



**RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR KADAR GARAM
(SALINITAS) BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51**

skripsi
disajikan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Prodi Fisika

oleh
Nur Muzaqi Pambudiarto
4250406036

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2010

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi ini yang berjudul “*Rancang Bangun Alat Pengukur Kadar Garam (Salinitas) Berbasis Mikrokontroler AT89S51*”, telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian skripsi.

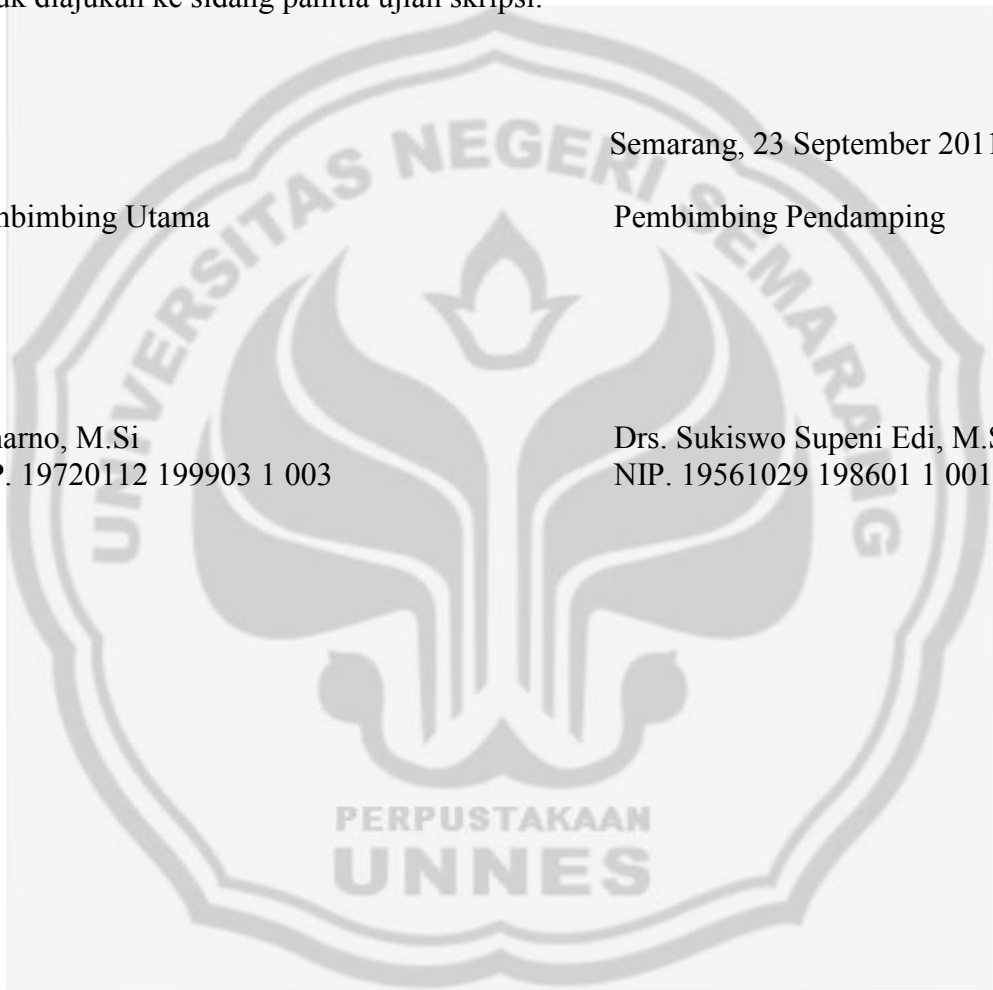
Semarang, 23 September 2011

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Sunarno, M.Si
NIP. 19720112 199903 1 003

Drs. Sukiswo Supeni Edi, M.Si
NIP. 19561029 198601 1 001



PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Rancang Bangun Alat Pengukur Kadar Garam (Salinitas) Berbasis Mikrokontroler AT89S51

disusun oleh

nama : Nur Muzaqi Pambudiarto

NIM : 4250406036

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA UNNES pada tanggal 27 September 2011.

Panitia:

Ketua

Sekretaris

Dr. Kasmadi Imam. S, M.S.
NIP. 19511115 197903 1 001

Dr. Putut Marwoto, M.S.
NIP. 19630821 198803 1 004

Ketua Penguji

Drs. Susilo, M. S.
NIP. 19520801 197603 1 006

Anggota Penguji/
Pembimbing Utama

Anggota Penguji/
Pembimbing Pendamping

Sunarno, M.Si
NIP. 19720112 199903 1 003

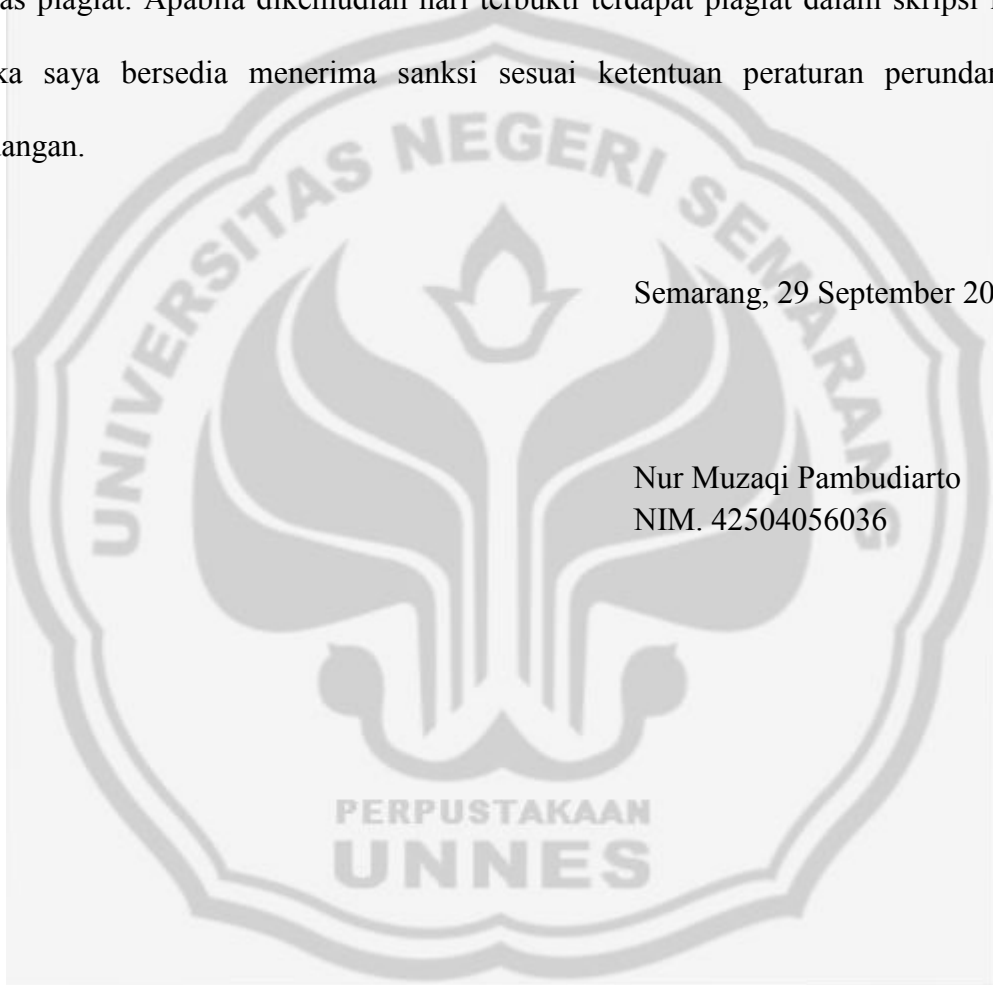
Drs. Sukiswo Supeni Edi, M.Si
NIP. 19561029 198601 1 001

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul, “Rancang Bangun Alat pengukur Kadar Garam (salinitas) Berbasis Mikrokontoler AT89S51” ini bebas plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Semarang, 29 September 2011

Nur Muzaqi Pambudiarto
NIM. 42504056036



MOTTO DAN PERSEMBAHAN

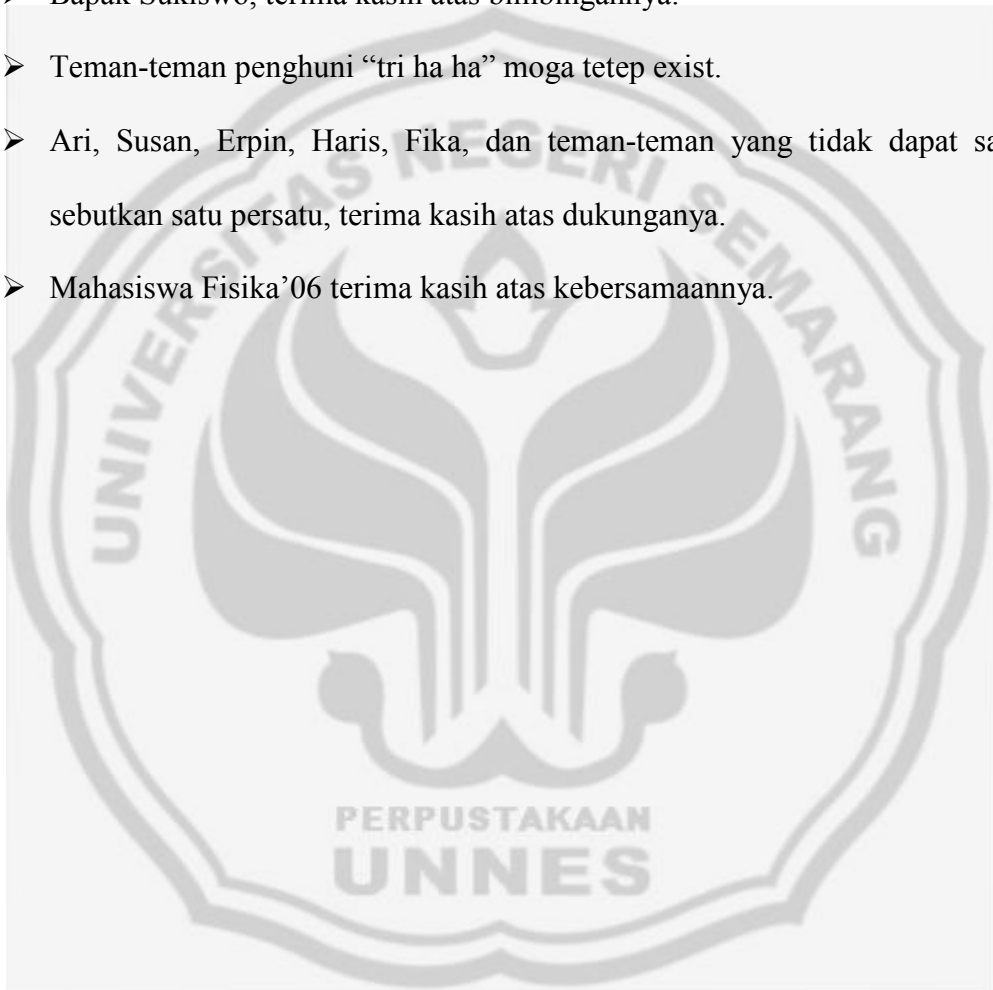
❖ MOTTO:

- Semua kejadian baik dan besar yang kita sebut keberhasilan itu, dicapai dengan menaiki tangga yang dibangun dari penyelesaian-penyelesaian dari rencana kita (Mario Teguh).
- Orang yang tidak banyak membaca pasti tidak banyak tahu. Orang yang tidak banyak tahu sangat dekat dengan kebodohan, dan kebodohan akan sangat dekat dengan kemiskinan (Helmy Yahya).
- Kepribadian, warisan dan pendidikan adalah bagian dari keberhasilan, tetapi ada 1 hal yang lebih penting dari semua itu, yaitu kemampuan berpikir. Kuasai seluruh hidupmu, berpikirlah lebih cepat, lebih tepat dan lebih mampu merasakan sesuatu dibandingkan dengan orang-orang disekitar (Thomas Finley).
- Hidup adalah pilihan, tentukan mulai dari sekarang apa yang kamu pilih menuju masa depan (Abdul Harits).
- Walaupun Cuma 1% peluang yang kamu dapat, berjuanglah untuk menggapainya karena peluang 1% sudah lebih dari cukup.

❖ PERSEMBAHAN:

- Ibu dan Ayahku tercinta untuk semua doa, dukungan, dan kasih sayangmu.
- Adik yang aku sayangi.
- Saudara-saudaraku yang selalu mendoakan dan memotivasiku.

- Ginan yang selalu menghilangkan bebanku dengan keceriaan dan tingkah polahnya.
- Teman-teman, yang selalu membantu dan mendukungku.
- Bapak Sunarno, terima kasih atas bimbingannya.
- Bapak Sukiswo, terima kasih atas bimbingannya.
- Teman-teman penghuni “tri ha ha” moga tetep exist.
- Ari, Susan, Erpin, Haris, Fika, dan teman-teman yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas dukungannya.
- Mahasiswa Fisika'06 terima kasih atas kebersamaannya.



KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “**Rancang Bangun Alat Pengukur Kadar Garam (Salinitas) Berbasis Mikrokontroler AT89S51**”. Penulisan skripsi ini sebagai syarat yang harus dipenuhi oleh penulis untuk memperoleh gelar sarjana sains di Universitas Negeri Semarang.

Penulisan skripsi ini dapat terselesaikan karena adanya bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Sudijono Sastroatmodjo, M.Si. Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Kasmadi Imam. S, M.S. Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang.
3. Dr. Putut Marwoto, M.S. Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Semarang.
4. Dr. Agus Yulianto, M.Si. Ketua Program Studi Fisika FMIPA Universitas Negeri Semarang.
5. Drs. Susilo, M.S. Dosen Penguji yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan.
6. Sunarno, M.Si. Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, motivasi, dan pengarahan.
7. Drs. Sukiswo Supeni Edi, M.Si. Pembimbing Pendamping yang telah memberikan bimbingan, motivasi, dan pengarahan.

8. Prof. Dr. Supriadi Rustad. Dosen Wali yang telah memberikan bimbingan, motivasi, dan pengarahan.
9. Ayah dan ibu tercinta yang senantiasa mendoakan serta memberikan dukungan baik secara moral maupun spiritual.
10. Saudara-saudaraku yang selalu memberi motivasi dan dukungan.
11. Mahasiswa fisika 2006 yang telah memberikan dorongan dan motivasi hingga terselesaikannya penulisan skripsi ini.
12. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya penulisan skripsi ini.

Penulis sadar dengan apa yang telah disusun dan disampaikan masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Untuk itu penulis menerima segala kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Semarang, September 2011

Penulis

ABSTRAK

Pambudiarto, Nur, Muzaqi. 2011. *Rancang Bangun Alat Pengukur Kadar Garam (Salinitas) Berbasis Mikrokontroler*. Skripsi, Jurusan Fisika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang. Pembimbing I: Sunarno, M.Si, Pembimbing II: Drs. Sukiswo Supeni Edi, M.Si.

Kata Kunci : Konduktivitas, Salinitas, Tekanan *Osmotik*.

Salah satu parameter yang mempengaruhi kualitas air laut adalah salinitas. Salinitas berpengaruh langsung pada biota air laut terkait dengan toleransi biota air laut terhadap tekanan osmotik. Untuk mengurangi tingkat kematian yang disebabkan toleransi ikan terhadap tekanan *osmotik*, maka pengukuran salinitas menjadi syarat mutlak. Penelitian yang dilakukan ini mengenai rancang bangun alat pengukur salinitas. Rancang bangun alat pengukur salinitas berdasarkan pada metode penentuan konduktivitas. Penentuan konduktivitas dilakukan dengan cara mengukur tegangannya. Pengukuran tegangan dilakukan dengan cara mengalirkan arus dengan tegangan 9 volt melalui elektroda yang dimasukkan ke dalam air laut. Beda potensial antara ujung-ujung elektroda diukur sebagai tegangan masukan sensor. Data keluran sensor berupa data analog, sehingga dibutuhkan ADC 0804 untuk mengubahnya menjadi data digital. Mikrokontroler AT89S51 digunakan sebagai pengendali pada alat ini. Dari penelitian yang telah dilakukan, maka dihasilkan alat yang dapat digunakan untuk mengukur salinitas dengan kesalahan sebesar 11,28% dan ketelitian sebesar 88,72%.

PERPUSTAKAAN
UNNES

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Persetujuan Pembimbing	ii
Pengesahan	iii
Pernyataan	iv
Motto dan Persembahan	v
Kata Pengantar	vii
Abstrak	ix
Daftar Isi	x
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar	xiv
Daftar Lampiran	xv
BAB	
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	3
1.3 Pembatasan masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan Skripsi	4

2.	LANDASAN TEORI	6
2.1	Air	6
2.1.1.	Karakteristik Fisik	7
2.1.1.1	Kekeruhan	7
2.1.1.2	Warna	7
2.1.1.3	Bau dan Rasa	8
2.1.1.4	Suhu Air	8
2.1.2.	Karakteristik Kimia	9
2.1.2.1	pH	9
2.1.2.2	Kandungan Senyawa Kimia	9
2.1.2.3	Kesadahan	10
2.1.3.	Karakteristik Biologi	10
2.2	Salinitas	11
2.3	Larutan	14
4.1.1	Larutan Elektrolit	15
2.3.1.1	Elektrolit Kuat	15
2.3.1.2	Elektolit Lemah	15
4.1.2	Larutan non Elektrolit	16
2.4	Konduktivitas Listrik	16
2.5	<i>Analog to Digital Converter</i>	18
2.6	Catu Daya	19
2.7	Mikrokontroler	20
2.8	LCD	22

3. METODE PENELITIAN	25
3.1 Tempat Penelitian	25
3.2 Alat dan Bahan	25
3.2.1 Alat	25
3.2.2 Bahan	26
3.3 Desain Penelitian	27
3.3.1 Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	27
3.3.2 Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	31
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Hasil Penelitian	33
4.1.1 Pengujian ADC 0804	34
4.1.2 Penentuan Frekuensi ADC	36
4.1.3 Penentuan Tinggi Elektroda yang Tercelup	37
4.1.4 Kalibrasi Alat	38
4.1.5 Penentuan Kesalahan Alat	40
4.2 Pembahasan	41
5. PENUTUP	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	52

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Jumlah Ion	11
2.2 Klarifikasi Air Berdasarkan Salinitas	12
2.3 Tingkat Toleransi Biota Laut pada Salinitas	13
2.4 Konfigurasi Pin IC ADC 0804	19
2.5 Diagram Pin IC AT89S51	22
2.6 Diagram Pin LCD karakter 2x16	23
3.2.2 Bahan	26
4.1 Hasil Pengujian ADC 0804	35
4.2 Penentuan Frekuensi ADC 0804	37
4.3 Bagian Elektroda yang Tercelup	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Rangkaian Catu Daya	20
2.2 Diagram Pin IC Mikrokontroler AT89S51	21
2.3 Peta Memori LCD Karakter 2x16	24
3.1 Diagram Blok Alat Pengukur Kadar Garam	27
3.2 Rangkaian Sistem Minimum	29
3.3 Rangkaian LCD	30
3.4 Rangkaian Catu Daya	31
3.5 Diagram Alir Program	32
4.1 Alat Pengukur Salinitas	33
4.2 Grafik hubungan salinitas terhadap tegangan	39
4.3 Grafik pengukuran salinitas	40
4.4 Grafik <i>tuning</i> data 108	46
4.5 Grafik <i>tuning</i> data 109	47
4.6 Grafik <i>tuning</i> data 110	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Penelitian	52
2. Penghitungan Kesalahan Alat	57
3. Foto-foto pada Saat Penelitian	59
4. Program	62
5. Gambar Rangkaian Alat	70



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Budidaya perikanan sekarang terhitung sebagai suatu usaha yang dapat memberikan keuntungan yang luar biasa. Akan tetapi, minat masyarakat sendiri masih sangat rendah terkait dengan tingginya tingkat kematian dan banyaknya faktor yang harus diperhatikan untuk mendapatkan hasil panen seperti yang diharapkan. Salah satu hal yang paling penting yang harus dipenuhi dalam budidaya perikanan adalah pengelolaan budidaya perikanan yang berorientasi pada kelestarian lingkungan. Ikan dapat hidup dengan baik bila syarat-syarat lingkungan yang sesuai dengan kondisi hidupnya bisa terpenuhi.

Air yang terdiri dari berbagai gas yang larut dan membentuk suatu media yang kompleks. Ikan budidaya harus beradaptasi dengan kompleksitas air tersebut, sehingga untuk membudidayakan jenis ikan tertentu harus diketahui tingkah laku dan habitatnya. Dengan demikian, keberhasilan membudidayakan ikan sangat bergantung pada bagaimana menciptakan kondisi media yang sesuai dengan habitat alaminya. Atau bagaimana membuat ikan tersebut dapat beradaptasi dengan suatu media yang parameternya mendekati habitat aslinya.

Di perairan laut yang bersalinitas tinggi, umumnya cocok bagi ikan air laut, sedangkan di perairan tawar (sungai, waduk, danau dan sebagainya) dapat dipelihara ikan-ikan air tawar. Ada beberapa ikan air tawar yang mampu hidup

pada air laut maupun ikan air laut dapat hidup pada air tawar. Misalnya ikan bandeng dan ikan kakap putih yang merupakan ikan laut, tetapi dapat hidup di air tawar, atau ikan nila dan mujair yang merupakan ikan air tawar, namun dapat hidup di perairan payau dan laut.

Sebagaimana makhluk hidup lainnya, ikan membutuhkan lingkungan yang nyaman agar dapat hidup sehat dan tumbuh secara optimal. Apabila habitat tersebut tercemar, maka ikan dapat mengalami stress, mudah terserang penyakit yang akhirnya akan menyebabkan kematian. Untuk itu pengukuran parameter kualitas air menjadi syarat yang mutlak dalam keberhasilan budidaya perairan.

Dalam budidaya perikanan, parameter pengukuran kualitas air dapat dilihat dari besaran fisik dan besaran kimia. Karakteristik fisik meliputi bahan padat keseluruhan yang terapung maupun yang terlarut, kekeruhan, warna, bau, rasa, dan temperatur (suhu) air. Sifat-sifat fisik air berhubungan dengan medium tempat hidup tumbuh-tumbuhan dan hewan. Besaran kimia meliputi pH, salinitas, kandungan senyawa kimia, dan kesadahan. Sifat-sifat kimia air berhubungan dengan pembawa zat-zat hara yang diperlukan bagi pembentukan bahan-bahan organik bagi tumbuhan (Suripin 2002:148).

Kualitas air laut dipengaruhi oleh tingkat keasinan atau kadar garam. Salinitas air berpengaruh terhadap tekanan osmotik air. Semakin tinggi salinitas disuatu perairan, maka akan semakin besar pula tekanan osmotiknya. Salinitas berpengaruh penting terhadap kelangsungan hidup biota air. Hal ini dikarenakan setiap biota air memiliki toleransi terhadap salinitas terkait dengan tekanan osmotik.

Pada budidaya kepiting bakau memperlihatkan bahwa osmotik media berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) pada laju pertumbuhan bobot spesifik harian, dan produksi biomassa kepiting bakau, akan tetapi tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) pada tingkat kelangsungan hidup kepiting bakau (*S. olivacea*) betina (Karim 2007:65). Konsentrasi klorofil *fitoplankton*, biovolume, diameter sel, dan komposisi spesies yang berbeda di suatu zona, salinitas antara 0,6% sampai 4% dapat mempengaruhi ketersediaan pangan *copepod*.

Salinometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur tingkat keasinan atau kadar garam suatu larutan. Ada beberapa metode yang digunakan untuk menentukan salinitas yaitu konduktivitas, hydrometri, argentometri dan refraktometri. Pada penelitian ini, pembuatan alat pengukur salinitas menggunakan metode konduktivitas.

Mengingat pentingnya tingkat kadar garam (salinitas) dapat mempengaruhi kualitas air yang dapat berdampak pada keberhasilan budidaya perikanan, maka penulis melakukan penelitian yang berkaitan dengan **RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR KADAR GARAM (SALINITAS) BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51.**

1.2 Permasalahan

Permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini adalah bagaimana mendesain alat yang dapat mengukur tingkat kadar garam (salinitas) suatu larutan berdasarkan konduktivitasnya.

1.3 Pembatasan Masalah

Penelitian ini hanya dibatasi pada rancang bangun alat pengukur kadar garam (salinitas) berbasis mikrokontroler.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Menghasilkan suatu alat instrumentasi yang dapat digunakan untuk mengukur kadar garam (salinitas), yang nantinya dapat diaplikasikan dalam bidang perikanan.
2. Mengetahui salinitas air laut berdasarkan penentuan konduktivitasnya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat memberikan informasi kepada pembudidaya, mengenai kualitas air berdasarkan tingkat kadar garam, sehingga tingkat kadar garam dapat dipantau sesuai dengan kebutuhan hewan budidaya.
2. Dapat mengaplikasikan mikrokontroler dalam sebuah alat ukur.

1.6 Sistematika Penulisan Skripsi

Sistematika dalam skripsi ini disusun dengan tujuan agar pokok-pokok masalah yang dibahas secara runtut dan jelas. Sistematika skripsi ini terdiri dari tiga bagian yaitu : bagian awal, bagian isi dan bagian akhir.

1. Bagian awal skripsi

Bagian ini berisi halaman judul, halaman pengesahan, halaman motto, halaman persembahan, kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, dan daftar lampiran.

