

**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 kehadiran 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 Pembenuhan Udang	53
B. Desain Kolam Pembenuhan (<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.

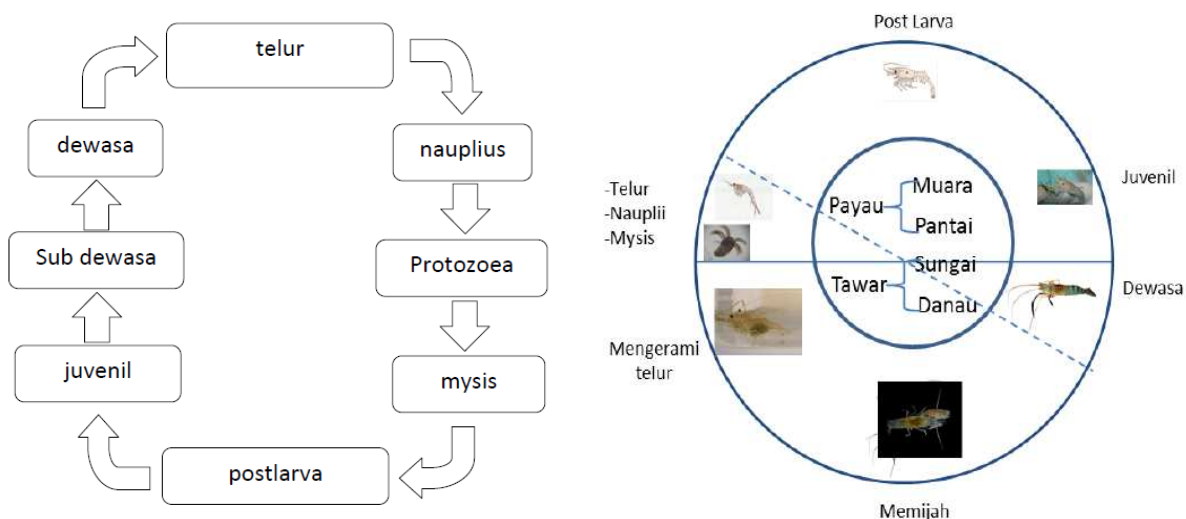
BAB II

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 ditempeli 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 mikrokontroler 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 kecepatannya 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.

