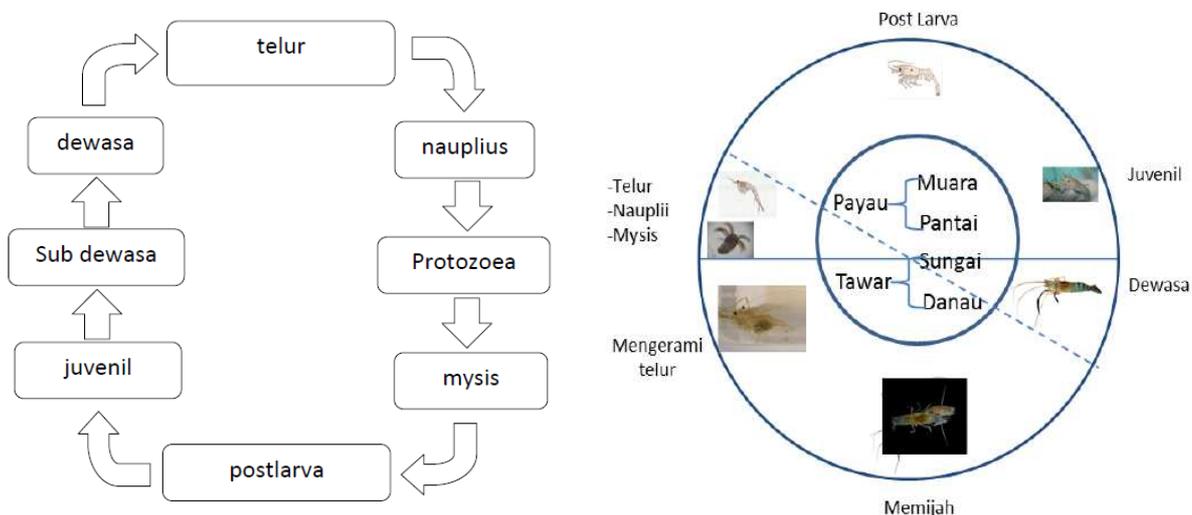
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pembenihan Udang Galah

Usaha budidaya udang galah yang hidupnya di perairan air tawar, pembudidayaannya diawali dengan produksi benih di balai pembenihan (*hatchery*), kemudian benih udang galah hasil balai pembenihan dibesarkan di kolam-kolam air tawar dengan teknologi yang sederhana.

Gambar 1 menunjukkan daur hidup udang galah^[3].



Gambar 1. Daur hidup udang galah.

Persyaratan lokasi

Beberapa kriteria lokasi yang baik untuk pembenihan (*hatchery*) adalah :

- Lokasi hendaknya mempunyai sumber air laut dan air tawar, karena untuk pemijahan dan larva stadia awal udang galah membutuhkan air payau.
- Lingkungan sekitar bebas dari pencemaran, agar kualitas air pasok memenuhi syarat kebersihan dan bebas bahan pencemar.
- Lokasi aman dari banjir dan bencana alam lain;
- Tersedia sumber listrik.
- Kebutuhan sarana budidaya terjamin;
- Aksesibilitas baik.

Air sumber harus memenuhi baik kuantitas maupun kualitasnya. Semakin tinggi kualitas unsur-unsur tersebut maka akan semakin kuat mendukung keberhasilan usaha. Kualitas air harus memenuhi syarat baik fisik, kimiawi maupun biologi.

Persyaratan Induk

Induk yang baik menunjang dihasilkannya benih yang cukup banyak dan kualitasnya memenuhi syarat sebagai benih sebar adalah :

- Induk berasal dari hasil pembesaran benih sebar yang berasal dari induk kelas induk dasar

- Warna kulit biru kehijau-hijauan, kadang ditemukan kulit agak kemerahan, warna kulit juga dipengaruhi oleh lingkungan.
- Kesehatan baik, yaitu : anggota atau organ tubuh lengkap, tubuh tidak cacat dan tidak ada kelainan bentuk, alat kelamin tidak cacat (rusak), tubuh tidak ditemeli oleh jasad patogen, tidak bercak hitam, tidak berlumut, insang bersih.
- Gerakannya aktif.

MEMIJAHKAN DAN MENETASKAN TELUR

Tahapan dalam pemijahan udang galah adalah sbb:



Gambar 2. Tahapan pemijahan dan penetasan telur

Memijahkan Induk-induk yang telah matang dan dimasukkan ke dalam kolam pemijahan dengan padat tebar 4-5 ekor/m² dan perbandingan antara jantan dan betina 1:3. Setelah pembuahan, telur diletakkan pada ruang pengeraman

(*broodchamber*) yang terdapat di antara kaki renang induk betina hingga saatnya menetas.

Pemeriksaan pembuahan. Induk yang matang telur dapat dilihat dari telur-telurnya yang berwarna abu-abu. Induk-induk yang matang telur kemudian dipindahkan ke bak penetasan. Jumlah telur merupakan salah satu indikator baik atau tidaknya induk

Menetaskan telur. Tahapan pekerjaannya adalah sebagai berikut:

- Penyiapan media penetasan
- Sebelum dimasukkan ke dalam bak penetasan, induk-induk disuci hamakan
- Induk diberi pakan dan diaerasi. Pakan yang tidak mudah mengotori air seperti kelapa, ubi atau kentang yang dipotong-potong kecil walaupun pelet, maka harus yang mempunyai stabilitas dalam air (*water stability*) yang tinggi.
- Telur akan menetas setelah 6-12 jam.
- Induk yang telurnya belum menetas dipindahkan ke bak penetasan lainnya, karena perbedaan umur larva yang terlalu jauh menyebabkan pertumbuhannya akan berbeda besar, memperpanjang waktu pemeliharaan dan merangsang terjadinya kanibalisme.

Kualitas nauplii perlu diperiksa. Bila tidak baik maka lebih baik nauplii dibuang, karena tidak akan diperoleh larva yang bagus. Kriteria nauplii yang baik, sebagai berikut (SNI: 01- 6486.2– 2000) :

- Warna : warna tubuh kehitaman, keabu-abuan, tidak pucat;
- Gerakan : berenang aktif, periode bergerak lebih lama dibandingkan dari periode diam;
- Kesehatan dan kondisi tubuh: sehat terlihat bersih, tidak berlumut, organ tubuh normal;
- Keseragaman : secara visual ukuran nauplii seragam;
- Respon terhadap rangsangan : bersifat fototaksis positif atau respon terhadap cahaya;
- Daya tahan tubuh : dengan mematikan aerasi beberapa saat, nauplius yang sehat akan berenang ke permukaan air.

Monitoring pertumbuhan

Monitoring pertumbuhan larva secara berkala sangat penting dilakukan. Untuk mengetahui apakah perkembangan larva normal, atukah ada kelainan (kurang baik). Monitoring pertumbuhan adalah dengan mengukur panjang larva paling tidak setiap 5 hari. Jumlah larva yang diambil sebagai contoh minimal 30 ekor. Hasil pengukuran kemudian dianalisis apakah ada kecenderungan perbedaan yang mencolok. Bila kurang baik maka perlu diketahui faktor-faktor yang kiranya berpengaruh terhadap hal tersebut.

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap laju pertumbuhan larva/benih udang galah pada dasarnya meliputi::

- Mutu telur/nauplii
- Lingkungan/kualitas air media pemeliharaan,
- Pakan,
- Adanya serangan penyakit

B. Kualitas Air dan Pengaruhnya Terhadap Budi Daya Udang

Menurut M. Ghufon H. Kordi .Kualitas air dapat dilihat dari beberapa parameter. Parameter untuk budi daya udang adalah karakteristik fisik dan kimia air. Adapun karakteristik air meliputi faktor-faktor seperti pH, suhu, oksigen, alkalinitas, dan salinitas.

pH air dapat mempengaruhi tingkat kesuburan perairan karena mempengaruhi jasad renik. Perairan asam kurang produktif malah dapat membunuh hewan budidaya. Pada pH rendah (keasaman yang tinggi), kandungan oksigen terlarut akan berkurang, akibatnya konsumsi oksigen menurun, aktifitas pernapasan naik dan selera makan berkurang. Hal sebaliknya terjadi pada suasana basa. Maka budidaya udang akan berhasil baik dengan pH 6,5 – 9,0.

Pengaruh langsung dari pH rendah antara lain udang menjadi keropos dan terlalu lembek karena tidak dapat membentuk kulit baru. Sebaliknya pH

tinggi meningkatkan kadar ammonia, sehingga secara tak langsung membahayakan udang.

Tabel 1 Hubungan antara pH air dan kehidupan udang ^[4]

pH air	Pengaruhnya terhadap udang
< 4,0	Bersifat racun terhadap udang
4,0 - 4,5	Tidak berproduksi, titik mati asam
4,6 - 6,0	Produksi lemah
6,1 - 7,5	Produksi sedang
7,6 - 8,0	Cukup baik bagi budi daya udang
8,1 - 8,7	Baik untuk pemeliharaan udang
8,8 - 9,5	Produksi mulai menurun
9,6 - 11,0	Titik mati alkalis
> 11,0	Bersifat racun terhadap udang

Suhu mempengaruhi aktifitas metabolisme organisme, karena itu penyebaran organisme baik di lautan maupun di perairan air tawar dibatasi oleh suhu perairan tersebut. Distribusi suhu secara vertikal perlu diketahui karena mempengaruhi distribusi mineral dalam air karena kemungkinan terjadi pembalikan lapisan air.

Perubahan suhu yang drastis dapat mematikan biota air karena terjadi perubahan daya angkut darah. Kisaran terbaik untuk pertumbuhan dan kehidupan udang antara 28 - 30°C walaupun udang windu masih dapat hidup pada suhu 18°C dan 36°C. Suhu dapat mempengaruhi kelarutan oksigen dalam air. Semakin tinggi suhu semakin rendah daya larut oksigen dalam air, dan sebaliknya.

Tabel 2. Pengaruh kelarutan oksigen pada budi daya udang ^[4]

Konsentrasi oksigen terlarut	Pengaruhnya terhadap udang
Kurang dari 1 mg/l	Terjadi kematian apabila berlangsung lebih dari beberapa jam
1 - 5 mg/l	Pertumbuhan akan terganggu terus-menerus
5 mg/l sampai jenuh	Sangat baik untuk pertumbuhan
Di atas jenuh	Dapat membahayakan apabila terjadi pada seluruh bagian tambak. Secara normal tidak menjadi masalah

➤ Pemasangan Kincir

Kincir dipasang setelah pemeliharaan 1,5 bulan dimana udang sudah cukup kuat terhadap pengadukan air. Daya kelarutan oksigen ke dalam air dengan pemutaran kincir dapat mencapai 6,0 – 6,5 ppm. Pengadukan air oleh kincir dapat mengurangi panas pada air permukaan, karena air permukaan itu tercampur dengan air dari lapisan dasar yang lebih dingin.

Kincirpun dapat mengurangi kadar gas-gas terlarut dalam air yang berbahaya dari dasar tambak^[5]

➤ Penggantian air.

Pergantian air dilakukan bila telah terjadi penurunan parameter kualitas air tambak. Secara visual dapat dilihat dari perubahan warna air menjadi jernih dan terdapat suspensi dalam air akibat kematian plankton

Teknik pergantian air dengan cara membuang air yang banyak mengandung kotoran atau lumpur organik terutama pada bagian dasar tambak. Oleh karena itu desain pintu pembuangan dan konstruksi tambak dibuat agar dapat membuang air bagian dasar atau lumpur dasar maupun air bagian atas. Pembuangan kotoran atau lumpur dasar dapat juga dilakukan dengan penyiponan. Penambahan air untuk mengganti air dalam petakan tambak sampai pada ketinggian air yang ditentukan menggunakan air dari petak biofilter.

Jumlah pemutaran/pergantian air dari tandon ke petak pembesaran udang dengan kepadatan 30 – 50 ekor/m², diatur sebagai berikut :

- Bulan 1 : 5 – 10 %, setiap 15 hari.
- Bulan 2 : 5 – 10 % setiap 7 – 10 hari.
- Bulan 3 : 10 – 15 % setiap 7 hari.
- Bulan 4 : 15 - 30 % setiap 3 – 5 hari.

Berdasarkan referensi dan data di atas, maka penulis pada penelitian ini akan mendesain suatu sistem pengendalian nilai PH dengan range pH 6,0 - 8,5. Yang mana apabila sensor membaca terjadi penurunan nilai ph air dibawah 6,0 maka akan diaktifkan motor pompa1 untuk menginjeksi larutan kapur untuk menaikkan nilai pH tersebut, sampai diperoleh nilai pH hasil pembacaan sensor sebesar 7,5. Sebaliknya apabila sensor membaca terjadi kenaikan nilai ph air di atas 8,5, maka akan diaktifkan motor pompa2 untuk menginjeksi larutan asam, untuk menurunkan nilai pH tersebut sampai diperoleh nilai pH hasil pembacaan sensor sebesar 7,5.

pengendalian suhu pada penelitian ini menggunakan sebuah roda kincir yang digerakkan dengan sebuah motor dc, dimana motor tersebut dapat diatur kecepatannya (rpm) dengan cara mengatur input PWM pada H-Bridge (driver motor) yang output PWM mikrokontroller bergantung pada nilai suhu yang terbaca oleh sensor, dimana makin tinggi nilai suhu yang terbaca maka makin besar output PWMnya.

Pengendalian level air pada penelitian ini menggunakan dua buah aktuator yaitu satu buah valve yang berfungsi untuk melakukan pembuangan air dan satu motor pompa untuk melakukan pengisian air. Apabila saklar pembuangan air ditekan maka valve akan aktif dan terjadi pembuangan air, dan proses ini akan terus berlangsung sampai sensor jarak mendeteksi ketinggian minimum air sudah mencapai nilai 34 cm.

Pada saat proses pembuangan air berhenti maka motor pompa pengisian akan aktif, dan proses ini akan terus berlangsung sampai sensor jarak mendeteksi ketinggian maksimum air sudah mencapai nilai 43 cm.

C. Studi Perbandingan Dengan Penelitian Sebelumnya

Dibandingkan penelitian sebelumnya dengan judul "*Pengendalian pH air dengan metode PID pada model tambak udang*" yang ditulis oleh Andrian Kristianto^[2]. Penelitian ini menghasilkan suatu pengendalian kadar pH air dengan kendali PID di mana terlebih dahulu menentukan nilai parameter KP, TI, dan TD kemudian melihat respon fluktuasi sistem bila terjadi perubahan nilai pH pada model tambak udang. Pada penelitian tersebut nilai pH yang diberikan hanya terpaku pada satu nilai sehingga kurang fleksibel dan kurang baik diaplikasikan pada tambak udang, karena karakteristik udang yang membutuhkan variasi nilai pH dengan range tertentu.

Dalam penelitian ini pengendalian pH dilakukan dengan mengatur nilai minimum dan maksimum yaitu range antara 6,00 sampai dengan 8,50 sehingga sangat baik diaplikasikan pada tambak udang, karena disesuaikan dengan karakteristik udang.

Pada penelitian ini juga ditambahkan pengendalian suhu yang tidak ada penelitian sebelumnya, yaitu dengan mengatur putaran roda kincir

dimana kecepataannya sesuai dengan suhu yang terbaca oleh sensor. Putaran roda kincir akan mempengaruhi konsentrasi oksigen dalam air dimana pada saat suhu naik, konsentrasi oksigen dalam air akan berkurang, maka hal ini terkompensasi dengan naiknya putaran kincir yang akan menaikkan konsentrasi oksigen dalam air tersebut.

