



PENGENDALIAN SALINITAS PADA AIR MENGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC

TUGAS AKHIR

Program Studi

S1 Sistem Komputer

**INSTITUT BISNIS
DAN INFORMATIKA**

stikom
SURABAYA

Oleh:

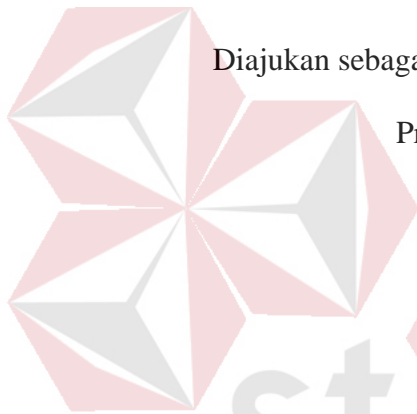
FAHMI MUBAROK

09410200092

**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA
INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA
2015**

PENGENDALIAN SALINITAS PADA AIR MENGGUNAKAN METODE FUZZY
LOGIC

TUGAS AKHIR



Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan

Program Sarjana Komputer

Disusun Oleh :

Nama : Fahmi Mubarok

NIM : 09.41020.0092

Program : S1 (Strata Satu)

Jurusan : Sistem Komputer

FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA
INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM
SURABAYA

2015

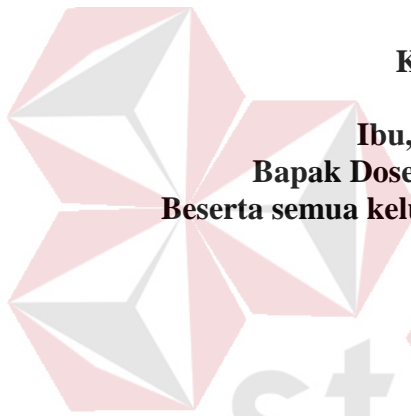
GET A MOVE ON OR ALL THE GOOD ONES WILL HAVE GONE

don't just throw your hands up when things get hard... grow up!



INSTITUT BISNIS
DAN INFORMATIKA

stikom
SURABAYA



**Kupersembahkan kepada
Allah SWT
Ibu, Ayah, dan Adikku tercinta
Bapak Dosen Wali yang selalu membimbingku
Beserta semua keluarga dan teman yang sangat mendukung**

stikom
SURABAYA

TUGAS AKHIR
PENGENDALIAN SALINITAS PADA AIR MENGGUNAKAN METODE
FUZZY LOGIC

Dipersiapkan dan disusun oleh

Fahmi Mubarok

NIM : 09.41020.0092

Telah diperiksa, diuji dan disetujui oleh Dewan Penguji

Pada : Agustus 2015

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing

I. Harianto, S.Kom, M.Eng

II. Madha Christian Wibowo, S.Kom

Penguji

I. Dr. Jusak

II. Susijanto Tri Rasmana, S.Kom, M.T

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana

Dr. Jusak
Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika

INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan benar, bahwa Tugas Akhir ini adalah asli karya saya, bukan plagiat baik sebagian maupun apalagi keseluruhan. Karya atau pendapat orang lain yang ada dalam Tugas Akhir ini adalah semata hanya rujukan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka saya. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya tindakan plagiat pada karya Tugas Akhir ini, maka saya bersedia untuk dilakukan pencabutan terhadap gelar kesarjanaan yang telah diberikan kepada saya.

Surabaya, Agustus 2015



Fahmi Mubarak

NIM: 09.41020.0092

stikom
SURABAYA

ABSTRAK

Saat ini beberapa pengusaha tambak telah melakukan beberapa cara pengendalian salinitas pada air untuk budidaya ikan laut, Para pembudidaya akan menyalakan pompa air ketika mereka menjilat air tambak dan mendapati rasa dari air yang digunakan ikan untuk berkembang sudah tidak asin, ini menandakan bahwa kadar garam dalam air terlalu sedikit. Dengan metode ini tentunya akan menyebabkan pertumbuhan ikan terganggu. Sehingga pemantauan kondisi air tambak dan pengontrolan air tambak secara terus menerus diperlukan untuk menjaga salinitas air tambak.

Dalam penelitian ini kami menganalisis salah satu faktor pendukung untuk budidaya ikan laut dengan dengan mengatur besarnya salinitas pada air dan mempertahankannya sesuai dengan kebutuhan ikan kerapu macan. Sistem ini menggunakan sensor *water level or salinity* sebagai input sistem, sedangkan untuk aktuator sistem menggunakan pompa air DC.

Pengukuran salinitas menggunakan *water level or salinity* sensor memiliki tingkat akurasi 98,99%. Perhitungan kecepatan pompa dengan menggunakan metode fuzzy berjalan dengan baik dengan tingkat keberhasilan 100% sesuai dengan analisa fuzzy manual. Dengan menggunakan pompa air garam, sistem dapat berjalan dengan baik dalam pengendalian salinitas dengan mempertahankan nilai salinitas antara 30-33 ppt.

Keyword: Fuzzy Logic, Arduino Uno R3, kerapu macan, pompa air DC, Water Level atau Salinitas Sensor.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kemudahan kepada penulis, salah satunya dengan diberikannya kesempatan di waktu-waktu terakhir untuk menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “PENGENDALIAN SALINITAS PADA AIR MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC”. Tugas Akhir tersebut merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer di Institut Bisnis Dan Informatika Stikom Surabaya.

Pada kesempatan ini, penulis haturkan pula penghargaan dan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan sejak dari proses persiapan hingga proses penyusunan penelitian ini. Secara khusus, penghargaan dan terima kasih penulis haturkan kepada :

1. Bapak dan Ibu, yang telah memberikan segalanya demi cita-cita penulis.
2. Adik tercinta, yang telah memberi dukungan moril dan doanya.
3. Prof. Dr. Budi Jatmiko, M.Pd., selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Komputer Surabaya.
4. Ibu. Pantjawati Sudarmaningtyas, S.Kom., M.Eng. selaku Pembantu Ketua Bidang Akademik STIKOM Surabaya telah memberikan semangat dan motivasi kepada penulis.
5. Anjik Sukmaaji, S.Kom., M.Eng., selaku Ketua Prodi Sistem Komputer Sekolah Tinggi Ilmu Komputer Surabaya.
6. Harianto, S.Kom., M.Eng., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan kepada peneliti dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

7. Madha Christian Wibowo, S.Kom., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan kepada peneliti dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
8. Segenap Dosen Pengajar program studi S-1 Sistem Komputer.
9. Perpustakaan STIKOM Surabaya, yang telah membantu menyediakan buku-buku bagi keperluan penulis.
10. Teman - teman penulis di Jurusan Sistem Komputer yang telah membantu dalam perkuliahan selama di STIKOM Surabaya.
11. Teman – teman kos yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat berguna bagi penulis khususnya dan perkembangan teknologi di Indonesia pada umumnya.

Surabaya, Agustus 2015

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Kerapu Macan (<i>Epinephelus Fuscoguttatus</i>)	5
2.1.1 Penyebaran dan Habitat	7
2.2 Budidaya Ikan Kerapu di Tambak	7
2.2.1 Kualitas Air	9
2.3 Metode <i>Fuzzy</i>	10

2.3.1	Fungsi Keanggotaan	11
2.4	Operator-Operator <i>Fuzzy</i>	14
2.5	Sistem Inferensi <i>Fuzzy</i>	15
2.5.1	Metode Tsukamoto	16
2.5.2	Metode Sugeno (TSK)	16
2.6	Arduino Uno R3	17
2.7	Sensor Salinitas	20
2.8	LCD 16x2	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		23
3.1	Prosedur Penelitian	23
3.2	Perancangan Perangkat Keras	24
3.2.1	Rangkaian Arduino Uno R3	26
3.2.2	Sensor Salinitas	26
3.2.3	Pompa air Larutan Garam	27
3.2.4	Miniatur Tambak	28
3.2.5	Rangkaian LCD 16x2	30
3.2.6	Rangkaian Driver Motor	31
3.2.7	Rangkaian <i>Power supply</i>	32
3.3	Perancangan Program	33
3.3.1	Baca Sensor	34

3.3.2	Perhitungan Nilai Salinitas	34
3.3.3	<i>Fuzzy Logic</i> Pompa Garam.....	36
3.3.4	Blok Tampil Hasil	39
3.4	Cara Kerja Sistem Secara Keseluruhan.....	40
3.5	Prosedur Evaluasi	40
3.6	Pengujian Sistem	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		42
4.1	Pengujian <i>Board</i> Arduino Uno R3	42
4.1.1	Tujuan.....	42
4.1.2	Peralatan yang Digunakan.....	42
4.1.3	Prosedur Pengujian.....	42
4.1.4	Hasil Pengujian <i>Board</i> Arduino Uno R3.....	42
4.2	Pengujian LCD	43
4.2.1	Tujuan.....	43
4.2.2	Peralatan yang Digunakan.....	43
4.2.3	Prosedur Pengujian	43
4.2.4	Hasil Pengujian LCD.....	44
4.3	Pengujian Sensor Salinitas	45
4.3.1	Tujuan.....	45
4.3.2	Peralatan yang Digunakan.....	45

4.3.3	Prosedur Pengujian.....	45
4.3.4	Hasil Pengujian Sensor salinitas.....	46
4.4	Pengujian Metode <i>Fuzzy</i>	48
4.5.1	Tujuan.....	48
4.5.2	Peralatan yang Digunakan.....	48
4.5.3	Prosedur Pengujian.....	49
4.5.4	Hasil Pengujian Metode <i>Fuzzy</i>	49
4.5	Pengujian Sistem Secara Keseluruhan.....	52
4.5.1	Tujuan.....	52
4.5.2	Peralatan yang Digunakan.....	52
4.5.3	Prosedur Pengujian.....	53
4.5.4	Hasil Pengujian Secara Keseluruhan.....	53
BAB V PENUTUP.....		56
5.1	Kesimpulan.....	56
5.2	Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA.....		58
LAMPIRAN		61

DAFTAR TABEL

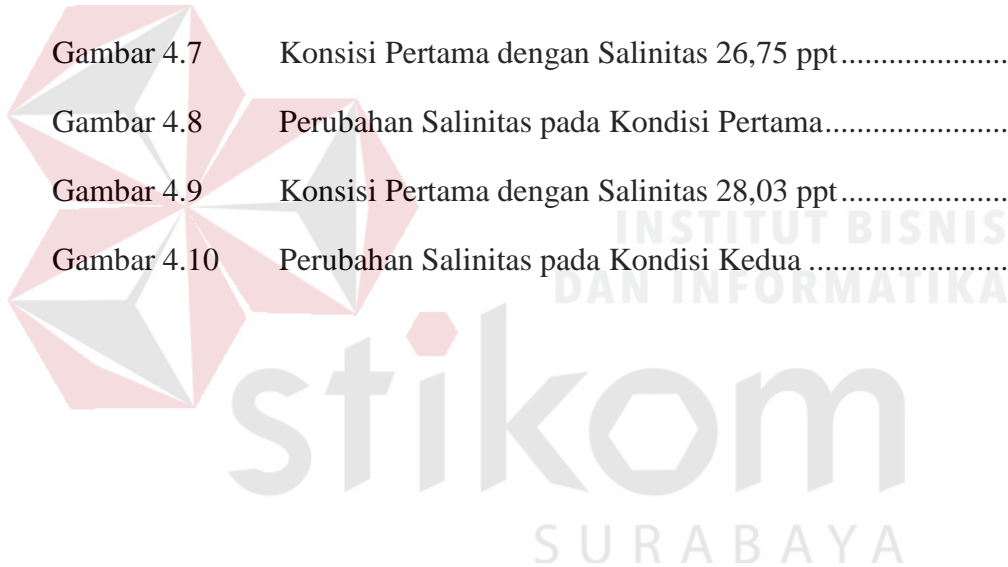
Tabel 2.1	Spesifikasi Arduino Uno R3	18
Tabel 3.1	Pengukuran ADC Sample Larutan Garam.....	34
Tabel 3.2	<i>Rule Fuzzy</i> Pompa Larutan Garam`	39
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Keluaran Pin Digital Arduino (Pin 6)	43
Tabel 4.2	Hasil Pengukuran Sensor Water Level or Salinity	48
Tabel 4.3	Hasil Pengujian metode fuzzy	52



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Morfologi Ikan Kerapu Macan	6
Gambar 2.2	Representasi Linier Naik	12
Gambar 2.3	Representasi Linier Turun	12
Gambar 2.4	Representasi Kurva Segitiga.....	13
Gambar 2.5	Representasi Kurva Trapesium.....	14
Gambar 2.6	Diagram Blok Sistem Inferensi <i>Fuzzy</i>	16
Gambar 2.7	Board Arduino Uno R3	18
Gambar 2.8	Contoh Program <i>Blink</i>	19
Gambar 2.9	Pemilihan Board Arduino.....	19
Gambar 2.10	LCD 16x2	21
Gambar 3.1	Blok Diagram Perancangan Perangkat Keras.....	25
Gambar 3.2	Rangkaian Arduino Uno R3	26
Gambar 3.3	Sensor Water Level or Salinity.....	27
Gambar 3.4	Pompa Air Bilge Pump DC 12 V	28
Gambar 3.5	Miniatur Tambak	29
Gambar 3.6	Tandon Larutan Garam dan Pompa Air DC.....	29
Gambar 3.7	Sensor Salinitas dan Saluran Pembuangan.....	30
Gambar 3.8	Rangkaian LCD	30
Gambar 3.9	Rangkaian Driver Motor.....	31
Gambar 3.10	Rangkaian Rangkaian Power supply	32
Gambar 3.11	Flowchart Perancangan Program Secara Keseluruhan	33
Gambar 3.12	Blok Diagram Sistem Kontrol <i>Fuzzy</i>	36
Gambar 3.13	<i>Membership function</i> salinitas terbaca.....	36

Gambar 3.14	<i>Membership function</i> perubahan salinitas.....	37
Gambar 3.15	<i>Membership Function</i> Pompa Larutan Garam.....	38
Gambar 4.1	Hasil Pengujian LCD	44
Gambar 4.2	Pengujian Sensor Salinitas pada Larutan Garam 27 ppt	47
Gambar 4.3	Pengujian Sensor Salinitas pada Larutan Garam 29 ppt	47
Gambar 4.4	Hasil Pengujian Metode fuzzy 1	49
Gambar 4.5	Hasil Pengujian Metode fuzzy 2	50
Gambar 4.6	Hasil Pengujian Metode fuzzy 3	50
Gambar 4.7	Konsisi Pertama dengan Salinitas 26,75 ppt.....	53
Gambar 4.8	Perubahan Salinitas pada Kondisi Pertama.....	54
Gambar 4.9	Konsisi Pertama dengan Salinitas 28,03 ppt.....	54
Gambar 4.10	Perubahan Salinitas pada Kondisi Kedua	55



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dengan luas daerah Indonesia yang kaya akan keragaman biota laut maka perlu diperhatikan mengenai cara budidaya ikan laut, untuk mendapatkan hasil ikan yang memiliki kualitas dan kuantitas yang baik. Dalam penelitian tugas akhir ini kami menganalisa salah satu faktor pendukung untuk pengembangbiakan ikan laut yaitu pengaturan besarnya salinitas pada air yang dipertahankan sesuai dengan ikan kerapu macan. Parameter kualitas air yang cocok untuk pertumbuhan ikan kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) yaitu suhu antara 24–31 °C, salinitas antara 30–33 ppt, kandungan oksigen terlarut lebih besar dari 3,5 ppm dan pH antara 7,8–8,0 (Yoshimitsu et al, 1986).