2. Bagian isi laporan

Bagian ini terdiri dari lima bab yang meliputi :

a. Bab I Pendahuluan

Bab ini memuat alasan pemilihan judul yang melatarbelakangi masalah, penegasan istilah, permasalahan, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan skripsi.

b. Bab II Landasan Teori

Bab ini berisi mengenai teori-teori yang mendukung penelitian dan berkaitan dengan permasalahan skripsi sehingga dapat dijadikan sebagai dasar penelitian.

c. Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini berisi uraian tentang waktu dan tempat pelaksanaan penelitian, alur penelitian, dan desain penelitian.

d. Bab IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini berisi tentang hasil-hasil penelitian dan pembahasan.

e. Bab V Penutup

Bab ini berisi tentang kesimpulan hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran-saran yang berkaitan dengan penelitian.

3. Bagian akhir laporan

Bagian ini berisi daftar pustaka dan lampiran-lampiran.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Air

Air merupakan suatu persenyawaan kimia yang sangat sederhana yang terdiri dari dua atom hidrogen (H) berikatan dengan satu atom oksigen (O). Di alam air sangat jarang ditemukan dalam keadaan murni. Air adalah materi esensial di dalam kehidupan. Tidak ada satu pun makhluk hidup di planet bumi yang tidak membutuhkan air.

Di dalam sel makhluk hidup, baik pada tumbuh ataupun pada hewan (termasuk di dalamnya pada manusia) terkandung sejumlah air, yaitu lebih dari 75% kandungan sel tumbuh atau lebih dari 65% kandungan sel hewan, terdiri dari air. Jika kandungan tersebut berkurang, misalnya dehidrasi pada manusia yang diakibatkan muntaber, kalau tidak cepat ditanggulangi maka akan mengakibatkan kematian. Tanaman yang lupa disiram pun akan layu dan kalau dibiarkan akan mati.

Kebutuhan terhadap air untuk keperluan sehari-hari di lingkungan rumah tangga, berbeda untuk tiap tempat, tiap tingkat kehidupan atau untuk tiap bangsa dan negara. Semakin tinggi taraf kehidupan, semakin meningkat pula kebutuhan manusia terhadap air.

Bagi biota perairan air berfungsi sebagai bahan baku reaksi di dalam tubuh, pengangkut bahan makanan keseluruh tubuh, pengangkut sisa

metabolisme, dan sebagai pengatur atau penyangga suhu tubuh. Air juga berfungsi sebagai habitat untuk biota perairan.

Dalam budi daya perairan kualitas air merupakan faktor yang sangat mutlak dalam keberhasilan budi daya. Kualitas air yang baik dapat menjaga kelangsungan hidup biota air. Untuk itu kuantitas (jumlah) dan kualitasnya (mutunya) harus dijaga sesuai dengan kebutuhan organisme yang dibudidayakan. Parameter kualitas air dapat ditinjau dari tiga aspek yaitu:

2.1.1 Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik yang mempengaruhi kualitas air ditentukan oleh:

2.1.1.1 Kekeruhan

Kekeruhan air dapat ditimbulkan oleh adanya bahan-bahan organik dan anorganik, seperti lumpur dan buangan dari pemukiman tertentu yang menyebabkan air menjadi keruh. Kekeruhan air dihubungkan dengan kemungkinan hadirnya pencemaran melalui buangan. Air dengan kekeruhan tinggi akan sulit untuk didisinfeksi, yaitu proses pembunuhan terhadap kandungan mikroba yang tidak diharapkan.

2.1.1.2 Warna

Air yang bersih tidak memiliki warna, tidak berbau dan tidak berasa. Warna air berubah bergantung pada warna buangan yang memasuki badan air. Sedangkan dari sifat pengendapannya, yang dapat menyebabkan kekeruhan dapat berasal dari bahan-bahan yang mudah diendapkan dan bahan-bahan yang sukar diendapkan.

Adanya warna air juga bisa disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain hadirnya beberapa jenis plankton baik *fitoplankton* maupun *zooplankton*, larutan tersuspensi, dekomposisi bahan organik, mineral ataupun bahan-bahan lain yang terlarut dalam air.

2.1.1.3 Bau dan Rasa

Air yang bersih tidak berasa dan berbau. Rasa dalam air biasanya akibat adanya garam-garam terlarut. Bau dan rasa yang timbul dalam air karena kehadiran mikro organisme, bahan mineral, gas terlarut, dan bahan-bahan organik.

2.1.1.4 Suhu Air

Suhu mempengaruhi aktivitas metabolisme organisme. Pertumbuhan dan kehidupan biota air dipengaruhi suhu air. Kisaran suhu optimal untuk kehidupan ikan di perairan tropis adalah antara 28°C sampai 32°C. Kenaikan suhu secara drastis dapat menyebabkan biota air menjadi mati.

Kenaikan suhu pada air dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen yang terlarut (DO atau *dissolved oxygen*) pada air. Semakin tinggi suhu air, semakin rendah daya larut oksigen di dalam air. DO yang terlalu rendah, dapat menimbulkan bau yang tidak sedap akibat terjadinya degradasi atau penguraian bahan-bahan organik ataupun anorganik di dalam air secara anerobik. Selain itu dengan adanya kadar residu/sisa yang tinggi di dalam air menyebabkan rasa yang tidak enak serta dapat mengganggu pencernaan makanan.

2.1.2 Karakteristik Kimia

Kandungan bahan-bahan kimia yang ada di dalam air berpengaruh terhadap kesesuaian penggunaan air. Karakteristik kimia yang mempengaruhi kualitas air meliputi:

2.1.2.1 pH

Pengukuran sifat keasaman dan kebasaan air dinyatakan dengan nilai pH, yang didefinisikan sebagai logaritma dari pulang-baliknya konsentrasi ion hidrogen dalam moles per liter. Pengaturan nilai pH diperbolehkan sampai batas yang tidak merugikan karena efeknya terhadap rasa, korosivitas, dan efisiensi klorinitas. Beberapa senyawa asam dan basa yang bersifat toksin dalam bentuk molekul.

2.1.2.2 Kandungan Senyawa Kimia

Air yang baik untuk media budidaya perikanan tidak mengandung zat-zat yang berbahaya untuk kelangsungan hidup biota yang dibudidayakan. Logam berat seperti Hg (air raksa) dan Pb (timbal) merupakan zat kimia berbahaya jika masuk ke dalam air. Dengan konsentrasi rendah pun, zat kimia tersebut umumnya dapat menyebabkan kematian, terutama pada hewan air seperti ikan. Hg yang terdapat dalam bentuk ion seperti m-Hg atau metil-Hg, merupakan komponen yang berbahaya di dalam air.

2.1.2.3 Kesadahan

Kesadahan air disebabkan oleh banyaknya mineral dalam air yang berasal dari batuan dalam tanah, baik dalam bentuk ion maupun dalam ikatan molekul. Elemen terbesar yang terkandung dalam air adalah kalsium, magnesium, natrium, dan kalium. Kadar mineral dalam tanah bervariasi, tergantung jenis tanahnya. Kandungan mineral inilah yang menentukan parameter keasaman dan kekerasan air.

2.1.3 Karakteristik Biologi

Kualitas air secara biologis, khususnya secara mikrobiologis, ditentukan oleh banyaknya parameter, yaitu parameter mikroba pencemar, patogen, dan penghasil toksin. Banyaknya plankton yang berada dalam suatu kawasan tertentu dapat berdampak pada penurunan kualitas air, jika jumlahnya berlebihan. Jumlah plankton yang berlebihan dapat membuat intensitas cahaya yang masuk ke dalam air menjadi berkurang. Penurunan kualitas air dapat berdampak pada kelangsungan hidup biota air. Biota akan dapat hidup dan berkembang baik apabila kualitas air dan kuantitasnya dapat dijaga dengan baik.

2.2 Salinitas

Salinitas adalah tingkat keasinan atau kadar garam yang terlarut dalam air. Yaitu jumlah gram garam yang terlarut untuk setiap liter larutan. Biasanya dinyatakan dalam satuan ‰ (*parts per thousand*). Oleh karena itu, suatu sampel air laut yang seberat 1000 gram yang mengandung 35 gram senyawa-senyawa terlarut mempunyai salinitas 35‰ (Kordi and Tancung 2007:66).

Zat-zat yang terlarut meliputi garam-garam anorganik, senyawa-senyawa organik yang berasal dari organisme hidup dan gas-gas terlarut. Fraksi terbesar dari bahan-bahan terlarut terdiri garam-garam anorganik yang berwujud ion-ion (99.99%). Ion-ion yang terkandung di dalam air laut didominasi oleh ion-ion tertentu seperti klorida, karbonat, sulfat, natrium, kalium dan magnesium. Di dalam air laut mengandung bermacam-macam senyawa oksida/garam, berturut-turut: Fe_2O_3 , CaCO_3 , CaSO_4 , MgCl_2 , NaCl , MgSO_4 , NaBr mengandung jumlah endapan: 0,003; 0,1172; 1,1172; 0,1532; 27,1074; 0,642; 0,2224 gram/liter.

Tabel 2.1. Jumlah Ion

No	Nama Ion	Berat (%)
1.	Klorida (Cl^-)	55.04
2.	Natrium (Na^+)	30.61
3.	Sulfat (SO_4^{2-})	7.68
4.	Magnesium (Mg^{2+})	3.69
5.	Kalsium (Ca^{2+})	1.16
6.	Kalium (K^+)	1.10
7.	Sub total	0.71

(Sumber: Tancung and Kordi, 2007)

Pengukuran salinitas berhubungan dengan klorinitas. Klorinitas ini sudah termasuk klorida, bromida dan iodida. Secara empiris hubungan salinitas dan klorinitas adalah sebagai berikut:

$$\text{Salinitas} = 0.03 + 1.805 \times (\text{klorinitas}) \quad (2.1)$$

Menurut klasifikasi tinggi rendahnya salinitas, maka salinitas terbagi menjadi tiga bagian yaitu air tawar, air payau dan air laut

Tabel 2.2 Klasifikasi air berdasarkan salinitas

Sebutan/Istilah	Salinitas (ppt)
Air Tawar	
Fresh Water	<0.5
Oligohaline	0.5-3.0
Air Payau	
Mesohaline	3.0-16.0
Polyhaline	16.0-30.0
Air Laut	
Marine	30.0-40.0

Tinggi rendahnya salinitas dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu suhu, penguapan, curah hujan, banyak sedikitnya sungai yang bermuara di laut tersebut, konsentrasi zat terlarut dan pelarut. Semakin tinggi konsentrasi suatu larutan maka semakin tinggi pula daya serap garam tersebut untuk menyerap air. Salinitas juga berpengaruh terhadap tekanan osmotik air. Semakin tinggi salinitas disuatu perairan, maka semakin besar pula tekanan osmotiknya. Biota yang hidup di perairan yang asin, harus mampu menyesuaikan dirinya terhadap tekanan osmotik dari lingkungannya.

Osmoregulasi merupakan pertukaran air dari dan ke dalam tubuh hewan air. Tinggi rendahnya salinitas juga menentukan dominasi spesies yang hidup di suatu perairan.

Biota yang hidup di perairan asin, harus mampu menyesuaikan dirinya terhadap tingkat salinitas dari lingkungannya. Berdasarkan toleransi tinggi rendahnya salinitas, maka jenis biota yang dapat hidup pada salinitas tertentu diklarifikasikan pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Tingkat toleransi biota pada salinitas

No	Nama Biota	Salinitas (ppt)
1.	Bandeng	0-35
2.	Beronang	15-35
3.	Kakap Putih	0-35
4.	Kakap Merah	30-35
5.	Kerapu Bebek	33-35
6.	Kerapu Macan	33-35
7.	Udang Windu	10-25
8.	Rumput Laut	27-30
9.	Teripang	26-33
10.	Kerang Hijau	27-34
11.	Kerang Bakau	15-35
12.	Mas	0
13.	Gurami	0
14.	Tawes	0
15.	Lele Dumbo	0-30
16.	Nila	0
17.	Gabus	0
18.	Betok	0
19.	Udang Galah	0

Salinitas juga dapat mengindikasikan jumlah total padatan yang terlarut di dalam air. Konsentrasi garam yang berlebihan dalam air dapat berpengaruh negatif, yaitu:

- a. Mengurangi aktifitas osmosis tanaman sehingga mencegah penyerapan nutrisi dari tanah.
- b. Secara tidak langsung mempengaruhi proses metabolisme melalui aksi kimianya.
- c. Mengurangi permeabilitas tanah.
- d. Mencegah aerasi yang memadai.
- e. Mencegah drainase yang memadai.