Proses penggantian air pada penelitian ini dilakukan melakukan proses pembuangan air sebanyak 20% kemudian dilakukan proses pengisian kembali dengan air yang baru. Dalam penelitian ini pengendalian ketinggian air akan diatur batas ketinggian minimum dan maksimum dengan range antara 34 cm sampai dengan 43 cm.

Penelitian ini ditampilkan suatu tampilan animasi pada monitor PC atau laptop yang akan menunjukkan nilai parameter-parameter yang akan dikendalikan serta menampilkan proses pengendalian dengan aktuator-aktuator yang bekerja untuk memperoleh nilai setting point yang diinginkan.

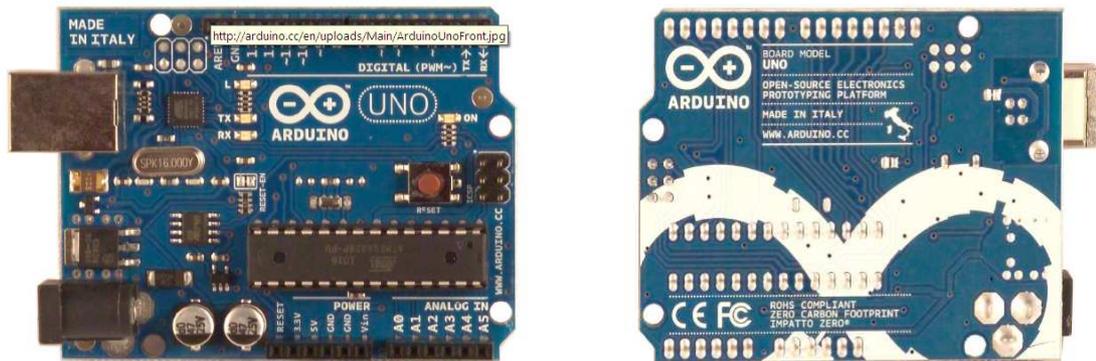
D. Arduino Uno

Perangkat keras yang akan digunakan dalam sistem ini antara lain meliputi arduino uno yang digunakan dalam melakukan kontrol komunikasi dan jalur data yang terjadi pada sistem, kemudian *Personal Computer* atau *laptop* yang berfungsi sebagai media interaksi manusia dengan komputer dimana aplikasi pada *PC* atau *laptop* dapat di tampilkan pada layar Monitor

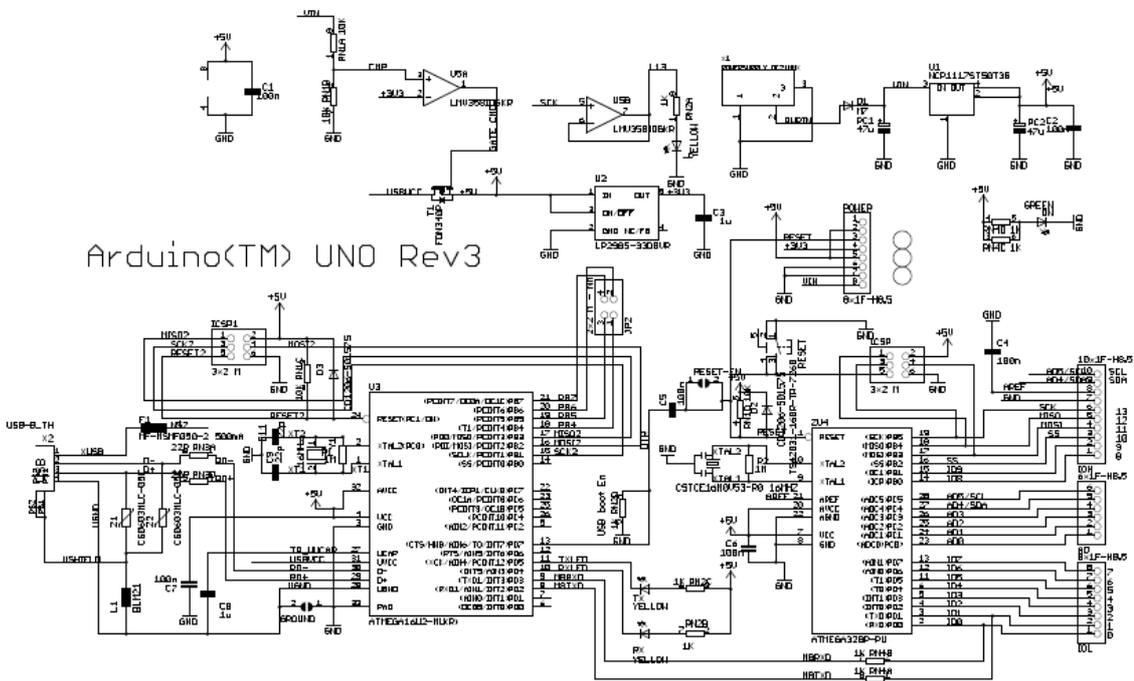
Pada sistem ini menggunakan arduino uno sebagai modul utama *controller*, modul ini berfungsi untuk melakukan penerimaan data dan pengiriman data. Arduino menghubungkan komunikasi data antara *PC* dengan modul sensor. Arduino juga memiliki fungsi lain untuk mengirimkan instruksi input dan pergerakan karakter melalui jalur komunikasi data SPI (MOSI, SS, dan SCK) ke *backpack matrix*. Arduino menyimpan seluruh data input pada *memory* EEPROM, tujuannya adalah ketika arduino kehilangan *power* maka seluruh inputan tidak hilang sehingga arduino dapat menampilkan inputan yang telah disimpan.

Arduino Uno merupakan modul *card* mikrokontroler ATmega328 (*datasheet*) yang menggunakan *power supply* dari USB atau catu daya Adaptor 7-12 volt. Sedangkan untuk koneksi ke *PC* atau *laptop*, Arduino Uno

menggunakan port USB sehingga *development* menggunakan mikrokontroler ini menjadi lebih sederhana dan cepat.



Gambar 3. Arduino Board^[11]



Gambar 4. Skematik Arduino Board^[12]

Arduino memiliki beberapa pin yang berfungsi sebagai penghubung antar modul yang digunakan pada sistem ini, berikut adalah konfigurasi pin arduino yang digunakan sebagai koneksi antar modul :

➤ Pin *power* Vin 5 Volt

Pin *power* ini digunakan untuk menghubungkan *power* arduino kepada *matrix backpack*. *Matrix backpack* dihubungkan dengan pin *power* 5 V karena *matrix backpack* memerlukan tegangan sebesar 5V. Apabila tegangan yang masuk ke *matrix* lebih besar dari 5V maka *matrix* akan rusak dan jika kurang dari 5V maka data yang diberikan oleh arduino akan kacau.

➤ Pin Ground

Pin *Ground* berfungsi untuk menghubungkan jalur *ground* pada *matrix backpack* dan jalur *ground* sensor ping

➤ Pin 7

Pin 7 pada arduino berfungsi untuk menghubungkan jalur data antara sensor ping dengan input arduino.

➤ Pin 10 (CS)

Pin 10 pada arduino berfungsi untuk menghubungkan pin CS antara arduino duemilanove dengan pin CS pada *matrix backpack*

➤ Pin 11 (MOST)

Pin 11 pada arduino berfungsi untuk menghubungkan pin MOSI antara

arduino dengan *matrix backpack*, dimana arduino di seting sebagai *master* dan *matrix backpack* di seting sebagai *slave*.

➤ Pin 13 (SCK)

Pin 13 berfungsi sebagai SCK yang berfungsi sebagai *clock* pada proses pengiriman data secara SPI. Pin ini juga terhubung dengan pin SCK pada *matrix backpack*

Arduino Uno adalah *board* Arduino penerus Arduino Duemilanove. Board ini memiliki keunggulan tambahan diantaranya: Ukuran *bootloader* hanya 1/4 *bootloader* sebelumnya sehingga lebih banyak ruana untuk program. Menggunakan ATmega328 menggantikan FTDI chip, sehingga proses upload dan komunikasi serial menjadi lebih cepat, tidak perlu driver USB pada Linux dan Mac (pada Windows hanya membutuhkan file .inf) dan chip ini bisa diprogram sehingga Arduino Uno dapat dikenali sebagai keyboard, mouse, joystick dan sebagainya.

Spesifikasi :

Arduino Uno dengan ATmega 328

- 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 512 byte used by bootloader
- SRAM 2 KB
- EEPROM 1 KB
- Clock Speed 16 MHz

E. Komunikasi Serial

Komunikasi serial merupakan komunikasi data dengan pengiriman data secara satu persatu dengan menggunakan satu jalur kabel data. Sehingga komunikasi serial hanya menggunakan 2 kabel data yaitu kabel data untuk pengiriman yang disebut transmit dan kabel data untuk penerimaan yang disebut receive.

Kelebihan dari komunikasi serial adalah jarak pengiriman dan penerimaan dapat dilakukan dalam jarak yang cukup jauh dibandingkan dengan komunikasi secara parallel. Tetapi kekurangannya adalah kecepatan yang lebih lambat bila dibandingkan komunikasi parallel.

Untuk saat ini sedang dikembangkan teknologi serial baru yang dinamakan USB atau Universal Serial Bus. USB ini memiliki kecepatan

pengiriman dan penerimaan data lebih cepat dibanding serial biasa. Contoh jenis komunikasi serial yang terkenal adalah RS-232.

Antar Muka USB

Salah satu komunikasi yang dimiliki oleh komputer adalah komunikasi serial dengan antar muka yang disebut antar muka (interface) USB, yang merupakan interface antara peralatan dan terminal data dan peralatan komunikasi data dengan menggunakan data biner sebagai data yang ditransmisikan.

Seperti ketentuan dalam EIA (Electronic Industry Association) spesifikasi standar dari USB yang menentukan kondisi serial seperti :

- a. Untuk logic "0" berada pada tegangan +3 sampai +15 volt
- b. Untuk logic "1" berada pada tegangan -3 sampai -15 volt
- c. Daerah antara -3 dan +3 tidak dianggap sebagai logic
- d. Tegangan pada keadaan open circuit tidak boleh lebih dari 25 volt
- e. Arus pada short circuit tidak boleh lebih dari 500 mA
- f. Kemampuan untuk transmits sepanjang 26 meter (50 feet)

Beberapa protocol komunikasi data pada antar muka USB yaitu :

- a. Start bits merupakan sebuah bit dengan logic "0" dimana bit ini yang menandakan bahwa akan ada karakter atau data yang mengikutinya. Bit ini langsung diberikan oleh sinyal device tanpa harus mensetnya terlebih dahulu.

- b. Data bits, merupakan bit-bit yang mewakili karakter atau data yang dapat diset sepanjang antara 5 sampai 8 bit.
- c. Parity bits, merupakan bit yang digunakan sebagai error cecking pada receiver, parity bits ini menghitung jumlah data yang berlogic "1" pada data bit. Perhitungan jumlah data bit tersebut tergantung dari jenis parity yang diset yaitu Odd, Even dan None.
- d. Stop bits, merupakan bit yang menandakan akhir dari suatu paket data (biasanya 1 byte data). Seperti pada start bit, pada bit ini langsung diberikan dari serial device, stop bit ini dapat di set panjangnya menjadi satu bit, satu setengah bit atau dua bit.
- e. Baud Rate berarti pergantian kondisi tiap detik (state change of the line persecond), dimana untuk protocol USB digunakan untuk menunjukkan kecepatan dari transmisi (bit per second).

Untuk menentukan kecepatan pengiriman data pada komunikasi serial mode UART yang biasanya digunakan untuk interface USB dibutuhkan 1 timer yang digunakan sebagai generator pembangkit baud rate.

F. Mikrokontroller ATmega328P

Teknologi mikroprosesor telah mengalami perkembangan. Hal sama terjadi pada teknologi mikrokontroller. Jika pada mikroprosesor terdahulu menggunakan teknologi CISC seperti prosesor Intel 386/486

maka pada mikrokontroller produksi ATMEL adalah jenis MCS (AT89C51, AT89S51, dan AT89S52). Setelah mengalami perkembangan, teknologi mikroprosesor dan mikrokontroller mengalami peningkatan yang terjadi pada kisaran tahun 1996 s/d 1998 ATMEL mengeluarkan teknologi mikrokontroller terbaru berjenis AVR (*Alf and Vegasr's Risc processor*) yang menggunakan teknologi RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) dengan keunggulan lebih banyak dibandingkan pendahulunya, yaitu mikrokontroler jenis MCS.

Mikrokontroller jenis MCS memiliki kecepatan frekuensi kerja 1/12 kali frekuensi osilator yang digunakan sedangkan pada kecepatan frekuensi kerja AVR sama dengan kecepatan frekuensi kerja osilator yang digunakan. Jadi apabila menggunakan frekuensi osilator yang sama, maka AVR mempunyai kecepatan kerja 12 kali lebih cepat dibandingkan dengan MCS.

Mikrokontroller, sebagai suatu terobosan teknologi mikrokontroler dan mikrokomputer, hadir memenuhi kebutuhan pasar (*market need*) dan teknologi baru. Sebagai teknologi baru, yaitu teknologi semi konduktor dengan kandungan transistor yang lebih banyak namun hanya membutuhkan ruang kecil serta dapat diproduksi secara massal (dalam jumlah banyak) sehingga harga menjadi lebih murah (dibandingkan microprocessor). Sebagai kebutuhan pasar, mikrokontroler hadir untuk memenuhi selera industri dan para konsumen akan kebutuhan dan

keinginan alat-alat bantu dan mainan yang lebih canggih serta dalam bidang pendidikan.

Tidak seperti sistem komputer yang mampu menangani berbagai macam program aplikasi (misalnya pengolah kata, pengolah angka, dan lain sebagainya), Mikrokontroler hanya bisa digunakan untuk satu aplikasi tertentu saja. Perbedaan lainnya terletak pada perbandingan RAM dan ROMnya. Pada sistem komputer perbandingan RAM dan ROM-nya besar, artinya program-program pengguna disimpan dalam ruang RAM yang relatif besar, sedangkan rutin-rutin antar muka perangkat keras disimpan dalam ruang ROM yang kecil. Sedangkan Pada mikrokontroler, perbandingan ROM dan RAM-nya yang besar artinya program kontrol disimpan dalam ROM yang ukurannya relatif lebih besar, sedangkan RAM digunakan sebagai tempat penyimpanan sementara yang sederhana, termasuk register-register yang digunakan pada Mikrokontroler yang bersangkutan.

Mikrokontroller saat ini sudah dikenal dan digunakan secara luas pada dunia industri. Banyak penelitian atau proyek mahasiswa sudah menggunakan mikrokontroller berbagai versi yang dapat dibeli dengan harga yang relatif murah. Hal ini dikarenakan produksi massal yang dilakukan oleh para produsen chip seperti Atmel, Maxim, dan Microchip. Mikrokontroler saat ini merupakan chip utama pada hampir setiap peralatan elektronika canggih. Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur

RISC 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (16-bit word) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 (satu) siklus clock, berbeda dengan instruksi MCS51 yang membutuhkan 12 siklus clock. Tentu saja itu terjadi karena kedua jenis mikrokontroler tersebut memiliki arsitektur yang berbeda. AVR berteknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computing*), sedangkan seri MCS51 berteknologi CISC (*Complex Instruction Set Computing*). Secara umum, AVR dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu keluarga ATtiny, keluarga ATmega, keluarga AT86RFxx, dan AT86RFxx.