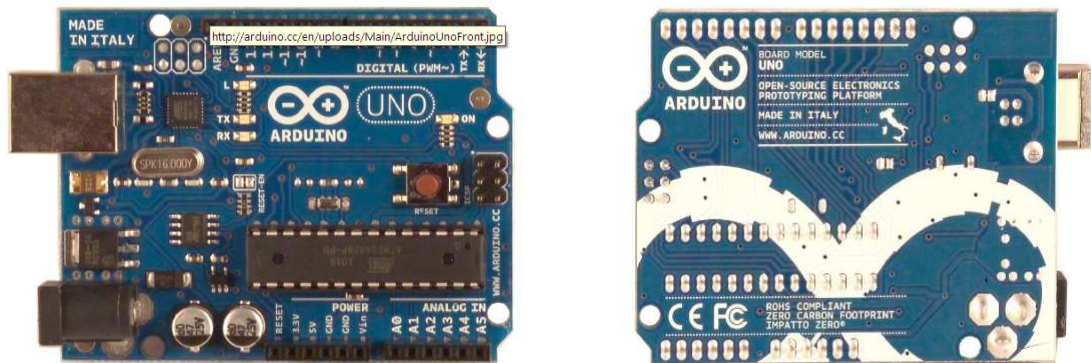
D. Arduino Uno

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

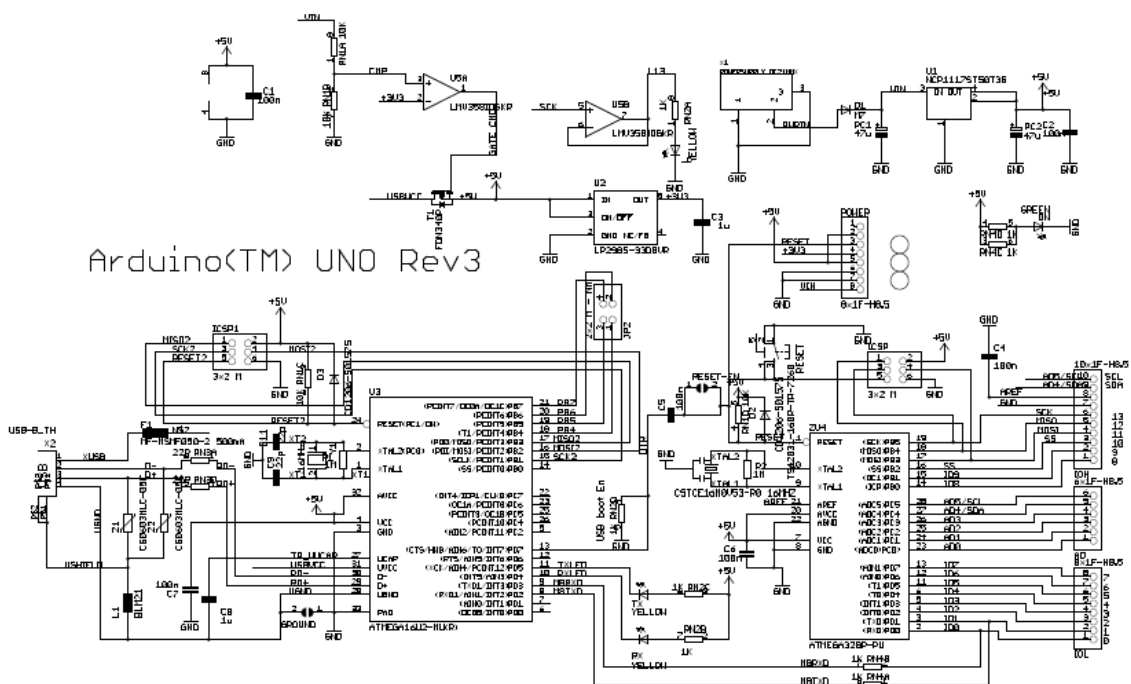
Pada sistem ini menggunakan arduino uno sebagai modul utama *controller*, modul ini berfungsi untuk melakukan penerimaan data dan pengiriman data. Arduino menghubungkan komunikasi data antara *PC* dengan modul sensor. Arduino juga memiliki fungsi lain untuk mengirimkan instruksi input dan pergerakan 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.

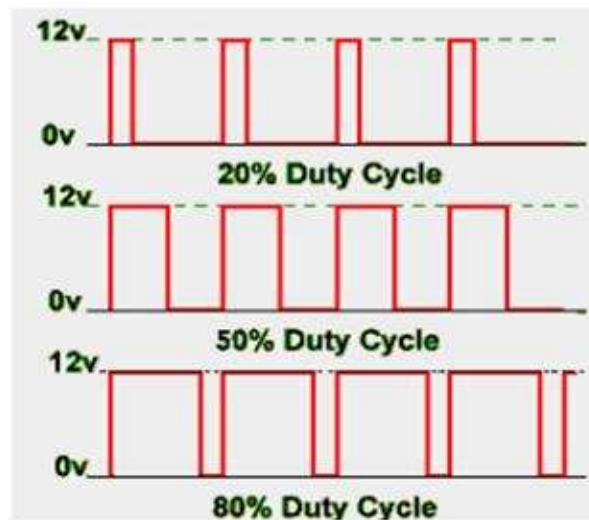
Sinyal PWM dapat dibangun dengan banyak cara, dapat menggunakan metode analog menggunakan rangkaian op-amp atau dengan menggunakan metode digital. Dengan metode analog setiap perubahan PWM-nya sangat halus, sedangkan menggunakan metode digital setiap perubahan PWM dipengaruhi oleh resolusi dari PWM itu 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 :

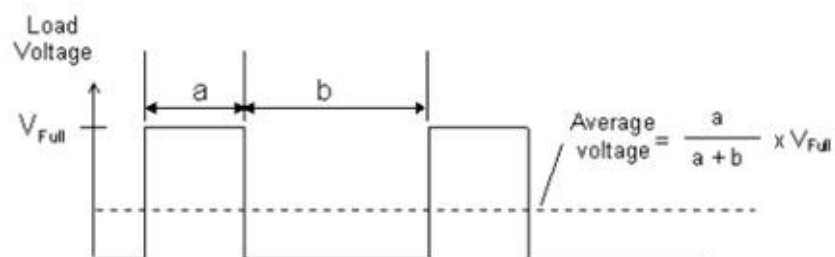
$$\mathbf{duty\ cycle} = \frac{t_{on}}{t_{off} + t_{on}} \times 100\ \% \quad \dots\dots\dots (3)$$

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]