2.3 Larutan

Larutan adalah campuran homogen dua zat atau lebih yang saling melarutkan dan masing-masing zat penyusunnya tidak dapat dibedakan lagi secara fisik. Larutan terdiri atas zat terlarut (solut) dan pelarut (solven) (Kasmadi, 2008:46). Komponen yang jumlahnya lebih banyak daripada yang lain disebut sebagai pelarut, sedangkan komponen yang jumlahnya lebih sedikit disebut zat terlarut. Larutan yang dapat menghantarkan arus listrik yaitu larutan elektrolit dan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik disebut larutan non elektrolit. Air murni tidak dapat menghantarkan arus listrik, hal ini disebabkan karena sifat penghantar arus listrik disebabkan oleh adanya zat terlarut. Sifat hantaran listrik akibat adanya partikel-partikel bermuatan listrik yang diberi nama ion-ion. Pada umumnya larutan dibagi menjadi dua menurut sifatnya, yaitu:

2.3.1 Larutan Elektrolit

Larutan elektrolit adalah larutan yang dapat menghantarkan arus listrik. Berdasarkan daya hantarnya, maka larutan elektrolit dibagi menjadi dua yaitu:

2.3.1.1 Elektrolit Kuat

Larutan elektrolit kuat dapat menghantarkan arus listrik dengan baik meskipun konsentrasinya kecil. Hal ini disebabkan karena zat terlarut akan terurai sempurna menjadi ion-ion (derajat ionisasi =1). Yang tergolong elektrolit kuat adalah:

- a. Asam-asam kuat, seperti : HCl , HClO_3 , H_2SO_4 , HNO_3 dan lain-lain.
- b. Basa-basa kuat, yaitu basa-basa golongan alkali dan alkali tanah seperti : NaOH , KOH , Ca(OH)_2 , Ba(OH)_2 dan lain-lain.
- c. Garam-garam yang mudah larut, seperti : NaCl , KI , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dan lain-lain.

2.3.1.2 Elektrolit Lemah

Larutan elektrolit lemah tidak dapat menghantarkan arus listrik dengan baik meskipun konsentrasinya tinggi. Hal ini disebabkan karena zat terlarut akan terurai sebagian menjadi ion-ion sehingga dalam larutan tersebut sedikit mengandung ion (derajat ionisasi <1). Yang tergolong elektrolit lemah adalah:

- a. Asam-asam lemah, seperti CH_3COOH , HCN , H_2S dan lain-lain.
- b. Basa-basa lemah seperti : NH_4OH , Ni(OH)_2 dan lain-lain.
- c. Garam-garam yang sukar larut, seperti : AgCl , CaCrO_4 , PbI_2 dan lain-lain.

2.3.2 Larutan non Elektrolit

Larutan non elektrolit adalah larutan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik. Contoh: Larutan urea, larutan sukrosa, larutan glukosa, larutan alkohol, dan lain-lain.

2.4 Konduktivitas Listrik

Konduktivitas listrik adalah kemampuan suatu larutan untuk menghantarkan arus listrik. Arus listrik bergerak dengan efisien melalui air yang mempunyai kadar garam tinggi (konduktivitas elektrik tinggi), dan bergerak dengan resistansi lebih melalui air murni (konduktivitas rendah). Konduktivitas listrik juga mengindikasikan berapa banyak garam yang terlarut dalam suatu sampel. Konduktivitas listrik dalam logam berkaitan dengan hukum ohm:

$$I = \frac{V}{R} \quad (2.2)$$

$$R = \frac{L\rho}{A} \quad (2.3)$$

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad (2.4)$$

dengan I adalah arus, V beda potensial, σ konduktivitas, ρ resistivitas, dan R hambatan kawat.

Ketika medan listrik diberikan pada benda padat, elektron bebas didalamnya akan bergerak dipercepat. Elektron-elektron tersebut akan kehilangan energi kinetiknya karena adanya tumbukan di dalam permukaan atomnya. Arus

yang dihasilkan akan sebanding dengan kecepatan rata-rata elektron tersebut (Sugianto 2005:52).

Dari konduktivitas listriknya, maka bahan dapat dibedakan menjadi superkonduktor, konduktor, isolator, dan semikonduktor. Pada bahan-bahan yang dapat menghantarkan arus listrik, kerapatan arus selalu berkaitan dengan kuat medan.

$$J = \sigma \cdot E \quad (2.5)$$

dengan:

J = Kerapatan arus listrik (ampere per meter persegi, A/m²)

σ = Konduktivitas listrik (ampere per volt-meter, A/Vm)

E = Kuat medan listrik (volt per meter, V/m)

Pengukuran konduktivitas listrik pada tekanan 0,21-4,18 Gpa dan temperatur 20-350°C pada fase padat dan cair menunjukkan hubungan yang berbeda antara konduktivitas listrik, suhu, dan tekanan.

Daya Hantar Listrik (DHL)/ konduktivitas dapat dipakai sebagai indikator tingkat pencemaran parameter anorganik (terutama mineral terlarut). DHL juga merupakan parameter yang menunjukkan tingkat salinitas dari suatu badan air yang berpengaruh terhadap kehidupan akuatik, pemanfaatan air baku, dan korosifitas.

2.5 Analog to Digital Converter

Konverter analog ke digital, dikenal luas dengan istilah ADC yang merupakan *Analog to Digital Converter*, banyak digunakan sebagai antarmuka antara rangkaian-rangkaian analog dengan mikroprosesor atau divais-divais digital yang lainnya (Clayton, 2002). ADC adalah sebuah piranti yang dirancang untuk mengubah sinyal-sinyal analog menjadi sinyal digital. ADC yang digunakan dalam penelitian ini adalah ADC 0804 yang mempunyai dua input analog, $V_{IN(+)}$ dan $V_{IN(-)}$. Input tegangan analog $V_{IN} = V_{IN(+)} - V_{IN(-)}$. Jika input tegangan analog berupa tegangan tunggal, tegangan input harus dihubungkan dengan $V_{IN(+)}$, sedangkan $V_{IN(-)}$ digroundkan. Untuk operasi normal, ADC 0804 menggunakan $V_{CC} = +5V$ sebagai tegangan referensi. Oleh karena itu, jangkauan input analog mulai dari 0 Volt sampai 5 Volt (skala penuh), karena resolusinya akan sama dengan:

$$\text{Resolusi} = \frac{\text{Tegangan Skala Penuh}}{2^n - 1} \quad (2.5)$$

$$\text{Resolusi} = \frac{5 \text{ volt}}{255}$$

$$= 19.6 \text{ mVolt}$$

Generator clock internal diaktifkan dengan menghubungkan sebuah resistor eksternal (R) antara pin CLK IN dan CLK R serta sebuah kapasitor eksternal antara CLK IN dengan ground. Frekuensi clock yang diperoleh di pin CLK R sama

dengan:

$$f = \frac{0,91}{RC} \quad (2.6)$$

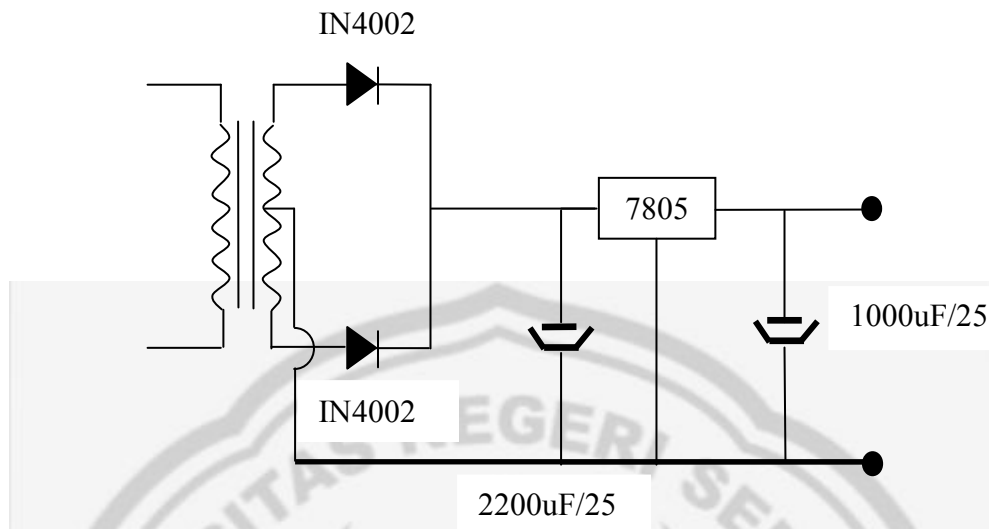
ADC yang digunakan adalah jenis ADC 0804.

Tabel 2.4 Konfigurasi pin IC ADC 0804

Pin	Nama	Fungsi
1	CS	Baris pilihan Chip dari kendali mp
2	RD	Baris baca dari kendali mp
3	WR	Baris tulis untuk kendali mp
4	CLK IN	Detak
5	INTR	Baris instrupsi menjadi masukan instrupsi mp
6	Vin(+)	Voltase analog (masukan positif)
7	Vin(-)	Voltase analog (masukan negatif)
8	A GND	Pembulatan analog
9	V _{REF/2}	Tegangan referensi
10	D GND	Pembulatan Digital
11	DB7 (MSB)	Keluaran data
12	DB6	Keluaran data
13	DB5	Keluaran data
14	DB4	Keluaran data
15	DB3	Keluaran data
16	DB2	Keluaran data
17	DB1	Keluaran data
18	DB0	Keluaran data
19	CLK R	Resistor eksternal dihubungkan untuk detak
20	V _{CC}	+5 volt

2.6 Catu Daya

Rangkaian catu daya digunakan untuk mensuplay tegangan yang dibutuhkan oleh masing-masing rangkaian. Sumber tegangan yang digunakan sebagai catu daya adalah tegangan AC yang diubah menjadi tegangan DC. IC yang digunakan adalah LM 7805 yang berfungsi sebagai regulator untuk menghasilkan tegangan keluaran sebesar 5 Volt DC.



Gambar 2.1 Rangkaian Catu Daya

Pada gambar 2.1 rangkaian catu daya menggunakan *rectifier* untuk menurunkan tegangan AC pada kumparan primernya ke tegangan AC yang lebih kecil pada kumparan sekundernya. Kemudian Dioda akan mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC. Kapasitor digunakan sebagai filter untuk meratakan tegangan keluaran. IC regulator berfungsi sebagai filter tegangan keluarannya agar lebih stabil. Pada gambar 2.6 rangkaian catu daya menggunakan penyearah gelombang penuh.

2.7 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah chip yang dapat melakukan pemrosesan data secara digital serta pengontrolan rangkaian elektronik sesuai dengan perintah bahasa assembly yang disimpan pada IC. Mikrokontroler dilengkapi dengan *Central Processing Unit* (CPU), memori internal serta sarana *input/output* (I/O).

Mikrokontroler yang digunakan dalam pembuatan alat ini adalah mikrokontroler AT89S51 yang merupakan salah satu keluarga dari MCS51 keluaran dari Atmel. Mikrokontroler jenis ini pada prinsipnya dapat digunakan untuk mengolah data per bit maupun data 8 bit secara bersamaan. Mikrokontroler mempunyai memori yang dapat menyimpan program. Memori program tidak akan hilang ketika catu daya dihilangkan. Memori program dapat dihapus dan diisi berkali-kali. Mikrokontroler bekerja berdasarkan instruksi-instruksi program yang diisikan ke memori internalnya. Pada dasarnya program pada mikrokontroler dijalankan secara bertahap. Serangkaian instruksi dari program disusun secara runtut agar dapat dieksekusi oleh mikrokontroler.



Gambar 2.2 Diagram pin IC mikrokontroler AT89S51

Tabel 2.5 Diagram pin IC AT89S51

Pin	Nama	Fungsi
1-8	P1	Masukan
9	RST	Riset
10-17	P3	Masukan
18	XTAL2	Output inverting oscillator amplifier
19	XTAL1	Input inverting oscillator
20	GND	Ground voltage
21-28	P2	Masukan
29	PSEN	Program store enable
30	ALE/PROG	Address latch enable
31	EA/V _{PP}	External access enable
32-39	P0	Masukan
40	V _{CC}	+5 volt

2.8 LCD

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan material yang akan mengalir seperti cairan tapi memiliki struktur molekul dengan sifat-sifat yang bersesuaian dengan padatan (*solid*). Display LCD berfungsi untuk menampilkan suatu nilai kuat induksi medan elektromagnetik yang terukur oleh alat. LCD memiliki keunggulan dibandingkan LED yaitu memerlukan daya/power yang lebih rendah dan display mode yang lebih lengkap (huruf, angka, dan warna). Walaupun memiliki waktu hidup (*life time*) yang lebih singkat, waktu tanggap yang lebih besar (lebih lambat), serta memerlukan sumber cahaya baik internal ataupun eksternal untuk beroperasi.