Saat ini beberapa pengusaha tambak ikan, telah melakukan beberapa cara pengendalian salinitas pada air untuk budidaya ikan laut, beberapa cara yang mereka lakukan adalah dengan memompa air laut atau menambahkan larutan yang kadar garamnya lebih tinggi menggunakan pompa air. Cara ini dapat meningkatkan salinitas air, dikarenakan proses sirkulasi air akan membantu memperbaiki nilai salinitas. Namun para pembudidaya menggunakan parameter ternak sebagai acuan untuk mengaktifkan pompa air. Para pembudidaya akan menyalakan pompa air ketika mereka menjilat air tambak dan mendapati rasa dari air yang digunakan ikan untuk berkembang sudah tidak asin, ini menandakan bahwa kadar salinitas dalam air terlalu sedikit. Dengan metode ini tentunya akan menyebabkan pertumbuhan ikan terganggu, karena kondisi air tambak yang sering

mengalami perubahan, sehingga ikan menjadi stress karena parameter air yang tidak cocok. Ikan yang stres memiliki kemungkinan kecil untuk bertahan hidup, dengan demikian hasil panen menjadi tidak optimal. Berdasarkan permasalahan di atas diperlukan pemantau dan pengontrol kondisi air tambak secara real-time untuk mengetahui kondisi kualitas air tambak sehingga dapat dilakukan penanganan dengan cepat apabila terjadi perubahan kualitas air secara signifikan. Sistem ini menggunakan sensor salinitas sebagai input. Sedangkan untuk aktuator akan menggunakan pompa larutan garam. Sensor salinitas akan diolah oleh fuzzy sistem yang kemudian menggerakkan pompa larutan garam.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan permasalahan yaitu:

1. Bagaimana merancang bangun sistem pemantauan salinitas pada air tambak.
2. Bagaimana merancang bangun sistem kontrol salinitas air pada tambak ikan kerapu macan.
3. Bagaimanakah teknik pemberian larutan garam dengan menggunakan metode fuzzy agar dapat mengontrol nilai salinitas air tambak ikan kerapu macan pada rentang 30 – 33 ppt.

1.3 Batasan Masalah

Dalam pembuatan Tugas Akhir ini terdapat beberapa pembatasan masalah, antara lain:

1. Pada Tugas Akhir ini hanya memantau 1 parameter air secara *real-time* menggunakan sensor, parameter tersebut adalah salinitas.
2. Proses pengontrolan salinitas air menggunakan pemberian larutan garam.

3. Proses pengontrolan aktuator larutan garam menggunakan metode *fuzzy logic*.
4. Sistem adalah miniatur tambak yang telah dikondisikan seperti kenyataan, salinitas tambak cenderung rendah karena menurut (anzari, 2011) pada umumnya Indonesia terletak di daerah tropis yang curah hujannya tinggi dan terdapat banyak sungai yang mengalirkan air tawar.
5. Jenis ikannya adalah ikan kerapu macan.
6. Proses reaksi kimia yang terjadi pada sensor tidak dibahas secara detail.

1.4 Tujuan

Dalam pembuatan alat pengontrol kualitas air tambak ini tentunya ada beberapa tujuan yang menjadi tolak ukur keberhasilan alat ukur ini, adalah sebagai berikut:

1. Membuat rancang bangun sistem pemantuan salinitas pada air.
2. Membuat rancang bangun sistem pengontrol salinitas air untuk tambak ikan kerapu macan.
3. Mengetahui teknik pemberian larutan garam dengan menggunakan metode fuzzy agar dapat mengontrol nilai salinitas air tambak ikan kerapu macan pada rentang 30 – 33 ppt.

1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan Tugas Akhir ini secara sistematis diatur, dan disusun dalam lima bab yang di dalamnya terdapat beberapa sub bab. Secara ringkas, uraian materi dari bab pertama hingga bab terakhir adalah sebagai berikut:

BAB I : Pendahuluan

Pada bab ini dikemukakan hal-hal yang menjadi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan yang ingin dicapai, manfaat serta sistematika penulisan laporan tugas akhir ini.

BAB II : Landasan Teori

Pada bab ini dibahas teori yang berhubungan dengan biologi ikan kerapu macan, kualitas air untuk tambak ikan kerapu macan, sensor salinitas, Arduino, dan fuzzy logic

BAB III : Metode Penelitian

Pada bab ini dibahas mengenai prosedur penelitian, perancangan perangkat keras beserta detail dari blok diagram sistem, perancangan program yang disertai flowchart dan blok diagram kontrol fuzzy, cara kerja keseluruhan, prosedur evaluasi dan pengujian sistem.

BAB IV : Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini memaparkan berbagai macam percobaan yang dilakukan, hasil-hasil yang didapatkan beserta solusi dari permasalahan yang didapat. Selain itu disertai pula hasil uji coba perbagian seperti pengujian board arduino, LCD, sensor salinitas, metode fuzzy dan juga uji coba sistem secara keseluruhan.

BAB V : Penutup

Bab penutup ini merupakan kesimpulan dari hasil pengujian sistem secara keseluruhan, dan saran-saran yang diharapkan dalam pengembangan lebih lanjut dari Tugas Akhir ini.

BAB II

LANDASAN TEORI

Teori-teori yang digunakan dalam perancangan perangkat keras dan perangkat lunak adalah studi kepustakaan berupa data literatur dari masing-masing komponen, informasi dari internet berupa publikasi ilmiah, jurnal serta menggunakan teori dari buku penunjang, antara lain:

2.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*)

Ikan kerapu macan di pasaran internasional dikenal dengan nama flower atau carped cod, nama lokal (Gorontalo) Goropa. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-6488. 1-2000, (2005) klasifikasi ikan kerapu macan sebagai berikut :

Phylum	: Chordata
Subphylum	: Vertebrata
Classis	: Osteichtyes
Subclassis	: Actinopterigi
Ordo	: Percomorphi
Subordo	: Percoidae
Familia	: Serranidae
Genus	: Epinephelus
Spesies	: Epinephelus fuscoguttatus, Forskal

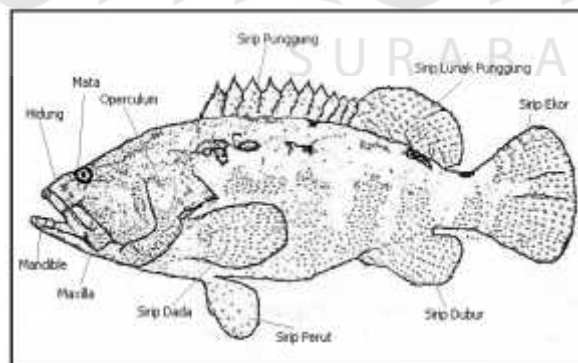
Nama lain ikan kerapu macan berdasarkan Food Agricultural Organization (FAO) (2005) :

Inggris : Marbled – brown grouper

Prancis : Merau marron

Spanyol : Mero manchado

Menurut Subyakto dan Cahyaningsih (2005) bahwa ikan kerapu macan ini memiliki bentuk tubuh memanjang dan gepeng (compressed), tetapi kadang-kadang ada juga agak bulat. Mulutnya lebar serong ke atas dan bibir bawahnya menonjol ke atas. Rahang bawah dan atas dilengkapi gigi-gigi geratan yang berderet dua baris, ujungnya lancip, dan kuat. Sementara itu, ujung luar bagian depan dari gigi baris luar adalah gigi - gigi yang besar. Badan kerapu macan ditutupi oleh sisik yang mengkilap dan bercak loreng mirip bulu macan. Menurut Kordi (2001), bentuk tubuh ikan kerapu macan menyerupai kerapu lumpur, tetapi tubuh kerapu macan lebih tinggi. Kulit tubuh ikan kerapu macan dipenuhi dengan bintik-bintik gelap yang rapat. Sirip dadanya berwarna kemerahan, sedangkan sirip-sirip yang lain mempunyai tepi coklat kemerahan. Pada garis rusuknya, terdapat 110 - 114 buah sisik. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Morfologi Ikan Kerapu Macan

Sumber : Balai Budidaya Air Payau Situbondo (2010)

2.1.1 Penyebaran dan Habitat

Daerah penyebaran kerapu macan adalah Afrika Timur, Kepulauan Ryukyu (Jepang Selatan), Australia, Taiwan, Mikronesia, dan Polinesia. Weber dan Beaufort (1931) dalam Subyakto dan Cahyaningsih (2005) menyatakan bahwa perairan di Indonesia yang memiliki jumlah populasi kerapu cukup banyak adalah Pulau Sumatera, Jawa, Sulawesi, Pulau Buru, dan Ambon. Salah satu indikatornya adalah perairan karang, Indonesia memiliki perairan karang yang cukup luas sehingga potensial sumber daya ikannya sangat besar (Tampubolon dan Mulyadi, 1989).

Ikan kerapu muda umumnya hidup di perairan karang pantai dengan kedalaman 0,5 - 3,0 m. Habitat yang paling disenangi adalah perairan pantai di dekat muara sungai. Setelah menginjak dewasa beruaya (berpindah) ke perairan yang lebih dalam, yaitu di kedalaman 7 - 40 m, biasanya perpindahan ini berlangsung pada siang dan sore hari. Ikan kerapu termasuk kelompok ikan stenohaline (Breet dan Groves, 1979 dalam Ahmad et al. 1991), oleh karena itu jenis ikan ini mampu beradaptasi pada lingkungan perairan yang berkadar garam rendah. Ikan kerapu merupakan organisme yang bersifat nocturnal, dimana pada siang hari lebih banyak bersembunyi di liang-liang karang dan pada malam hari aktif bergerak di kolom air untuk mencari makan. Parameter biologis yang cocok untuk pertumbuhan ikan kerapu yaitu temperature antara 24 - 32 °C, salinitas antara 30 - 33 ppt, oksigen terlarut lebih besar dari 3,5 ppm dan pH antara 7,8 - 8,0 (Chua and Teng, 1978).

2.2 Budidaya Ikan Kerapu di Tambak

Teknologi budidaya merupakan salah satu aspek yang sangat penting dalam menentukan suatu kegiatan budidaya perikanan. Jika potensi sumberdaya alam ada,

pemasaran ada serta sumberdaya manusia ada, maka mustahil usaha tersebut dapat dilakukan tanpa ada paket teknologi. Teknologi adalah suatu alat yang mempermudah dalam memproses hasil (Amrullah, 2003). Ikan kerapu menjadi salah satu komoditas unggulan budidaya di Indonesia disamping tiga komoditi lainnya seperti udang, ikan nila dan rumput laut. Sementara penurunan populasi ikan kerapu di alam dan kerusakan habitat karang memacu pengembangan budidaya kerapu menjadi alternatif solusi yang sangat tepat dalam kontribusi ekspor (Amrullah, 2003).

Budidaya pembesaran ikan kerapu di Indonesia secara umum dilakukan di karamba jaring apung (KJA) di laut, namun juga di tambak. Teknologi budidaya pembesaran ikan kerapu di tambak, adalah merupakan suatu peluang alternatif dalam rangka diversifikasi usaha budidaya tambak selain udang dan bandeng.

Pada budidaya ikan kerapu di tambak dapat diterapkan baik secara sederhana, semi intensif maupun intensif. Budidaya ikan kerapu di tambak dapat juga dilakukan secara terintegrasi atau terpadu baik dengan ikan bandeng, kerang hijau, rumput laut ataupun yang lainnya (Supratno dan Kusnendar, 2001). Sedangkan jenis ikan kerapu yang sudah dapat dibudidayakan di tambak, adalah jenis kerapu Lumpur (*Epinephelus suillus*), kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*), kerapu Tikus/Bebek (*Cromileptes altivelis*).

Pemeliharaan ikan kerapu di tambak dilakukan dengan sistem modular, yaitu melalui tahap pendederan dan tahap pembesaran (Supratno dan Kasnadi, 2003). Pemeliharaan tahap pendederan adalah 2 bulan dari benih ukuran 5-7 cm (2-3 g/ekor) sampai ukuran glondongan/benih dewasa (20-30 g/ekor). Sedangkan tahap

pembesaran adalah pemeliharaan mulai ukuran glondongan (benih dewasa) 20–30 g sampai ukuran konsumsi sekitar 400-600 g. Masa pembesaran kerapu lumpur maupun macan adalah 6-8 bulan dan kerapu tikus/bebek 14 –16 bulan.

Pemberian pakan pada ikan kerapu adalah berupa potongan ikan segar (rucah) yang disesuaikan dengan ukuran bukaan mulutnya. Dosis pemberian pakan adalah 6-8 % untuk pendederan, sedangkan untuk pembesaran adalah 3-5 %, atau pemberian dalam kondisi adlibitum (sampai kenyang). Frekuensi pemberian pakan dilakukan 2 kali per hari pada pagi dan sore hari sekitar pukul 07.00 dan sekitar pukul 17.00 (Supratno dan Kasnadi, 2003).

Ketinggian air untuk pemeliharaan ikan kerapu di tambak berkisar 100 – 150 cm (Supratno dan Kasnadi, 2003). Sedangkan pengelolaan lingkungan media tambak ikan kerapu yaitu dengan penggantian air sebanyak 10-20 % saat pendederan dan pembesaran 20-30 % setiap 2-3 hari sekali. Pengukuran kualitas air antara lain suhu, salinitas dan kecerahan air /plankton dilakukan setiap hari. Untuk parameter pH, BOD, amonia, nitrit, nitrat dan alkalinitas dan lainnya dilakukan secara periodik satu minggu sekali.

2.2.1 Kualitas Air

Kualitas air merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan budidaya ikan kerapu macan. Parameter kualitas air yang cocok untuk pertumbuhan ikan kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) yaitu suhu antara 24–31 °C, salinitas antara 30–33 ppt, kandungan oksigen terlarut lebih besar dari 3,5 ppm dan pH antara 7,8–8,0 (Yoshimitsu et al, 1986).

