

**PEMBUATAN ALAT PENGONTROL  
KADAR GARAM (SALINITAS) AIR TAMBAK  
DENGAN PRINSIP DIGITAL**

**KARYA ILMIAH TERTULIS**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Menyelesaikan Pendidikan Program Sarata Satu  
Pada Jurusan TeknIk Pertanian  
Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember**

Oleh :

**Handri Eko Santoso**

**991710102049**



UPT Perpustakaan  
UNIVERSITAS JEMBER

S

80 : Hadiah  
Pembelian  
Tgl, 24 JUN 2003  
Klass  
639.32  
JAN  
†  
Syt.

e.1

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2003**



**DOSEN PEMBIMBING**

- **Ir. BAMBANG MARHAENANTO, M. Eng.**
- **ELIDA NOVITA, S.Tp. MT.**

Diterima oleh :

Fakultas Teknologi Pertanian

Sebagai Karya Ilmiah Tertulis

Dipertahankan pada :

Hari : Selasa

Tanggal : 10 Juni 2003

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian

Tim Penguji.

Ketua



Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng.

NIP. 131 918 530

Anggota I



Elida Novita, S.Tp. M.T.

NIP 132 243 339

Anggota II



Ir. Muharjo Pudjojono

NIP. 130 812 642

Mengesahkan,

Dean



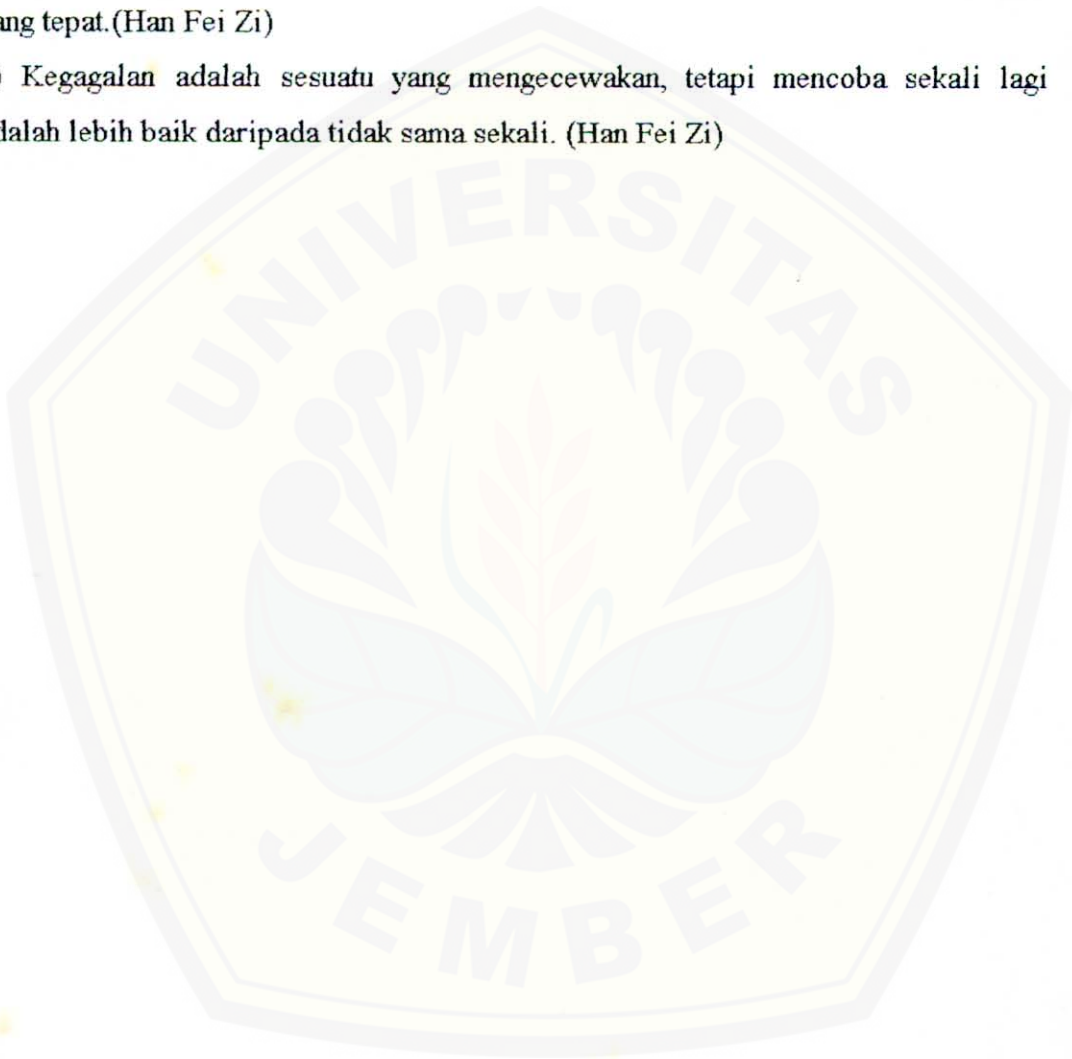
Ir. H. Siti Hartanti, M.S.

NIP. 130 350 763



Motto

- \* ) Apabila Allah menghendaki sesuatu, hanya dengan perintahnya ; “Jadilah!” maka jadilah dia. (Yaasin : 82)
- \* ) Kunci sukses adalah melakukan hal yang tepat pada saat yang tepat di tempat yang tepat.(Han Fei Zi)
- \* ) Kegagalan adalah sesuatu yang mengecewakan, tetapi mencoba sekali lagi adalah lebih baik daripada tidak sama sekali. (Han Fei Zi)





## PERSEMBAHAN

Karya Ilmiah Tertulis ini kami persembahkan kepada

1. Ayah dan ibuku tersayang, yang selama ini telah memberikan segala macam bimbingan kepadaku, yang sangat bermanfaat bagi pedomanku untuk menapaki kehidupan yang keras ini.
2. Semua adik-adikku yang kusayangi, semoga kalian selalu dalam lindungan Allah SWT.
3. Asisten pribadiku yakni Cahyaning Widayanti yang telah mencurahkan bantuannya, terutama bantuan moril sehingga Karya Ilmiah ini dapat terselesaikan.
4. Sahabat-sahabatku yakni Adi Widhiyanto, Nurdiyanto, Kanti Puji Astutik, Mei Suhartati dan Sufakto yang selama ini selalu memberikan dukungan moral ketika aku dalam kesusahan.
5. Semua teman-teman TEP angkatan 1999, terima kasih atas semua dukungannya kepadaku selama ini.

## KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, karena kegiatan Karya Ilmiah Tertulis telah kami lakukan tanpa suatu kekurangan apapun dan juga Karya Ilmiah Tertulis ini telah kami selesaikan.

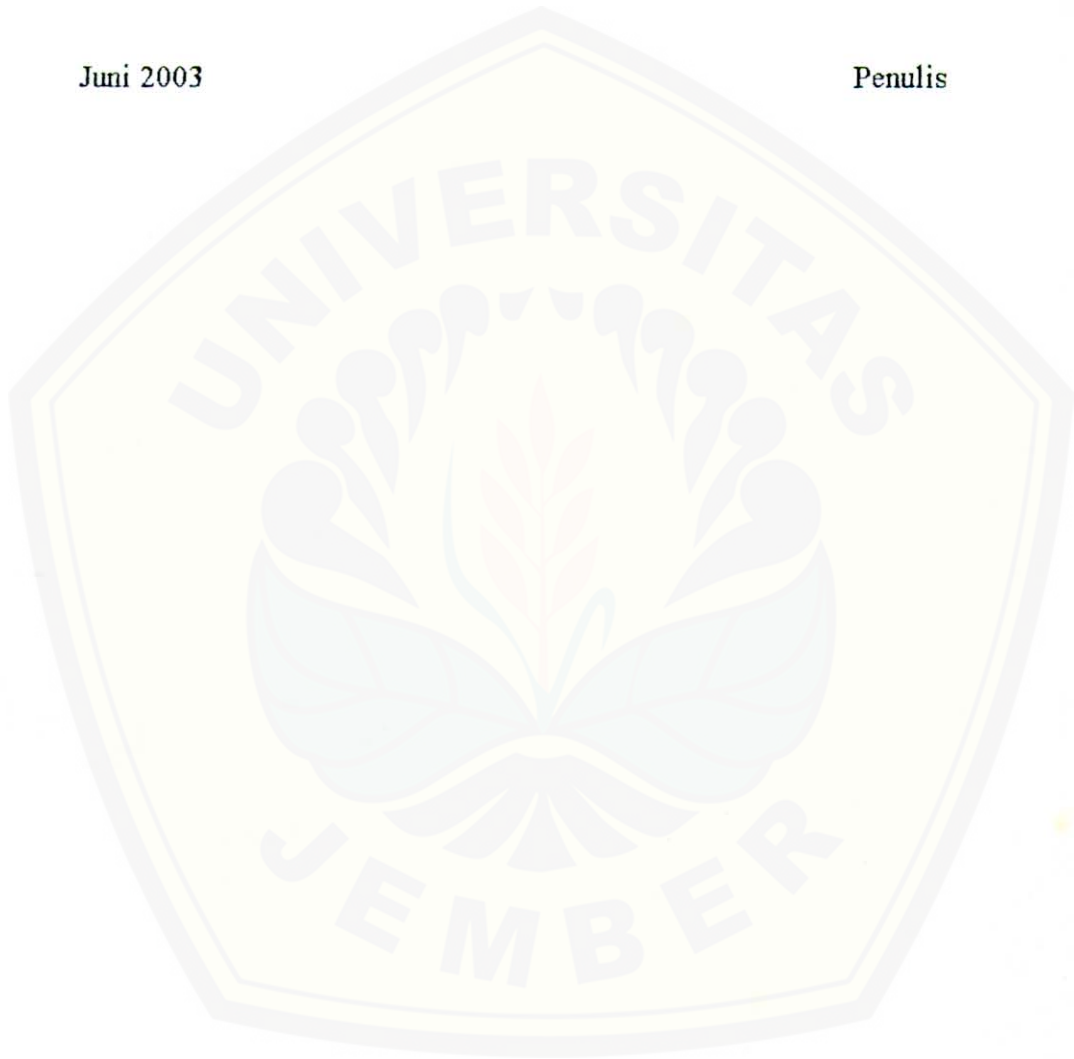
Dengan selesainya Karya Ilmiah Tertulis ini kami mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya kegiatan kami ini, diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Ibu Ir. Hj. Siti Hartanti, M. S. selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian.
2. Bapak Ir. Siswijanto, M. P. selaku Ketua jurusan Teknik Pertanian.
3. Bapak Ir. Bambang Marhenanto, M. Eng. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah membimbing dan mendukung dari awal hingga selesainya penulisan skripsi ini.
4. Ibu Elida Novita, S.Tp. M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota I yang telah banyak membimbing dan membina hingga selesainya penulisan skripsi ini.
5. Bapak Ir. Muharjo Pudjojono selaku Dosen Pembimbing Anggota II yang telah memberikan masukan dan koreksi dalam penulisan skripsi ini.
6. Teknisi Laboratorium Teknik Pertanian yang telah memberikan fasilitas di Laboratorium sehingga pelaksanaan penelitian dapat terselesaikan.
7. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Teknologi Pertanian yang telah membantu dalam kelancaran administrasi.
8. Teman-teman angkatan 1999 yakni Adi, Nur, Fakto, Aning, Lilik, Kanti, Atik, Faisol, Iftakhul, Welly, Dian Wahyu dan semua teman-teman angkatan 1999 yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu, terima kasih atas segala bantuan yang kalian berikan.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu.

Dengan adanya laporan Karya Ilmiah Tertulis ini kami berharap dapat bermanfaat bagi semua pihak, terutama semua pihak yang berkaitan dengan masalah tambak di Indonesia.

Juni 2003

Penulis





DAFTAR ISI

|                                     | Halaman   |
|-------------------------------------|-----------|
| KATA PENGANTAR .....                | vi        |
| DAFTAR ISI .....                    | viii      |
| DAFTAR TABEL .....                  | x         |
| DAFTAR GAMBAR .....                 | xi        |
| DAFTAR LAMPIRAN .....               | xii       |
| RINGKASAN .....                     | xiii      |
| <b>I. PENDAHULUAN</b> .....         | <b>1</b>  |
| 1.1 Latar Belakang .....            | 1         |
| 1.2 Permasalahan .....              | 2         |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....         | 2         |
| 1.4 Kegunaan Penelitian .....       | 2         |
| 1.5 Hipotesis .....                 | 2         |
| <b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....   | <b>3</b>  |
| 2.1 Teknik Budidaya Tambak .....    | 3         |
| 2.2 Komponen Elektronika .....      | 8         |
| 2.2.1 Resistor .....                | 8         |
| 2.2.2 Transformator .....           | 12        |
| 2.2.3 Kapasitor .....               | 12        |
| 2.2.4 Dioda .....                   | 14        |
| 2.2.5 Transistor .....              | 15        |
| 2.2.6 Sistem Digital .....          | 19        |
| 2.2.7 Integrated Circuit .....      | 20        |
| 2.2.8 Operational Amplifier .....   | 21        |
| 2.2.9 Gerbang Logika NAND .....     | 25        |
| <b>III. PENDEKATAN DESAIN</b> ..... | <b>27</b> |
| 3.1 Kriteria Desain .....           | 27        |
| 3.2 Desain Fungsional .....         | 27        |
| 3.3 Desain Struktural .....         | 30        |

|  |    |
|--|----|
| <b>IV. METODE PENELITIAN</b> .....                         | 32 |
| 4.1 Waktu dan Tempat .....                                 | 32 |
| 4.2 Alat dan Bahan .....                                   | 32 |
| 4.3 Tahapan Penelitian .....                               | 32 |
| 4.3.1 Pembuatan Alat .....                                 | 32 |
| 4.3.2 Pelaksanaan Penelitian .....                         | 33 |
| <b>V. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....                       | 34 |
| 5.1 Kinerja Alat .....                                     | 34 |
| 5.2 Pengujian <i>Salinity Stabilizer</i> .....             | 38 |
| 5.2.1 Pengujian Sensor .....                               | 38 |
| 5.2.2 Pengujian Rangkaian Gerbang Logika .....             | 39 |
| 5.2.3 Perhitungan Debit Aktual Pompa .....                 | 39 |
| 5.2.4 Pengujian Alat pada Berbagai Kondisi Salinitas ..... | 40 |
| 5.2.5 Kebutuhan Biaya .....                                | 42 |
| <b>VI. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....                      | 43 |
| 6.1 Kesimpulan .....                                       | 43 |
| 6.2 Saran .....  | 44 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....                                | 45 |
| <b>LAMPIRAN</b> .....                                      | 46 |

DAFTAR TABEL

|  | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 1. Nilai hambatan berbagai jenis bahan/zat .....   | 11      |
| Tabel 2. Tabel keluaran untuk gerbang NAND dua masukan .....   | 26      |
| Tabel 3. Tabel kebenaran dari rangkaian gerbang logika NAND .....                                    | 29      |
| Tabel 4. Tabel pengaturan pada alat <i>Salinity stabilizer</i> .....                                 | 36      |
| Tabel 5. Pengujian terhadap on-off dari pompa .....  | 39      |
| Tabel 6. Volume yang dihasilkan oleh pompa dalam waktu tertentu .....                                | 40      |
| Tabel 7. Komponen elektronika yang digunakan dan komponen penggantinya beserta dengan harganya ..... | 42      |



DAFTAR GAMBAR

|   | Halaman |
|---|---------|
| Gambar 1. Rangkaian <i>common base</i> dari transistor .....  | 17      |
| Gambar 2. Rangkaian <i>common emitor</i> dari transistor .....  | 18      |
| Gambar 3. Rangkaian <i>common collector</i> dari transistor .....   | 19      |
| Gambar 4. Susunan kaki-kaki IC 741 .....  | 22      |
| Gambar 5. Kaki-kaki dari gerbang logika seri 4011 .....   | 25      |
| Gambar 6. Rangkaian NOT dari rangkaian NAND .....   | 26      |
| Gambar 7. Desain fungsional alat pengontrol kadar garam air<br>tambak dengan prinsip digital .....                        | 28      |
| Gambar 8. Rangkaian gerbang logika NAND yang digunakan .....  | 29      |
| Gambar 9. Sensor dari <i>Salinity stabilizer</i> .....  | 30      |
| Gambar 10. Box dari <i>Salinity stabilizer</i> .....  | 31      |
| Gambar 11. Penampakan luar alat pengontrol salinitas tambak<br>dengan teknik digital ( <i>Salinity stabilizer</i> ) ..... | 36      |
| Gambar 12. Grafik hubungan kadar garam dengan tegangan .....  | 38      |

DAFTAR LAMPIRAN

|   | Halaman |
|---|---------|
| Lampiran 1. Data hasil percobaan pada miniatur tambak .....                               | 46      |
| Lampiran 2. Hubungan kadar garam dengan tegangan .....                                    | 47      |
| Lampiran 3. Desain struktural <i>Salinity stabilizer</i> .....                            | 48      |
| Lampiran 4. Salinometer .....   | 49      |
| Lampiran 5. Refraktometer .....   | 50      |
| Lampiran 6. Gambar pengujian alat .....   | 51      |
| Lampiran 7. Penampilan luar dari <i>salinity stabilizer</i> .....                         | 52      |
| Lampiran 8. Komponen elektronika yang dirangkai dalam<br><i>Salinity stabilizer</i> ..... | 53      |
| Lampiran 9. Peralatan yang digunakan untuk pengujian<br><i>Salinity stabilizer</i> .....  | 54      |



UPT Perpustakaan  
UNIVERSITAS JEMBER



Handri Eko Santoso/NIM. 991710102049 : **Pembuatan Alat Pengontrol Salinitas Air Tambak dengan Prinsip Digital**, dibawah bimbingan Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng (DPU) dan Elida Novita, STp. MT. (DPA)

## RINGKASAN

Pemerintah berupaya meningkatkan produksi udang windu melalui program INTAM, TIR dan PROTEKAN 2003, karena devisa yang dihasilkan dari sektor tambak mencapai US\$ 6,78 milyar. Akan tetapi masih banyak keluhan dari para petani tambak, salah satu hal yang dikeluhkan adalah salinitas dari tambak, karena untuk mendapatkan produktivitas yang tinggi, maka salinitas dari tambak harus dikontrol berada pada rentang optimum yakni antara 15‰ – 20‰. Walaupun pada kenyataannya udang masih dapat hidup pada kadar garam 30‰, asalkan pergantian air sering dilakukan. Akan tetapi produktivitasnya akan menurun. Oleh karena itu dibuat suatu alat yang dinamakan *Salinity stabilizer* dengan tujuan dapat mengontrol agar salinitas tambak tetap dalam kondisi salinitas optimum.