G. ADC Converter

Keunggulan mikrokontroler AVR dibandingkan pendahulunya ialah:

- Sudah terintegrasinya ADC sebanyak 8 saluran data.
- 13-260uS conversion time
- Interupsi pada ADC Conversion Complete
- Sleep mode noise canceler

Input ADC pada mikrokontroler dihubungkan ke sebuah 8 channel Analog multiplexer yang digunakan untuk *single ended input channels*. Jika sinyal input dihubungkan ke masukan ADC dan jalur lain lagi terhubung ke ground, disebut *single ended input*. Jika input ADC terhubung ke 2 buah input ADC disebut sebagai *differential input*, yang dapat dikombinasikan sebanyak

Untuk memilih channel ADC mana yang digunakan dengan mengatur nilai MUX4 , misalnya channel ADC0 sebagai inputADC, maka MUX4 :0 diberi nilai 00000B,informasi lebih lengkap dapat di lihat pada datasheet.

$$ADC = \frac{V_{IN} \cdot 1024}{V_{REF}} \dots\dots\dots (1)$$

Untuk konversi single ended dapat dicari dengan persamaan 1 dengan membandingkan V referensi terhadap skala bit data, hasilnya ialah : Tegangan referensi ADC dapat dipilih antara lain pada pin AREF, pin AVCC atau menggunakan tegangan referensi internal sebesar 2.56V. Agar fitur ADC mikrokontroler dapat digunakan maka ADEN(ADC Enable, dalam I/O register ADCSRA) harus diberi nilai 1. Setelah konversi selesai (ADIF high), hasil konversi dapat diperoleh pada register hasil (ADCL, ADCH).

H. PWM (Pulse Width Modulation)

PWM merupakan suatu teknik teknik dalam mengatur kerja suatu peralatan yang memerlukan arus *pull in* yang besar dan untuk menghindari disipasi daya yang berlebihan dari peralatan yang akan dikontrol. PWM merupakan suatu metoda untuk mengatur kecepatan perputaran motor dengan cara mengatur prosentase lebar pulsa high terhadap perioda dari suatu sinyal persegi dalam bentuk tegangan periodik yang diberikan ke motor

sebagai sumber daya. Semakin besar perbandingan lama sinyal high dengan perioda sinyal maka semakin cepat motor berputar.

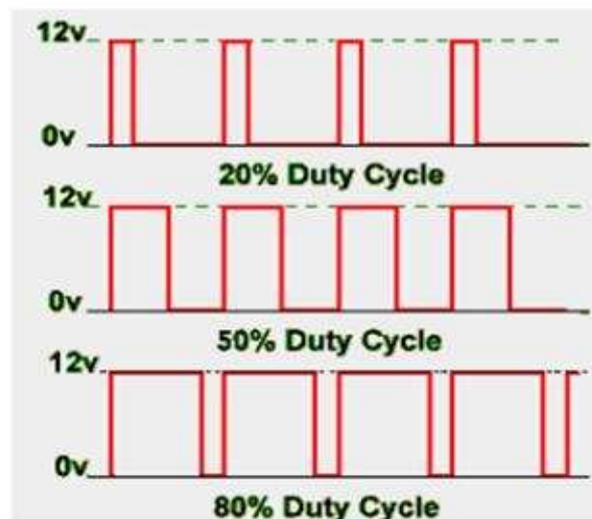
Sinyal PWM dapat dibangun dengan banyak cara, dapat menggunakan metode analog menggunakan rangkaian op-amp atau dengan menggunakan metode digital. Dengan metode analog setiap perubahan PWM-nya sangat halus, sedangkan menggunakan metode digital setiap perubahan PWM dipengaruhi oleh resolusi dari PWM itu sendiri. Misalkan PWM digital 8 bit berarti PWM tersebut memiliki resolusi $2^8 = 256$, dengan nilai keluaran PWM ini memiliki 256 variasi, variasinya mulai dari 0 – 255 yang mewakili *duty cycle* 0 – 100% dari keluaran PWM tersebut. Pada perancangan driver ini, sinyal PWM akan diatur secara digital yang dibangkitkan oleh mikrokontroler.

Perhitungan *duty cycle* PWM

Dengan cara mengatur lebar pulsa “on” dan “off” dalam satu perioda gelombang melalui pemberian besar sinyal referensi output dari suatu PWM akan didapat *duty cycle* yang diinginkan. *Duty cycle* dari PWM dapat dinyatakan sebagai :

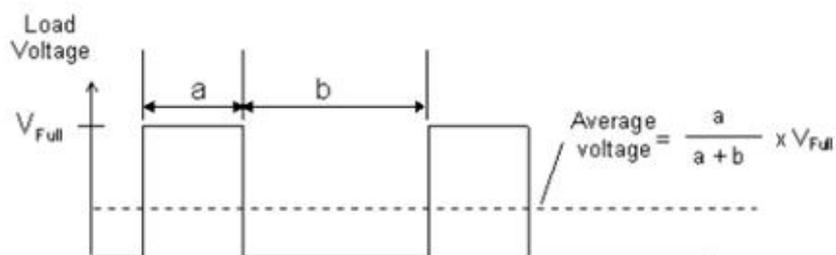
$$\mathbf{duty\ cycle} = \frac{t_{on}}{t_{off} + t_{on}} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

Duty cycle 100 persen berarti sinyal tegangan pengatur motor dilewatkan seluruhnya. Jika tegangan catu 12 volt, maka motor akan mendapat tegangan 12 volt. pada duty cycle 50 persen tegangan pada motor hanya akan diberikan 6 volt dari total tegangan yang ada, begitu seterusnya.



Gambar 5. Duty Cycle dan Resolusi PWM ^[13]

Perhitungan Pengontrolan tegangan output motor dengan metode PWM cukup sederhana.



Gambar 6. Tegangan output dan Resolusi PWM ^[13]

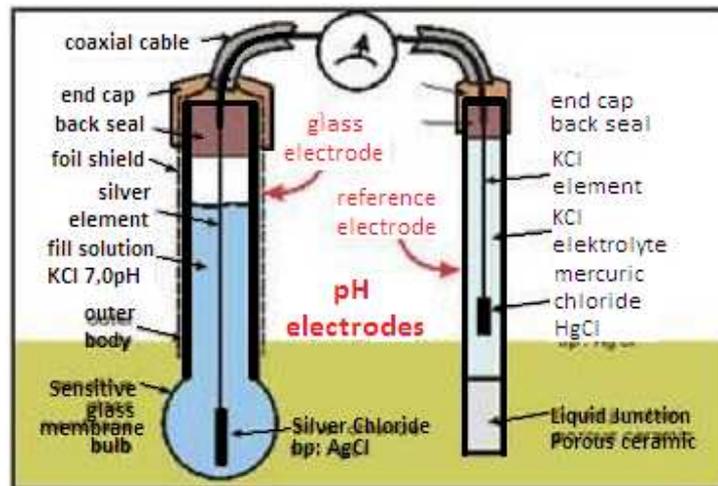
Dengan menghitung *duty cycle* yang diberikan, akan didapat tegangan output yang dihasilkan. Sesuai dengan rumus yang telah dijelaskan pada gambar.

$$\text{Average Voltage} = \frac{a}{a + b} \times V_{full} \dots\dots\dots (4)$$

Average voltage merupakan tegangan output pada motor yang dikontrol oleh sinyal PWM. *a* adalah nilai *duty cycle* saat kondisi sinyal “on”. *b* adalah nilai *duty cycle* saat kondisi sinyal “off”. *V full* adalah tegangan maximum pada motor. Dengan menggunakan rumus diatas, maka akan didapatkan tegangan output sesuai dengan sinyal kontrol PWM yang dibangkitkan.

I. Sensor Keasaman (pH)

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 hidrogen yang ukurannya relatif kecil dan aktif, elektroda gelas tersebut akan mengukur potensial elektrokimia dari ion hidrogen atau diistilahkan dengan *potential of hidrogen*. Skema elektroda sensor pH dapat dilihat pada gambar 7.



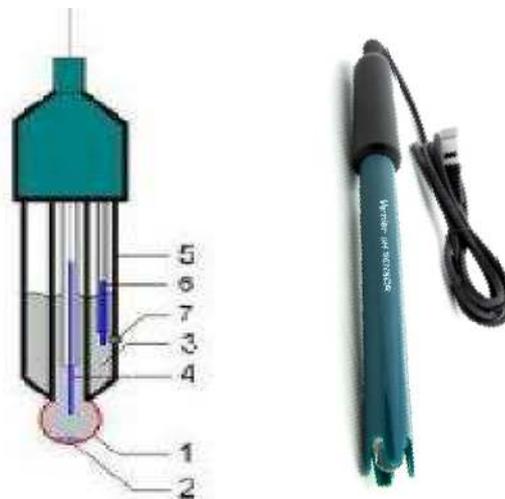
Gambar 7. Skema elektroda sensor pH ^[14]

Sensor pH akan mengukur potensial listrik (pada Gambar 6 alirannya searah jarum jam) antara *merkuri Chloride (HgCl)* pada elektroda pembanding dan *potassium chloride (KCl)* yang merupakan larutan didalam gelas *electrode* serta potensial antara larutan dan elektroda perak. Tetapi potensial antara sampel yang tidak diketahui dengan elektroda gelas dapat berubah tergantung sampelnya, oleh karena itu perlu dilakukan kalibrasi dengan menggunakan larutan yang ekuivalen yang lainnya untuk menetapkan nilai dari pH.

Elektroda pembanding *calomel* terdiri dari tabung gelas yang berisi *potassium kloride (KCl)* yang merupakan elektrolit yang mana terjadi kontak dengan *mercuri chloride (HgCl)* diujung larutan KCl. Tabung gelas ini mudah pecah sehingga untuk menghubungkannya digunakan *ceramic berpori* atau

bahan sejenisnya. Elektroda semacam ini tidak mudah terkontaminasi oleh logam dan *unsure natrium*.

Elektroda gelas terdiri dari tabung kaca yang kokoh yang tersambung dengan gelembung kaca tipis yang didalamnya terdapat larutan *KCl* sebagai buffer pH 7. Elektroda perak yang ujungnya merupakan perak *kloride* ($AgCl_2$) dihubungkan kedalam larutan tersebut. Untuk meminimalisir pengaruh *electric* yang tidak diinginkan, alat tersebut dilindungi oleh suatu lapisan kertas pelindung yang biasanya terdapat dibagian dalam elektroda gelas. Salah satu contoh bentuk elektroda gelas dari jenis sensor pH dapat dilihat pada Gambar 8.



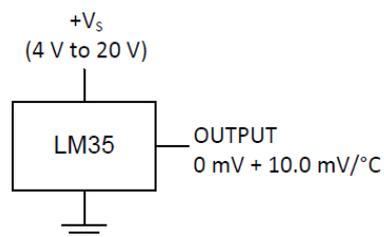
Gambar 8. Electrode dan bentuk fisik sensor pH ^[15]

Bagian-bagian dari elektroda sensor pH :

1. Bagian perasa *electrode* yang terbuat dari kaca yang spesifik.
2. Larutan *buffer*.
3. Cairan HCL.
4. Elektroda ukur yang dilapisi perak.
5. Tabung gelas elektroda.
6. Elektroda referensi.
7. Ujung kawat yang terbuat dari keramik.

J. Sensor Suhu IC LM35

Untuk mendeteksi suhu digunakan sebuah sensor suhu LM35 yang dapat dikalibrasikan langsung dalam ,LM 35 ini difungsikan sebagai basic temperature sensor seperti pada gambar 9



Gambar 9. LM 35 basic temperature sensor ^[16]

IC LM 35 sebagai sensor suhu yang teliti dan terkemas dalam bentuk Integrated Circuit (IC), dimana output tegangan keluaran sangat linear

Sensor suhu LM35 berfungsi untuk mengubah besaran fisis yang berupa suhu menjadi besaran elektrik tegangan. Sensor ini memiliki parameter bahwa setiap kenaikan 1°C tegangan keluarannya naik sebesar 10mV dengan batas maksimal keluaran sensor adalah $1,5\text{V}$ pada suhu 150°C . Pada perancangan kita tentukan keluaran ADC mencapai skala penuh pada saat suhu 100°C , sehingga tegangan keluaran transduser $(10\text{mV}/^{\circ}\text{C} \times 100^{\circ}\text{C}) = 1\text{V}$.

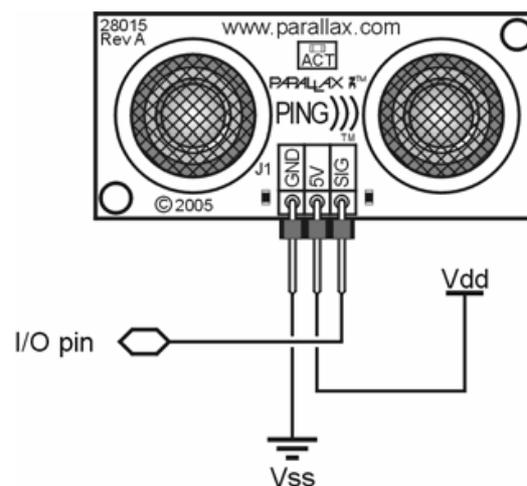
Pengukuran secara langsung saat suhu ruang, keluaran LM35 adalah $0,3\text{V}$ (300mV). Tegangan ini diolah dengan menggunakan rangkaian pengkondisi sinyal agar sesuai dengan tahapan masukan ADC. LM35 memiliki kelebihan – kelebihan sebagai berikut:

- Di kalibrasi langsung dalam celsius
- Memiliki faktor skala linear $+ 10.0 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$
- Memiliki ketetapan $0,5^{\circ}\text{C}$ pada suhu 25°C
- Jangkauan maksimal suhu antara -55°C sampai 150°C
- Cocok untuk aplikasi jarak jauh
- Bekerja pada tegangan catu daya 4 sampai 30 Volt
- Memiliki arus drain kurang dari 60 uAmp
- Pemanasan sendiri yang lambat (low self-heating)
- $0,08^{\circ} \text{ C}$ di udara diam
- Ketidaklinearanya hanya sekitar $\pm 0,25^{\circ}\text{C}$

LM35 memiliki impedansi keluaran yang rendah, keluaran yang linear, dan sifat ketepatan dalam pengujian membuat proses interface untuk membaca atau mengontrol sirkuit lebih mudah. Pin V+ dari LM35 dihubungkan ke catu daya, pin GND dihubungkan ke Ground dan pin Vout yang menghasilkan tegangan analog hasil pengindera suhu dihubungkan ke input analog mikrocontroller.

K. Sensor Jarak Ultrasonik PING

Sensor jarak ultrasonik ping adalah sensor 40 khz produksi parallax yang banyak digunakan untuk aplikasi atau kontes robot cerdas. Kelebihan sensor ini adalah hanya membutuhkan 1 sinyal (SIG) selain jalur 5 v dan ground. Seperti pada gambar 11.