2.2.1.1 Salinitas Air

Salinitas adalah kadar garam terlarut dalam air. Satuan salinitas adalah per mil (‰), yaitu jumlah berat total (gr) material padat seperti NaCl yang terkandung dalam 1000 gram air laut (Wibisono, 2004). Salinitas merupakan bagian dari sifat fisikkimia suatu perairan, selain suhu, pH, substrat dan lain-lain. Salinitas dipengaruhi oleh pasang surut, curah hujan, penguapan, presipitasi dan topografi suatu perairan. Akibatnya, salinitas suatu perairan dapat sama atau berbeda dengan perairan lainnya, misalnya perairan darat, laut dan payau. Kisaran salinitas air laut adalah 30-35‰, estuari 5-35‰ dan air tawar 0,5-5‰ (Nybakken, 1992).

Menurut Subyakto & Cahyaningsih (2003), salinitas ideal untuk pemeliharaan kerapu adalah 28 – 33 ppt. Salinitas pada penelitian sedikit diatas salinitas optimum untuk kerapu, tetapi benih kerapu masih bisa beradaptasi terhadap salinitas tersebut. Menurut Chua & Teng (1978), kualitas perairan yang optimal untuk pertumbuhan ikan kerapu, seperti suhu berkisar antara 24-31°C, salinitas antara 30-33 ppt, oksigen terlarut > 3,5 ppm dan pH berkisar antara 7,8-8,0. Sementara itu Suprakto & Fahliwi (2007) melaporkan kualitas air pada lokasi budidaya yaitu kecepatan arus 15-30 cm/s, suhu 27-29° C, salinitas 30-33 ppt, pH 8,0 - 8,2; oksigen >5 ppm dan kedalaman > 5m.

Menurut Nontji (1987), di samudera salinitas berkisar antara 34 – 35 ppt. Variasi salinitas di permukaan air sangat mirip dengan keseimbangan evaporasi dan presipitasi. Salinitas merupakan faktor pembatas bagi organisme perairan terutama yang berada pada range yang sempit. Densitas air laut naik sejalan dengan kenaikan salinitas dan tekanan serta penurunan temperatur. Satu bagian per 1000 gram kenaikan densitasnya sekitar 0,8 bagian per 1000.

2.3 Metode Fuzzy

Fuzzy Logic diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Zadeh pada tahun 1965, merupakan metode yang mempunyai kemampuan untuk memproses variabel yang bersifat kabur atau yang tidak dapat dideskripsikan secara pasti, misalnya tinggi, lambat, bising, dll. Variabel yang bersifat kabur tersebut direpresentasikan sebagai sebuah himpunan yang anggotanya adalah suatu nilai *crisp* dan derajat keanggotaannya (*membership function*) dalam himpunan tersebut.

Logika *fuzzy* berbeda dengan logika digital biasa, dimana logika digital biasa hanya mengenal dua keadaan, yaitu: Ya dan Tidak atau *ON* dan *OFF* atau *High* dan *Low* atau "1" dan "0". Logika *fuzzy* meniru cara berpikir manusia dengan menggunakan konsep sifat kesamaran suatu nilai. Dengan teori himpunan *fuzzy*, suatu objek dapat menjadi anggota dari banyak himpunan dengan derajat keanggotaan yang berbeda dalam masing-masing himpunan.

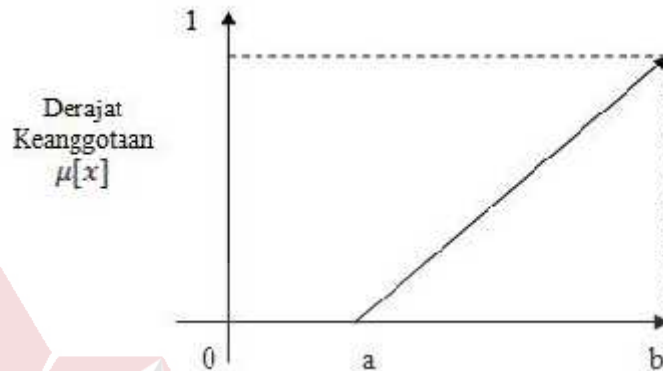
2.3.1 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data ke dalam nilai keanggotaannya. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan berbagai fungsi.

2.3.1.1 Representasi Linier

Pada representasi linier, pemetaan *input* ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai sebuah garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Terdapat dua keadaan himpunan *fuzzy* linier yaitu linier naik dan linier turun.

Linier naik dimulai pada nilai *domain* yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju ke nilai *domain* yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi yang disebut dengan representasi fungsi linier naik. Representasi fungsi keanggotaan linier naik dan rumusnya ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Representasi Linier Naik

$$\mu[x, a, b] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (2.1)$$

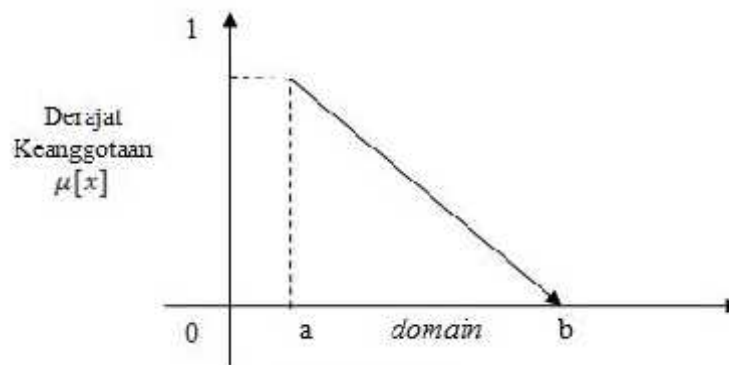
Keterangan:

a = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan nol

b = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu

x = nilai *input* yang akan di ubah ke dalam bilangan *fuzzy*

Fungsi keanggotaan linier turun, merupakan kebalikan dari fungsi keanggotaan linier naik. Pada fungsi ini, garis lurus dimulai dari nilai *domain* dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah. Fungsi dan rumus keanggotaan untuk linier turun ditunjukkan dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Representasi Linier Turun

$$\mu[x, a, b] = \begin{cases} \frac{b-x}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

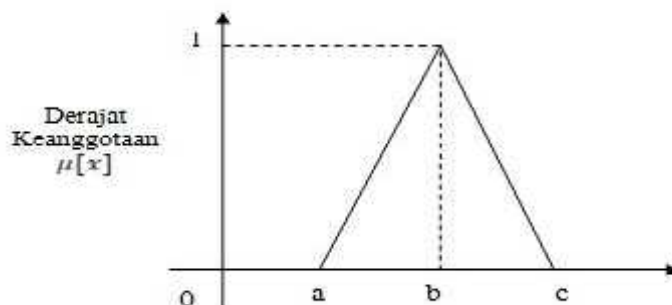
a = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu

b = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan nol

x = nilai *input* yang akan di ubah ke dalam bilangan *fuzzy*

2.3.1.2 Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis. Nilai-nilai disekitar b memiliki derajat keanggotaan turun cukup tajam menjauhi satu (1). Fungsi dan rumus keanggotaan untuk kurva segitiga ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Representasi Kurva Segitiga

$$\mu[x, a, b, c] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}; & b \leq x \leq c \end{cases} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:

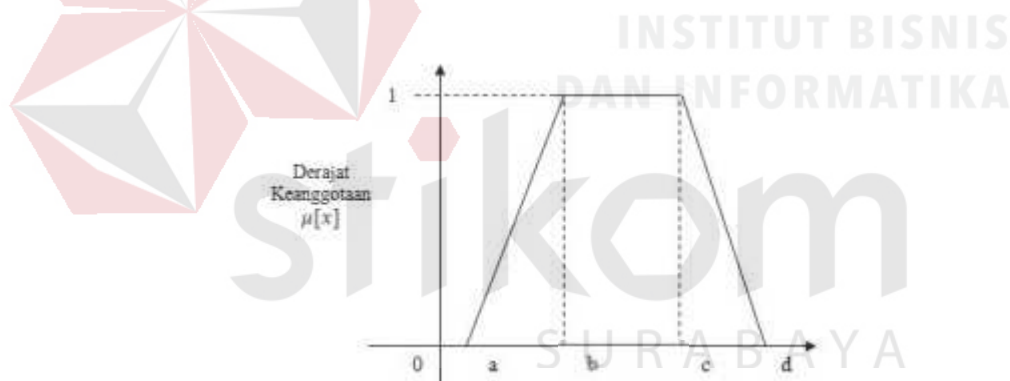
a = nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan nol

b = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu

c = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan nol

2.3.1.3 Representasi Kurva Trapesium

Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1. Fungsi dan rumus keanggotaan untuk kurva trapesium ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Representasi Kurva Trapesium

$$\mu[x, a, b, c, d] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}; & c \leq x \leq d \\ 0; & x \geq d \end{cases} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

a = nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan nol

b = nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan satu

c = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan satu

d = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan nol

x = nilai *input* yang akan di ubah ke dalam bilangan *fuzzy*

2.4 Operator-Operator *Fuzzy*

Pada dasarnya ada 2 model operator *fuzzy*, yaitu operator-operator dasar yang dikemukakan oleh Zadeh dan operator-operator alternatif yang dikembangkan dengan menggunakan konsep transformasi tertentu (Kusumadewi dan Sri, 2010). Terdapat 3 operator dasar yang diciptakan oleh Zadeh yaitu AND, OR dan NOT.

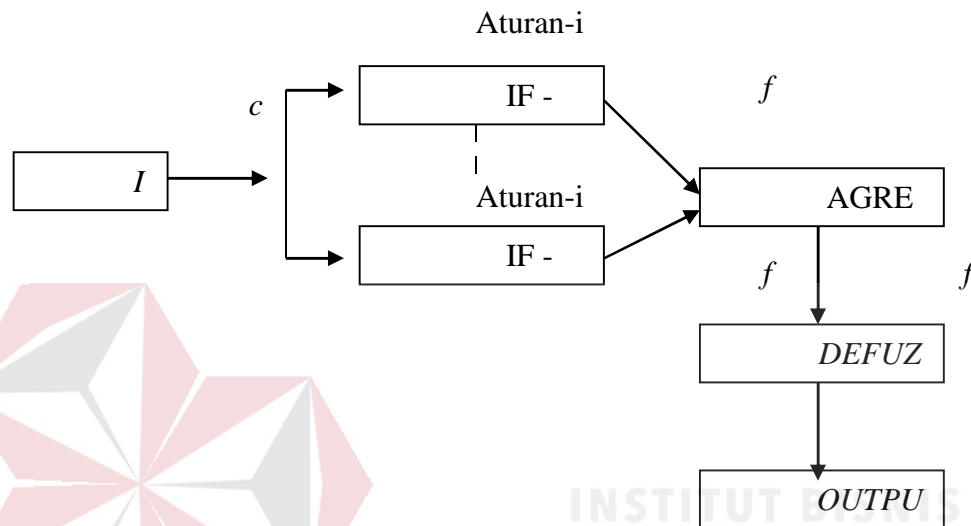
Operator AND berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan. - predikat sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan (Cox, 1994). Operator OR berhubungan dengan operasi *union* pada himpunan. -predikat sebagai hasil operasi dengan operator OR diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antareleman pada himpunan-himpunan yang bersangkutan (Cox, 1994).

Operator NOT berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan. - predikat sebagai hasil operasi dengan operator NOT diperoleh dengan mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1 (Cox, 1994).

Operator-operator alternatif terdiri dari 2 tipe yaitu, operator alternatif yang didasarkan pada transformasi aritmetika dan operator alternatif yang didasarkan pada transformasi fungsi yang lebih kompleks.

2.5 Sistem Inferensi *Fuzzy*

Sistem inferensi *fuzzy* merupakan suatu kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy* bentuk IF – THEN, dan penalaran *fuzzy*. Menurut Kusumadewi dan Sri (2010), secara garis besar diagram blok proses inferensi *fuzzy* digambarkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Diagram Blok Sistem Inferensi *Fuzzy*

Sistem inferensi *fuzzy* menerima *input crisp*, *input* ini kemudian dikirim ke basis pengetahuan yang berisi n buah aturan *fuzzy* dalam bentuk IF – THEN. *Fire strength* akan dicari pada setiap aturan, apabila jumlah aturan lebih dari satu, maka akan dilakukan agresi dari semua aturan. Selanjutnya, pada hasil agregasi akan dilakukan *defuzzy* untuk mendapatkan nilai *crisp* sebagai *output* sistem.

2.5.1 Metode Tsukamoto

Sistem inferensi *fuzzy* didasarkan pada konsep penalaran monoton. Pada metode penalaran secara monoton, nilai *crisp* pada daerah konsekuen dapat diperoleh secara langsung berdasarkan *fire strength* pada antisedennya. Salah satu syarat yang harus dipenuhi pada metode penalaran ini adalah himpunan *fuzzy* pada

konsekuensinya harus bersifat monoton (baik monoton naik maupun monoton turun) (Kusumadewi dan Sri, 2010).

2.5.2 Metode Sugeno (TSK)

Karakteristik yang dimiliki oleh sistem inferensi *fuzzy* menggunakan metode Sugeno adalah konsekuen tidak merupakan himpunan *fuzzy*, namun merupakan suatu persamaan linier dengan variabel-variabel sesuai dengan variabel-variabel *inputnya*. Takagi-Sugeno-Kang membagi sistem inferensi *fuzzy* menjadi dua model, yaitu:

i. Model *fuzzy* Sugeno Orde-0

Secara umum bentuk model *fuzzy* Sugeno orde-0 adalah (Cox, 1994):

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \circ (x_2 \text{ is } A_2) \circ (x_3 \text{ is } A_3) \circ \dots \circ (x_N \text{ is } A_N) \text{ THEN } z = k \dots\dots\dots (2.5)$$

Dengan A_i adalah himpunan *fuzzy* ke- i sebagai anteseden, \circ adalah operator *fuzzy* (seperti AND atau OR), dan k adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen.

ii. Model *fuzzy* Sugeno Orde-1

Secara umum bentuk model *fuzzy* Sugeno orde-1 adalah (Cox, 1994):

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \circ (x_N \text{ is } A_N) \text{ THEN } z = p_1 * x_1 + \dots + p_N * x_N + q \dots\dots\dots (2.6)$$

Dengan A_i adalah himpunan *fuzzy* ke- i sebagai antiseden, \circ adalah operator *fuzzy* (seperti AND atau OR), p_i adalah suatu konstanta (tegas) ke- i dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen. Proses agregasi dan *defuzzy* untuk mendapatkan nilai tegas sebagai *output* untuk M aturan *fuzzy* dilakukan dengan menggunakan rata-rata terbobot (Cox, 1994).

2.6 Arduino Uno R3

Arduino adalah *board* berbasis *microcontroller* Atmega 328. *Board* ini memiliki 14 *digital input output* pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *output*

PWM), 6 *input analog*, 16MHz *oscillator* kristal, koneksi USB, jack listrik dan tombol *reset*. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung *microcontroller*, hanya dengan menghubungkannya ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan yang bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya. Spesifikasi Arduino Uno R3 terdapat pada Tabel 2.1.