Dengan menggunakan sensor yang terbuat dari batang karbon yang disusun sejajar dengan jarak  $\pm 1$  cm dan dialiri tegangan DC. Tegangan yang dihasilkan sensor ini kemudian dengan sebuah tegangan referensi oleh Op-Amp. Keluaran dari Op-Amp adalah suatu tegangan yang bernilai +5 volt dan 0 volt, dimana kedua kondisi ini dinamakan dengan kondisi 1 dan 0, yakni kondisi ada tegangan dan kondisi tidak ada tegangan.

Keluaran dari Op-Amp akan masuk kedalam rangkaian gerbang logika NAND yang terintegrasi dalam IC 4011. Susunan dari gerbang ini akan mengatur on-off dari pompa, jika keluarannya 1, maka pompa akan on tetapi jika keluarannya 0 maka pompa akan off.

Dengan melakukan beberapa pengujian sederhana dalam skala laboratorium, maka dapat diketahui bahwa *Salinity stabilizer* ini dapat mengontrol salinitas air konstan berada pada range 15‰ – 20‰.

**Kata Kunci** : *Salinity stabilizer*, sensor karbon



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Komoditas udang windu merupakan salah satu andalan yang diharapkan untuk menjaga kelancaran pembangunan nasional. Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa udang windu mempunyai harga pasaran yang paling baik, serta masih mungkin ditingkatkan produksinya. Peningkatan produksi diupayakan melalui program udang nasional, berupa paket kerja sama melalui sistem Intensifikasi Tambak (Intam), Tambak Intensifikasi Rakyat (TIR) dan usaha budidaya yang dilakukan secara tradisional. Rencana pembangunan udang nasional ini mempunyai dua sasaran, yaitu meningkatkan cadangan devisa negara dan meningkatkan pendapatan petani tambak udang.

Penggunaan tambak untuk memelihara udang sudah sejak lama dilakukan oleh masyarakat petani ikan yang hidup di sepanjang pesisir pantai. Menurut sejarahnya, asal mula pemeliharaan udang tambak dipelopori oleh sejumlah narapidana yang diasingkan di daerah terpencil pada zaman kolonial. Untuk mempertahankan hidupnya selama di pengasingan, mereka berusaha mencari ikan di sepanjang pantai yang telah terputus hubungannya dengan laut bebas. Mereka mengetahui bahwa daerah pantai banyak dijumpai ikan yang terperangkap, sehingga mudah untuk ditangkapnya. Selanjutnya mereka berusaha untuk menciptakan sendiri daerah demikian dengan cara membendung atau menambak daerah tertentu, sehingga timbullah istilah *tambak*. Tetapi pada saat itu bentuknya masih sangat sederhana, yaitu hanya berupa tumpukan batu karang sekedar menghalangi jalan keluar bagi ikan atau udang.

Anonim (tanpa tahun) mengatakan bahwa hutan bakau di seluruh pantai Kepulauan Nusantara telah mencapai 6 juta hektar. Dari luas hutan bakau itu baru 208.695 hektar atau 5% saja yang telah dimanfaatkan untuk pertambakan. Pada tahun 1987 luas hutan bakau yang diusahakan untuk pertambakan udang windu (*Penaeus Monodon*) terus meningkat hingga mencapai 240.000 hektar dan produksinya rata-rata 200-300 kg per hektarnya. Sejalan dengan itu menurut Alifuddin (2001) Program Peningkatan Program Perikanan (PROTEKAN) 2003

dikembangkan untuk meningkatkan devisa negara di sektor perikanan dengan nilai US\$ 7,6 milyar dan sebesar US\$ 6,78 milyar berasal dari budidaya udang windu.

Berdasarkan data di atas jelaslah bahwa Indonesia memiliki potensi yang sangat besar sebagai produsen udang windu. Namun demikian dalam kenyataannya masih banyak petani tambak yang mengeluh, mengapa produksi tambaknya rendah, salinitasnya terlalu tinggi, suplai air tawar kurang, elevasinya terlalu tinggi, sering dilanda banjir, dan sebagainya.

## 1.2 Permasalahan

Salinitas tambak yang terlalu tinggi terutama pada musim kemarau dan salinitas yang terlalu rendah pada musim penghujan merupakan salah satu permasalahan yang dihadapi petani.

Oleh karena itu untuk menghasilkan kondisi yang nyaman bagi udang di dalam tambak maka perlu dibuat suatu alat pengontrol kadar garam (salinitas) pada tambak.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Pembuatan alat pengontrol salinitas tambak dengan teknik digital

## 1.4 Kegunaan Penelitian

1. Memberikan kemudahan kepada para petani tambak terutama untuk tambak air payau dalam hal pengontrolan salinitas pada tambak miliknya
2. Memberikan kondisi yang nyaman bagi udang, karena selalu berada pada kondisi yang sesuai dengan kebutuhannya

## 1.5 Hipotesis

Melalui perubahan kadar garam (salinitas) pada suatu cairan menjadi besaran listrik dengan menggunakan prinsip resistansi, dapat dilakukan pengontrolan terhadap salinitas pada tambak. Sehingga kondisi salinitasnya selalu berada pada rentang yang ditentukan.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Teknik Budidaya Tambak

Menurut Afrianto dan Liviawaty (1991) salinitas adalah prosentase unsur klorida yang terkandung dalam 1 kg air laut. Salinitas mempunyai hubungan erat dengan tekanan osmotik air. Semakin tinggi salinitas perairan, semakin tinggi pula tekanan osmotiknya. Tekanan osmotik inilah yang akan mempengaruhi kehidupan udang windu di dalam tambak, sebab tekanan osmotik lingkungan perairan akan mempengaruhi tekanan osmotik darah di dalam tubuh udang. Untuk menghindari pengaruh tekanan osmotik, perubahan salinitas air harus diusahakan terjadi secara bertahap, agar udang windu mempunyai kesempatan untuk menyesuaikan diri dengan lingkungan sekitarnya.

Salinitas suatu tambak diberi satuan persen ataupun permil. Menurut Purwono (2002) persen berasal dari bahasa Latin atau Romawi dengan simbol C. Menurut bahasa Latin, C singkatan dari *Centrum* yang artinya seratus. *Centrum* biasa ditulis *cent*. Per seratus ditulis *Percent*. Dalam Bahasa Indonesia ditulis persen. Jadi, persen artinya per seratus atau dalam tiap-tiap seratus. Persen dilambangkan dengan %, yang ditulis di belakang angka.

Sedangkan permil berasal dari angka Romawi ditulis dengan lambang M, singkatan dari *Mille*. Artinya seribu. Perseribu ditulis *permille*. Dalam bahasa Indonesia ditulis permil. Dengan demikian, permil artinya perseribu atau dalam tiap-tiap seribu. Permil dilambangkan dengan ‰ yang ditulis di belakang angka.

Dalam kehidupan sehari-hari baik rumah tangga, pedagang, maupun lembaga keuangan biasa menghitung bilangan, ukuran panjang, berat, isi dan sejumlah uang menggunakan persen atau permil.

Menurut Afrianto dan Liviawaty (1991) salinitas yang cocok untuk mengisi tambak budidaya udang windu berkisar antara 15 – 20 permil. Air dengan salinitas demikian dapat diperoleh di perairan yang terletak agak jauh dari pantai atau sekitar pantai yang tidak dipengaruhi oleh aliran sungai.

Salinitas air di tengah laut umumnya tinggi (35 permil), sedangkan di daerah muara sungai atau di sekitar pantai mempunyai salinitas lebih rendah



(payau). Akan tetapi apabila curah hujannya rendah dan sumber air tawarnya rendah, air di daerah tersebut juga sering memiliki salinitas yang tinggi. Perairan yang salinitasnya diatas 45 permil sangat menyulitkan kehidupan sebagian besar organisme laut termasuk udang windu.

Salinitas air dapat diukur dengan menggunakan alat sederhana yang disebut *salinometer*. Alat ini terdiri dari sebuah tabung gelas yang dilengkapi dengan skala pengukur dan bagian bawahnya diberi pemberat dari timah. Cara menggunakan alat ini sangat sederhana, yaitu dengan mencelupkannya ke dalam air laut yang akan diukur, lalu dilihat angka penunjuk salinitasnya. Untuk memudahkan pembacaan skala pada salinometer, air laut yang akan diukur salinitasnya dimasukkan dahulu ke dalam gelas ukur (volume 2 liter), kemudian celupkan salinometer tersebut. Pada saat pengukuran dengan menggunakan salinometer tersebut, salinometer tidak boleh menempel pada dinding gelas ukur untuk menghindari adanya kesalahan dalam pembacaan skala dari salinometer tersebut. Apabila air laut yang akan diukur terlalu keruh karena tercampur oleh macam-macam lumpur atau sisa bahan organik, maka diperlukan proses penyaringan pada air tersebut dengan menggunakan kertas saring halus. Untuk lebih memperjelas dalam bentuk dari *salinometer* dapat dilihat pada lampiran 2.

Menurut Afrianto dan Liviawaty (1991) pengukuran salinitas air ini dilakukan secara berulang dengan tujuan untuk memperoleh angka salinitas perairan yang lebih teliti. Proses pengukuran ini dimulai dengan menggunakan salinometer yang mempunyai kisaran salinitas yang cukup lebar, yaitu 0 – 33 permil, kemudian pengukuran dilakukan kembali dengan menggunakan salinometer dengan kisaran yang lebih sempit, misalnya 0 – 5, 5 – 10, 10 – 15 permil dan seterusnya. Pengukuran berulang ini bertujuan untuk memperoleh angka salinitas perairan yang lebih teliti. Alat lainnya yang dapat digunakan untuk mengukur salinitas air secara lebih teliti adalah *Refractometer*. Meskipun harganya relatif lebih mahal, namun pengukuran salinitas dengan alat ini sangat mudah dan cepat karena hanya membutuhkan contoh air laut beberapa tetes saja dan angka salinitasnya dapat langsung terbaca. Untuk memperjelas *refractometer* ini dapat dilihat pada lampiran 3.



Untuk mendapatkan hasil pendugaan salinitas air yang hampir mendekati kebenaran, pengukuran salinitas air dilakukan di beberapa tempat tertentu yang telah ditetapkan sebelumnya dan juga pengukuran salinitas dilakukan 3 – 4 jam sekali, mulai dari pukul 06.00 hingga pukul 06.00 keesokan harinya.

Menurut Mujiman (1981) udang windu paling baik pada kadar garam antara 15‰ – 22‰. Pengalaman para petambak di Indonesia membuktikan bahwa banyak tambak yang dekat dengan laut dan kadar garam selalu mendekati 30‰. Udang windu dapat tumbuh dengan baik asalkan pergantian air sering dilakukan. Agaknya kesegaran air berpengaruh sangat penting bagi pertumbuhan udang windu itu. Pada kadar garam lebih rendah yaitu 0‰ – 15‰, ternyata masih juga dapat dipergunakan untuk memelihara udang windu, namun produktivitasnya lebih rendah dibandingkan dengan kadar garam yang optimal. Mengingat sifat itu, sebaiknya kadar garam dalam tambak diusahakan agar tetap berkisar antara 15‰ – 22‰.

Selain mengatur salinitas tambak Anonim (tanpa tahun) menyatakan bahwa lokasi yang cocok untuk tambak udang adalah pada daerah sepanjang pantai (beberapa meter dari permukaan air laut) dengan suhu rata-rata 26 – 30°C, dengan tanah bertekstur liat atau liat berpasir dengan kandungan pasir tidak lebih dari 20%. Disamping itu juga terdapat parameter fisik lain yang harus diperhatikan, antara lain: kadar garam 0 – 35‰, dengan kondisi optimum 10 – 30‰. Yang tidak kalah pentingnya adalah parameter kimia dari air yang akan digunakan untuk budidaya tambak yakni pH=7,5-8,5; DO=4-8 mg/liter; Amonia ( $\text{NH}_3$ ) < 0,1 mg/liter;  $\text{H}_2\text{S}$  < 0,1 mg/liter; Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ )=200 mg/liter; Nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) =0,5 mg/liter; Merkuri (Hg)=0-0,002 mg/liter; Tembaga (Cu)=0-0,02 mg/liter; Seng (Zn)=0-0,02 mg/liter; Krom Heksavalen (Cr)=0-0,05 mg/liter; Kadmium (Cd)=0-0,01 mg/liter; Timbal (Pb)=0-0,03 mg/liter; Arsen (Ar)=0-1 mg/liter; Selenium (Se)=0-0,05 mg/liter; Sianida (CN)=0-0,02 mg/liter; Sulfida (S)=0-0,002 mg/liter; Flourida (F)=0-1,5 mg/liter; dan Klorin bebas ( $\text{Cl}_2$ )=0-0,003 mg/liter.

Setelah mengetahui lokasi dari tambak, parameter fisika dan kimia dari air tambak tersebut, maka menentukan teknologi yang digunakan untuk budidaya



udang windu tersebut. Menurut Pemerintah Kabupaten Kutai Timur (tanpa tahun) ada 3 macam teknologi yang dikembangkan untuk budidaya udang, yakni.

**a. Budidaya udang dengan teknologi sederhana**

Budidaya udang dengan teknologi sederhana pada mulanya hanya mengandalkan faktor alam sehingga produksinya relatif rendah. Namun dengan berkembangnya budidaya pertambakan, produksinya dapat ditingkatkan dengan penambahan perlakuan tertentu dalam pengelolaannya seperti penebaran benih (tidak mengandalkan sepenuhnya dari alam), pengapuran, pemupukan, pemberian pakan tambahan dan pengaturan air dengan bantuan pompa.

Penebaran benih udang (benur) pada budidaya dengan teknologi sederhana di bawah 60.000 ekor per ha per musim tanam. Makanan udang berasal dari pemupukan dan makanan tambahan. Panen dilakukan setelah 4-5 bulan pemeliharaan dan untuk jumlah penebaran 20.000 ekor benur, hasil yang diperoleh kira-kira 400 kg per ha per musim tanam.

**b. Budidaya udang dengan teknologi madya**

Jumlah penebaran benur pada teknologi madya lebih tinggi dibandingkan dengan teknologi sederhana yaitu antara 60.000 - 150.000 ekor.