LCD yang digunakan dalam penelitian ini adalah display LCD 2x16 yang mempunyai lebar display 2 baris dan 16 kolom atau biasa disebut sebagai LCD karakter 2x16, dengan 16 pin konektor yang didefinisikan sebagai berikut:

Tabel 2.6 Diagram pin LCD karakter 2x16

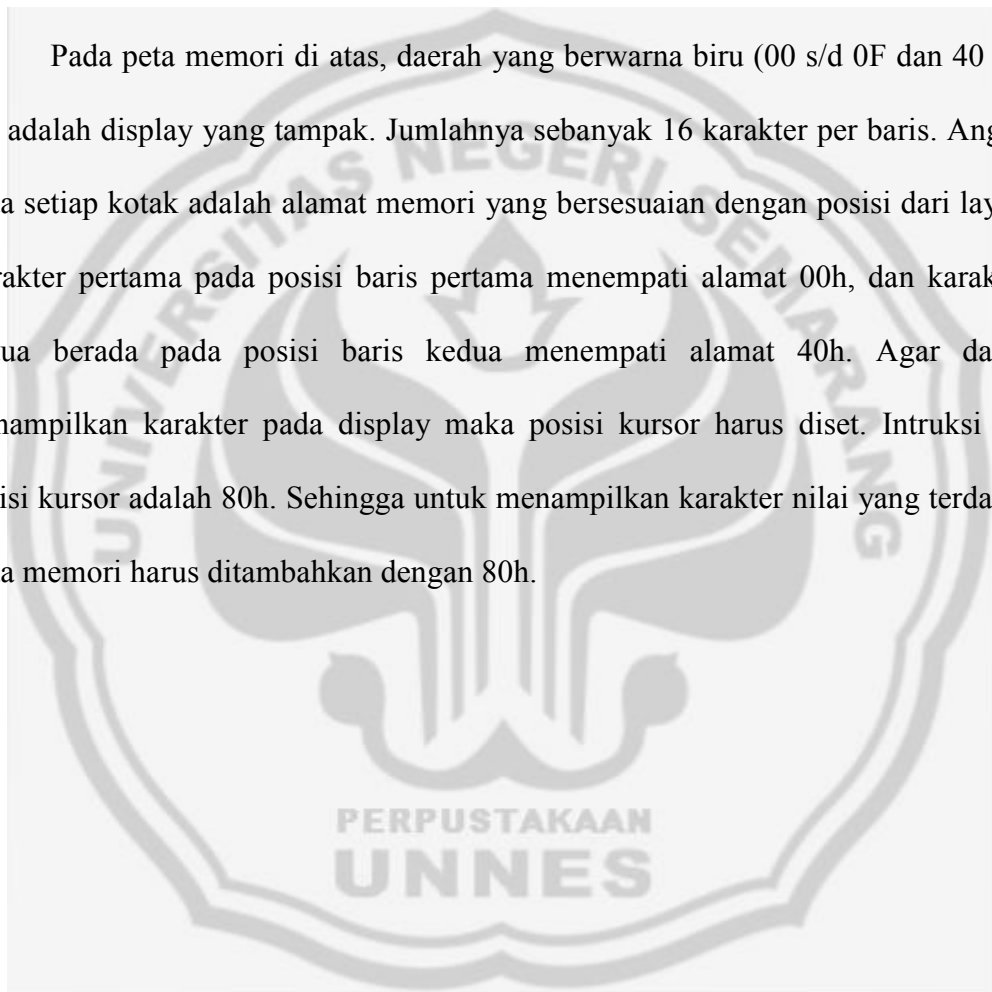
Pin	Nama	Fungsi
1	VSS	Ground voltase
2	VCC	+5 volt
3	VEE	Constant voltage
4	RS	Register Select 0= write mode 1= disable
5	R/W	Read/Write, to choose write or read mode 0= write mode 1= read mode
6	E	Enable 0= Start to lach data to LCD character 1= disable
7	DB0	Output 0/LSB
8	DB1	Output1
9	DB2	Output 2
10	DB3	Output 3
11	DB4	Output 4
12	DB5	Output 5
13	DB6	Output 6
14	DB7	Output 7
15	BPL	Black Plane Light
16	GND	Ground voltage

Modul LCD terdiri dari sejumlah memori yang digunakan untuk display. Semua teks yang dituliskan ke modul LCD akan disimpan di dalam memori dan modul LCD secara berturutan akan membaca memori ini untuk menampilkan teks ke modul LCD.

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	10
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	50

Gambar 2.3 Peta memori LCD karakter 2x16

Pada peta memori di atas, daerah yang berwarna biru (00 s/d 0F dan 40 s/d 4F) adalah display yang tampak. Jumlahnya sebanyak 16 karakter per baris. Angka pada setiap kotak adalah alamat memori yang bersesuaian dengan posisi dari layar. Karakter pertama pada posisi baris pertama menempati alamat 00h, dan karakter kedua berada pada posisi baris kedua menempati alamat 40h. Agar dapat menampilkan karakter pada display maka posisi kursor harus diset. Intruksi set posisi kursor adalah 80h. Sehingga untuk menampilkan karakter nilai yang terdapat pada memori harus ditambahkan dengan 80h.



BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Penelitian

- a. Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Semarang.
- b. Workshop Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Semarang.
- c. Laboratorium Fisika Dasar jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Semarang.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

- 1) Downloader Sismin
- 2) Multimeter Digital
- 3) Hydrometri
- 4) Solder
- 5) Atraktor
- 6) Neraca
- 7) Gelas Ukur

3.2.2 Bahan

Tabel 3.1 Bahan

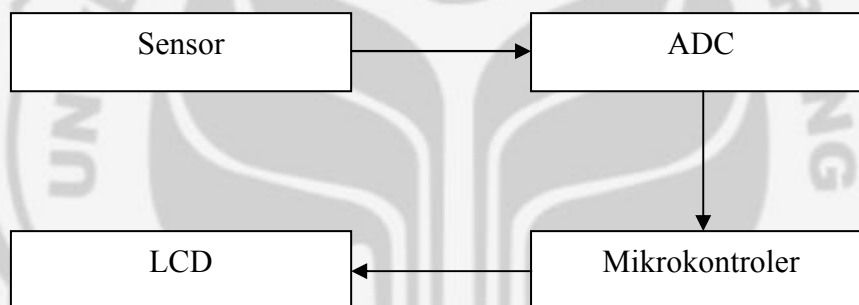
No	Bahan	Jumlah
1.	IC AT89S51 + Soket	1
2.	IC ADC0804 + Soket	1
3.	LCD M1632	1
4.	Trafo 2A	1
5.	PCB polos	Secukupnya
6.	Kristal 12Mhz	1
7.	Kabel Pelangi	Secukupnya
8.	Regulator 7805	3
9.	Kapasitor 1000uF/25V	3
10.	Kapasitor 2200uF/25V	1
11.	Kapasitor 33pF	2
12.	Kapasitor 10uF	1
13.	Dioda IN4002	4
14.	Potensiometer 10k	2
15.	Resistor 10k	1
16.	Aluminium	Secukupnya
17.	Heder	Secukupnya
18.	Akrilik	Secukupnya
19.	Kristal Garam	Secukupnya
20.	Air Sulingan	Secukupnya
21.	Garam	Secukupmya

3.3 Desain Penelitian

3.3.1 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perancangan alat pengukur kadar garam (salinitas) berbasis mikrokontroler AT89S51 menggunakan metode konduktivitas. Hal ini dikarenakan air laut mengandung ion-ion yang merupakan larutan elektrolit. Konsentrasi ion Na^+ dan Cl^- terdapat dalam jumlah yang besar.

Rancang bangun alat pada penelitian ini mencakup beberapa langkah kerja yang terangkum pada diagram blok yang ditunjukkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram blok alat pengukur kadar garam

Diagram blok rancang bangun alat digunakan untuk menentukan langkah kerja dalam penelitian pembuatan alat ukur. Instrument yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari rangkaian sensor, ADC, mikrokontroler, LCD, dan catu daya.

1. Sensor

Sensor merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur nilai suatu besaran fisis. Sensor adalah jenis transduser yang digunakan untuk

mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik (Petruzella 2002: 157).

Pada penelitian ini menggunakan sensor konduktivitas yaitu 2 elektroda yang dicelupkan pada suatu larutan (air laut) dan kemudian dialiri arus listrik. Daya hantar listrik larutan ini yang kemudian akan menjadi masukan pada rangkaian ADC.

2. ADC (*Analog to Digital Converter*)

ADC digunakan untuk merubah data analog pada sensor konduktivitas menjadi data digital. ADC yang digunakan adalah ADC0804. ADC0804 mempunyai dua masukan yaitu $V_{IN(+)}$ dan $V_{IN(-)}$. Data keluaran ADC 0804 dihubungkan dengan P3 pada rangkaian mikrokontroler.

ADC memerlukan sinyal clock (pin CLK IN dan CLK R) untuk proses konversi. Sinyal clock dapat berasal dari mikrokontroler atau pun dari rangkaian RC. Frekuensi sinyal clock dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$f_{clock} = \frac{1}{1,1RC} \quad (3.1)$$

ADC0804 memerlukan tegangan referensi sebesar 5 volt. Dengan tegangan V_{CC} sebesar 5 volt maka sinyal input maksimal adalah 5 volt. ADC0804 adalah ADC 8 bit. ADC0804 memiliki data sebanyak $2^8 = 256$. Tegangan n data dapat dihitung dengan persamaan berikut:

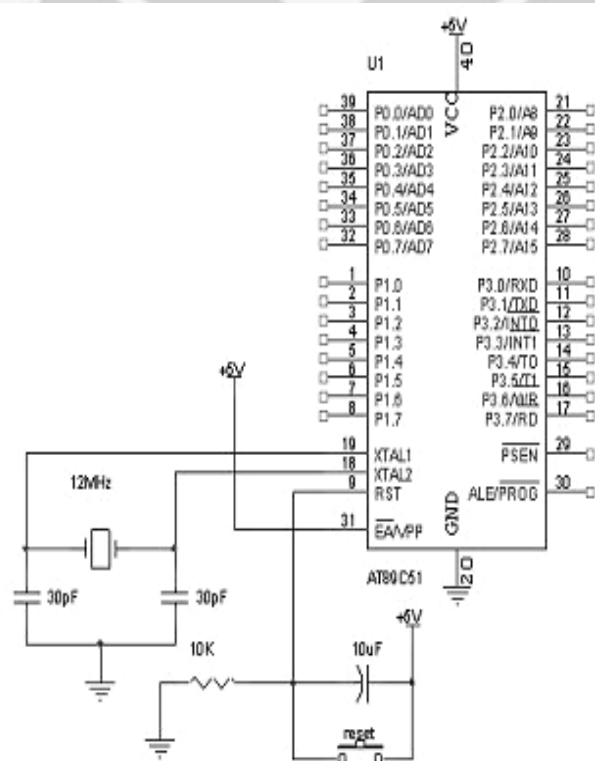
$$V_{Data} = \frac{n \text{ data} \times V_{in \text{ max}}}{\text{banyak data}} \quad (3.2)$$

Dari persamaan di atas maka 1 data memiliki tegangan sebesar 0.019 V atau 19 mV.

3. Mikrokontroler

Rangkaian mikrokontroler AT89S51 digunakan sebagai pengendali rangkaian pada penelitian ini. Rangkaian mikrokontroler AT89S51 mempunyai 4 port data.