Gambar 2.7 Board Arduino Uno R3

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Uno R3

<i>Microcontroller</i>	Atmega 328
<i>Operasi Voltage</i>	5V
	7-12V (Rekomendasi)
<i>Input Voltage</i>	6-20V (<i>limits</i>)
I/O	14 pin (6 pin untuk PWM)
Arus	50 mA
<i>Flash Memory</i>	32 KB
<i>Bootloader</i>	SRAM 2 KB
EEPROM	1 KB
Kecepatan	16 Mhz

Peranti ini dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga yang kompleks. Penambahan komponen tertentu dalam peranti ini, dapat dipakai untuk pemantauan jarak jauh oleh internet, misalnya pemantauan kondisi pasien di rumah sakit dan pengendalian alat-alat di rumah.

Hubungan arduino dengan PC dilakukan melalui kabel USB, dimana kebutuhan listrik dipasok oleh PC, namun jika arduino berdiri sendiri maka diperlukan sumber tegangan eksternal sebesar 6-20V (Kadir, 2012).

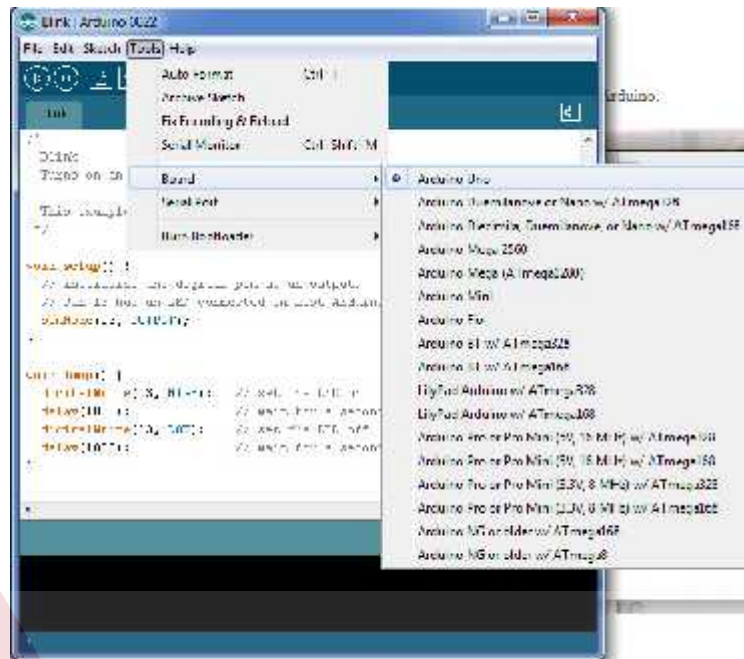
Langkah-langkah untuk menjalankan arduino adalah sebagai berikut:

1. Jalankan aplikasi arduino IDE
2. Buka contoh program *blink* yang ada pada *software* arduino IDE, dengan cara klik file > *Examples* > 1.Basics > *Blink*.



Gambar 2.8 Contoh Program *Blink*

3. Pilih *board* arduino, dengan cara klik *Tools* > *Board* > Arduino Uno.



Gambar 2.9 Pemilihan *Board* Arduino

4. Memilih *serial port* yang akan digunakan, dengan cara klik *Tools > Serial Port > Nomor Port Arduino*.
5. Langkah terakhir yaitu dengan mengupload program ke dalam *board* arduino, dengan cara klik menu *upload*. Lalu tunggu hingga muncul pesan “*Done Uploading*”.

2.7 Sensor Salinitas

Menurut Indriawati, K., (2008), sensor salinitas dibuat dengan mengasumsikan bahwa kandungan garam terlarut pada miniplant tambak adalah NaCl. Prinsip yang digunakan untuk mendeteksi kandungan garam NaCl tersebut adalah prinsip kapasitor keping sejajar.

Kapasitansi elektrik di antara dua konduktor yang terpisah oleh jarak tertentu (d) merupakan sifat penting dalam instrumen ini. Besarnya kapasitansi yang dimiliki oleh dua konduktor dapat dinyatakan dalam hubungan sebagai berikut :

$$C = \frac{\epsilon K A}{d} \dots\dots\dots (2.7)$$

dengan:

C : Kapasitansi

: Permeabilitas listrik

K : Konstanta dielektrik

A : Luasan

D : Jarak kedua konduktor

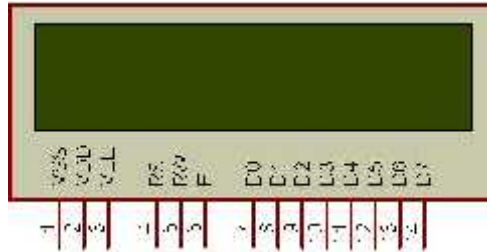
Variabel yang digunakan untuk mendeteksi kandungan NaCl pada persamaan di atas adalah permeabilitas listrik bahan dielektrik. Dalam hal ini, larutan NaCl dianggap sebagai bahan dielektrik yang disisipkan di antara dua keping plat sejajar. Semakin banyak kandungan NaCl di antara dua plat tersebut, maka semakin besar pula permeabilitas listrik yang diberikan sehingga akan semakin besar pula kapasitansi listrik yang dihasilkan.

2.8 LCD 16x2

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah sebuah peralatan elektronik, yang berfungsi untuk menampilkan *output* sebuah sistem dengan cara membentuk suatu citra atau gambaran pada sebuah layar. Secara garis besar komponen penyusun LCD terdiri dari kristal cair (*liquid crystal*) yang diapit oleh dua buah elektroda transparan dan dua buah filter polarisasi (*polarizing filter*).

LCD yang ada di pasaran dikategorikan menurut jumlah baris yang dapat digunakan pada LCD. LCD yang digunakan dalam pembuatan sistem ini yaitu modul LCD dengan tampilan 2x16 (2 baris x 16 kolom) dengan konsumsi daya

rendah. Sebelum LCD dapat digunakan langkah yang dilakukan adalah menginisialisasi LCD dengan perintah “*lcd.begin (16,2);*”. Deskripsi pin dapat dilihat pada Gambar 2.15.



Gambar 2.10 LCD 16x2

Keterangan pin pada LCD:

1. VSS : Digunakan untuk menyalakan LCD (*ground*)
2. VDD: Digunakan untuk menyalakan LCD (+5V)
3. VEE: Digunakan untuk mengatur tingkat kontras pada LCD
4. RS : Menentukan mode yang akan digunakan (0= *instruction input*, 1= *data input*)
5. R/W: Menentukan mode yang akan digunakan (0= *write*, 1= *read*)
6. EN : *Enable*
7. D0 : Data 0
8. D1 : Data 1
9. D2 : Data 2
10. D3 : Data 3
11. D4 : Data 4
12. D5 : Data 5
13. D6 : Data 6
14. D7 : Data 7

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Perancangan perangkat keras dan lunak dilakukan dengan metode penelitian yang didasarkan pada studi kepustakaan, berupa data literatur dari masing-masing komponen, informasi dari internet berupa publikasi ilmiah, jurnal serta menggunakan teori dari buku penunjang.

Dari data-data yang diperoleh dilakukan desain perancangan rangkaian perangkat keras. Dalam perancangan perangkat keras, akan dilakukan pengujian dengan menggunakan program-program yang telah dibuat, perancangan perangkat lunak adalah tahap selanjutnya. Tahap terakhir adalah penggabungan perangkat keras dengan perangkat lunak yang telah dibuat, agar dapat bekerja sama untuk menjalankan sistem yang baik.

3.1 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan penelitian ini terbagi menjadi beberapa bagian sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Mengumpulkan semua referensi yang berhubungan dengan sensor salinitas, ikan kerapu macan, dan metode *fuzzy*. Studi literatur pada Tugas Akhir ini dijelaskan dalam BAB II.

2. Desain Sistem

Melakukan perancangan alat yang nantinya memiliki 1 buah sensor, 1 buah *microcontroller* untuk proses pengontrolan, 1 buah aktuator

sebagai pengendali salinitas air dan sebuah LCD untuk penampil hasil.

Desain sistem pada Tugas Akhir ini dijelaskan dalam BAB III.

3. Pembuatan Alat

Pada langkah ini alat dibuat berdasarkan desain yang telah dibuat sebelumnya. Penjelasan dalam perancangan *hardware* terdapat dalam pembahasan BAB IV.

4. Evaluasi

Setelah alat selesai dibuat, selanjutnya melakukan uji coba alat tersebut dengan cara memberikan air tawar untuk menurunkan nilai salinitas. Prosedur selanjutnya yakni evaluasi, pada tahap ini akan diukur kemampuan sistem dalam meningkatkan nilai salinitas menjadi stabil. Kecepatan waktu yang diperlukan sistem untuk mengubah 2 parameter tersebut, merupakan nilai keberhasilan dari sistem.

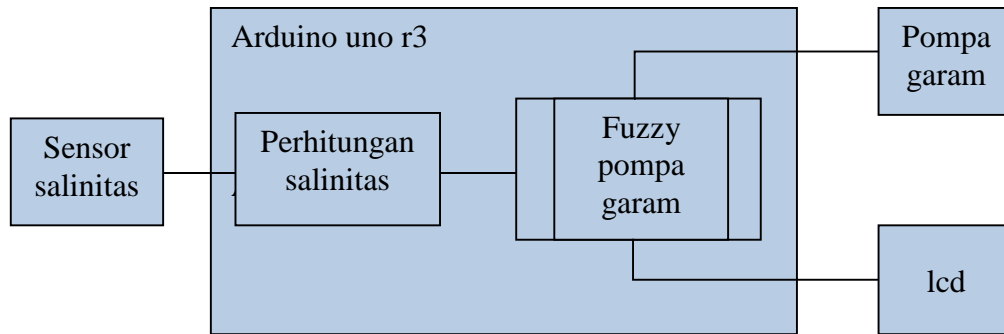
5. Kesimpulan

Kesimpulan diambil setelah melakukan proses uji coba dan pembahasan

3.2 Perancangan Perangkat Keras

Komponen-komponen yang digunakan dalam sistem ini meliputi *board* arduino, *power supply* 12V, rangkaian LCD, modul sensor salinitas, rangkaian driver motor dan pompa air DC 12V.

Perancangan perangkat keras pada sistem secara keseluruhan dilakukan berdasarkan blok diagram yang terdapat pada Gambar 3.1.

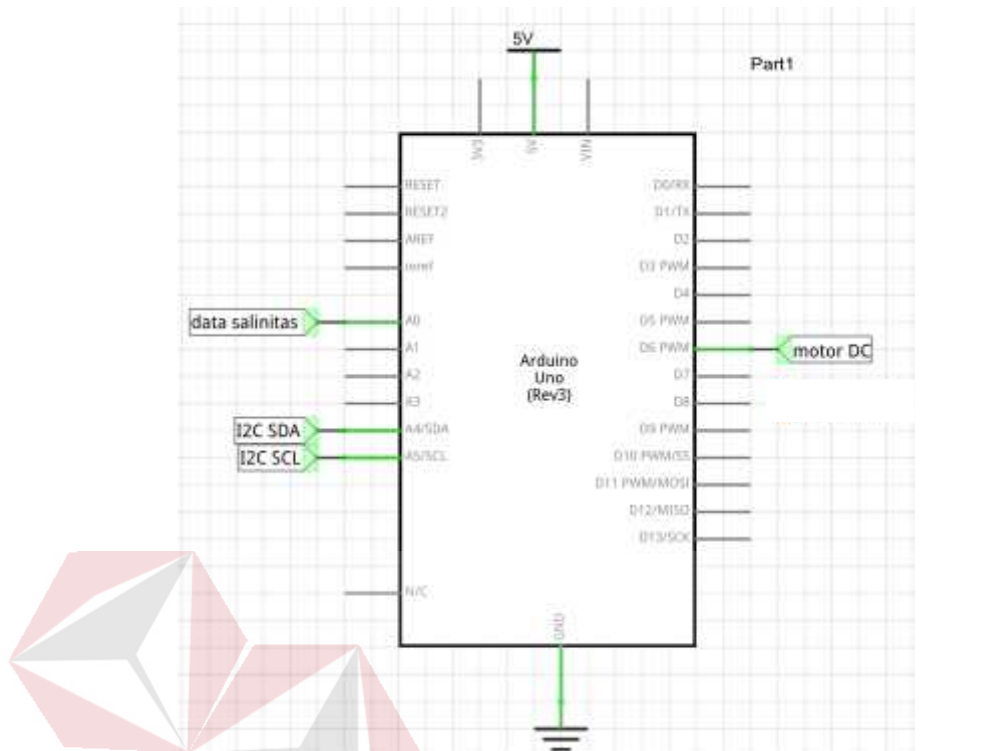


Gambar 3.1 Blok Diagram Perancangan Perangkat Keras

Pada Gambar 3.1 terdapat tiga bagian utama, yaitu *input*, *proses*, dan *output*.

1. Bagian *input* merupakan nilai aktual dari parameter salinitas yang diukur pada air tambak.
2. Bagian *proses* merupakan bagian yang ada didalam arduino terdiri atas 2 bagian:
 - i. Pin digital sebagai pemroses data digital dari sensor salinitas menjadi nilai salinitas dalam satuan ppt (part per thousand).
 - ii. *Fuzzy pompa garam* merupakan proses pengambilan keputusan aktuator pompa garam.
3. Bagian *output* terdiri dari 1 aktuator sebagai media untuk pengontrolan kualitas air tambak dan LCD sebagai alat untuk memantau parameter air tambak.
 - i. pompa garam menggunakan pompa dc 12 V yang dikontrol dengan metode *fuzzy* untuk mengatur cepat lambatnya kecepatan pompa.
 - ii. LCD merupakan alat pemantau yang akan menampilkan nilai salinitas secara *real-time*.

3.2.1 Rangkaian Arduino Uno R3



Gambar 3.2 Rangkaian Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 merupakan *board* berbasis *microcontroller* Atmega 328. Pada penelitian ini *board* arduino digunakan untuk pemrosesan data dari sensor salinitas dan menggerakkan pompa air DC, serta menampilkan data pada LCD.

Penggunaan pin arduino dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Pin A0: Digunakan untuk mengukur data salinitas.
2. Pin A4/SDA: Digunakan untuk koneksi i2c SDA pada LCD
3. Pin A5/SCL: Digunakan untuk koneksi i2c SCL pada LCD
4. Pin D6: Digunakan untuk mengontrol *motor DC*.