Disamping pemberian pakan tambahan masih diperlukan pemupukan dasar. Penggantian air yang teratur dengan volume yang cukup tinggi sangat diperlukan dalam budidaya udang dengan teknologi madya. Dalam satu tahun dapat dilakukan dua kali penanaman dengan hasil sekitar 1.200 - 3.000 kg per ha per musim tanam.

**c. Budidaya udang dengan teknologi maju**

Budidaya dengan teknologi maju pada umumnya tidak dilakukan pemupukan karena penyediaan pakan yang sepenuhnya menggunakan pakan buatan yang bentuk dan ukurannya disesuaikan dengan ukuran dan stadia hidup udang. Penggantian air yang teratur dengan volume yang memadai mutlak diperlukan dalam budidaya dengan teknologi maju. Untuk itu diperlukan pompa air dan untuk meningkatkan kandungan oksigen dalam air dapat digunakan aerator (padale wheel). Padat penebaran benur per ha per musim tanam diatas 150.000



ekor dengan masa pemeliharaan selama 4 bulan. Hasil yang diperoleh dengan jumlah penebaran 200.000 ekor sekitar 4.000 kg per ha per musim tanam.

Menurut Afrianto dan Liviawaty (1991) ada tiga faktor utama yang menyebabkan perubahan salinitas air tambak, yakni:

- a) penguapan air yang tinggi,
- b) curah hujan yang besar, dan
- c) rembesan air melalui tanggul atau pematang.

Penguapan air yang terlalu besar akan mengakibatkan salinitas air di dalam tambak menjadi naik. Kejadian ini sering menimbulkan stres bagi udang windu, bahkan jika peningkatan salinitasnya terlalu tinggi dan terjadi secara tiba-tiba dapat menimbulkan kematian. Untuk menghindari penguapan air yang terlalu besar, umumnya dilakukan penambahan air tawar secara bertahap untuk menurunkan kembali salinitasnya. Dengan data tingkat penguapan air yang terjadi di lokasi tambak, (Jawatan Meteorologi dan Geofisika atau Dinas Perikanan) petani tambak dapat memperkirakan kapan dan berapa volume air yang harus ditambahkan kedalamnya.

Menurut Afrianto dan Liviawaty (1991) data curah hujan diperlukan untuk menentukan pola hujan yang berlaku di daerah tersebut. Berdasarkan data curah hujan yang ada, petani tambak dapat menentukan bulan basah dan bulan kering yang terjadi di lokasi tersebut. Hujan lebat yang turun di lokasi atau sekitar lokasi tambak dapat menurunkan salinitas air. Untuk menghindari penurunan salinitas air di dalam tambak pada saat turun hujan lebat, air yang terdapat di permukaan secepat mungkin harus dialirkan keluar tambak. Air hujan (air tawar) untuk beberapa saat tetap berada di lapisan permukaan dan belum tercampur dengan lapisan asin yang ada di bawahnya. Sehingga masih ada kesempatan untuk mengalirkannya keluar, yaitu dengan membuka sekat pintu pengeluaran air bagian atas. Dengan data curah hujan yang ada, dapat pula diperkirakan berapa volume air hujan yang harus dikeluarkan dari dalam tambak pada saat terjadi hujan. Berdasarkan data yang sama dapat pula diperkirakan apakah di daerah tersebut sering terjadi banjir atau tidak, kalau pernah terjadi banjir, berapa tahun periode banjir tersebut dapat terjadi kembali.



## 2.2 Komponen Elektronika

Dalam pembuatan alat pengontrol salinitas tambak dengan teknik digital ini diperlukan komponen-komponen elektronika sebagai komponen utama dalam pembuatan alat ini.

### 2.2.1 Resistor

Menurut Bridgman, (2001) dalam rangkaian elektronika tahanan yang disediakan oleh resistor merupakan bagian dari gesekan. Gesekan kadang-kadang merupakan gangguan, tetapi kehidupan akan sulit tanpa keberadaannya. Roda dan kaki tidak akan mencengkeram tanah, rem tidak akan menghentikan mobil dan benda akan meluncur tanpa kendali. Tanpa tahanan, akan terjadi ketiadaan kendali semacam itu pada sirkuit. Arus listrik dihasilkan oleh tegangan yang timbul jika ada perbedaan jumlah listrik pada bagian sirkuit yang berbeda. Jika tegangan semacam itu mulai mendorong arus ke sebuah resistor, tegangan lainnya akan muncul antara ujung-ujungnya sehingga akan mendorong tegangan yang bergerak dan membatasi arus. Efek ini biasanya digunakan secara langsung, misalnya untuk mencegah dioda yang memancarkan cahaya terbakar. Tegangan yang diciptakan oleh arus dalam tahanan lebih sering dipakai untuk mengirim informasi, atau untuk membantu komponen-komponen lain, seperti transistor dalam melakukan tugasnya. Seperti rem dan kopling daya friksinya sama seperti dalam mesin, resistor menjadi panas jika bekerja karena alat itu bekerja dengan membuang tenaga dalam bentuk panas. Alat ini hanya dapat mengurangi daya sebuah sinyal listrik, tetapi tidak pernah menambahnya.

Menurut Hidayat (2002), resistor dibuat dari suatu jenis bahan penghantar yang berguna untuk menghambat gerak aliran arus listrik. Gerak aliran arus listrik dalam resistor dapat dihambat oleh gerakan elektron bebas dari jenis bahan penyusun resistor. Gerakan elektron pada bahan penghantar tidak bisa lancar karena antara atom yang satu dengan atom yang lainnya saling bertabrakan. Jadi, setip penghantar yang dilalui arus listrik pasti ada hambatannya. Semakin kecil hambatannya semakin baik arus yang mengalir. Sebaliknya semakin besar hambatannya semakin sulit arus mengalir.

Resistor berfungsi sebagai **pengatur kuat arus, pengatur tegangan atau pembagi potensial listrik**. Dalam skema rangkaian elektronika, resistor diberi lambang R (R=Resistor), dengan satuan ohm ( $\Omega$ ).

Ada 3 jenis resistor yaitu resistor tetap, resistor variabel dan resistor yang nilai hambatannya tergantung pada cahaya atau panas.

### 1. Resistor tetap

Resistor tetap adalah resistor yang nilai hambatannya tidak berubah selama dialiri arus listrik. Berdasarkan jenis bahan yang digunakan, resistor tetap dibedakan sebagai berikut

#### a. Resistor gulungan kawat

Resistor ini terbuat dari gulungan kawat logam yang dililitkan pada batang isolator (keramik). Nilai hambatannya kecil ( $< 270\Omega$ )

#### b. Resistor lapisan karbon

Resistor ini dibuat dengan menempelkan suatu lapisan tipis karbon pada batang isolator (keramik). Nilai hambatannya mencapai  $10M\Omega$ .

#### c. Resistor lapisan oksida logam

Resistor ini dibuat dengan menempelkan suatu lapisan tipis oksida logam pada batang isolator (keramik). Nilai hambatannya dapat mencapai  $100M\Omega$ .

#### d. Resistor komposisi karbon

Resistor ini terbuat dari bahan campuran karbon dengan tanah liat. Nilai hambatannya dapat mencapai  $20M\Omega$ .

### 2. Resistor variabel

Resistor variabel adalah resistor yang nilai hambatannya dapat diubah-ubah. Berdasarkan banyaknya terminal yang digunakan dalam rangkaian, resistor variabel dibedakan menjadi *potensiometer* jika menggunakan tiga terminal, dan *reostat* jika menggunakan dua terminal. Berdasarkan bentuknya resistor variabel dibedakan menjadi *potensiometer putar*, *potensiometer geser* dan *trimmer potensiometer (trimpot)*.



### 3. Resistor yang nilai hambatannya bergantung pada suhu atau cahaya

#### a. Termistor

Termistor adalah resistor yang nilai hambatannya bergantung pada suhu, temperatur (panas). Termistor dibedakan menjadi dua yakni NTC dan PTC. NTC merupakan kepanjangan dari *Negative Temperature Coefficient*, yang cara kerjanya yaitu resistor yang nilai hambatannya makin kecil jika suhunya makin tinggi. PTC merupakan kepanjangan dari *Positive Temperature Coefficient*, yang cara kerjanya yaitu resistor yang nilai hambatannya makin besar jika suhunya makin tinggi.

#### b. LDR

LDR adalah resistor yang nilai hambatannya bergantung pada cahaya. Apabila LDR terkena cahaya terang, nilai hambatannya makin kecil.

Menurut Hidayat (2002), hambatan suatu kawat penghantar dipengaruhi oleh tiga faktor utama, yaitu **panjang kawat, luas penampang, jenis penghantar**. Makin panjang kawat penghantar, makin besar rintangan yang dialami oleh elektron-elektron dalam melalui penghantar tersebut. Hal ini berarti makin panjang suatu kawat penghantar, hambatannya makin besar. Makin kecil luas penampang kawat penghantar, makin sukar elektron bergerak melalui penghantar itu. Hal ini berarti makin kecil penampang suatu kawat penghantar, hambatannya makin besar. Selain itu dengan diameter atau luas penampang dan panjang yang sama, akan tetapi pada jenis penghantar yang berbeda, hambatannya juga beda. Dengan kata lain, nilai hambatan suatu penghantar mempunyai nilai yang sebanding dengan panjang kawat ( $l$ ), sebanding dengan hambatan jenis kawat ( $\rho$ ), berbanding terbalik dengan luas penampang kawat.

Hambatan jenis sepotong kawat penghantar adalah bilangan yang menyatakan besar hambatan kawat penghantar yang panjangnya 1m dan luas  $1\text{m}^2$ . Hambatan jenis bahan berbeda-beda. Berikut adalah nilai hambatan berbagai jenis bahan/zat yang ditampilkan dalam tabel 1.

Tabel 1. Nilai hambatan berbagai jenis bahan/zat

| Nama zat     | Hambatan jenis         |                                |
|--------------|------------------------|--------------------------------|
|              | Ohm.mm <sup>2</sup> /m | Ohm.m                          |
| Air          | $1,00 \times 10^8$     | $1,00 \times 10^2$             |
| Alkohol      | $5,00 \times 10^{10}$  | $5,00 \times 10^4$             |
| Asam sulfat  | $2,50 \times 10^4$     | $2,50 \times 10^2$             |
| Arang        | 35 – 100               | $3,5 \times 10^{-5} - 10^{-6}$ |
| Besi         | $8,60 \times 10^{-2}$  | $8,6 - 10^{-8}$                |
| Baja         | $1,50 \times 10^{-1}$  | $1,500 \times 10^{-7}$         |
| Emas         | $2,30 \times 10^{-2}$  | $2,300 \times 10^{-8}$         |
| Kaca         | $10^{17} - 10^{20}$    | $10^{11} - 10^{14}$            |
| Karet        | $10^{14} - 10^{19}$    | $10^8 - 10^{13}$               |
| Konstantan   | $5,00 \times 10^{-1}$  | $5,00 \times 10^{-7}$          |
| Mika         | $1,00 \times 10^{19}$  | $1,00 \times 10^{13}$          |
| Minyak tanah | $1,00 \times 10^{20}$  | $1,00 \times 10^{14}$          |
| Nikelin      | 0,33 – 0,40            | $3,3 - 4,0 \times 10^{-7}$     |
| Perak        | $1,6 - 10^{-2}$        | $1,60 \times 10^{-8}$          |
| Platina      | $1,05 \times 10^{-1}$  | $1,05 \times 10^{-7}$          |
| Tembaga      | $1,70 \times 10^{-2}$  | $1,70 \times 10^{-8}$          |
| Timbal       | $2,10 \times 10^{-1}$  | $2,10 \times 10^{-7}$          |
| Timah        | $1,60 \times 10^{-1}$  | $1,60 \times 10^{-7}$          |
| Wolfram      | $5,60 \times 10^{-2}$  | $5,60 \times 10^{-8}$          |

Sumber : Hidayat 2002

Bahan-bahan yang memiliki nilai hambatan jenis rendah mudah dilalui arus listrik (konduktor), misalnya emas, perak, tembaga, besi dan wolfram. Bahan-bahan yang memiliki nilai hambatan jenis besar sukar dilalui arus listrik (isolator), misalnya kaca, karet. Oleh karena itu, kabel-kabel dibuat dari kawat tembaga yang dibungkus dengan karet.

Menurut Bridgman (2001) sebuah transformator terdiri atas dua atau lebih kumparan yang berbagai inti yang sama. Transformator umumnya digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan. Pengubahan arus melalui satu kumparan akan menyebabkan perubahan magnetik yang akan mempengaruhi semua kumparan dan menimbulkan tegangan yang sama di setiap lengkungan kawat. Kumparan dengan banyak lilitan menghasilkan lebih banyak tegangan, tetapi arusnya lebih kecil.



### 2.2.2 Transformator

Menurut Kanginan (2000) transformator yang sering disingkat dengan trafo terdiri dari pasangan kumparan primer dan sekunder yang diisolasi (terpisah) secara listrik dan dililitkan pada inti besi lunak. Inti besi lunak dibuat dari pelat yang berlapis-lapis. Sedangkan prinsip kerja dari transformator adalah mengalirkan arus induksi melalui rangkaian sekunder hanya sesaat ketika saklar pada rangkaian primer dibuka atau ditutup. Ini karena garis-garis gaya magnetik yang memotong kumparan sekunder hanya berubah sesaat ketika saklar ditutup atau dibuka. Transformator bekerja dengan cara tersebut. Hanya, supaya ggl atau arus induksi terus-menerus dibangkitkan pada rangkaian sekunder (tidak hanya ketika saklar dibuka atau ditutup) rangkaian primer dihubungkan ke suatu sumber arus bolak-balik (sumber arus yang besar arus listriknya senantiasa berubah terhadap waktu. Contoh sumber arus bolak-balik adalah arus listrik yang dihasilkan oleh stop kontak listrik di rumah (PLN).

Transformator tidak dapat mengubah tegangan searah sebab tegangan searah tidak menimbulkan perubahan garis-garis gaya magnetik yang memotong kumparan sekunder. Jadi, jika kumparan primer dihubungkan dengan sumber arus listrik searah (misal batu baterai dan aki), ggl pada ujung-ujung kumparan sekunder adalah nol dan galvanometer akan menunjuk angka nol (tidak menyimpang).

### 2.2.3 Kapasitor

Menurut Bridgeman (2001) kapasitor berupa dua atau lebih pelat logam yang diisolasi dengan salah satu ujung pelatnya dihubungkan ke salah satu dari dua kawat. Isolasi yang biasanya disebut dielektrik, akan mencegah aliran arus tetap. Namun jika kapasitor dihubungkan ke baterai, arus akan mengalir cepat karena muatan listrik terbentuk pada pelat. Arus hanya akan berhenti jika tegangan kapasitor yang dinaikkan sama dengan tegangan baterai. Proses ini menggunakan energi dari baterai yang disimpan di dalam dielektrik, sama halnya dengan energi yang disimpan di karet balon yang direntangkan. Cara kapasitor menghalangi arus tetap dan pada saat yang sama mengalirkan arus berubah, sering dimanfaatkan oleh elektronika untuk memisahkan bagian-bagian rangkaian yang

harus dijaga agar tetap berada pada tegangan yang berbeda, dan memungkinkan sinyal tetap berjalan diantara tegangan-tegangan tadi. Kapasitor melibatkan waktu pada elektronika dan memungkinkan benda terjadi dengan lambat dan berurutan.

Menurut Hidayat (2002) kapasitor adalah komponen dasar elektronika yang dapat **menyimpan** atau **mengeluarkan muatan listrik**. Dalam skema rangkaian elektronik, kapasitor dilambangkan dengan huruf C.

Kapasitor atau disebut juga sebagai kondensator tersusun atas dua keping logam yang saling berhadapan dan dipisahkan oleh suatu isolator yang disebut **dielektrum** atau **dielektrik**. Bahan dielektrikum kapasitor dapat berupa kertas, keramik atau mika.

Dalam suatu rangkaian, kapasitor dapat berfungsi sebagai pemisah arus bolak-balik dari arus searah, perata arus keluaran dari suatu penyearah arus, pemilih gelombang pada pesawat penerima radio, pengontrol frekuensi pada rangkaian osilator, dan menyimpan muatan listrik.

Menurut Hidayat (2002) jenis-jenis dari kapasitor dapat dijelaskan pada uraian dibawah ini.

### 1. Kapasitor tetap

Kapasitor tetap mempunyai nilai kapasitas yang tetap atau tidak dapat diubah-ubah. Berdasarkan polaritas kakinya, kapasitor tetap dibedakan atas *kapasitor polar* dan *kapasitor non polar*.