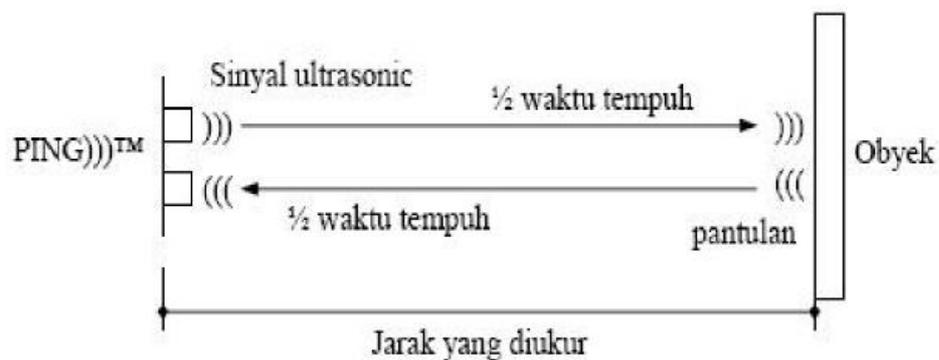


Gambar 11. Skematik Sensor PING Ultrasonik ^[18]

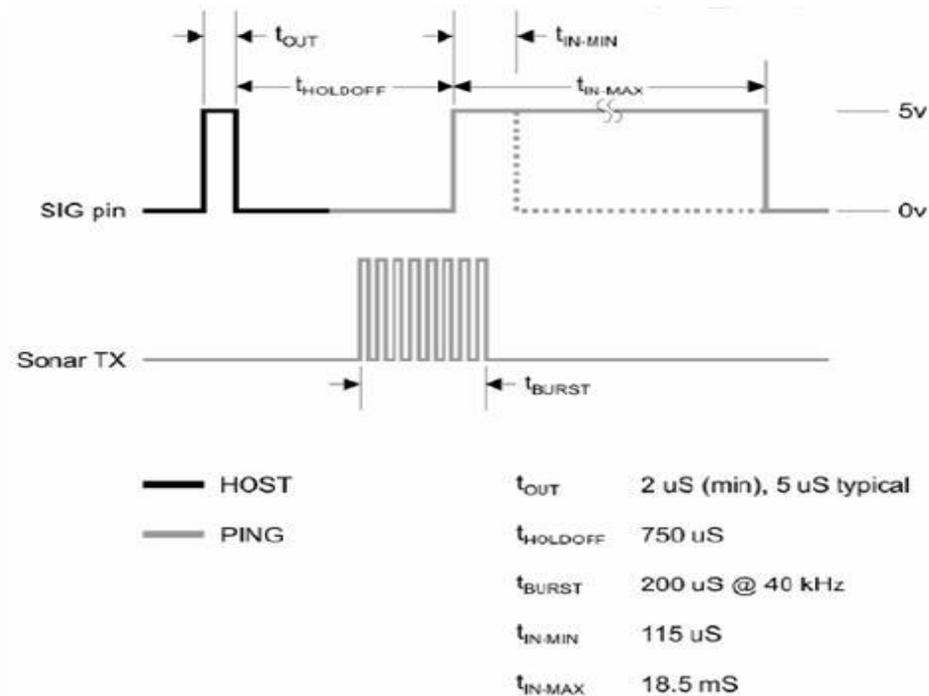
Sensor PING mendeteksi jarak objek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik (40 KHz) selama $t = 200 \text{ us}$ kemudian mendeteksi pantulannya. Sensor PING memancarkan gelombang ultrasonik sesuai dengan kontrol dari mikrokontroller pengendali (pulsa trigger dengan t_{OUT} min 2 us).

Spesifikasi sensor :

- Kisaran pengukuran 3cm-3m.
- Input trigger –positive TTL pulse, 2uS min., 5uS tipikal.
- Echo hold off 750uS dari fall of trigger pulse.
- Delay before next measurement 200uS.
- Burst indicator LED menampilkan aktifitas sensor.



Gambar 12. Jarak Ukur Sensor Ping ^[18]



Gambar 13. Diagram Waktu Sensor Ping ^[18]

Sensor Ping mendeteksi jarak obyek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik (40 kHz) selama t_{BURST} (200 μ s) kemudian mendeteksi pantulannya. Sensor Ping memancarkan gelombang ultrasonik sesuai dengan kontrol dari mikrokontroler pengendali (pulsa *trigger* dengan t_{OUT} min 2 μ s). Gelombang ultrasonik ini melalui udara dengan kecepatan 344,424 meter per detik atau 1cm setiap 29.034 μ s, mengenai obyek dan memantul kembali ke sensor. Ping mengeluarkan pulsa *output high* pada pin SIG setelah memancarkan gelombang ultrasonik dan setelah gelombang pantulan terdeteksi Ping akan membuat *output low* pada pin SIG. Lebar pulsa High (t_{IN}) bervariasi dari 115 μ s sampai 18,5 ms, sesuai dengan lama waktu

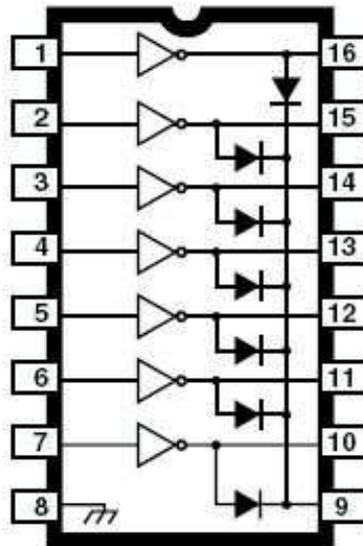
tempuh gelombang ultrasonik untuk dua kali jarak ukur dengan obyek. Maka jarak yang diukur adalah :

$$\text{Jarak} = [(t_{IN} \text{ s} \times 344 \text{ m/s}) / 2] \quad (\text{meter}) \dots\dots\dots (3)$$

L. IC ULN2003

ULN2003 adalah sebuah IC yang berupa darlington array sebanyak 7 buah. ULN2003 memiliki 7 pasang kaki-kaki yang berfungsi sebagai masukan dan keluaran sinyal, satu kaki yang berfungsi sebagai Ground, dan satu kaki common. Ouputnya dapat menjatuhkan arus sekitar 500 mA dan akan menahan paling sedikit 50 V hingga kondisi off. Outputnya bisa juga diparalel untuk kapabilitas load yang lebih tinggi. ULN2003 akan menahan paling sedikit 95 V hingga kondisi off. ULN2003 mempunyai resistor input serial yang dapat dipilih utuk operasi TTL atau CMOS 5V. ULN2003 dioperasikan dalam suhu antara -20°C sampai dengan +85°C.

Fungsi IC ULN2003 pada penelitian ini adalah sebagai driver untuk mencatu daya pada relay, karena keluaran dari AVR tidak dapat mencatu daya yang terdapat pada relay secara langsung. IC ULN2003 idealnya cocok untuk komunikasi sirkuit logic low- level dengan periferal bercabang.

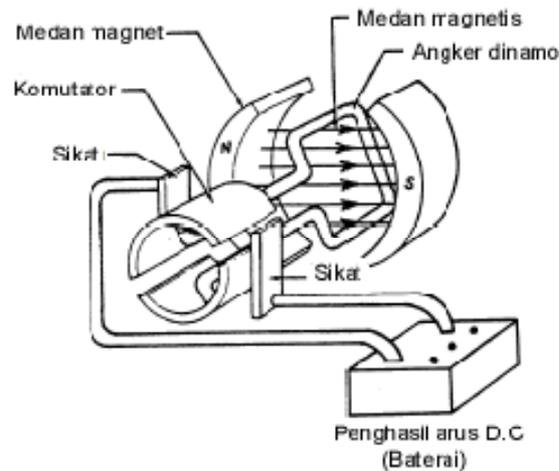


Gambar 14. Konfigurasi pin pada IC ULN2003 ^[19]

M. Motor DC

Motor arus searah (motor dc) merupakan salah satu jenis motor listrik yang bergerak dengan menggunakan arus searah. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tegangan (GGL) yang berubah-ubah arahnya pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik. Prinsip kerja arus searah adalah membalik fasa tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan

jangkar yang berputar dalam medan magnet. Bentuk motor yang paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas diantara kutub-kutub magnet permanen



Gambar 15. Struktur motor dc sederhana [20]

Catu tegangan dc dari baterai menuju lilitan melalui sikat menyentuh komutator dua segmen yang terhubung dengan dua ujung lilitan. Kumparan satu lilitan pada gambar diatas disebut angker dinamo. Angker dinamo adalah sebutan untuk komponen yang berputar diantara medan magnet.

Motor ini memiliki keunggulan dari motor ac yaitu mudah dalam mengatur dan mengontrol kecepatannya. Ada beberapa cara untuk dapat mengendalikan kecepatan motor dc, antara lain dengan mengatur lebar pulsa tegangan setiap detiknya yang diberikan pada motor dc (teknik PWM) atau secara manual yaitu mengataur jumlah arus dan tegangan yang diberikan pada motor dc.



Gambar 16. Motor dc ^[20]

Motor dc banyak digunakan di berbagai bidang mulai dari peralatan industri sampai peralatan rumah tangga. Perkembangan teknologi elektronik memungkinkan dibuat perangkat pengendali dengan ukuran yang kecil akan tetapi memiliki kemampuan komputasi, kecepatan dan keandalan serta efisiensi daya yang tinggi. Salah satu sistem kendali kecepatan motor dc adalah Mengontrol kecepatan motor dc jarak jauh .Namun karena pengendalian tersebut menghasilkan efisiensi daya yang rendah serta kelebihan tegangan yang digunakan untuk menggerakkan motor dibuang ke transistor. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dibuatlah sistem Kendali kecepatan motor dc berbasis PWM dimana efisiensi daya dapat ditingkatkan karena tidak ada pembuangan daya ke transistor. Transistor bekerja dengan mode on atau off yang diatur periodenya secara PWM. Ketika sinyal dalam kondisi *high* maka motor dc diberi tegangan dan dalam kondisi *low* tegangan 0 diberikan tetapi motor tetap bergerak.

N. Perangkat Lunak

1. Bahasa Mikrokontroller menggunakan Bahasa C

Pemrograman Bahasa C diciptakan oleh Dennis Ritchie tahun 1972 di Bell Laboratories.

Kelebihan dari Bahasa C

1. Bahasa C tersedia hampir di semua jenis computer.
2. Kode bahasa C sifatnya adalah *portable* dan *fleksibel* untuk semua jenis computer.
3. Bahasa C hanya menyediakan sedikit kata-kata kunci, hanya terdapat 32 kata kunci.
4. *Proses executable* program bahasa C lebih cepat
5. Dukungan pustaka yang banyak.
6. Bahasa C adalah bahasa yang terstruktur
7. Bahasa C termasuk bahasa tingkat menengah

Penempatan ini hanya menegaskan bahwa pemrograman bahasa C bukan bahasa pemrograman yang berorientasi pada mesin. Yang merupakan ciri bahasa tingkat rendah. melainkan berorientasi pada obyek tetapi dapat diterprestasikan oleh mesin dengan cepat. secepat bahasa mesin. Inilah salah satu kelebihan bahasa C yaitu memiliki kemudahan dalam menyusun programnya semudah bahasa

tingkat tinggi namun dalam mengesekusi program secepat bahasa tingkat rendah.

Kekurangan Bahasa C

1. Banyaknya operator serta fleksibilitas penulisan program kadang-kadang membingungkan pemakai.
2. Bagi pemula pada umumnya akan kesulitan menggunakan pointer.

Mengkompilasi Program

Suatu *source* program bahasa C baru dapat dijalankan setelah melalui tahap kompilasi dan penggabungan. Tahap kompilasi dimaksudkan untuk memeriksa *source* program sesuai dengan kaidah-kaidah yang berlaku di dalam pemrograman bahasa C. Tahap kompilasi akan menghasilkan *relocatable object file*. File-file objek tersebut kemudian digabung dengan perpustakaan fungsi yang sesuai. untuk menghasilkan suatu *executable* program.

Shortcut yang digunakan untuk mengkompilasi :

- ALT + F9 : dipakai untuk melakukan pengecekan jika ada error pada program yang telah kita buat.
- CTRL + F9 : dipakai untuk menjalankan program yang telah kita buat atau bisa juga dengan mengklik tombol *debug* pada tool bar.

O. Roadmap Penelitian

Dasar dari peneliti untuk mengambil atau mengangkat judul tersebut di atas berdasarkan beberapa acuan atau penelitian-penelitian sebelumnya yaitu :

1. *“Pengendalian pH air dengan metode PID pada model tambak udang”* yang ditulis oleh Andrian Kristianto.

Penelitian ini menghasilkan suatu pengendalian kadar pH air dengan kendali PID di mana terlebih dahulu menentukan nilai parameter KP, TI, dan TD kemudian melihat respon fluktuasi sistem bila terjadi perubahan nilai pH pada model tambak udang.

2. *“Kajian tentang pengaturan luas dan waktu bagi degradasi limbah tambak dalam upaya pengembangan tambak berwawasan lingkungan di kecamatan Wonokerto”* yang ditulis oleh Nur Isdarmawan.

Penelitian ini mengamati dan menganalisis pengaruh bahan organik amonia terhadap degradasi pada beberapa tambak udang, dan pengaruh pengaturan perluasan tambak dan waktu tinggal terhadap degradasi bahan organik.

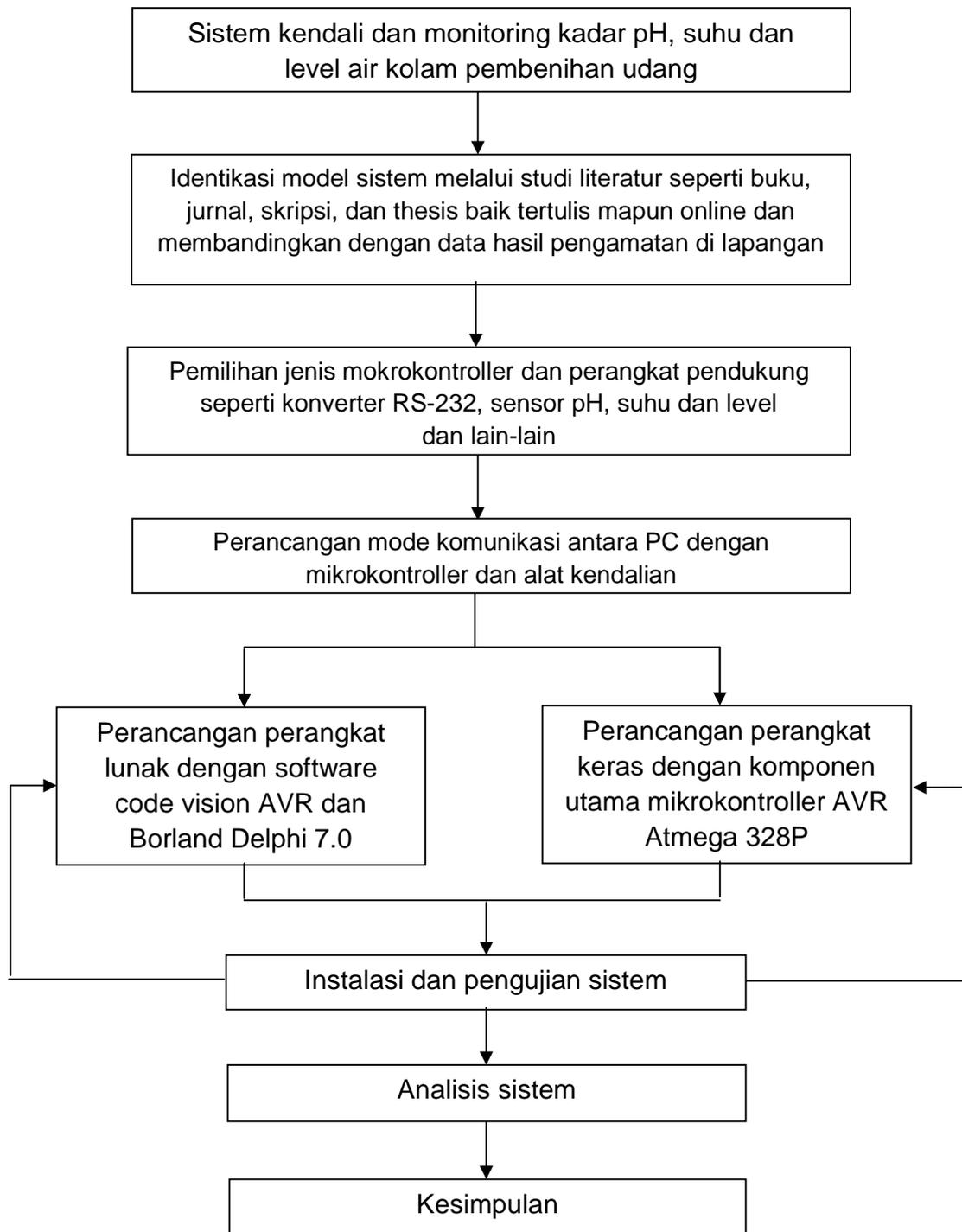
P. Kerangka Pikir

Dengan mengamati data yang diperoleh di lapangan yaitu nilai parameter kadar pH, suhu dan level air pada tambak dan membandingkan dengan literatur dari buku, jurnal, skripsi ataupun thesis didapatkan nilai setting point yang akan digunakan.