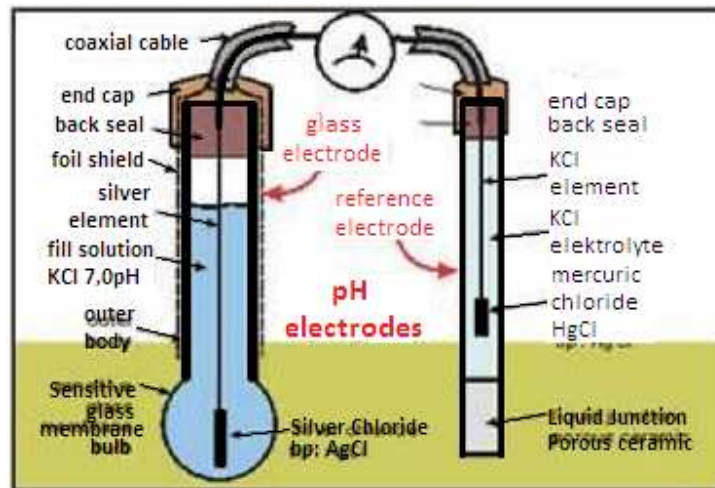
Dengan menghitung *duty cycle* yang diberikan, akan didapat tegangan output yang dihasilkan. Sesuai dengan rumus yang telah dijelaskan pada gambar.

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

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.



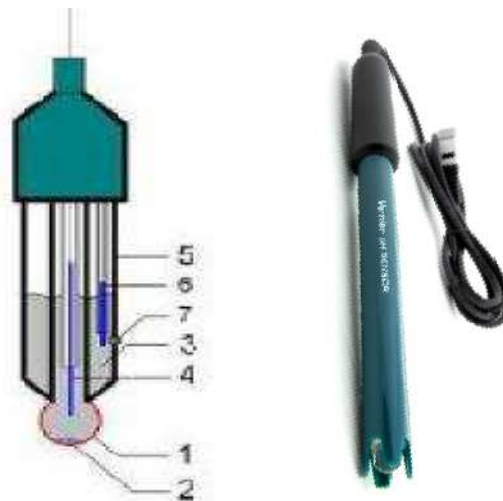
Gambar 7. Skema elektroda sensor pH ^[14]

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.



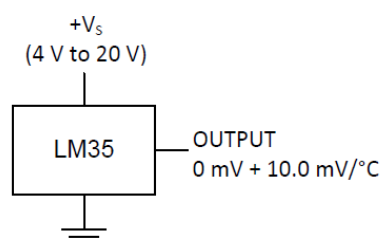
Gambar 8. Electrode dan bentuk fisik sensor pH ^[15]

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 $(10\text{mV}/^{\circ}\text{C} \times 100^{\circ}\text{C}) = 1\text{V}$.

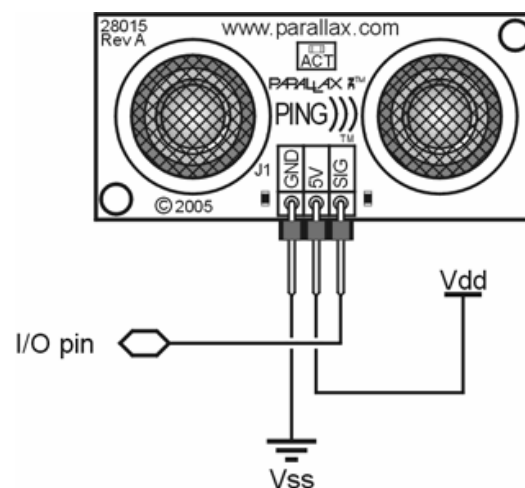
Pengukuran secara langsung saat suhu ruang, keluaran LM35 adalah $0,3\text{V}$ (300mV). Tegangan ini diolah dengan menggunakan rangkaian pengkondisi sinyal agar sesuai dengan tahapan masukan ADC. LM35 memiliki kelebihan – kelebihan sebagai berikut:

- 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
- Ketidaklinearannya 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.