#### a. Kapasitor polar

Kapasitor polar adalah kapasitor yang kedua kakinya mempunyai kutub positif dan negatif. Dalam praktik, pemasangan kutub kedua kaki tidak boleh terbalik. Kaki negatif kapasitor dihubungkan dengan kutub negatif sumber tegangan, sedang kaki positif kapasitor dihubungkan dengan kutub positif sumber tegangan.

Jenis kapasitor polar yang biasa digunakan dalam praktik elektronika yaitu *kondensator elektrolit* atau biasa disebut *Elco (Electrolyt Condensator)*. Elco mempunyai kapasitas yang besar, yaitu dari  $0,1\mu\text{F}$  sampai  $100.000\mu\text{F}$ .



### b. Kapasitor nonpolar

Kapasitor nonpolar adalah kapasitor yang kedua kakinya tidak mempunyai kutub negatif atau positif. Pemasangan kaki kapasitor nonpolar boleh terbalik. Berdasarkan bahan dielektriknya, kapasitor nonpolar dibedakan menjadi kapasitor kertas, kapasitor keramik, kapasitor mika dan kapasitor poliester. Pada umumnya, nilai kapasitor nonpolar kecil yaitu antara 1pF sampai 10pF

## 2. Kapasitor variabel

Kapasitor variabel disebut *Varco (Variable Condensator)* adalah kapasitor yang kapasitasnya dapat diubah-ubah. Kapasitor ini biasanya menggunakan dielektrik udara atau mika. Kapasitor variabel ada dua macam, yaitu kapasitor variabel (*varco*) dan kapasitor trimmer. *Varco* digunakan dalam rangkaian penala pada pesawat penerima radio, yaitu berfungsi mencari gelombang radio yang dipancarkan oleh pemancar radio. Umumnya kapasitor variabel yang digunakan mempunyai kapasitas maksimum antara 350pF sampai 500pF, dan kapasitas minimumnya sekitar 10pF.

### 2.2.4 Dioda

Menurut Bridgman (2001) pada tahun 1947, pemahaman yang semakin besar tentang bentuk fisik benda padat membawa ke penciptaan transistor, sebuah amplifier semikonduktor yang mempunyai pengaruh lebih besar dari ukurannya sendiri. Dioda adalah piranti semikonduktor pertama, dengan penghantar arahnya masih berguna untuk mengubah arus bolak-balik menjadi arus searah. Namun transistor dapat menggantikan komponen elektronik utama yaitu trioda, karena dapat menggandakan kemampuannya untuk memperkuat dan memindahkan tanpa memerlukan pembungkus kaca yang besar yang mudah pecah atau pemanas yang menghabiskan daya. Pada mulanya transistor dibuat sebagai pengganti saklar elektromekanis pada pembicaraan telepon. Selama 40 tahun perkembangannya, transistor telah berubah menjadi pola mikroskopis yang sketsa di atas permukaan silikon.

### 2.2.5 Transistor

Hidayat (2002) mengemukakan bahwa sebelum muncul teknologi semikonduktor, transistor memegang peranan utama sebagai pengendali operasi rangkaian. Transistor mampu menempati posisi-posisi penting dalam rangkaian baik pada penguat awal, driver maupun penguat akhir. Hanya saja transistor kurang efisien bentuk dan ukurannya. Namun, ada kalanya transistor tidak bisa digantikan produk semikonduktor yaitu IC (Integrated Circuit). Transistor berasal dari kata transfer dan resistor yang artinya kurang lebih mengubah menjadi tahanan. Dengan kata lain transistor dapat berubah sifatnya dari semikonduktor menjadi konduktor.

Hubungan secara mendasar dengan komponen resistor tidak ada, hanya dalam prinsip kerjanya diketahui bahwa sifat-sifat resistor dimiliki transistor. Transistor memiliki hubungan sangat erat dengan dioda. Transistor dapat disamakan dengan dua buah dioda sambungan yang disusun bertolak belakang.

Transistor biasanya mempunyai tiga buah kaki (elektroda) yaitu basis (B), Kolektor (C) dan Emitor (E). Emitor berfungsi menghasilkan pembawa muatan. Kolektor berfungsi mengumpulkan pembawa muatan dari emitor dan menyalurkannya keluar transistor. Basis berfungsi mengatur gerak pembawa muatan dari emitor ke kolektor.

Menurut Hidayat (2002) dalam perkembangannya jenis dari transistor berkembang menjadi dua macam seperti diuraikan berikut ini.

#### 1) Transistor PNP

Transistor PNP terdiri atas sebuah lapisan tipis semikonduktor jenis N yang diapit oleh dua lapisan semikonduktor jenis P. Pada transistor ini, emitor positif, basis negatif dan kolektor positif. Namun emitor lebih positif daripada kolektor. Hal ini mengakibatkan arus selalu mengalir dari emitor.

#### 2) Transistor NPN

Transistor NPN terdiri atas sebuah lapisan tipis semikonduktor jenis P yang diapit oleh dua lapisan semikonduktor jenis N. Pada transistor ini, emitor negatif, basis positif dan kolektor negatif. Namun emitor lebih negatif daripada kolektor. Hal ini mengakibatkan arus selalu mengalir ke emitor.



Untuk menentukan kaki-kaki transistor pada umumnya pabrik-pabrik komponen elektronika memberi tanda untuk kaki-kaki transistor ini. Misalnya lingkaran atau titik merah pada dan lain-lain (dekat kaki kolektor). Setelah mengetahui tanda pada gambar, kaki yang tepat di dekatnya adalah kolektor. Kaki yang terletak di sebelah kolektor menurut arah putaran jarum jam adalah basis, sedang kaki yang lain adalah emitor. Sedangkan untuk tanda yang berupa kepingan lidah menjorok adalah emiter, maka di sebelah kanannya menurut putaran jarum jam adalah kaki kolektor dan kaki yang satu lagi adalah kaki basis transistor. Jika pada transistor tersebut tidak terdapat tanda maka caranya adalah dengan menegakkan transistor tersebut dengan kaki-kakinya berada diatas sehingga titik-titik tempat kaki transistor membentuk segitiga sama kaki (khayal). Dalam hal ini berlaku puncak segitiga menunjukkan kaki basis dan kaki sebelah kanan dari basis adalah kolektornya, sedangkan kaki transistor yang satu lagi adalah emitornya.

Menurut Hidayat (2002), transistor merupakan komponen elektronika yang mempunyai 3 buah elektroda, salah satu elektrodanya digunakan bersama-sama sebagai saluran masukan (input) dan saluran keluaran (output). Pada rangkaian dengan suatu transistor yang menggunakan tegangan bolak-balik dengan salah satu elektrodanya diketanahkan (di-ground-kan), maka timbul tiga rangkaian dasar sebagai berikut.

### 1. *Common Base*

Pada rangkaian *common base*, terminal basis dihubungkan ke ground, input sinyal pada emitor dan output pada kolektor. Penguat arus pada *common base* adalah

$$\alpha = I_c / I_b \quad (1)$$

Keterangan :  $\alpha$  = penguat arus pada *common base*

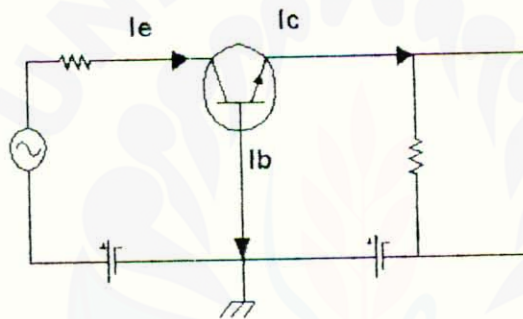
$I_c$  = arus pada kolektor

$I_b$  = arus pada basis

Pada rangkaian ini didapat data-data berikut:

- hambatan input rendah,
- hambatan output tinggi,
- penguatan arus  $< 1$ ,
- penguatan tegangan besar,
- penguatan daya sedang,
- tidak mengalami perubahan fase pada output.

Bentuk rangkaian dari *Common Base* ditunjukkan oleh gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian *Common Base* dari transistor (Hidayat, 2002)

## 2. *Common Emitor*

Pada rangkaian *common emitor* terminal emitor dihubungkan ke ground, input pada basis, dan output diambil pada kolektor. Penguatan arusnya dapat dituliskan sebagai berikut

$$\beta = I_c / I_b \quad (2)$$

Keterangan :  $\beta$  = penguat arus pada *common emitor*

$I_c$  = arus pada kolektor

$I_b$  = arus pada basis

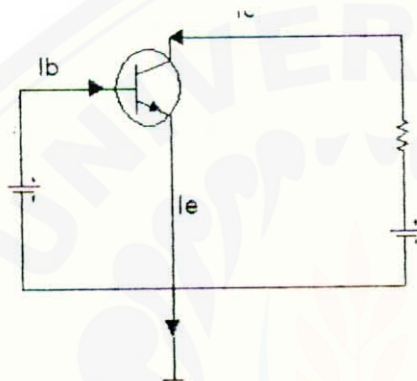
Pada rangkaian ini didapat data-data sebagai berikut:

- hambatan input rendah,
- hambatan output tinggi,
- penguatan arus besar,



- d) penguatan tegangan besar,
- e) penguatan daya besar,
- f) output mengalami perubahan fase  $180^{\circ}$  terhadap input.

Bentuk rangkaian dari *Common Emitter* diperlihatkan pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Rangkaian *Common Emitter* dari transistor (Hidayat, 2002)

### 3. *Common Collector*

Pada rangkaian *Common Collector* terminal collector dihubungkan ke ground, input pada basis dan output diambil dari emitor. Penguatan arusnya dituliskan sebagai berikut.

$$\gamma = I_e / I_b \quad (3)$$

Keterangan :  $\gamma$  = penguat arus kolektor

$I_e$  = arus pada emitor

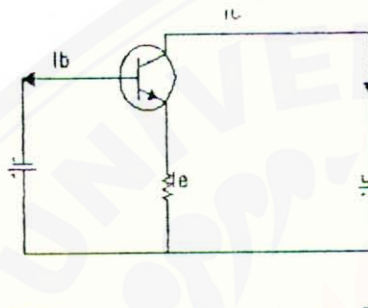
$I_b$  = arus pada basis

Pada rangkaian ini akan didapat data-data sebagai berikut:

- a) hambatan input tinggi,
- b) hambatan output rendah,
- c) penguatan arus besar,

- d) penguatan tegangan  $< 1$ ,
- e) penguatan daya kecil,
- f) tidak mengalami perubahan fase pada output.

Bentuk rangkaian dari *Common Colector* ditunjukkan pada gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Rangkaian *Common Emitter* dari transistor (Hidayat, 2002)

Dari ketiga rangkaian terbunmi di atas dapat dilihat bahwa penggunaan rangkaian *Common Emitter* sebagai amplifier adalah yang paling menguntungkan.

Dalam praktek, transistor biasa digunakan untuk hal-hal sebagai berikut:

- 1) penguat arus,
- 2) penguatan tegangan atau penguat getaran,
- 3) pembangkit getaran atau osilator,
- 4) saklar.

### 2.2.6 Sistem digital

Menurut Bridgman (2001) suatu sistem elektronik dapat membaca suatu informasi yang dihasilkan oleh alam dalam suatu bentuk sinyal analog, sinyal ini bervariasi dan dapat dibaca secara terus-menerus oleh suatu sistem elektronik. Elektronika analog menerjemahkan secara lancar kuantitas beragam ke sinyal beragam dengan lancar, sementara sistem digital berhubungan dengan simbol-simbol tertentu. Meskipun sistem digital mengikuti prinsip-prinsip fundamental dari elektronika analog, *input* dan *output*-nya hanya dapat menerima 2 buah nilai



masukan dan nilai keluaran yakni 1 dan 0. Dari hasil kombinasi antara 2 nilai yakni 1 dan 0 ini, maka dapat digunakan untuk pengontrolan berbagai macam hal, misalnya untuk menampilkan suatu nilai dan huruf pada kalkulator maupun pada komputer. Sinyal digital ini dapat mengolah sinyal analog yang dihasilkan oleh alam dengan terlebih dahulu dikonversikan menjadi suatu sinyal digital melalui suatu konverter. Hasil dari sinyal digital ini dapat lebih mudah digunakan dalam pengolahan untuk menjadi suatu data yang dibutuhkan.

### 2.2.7 Integrated Circuit

Hidayat (2002), menyatakan bahwa IC (*Integrated Circuit*) yang merupakan kombinasi beberapa komponen elektronika yaitu dioda, resistor, transistor dan kapasitor kecil. Komponen-komponen itu dirangkai menjadi satu pada papan semikonduktor kristal silikon kecil yang disebut chip. Dengan perkembangan sistem digital ini, banyak peralatan elektronika menggunakan IC, antara lain digital voltmeter, digital multimeter, digital frekuensimeter dan lain-lain. Bahkan IC juga digunakan pada alat menghitung (kalkulator), komputer, dan jam tangan. Radio dengan IC, amplifier dengan IC, sistem kontrol, misalnya lampu lalu lintas, saklar otomatis, power supply, alat permainan elektronika dan sebagainya juga sudah menggunakan sistem digital tersebut.

IC bentuknya mungil, didalamnya terdapat beberapa komponen elektronika, misalnya tahanan, kondensator dioda dan transistor yang terpadu pada suatu tempat. Oleh karena itulah, IC ini relatif kecil dan harganya murah. Dewasa ini IC sudah banyak beredar di pasaran.

Berdasarkan konstruksinya IC dibedakan menjadi 2 macam yaitu.

#### 1. IC Monolithik

IC Monolithik adalah IC yang dibuat dari keping semikonduktor yang tipis. Penyambungan kaki-kakinya menggunakan perangkat ultrasonic dan dikontrol menggunakan mikroskop.

## 2. IC Hybrida

IC Hybrida adalah IC yang lebih besar bentuknya dari IC Monolithik. IC ini terbuat dari PCB yang disketsa dengan sistem fotografi mikro. Kemudian pada PCB tersebut dipasang semikonduktor atau komponen lain.

Menurut Hidayat (2002) berdasarkan fungsinya IC dibedakan menjadi tiga macam yakni

### 1. IC Linier

IC linier berfungsi sebagai penguat daya. Ciri-cirinya pada IC linier sebelum penulisan angka kode pada badannya didahului oleh kode huruf seperti: AN ....., BA ....., CA ....., LM ....., UFC ....., STK ....., dan sebagainya.

### 2. IC TTL

IC TTL (Transistor Transistor Logic) berfungsi sebagai perangkat perswitchan (switching) atau sebagai gerbang-gerbang logika pada sistem digital. Ciri-cirinya pada IC TTL tidak dimulai dengan kode huruf, melainkan dimulai dengan angka 74 ....., atau 54 .....

### 3. IC CMOS

IC CMOS berfungsi seperti IC TTL, hanya penampilannya lebih peka dan lebih baik. Dengan hanya suatu tegangan statik yang ada pada tubuh manusia dapat merusak rangkaian didalam IC CMOS tersebut. Ciri-ciri IC CMOS biasanya dimulai dengan kode angka 40 ....., 45 .....

Untuk mengurangi kerusakan IC akibat penyolderan yang terlalu panas, digunakan socket IC. Jadi penyolderan hanya dilakukan pada socket IC saja.

#### 2.2.8 Operational Amplifier

Adel (1990) menyatakan bahwa *Operational Amplifier* (Op-Amp) adalah salah satu komponen elektronika yang populer dengan memiliki 5 buah terminal dasar, yaitu : dua terminal catu daya, dua terminal masukan dan satu terminal keluaran. Komponen ini merupakan rangkaian elektronika yang dirancang dan dikemas secara khusus dalam satu bentukan yang kompak. Sehingga untuk

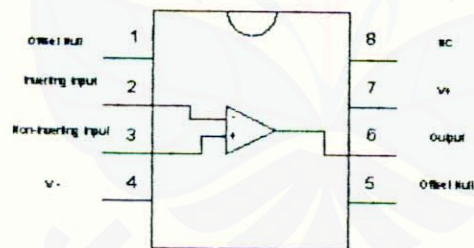


memanfaatkan komponen ini relatif mudah, yaitu hanya dengan menambah beberapa komponen luar sesuai dengan keperluan.