Mempertimbangkan perancangan perangkat keras dengan jenis mikrokontroller, jenis sensor, serta kendalian yang akan digunakan. Untuk mengkomunikasikan PC dengan mikrokontroller menggunakan bahasa pemrograman C.

Mengintegrasikan secara keseluruhan sistem yang dibangun, baik hardware dan software dengan perangkat kendalian. Mengamati proses kerja sistem dan perubahan parameter yang terjadi pada tambak. Membuat kesimpulan dari sistem yang dibangun.

Dari kerangka pikir di atas dapat disusun suatu kerangka pikir seperti pada gambar 17.



Gambar 17. Bagan Kerangka Pikir

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Kerangka Konsep

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metodologi yaitu :

1. Studi Literatur

- a. Mengumpulkan berbagai informasi dari buku-buku, skripsi, tesis maupun jurnal yang berkaitan dengan sistem monitoring dan pengendalian pH suhu dan level pada kolam pembenihan udang.
- b. Mempelajari cara monitoring dan pengendalian menggunakan perangkat lunak berupa software berorientasi obyek.
- c. Mempelajari sistem komunikasi serial dengan menggunakan interface RS232
- d. Mempelajari konsep dasar yang berhubungan dengan prinsip komunikasi dan aplikasi arduino

2. Perancangan software dan hardware

- a. Perancangan program mikrokontroller arduino berbasis bahasa C.
- b. Perancangan software pada komputer menggunakan bahasa pemrograman Borland Delphi 7.

- c. Perancangan hardware meliputi pemilihan modul arduino, pemasangan rangkaian pada panel yang terdapat power supply, mikrokontroler, driver relay, dan H-Bridge serta pemasangan sensor dan aktuator pada kolam pembenihan udang.

B. Waktu dan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang dijadikan sebagai acuan adalah Balai Pembenihan Ikan yang beralamat di jalan poros Bantimurung-Maros desa Minasabadi, kecamatan Bantimurung, kabupaten Maros. Pembuatan prototype dan pengujiannya dilakukan di BTN Bukit Hartaco Daya Blok 1B/3 Makassar, Sulawesi Selatan. Penelitian ini lakukan sejak akhir Februari 2013 hingga akhir Juni 2013.

C. Perancangan Sistem

Pada tahapan ini secara garis besar meliputi perancangan perangkat lunak (software) dan perangkat keras (hardware).

1. Menyiapkan 1 unit personal computer atau laptop, 1 modul Arduino Uno, kabel USB, 1 unit sensor pH, 1 unit sensor suhu, dan 1 unit sensor jarak.
2. Menyiapkan modul power supply, modul driver relay, dan modul H-Bridge.

3. Menyiapkan perangkat lunak berupa program Borland Delphi 7 dan arduino versi 0023 dan komponen VCL com port library
- 4.. Membuat program di arduino untuk membaca sensor analog dan digital dan mengirimkan data ke komputer melalui port.
5. Membuat program monitoring data sensor analog dan digital dari mikrokontroler pada PC dengan menggunakan program Delphi 7.
6. Melakukan pengujian untuk memastikan bahwa sistem berjalan sesuai dengan yang diinginkan.

D. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan dengan mengkoneksikan PC atau laptop dengan arduino melalui kabel USB yang sudah terhubung dengan sensor pH, sensor suhu dan sensor jarak untuk mengetahui apakah sistem sudah berjalan sebagaimana mestinya.

E. Metode Pengujian

Metode pengujian yang digunakan adalah metode pengukuran dan verifikasi. Pengujian sistem meliputi :

1. Melakukan verifikasi pembacaan sensor pH dan suhu dengan mengukur tegangan keluarannya kemudian membandingkan tegangan tersebut yang telah dikonversi oleh ADC menjadi bilangan biner 10 bit.

2. Membandingkan nilai hasil pembacaan sensor yang tampil pada PC atau laptop dengan nilai hasil pengukuran menggunakan alat ukur.
3. Melakukan verifikasi control secara manual untuk mendapatkan nilai parameter tertentu dengan menguabh nilai parameter yang sudah ditentukan

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Balai Pembenihan udang

Infratraktur yang dibutuhkan pada balai pembenihan (*Hatchery*) Udang:

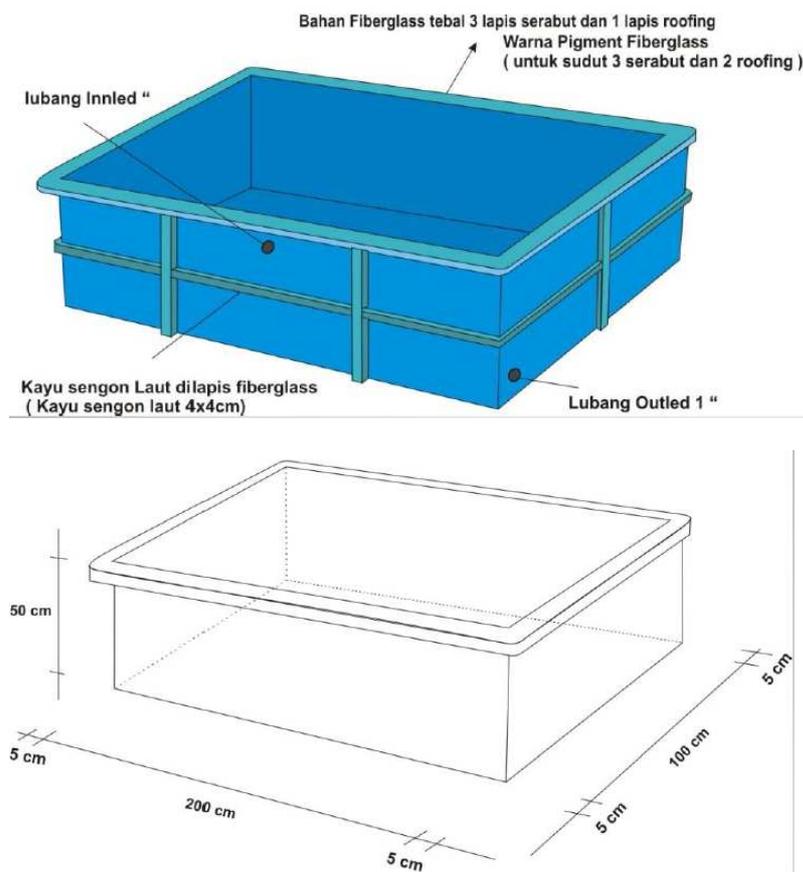
- 1) Bak Pemeliharaan Induk
- 2) Bak Penetasan
- 3) Bak Pemeliharaan Larva
- 4) Bak Pemeliharaan Fitoplankton atau Alga
- 5) Bak Kultur Artemia
- 6) Bak Tandon Air Laut
- 7) Bak Tandon Air Tawar
- 8) Mesin Pompa Air
- 9) Mesin Blower
- 10) Mesin Genset

1. Persiapan kolam tambak pemeliharaan induk udang

Kolam/ tambak untuk pemeliharaan induk harus terpisah dan mendapat perlakuan khusus. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam persiapan kolam/ tambak pemeliharaan induk :

- Pemeliharaan induk jantan dan betina terpisah.
- Lingkungan yang terkontrol (bebas pencemaran).
- Menerapkan biosecurity.

- Papan (jadwal pemeliharaan induk)
- Gudang pakan dan peralatan
- Pemasangan kincir



Gambar 18. Spesifikasi bahan dan ukuran kolam pemeliharaan induk udang

2. Proses pematangan Gonad Induk Udang

Induk Udang yang akan dipijahkan dipilih sesuai dengan kriteria induk yang berkualitas. Selanjutnya dipelihara dalam bak maturasi. Induk dapat

dipindahkan kedalam tangki induk dengan dengan suhu air 27-31°C dan dipisah. Kualitas air untuk fasilitas pemeliharaan induk(*broodstock*) harus sama dengan air untuk hatchery. *Broodstock* diberi pakan pada laju pemberian pakan harian sebesar 1-3% dari total biomasa.

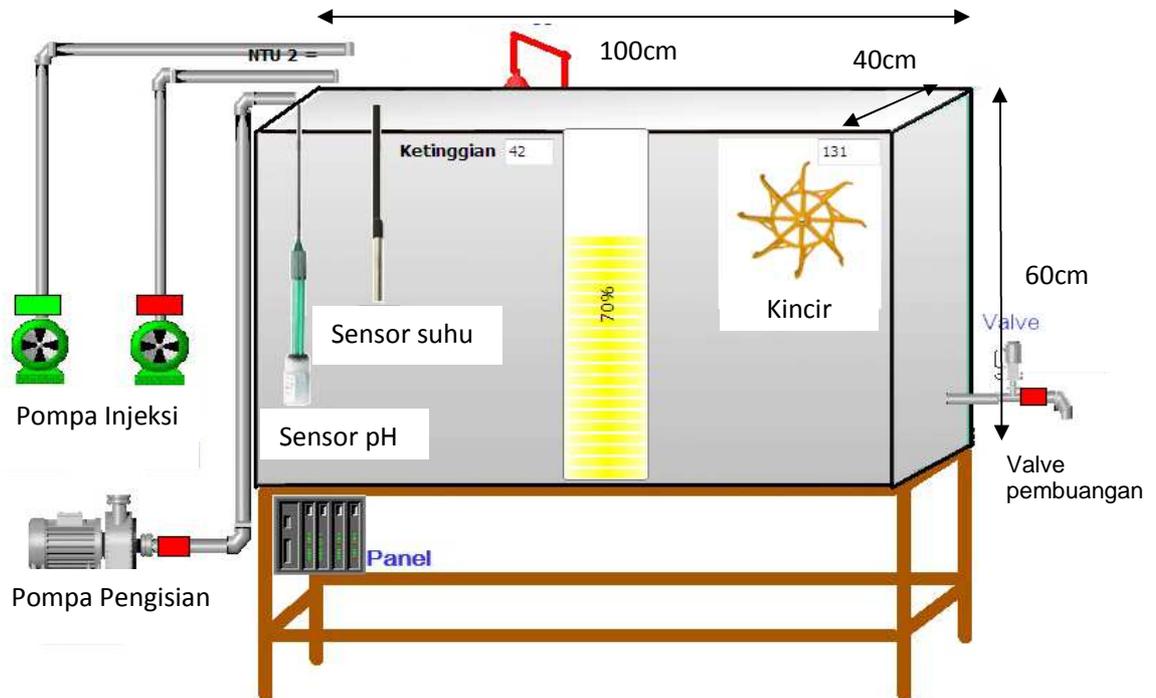
Kolam pemeliharaan induk merupakan sarana yang harus dipersiapkan dalam pembenihan udang. Ukuran bak pemeliharaan induk udang berpengaruh terhadap perkembangan telur dan sperma calon induk.

Fasilitas pendukung yang perlu dipersiapkan dalam pemeliharaan induk di kolam adalah :

- a. Pipa paralon diameter 3 inch, untuk pemasukan dan pengeluaran air.
- b. Fasilitas aerasi, untuk memberikan tambahan oksigen di dalam air.
- c. Terpal plastik, untuk mengurangi insensitas cahaya yang masuk dalam kolam.
- d. Bentuk pengeluaran berupa pipa goyang (stand pipe), agar sirkulasi air dapat berjalan.

Kolam yang telah digunakan dicuci menggunakan chlorine 200 – 300 ppm yang dicampur dengan detergen. Pencucian dapat dilakukan menggunakan sikat. Setelah dicuci bak dibilas dengan menggunakan air tawar. Bak yang telah dibilas pastikan bersih dan tidak ada bau chlorin atau detergen yang digunakan.

B. Desain kolam Pembenihan (*hatchery*)



Gambar 19. Desain kolam hatchery dengan penempatan sensor dan aktuator

Desain penempatan sensor dan aktuatornya

a. pH sensor dengan aktuator pompa injeksi

pH sensor ditempatkan di dalam bak air dengan kedalaman 20 cm dari ketinggian maksimum permukaan air, dengan aktuator motor pH 1 yang berfungsi untuk menginjeksikan larutan kapur terhubung pada port digital D7 akan aktif apabila nilai pH hasil pengukuran kurang dari 6,00 dan akan tetap aktif hingga nilai pH hasil pengukuran lebih atau sama dengan

7,5. Sedangkan motor pH 2 yang berfungsi untuk menginjeksikan larutan belerang terhubung pada port digital D8 akan aktif apabila nilai pH hasil pengukuran lebih 8,5, dan akan tetap aktif hingga nilai pH hasil pengukuran kurang atau sama dengan 7,5.

b. Sensor jarak ultrasonic dengan aktuator valve dan pompa pengisian

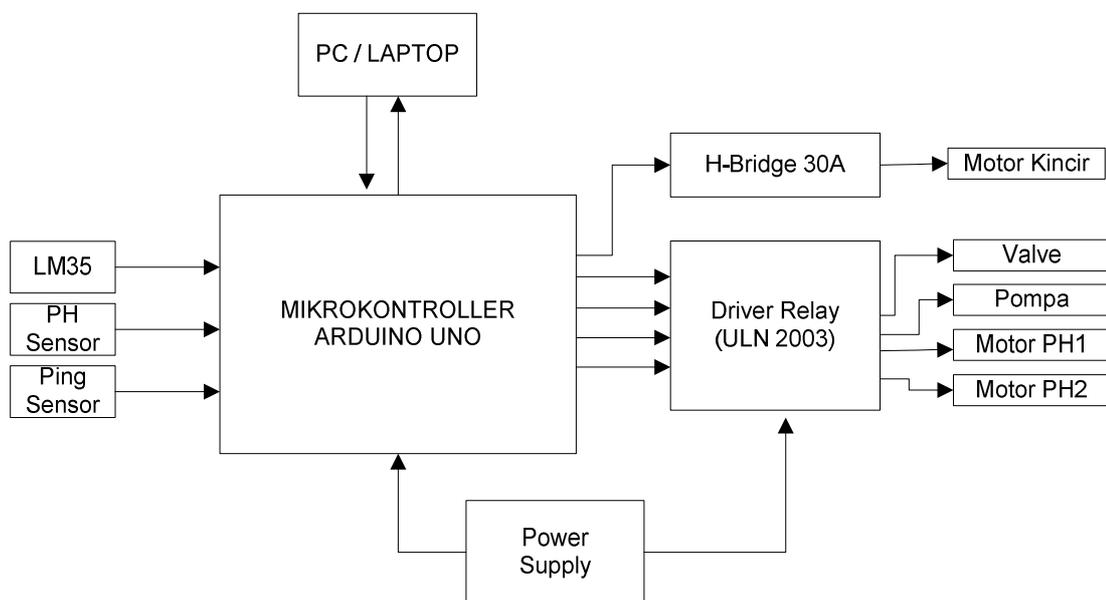
Sensor jarak ultrasonic ping parallax ditempatkan di atas bak air pada ketinggian 75 cm dari dasar permukaan bak air, dengan aktuator Valve yang berfungsi untuk melakukan pembuangan air pada bak yang terhubung pada port digital D2 akan aktif apabila saklar input port digital D11 ditekan, dan akan tetap aktif hingga ketinggian permukaan air kurang dari 35 cm. sedangkan pompa pengisian yang berfungsi untuk melakukan pengisian air pada bak yang terhubung pada port digital D4 akan aktif apabila ketinggian permukaan air kurang dari 35 cm, dan akan tetap aktif hingga ketinggian permukaan sudah mencapai 43 cm.

c. Sensor suhu LM35

Sensor IC LM35 ditempatkan di dalam bak air dengan kedalaman 15 cm dari ketinggian maksimum permukaan air, dengan aktuator Motor kincir air yang digerakkan oleh H bridge 30A yang mendapatkan input PWM dari port digital PWM D9 akan berputar dengan kecepatan yang bergantung pada perubahan nilai temperatur dimana akan dicapai putaran maksimum pada temperatur 37 derajat celcius.