3.2.2 Sensor Salinitas

Air laut adalah air dari laut atau samudera. Air laut ialah lawan dari air tawar yang merupakan air yang mengandung banyak garam di dalamnya. Air laut memiliki kadar garam rata-rata 3,5 %. Artinya dalam 1 liter (1000 mL) air laut

terdapat 35 ppt garam. Pada penelitian ini menggunakan sensor *water level or salinity sensor*. *water level or salinity sensor* memiliki output analog dengan nilai 0~4.2V. Keluaran dari sensor ini akan dikonversi oleh ADC arduino 10 bit melalui PORT ADC.



Gambar 3.3 Sensor *Water Level or Salinity*

Bagian sensor salinitas ada yang ditutupi silikon dan ada yang tidak. Hal ini bertujuan untuk memodifikasi sensor yang pada dasarnya sensor dapat juga mendeteksi ketinggian air. sehingga bagian yang tidak tertutup silikon harus selalu berada didalam air ketika melakukan percobaan agar tidak mengubah pengukuran salinitas.

3.2.3 Pompa air Larutan Garam

Pompa air larutan garam menggunakan pompa air bilge pump DC 12 volt yang mampu beroperasi didalam air. Pompa air ini merupakan alat yang digunakan untuk menyedot air dan memindahkannya ke suatu tempat. Pada sistem ini pompa air digunakan sebagai aktuator untuk Pemberian larutan garam. Larutan garam digunakan untuk menaikkan nilai salinitas. Prosedur pemberian larutan garam diberikan dengan mengontrol pompa air menggunakan fuzzy logic.



Gambar 3.4 Pompa Air Bilge Pump DC 12 V

3.2.4 Miniatur Tambak

Miniatur tambak disesuaikan dengan kondisi tambak dalam beberapa aspek. Dengan ukuran 66x50x50 untuk tempat pemeliharaan ikan kerapu macan, miniatur tambak ini mampu menampung 15 ekor benih ikan. Pada tambak nyata dengan ukuran 1 Ha petani tambak biasanya memelihara 200.000 ekor benih ikan. Miniatur ini juga dilengkapi dengan kolam pembuangan air dan kolam tandon larutan garam. Air yang masuk ke kolam pembuangan tidak dikontrol, melainkan luapan dari air yang melebihi ketinggian yang diijinkan pada model tambak. Sedangkan air yang keluar dari kolam tandon menuju ke model tambak, dikendalikan dengan menggunakan pompa yang bekerja secara fuzzy logic untuk menjaga nilai salinitas air tambak. Miniatur tambak ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Miniatur Tambak

Berikut bagian – bagian yang terdapat pada miniatur tambak adalah sebagai berikut :



Gambar 3.6 Tandon Larutan Garam dan Pompa Air DC

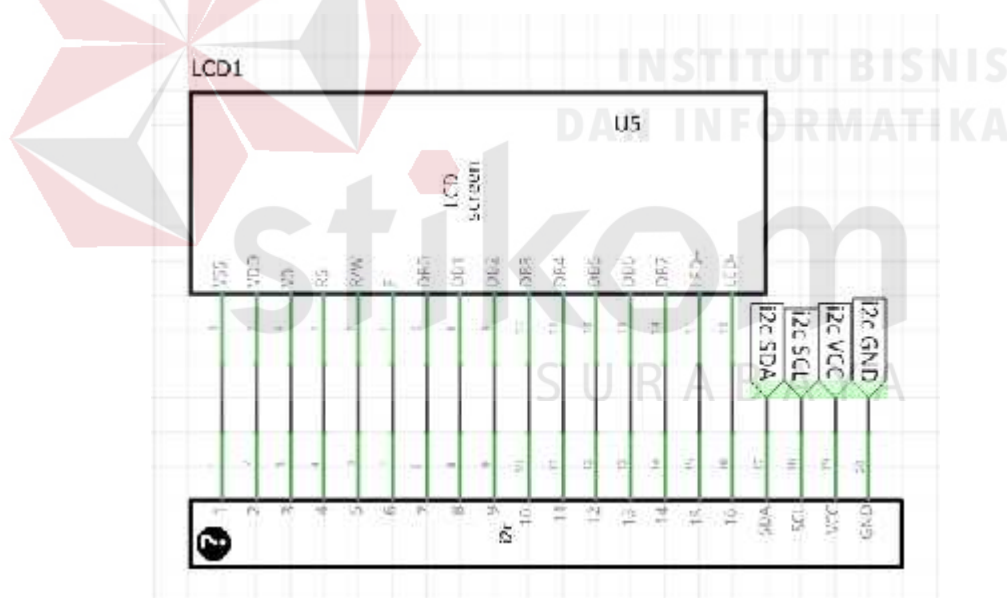
Tandon larutan garam dan pompa air terletak diluar sistem yang berperan sebagai penyuplai larutan garam jika dibutuhkan untuk meningkatkan nilai salinitas.



Gambar 3.7 Sensor Salinitas dan Saluran Pembuangan

Sensor salinitas diletakkan dekat dengan saluran pembuangan dan jauh dari saluran tandon larutan garam agar sensor dapat mengukur kondisi air yang paling akhir ada pada miniatur tambak

3.2.5 Rangkaian LCD 16x2



Gambar 3.8 Rangkaian LCD

Rangkaian LCD yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan modul I2C, sehingga mampu menghemat penggunaan pin pada arduino. Potongan program untuk menampilkan data pada LCD adalah sebagai berikut:

```
#include <Wire.h>
#include <LCD.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

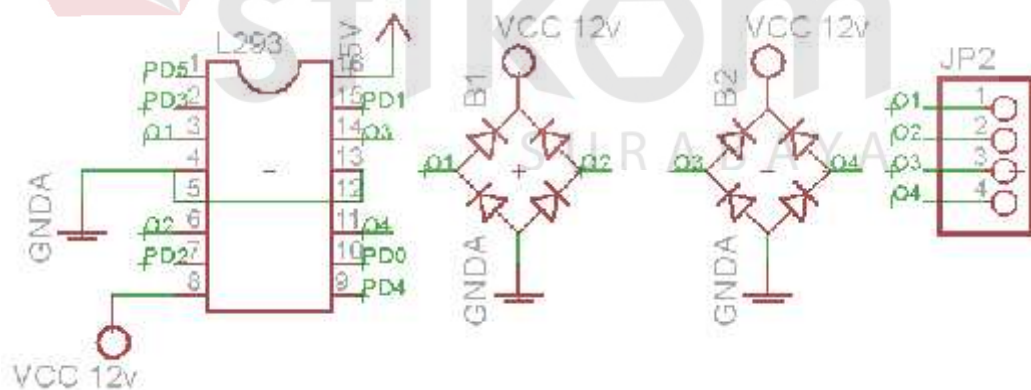
```