Menurut Adel (1990) pada mulanya rangkaian Op-Amp digunakan untuk rangkaian perhitungan analog, rangkaian pengaturan dan instrumentasi. Fungsi utamanya melakukan operasi matematika linier, integrasi dan penguatan pada tegangan dan arus. Tetapi Op-Amp dapat dijumpai di banyak bidang, antara lain: reproduksi suara, sistem komunikasi, sistem pengolahan digital, elektronika komersial dan aneka macam perangkat hobi.

Op-Amp adalah komponen elektronika *solid-state* yang mampu mengindera dan memperkuat sinyal masukan (baik sinyal DC maupun sinyal AC). Simbol Op-Amp dinyatakan dengan sebuah segitiga yang mempunyai beberapa terminal.

Contoh Op-Amp yang dikemas dalam sebuah Integrated Circuit diperlihatkan dalam gambar 4 di bawah ini



Gambar 4. Susunan kaki-kaki IC 741 (Adel, 1990)

Menurut Adel (1990) dari kaki-kaki IC 741 pada gambar 4 di atas, maka kaki-kaki dari IC tersebut dapat dikelompokkan menjadi 3 buah terminal, seperti dijelaskan di bawah ini.

#### 1. Terminal-terminal masukan

Ada dua buah terminal masukan yang dimiliki oleh sebuah Op-Amp, yaitu:

- a. masukan membalik disimbolkan dengan tanda negatif (-). Tegangan DC atau AC yang dikenakan pada masukan ini akan digeser fasenya sebesar  $180^\circ$  pada keluarannya,

- b. masukan tidak membalik disimbolkan dengan tanda positif (+). Tegangan DC atau AC yang dikenakan pada masukan ini akan sefasa dengan keluarannya,
2. Terminal keluaran  
Terminal ini diperlihatkan pada bagian puncak segitiga.
3. Terminal catu daya dan terminal-terminal lainnya untuk kompensasi frekuensi atau pengaturan nol.

Kombinasi antara kedua terminal masukan dan terminal keluaran serta umpan balik yang diberikan antara keluaran dan masukan akan menentukan jenis penguatan yang dilakukan pada Op-Amp tersebut.

Menurut Adel (1990) sesuai dengan perkembangan teknologi, karakteristik Op-Amp juga terus berkembang ke arah karakteristik yang ideal. Karakteristik yang dicapai Op-Amp saat ini adalah:

- 1) impedansi masukan yang sangat tinggi, sehingga arus masukan praktis dapat diabaikan ( $10^5 - 10^7$ ),
- 2) penguatan loop terbuka amat tinggi ( $10^4 - 10^7$ ),
- 3) impedansi keluaran amat rendah, sehingga keluaran penguatan tidak terpengaruh oleh pembebanan ( $10^1 - 10^3$ ).

Menurut Wollard (2002) karakteristik masukan dari suatu Op-Amp adalah:

- 1) tegangan ambang masukan (*input offset voltage* =  $V_{io}$ ) yaitu tegangan yang harus ditambahkan pada pin masukan agar keluarannya berharga nol,
- 2) konstanta temperatur tegangan ambang masukan (*input offset voltage temperature constant* =  $(\Delta V_{io} / \Delta T)$ ), yaitu perubahan tegangan ambang masukan terhadap perubahan temperatur untuk tegangan keluaran yang tetap,
- 3) arus bias masukan (*input bias current* =  $I_{ib}$ ), yaitu arus rata-rata yang menuju kedua pin masukan dari Op-Amp,
- 4) koefisien temperatur arus bias masukan (*input bias current coefficient temperature* =  $(\Delta I_{ib} / \Delta T)$ ), yaitu perubahan arus bias terhadap perubahan temperatur,



- 5) arus ambang masukan (*input offset current* =  $I_{io}$ ), yaitu selisih arus yang diperlukan oleh kedua pin masukan agar tegangan keluaran = 0 (nol) volt,
- 6) koefisien temperatur arus-ambang masukan (*input offset current temperature coefficient* =  $(I_{io} / \Delta T)$ ), yaitu perbandingan perubahan arus masukan terhadap perubahan temperatur,
- 7) resistansi masukan ( $R_{in}$ ), yaitu resistansi masukan pada sebuah terminal bila terminal lainnya ditanahkan,
- 8) kapasitansi masukan ( $C_{in}$ ), yaitu kapasitansi pada sebuah terminal masukan bila terminal lainnya ditanahkan. Kapasitansi ini akan mengurangi resistansi masukan pada frekuensi tinggi,

Menurut Chattopadhyay (1989) Op-Amp dapat dirangkai menjadi beberapa rangkaian elektronika yang sering dijumpai, antara lain: rangkaian penguat membalik, rangkaian penguat tak membalik, rangkaian penguat penjumlah dan rangkaian pembanding.

#### **a. Rangkaian penguat membalik**

Penguat membalik merupakan rangkaian elektronika yang akan menghasilkan sinyal keluaran dengan amplitudo sebesar A kali dari amplitudo sinyal masukan. Disamping itu sinyal keluaran mempunyai perbedaan fase sebesar  $180^\circ$  terhadap fasa sinyal masukan.

#### **b. Rangkaian penguat tidak membalik**

Berbeda dengan rangkaian penguat membalik, rangkaian penguat tak membalik merupakan rangkaian elektronika yang menghasilkan sinyal keluaran dengan amplitudo sebesar  $(1+A)$  kali dari amplitudo sinyal masukan dengan perbedaan fasa sebesar  $0^\circ$ .

#### **c. Rangkaian penguat penjumlah**

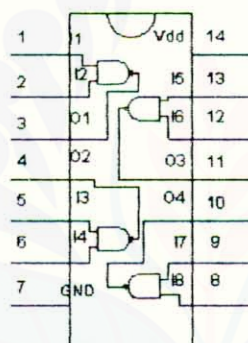
Keluaran rangkaian penguat penjumlah merupakan jumlah amplitudo sinyal masukan ke 1,2,3 sampai ke-n dan kemudian dikuatkan sebesar A kali (dengan catatan  $R_{in}$  semuanya sama nilainya). Perbedaan fasa yang didapat antara sinyal masukan dan keluaran adalah  $180^\circ$ .

#### d. Rangkaian pembanding

Rangkaian ini berfungsi untuk membandingkan dua buah sinyal masukan yaitu  $V_1$  dan  $V_2$ . Sinyal keluaran rangkaian pembanding tersebut merupakan hasil perbandingan  $V_1$  dan  $V_2$ . Bila  $V_1$  lebih besar dari  $V_2$  maka sinyal keluaran mempunyai amplitudo sebesar  $-V_{cc}$  dari Op-Amp, tetapi bila  $V_1$  lebih kecil dari  $V_2$ , maka sinyal keluaran akan mempunyai amplitudo sebesar  $+V_{cc}$ .

#### 2.2.9 Gerbang Logika NAND

Menurut Wollard (1999) kaki-kaki gerbang logika seri 4011 dapat dilihat pada gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Kaki-kaki dari gerbang logika seri 4011 (Wollard, 1999)

Menurut Chattopadhyay (1989) suatu gerbang NAND dapat digunakan untuk membentuk gerbang OR atau gerbang AND atau serangkaian NOT. Misalnya kalau semua masukan gerbang NAND dihubungkan seperti ditunjukkan dalam gambar 5, rangkaian yang terbentuk adalah rangkaian NOT, karena kalau  $A = 1$ , keluaran gerbang NAND sama dengan  $\overline{A \cdot A} = \overline{1 \cdot 1} = 0$  dan kalau  $A = 0$ , keluaran sama dengan  $\overline{A \cdot A} = \overline{0 \cdot 0} = 1$ . Suatu gerbang NAND dengan dua masukannya dihubungkan menjadi satu dinamakan gerbang NAND satu masukan. Suatu gerbang NAND yang diikuti oleh rangkaian NOT merupakan gerbang AND. Juga dari teorema kedua De Morgan jelas bahwa semua logika dapat dibentuk dengan menggunakan rangkaian-rangkaian AND dan NOT saja. Karena gerbang NAND merupakan kombinasi satu gerbang NOT dan satu gerbang AND dapat disimpulkan bahwa setiap fungsi logika dapat dilaksanakan dengan menggunakan pengulangan rangkaian NAND saja. Argumen yang sama, dengan



menggunakan teorema pertama De Morgan, dapat ditunjukkan bahwa semua logika dapat dibentuk dengan hanya menggunakan pengulangan rangkaian NOR saja. Jadi gerbang NAND atau gerbang NOR merupakan blok pembangunan universal dari semua rangkaian digital. Tabel keluaran untuk gerbang NAND dua masukan dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini.

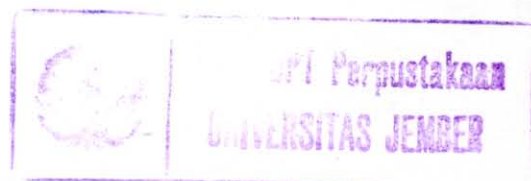


Gambar 6. Rangkaian not dari rangkaian NAND (Chattopadhyay, 1989)

Tabel 2. Tabel keluaran untuk gerbang NAND dua masukan

| Masukan |   | Keluaran |
|---------|---|----------|
| A       | B |          |
| 0       | 0 | 1        |
| 0       | 1 | 1        |
| 1       | 0 | 1        |
| 1       | 1 | 0        |

Sumber : Chattopadhyay (1989)



## III. PENDEKATAN DESAIN

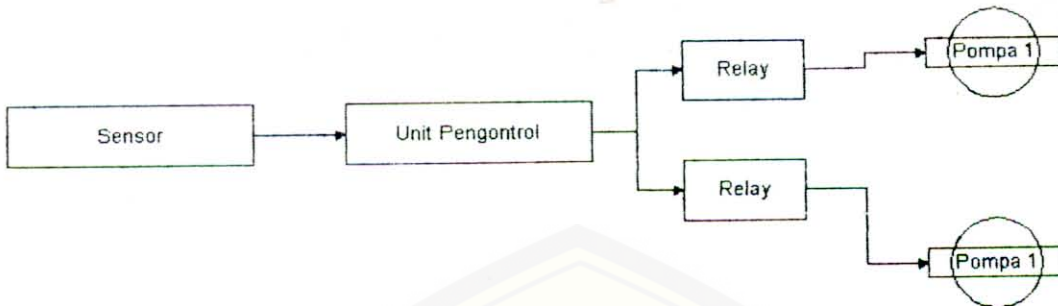
### 3.1 Kriteria Desain

Alat yang dibuat pada penelitian ini dinamakan sebagai *Salinity Stabilizer* (SS) dan bertujuan untuk membuat kadar garam (salinitas) pada tambak berada pada suatu rentang yang ditentukan (15 – 20 permil). Prinsip kerja alat *Salinity Stabilizer* adalah mengubah daya hantar yang dimiliki oleh air payau pada salinitas tertentu menjadi suatu besaran listrik yang kemudian diubah menjadi suatu besaran digital 0 dan 1. Pompa yang digunakan ada dua buah yakni pompa air tawar dan pompa air asin. *Salinity stabilizer* bekerja pada 3 keadaan yang akan dibaca oleh rangkaian digital gerbang logika NAND dengan menggunakan IC 4011. Ketiga keadaan itu adalah; keadaan pada saat kondisi salinitas air tambak mencapai salinitas maksimum yakni sekitar 20 permil, kondisi pada saat salinitas air tambak mencapai kondisi minimum yakni 15 permil serta kondisi pada saat salinitas air tambak 17 permil (atau juga disebut sebagai kondisi tengah). Pada saat kondisi salinitas air tambak mencapai batas maksimum, nilai keluaran dari Op-Amp adalah 1 dan 1, jika pada saat kondisi salinitasnya mencapai batas minimum akan menghasilkan nilai keluaran pada Op-Amp 0 dan 0. Sedangkan pada kondisi menengah atau kondisi setimbang maka kondisi keluaran pada Op-Amp dapat diatur menjadi 1 dan 0 ataupun 0 dan 1. Jika menset pada kondisi 0 dan 1 maka pada kondisi menengah maka pompa akan menjadi off, akan tetapi jika menset keluaran dari Op-Amp 1 dan 0 maka kondisi kedua pompa akan menjadi on .

### 3.2 Desain fungsional

Gambaran secara garis besar dari alat ini yang dibuat secara blok diagram dapat dilihat pada gambar 7.





Gambar 7. Desain fungsional alat pengontrol kadar garam air tambak dengan prinsip digital

Unit-unit bagian dari alat dapat dijelaskan *Salinity stabilizer* sebagai berikut.

### 1. Catu daya

Catu daya adalah suatu rangkaian listrik yang mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC yang dilengkapi dengan regulator tegangan yang berguna agar tegangan yang dikeluarkan relatif stabil. Karena dalam *Salinity stabilizer* menggunakan tegangan sebagai suatu referensi dalam pengukuran yang dilakukan, maka diperlukan suatu nilai tegangan yang besarnya adalah konstan (tetap).

### 2. Probe karbon

Dalam pembuatan unit sensor, maka digunakan dua batang probe karbon yang disusun sejajar dengan tujuan untuk menghindari proses korosi pada probe sensor jika kita menggunakan probe logam.

### 3. Op-Amp

Op-Amp adalah suatu komponen dasar elektronika, komponen ini berfungsi untuk membandingkan tegangan yang dihasilkan dari sensor dengan tegangan referensi yang telah ditentukan.

### 4. Dioda

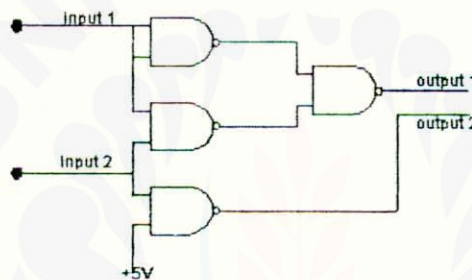
Berfungsi untuk mencegah keluarnya tegangan yang bernilai negatif pada rangkaian tersebut.

### 5. Rangkaian gerbang logika NAND

Merupakan komponen elektronika yang hanya dapat menerima masukan berupa sinyal digital, yakni 0 dan 1. Dengan rangkaian gerbang NAND ini maka

tambak dapat bereaksi terhadap 3 kondisi, yakni kondisi batas atas, kondisi batas bawah dan kondisi batas menengah. Pada kondisi batas atas maka masukan yang diharapkan adalah 0 dan 0, pada kondisi batas bawah masukan yang diperlukan adalah 1 dan 1, sedangkan pada kondisi batas menengah terdapat 2 macam kondisi yakni kondisi 1 – 0 dan kondisi 0 – 1. Jika pada kondisi 1 dan 0 maka semua pompa akan terus menyala, sedangkan pada kondisi 0 dan 1 didapatkan kondisi bahwa semua pompa akan mati.

Gambar rangkaian digital gerbang NAND dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Rangkaian gerbang logika NAND yang digunakan.

Dari rangkaian gerbang di atas, maka tabel kebenaran yang berlaku dituliskan pada tabel 3.

Tabel 3. Tabel kebenaran dari rangkaian gerbang logika NAND

| Input 1 | Input 2 | Output 1<br>(pompa air asin) | Output 2<br>(pompa air tawar) |
|---------|---------|------------------------------|-------------------------------|
| 0       | 0       | 0                            | 1                             |
| 0       | 1       | 0                            | 0                             |
| 1       | 0       | 1                            | 1                             |
| 1       | 1       | 1                            | 0                             |

Sumber : Hasil perhitungan

## 6. Transistor NPN

Transistor ini berfungsi untuk memperkuat arus yang dikeluarkan dari flip-flop agar dapat menggerakkan relay.



## 7. Relay

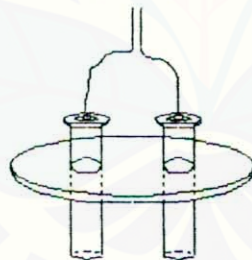
Merupakan saklar otomatis, yang digunakan untuk menghidupkan atau mematikan pompa, sesuai dengan masukan yang diterimanya.

### 3.3 Desain struktural

Secara elektronik maka rangkaian dari alat secara detail dapat dilihat pada lampiran 4. Bagian-bagian dari alat *Salinity stabilizer* tersebut adalah sebagai berikut.