C. Rancangan Perangkat Keras

Blok diagram model sistem Monitoring dan Pengendalian kadar pH, suhu, dan level air pada model tambak yang dibangun dalam penelitian ini ditunjukkan pada gambar 20.



Gambar 20. Blok diagram model sistem.

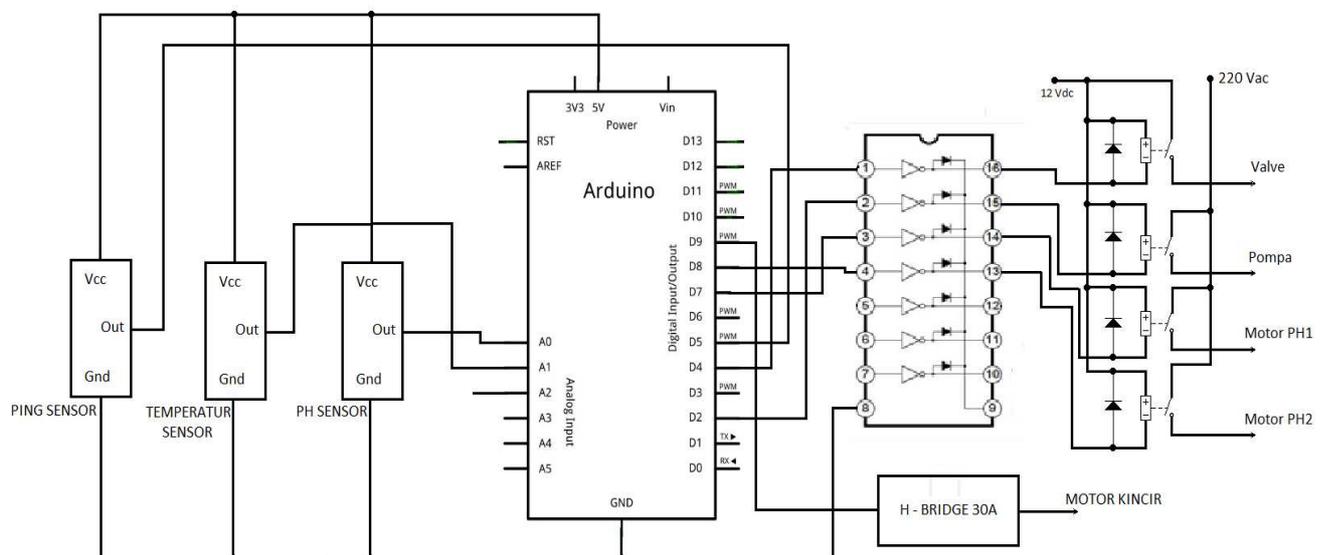
Sistem ini terdiri dari 1 unit PC / Laptop, 1 unit sensor pH, 1 unit sensor ping parallax, 1 unit Arduino Uno yang didalamnya sudah tertanam mikrokontroler, kabel USB, 1 unit Driver Relay, 1 unit Power supply, Driver H Bridge 30A, 1 unit Motor DC 12 volt, 3 buah pompa air, dan 1 unit Valve Solenoid. Penjelasan dari masing-masing elemen sistem yang ada adalah sebagai berikut :

1. Personal Computer / Leptop

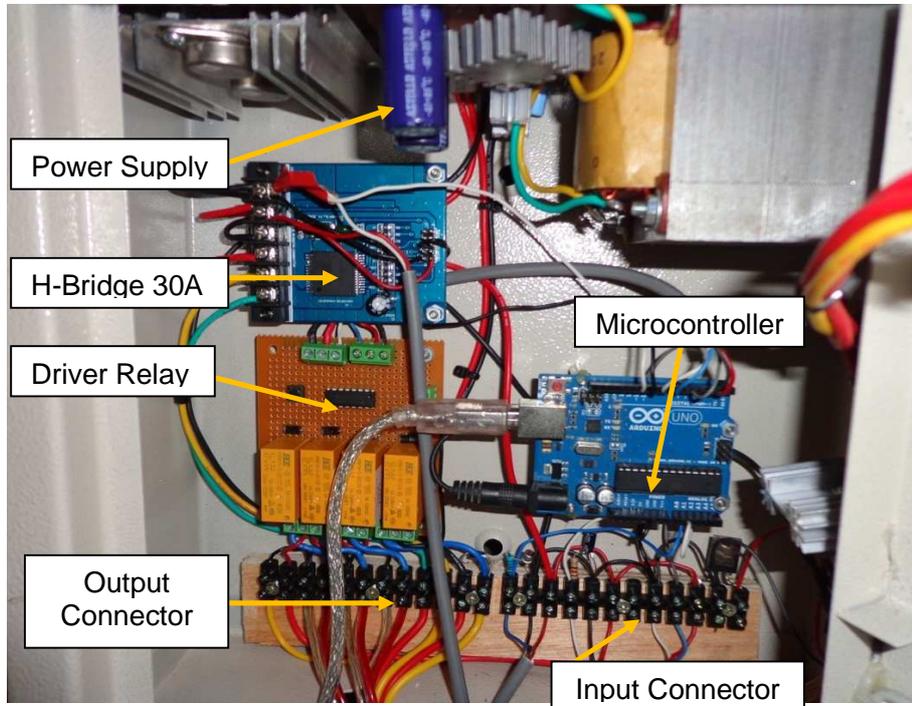
PC (Personal Computer) / Laptop disini sebagai pusat pengendali dan pemantau (monitoring). PC dan mikrokontroler yang terhubung melalui kabel USB dapat membaca berupa data-data yang ditampilkan dalam bentuk angka maupun dalam bentuk tampilan gambar.

2. Arduino Uno dengan ATmega328.

Arduino uno yang di dalamnya sudah tertanam mikrokontroler. berfungsi sebagai pemroses data yang terekam oleh sensor pH, sensor suhu, sensor Ping, yang terhubung dengan pin analog dan pin digital. Dari mikrokontroller dibuatkan aplikasi untuk membaca inputan data. Adapun rangkaiannya tampak pada gambar 21

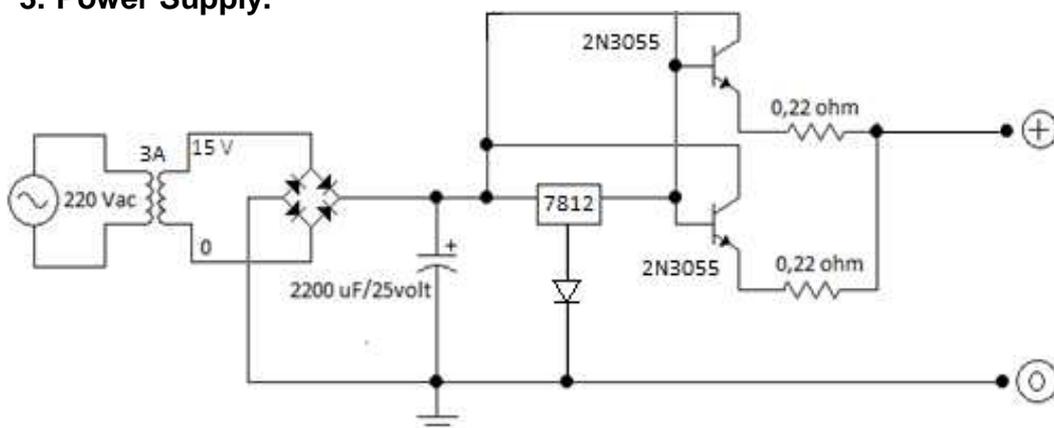


Gambar. 21. Rangkaian skematik Arduino Uno dengan sensor yang dibangun.



Gambar 22. Rangkaian hardware yang dibangun.

3. Power Supply.



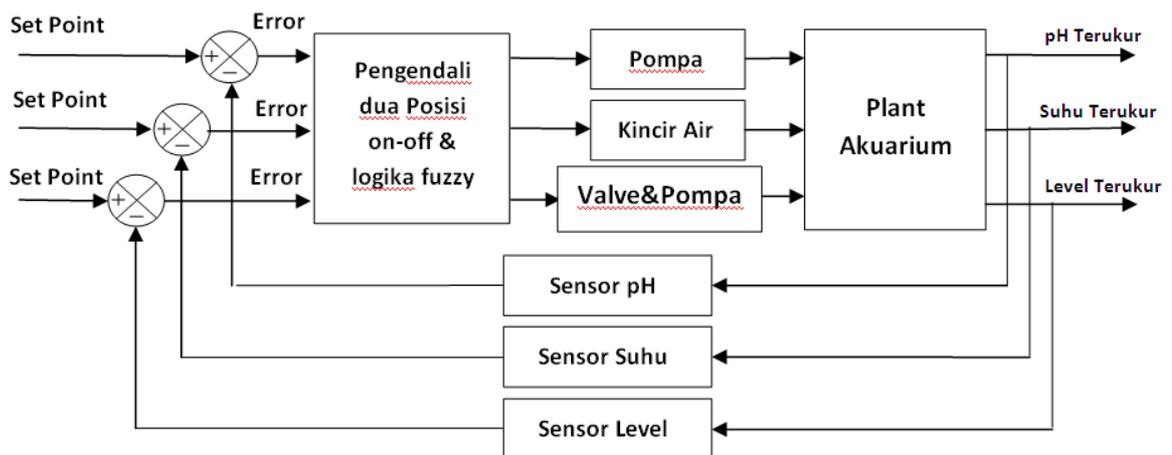
Gambar 23. Skematik Rangkaian Power Supply.

Rangkaian catu daya memperoleh dari *input* sumber tegangan sebesar 220Volt yang relatif tinggi, diturunkan dengan menggunakan transformator

step down. Output dari sisi sekunder transformator kemudian disearahkan dengan menggunakan dioda jembatan untuk menghasilkan *output* DC yang masih kasar. Untuk mengurangi tegangan bolak-balik hasil dari penyearahan digunakan rangkaian penapis yaitu kapasitor 2200 μ F.

Untuk mendapatkan output yang diinginkan, digunakan IC *regulator* tegangan LM7812 untuk tegangan 12 Volt. Pada keluaran dari IC 7812 dipasang 2 buah *transistor* penguat arus 2N3055 yang digunakan untuk memperkuat arus keluaran. Dioda pada kaki IC dihubungkan dengan *ground* untuk memberikan kompensasi sebesar 0,7 Volt sebagai akibat pemasangan *transistor* 2N3055 yang akan mengurangi tegangan keluaran sebesar 0,7 Volt.

4. Blok Diagram Sistem



Gambar 24. Diagram blok sistem pengendalian kadar pH, suhu dan level air

Gambar 24 di atas menunjukkan diagram blok sistem kontrol umpan balik, yang akan digunakan pada penelitian ini, merupakan sistem yang menggunakan hubungan antara output dan input yang diinginkan dengan cara membandingkannya. Hasil perbandingan ini merupakan deviasi yang digunakan sebagai alat kontrol. *Actuating error signal* yang merupakan perbedaan antara input dan feedback, akan diumpankan ke pengontrol. Pengontrol akan mengurangi error dan membawa sistem pada keadaan yang diinginkan dengan menjalankan aktuator seperti valve, pompa, atau roda kincir berdasarkan parameter yang akan terbaca oleh sensor sehingga menghasilkan output yang sesuai dengan input yang diinginkan.

Jadi output akan mempengaruhi aksi kontrol. Pada sistem kontrol ini, keberadaan gangguan yang menyebabkan output menyimpang dari input yang diinginkan dapat diantisipasi. Sistem akan dikembalikan ke keadaan set pointnya oleh pengontrol

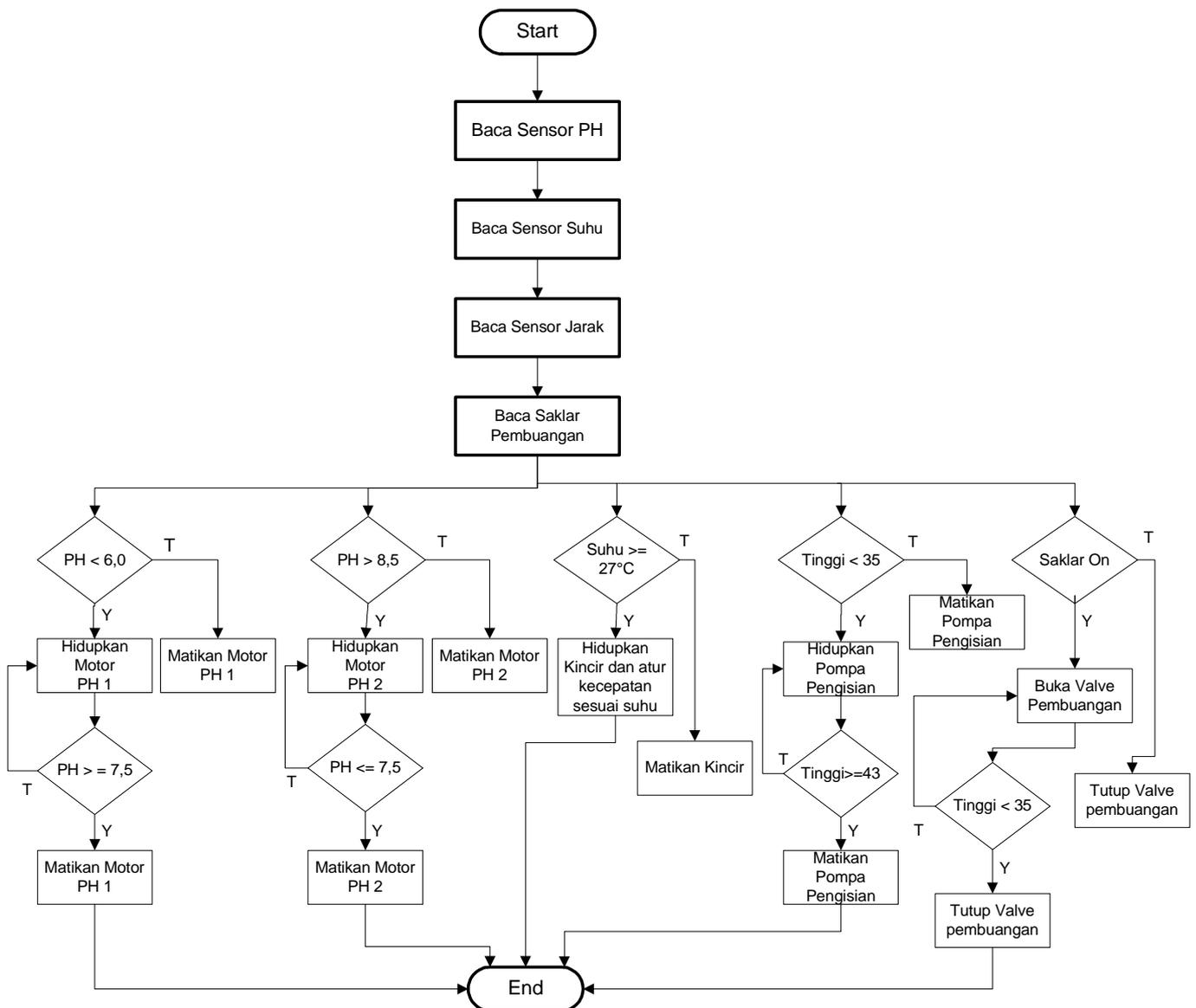
D. Rancangan Perangkat Lunak.