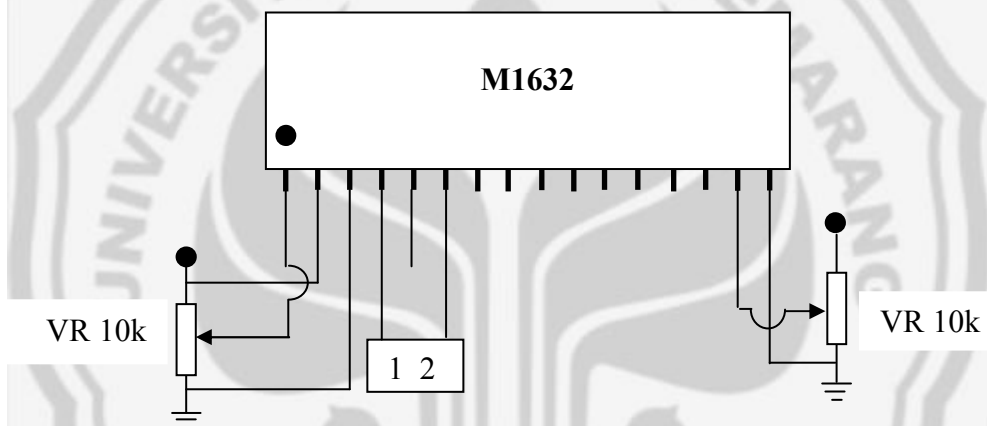
Port 0 dihubungkan dengan LCD sebagai data masukan LCD. Port1.0 dan port1.1 dihubungkan dengan pin RS dan pin E pada LCD untuk mengaktifkan LCD. Port 3 dihubungkan dengan ADC 0804 sebagai data keluaran pada sensor. Pada rangkaian mikrokontroler diperlukan sebuah program untuk mengatur semua rangkaian. Bahasa program ditulis menggunakan bahasa assembly. Rangkaian sistem minimum dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Rangkaian Sistem Minimum

4. LCD (*Liquid Crystal Display*)

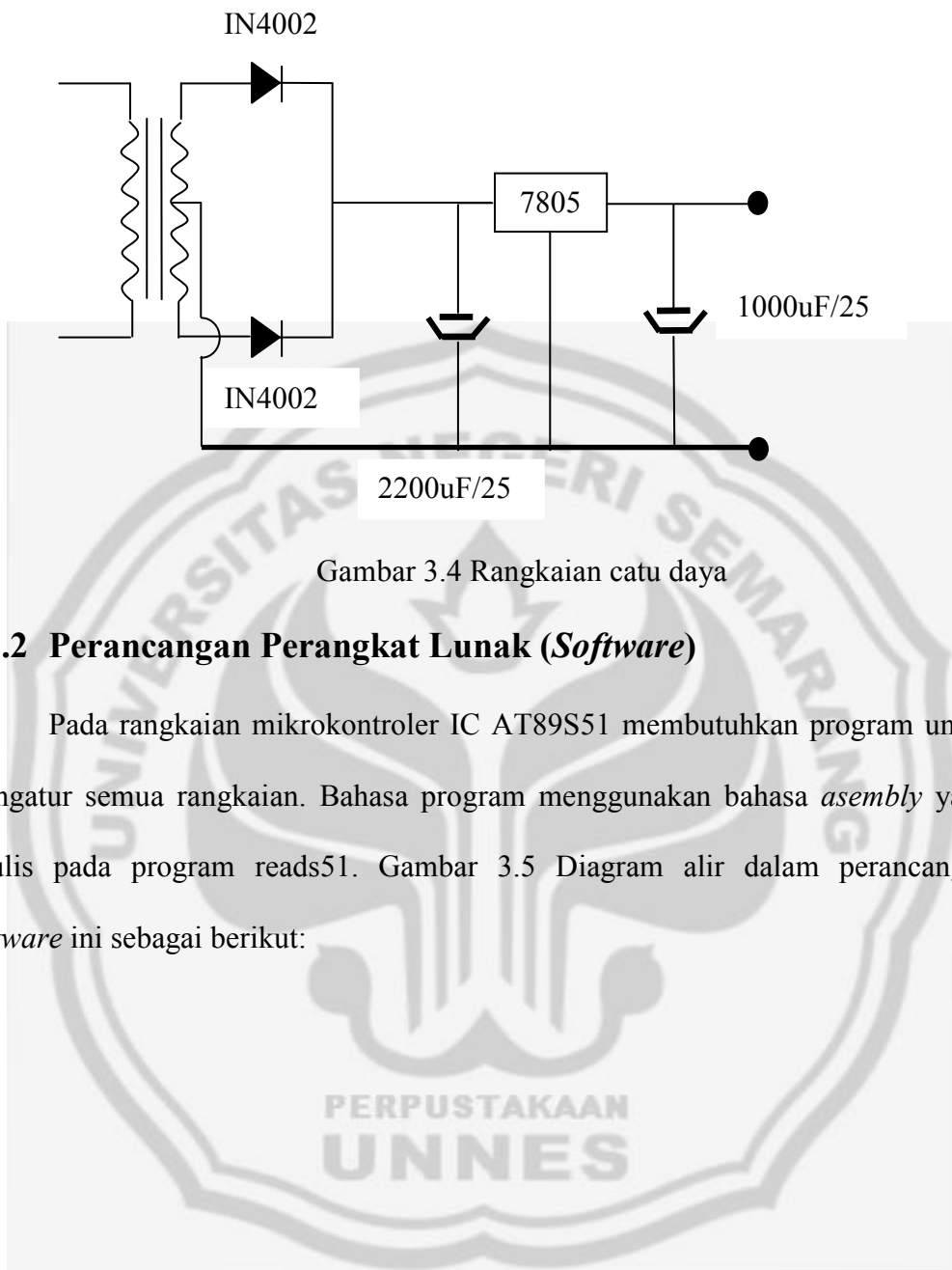
LCD digunakan sebagai media penampil informasi dari data yang diperoleh. Data yang akan ditampilkan berupa daya hantar listrik/ tegangan air laut (volt) dan salinitas (%). LCD yang digunakan adalah jenis M1632. Modul ini terdiri dari 8 bit masukan data, 2 pin kontrol yaitu Register Select dan Enable. Modul LCD M1632 mempunyai lebar display 2 baris dan 16 kolom (LCD karakter 2x16). Rangkaian LCD dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Rangkaian LCD

5. Catu Daya

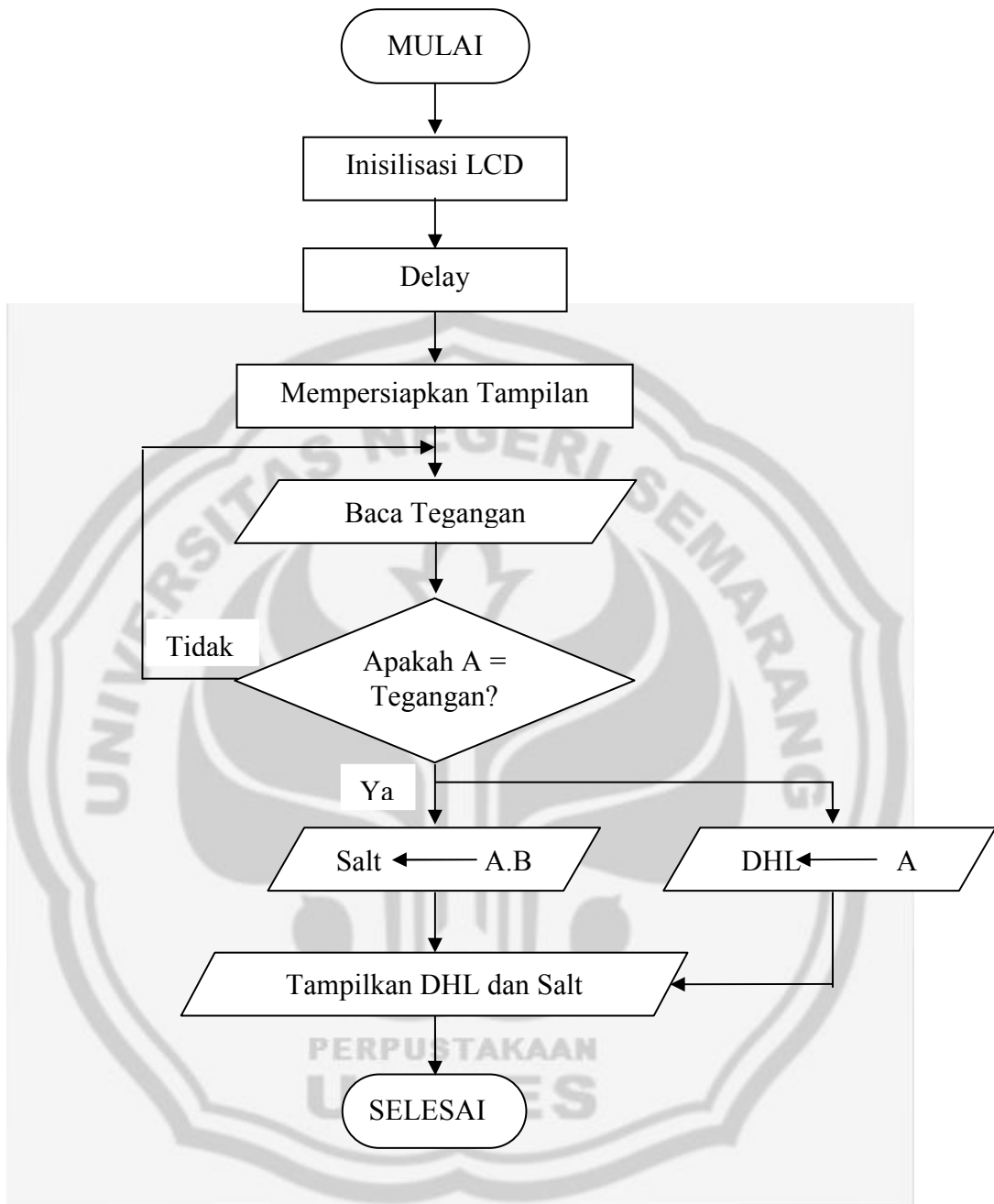
Catu daya digunakan untuk mensuplay tegangan pada tiap-tiap rangkaian. IC yang digunakan dalam pembuatan rangkaian catu daya adalah IC regulator 7805. IC regulator 7805 digunakan untuk mensupply daya 5 volt. Rangkaian catu daya dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Rangkaian catu daya

3.3.2 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Pada rangkaian mikrokontroler IC AT89S51 membutuhkan program untuk mengatur semua rangkaian. Bahasa program menggunakan bahasa *assembly* yang ditulis pada program reads51. Gambar 3.5 Diagram alir dalam perancangan *software* ini sebagai berikut:



Gambar 3.5 Diagram alir program

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Dari penelitian yang telah dilakukan, dihasilkan suatu alat yang dapat digunakan untuk mengukur kadar garam berbasis mikrokontroler AT89S51 seperti yang terlihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Alat Pengukur Salinitas

Keterangan:

1. LCD
2. Kabel power
3. Elektroda sebagai sensor

Adapun spesifikasi alat tersebut adalah sebagai berikut:

Sumber tegangan alat : 220 volt

Elektroda : Tembaga, Diameter 3.1 mm, Panjang 1.2 cm,
Jumlah 4 batang.

V_{ref} sensor	: 9 volt
Frekuensi ADC 0804	: 0.48 hertz
LCD	: M1632
Resolusi tegangan	: 0.0196 volt
ADC	: 0804
Lama waktu pengukuran	: 1 menit
Tinggi elektroda yang tercelup	: 1.2 cm
Error alat	: 12%
Ketelitian	: 88%

4.1.1 Pengujian ADC 0804

Pengujian ADC 0804 dilakukan dengan cara membandingkan tegangan masukan ADC dengan data keluaran ADC. Tegangan masukan ADC diperoleh dari sumber tegangan 5 volt yang dihubungkan dengan rangkaian pembagi tegangan.

Rangkaian pembagi tegangan digunakan untuk membagi tegangan 5 volt menjadi tegangan yang sama atau lebih kecil dari 5 volt, sehingga diperoleh variasi tegangan masukan dari tegangan 5 volt.

Dari pengujian ADC diperoleh data seperti pada Tabel 4.1. Data keluaran ADC ditampilkan dalam bentuk digital. Konversi digital ke analog dapat dihitung dengan mengalikan data keluaran ADC dengan persamaan (2.5). Semakin tinggi tegangan masukan ADC maka semakin tinggi juga data keluaran ADC.

Tabel 4.1 Hasil pengujian ADC 0804

No	Tegangan Masukan ADC (volt)	Data Keluaran ADC
1.	0.11	006
2.	0.18	010
3.	0.35	019
4.	0.45	024
5.	0.56	030
6.	0.73	039
7.	0.86	046
8.	1.05	056
9.	1.19	063
10.	1.32	070
11.	1.44	076
12.	1.54	082
13.	1.70	090
14.	1.87	099
15.	2.03	108
16.	2.21	117
17.	2.43	128
18.	2.59	137
19.	2.64	140
20.	2.82	149
21.	3.00	159
22.	3.07	163
23.	3.23	171
24.	3.32	176
25.	3.45	183
26.	3.61	191
27.	3.73	197
28.	3.97	210
29.	4.15	219
30.	4.30	227
31.	4.41	233
32.	4.56	241
33.	4.73	250
34.	4.84	255

4.1.2 Penentuan Frekuensi ADC

ADC aktif pada saat transisi dari low ke high. Untuk itu ADC memerlukan suatu pulsa dengan frekuensi tertentu. Pulsa tersebut dihubungkan dengan pin 3 pada IC ADC 0804. Pulsa ADC diperoleh dari rangkaian astabil. Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh data frekuensi ADC seperti pada Tabel 4.2.

Dari Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa semakin besar nilai frekuensi ADC, maka ADC akan semakin lambat aktif. Pada frekuensi 4.8 ADC sudah tidak aktif. Semakin besar nilai frekuensi maka semakin lama transisi dari low ke high sehingga mengakibatkan ADC lambat aktif. Hal ini disebabkan karena pulsa ADC dalam dua keadaan yaitu low pada saat t_{off} dan high pada saat t_{on} . Semakin kecil frekuensi yang diperoleh ADC maka semakin cepat transisi dari low ke high.