#### 1. Sensor

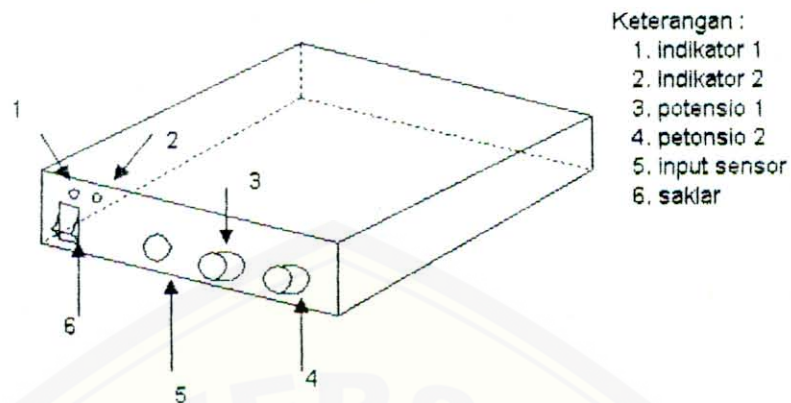
Sensor yang digunakan alat pengontrol kadar garam (*Salinity stabilizer*) adalah 2 buah karbon yang diletakkan pada jarak 1 cm. Fungsi sensor untuk mendeteksi besarnya salinitas pada tambak tersebut yang kemudian dirubah menjadi besaran listrik. Penggunaan karbon ini bertujuan untuk menghindari adanya karat pada sensor, jika sensor yang digunakan adalah probe logam. Gambar dari sensor ini dapat dilihat pada gambar 9, di bawah ini.



Gambar 9. Sensor dari *Salinity stabilizer*

#### 2. Box

Dalam merangkai alat salinity stabilizer ini digunakan sebuah box yang terbuat dari besi, untuk mengemas rangkaian elektronika yang berada didalamnya agar terlihat lebih menarik, dan juga untuk menghindari terjadinya hubungan pendek akibat terkena air, baik itu air hujan maupun air dari tambak. Dalam box ini juga dilengkapi *accessories* yang dipergunakan untuk melakukan pengaturan terhadap alat ini, diantaranya adalah potensio, saklar, dan lampu indikator. Gambar dari box alat ini beserta *accessories*-nya dapat dilihat pada gambar 10, di bawah ini



Keterangan :

1. indikator 1
2. indikator 2
3. potensio 1
4. potensio 2
5. input sensor
6. saklar

Gambar 10. Box dari *Salinity stabilizer*

### 3. Kabel

Untuk menghubungkan antara sensor dengan alat *Salinity stabilizer* ini maka digunakanlah kabel dengan panjang sekitar 5 meter.

### 4. PCB

Komponen-komponen elektronika yang digunakan dalam pembuatan *Salinity stabilizer* ini dirangkai dalam sebuah PCB lubang, dengan tujuan untuk memperbaiki penampilan dan juga untuk menghindari terjadinya arus pendek karena penempatan komponen elektronika yang tidak teratur.

### 5. Pompa

Untuk mendukung pengujian dari *Salinity stabilizer* ini maka digunakanlah dua buah pompa akuarium dengan debit yang relatif kecil, karena pengujian dari alat ini masih dalam skala laboratorium.

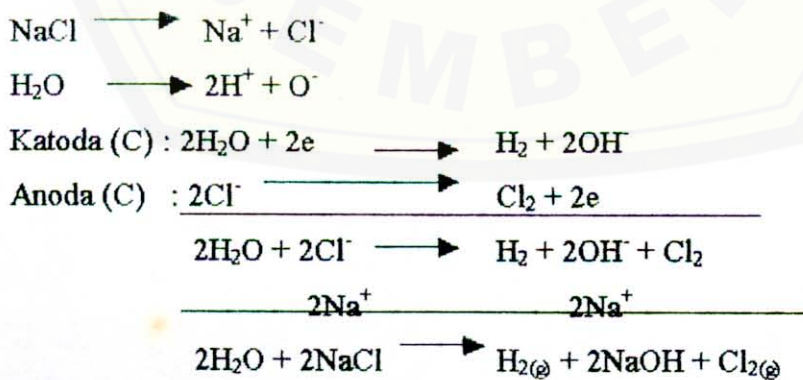


## V. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Kinerja alat

Alat pengontrol salinitas tambak yang dinamakan *Salinity stabilizer* merupakan suatu perangkat elektronika yang dibuat untuk menjaga kondisi salinitas air pada tambak air payau tetap berada pada rentang optimum. Melalui alat ini diharapkan para petani tambak tidak terlalu sering mengukur salinitas tambak miliknya, selain itu diharapkan pada kondisi cuaca yang ekstrim misalnya pada saat hujan deras maupun saat matahari terik sehingga penguapan tinggi, petani tidak perlu khawatir kondisi salinitas tambak miliknya.

*Salinity stabilizer* berbentuk rangkaian elektronika yang mudah untuk dirangkakan, karena petani tambak tidak membutuhkan teknologi tinggi yang memerlukan biaya besar. Akan tetapi yang mereka butuhkan adalah suatu teknologi tepat guna berharga murah dan bermanfaat bagi mereka. *Salinity stabilizer* bekerja menggunakan dua buah sensor probe karbon yang disusun berjajar dengan jarak  $\pm 1$  cm. Alasan penggunaan probe karbon adalah untuk menghindari korosi sensor karena bekerja pada air payau. Dengan adanya dua buah probe logam yang dialiri arus listrik DC menyebabkan terjadinya peristiwa elektrolisis pada daerah disekitar probe tersebut. Peristiwa elektrolisis tersebut dapat dijabarkan melalui reaksi berikut.



Kemudian akan terjadi suatu reaksi lagi antara  $\text{Cl}_2$  dengan  $\text{NaOH}$



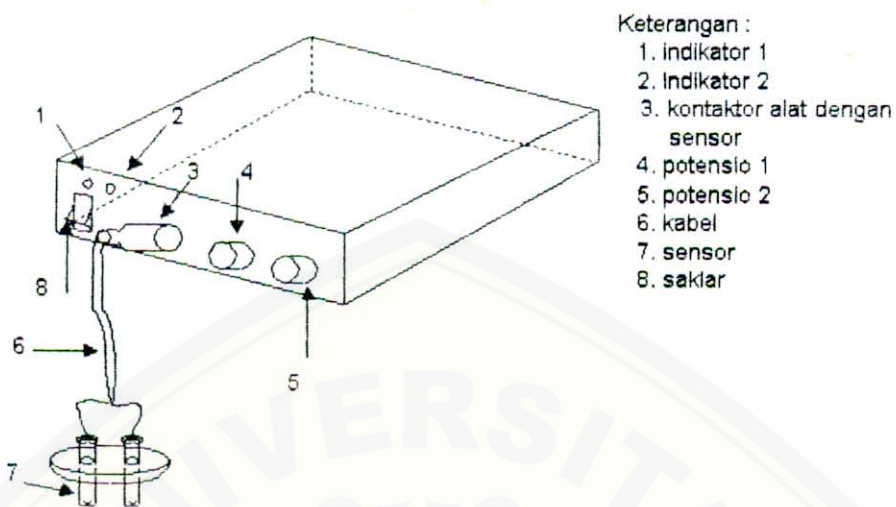
Hasil reaksi yang berupa  $\text{NaClO}$  merupakan suatu senyawa yang biasa digunakan sebagai pemutih. Dari hasil reaksi elektrolisis maka banyaknya

senyawa NaClO yang dihasilkan adalah 10,8015 gram atau dapat dikatakan bahwa 1% dari larutan tersebut mengandung NaClO. (Keenan, 1991)

Pada alat ini keluaran dari probe karbon yang berupa tegangan akan masuk ke dalam Op-Amp dan kemudian oleh Op-Amp dibandingkan dengan tegangan referensi yang masuk ke dalam Op-Amp tersebut. Tegangan sumber yang masuk ke dalam Op-Amp ini sebesar +5V dan 0 yang ditunjukkan dengan meng-ground-kan masukan negatif dari Op-Amp ini. Sehingga keluaran dari Op-Amp ini merupakan tegangan yang bernilai +5V dan 0V yang kemudian dimasukkan ke dalam rangkaian gerbang logika NAND, sebagai masukan digital yang dibaca sebagai nilai H dan L atau nol dan satu. Keluaran dari gerbang NAND ini dibuat menjadi 4 buah kondisi yakni kondisi 1 dan 1, kondisi 0 dan 0, kondisi 1 dan 0 serta kondisi 0 dan 1. Pada saat kondisi 0 dan 0 maka pompa air tawar akan hidup sehingga air tawar akan masuk ke dalam tambak, sedangkan pada kondisi 1 dan 1 maka pompa air asin akan hidup sehingga air asin akan masuk ke dalam tambak. Pada saat kondisi menengah dapat menseset menjadi 2 keadaan yakni kondisi 1 dan 0 ataupun kondisi 0 dan 1. Pada saat kondisi 1 dan 0, maka kedua pompa akan hidup (on), kondisi ini dapat digunakan jika menginginkan air tambak terus dalam kondisi segar, karena akan terus terjadi pergantian air walaupun salinitasnya telah berada pada rentang yang telah diinginkan. Sedangkan kondisi 0 dan 1 akan menyebabkan kedua pompa akan berada pada kondisi mati, matinya kedua pompa ini juga pada saat kondisi salinitas air tambak berada pada rentang yang telah kita tentukan.

Pengaturan kondisi 1-0 dan 0-1 dapat dilihat melalui indikator yang berada diluar dan mengaturnya dengan potensio yang ada. Gambar luar dari *Salinity stabilizer* seperti tampak pada gambar 11.





Gambar 11. Penampakan luar alat pengontrol salinitas tambak dengan teknik digital (*Salinity stabilizer*).

Berdasarkan gambar 9, jika menghendaki kondisi 0-1 dan 1-0 dapat diatur dengan melihat dan mengatur indikator 1 dan indikator 2 melalui potensio 1 dan potensio 2, proses pengaturannya dapat dilihat pada tabel 4 di bawah ini

Tabel 4. Tabel pengaturan pada alat Pengontrol Salinitas Tambak Dengan Teknik Digital.

| Kondisi |         | Batas atas (salinitas tinggi) | Batas bawah (salinitas rendah) |
|---------|---------|-------------------------------|--------------------------------|
| Input 1 | Input 2 |                               |                                |
| 0       | 0       | Pompa air tawar off           | Pompa air asin on              |
| 0       | 1       | Pompa air tawar off           | Pompa air asin off             |
| 1       | 0       | Pompa air tawar on            | Pompa air asin on              |
| 1       | 1       | Pompa air tawar on            | Pompa air asin off             |

Sumber : Hasil pengamatan

*Salinity stabilizer* mampu mengkondisikan semua tempat di dalam tambak mempunyai kadar gram (salinitas) yang sama, atau dapat dikatakan bahwa alat ini mensekukan semua kondisi di lahan tersebut. Jadi jika meletakkan sensor di suatu tempat tertentu maka anggap bahwa nilai yang terbaca pada sensor tersebut sama untuk seluruh kolam tersebut.

Kelemahan alat ini adalah tidak dapat mengkondisikan kadar garam pada tambak tersebut benar-benar pada rentang yang ditentukan, karena luas tambak berpengaruh pada sensor yang ada. Hal itu dapat diatasi dengan jalan menset alat

tersebut pada rentang optimum pertumbuhan ikan (udang) pada tambak, yang bukan merupakan batas ketahanan dari ikan (udang). Sehingga jika kadar garam (salinitas) pada tambak tersebut melebihi rentang tersebut tidak akan menyebabkan kematian pada ikan, dan ikan masih dapat bertahan.

Karena udang windu sangat sensitif terhadap perubahan kadar garam (salinitas) pada habitatnya, selain itu para petani udang windu biasanya juga merupakan para petani bermodal besar, sehingga diharapkan mereka akan sangat tertarik terhadap suatu inovasi baru bagi mereka. Akan tetapi pada perkembangannya *Salinity stabilizer* dapat digunakan tidak hanya pada udang windu saja akan tetapi dapat digunakan untuk semua ikan yang hidup di air payau. Hal ini dapat dilakukan hanya dengan mengubah tegangan referensi yang akan masuk kepada Op-Amp

*Salinity stabilizer* menggunakan sumber tegangan listrik DC (arus searah) yang diperoleh merubah tegangan AC ke DC melalui penambahan regulator tegangan. Tegangan AC (arus bolak-balik) dimanfaatkan untuk menggerakkan pompa yang ada. Regulator tegangan disini digunakan dengan tujuan untuk memperoleh tegangan referensi tetap yang akan dimasukkan ke dalam Op-Amp, sehingga tidak akan merubah batas atas dan batas bawah rentang yang dibuat. Karena dengan perubahan tegangan referensi maka juga akan merubah batas atas dan batas bawah rentang yang dibuat. Jika pada areal tambak tidak terdapat arus listrik maka *Salinity stabilizer* dapat digerakkan dengan sumber tegangan DC sebesar 12V, 1A dan pompa yang ada diganti dengan pompa diesel. Waktu untuk mengalirkan air tawar dan air asin ke dalam tambak dapat berpedoman pada lampu indikator yang terdapat pada *Salinity stabilizer* jika indikator pompa air tawar yang menyala maka secara manual menghidupkan pompa disel yang terhubung ke sumber air tawar sehingga air tawar masuk ke dalam tambak. Jika indikator pompa air asin yang menyala maka pompa disel yang terhubung dengan sumber air asin dihidupkan secara manual sehingga air asin masuk ke dalam tambak. Disamping itu pada saat kedua indikator tersebut mati semua atau menyala semua maka semua pompa harus dalam keadaan mati, atau kedua pompa

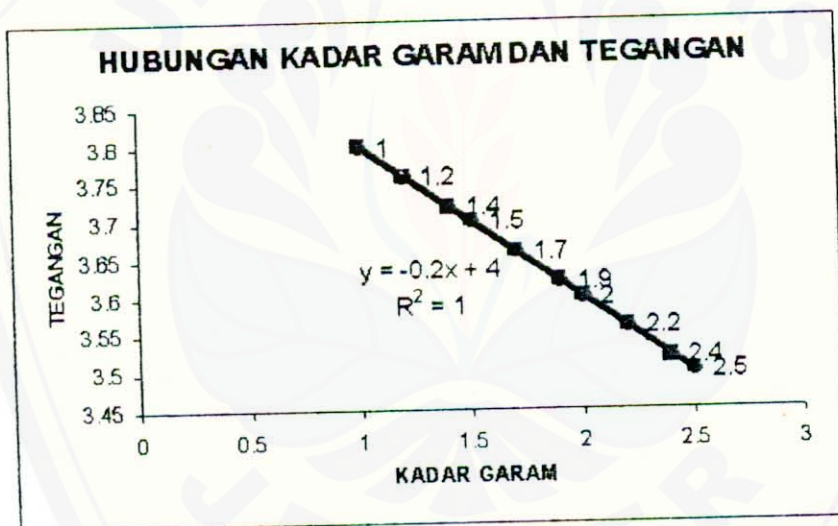


dihidupkan secara bersama dengan debit yang sama dengan tujuan untuk menjaga kesegaran air tambak.

## 5.2 Pengujian *Salinity stabilizer*

### 5.2.1 Pengujian sensor

Pengujian terhadap sensor dilakukan untuk mengetahui hubungan antara kenaikan kadar garam pada air dengan tegangan yang dihasilkan oleh sensor. Dengan mengetahui hubungan ini maka pada suatu kadar garam tertentu dapat diketahui tegangan yang dihasilkan oleh sensor tersebut. Data hubungan antara tegangan dengan kadar garam dapat dilihat pada lampiran 5 dan digambarkan pada grafik 1 di bawah ini.



Gambar 12. Grafik hubungan kadar garam dengan tegangan

Dari gambar grafik di atas tampak bahwa perubahan kadar garam mempunyai hubungan linier terhadap perubahan tegangan yang dihasilkan oleh sensor. Dan juga dapat disimpulkan bahwa dengan semakin tingginya kadar garam maka tegangan yang dihasilkan oleh sensor akan semakin kecil.

Dari hasil proses regresi linier tampak bahwa hubungan antara tegangan dan kadar garam ditunjukkan dengan persamaan  $y = -0,2x + 4$ . Disamping itu dari grafik 1 juga tampak bahwa nilai  $R^2$  (koefisien korelasi) = 1, artinya terdapat hubungan linier antara tegangan dan kadar garam.

### 5.2.2 Pengujian rangkaian gerbang logika

Pengujian dilakukan dengan jalan memasukkan sensor pada air dengan berbagai tingkat salinitas dan mengamati kondisi nyala pada lampu indikator yang mewakili pompa mana yang hidup dan mengisikan air ke dalam tambak. Data hasil pengamatan pada pengujian ini dapat dilihat pada tabel 6 di bawah ini.