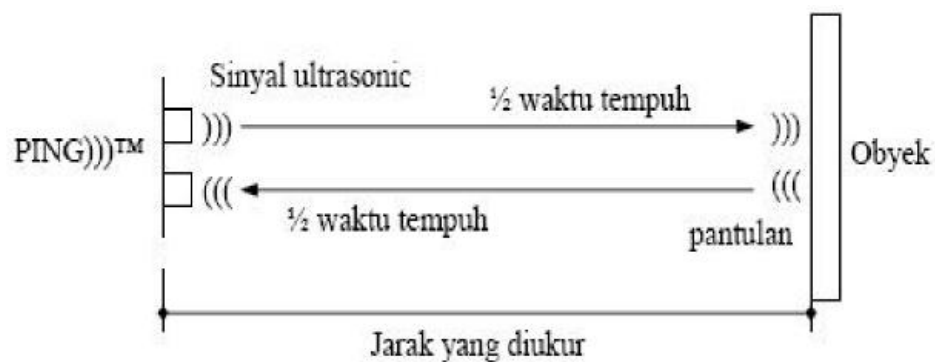


Gambar 11. Skematik Sensor PING Ultrasonik ^[18]

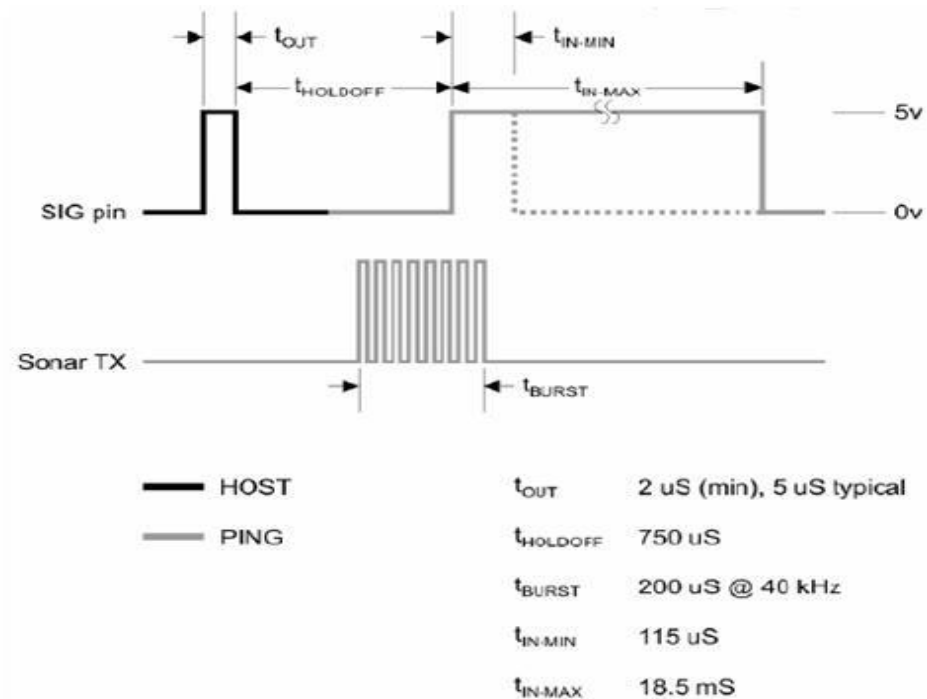
Sensor PING mendeteksi jarak objek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik (40 KHz) selama $t = 200 \text{ us}$ kemudian mendeteksi pantulannya. Sensor PING memancarkan gelombang ultrasonik sesuai dengan kontrol dari mikrokontroller pengendali (pulsa trigger dengan t_{OUT} min 2 us).

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

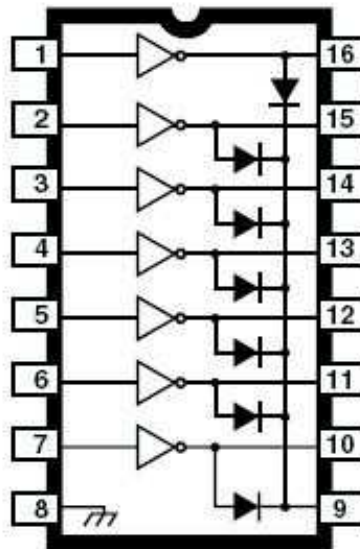
tempuh gelombang ultrasonik untuk dua kali jarak ukur dengan obyek. Maka jarak yang diukur adalah :

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

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.