#define I2C_ADDR      0x27
#define BACKLIGHT_PIN    3
#define En_pin  2
#define Rw_pin  1
#define Rs_pin  0
#define D4_pin  4
#define D5_pin  5
#define D6_pin  6
#define D7_pin  7
LiquidCrystal_I2C
  lcd(I2C_ADDR,En_pin,Rw_pin,Rs_pin,D4_pin,D5_pin,D6_pin,D7_p
in);
void setup()
{
  lcd.begin (16,2);
  lcd.setBacklightPin(BACKLIGHT_PIN,POSITIVE);
  lcd.setBacklight(HIGH);
  lcd.home ();
  lcd.print("TES LCD i2c");
}

```

3.2.6 Rangkaian Driver Motor

Output *microcontroller* memiliki arus yang lemah sehingga tidak dapat menggerakkan motor, agar dapat menggerakkan motor *microcontroller* memerlukan rangkaian driver motor. Rangkaian driver motor merupakan bagian penting dalam penggerakan aktuator pompa air DC 12 V.

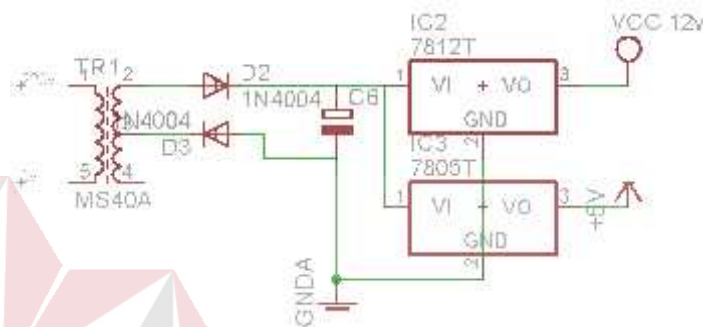


Gambar 3.9 Rangkaian Driver Motor

Pada Gambar 3.9 terdapat 2 buah dioda bridge yang digunakan untuk melindungi tegangan dan arus yang dihasilkan oleh kumparan pada motor DC. Dioda ini nantinya akan melindungi IC L293 agar tidak rusak, jika tidak dipasang diode bridge maka IC L293 akan rusak.

3.2.7 Rangkaian *Power supply*

Rangkaian *power supply* merupakan rangkaian yang berfungsi untuk mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC serta dapat memberikan kebutuhan daya pada rangkaian dan untuk menjalankan pompa air DC sebagai pompa larutan garam, yang membutuhkan tegangan 12 Volt untuk bisa beroperasi secara maksimal.



Gambar 3.10 Rangkaian *Power supply*

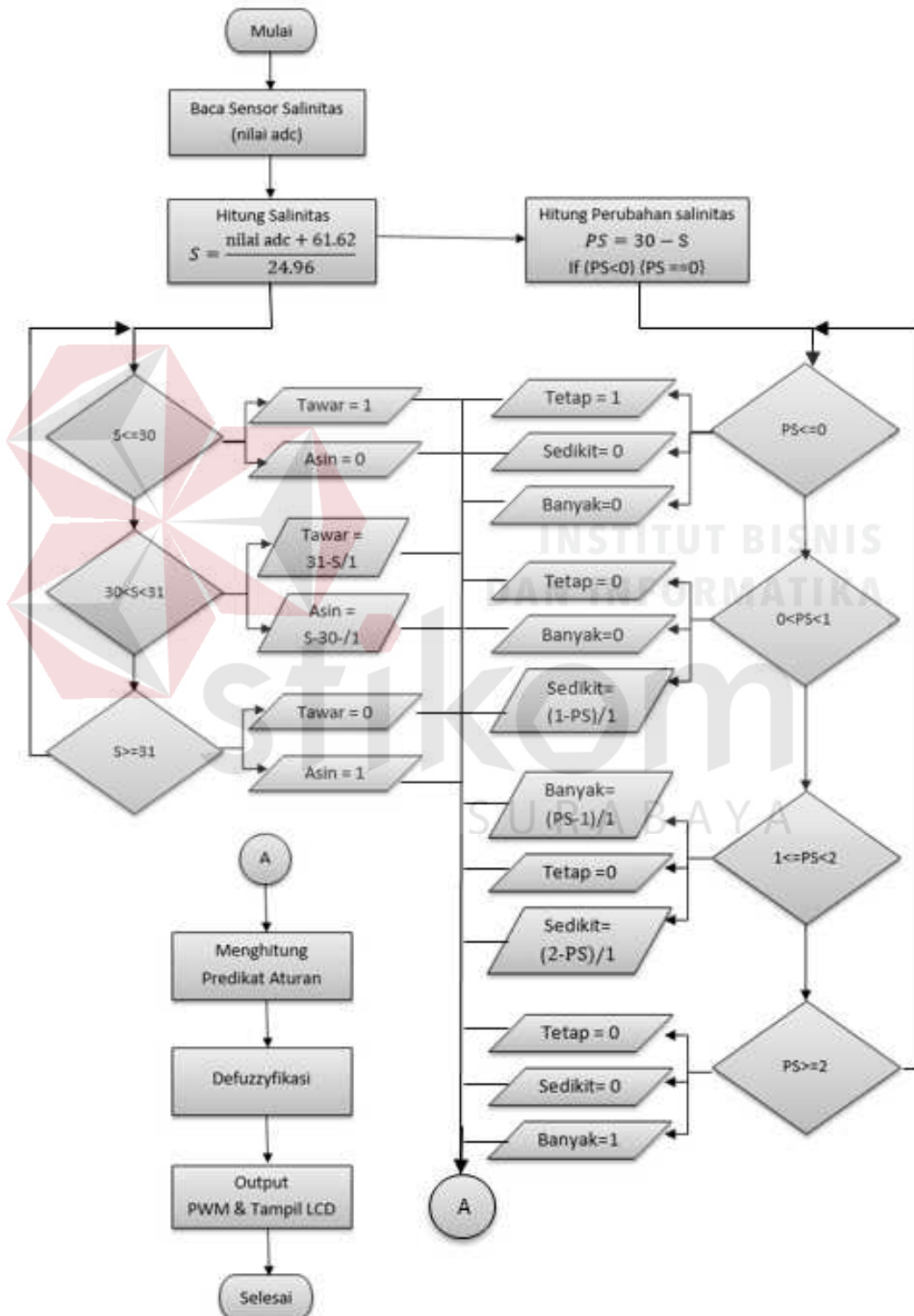
Tegangan murni AC 220 V/ 240V dari PLN diturunkan oleh *Transformer* (Trafo) yang mempunyai fungsi untuk menurunkan AC. Dalam hal ini tegangan sudah diturunkan menjadi 24V AC. Tegangan 24V AC ini kemudian disearahkan dengan 2 buah Dioda 1N4004 menjadi tegangan DC 24V.

Tegangan DC tersebut belum benar-benar DC tetapi masih terdapat *ripple* AC dengan frekuensi sesuai *input* AC dari PLN (50-60 Hz). Di sinilah fungsi dua buah *Condensator* 1000uF dan 100nF yang bertugas menyaring dan memperkecil *ripple* AC sehingga makin mendekati grafik tegangan DC.

Hasil saringan tersebut masih belum stabil, untuk itu diperlukan IC *regulator* 7812 yang berfungsi untuk menstabilkan tegangan *output* menjadi 12V DC dan IC *regulator* 7805 yang berfungsi untuk menstabilkan tegangan *output* menjadi 5V DC.

3.3 Perancangan Program

Perancangan program secara keseluruhan bisa dilihat lebih jelas melalui *flowchart* pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 *Flowchart* Perancangan Program Secara Keseluruhan

Dari flow chart gambar 3.11 dapat dilihat bahwa untuk mengatur besarnya kadar garam dalam tambak, mula – mula sistem akan membaca data sensor dan menghitung nilai salinitasnya.

Setelah semua data didapatkan, sistem melakukan eksekusi program *fuzzy* pompa larutan garam sampai didapatkan hasilnya dan pompa akan mati atau aktif cepat atau aktif lambat sesuai dengan PWM dari perhitungan fuzzy. Hasil perhitungan ditampilkan pada LCD.

3.3.1 Baca Sensor

Blok baca sensor ini mempunyai fungsi untuk membaca nilai tegangan yang dikeluarkan oleh sensor salinitas, yang terhubung dengan pin analog dan arduino.

3.3.2 Perhitungan Nilai Salinitas

Blok ini merupakan pengkonversian *output sensor water level or salinity* menjadi nilai salinitas dalam satuan ppt (*part per thousand*).

Untuk mendapatkan nilai salinitas yang sudah terkalibrasi terhadap satuan ppt, maka perlu dilakukan pengukuran dengan cara

1. Melakukan pengukuran ADC dengan menggunakan sensor salinitas terhadap beberapa sample larutan garam yang sudah diukur salinitasnya dengan melarutkan garam dapur $(\text{NaCl})_{\text{gr}}$ + air $(\text{H}_2\text{O})_{\text{lt}}$ = salinitas (ppt) sehingga didapatkan nilai adc dari masing masing sample larutan garam
2. Mencari persamaan regresi linear dari perhitungan beberapa sample yang didapatkan
3. Memasukkan persamaan regresi linear kedalam program

Berikut merupakan pengukuran dari beberapa sample larutan garam

Tabel 3.1 Pengukuran ADC Sample Larutan Garam

No	X larutan garam (ppt)	Y nilai adc	XY	X ²
1	32	742	23744	1024
2	30	680	20400	900
3	29	661	19169	841
4	27	616	16632	729
Jumlah	118	2699	79945	3494

Dari tabel 3.1 dapat dicari persamaan regresinya dengan menggunakan rumus persamaan regresi linear sederhana

$$Y = a + b(X) \dots\dots\dots (3.1)$$

Dimana :

a = konstanta

b = koefisien regresi

Y = Variabel dependen (variabel tak bebas)

X = Variabel independen (variabel bebas)

Untuk mencari rumus a dan b dapat digunakan metode least square sebagai berikut

$$a = \frac{\sum Y - b \sum X}{n} \dots\dots\dots (3.2)$$

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X \cdot \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \dots\dots\dots (3.3)$$

Sehingga dengan memasukkan nilai dari tabel 3.1 ke persamaan 3.2 dan 3.3 dapat diperoleh persamaan regresinya

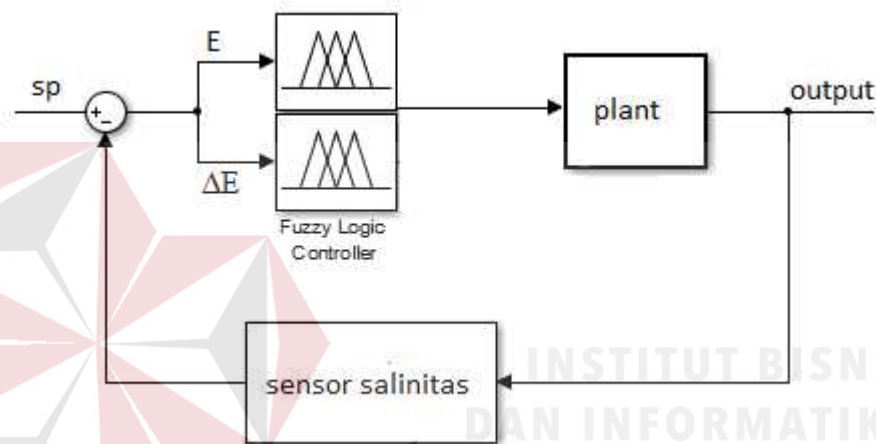
$$Y = -61.62 + 24.96X \dots\dots\dots (3.4)$$

Setelah mendapatkan persamaan regresi maka dapat dihitung nilai salinitasnya dengan Y sebagai nilai ADC dan X sebagai salinitas yang dicari

$$salinitas = \frac{\text{nilai adc} + 61.62}{24.96} \dots\dots\dots(3.5)$$

3.3.3 Fuzzy Logic Pompa Garam

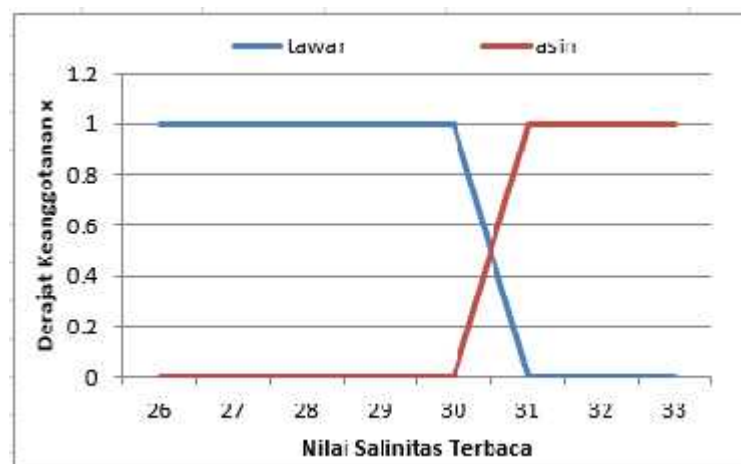
Blok ini berisi tentang proses pengolahan output kecepatan pompa garam dengan menggunakan metode fuzzy. Sistem fuzzy yang digunakan memiliki dua buah input dan sebuah output. Perancangan sistem kontrol keseluruhan dapat dilihat melalui blok diagram kontrol *fuzzy* pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 Blok Diagram Sistem Kontrol *Fuzzy*

3.3.3.1 Membership Function Salinitas Terbaca (ST)

Membership Function salinitas terbaca memiliki 2 fungsi keanggotaan yakni tawar dan asin. Paramater yang digunakan dalam fungsi keanggotaan ini berdasarkan karakteristik salinitas yang cocok untuk ikan kerapu macan.



Gambar 3.13 *Membership function* Salinitas Terbaca

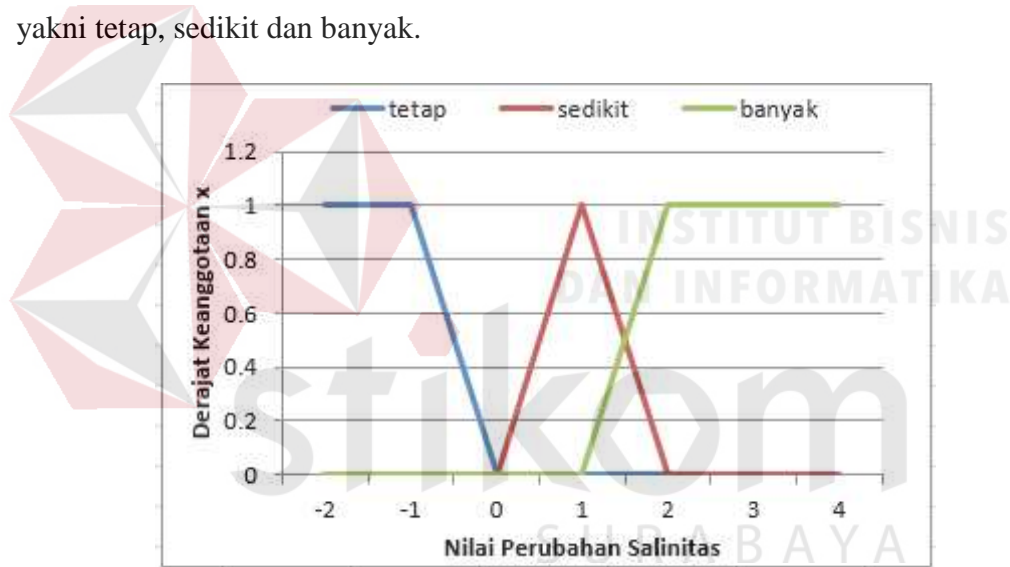
Model matematis *membership function* salinitas terbaca adalah sebagai berikut:

$$x \text{ tawar} = \begin{cases} 1; & x \leq 30 \\ \frac{31-x}{1}; & 30 < x < 31 \\ 0; & x \geq 31 \end{cases} \dots\dots\dots (3.6)$$

$$x \text{ asin} = \begin{cases} 0; & x \leq 30 \\ \frac{x-30}{1}; & 30 < x < 31 \\ 1; & x \geq 31 \end{cases} \dots\dots\dots (3.7)$$

3.3.3.2 *Membership Function* Perubahan Salinitas (PS)

Membership Function perubahan salinitas memiliki 3 fungsi keanggotaan yakni tetap, sedikit dan banyak.



Gambar 3.13 *Membership Function* Perubahan Salinitas

Model matematis *membership function* perubahan salinitas adalah sebagai berikut:

$$x \text{ tetap} = \begin{cases} 1; & x \leq -1 \\ \frac{0-x}{1}; & 0 \geq x > -1 \\ 0; & x > 0 \end{cases} \dots\dots\dots (3.8)$$

$$x \text{ sedikit} = \begin{cases} \frac{1-x}{1}; & 0 \leq x < 1 \\ \frac{2-x}{1}; & 1 \leq x < 2 \\ 0; & x \leq 0 \text{ atau } x \geq 2 \end{cases} \dots\dots\dots (3.9)$$

$$x \text{ banyak} = \begin{cases} 1; & x \geq 2 \\ \frac{x-1}{1}; & 1 < x < 2 \\ 0; & x \leq 1 \end{cases} \dots\dots\dots (3.10)$$

3.3.3.4 Membership Function Pompa Larutan Garam

Membership Function pompa larutan garam merupakan output dari kedua *membership function* sebelumnya dan memiliki 3 fungsi keanggotaan yakni off, slow, fast.



Gambar 3.14 *Membership Function* Pompa Larutan Garam

Pada sistem fuzzy pompa larutan garam ada beberapa rule yang ditetapkan untuk mendapatkan output yang diinginkan. Berikut adalah rule yang telah ditetapkan, meliputi:

1. IF ST: ASIN AND PS: TETAP THEN OFF
2. IF ST: ASIN AND PS: SEDIKIT THEN OFF
3. IF ST: ASIN AND PS: BANYAK THEN OFF
4. IF ST: TAWAR AND PS: TETAP THEN SLOW
5. IF ST: TAWAR AND PS: SEDIKIT THEN SLOW
6. IF ST: TAWAR AND PS: BANYAK THEN FAST

Secara keseluruhan *rule* tersebut digambarkan dalam Tabel 3.2

dalam tabel tersebut Salinitas Terbaca (ST) merupakan representasi dari membership function fuzzy salinitas terbaca, meliputi tawar dan asin. Perubahan Salinitas (PS) merupakan representasi dari membership function fuzzy perubahan salinitas, yang meliputi tetap, sedikit, dan banyak.

Tabel 3.2 *Rule Fuzzy* Pompa Larutan Garam

<div> <div>ST</div> <div>PS</div> </div>	TAWAR	ASIN
TETAP	SLOW	OFF
SEDIKIT	SLOW	OFF
BANYAK	FAST	OFF

3.3.3.5 Proses *Defuzzyfikasi*

Proses *defuzzyfikasi* menggunakan metode sugeno nol untuk mencari nilai rata-rata terbobot dengan rumus :

$$\text{Weighted average (WA)} : WA = \frac{\mu(k1) \times k1 + \mu(k2) \times k2 + \mu(k3) \times k3}{\mu(k1) + \mu(k2) + \mu(k3)} \dots\dots\dots (3.11)$$

Sehingga didapatkan nilai perhitungan kecepatan pompa larutan garam (%) :

$$\frac{off(i) \times 0 + slow(i) \times 30 + fast(i) \times 60}{off(i) + slow(i) + fast(i)} \dots\dots\dots (3.12)$$

Keterangan :

off (i) = nilai minimal rule fuzzy off ke (i)

slow (i) = nilai minimal rule fuzzy slow ke (i)

fast (i) = nilai minimal rule fuzzy fast ke (i)

3.3.4 Blok Tampil Hasil

Blok ini berfungsi menampilkan hasil dari *fuzzy logic* tingkat salinitas, berdasarkan dari dua parameter yang diukur sebelumnya.

3.4 Cara Kerja Sistem Secara Keseluruhan

Sistem ini bekerja dengan menerima data dari sensor salinitas yang dimasukkan kedalam *arduino* melalui ADC. Data dari sensor ini digunakan untuk menggerakkan aktuator pompa air, selain itu data juga akan ditampilkan kedalam LCD berupa nilai salinitas dari miniatur tambak dan kecepatan putaran pompa air berdasarkan perhitungan dari metode *fuzzy*.

3.5 Prosedur Evaluasi

Prosedur evaluasi yang perlu dilakukan terdiri dari dua tahap utama yaitu kalibrasi sensor dan melakukan pengecekan atau pengevaluasian kembali kerja sistem secara keseluruhan.

1. Kalibrasi sensor

Kalibrasi sensor salinitas dilakukan dengan cara membandingkan dengan larutan garam yang sudah diukur salinitasnya berdasarkan satuan ppt (part per thousand)

$$1 \text{ ppt} = \frac{1 \text{ gr}}{1 \text{ liter}} \dots\dots\dots (3.13)$$

2. Pengujian Sistem

Pengujian sistem menggunakan larutan garam dan air sumur untuk merubah salinitas miniatur tambak. Pada proses ini akan diukur mampukah sistem dalam mengendalikan salinitas air menjadi 30 ppt – 33 ppt yang dibutuhkan oleh ikan kerapu macan.

3.6 Pengujian Sistem

Pengujian sistem ini dilakukan secara bertahap, guna mengetahui apakah sistem berjalan dengan benar. Pengujian sistem ini dimulai dari:

- a. Pengujian *board* arduino, pengujian ini dilakukan awal karena arduino merupakan pemroses data-data dari sensor dan arduino merupakan penggerak aktuator.
- b. Pengujian *power supply* 12 V, yang digunakan untuk menyalakan pompa air DC sebagai pompa larutan garam.
- c. Pengujian LCD yang digunakan sebagai penampil data.
- d. Pengujian sensor salinitas, bertujuan untuk mengetahui keakuratan sensor salinitas yang telah dibuat.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian *Board* Arduino Uno R3

Pengujian *board* Arduino Uno R3 dilakukan dengan cara memasukkan program pada arduino, kemudian menguji keluarannya pada pin digital Arduino Uno R3.

4.1.1 Tujuan

Pengujian *board* Arduino Uno R3 bertujuan untuk mengetahui, apakah keluaran yang dihasilkan telah sesuai dengan program.

4.1.2 Peralatan yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam pengujian *board* Arduino Uno R3 adalah sebagai berikut:

1. Avometer
2. *Board* Arduino Uno R3 yang telah diprogram
3. *Power Supply*

4.1.3 Prosedur Pengujian

1. Hubungkan *power supply* ke *board* Arduino Uno R3.
2. Menyalakan *power supply*.
3. Mengukur *output* dari pin Arduino Uno R3 menggunakan avometer.

4.1.4 Hasil Pengujian *Board* Arduino Uno R3

Hasil percobaan *board* Arduino Uno R3 dengan potongan program:

```
const int PIN_OUTPUT = 6;
void setup()
{
  pinMode (PIN_OUTPUT,OUTPUT);
}
```