Tabel 5. Pengujian terhadap on-off dari pompa.

| No | Kadar garam (%) | Tegangan dari sensor (V) | Pompa air asin | Pompa air tawar |
|----|-----------------|--------------------------|----------------|-----------------|
| 1  | 1.0             | 3.80                     | On             | Off             |
| 2  | 1.2             | 3.76                     | On             | Off             |
| 3  | 1.4             | 3.72                     | On             | Off             |
| 4  | 1.5             | 3.70                     | On             | Off             |
| 5  | <b>1.7</b>      | <b>3.66</b>              | <b>Off</b>     | <b>Off</b>      |
| 6  | 1.9             | 3.62                     | Off            | On              |
| 7  | 2.0             | 3.60                     | Off            | On              |
| 8  | 2.2             | 3.56                     | Off            | On              |
| 9  | 2.4             | 3.52                     | Off            | On              |
| 10 | 2.5             | 3.50                     | Off            | On              |

Sumber : Hasil pengamatan

Pada tabel 6 tampak bahwa dengan semakin tingginya kadar garam, maka tegangan yang dihasilkan sensor akan semakin rendah dan akan mengatur agar pompa air dalam kondisi on, juga pada saat kondisi kadar garam rendah maka tegangan yang dihasilkan akan semakin tinggi dan akan mengatur agar pompa air asin dalam kondisi on. Tabel 6 memperlihatkan adanya suatu kondisi kedua pompa dalam keadaan off, yakni pada kadar garam 1,7% yang dihasilkan oleh rangkaian gerbang logika NAND. Dari tabel 6 juga tampak bahwa *Salinity stabilizer* dapat membuat kondisi suatu cairan tetap berada pada rentang 1,5% - 2%, hal ini sesuai dengan hipotesa yang telah dikemukakan dimuka.



### 5.2.3 Perhitungan debit aktual dari pompa

Pada pengujian *Salinity stabilizer* diperlukan dua pompa, yang diasumsikan sebagai sarana untuk memasukkan air tawar atau air asin ke dalam tambak. Jenis pompa yang digunakan adalah pompa submersible, pompa ini mempunyai satu input dan dua buah keluaran, tetapi pada pengujian hanya menggunakan salah satu keluaran yang diberi pipa untuk dimasukkan ke dalam miniatur tambak. Perhitungan debit aktual dari pompa diperlukan, karena adanya pengaruh beda tinggi dan adanya gesekan pada pipa. Berdasarkan pengamatan sebanyak 10 kali pengulangan debit yang dihasilkan oleh pompa dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 6. Volume yang dihasilkan oleh pompa dalam waktu tertentu

| Volume (cm <sup>3</sup> ) | Waktu (detik) | Debit (L/det) |
|---------------------------|---------------|---------------|
| 342                       | 3             | 0.11400       |
| 300                       | 3             | 0.10000       |
| 255                       | 3             | 0.08500       |
| 280                       | 3             | 0.09333       |
| 260                       | 3             | 0.08667       |
| 258                       | 3             | 0.08600       |
| 279                       | 3             | 0.09300       |
| 305                       | 3             | 0.10167       |
| 318                       | 3             | 0.10600       |
| 330                       | 3             | 0.11000       |

Sumber : Hasil percobaan

Dari tabel 7 di atas maka didapatkan rata-rata volume yang dihasilkan pompa tersebut dalam selang waktu 3 detik adalah 292.7 cm<sup>3</sup>. Sehingga didapatkan nilai debit rata-ratanya ( $\mu$ ) adalah 0.097567 L/detik, dengan simpangan baku (S) sebesar 0,01037.

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan rumus (4), dengan taraf kepercayaan 95% maka dengan jumlah data sebanyak 10, didapatkan nilai  $e$  sebesar 0,006. Ini artinya bahwa data debit aktual tersebut dapat dipercaya dengan taraf 95%, bahwa nilai dugaan debit aktual tidak menyimpang dari  $\mu$  lebih dari 0,006.

#### 5.2.4 Pengujian alat pada berbagai kondisi salinitas

Pengujian ini dilakukan dengan jalan memasukkan sensor pada suatu miniatur tambak yang berupa timba dengan diameter 26 cm dan memasukkan air dengan kadar garam 0% dan kadar garam 3,5% ke dalam tambak tersebut. Yang diuji adalah volume air dengan kadar garam 0% dan volume air dengan kadar garam 3,5% yang masuk ke dalam tambak. Dari sini maka dapat menentukan besarnya kadar garam campuran yang berada di miniatur tambak tersebut dengan menggunakan rumus kadar garam campuran, yakni.

$$KG_c = \frac{(KG_1 \times V_1) + (KG_2 \times V_2)}{V_1 + V_2} \quad (5)$$

Keterangan :  $KG_c$  = Kadar garam campuran (KG dalam tambak)

$KG_1$  = Kadar garam yang ada dalam miniatur tambak

$V_1$  = Volume cairan yang ada dalam miniatur tambak

$KG_2$  = Kadar garam cairan yang masuk ke dalam miniatur tambak

$V_2$  = Volume cairan yang masuk ke dalam miniatur tambak

Dengan menggunakan miniatur tambak yang berbentuk lingkaran dengan diameter 26 cm, maka luas dari tambak tersebut adalah  $\pi r^2$ , maka diperoleh luasan tambak tersebut adalah 20,42 cm<sup>2</sup>. Pengujian alat dilakukan dengan cara memberikan garam dengan kadar tertentu dan volume tertentu pada miniatur tambak., Kemudian sensor dimasukkan ke dalam miniatur tambak. Dengan menggunakan *stop watch* dapat ditentukan seberapa lama pompa tersebut dalam kondisi on maupun off. Dengan adanya data debit dan waktu bekerja (hidup) dari pompa, maka besarnya volume cairan yang masuk ke dalam tambak dapat ditentukan. Dari data volume dan kadar garam dari cairan baik itu yang berada dalam miniatur tambak maupun yang masuk ke dalam tambak, maka dapat ditentukan kadar garam campuran yang terdapat dalam miniatur tambak tersebut. Data yang dihasilkan tersebut dapat dilihat pada lampiran 1.



Dari hasil data pada lampiran 1 tampak bahwa pada saat kedua pompa berada pada posisi off kondisi salinitas pada tambak berada pada kadar garam 1,7%, sehingga dapat dikatakan bahwa tujuan untuk membuat salinitas tambak berada pada salinitas 1,5% - 2,0% telah tercapai.

### 5.3 Kebutuhan biaya

Dalam membuat ataupun merancang alat ini membutuhkan biaya yang cukup murah, yang rinciannya pada tabel 7, di bawah ini.

Tabel 7. Komponen elektronika yang digunakan dan komponen penggantinya beserta dengan harganya

| Nomor                                 | Komponen utama    | Komponen Pengganti | Jumlah yang dibutuhkan | Harga  |              |
|---------------------------------------|-------------------|--------------------|------------------------|--------|--------------|
|                                       |                   |                    |                        | Satuan | Total        |
| 1                                     | Dioda IN 4001     | Dioda IN 4002      | 4                      | 250    | 1000         |
| 2                                     | Adaptor 1A        | -                  | 1                      | 7500   | 7500         |
| 3                                     | IC 741            | IC LM 339          | 2                      | 1500   | 3000         |
| 4                                     | IC 4011           | -                  | 1                      | 1500   | 1500         |
| 5                                     | Relay             | -                  | 2                      | 3500   | 7000         |
| 6                                     | Transistor BD 139 | Transistor C828    | 2                      | 1500   | 3000         |
| 7                                     | Resistor          |                    | 3                      | 50     | 150          |
| 8                                     | Kabel             |                    | 5 m                    | 1500   | 7500         |
| 9                                     | Indikator         |                    | 2                      | 1000   | 2000         |
| 10                                    | Stop kontak       |                    | 1                      | 3500   | 3500         |
| 11                                    | PCB               |                    | 2                      | 2000   | 4000         |
| 12                                    | Socket 8 kaki     |                    | 2                      | 750    | 1500         |
| 13                                    | Socket 14 kaki    |                    | 1                      | 1500   | 1500         |
| 14                                    | Saklar            |                    | 1                      | 2000   | 2000         |
| 15                                    | Potensio          |                    | 2                      | 2500   | 5000         |
| 16                                    | IC 7805           |                    | 1                      | 2500   | 2500         |
| 17                                    | IC 7812           |                    | 1                      | 2500   | 2500         |
| Jumlah biaya yang dibutuhkan adalah = |                   |                    |                        |        | <u>55150</u> |

Sumber : Toko Sigma Elektronik (2003)

## VI. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan dapat dapat dibuat suatu kesimpulan di bawah ini.

1. *Salinity stabilizer* merupakan perangkat elektronika yang menjaga kondisi kadar garam (salinitas) pada tambak tetap berada pada suatu rentang tertentu, walaupun menghadapi suatu kondisi yang ekstrim, baik itu evaporasi yang tinggi maupun hujan yang deras.
2. *Salinity stabilizer* merupakan suatu rangkaian elektronika yang mudah untuk dirangkai dan harganya relatif murah, sehingga dapat dikatakan bahwa *salinity stabilizer* merupakan suatu bentuk teknologi tepat guna bagi para petani tambak khususnya.
3. Karena menggunakan sensor yang berupa dua buah probe karbon yang disusun sejajar dan dialiri oleh arus searah, maka dimungkinkan untuk terjadinya elektrolisis. Sedangkan hasil dari proses elektrolisis tersebut adalah senyawa NaCl, NaClO dan H<sub>2</sub>O.
4. *Salinity stabilizer* bekerja dengan jalan membandingkan tegangan yang dihasilkan oleh sensor dengan tegangan referensi, dengan sebuah Op-Amp.
5. Hasil dari proses perbandingan pada Op-Amp akan dijadikan sebagai sinyal masukan pada gerbang logika NAND, keluaran dari gerbang logika NAND inilah yang kemudian sebagai acuan untuk menghidupkan ataupun untuk mematikan pompa.
6. Alat ini diatur untuk mengontrol kondisi salinitas air tambak berada pada kondisi optimum pada ikan tersebut, bukan merupakan kondisi batas maksimum dan batas minimum ikan tersebut dapat hidup.
7. Dengan menghubungkan antara tegangan dan salinitas (kadar garam) maka diperoleh koefisien determinasi sebesar 100%, dengan persamaan regresi linier  $y = -0.2x + 4$ .



8. Dengan menggunakan dua buah pompa dengan debit aktual rata-rata 0.097467 liter/detik, maka pengujian *Salinity stabilizer* dilakukan pada skala laboratorium.
9. Setelah menset alat pada kondisi batas atas 2.0% dan batas bawah 1.5% maka dengan melakukan pada suatu miniatur tambak dengan luas 20,42cm<sup>2</sup> maka didapatkan nilai salinitas didalam tambak tersebut adalah 1.7%.

## 6.2 Saran

Dari hasil pengamatan dan penelitian yang telah dilakukan, maka beberapa saran yang dapat diajukan untuk alat ini dapat dijelaskan di bawah ini.

1. Perlu dilakukan pengujian lanjutan, yakni menguji alat ini pada tambak sesungguhnya.
2. Perlu dilakukan analisis ekonomi terhadap *Salinity stabilizer*.
3. Perlu dilakukan pengujian terhadap umur pakai dari alat



DAFTAR PUSTAKA

- Afrianto, E. dan Liviawaty, . 1991. **Teknik Pembuatan Tambak Udang**. Kanisius. Yogyakarta.
- Alifuddin, M. 2001. **Budidaya Tambak Udang Windu Berkelanjutan dalam Perspektif Perundangan**. Institut Pertanian Bogor. Bogor. URL : [www.hayati-pb.com / users / rudyct / indiv2001 / m\\_alifuddin.htm](http://www.hayati-pb.com/users/rudyct/indiv2001/m_alifuddin.htm).
- Anonim. Tanpa tahun. **Budidaya Udang Windu**. Jakarta. URL : [www.warintek.com / tek tep gun / udang windu.htm](http://www.warintek.com/tek_tep_gun/udang_windu.htm).
- Bridgman, Roger, 2001, **Elektronika**. Balai Pustaka. Jakarta.
- Chattopadhyay. 1989. **Dasar Elektronika**. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Hidayat, B. 2002. **Fisika**. PT Intan Pariwara. Jakarta.
- Kanginan, M. 2000. **Fisika**. Erlangga. Jakarta.
- Keenan. 1991. **Kimia Untuk Universitas**. Elangga. Jakarta.
- Leach, M, 1994, **Prinsip-prinsip dan Penerapan Digital**. Erlangga. Jakarta.
- Mismail, B. 1997. **Dasar-dasar Rangkaian Logika Digital**. ITB. Bandung.
- Mujiman, A. 1981. **Budidaya Udang Putih**. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Pemerintah Kabupaten Kutai Timur. Tanpa tahun. **Teknologi Budidaya Udang Windu**. Kutai Timur. URL : [www.kutaitimur.com / pinvestasi / pi\\_udang teknis.htm](http://www.kutaitimur.com/pinvestasi/pi_udang_teknis.htm)
- Purwono, T, 2002, **Ekonomi**. Intan Pariwara. Klaten.
- Sedra, A. 1990. **Rangkaian Mikroelektronik**. Erlangga. Jakarta.
- Walpole. 1990. **Pengantar Statistika**. Gramedia. Jakarta
- Wollard, B. 2002. **Elektronika Praktis**. PT Pradnya Paramita. Jakarta.



## LAMPIRAN

Lampiran 1. Data hasil percobaan pada miniatur tambak.

| Percobaan nomor | Kondisi air di tambak |                | Waktu pompa hidup (detik) |                | Volume air masuk ke tambak |                  | Kadar garam campuran (akhir) |
|-----------------|-----------------------|----------------|---------------------------|----------------|----------------------------|------------------|------------------------------|
|                 | Kadar garam (%)       | Volume (Liter) | Pompa air tawar           | Pompa air asin | Air tawar (Liter)          | Air asin (liter) |                              |
| 1               | 0                     | 0.5            | 0                         | 4.80           | 0                          | 0.4678416        | 1.691852882                  |
| 2               | 0                     | 1.0            | 0                         | 9.60           | 0                          | 0.9356832        | 1.691852882                  |
| 3               | 0                     | 1.5            | 0                         | 14.6           | 0                          | 1.4230182        | 1.703911286                  |
| 4               | 1.5                   | 0.5            | 0                         | 0.60           | 0                          | 0.0584802        | 1.709426225                  |
| 5               | 1.5                   | 1.0            | 0                         | 1.10           | 0                          | 0.1072137        | 1.693663969                  |
| 6               | 1.5                   | 1.5            | 0                         | 1.70           | 0                          | 0.1656939        | 1.698948798                  |
| 7               | 2.0                   | 0.5            | 1.00                      | 0              | 0.0974670                  | 0                | 1.673732608                  |
| 8               | 2.0                   | 1.0            | 1.80                      | 0              | 0.1754406                  | 0                | 1.701489637                  |
| 9               | 2.0                   | 1.5            | 2.80                      | 0              | 0.2729076                  | 0                | 1.692135563                  |
| 10              | 3.5                   | 0.5            | 5.40                      | 0              | 0.5263218                  | 0                | 1.705118219                  |
| 11              | 3.5                   | 1.0            | 11.0                      | 0              | 1.0721370                  | 0                | 1.689077508                  |
| 12              | 3.5                   | 1.5            | 16.4                      | 0              | 1.5984588                  | 0                | 1.694390773                  |