Penghitungan frekuensi pada rangkaian astabil pada hal 70 dapat dihitung dengan persamaan:

$$f = \frac{1,44}{(R_i + 2 \times R_{ii}) \times C} \quad (4.1)$$

sedangkan untuk penentuan lebar t_{on} dan t_{off} dapat dihitung dengan persamaan:

$$t_{on} = 0,693 \times (R_i + R_{ii}) \times C \quad (4.2)$$

$$t_{off} = (0,693 \times R_{ii}) \times C \quad (4.3)$$

Tabel 4.2 Penentuan Frekuensi ADC 0804

No	C (μf)	R1 ($\text{k}\Omega$)	R2 ($\text{k}\Omega$)	Frekuensi (hertz)	ADC
1	0.1	10	90	0.07579	Aktif
2	0.1	10	80	0.08471	Aktif
3	0.1	10	70	0.09600	Aktif
4	0.1	10	60	0.11077	Aktif
5	0.1	10	50	0.13091	Aktif
6	0.1	10	40	0.16000	Aktif
7	0.1	10	30	0.20571	Aktif
8	0.1	10	20	0.28800	Aktif
9	0.1	10	10	0.48000	Aktif
10	0.1	10	9	0.51429	Aktif
11	0.1	10	8	0.55385	Aktif
12	0.1	10	7	0.60000	Aktif
13	0.1	10	6	0.65455	Aktif
14	0.1	10	5	0.72000	Aktif
15	0.1	10	4	0.80000	Aktif
16	0.1	10	3	0.90000	Aktif
17	0.1	10	2	1.02857	Aktif
18	0.1	10	1	1.20000	Aktif
19	0.1	1	1	4.80000	Tidak Aktif
20	0.1	1	0.90	5.1428571	Tidak Aktif
21	0.1	1	0.80	5.5384615	Tidak Aktif
22	0.1	1	0.70	6.0000000	Tidak Aktif
23	0.1	1	0.60	6.5454545	Tidak Aktif
24	0.1	1	0.50	7.2000000	Tidak Aktif
25	0.1	1	0.40	8.0000000	Tidak Aktif
26	0.1	1	0.30	9.0000000	Tidak Aktif
27	0.1	1	0.20	10.285714	Tidak Aktif
28	0.1	1	0.10	12.000000	Tidak Aktif

4.1.3 Penentuan Tinggi Elektroda yang Tercelup

Sensor yang digunakan dalam mengukur tegangan keluaran terbuat dari elektroda tembaga. Pada penelitian yang dilakukan, tinggi elektroda berpengaruh pada hasil pengukuran. Pengukuran salinitas dilakukan dengan memasukkan elektroda tembaga ke dalam air. Elektroda tersebut kemudian dialiri tegangan

sebesar 9 volt. Beda potensial antara ujung-ujung elektroda tersebut yang kemudian menjadi data keluaran sensor.

Elektroda yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan kawat email dengan diameter 3.1 mm dan panjangnya 1.2 cm. Tinggi elektroda yang tercelup pada air berpengaruh pada data keluaran sensor. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 4.3. Semakin panjang elektroda yang tercelup maka semakin kecil data keluaran sensor. Hal ini disebabkan karena perubahan nilai panjang elektroda yang tercelup berpengaruh pada nilai ρ sesuai dengan persamaan (2.3).

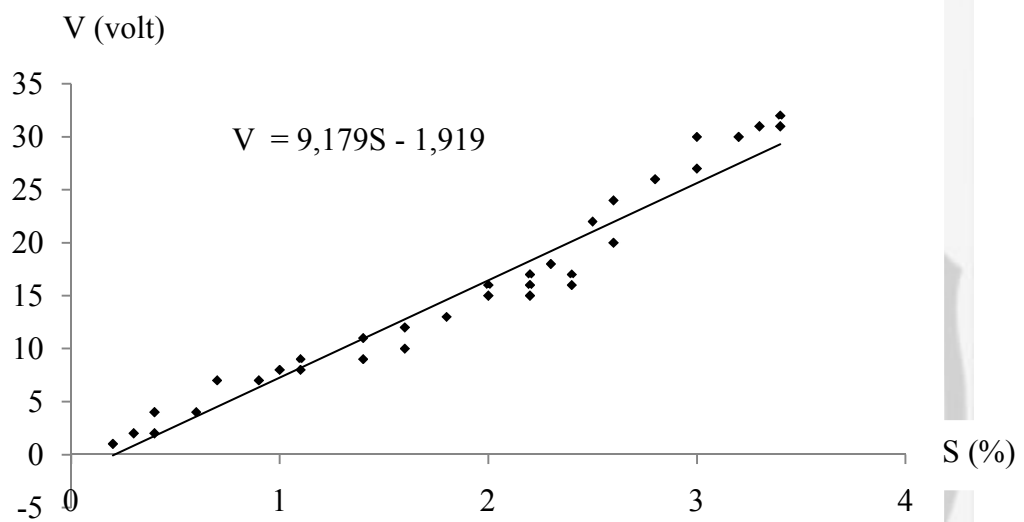
Tabel 4.3 Bagian Elektroda yang Tercelup untuk Salinitas 2.1%

No	Bagian Elektroda yang Tercelup (cm)	Data Keluaran Sensor
1	1.2	16
2	1.5	13
3	1.8	11
4	2.1	7
5	2.4	6

4.1.4 Kalibrasi Alat

Kalibrasi alat digunakan untuk menentukan konversi nilai keluaran sensor yang berupa tegangan (V) ke nilai salinitas (S). Penentuan konversi dilakukan dengan cara mengukur salinitas air laut dengan menggunakan alat standar yaitu refraktometer. Air laut dengan salinitas (S) kemudian diukur nilai tegangannya (V) dengan cara mengalirkan tegangan sebesar 9 volt pada air laut tersebut.

Volume air laut yang digunakan dalam pengukuran tegangan (V) sebesar 10 ml. Tinggi elektroda yang tercelup pada air adalah 1.2 cm. Dengan lama waktu pengukuran selama 60 detik, sehingga diperoleh data tegangan (V) pada keluaran sensor. Dari penelitian yang dilakukan diperoleh hubungan antara keluaran sensor dengan salinitas sesuai dengan Gambar 4.2.



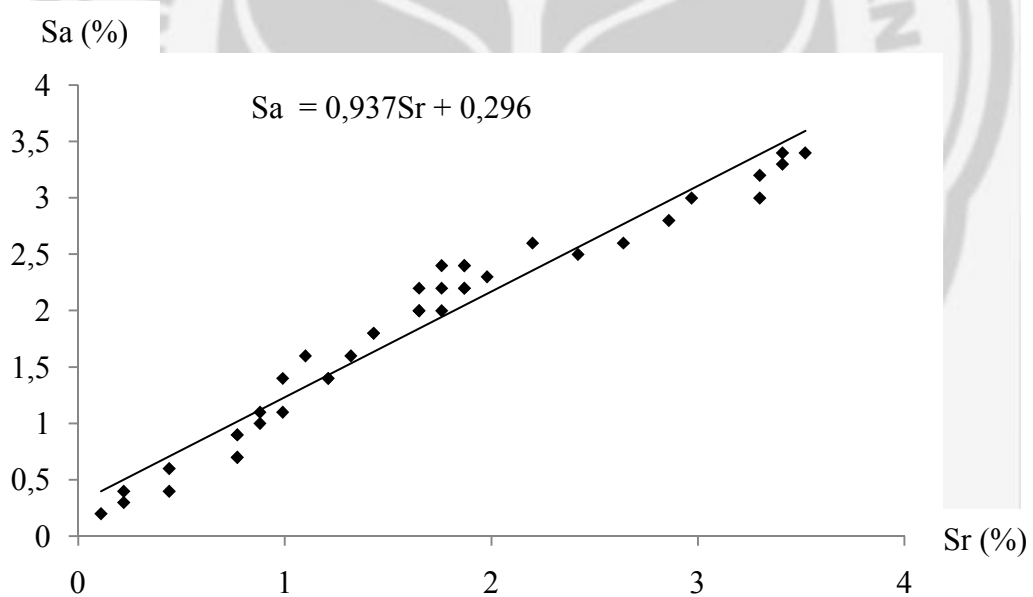
Gambar 4.2 Grafik hubungan salinitas terhadap tegangan

Dari Gambar 4.2 dapat diketahui bahwa hubungan antara tegangan keluaran sensor dengan salinitas berbanding lurus, semakin tinggi nilai salinitas (S) maka semakin besar nilai tegangan (V). Hal ini disebabkan karena air laut merupakan larutan elektrolit sehingga daya hantar listriknya baik. Dari Gambar 4.2 diperoleh persamaan garis $V = 9,179S - 1,919$. Dari persamaan garis tersebut diperoleh nilai kalibrasi alat yaitu program konversi nilai data keluaran sensor ke salinitas. Data keluaran sensor dibagi dengan 9,179 sehingga diperoleh nilai salinitas.

4.1.5 Penentuan Kesalahan Alat

Dalam perancangan suatu alat, tingkat keakuratan dalam pengukuran data sangatlah penting. Dimana tingkat ketelitian berpengaruh terhadap hasil pengukuran. Semakin tinggi nilai ketelitian suatu alat maka semakin bagus data yang diperoleh.

Pada penelitian ini penentuan kesalahan alat dilakukan dengan cara membandingkan data hasil pengukuran salinitas menggunakan refraktometer (Sr) dengan alat yang dibuat (Sa). Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh data seperti pada Gambar 4.3. Dari hasil penghitungan diperoleh kesalahan alat sebesar 11,28% dengan tingkat ketelitian sebesar 88,12%.



Gambar 4.3 Grafik pengukuran salinitas

4.2 Pembahasan

Pembuatan alat pengukur salinitas ini, dilakukan melalui berbagai tahap dan pengecekan. Hal ini dilakukan agar data yang diperoleh mempunyai ketelitian yang tinggi. Untuk itu, pengujian sangatlah penting.

Pengukuran salinitas dapat dilakukan dengan beberapa metode seperti pengukuran konduktivitas dan indeks bias. Pada penelitian ini nilai salinitas diukur menggunakan metode pengukuran konduktivitas.

Pengukuran konduktivitas menggunakan sensor yang terbuat dari kawat tembaga. Tembaga yang digunakan berlaku sebagai sensor. Tinggi dan diameter tembaga berpengaruh pada data keluaran sensor. Untuk itu dilakukan pengujian untuk menentukan tinggi elektroda sehingga diperoleh data keluaran sensor yang baik. Kawat tembaga yang digunakan mempunyai diameter 3,1 mm dengan panjang yang bervariasi. Pengujian awal yaitu menggunakan kawat tembaga yang dialiri arus dengan tegangan 9 volt dengan tinggi 1,2 cm yang tercelup pada air garam dengan salinitas 2,1 %. Nilai tegangan yang terukur sensor adalah 0,3136 volt. Untuk tinggi elektroda 1,5 cm terukur 0,2548 volt; 1,8 cm terukur 0,2156 volt; 2,1 cm terukur 0,1372 dan 2,4 cm terukur 0,1176 volt untuk salinitas yang sama. Dari data yang didapat diketahui bahwa, semakin tinggi tembaga yang tercelup semakin rendah data keluaran sensor. Hal ini dikarenakan pada salinitas yang sama untuk persamaan (2.3) nilai I , A , dan ρ bernilai konstan sedangkan nilai l bervariasi sehingga nilai V berubah-ubah. Semakin panjang elektroda tembaga maka akan semakin kecil tegangan sensor yang terbaca.

Pada pengujian berikutnya yaitu penentuan frekuensi ADC. Karena data keluaran sensor masih berupa data analog, maka dibutuhkan ADC untuk mengubahnya menjadi data digital. Untuk mengaktifkan ADC dibutuhkan suatu pulsa dengan frekuensi tertentu. Pulsa tersebut dihubungkan dengan pin 3 pada IC ADC. Pulsa untuk rangkaian ADC diperoleh dari keluaran rangkaian astabil. ADC 0804 pada dasarnya aktif pada transisi pulsa low ke high. Untuk itu penentuan tinggi frekuensi berpengaruh pada lambat cepatnya kerja ADC 0804. Pada rangkaian astabil besar kecilnya frekuensi keluarannya dipengaruhi oleh nilai R dan C pada rangkaian tersebut. Pengujian untuk menentukan besar kecilnya frekuensi ADC dilakukan dengan mengubah nilai R pada rangkaian astabil sehingga diperoleh frekuensi tertentu. Dari penelitian didapatkan data seperti pada Tabel 4.2. Dari penentuan frekuensi ADC diketahui bahwa semakin besar frekuensi ADC maka semakin lambat ADC aktif dan semakin kecil frekuensi. ADC maka semakin cepat ADC aktif. Pada rangkaian ADC ini, frekuensi yang digunakan adalah 0.48 hertz. Frekuensi ini dipilih karena respon data keluaran ADC yang terlihat tidak terlalu cepat atau lambat, sehingga data keluaran ADC dapat diamati dengan mudah.