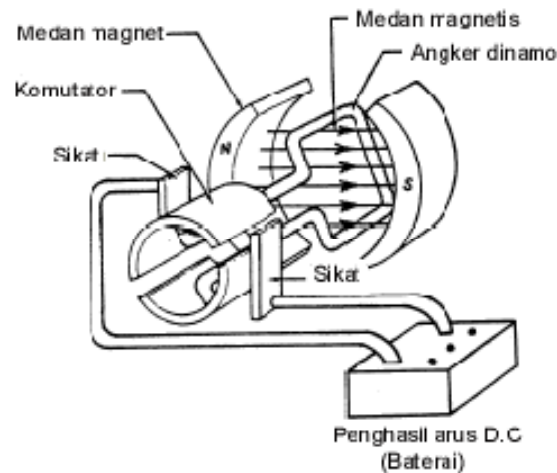


Gambar 14. Konfigurasi pin pada IC ULN2003 ^[19]

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 kecepatan putarnya. 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 diinterpretasikan 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.

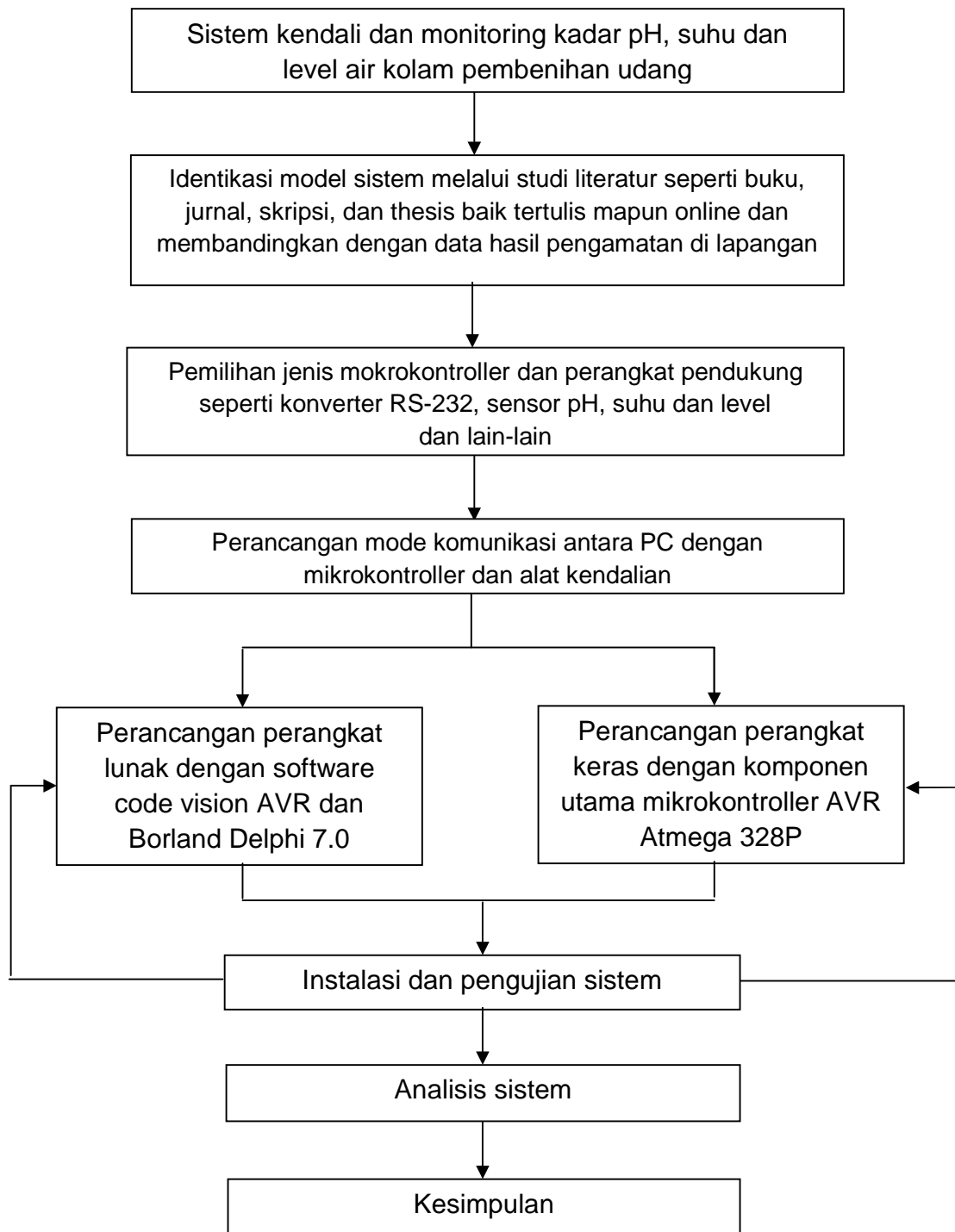
P. Kerangka Pikir

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