Rata-rata kadar garam campuran dalam miniatur tambak adalah 1,695466696%

Sumber: Hasil percobaan

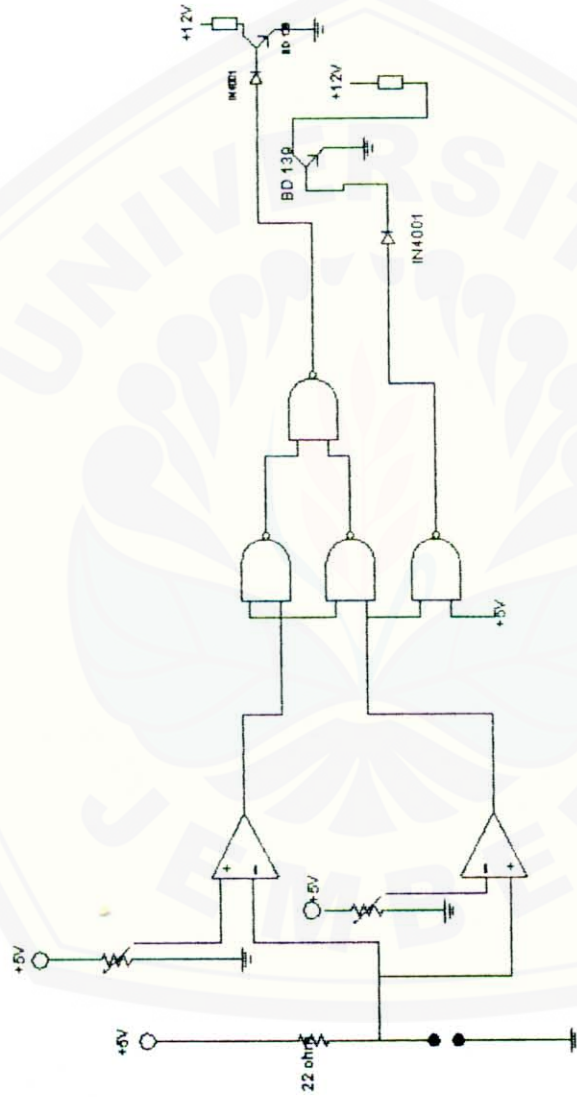
Lampiran 2. Hubungan kadar garam dengan tegangan yang dihasilkan oleh sensor

| No | Kadar garam (%) | Tegangan yang dihasilkan (Volt) |
|----|-----------------|---------------------------------|
| 1  | 1.0             | 3.80                            |
| 2  | 1.2             | 3.76                            |
| 3  | 1.4             | 3.72                            |
| 4  | 1.5             | 3.70                            |
| 5  | 1.7             | 3.66                            |
| 6  | 1.9             | 3.62                            |
| 7  | 2.0             | 3.60                            |
| 8  | 2.2             | 3.56                            |
| 9  | 2.4             | 3.52                            |
| 10 | 2.5             | 3.50                            |

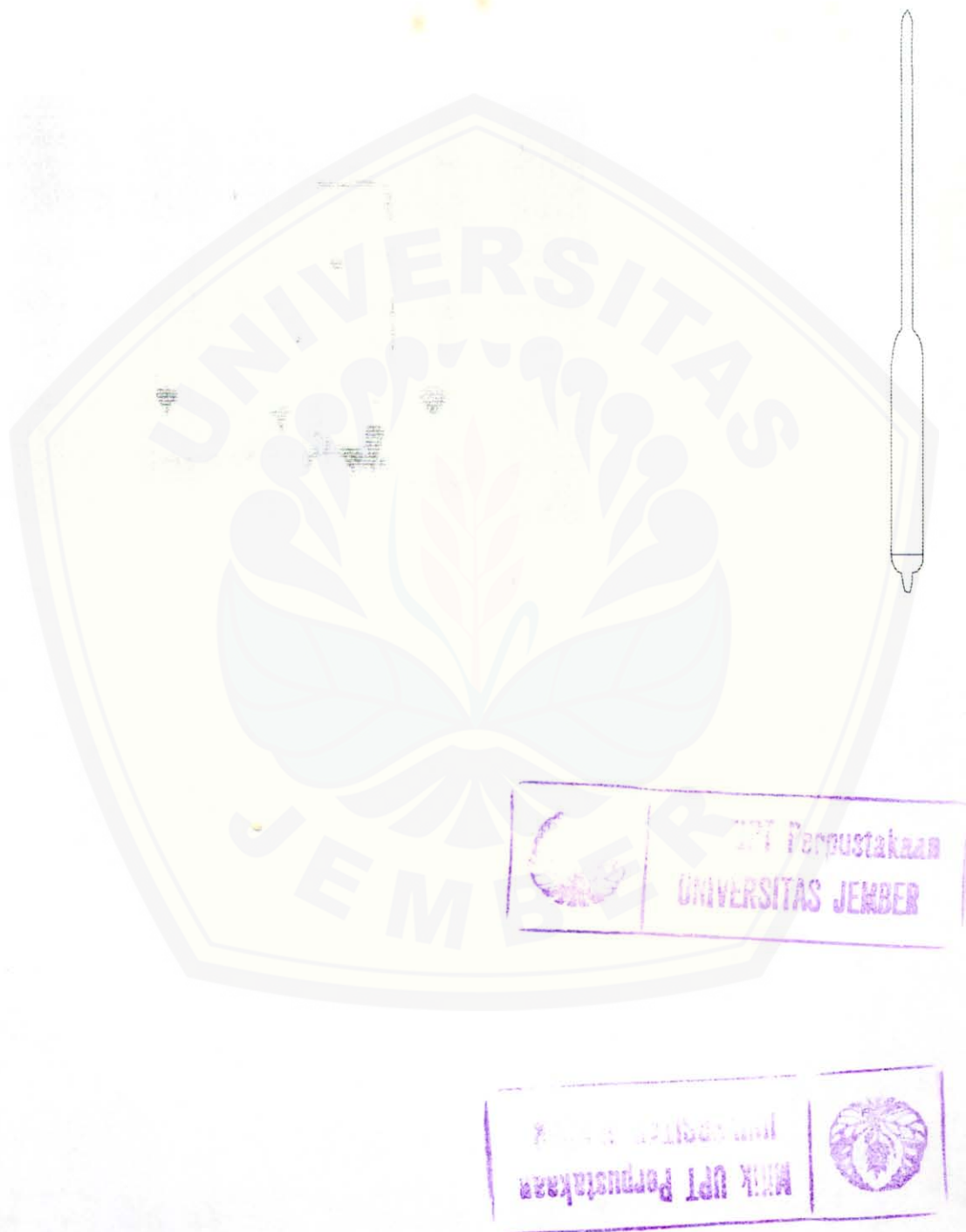
Sumber : Hasil pengamatan



Lampiran 3. Desain struktural Salinity stabilizer

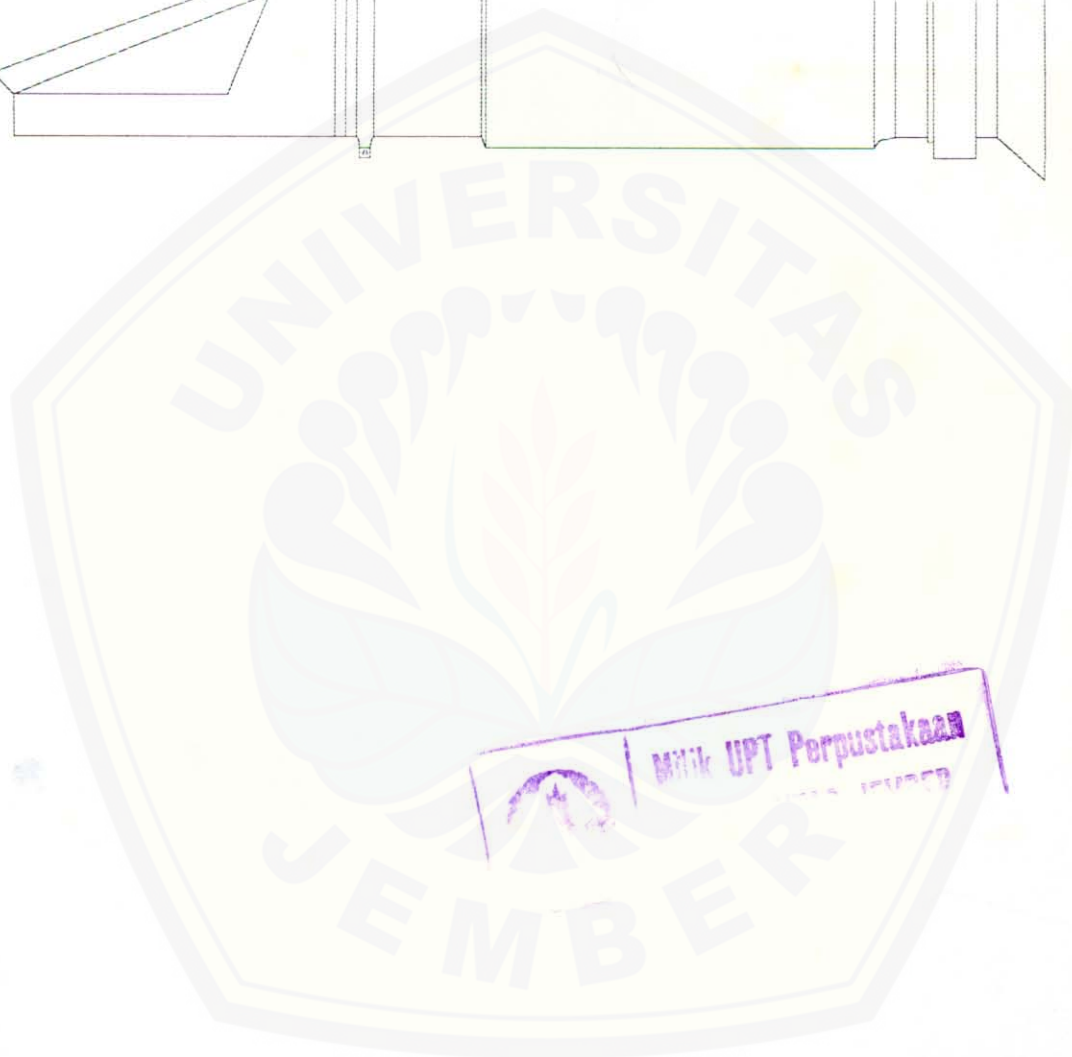
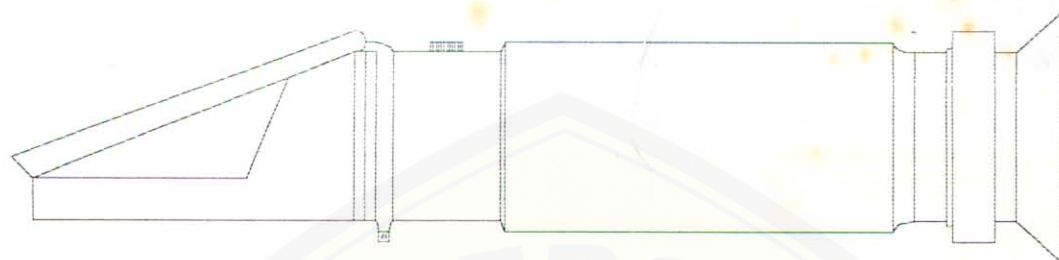


Lampiran 4. Salinometer





Lampiran 5. Refraktometer



MMik UPT Perpustakaan  
UNIVERSITAS JEMBER

Lampiran 6. Gambar pengujian alat

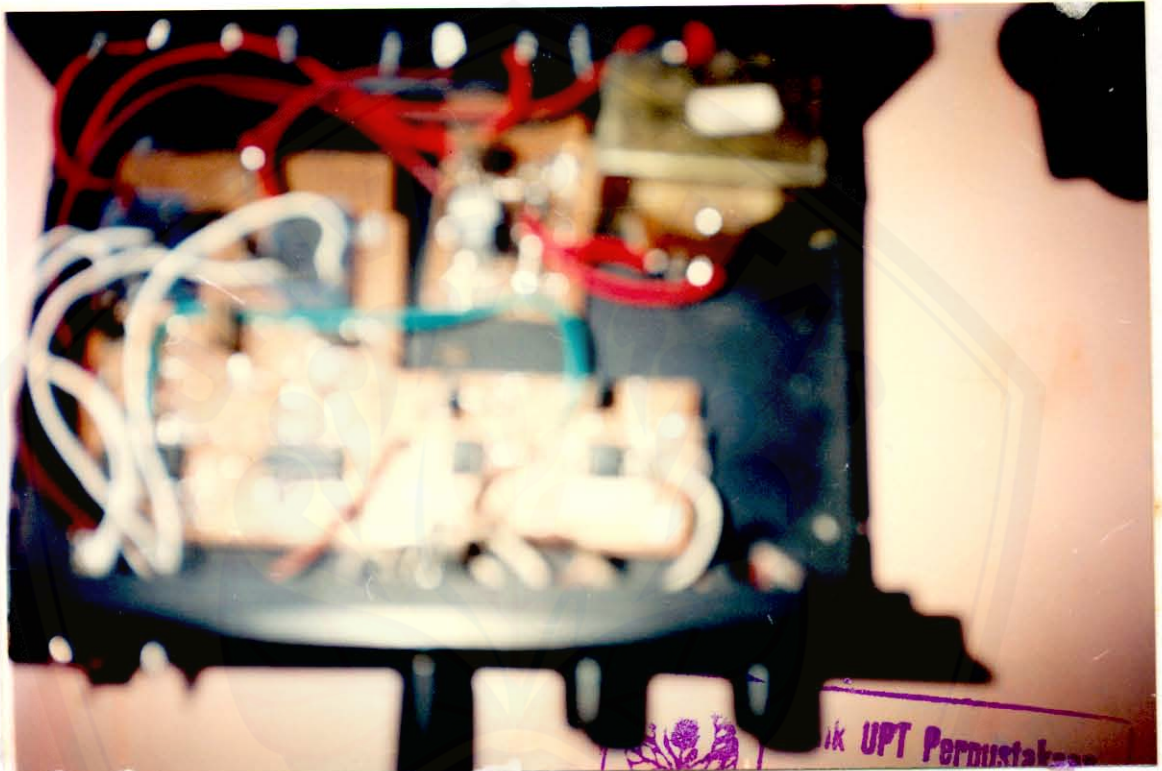




Lampiran 7. Penampilan luar dari *Salinity stabilizer*



Lampiran 8. Komponen elektronika yang dirangkai dalam *Salinity stabilizer*

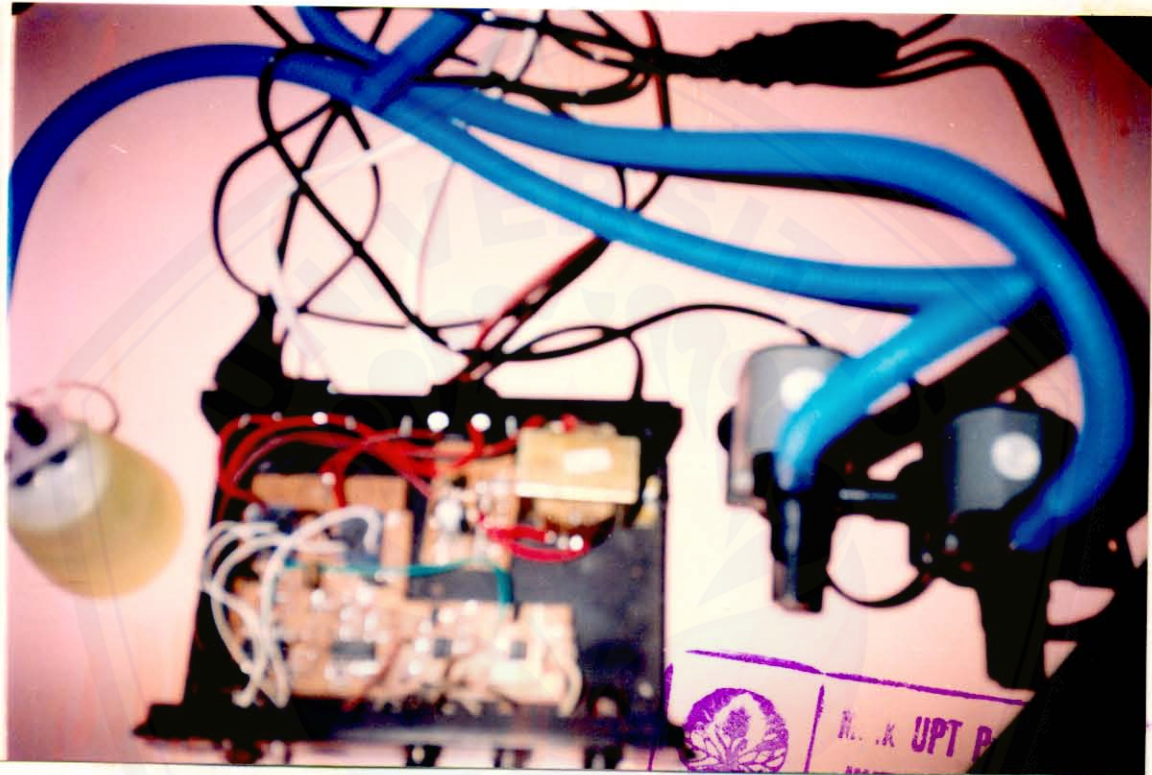


ik UPT Perpustakaan  
UNIVERSITAS JEMBER





Lampiran 9. Peralatan yang digunakan untuk pengujian *Salinity stabilizer*



R. K. UPT P  
UNIVERSITAS JEMBER

JEMBER