Rancangan software terdiri dari 2 bagian yaitu program aplikasi pada komputer berupa program desktop menggunakan Compiler Borland Delphi 7 dan pemrograman mikrokontroler menggunakan bahasa C.

1. Pemrograman mikrokontroler

Pemrograman mikrokontroler menggunakan pemrograman bahasa C yang masuk dalam bahasa bawaan Arduino itu sendiri. Diagram alir (flow chart) sistem Monitoring dan Pengendalian kadar pH, suhu, dan

level air pada model tambak yang di tanamkan ke dalam Arduino Uno ditunjukkan pada gambar 25



Gambar 25. Flow chart sistem yang ditanam ke dalam Arduino Uno.

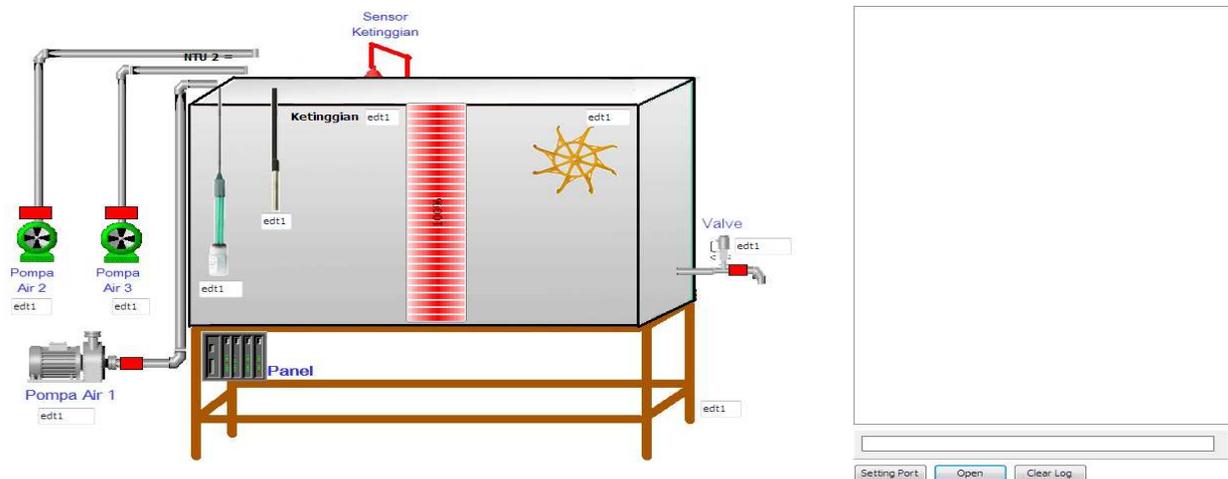
2. Cara Kerja Sistem

Setting port USB atau serial dengan band rete 9600 8 n 1 (kecepatan 9600 bit, 8 byte, n=nomor parity, 1 = stop bit/ tanda pemisah). Tes monitoring data serial dengan cara menghubungkan Arduino dengan setting port USB. Jika ada data dari mikrokontroler, maka langkah selanjutnya adalah membaca sensor pH yang terhubung ke port analog A0, kemudian sensor suhu yang terhubung ke port analog A1, kemudian sensor jarak ultrasonic yang terhubung ke port pin digital D5 dan input saklar pembuangan air ke port digital D11.

3. Program Aplikasi pada Komputer

Program aplikasi pada computer dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman Visual Borland Delphi 7. Ada beberapa buah form tampil pada menu yaitu : form setting port, form open, form clear log arduino, dan form parameter.

Form menu merupakan tampilan awal ketika program Visual Borland Delphi 7 mulai dijalankan dengan bentuk tampilan dapat dilihat pada gambar



Gambar 26. Form Utama

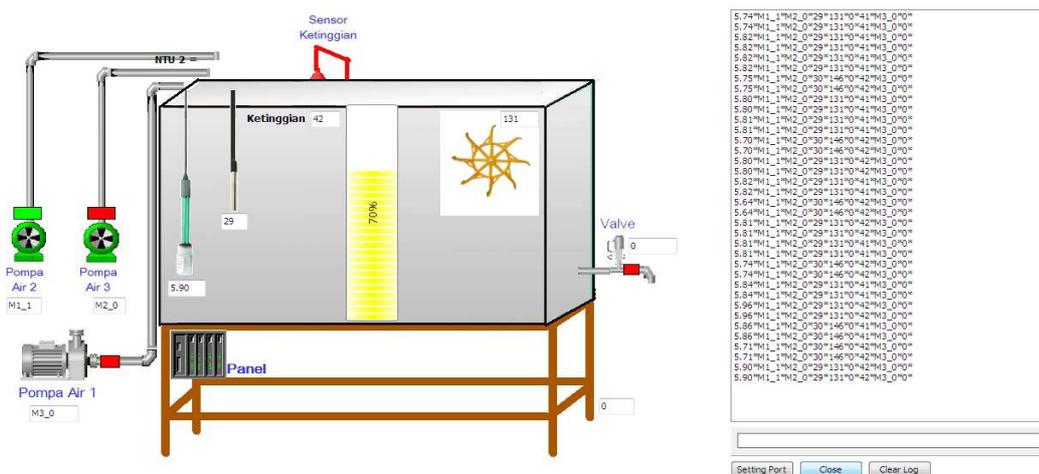
Form ini digunakan untuk menjalankan program aplikasi Pengendalian kadar pH, suhu, dan level air pada model tambak. Untuk mengaktifkan aplikasi tersebut, maka langkah awal yang harus dilakukan adalah mengklik form setting port agar koneksi antara arduino dengan program Delphi saling terhubung satu sama lainnya.

Dalam form setting port, terdapat beberapa field yaitu : field port, field bound rate, field data bits, field stop bits, field parity, dan field flow control. Pada field port menampilkan port berapa yang aktif atau yang terhubung dengan arduino. Jika arduino tersebut sudah terkoneksi dengan program, maka secara otomatis akan membaca com berapa yang terkoneksi. Pada field bound rate diatur sesuai bound rate yang telah dikonfirmasi di arduino. Untuk konfigurasi di data bits diset dengan nilai 8 dan stop bit dengan nilai 1, dan parity diisi dengan *no parity* atau *none*.



Gambar 27. Setting Port.

Pada form open digunakan untuk mengaktifkan program dari offline menjadi online atau berfungsi sebagai tombol on off untuk menjalankan program tersebut. Seperti gambar berikut ini :



Gambar 28. Form Open

C.Langkah – langkah Pengujian

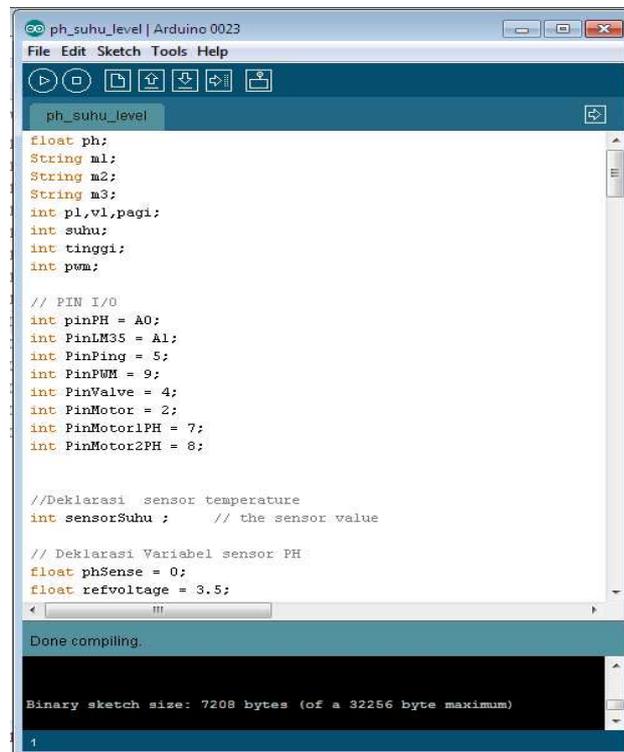
1. Setting Hardware dan Software

Sebelum menghubungkan perangkat hardware untuk menjalankan program tersebut, maka terlebih dahulu perlu dilakukan persiapan – persiapan dari unit – unit yang akan digunakan. Perangkat hardware yang perlu disetting secara software melalui computer adalah kabel USB dan arduino yang terpasang pada prototype.

Selain setting hardware, juga perlu dilakukan setting software yaitu berupa pengaturan program yang akan digunakan dalam pengoperasian Sistem Pengendalian kadar pH, suhu, dan level air pada model tambak.

Adapun cara pengoperasian Sistem Pengendalian kadar pH, suhu, dan level air pada model tambak adalah sebagai berikut :

- a) Pastikan bahwa Arduino sudah terhubung dengan PC (Personal Computer) dengan cara membuka program arduino kemudian setelah muncul lembar kerja arduino, ketik listing programnya, setelah itu program di compile agar dapat mengoreksi apakah program itu masih ada yang error atau tidak, jika hasil compile sudah tidak ada yang error maka selanjutnya akan di upload ke mikrokontroler, seperti gambar 29



```

ph_suhu_level | Arduino 0023
File Edit Sketch Tools Help

ph_suhu_level

float ph;
String m1;
String m2;
String m3;
int p1,v1,pagi;
int suhu;
int tinggi;
int pwm;

// PIN I/O
int pinPH = A0;
int PinLM35 = A1;
int PinPing = 5;
int PinPWM = 9;
int PinValve = 4;
int PinMotor = 2;
int PinMotor1PH = 7;
int PinMotor2PH = 8;

//Deklarasi sensor temperature
int sensorSuhu ; // the sensor value

// Deklarasi Variabel sensor PH
float phSense = 0;
float refvoltage = 3.5;

Done compiling.

Binary sketch size: 7208 bytes (of a 32256 byte maximum)

```

Gambar 29. Form compiler arduino

- b) Buka pemrograman Borland Delphi 7
- c) Klik form setting port dan pastikan pilih com yang terdeteksi dengan program tersebut.
- d) Klik form open agar status pada layar program berubah dan secara otomatis program tersebut dapat beroperasi.
- e) Untuk menghentikan program tersebut, klik form close (form ini otomatis berubah dari open menjadi close apabila dalam kondisi online).
- f) Klik tombol clear log untuk membersihkan tampilan pada log arduino, kemudian klik tanda "X" untuk menutup aplikasi

2. Pengujian Aplikasi

Adapun tahap pengujian aplikasi meliputi :

a) Tahap diagnose awal

Pada tahap ini akan dilakukan identifikasi masalah yang ada.

b) Tahap perancangan dan pembuatan

Pada tahap ini dilakukan perancangan, menyediakan seluruh komponen yang dibutuhkan, selanjutnya merakit dan membuat alat, serta mengisi program – program yang diperlukan. Komponen – komponen yang perlu di persiapkan diantaranya : PC atau Leptop, 1 modul arduino Uno, kabel USB, sensor PH, sensor suhu, Sensor jarak ultrasonic.

Tahapan pembuatannya dimulai dengan menyiapkan Arduino Uno versi 0023 dan Borland Delphi 7 dan komponen comport library. Kemudian membuat program di arduino yang berfungsi untuk membaca sensor analog dari sensor Ph dan suhu, dan digital dari sensor jarak ultrasonic. Setelah sensor tersebut terbaca, maka akan mengirimkan data ke komputer melalui port USB. Membuat program monitoring data sensor dari mikrokontroler ke PC dengan menggunakan bahasa pemrograman Borlan Delphi 7.

c) Tahap pengujian alat.

Pada tahap ini dilakukan pengujian dan pengetesan alat yaitu menguji secara langsung kerja alat, kemudian mengumpulkan data – datanya

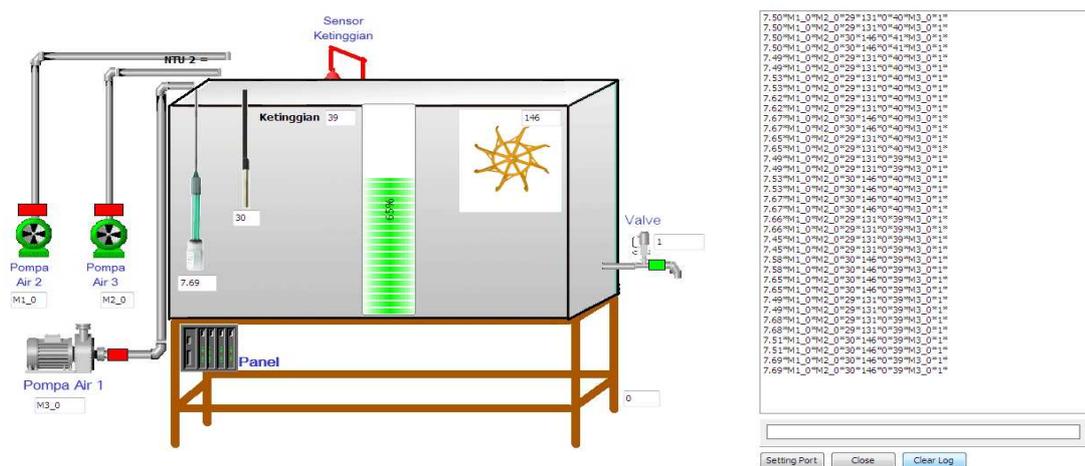
dan menyusunnya sebagai data hasil akhir penelitian. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan PC dengan Arduino melalui kabel USB yang sudah terhubung dengan sensor-sensor yang digunakan. Kemudian melakukan verifikasi akurasi pembacaan data dari sensor tersebut.

d) Tahap evaluasi.

Pada tahap ini dilakukan evaluasi dan analisis secara keseluruhan hasil kerja alat dan kemudian mengambil kesimpulan dari cara kerja alat tersebut secara keseluruhan.