```
void loop()
{
    digitalWrite(PIN_OUTPUT,HIGH);
}
```

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Keluaran Pin Digital Arduino (Pin 6)

Pengukuran <i>Output</i> Pin Digital (V)	Nilai yang Diharapkan (V)	<i>Error</i> (%)
4,90	5	2
5,02	5	0,39
4,90	5	2
4,98	5	0,4
5,02	5	0,39
Jumlah		5,18 %
Rata-rata <i>error</i> (%)		1,03 %

Berdasarkan pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa *board* Arduino Uno R3 dapat bekerja dengan baik, dengan rata-rata tingkat *error* 1,03 %.

4.2 Pengujian LCD

Pengujian LCD dilakukan dengan cara memasukkan program ke *board* Arduino Uno R3, kemudian dilihat pada tampilan LCD apakah telah sesuai dengan program yang dibuat.

4.2.1 Tujuan

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menguji kelayakan dari LCD yang digunakan.

4.2.2 Peralatan yang Digunakan

1. *Board* Arduino Uno R3
2. *Power supply*
3. LCD

4.2.3 Prosedur Pengujian

1. Siapkan *board* Arduino Uno R3 yang telah terprogram.

2. Hubungkan pin Arduino Uno R3 dan pin LCD.
3. Lihat tampilan pada LCD apakah sudah sesuai dengan program.

4.2.4 Hasil Pengujian LCD

Hasil pengujian LCD dengan potongan program:

```
#include <Wire.h>
#include <LCD.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#define I2C_ADDR    0x27
#define BACKLIGHT_PIN    3
#define En_pin    2
#define Rw_pin    1
#define Rs_pin    0
#define D4_pin    4
#define D5_pin    5
#define D6_pin    6
#define D7_pin    7
LiquidCrystal_I2C
    lcd(I2C_ADDR,En_pin,Rw_pin,Rs_pin,D4_pin,D5_pin,D6_pin,D7_p
in);
void setup()
{
    lcd.begin (16,2);
    lcd.setBacklightPin(BACKLIGHT_PIN,POSITIVE);
    lcd.home ();
    lcd.print("TES LCD i2c");
}
void loop()
{
    lcd.setBacklight(LOW);
}
```



Gambar 4.1 Hasil Pengujian LCD

Hasil pengujian LCD menunjukkan bahwa tampilan LCD sudah sesuai dengan program yang dimasukkan dan LCD layak untuk digunakan.

4.3 Pengujian Sensor Salinitas

Pengujian sensor salinitas dilakukan dengan cara membandingkan dengan larutan garam yang sudah diukur salinitasnya berdasarkan satuan ppt (part per thousand)

$$\text{Kadar garam (ppt)} = \frac{\text{nacl (gr)}}{1000 \text{ gr air}} \dots\dots\dots (4.1)$$

4.3.1 Tujuan

Pengujian sensor salinitas bertujuan untuk mengetahui tingkat keakuratan sensor salinitas.

4.3.2 Peralatan yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam proses pengujian sensor tekanan ini adalah sebagai berikut.

1. *Board* Arduino Uno R3
2. *Power Supply*
3. Air sumur dan garam
4. *electronic kitchen scale* dan gelas liter
5. Modul sensor salinitas
6. LCD

4.3.3 Prosedur Pengujian

1. Hubungkan *power supply* dengan sumber tegangan 220/240V.
2. Hubungkan *power supply* dengan *board* Arduino Uno R3 dan modul sensor salinitas.
3. Download program perhitungan salinitas ke dalam *board* arduino.

4. Buat larutan kalibrasi dengan cara mencampur garam dengan air sumur dalam satuan ppt.
5. Masukkan sensor salinitas untuk mengetahui kadar garam dari masing-masing larutan
6. Amati perbedaan nilai yang diperoleh sensor salinitas pada masing-masing larutan.

4.3.4 Hasil Pengujian Sensor salinitas

Berikut ini adalah dan potongan program yang digunakan untuk menghitung nilai salinitas pada setiap larutan.

```
#include <Wire.h>
#include <Wire.h>
#include <LCD.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#define I2C_ADDR 0x27
#define BACKLIGHT_PIN 3
#define En_pin 2
#define Rw_pin 1
#define Rs_pin 0
#define D4_pin 4
#define D5_pin 5
#define D6_pin 6
#define D7_pin 7
LiquidCrystal_I2C
    lcd(I2C_ADDR,En_pin,Rw_pin,Rs_pin,D4_pin,D5_pin,D6_pin,D7_pin);
const int PIN_SALINITAS = A0; // data salinitas
float data_awl;
float salitas;
void setup()
{
    Serial.begin(9600);
    lcd.begin (16,2);
    lcd.setBacklightPin(BACKLIGHT_PIN,POSITIVE);
    lcd.setBacklight(HIGH);
    lcd.home ();
}
void loop()
{
    baca_salinitas();
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("salinitas: ");
    lcd.print(salitas);
```