3. Hasil Pengujian

Hasil pengujian yang di tampilkan pada PC atau output dari hasil penelitian yang menjadi informasi kepada user, maka dapat dilihat pada gambar 30



Gambar 30. Form aplikasi proses monitoring data

4. Pengukuran dan Verifikasi

Untuk memastikan system yang dibangun berjalan dengan lancar, dilakukan beberapa tahapan pengujian diantaranya pengujian perangkat keras dan perangkat lunak. Pada tahapan pengujian perangkat keras dilakukan pengukuran tegangan yang masuk dari power supply yang terhubung ke mikrokontroler, sensor, valve solenoid. Sedangkan tahapan pengujian perangkat lunak dilakukan pengujian pengiriman data dari sensor ke tampilan Borland Delphi yang ada pada PC (Personal Komputer).

a. Hasil pengukuran tegangan output pH sensor diperoleh :

$$V_{pH \text{ sensor}} = 2,065 \text{ volt}$$

Berdasar persamaan 1, maka

$$ADC = \frac{V_{IN} \cdot 1024}{V_{REF}}$$

$$\begin{aligned} ADC &= (2,065 \times 1024) / 5 \\ &= 422,912 \\ &= 423 \end{aligned}$$

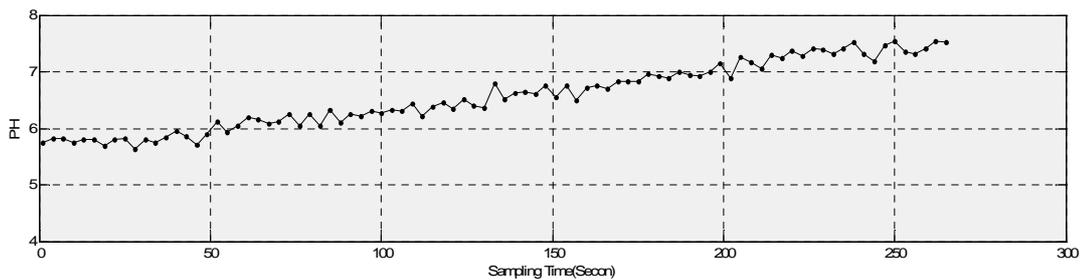
Untuk memperoleh nilai pH hasil pengukuran berdasarkan persamaan pada coding arduino

$$pH = 14 - \frac{V_{pH \text{ sensor}}}{0,25}$$

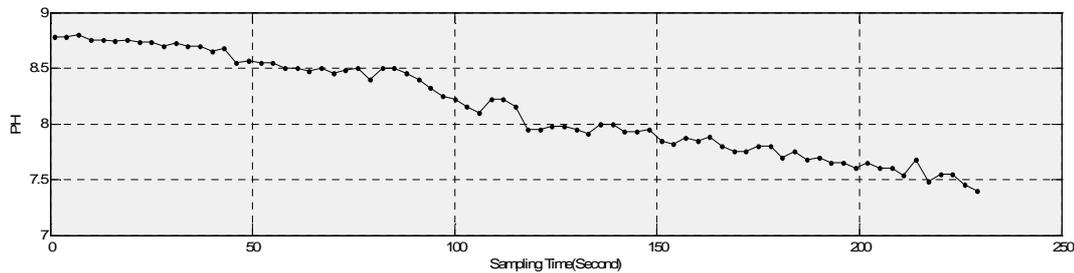
$$\begin{aligned} pH &= 14 - (2,065 / 0,25) \\ &= 5,74 \end{aligned}$$

(Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran tabel hasil pengukuran)

Dari hasil pengukuran yang diperoleh dari pembacaan sensor pada tampilan monitoring dapat dilihat grafik pada gambar 32



Gambar 31. Grafik pengujian saat nilai PH kurang dari 6,00



Gambar 32. Grafik pengujian saat nilai PH lebih dari 8,50

Dari data dan grafik pengujian saat PH kurang dari 6,00 yaitu 5,74 seperti terlihat pada waktu sampling pertama, maka akan dilakukan proses penginjeksian larutan kapur untuk menaikkan nilai Ph tersebut. Proses injeksi akan aktif hingga didapatkan nilai PH yang sama atau lebih besar dari 7,5 yaitu 7,54. Seperti yang terlihat pada data ke-84, dengan waktu sampling 330 detik.

Dari data dan grafik pengujian saat PH lebih dari 8,5 yaitu 8,78 seperti terlihat pada waktu sampling pertama, maka akan dilakukan proses penginjeksian larutan asam untuk menurunkan nilai Ph tersebut. Proses injeksi akan aktif hingga didapatkan nilai PH yang sama atau kurang dari 7,5 yaitu 7,48. Seperti yang terlihat pada data ke-73 dengan waktu sampling 217 detik.

b. Hasil pengukuran ketinggian air pada bak diperoleh :

Ketinggian air = 43 cm

Tinggi Sensor = 75cm

Jarak yang terbaca sensor = Tinggi sensor – ketinggian air

$$= 75\text{cm} - 43\text{cm} = 32\text{cm}$$

Berdasarkan persamaan 4

$$\text{Jarak} = [(t_{IN} \text{ s} \times 344 \text{ m/s}) / 2] \quad (\text{meter})$$

$$t_{IN} = 2 \text{ Jarak} / 344$$

$$= [(2 \times 0,32) / 344]$$

$$= 1,86\text{ms} = 1860 \mu\text{s}$$

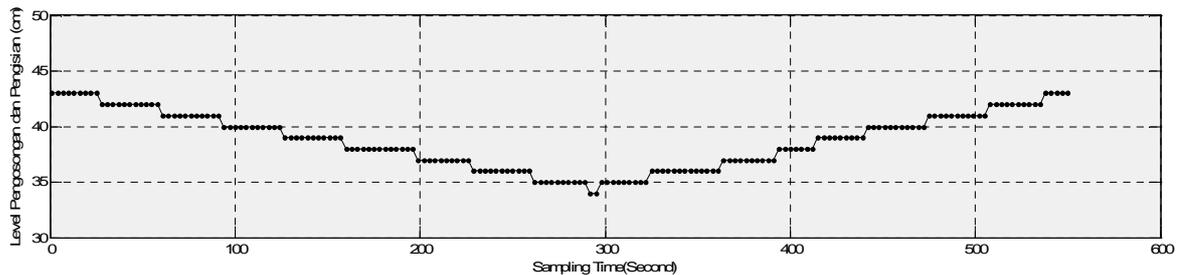
Dari waktu t_{IN} di atas dapat dicari kembali jarak yang diukur dengan persamaan :

$$\text{Jarak} = [t_{IN} \mu\text{s} / (29 \times 2)] \quad (\text{cm})$$

$$= 1860 / 58$$

$$= 32,06 \text{ cm}$$

Dari hasil pengukuran yang diperoleh dari pembacaan sensor pada tampilan monitoring dapat dilihat grafik pada gambar 33



Gambar 33. Grafik pengujian saat dilakukan pembuangan dan pengisian air

Dari grafik di atas dapat dilihat saat dilakukan pembuangan air pada ketinggian 43 cm, maka akan terjadi penurunan ketinggian permukaan air, dan proses ini akan terus aktif hingga permukaan air telah mencapai 34 cm seperti terlihat pada data yang ke-100. dengan waktu sampling 292 detik

Dan pada saat dilakukan pengisian air pada ketinggian 34 cm, maka akan terjadi kenaikan ketinggian permukaan air, dan proses ini akan terus aktif hingga permukaan air telah mencapai 43 cm seperti terlihat pada data yang ke-82 dengan waktu sampling 247 detik

c. Hasil pengukuran tegangan output sensor suhu diperoleh :

$$\begin{aligned} V_{\text{sensor suhu}} &= 350 \text{ mv} \\ &= 0,35 \text{ volt} \end{aligned}$$

Berdasar persamaan 1, maka

$$ADC = \frac{V_{IN} \cdot 1024}{V_{REF}}$$

$$\begin{aligned} ADC &= (0,35 \times 1024) / 5 \\ &= 71,68 = 72 \end{aligned}$$

Untuk memperoleh nilai suhu hasil pengukuran berdasarkan persamaan pada coding arduino

$$\begin{aligned} \text{Suhu} &= [(500 \times ADC) / 1024] \quad (^\circ\text{C}) \\ &= [(500 \times 71,68) / 1024] \\ &= 35 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Untuk memperoleh hasil output PWM berdasarkan persamaan pada coding arduino

- Suhu minimum = 27°C dengan PWM = 100
- Suhu maksimum = 37°C dengan PWM = 255
- Selisih suhu = 35 – 27 = 8°C

$$\begin{aligned} \text{PWM} &= 100 + [(\text{selisih suhu} / (\text{suhu}_{\text{maks}} - \text{suhu}_{\text{min}})) \times 155] \\ &= 100 + [(8 / (37 - 27)) \times 155] \\ &= 100 + 124 \end{aligned}$$

$$\text{PWM} = 224$$

Output tegangan pada motor diperoleh berdasarkan persamaan 4

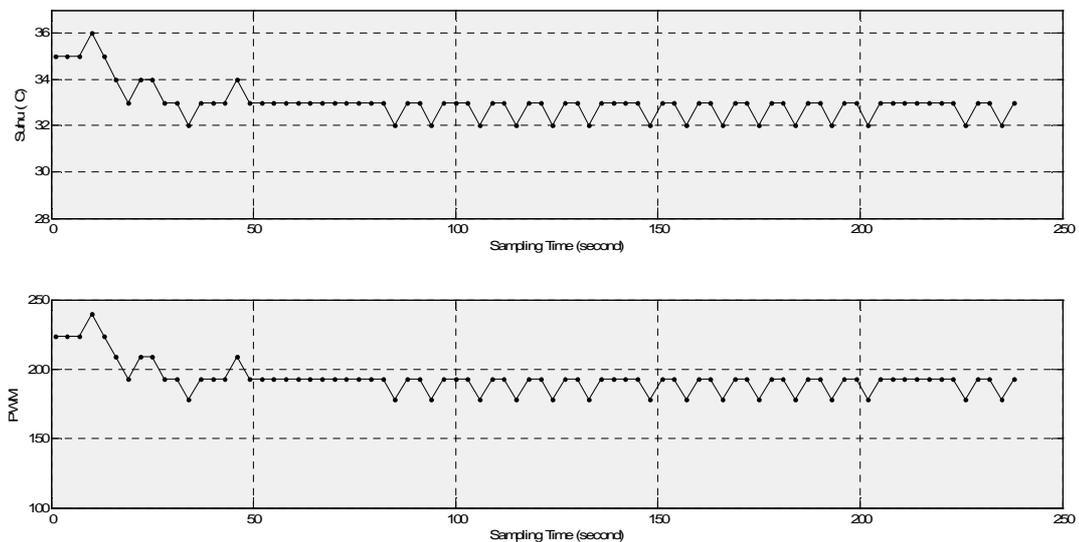
$$\text{Average Voltage} = \frac{a}{a + b} \times V_{full}$$

$$V_{IN} = V_{full} = 12,1 \text{ volt}$$

$$\begin{aligned} \text{Average Voltage} &= [224 / (224 + 31)] \times 12,1 \\ &= (224 / 255) \times 12,1 \\ &= 10,629 \\ &= 10,63 \text{ volt} \end{aligned}$$

(Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran tabel hasil pengukuran)

Dari hasil pengukuran yang diperoleh dari pembacaan sensor pada tampilan monitoring dapat dilihat grafik pada gambar 34



Gambar 34. Grafik pengujian perubahan suhu dan output PWM

Dari hasil pembacaan data dan grafik perubahan pembacaan sensor suhu sebagai referensi terhadap perubahan output PWM mikrokontroler, dimana pada saat temperature maksimum 36 °C output PWM 240 dengan tegangan output H-Bridge 11,38 volt. Pada temperature 35°C output PWM 224 dengan tegangan output H-Bridge 10,63 volt Pada temperature 34°C output PWM 209 dengan tegangan output H-Bridge 9,92 volt Pada temperature 33°C output PWM 193 dengan tegangan output H-Bridge 9,16 volt. Dan pada temperature minimum 32°C output PWM 178 dengan tegangan output H-Bridge 8,44 volt.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah :

1. Dengan adanya sistem monitoring dan pengendalian dengan menggunakan arduino sebagai mikrokontroler, maka pengguna dalam hal ini petani pembenihan udang akan dimudahkan, karena sistem ini secara otomatis akan mengendalikan parameter-parameter yang sangat menentukan pada kolam pembenihan udang seperti pH suhu dan level air yang harus selalu dikontrol untuk diperoleh hasil panen yang lebih baik.
2. Sistem kontrol on-off dengan menggunakan dua buah pompa sebagai aktuator, ternyata dapat menjaga nilai pH pada range 6,00 sampai dengan 8,50. Dimana dari hasil pengujian pada saat nilai pH kurang dari batas minimum waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan ke nilai 7,50 sekitar 330 detik. Dan pada saat nilai pH lebih dari batas maksimum waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan ke nilai 7,50 sekitar 217 detik.
3. Nilai perubahan pembacaan sensor suhu sebagai referensi terhadap perubahan output PWM mikrokontroler, ternyata dapat mengatur

kecepatan motor kincir dimana pada saat pengujian pada temperature maksimum 36 °C output PWM 240 dengan tegangan output H-Bridge 11,38 volt. Pada temperature minimum 32°C output PWM 178 dengan tegangan output H-Bridge 8,44 volt.

4. Sistem kontrol on-off dengan menggunakan satu buah valve dan satu buah pompa sebagai aktuator, ternyata dapat menjaga level air pada ketinggian dengan range 34 cm sampai dengan 43 cm. Dimana dari hasil pengujian pada saat dilakukan pembuangan air waktu yang dibutuhkan untuk mencapai batas minimum sekitar 292 detik. Dan pada saat dilakukan pengisian air waktu yang dibutuhkan untuk mencapai batas maksimum sekitar 247 detik.

B. Saran

Adapun saran yang dapat diambil pada penelitian ini adalah:

1. Untuk penyimpanan data hasil pembacaan dari sensor dapat di buatkan penyimpanan database sehingga dapat di buka hasil penyimpanan data yang terdahulu.
2. Dalam hal pengawasan dan monitoring lebih lanjut, dapat dipasangkan alat berupa wifi sehingga memudahkan untuk monitoring lewat jaringan

3. Untuk pengembangan kedepan sebaiknya dapat ditambahkan dengan sistem monitoring dan pengendalian salinitas (kadar garam) , alkalinitas, kecerahan dan warna air.
4. Sebaiknya digunakan sensor yang memiliki pembacaan dengan presisi yang tinggi dan osilasi pembacaan yang rendah untuk mendapatkan hasil monitoring dan pengendalian yang lebih baik

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ir. M. Hidayatul Muttaqien, 2009. Peluang Usaha Budi Daya Udang Galah. Titian Ilmu Bandung
- [2] Andrian Kristianto, Pengendalian pH air dengan metode PID pada model tambak udang. Teknik Elektro Universitas Diponegoro
- [3] Pusat Penyuluhan Kelautan dan Perikanan, 2011. Budi Daya Udang Galah, Jakarta
- [4] M. Ghufron H. Kordi K. 2010. Budi Daya Udang Laut. Penerbit Andi Yogyakarta.
- [5] Dra. S. Rachmatun Suyanto, Ir. Enny Purbani Takarina. 2009. Panduan Budi Daya Udang Windu. Penerbit Swadaya Jakarta.
- [6] Artanto Dian. 2012. Interaksi Arduino dan labVIEW.Elex Media Komputindo.
- [7] Banzi Massimo. 2009. Getting Started With Arduino. Published by Make:Books, an imprint of Maker Media, a division of O'Reilly Media, Inc.
- [8] Nurcahyo Sidik. 2012. Aplikadi dan Teknik Pemrograman AVr Atmel. Penerbit Andi Yogyakarta.
- [9] Syahrul. 2012. Mikrokontroler AVR ATmega8535.Penerbit Informatika Bandung.
- [10] Kusnassriyanto. 2011. Belajar Pemrograman Dephi. Penerbit Modula Bandung

- [11] <http://arduino.cden/Main/ArduinoBoardUnoSMD>, diakses 10 April 2013
- [12] http://cse.unl.edu/~carrick/courses/2012/236/Arduino_Uno_Rev3-schematic.pdf, diakses 24 Mei 2013
- [13] <http://ini-robot.blogspot.com>, diakses 30 juni 2013
- [14] <http://eendraswati.blogspot.com/2012/10/ph-meter-dan-turbidimeter.html>, diakses 12 Januari 2013
- [15] <http://www.vernier.com/files/manuals/ph-bta.pdf>, diakses 21 Maret 2013
- [16] <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>, diakses 10 April 2013
- [17] <http://www.rapidsignalph.com/shop/lm35-temperature-sensor/>, diakses 10 April 2013
- [18] <http://fahmizaleeits.wordpress.com/tag/cara-kerja-sensor-ping/>, diakses 17 Mei 2013
- [19] <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/uln2003a.pdf>, diakses 17 Mei 2013
- [20] <http://www.meriwardanaku.com/2011/11/prinsip-kerja-motor-arus-searah-dc>, diakses 19 Juni 2013