```

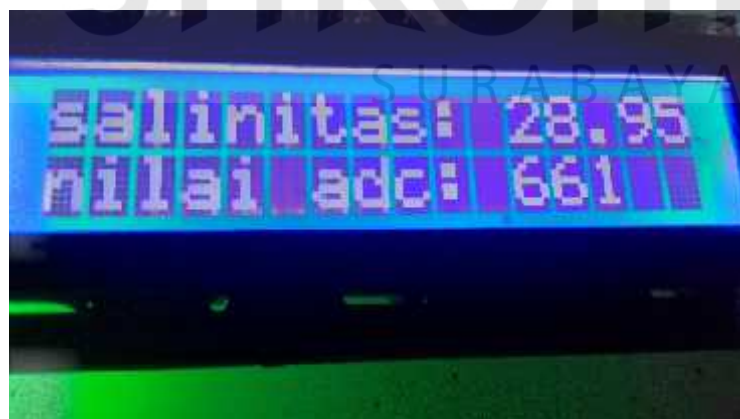
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("nilai adc: ");
    lcd.print(analogRead(A0));
    delay(5000);
}
/////////baca salinitas/////////
float baca_salinitas()
{
    data_awl = analogRead(PIN_SALINITAS);
    salitas = (data_awl+61.62)/24.96;
    return salitas;
}
////////end baca slinitas////////

```



Gambar 4.2 Pengujian sensor salinitas pada larutan garam 27 ppt

Gambar 4.2 menunjukkan hasil pengukuran sensor water level or salinity dengan nilai 27,15 ppt terhadap larutan dengan kadar garam 27 ppt.



Gambar 4.3 Pengujian sensor salinitas pada larutan garam 29 ppt

Gambar 4.3 menunjukkan hasil pengukuran sensor Water Level or Salinity dengan nilai 28,95 ppt terhadap larutan dengan kadar garam 29 ppt.

Tabel 4.2 merupakan hasil pengukuran sensor Water Level or Salinity dengan 8 kali pengukuran.



Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Sensor Water Level or Salinity

no	larutan pembanding (ppt)	pengukuran sensor water level or salinity	eror
1	32	32.19	0.61
2	31	30.63	1.18
3	30	29.71	0.96
4	29	28.95	0.17
5	28	28.19	0.68
6	27	27.15	0.55
7	26	26.67	2.57
8	25	25.35	1.38
rata-rata			1.01

Berdasarkan pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa pengukuran salinitas menggunakan sensor *Water Level or Salinity* didapatkan rata-rata tingkat *error* 1,01 %.

Dengan demikian dapat diperoleh tingkat akurasi dari sensor *Water Level or Salinity* yang dibuat sebesar 98,99 %.

4.4 Pengujian Metode *Fuzzy*

Pengujian metode *fuzzy* dilakukan dengan cara memasukkan data parameter salinitas terbaca dan perubahan salinitas ke dalam sistem *fuzzy* yang telah diprogram pada arduino dan hasilnya dibandingkan dengan perhitungan sistem *fuzzy* secara manual

4.5.1 Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui perancangan program sistem *fuzzy* yang dibuat apakah sesuai dengan yang diharapkan.

4.5.2 Peralatan yang Digunakan

1. *Board* Arduino Uno R3
2. *Power supply*

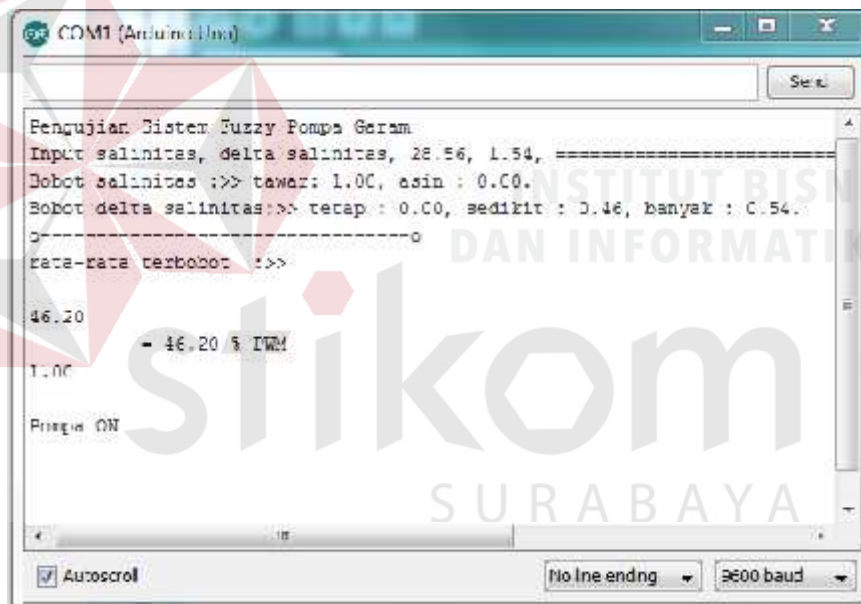
3. PC sebagai penampil data serial

4.5.3 Prosedur Pengujian

1. Hubungkan *power supply* dengan sumber tegangan 220/240V PLN.
2. Hubungkan *power supply* dengan *board* Arduino Uno R3 dan sambungkan kabel data arduino ke PC.
3. Download program *fuzzy* ke dalam *board* Arduino Uno R3.
4. Catat hasil tampilan pada PC.

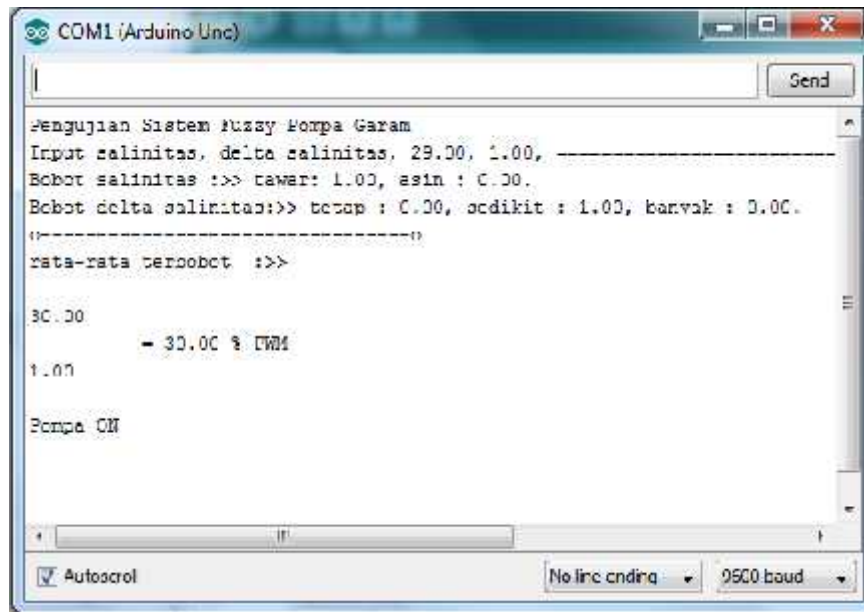
4.5.4 Hasil Pengujian Metode Fuzzy

Berikut ini merupakan hasil pengujian sistem *fuzzy* yang dibuat.



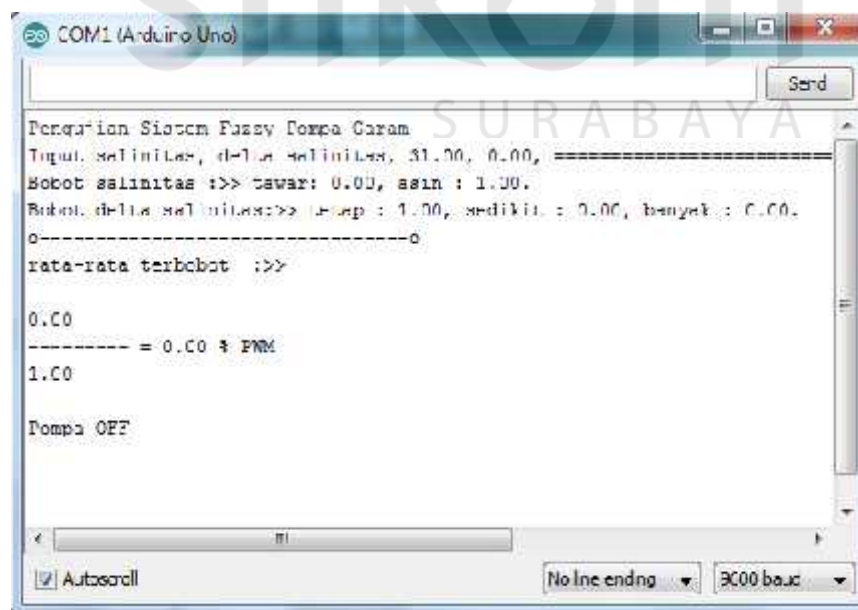
Gambar 4.4 Hasil pengujian metode *fuzzy* 1

Gambar 4.4 merupakan salah satu hasil pengujian sistem *fuzzy* dengan *input* salinitas 28,56 ppt, perubahan salinitas 1,54 ppt. Hasil menunjukkan kondisi pompa “ ON ”, dengan persentase tingkat pwm sebesar 46,20 %. Hasil pengujian telah sesuai dengan analisis *fuzzy* secara manual.



Gambar 4.5 Hasil pengujian metode *fuzzy* 2

Gambar 4.5 merupakan salah satu hasil pengujian sistem *fuzzy* dengan *input* salinitas 29 ppt, perubahan salinitas 1 ppt. Hasil menunjukkan kondisi pompa “ON”, dengan persentase tingkat pwm sebesar 30 %. Hasil pengujian telah sesuai dengan analisis *fuzzy* secara manual.



Gambar 4.6 Hasil pengujian metode *fuzzy* 3

Gambar 4.6 merupakan salah satu hasil pengujian sistem *fuzzy* dengan *input* salinitas 31 ppt, perubahan salinitas 0 ppt. Hasil menunjukkan kondisi pompa “ off ”, dengan persentase tingkat pwm sebesar 0 %. Hasil pengujian telah sesuai dengan analisis *fuzzy* secara manual.

Penghitungan *fuzzy* untuk kondisi sistem pada saat pompa ON dan PWM bernilai 46.20 % secara manual menunjukkan hasil sebagai berikut:

Input salinitas = 28,56ppt, perubahan salinitas = 1,54 ppt.

Bobot Salinitas :



Rule Fuzzy :

R1. If Salinitas Tawar and Perubahan salinitas Sedikit

Then SLOW = min (1 ; 0,46) = 0,46

R2. If Salinitas Tawar and Perubahan salinitas Banyak

Then FAST = min (1 ; 0,54) = 0,54

Rata – rata terbobot =

$$\frac{(0,46 * 30) + (0,54 * 60)}{0,46 + 0,54} = 46,20 \% \text{ PWM}$$

Rata-rata terbobot menghasilkan nilai 46,20% sebagai hasil akhir dari proses perhitungan *fuzzy* atau *defuzzyfikasi*.

Tabel 4.3 merupakan hasil pengujian metode *fuzzy* dengan 5 kali perhitungan.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian metode *fuzzy*

Salinitas	Perubahan salinitas	PWM	Hasil
27	3	60,00 %	Sesuai dengan perhitungan manual
28,56	1,54	46,20 %	Sesuai dengan perhitungan manual
29	1	30,00 %	Sesuai dengan perhitungan manual
30,5	0	15,00%	Sesuai dengan perhitungan manual
31	0	0,00%	Sesuai dengan perhitungan manual

Dari pengujian metode *fuzzy* dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan kondisi PWM telah sesuai dengan analisis *fuzzy* secara manual.

4.5 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian secara keseluruhan dilakukan untuk menguji sistem secara keseluruhan. Pengujian ini dilakukan dengan memberi air sumur pada miniatur tambak. Pemberian air sumur ini mewakili kondisi tambak yang cenderung menjadi tawar dikarenakan curah hujan dan kelembaban udara di atasnya. Pemberian air sumur nantinya akan menurunkan salinitas air, sehingga sistem akan berusaha untuk menstabilkan salinitas air sesuai dengan kebutuhan ikan kerapu macan yakni antara 30 – 33 ppt.

4.5.1 Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mengendalikan salinitas air.

4.5.2 Peralatan yang Digunakan

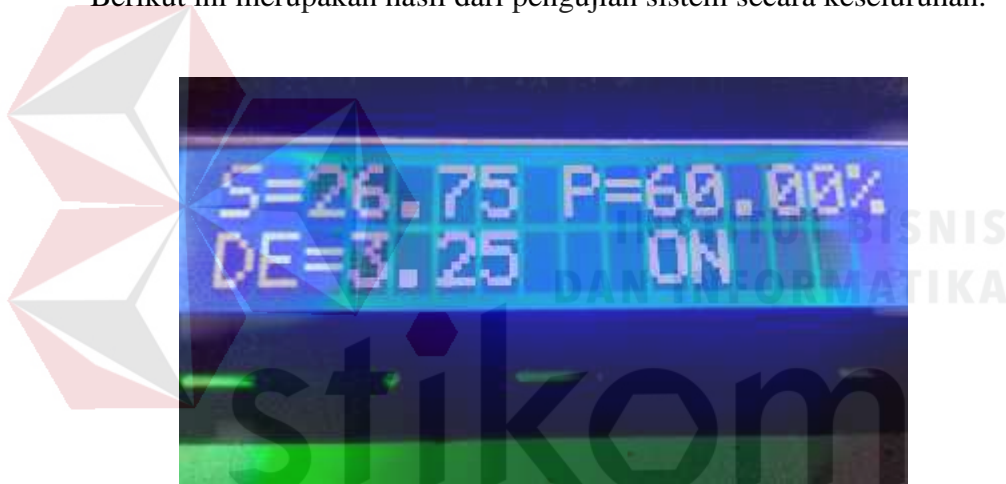
1. Air sumur
2. Larutan garam
3. Sistem pengendali salinitas air yang sudah terintegrasi

4.5.3 Prosedur Pengujian

1. Tekan tombol power supply.
2. Beri air sumur
3. Catat kondisi awal salinitas saat sistem diganggu dengan air sumur
4. Amati pergerakan pompa dan larutan garam yang masuk kedalam sistem saat sistem berusaha menyetabilkan salinitas
5. Amati hasil yang ditampilkan pada LCD

4.5.4 Hasil Pengujian Secara Keseluruhan

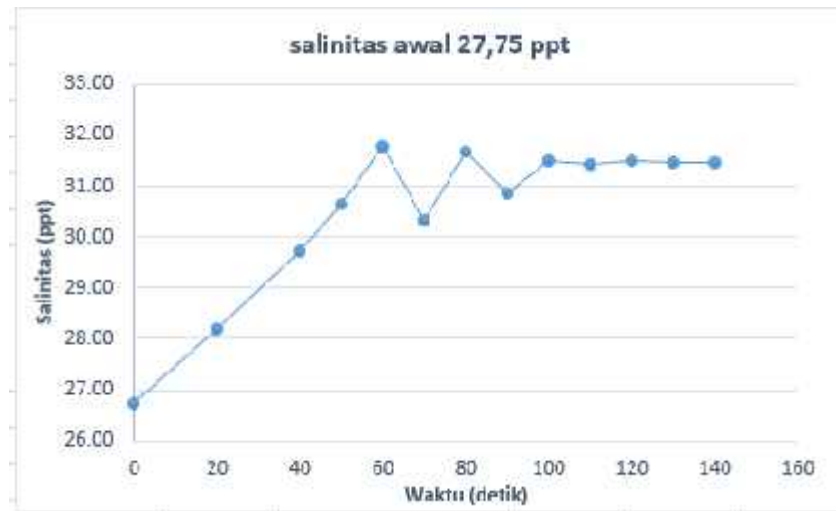
Berikut ini merupakan hasil dari pengujian sistem secara keseluruhan.



Gambar 4.7 Konsisi Pertama dengan Salinitas 26,75 ppt

Gambar 4.7 merupakan salah satu hasil pengujian sistem secara keseluruhan yang menunjukkan mula-mula salinitas bernilai 26,75 ppt. Kondisi tersebut terjadi karena miniatur tambak diberikan gangguan berupa pemberian air sumur. Pemberian air sumur menyebabkan menurunnya salinitas sehingga dalam kondisi ini pompa akan aktif sesuai dengan kecepatan PWM yang diatur oleh *fuzzy*.

Berikut grafik perubahan salinitas saat sistem berusaha menyetabilkan salinitas dengan set point 31 ppt agar sesuai dengan kebutuhan ikan kerapu macan.



Gambar 4.8 Perubahan Salinitas pada Kondisi Pertama



Gambar 4.9 Kondisi Kedua dengan Salinitas 28,03 ppt

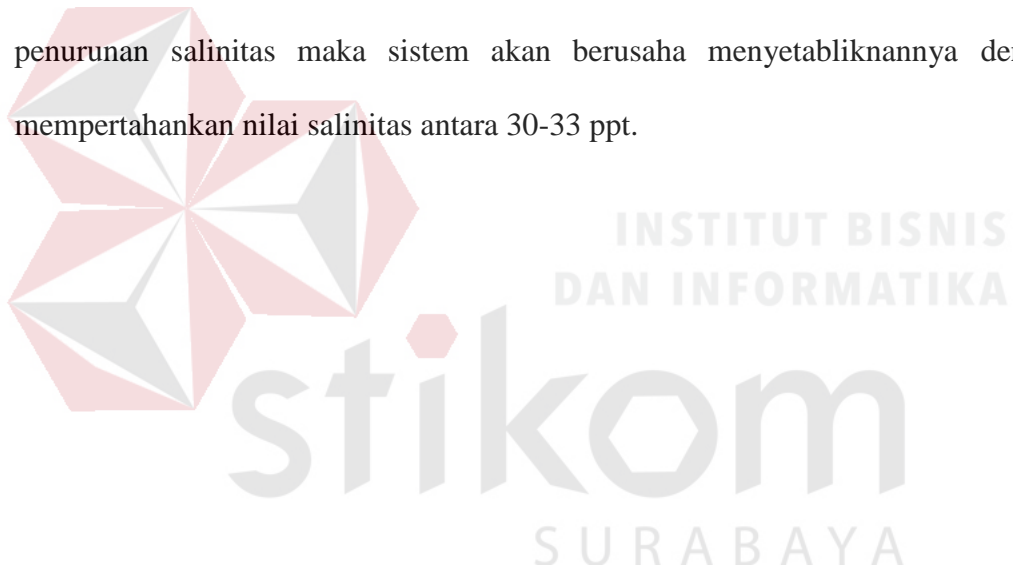
Gambar 4.9 merupakan salah satu hasil pengujian sistem secara keseluruhan yang menunjukkan mula-mula salinitas bernilai 28,03 ppt. Kondisi tersebut terjadi karena miniatur tambak diberikan gangguan berupa pemberian air sumur. Pemberian air sumur menyebabkan menurunnya salinitas sehingga dalam kondisi ini pompa akan aktif sesuai dengan kecepatan PWM yang diatur oleh *fuzzy*.

Berikut grafik perubahan salinitas saat sistem berusaha menyetabilkan salinitas dengan set point 31 ppt agar sesuai dengan kebutuhan ikan kerapu macan.



Gambar 4.10 Perubahan Salinitas pada Kondisi Kedua

Dari hasil pengujian keseluruhan dapat disimpulkan bahwa setiap terjadi penurunan salinitas maka sistem akan berusaha menyetabliknannya dengan mempertahankan nilai salinitas antara 30-33 ppt.



BAB V

PENUTUP

Berdasarkan pengujian pada perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam Tugas Akhir ini, maka dapat diambil kesimpulan dan saran-saran dari hasil yang diperoleh.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Tingkat akurasi sensor water level or salinity untuk pengukuran salinitas sebesar 98,99% hasil tersebut merupakan perbandingan dengan larutan garam yang sudah diukur dalam satuan ppt.
2. Penghitungan salinitas dengan menggunakan metode *fuzzy* berjalan dengan baik dengan persentase keberhasilan 100% sesuai dengan analisis *fuzzy* secara manual.

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi hasil pengukuran salinitas diantaranya adalah posisi peletakan bagian sensor salinitas yang digunakan untuk mengindra tidak sepenuhnya tenggelam di air, peletakan tersebut sangat kritis karena sensor salinitas merupakan sensor *Water Level or Salinity* sehingga ketinggian air pada sensor berpengaruh terhadap pengukuran.

Secara keseluruhan sistem dapat berjalan dengan baik dalam pengendalian salinitas dengan mempertahankan nilai salinitas antara 30-33 ppt dan sistem fuzzy yang digunakan dapat berjalan sesuai yang diharapkan.

5.2 Saran

Berikut ini adalah beberapa saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya agar sistem berjalan lebih baik:

1. Dapat dikembangkan dengan mengintegrasikan beberapa faktor-faktor pendukung pengembangan ikan kerapu macan seperti suhu dan PH.
2. Metode kontrol *fuzzy* dapat diganti dengan metode kontrol lain
3. Penelitian berikutnya diharapkan dapat melakukan percobaan dengan memelihara ikan kerapu secara langsung.



DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Imanto, Muchari, Basyarie, Sunyoto, Slamet, Mayunar, Purba, Diani, Rejeki, Pranowo dan Murtiningsih. 1991. *Operasional Pembesaran Ikan Kerapu Dalam Jaring Apung*. Balai Penelitian Perikanan Budidaya Pantai, Maros. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Amrullah, M.H. 2003. *Prospek dan Dukungan Teknologi dalam Pengembangan Budidaya Kerapu di Balerang*. Pelatihan Teknologi Budidaya, Pembuatan Pakan dan Pasca Panen Kerapu di Batam 20-22 Oktober 2003. BPPT. Jakarta.
- Anzari, R. 2011. *Laporan Salinitas Praktikum Pengantar Oseanografi*. (online) (<http://ridhoanzari.blogspot.com/2013/10/laporan-salinitas-praktikum-pengantar.html>, diakses 27 Juli 2015).
- Chua, T. E and S.K. Teng. 1978. *Effect of frequency on the growth of estuary grouper, Epinephelus tauvina cultured in floating net cages*. Aquaculture. 14: 31-47.
- Cox, Earl. 1994. *The Fuzzy Systems Handbook Handbook Practitioner's Guide to Building, Using, and Maintaining* : Academic Press.
- Indriawati, K., 2008 *Pembuatan Modul Kontrol Kualitas Air Tambak Udang Sebagai Sarana Pembelajaran Perbaikan Teknik Budidaya Udang*, Surabaya. (Tugas Akhir), Teknik Fisika FTI-ITS.
- Kadir, Abdul. 2012. *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya menggunakan Arduino*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.

- Kordi, M.G.H., 2010 *Nikmat Rasanya, Nikmat Untungnya - Pintar Budidaya Ikan di Tambak Secara Intensif*, Lily publisher. Yogyakarta.
- Kusumadewi, Sri dan Sri Hartati. 2010. *Neuro-Fuzzy Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Nontji, A. 1987. *Laut Nusantara*. Djambatan, Jakarta.
- Nybakken, J.W. 1988. *Biologi laut suatu pendekatan ekologis*. Gramedia. Jakarta.
- Subyakto, S & S. Cahyaningsih, 2005. *Pembenihan Kerapu skala rumah tangga*. Agromedia Pustaka. 62 hal.
- Suprakto, B., and Fahlivi, M. R. 2007. Studi tentang kesesuaian lokasi budidaya ikan di KJA di perairan Kecamatan Sapeken Kabupaten Sumenep. Pembangunan Kelautan Berbasis IPTEK dalam Rangka Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat Pesisir. *Prosiding Seminar Kelautan III*, Universitas Hang Tuah 24 April 2007, Surabaya : 58 – 65.
- Supratno, KP, T dan Kusnendar, E. 2001. Teknologi dan Kelayakan Usaha Budidaya Kerapu Tikus di Tambak. Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara. *Prosiding Lokakarya Nasional 2001 Pengembangan Agribisnis Kerapu*. BPPT, Jakarta.
- Supratno. K.P, T dan Kasnadi. 2003. *Peluang usaha Budidaya Alternatif dengan Pembesaran Kerapu di Tambak Melalui Sistem Modular*. Pelatihan Budidaya Udang Windu Sistem Tertutup bagi Petani Kab. Tegal dan Jepara-Jateng 19 Mei - 8 Juni 2003, di BBPBAP. Jepara.
- Tampubolon, G.H. and E. Mulyadi. 1989. *Synopsis Ikan Kerapu di Perairan Indonesia*. Balitbangkan. Semarang.

Yoshimitsu, T. H. Eda and Hiramatsu, K. 1986. *Groupers final report marineculture research and development in Indonesia*. ATA 192, JICA. p.103 – 129.