Setelah penentuan frekuensi untuk ADC maka pengujian keakuratan pengukuran ADC juga harus dilakukan. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan data masukan ADC dengan data keluaran ADC. Data masukan ADC diperoleh dari sumber tegangan 5 volt yang dihubungkan dengan rangkaian pembagi tegangan pada hal 70. Rangkaian pembagi tegangan berfungsi untuk membagi sumber tegangan 5 volt menjadi tegangan yang lebih kecil dari tegangan sumber sehingga diperoleh variasi data dan ketelitian dalam pengukuran ADC.

Pengaturan keluaran rangkaian pembagi tegangan sebagai data masukan ADC dilakukan dengan merubah Nilai R. Semakin besar nilai R_{ii} maka semakin kecil tegangan keluaran pada rangkaian pembagi tegangan, sesuai dengan persamaan berikut:

$$V_0 = \frac{R_{ii}}{R_i + R_{ii}} \times V_{Sumber} \quad (4.4)$$

Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh data seperti pada Tabel 4.1. Dari Tabel 4.1 pada untuk masukan 0,11 volt data keluaran ADC adalah $6 \times 0,0196 = 0,1176$ volt, untuk masukan 2,03 volt data keluaran ADC adalah $108 \times 0,0196 = 2,1168$ volt. Dari Tabel 4.1 diketahui untuk tegangan masukan ADC hampir mendekati data keluaran ADC. Walaupun tidak sama antara masukan ADC dengan data keluaran ADC tetapi keakuratannya cukup bagus.

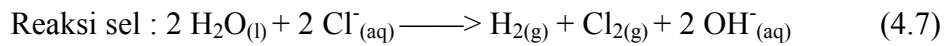
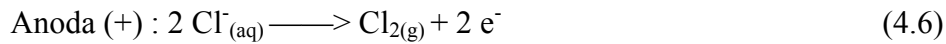
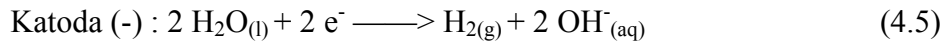
Pengujian berikutnya adalah penentuan kalibrasi alat, yaitu penentuan konversi dari tegangan (V) ke salinitas (S). Penentuan nilai kalibrasi dilakukan dengan beberapa tahap dan mengambil beberapa data sehingga diperoleh nilai konversi (V) ke (S). Tahap awal yaitu pengukuran salinitas air laut yang akan digunakan. Pengukuran salinitas menggunakan refraktometer. Air laut diteteskan ke plat kaca, kemudian dibaca skala yang tertera pada refraktometer. Setelah diketahui nilai salinitas suatu air laut, maka tahap berikutnya yaitu pengukuran tegangan V. Pengukuran tegangan dilakukan dengan menggunakan alat yang sedang dibuat.

Pada tahap ini, pengukuran beda potensial dilakukan dengan mengukur antara ujung-ujung kawat email yang dicelupkan pada air laut. Tegangan yang dihasilkan akan berbeda-beda sesuai dengan konsentrasi larutannya. Hal ini disebabkan karena air laut merupakan larutan elektrolit. Jadi, semakin tinggi konsentrasi air laut maka semakin tinggi konduktivitasnya.

Pengukuran tegangan dilakukan dengan cara mengalirkan arus dengan tegangan 9 volt pada air laut melalui kawat tembaga. Beda potensial antara ujung-ujung kawat tembaga diukur dengan menggunakan sensor. Data keluaran sensor yang berupa data analog diubah menjadi data digital oleh ADC 0804. Data hasil keluaran ADC tersebut kemudian diolah oleh mikrokontroler AT89S51.

Pada saat kawat tembaga yang dialiri arus dicelupkan pada air laut, maka ADC akan mengolah tegangan keluaran sensor yang melalui air laut tersebut menjadi data digital. Pada dasarnya air laut memiliki resistivitas sehingga arus dengan tegangan 9 volt yang dialirkan melalui air laut tidak terukur 9 volt seperti sumber tegangan awal melainkan lebih kecil.

Pada proses pengukuran, tegangan yang dapat terukur oleh sensor jauh lebih kecil dibandingkan dengan tegangan masukan. Pada saat pengukuran juga terdapat gelembung-gelembung oksigen. Hal ini menandakan bahwa pada saat tegangan mengalir melalui air akan terjadi elektrolisis.



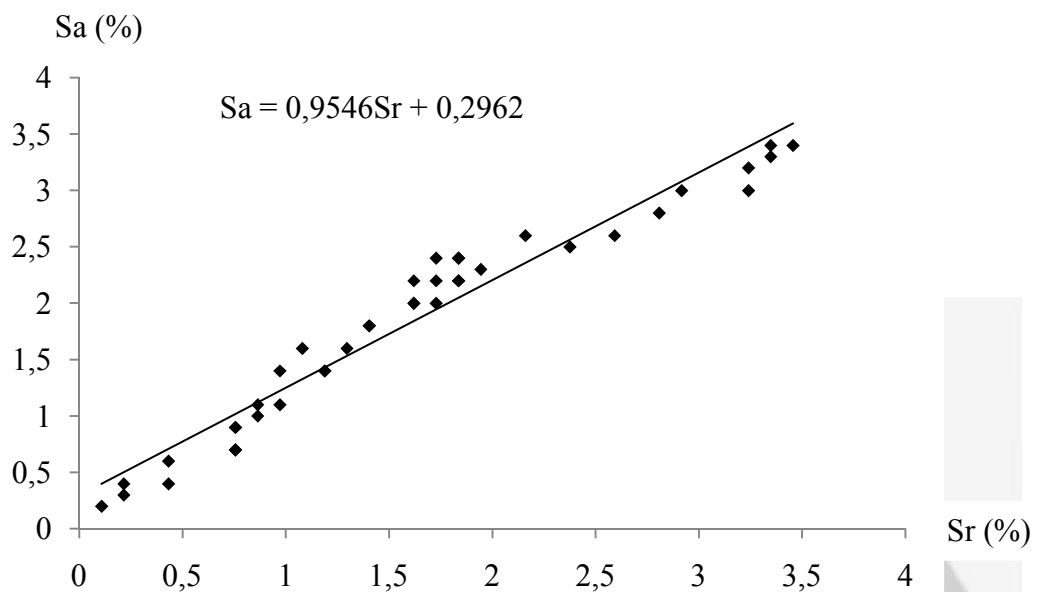
Pengambilan data tegangan (V) dan salinitas (S) dilakukan 40 kali sehingga diperoleh nilai kalibrasi. Dari Gambar 4.2 diperoleh nilai kalibrasi alat yaitu konversi nilai data keluaran sensor ke salinitas. Data keluaran sensor dibagi dengan 9,179 sehingga diperoleh nilai salinitas. Karena keterbatasan pengetahuan dalam pembuatan software maka data keluaran sensor yang harusnya dibagi dengan 9,179 dijadikan dalam persamaan:

$$\text{Salinitas} = \frac{1}{9,179} \times \text{Data} \quad (4.8)$$

Sehingga:

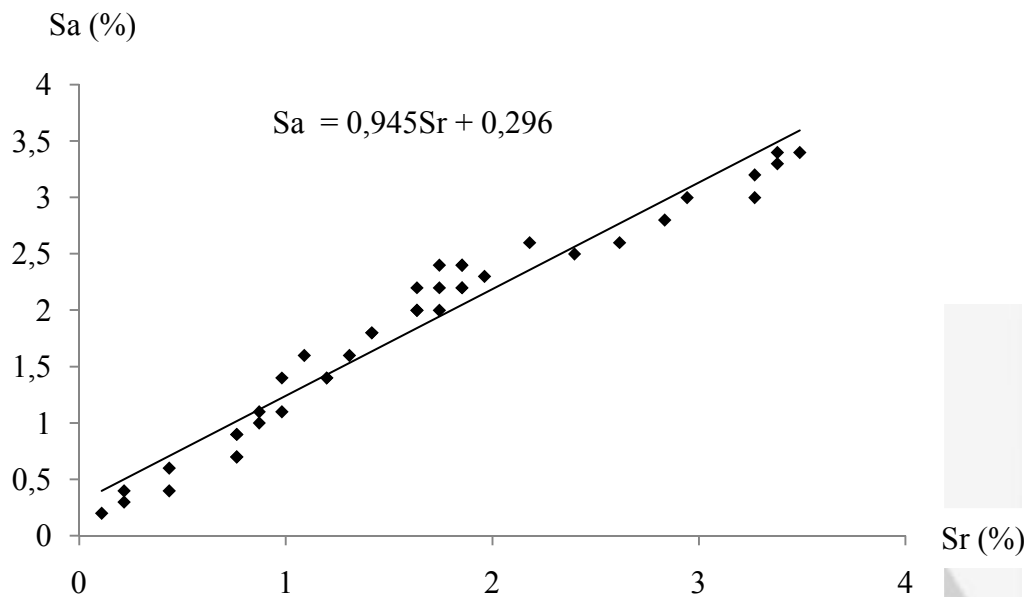
$$\text{Salinitas} = 0,1089443 \times \text{Data} \quad (4.9)$$

Dari persamaan (4.5) maka dilakukan pembulatan untuk mengalikan data sensor yaitu: 108, 109, dan 110. Nilai tersebut digunakan untuk mengkalibrasi data dari konversi tegangan (V) ke Salinitas (S), sehingga diperoleh hasil seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4, Gambar 4.5, dan Gambar 4.6.



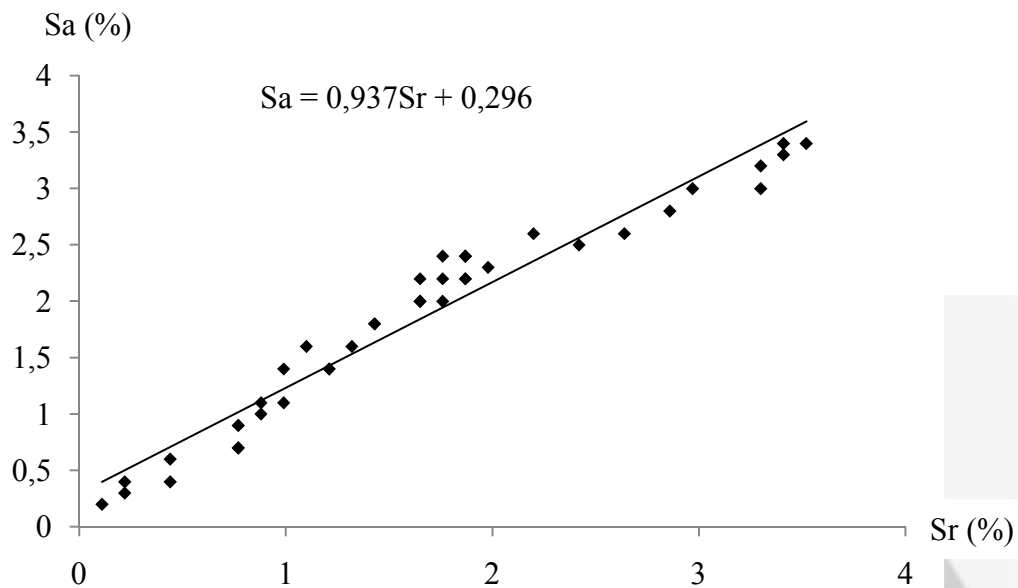
Gambar 4.4 Grafik *tuning* data 108

Dari *tuning* program 108 maka diperoleh data salinitas seperti pada Gambar 4.4. Dari Gambar 4.4 diketahui bahwa nilai salinitas yang terukur oleh alat (Sa) dan salinitas yang terukur dengan refraktometer (Sr) diperoleh persamaan garis $Sa = 0,9546Sr + 0,2962$. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh kesalahan data sebesar 11,28%. *Tuning* data selanjutnya yaitu mengalikan data keluaran sensor dengan 109 seperti pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik *tuning* data 109

Dari *tuning* program 109 maka diperoleh data salinitas seperti pada Gambar 4.5. Dari Gambar 4.5 diketahui bahwa nilai salinitas yang terukur oleh alat (Sa) dan salinitas yang terukur dengan refraktometer (Sr) diperoleh persamaan garis $Sa = 0,945Sr + 0,296$. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh kesalahan data sebesar 11,56%. *Tuning* data selanjutnya yaitu mengalikan data keluaran sensor dengan 109 seperti pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik *tuning* data 110

Dari *tuning* program 110 maka diperoleh data salinitas seperti pada Gambar 4.6. Dari Gambar 4.6 diketahui bahwa nilai salinitas yang terukur oleh alat (Sa) dan salinitas yang terukur dengan refraktometer (Sr) diperoleh persamaan garis $Sa = 0,937Sr + 0,296$. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh kesalahan data sebesar 11,28%.

Dari Gambar 4.4, Gambar 4.5, dan Gambar 4.6 diketahui bahwa nilai salinitas yang mendekati pengukuran salinitas dengan menggunakan refraktometer adalah pada *tuning* data 110. Nilai kalibrasi yang digunakan untuk konversi tegangan (V) ke salinitas (S) adalah 110. Dimana data keluaran sensor dikalikan dengan 110 sehingga diperoleh nilai salinitas.

Setelah menentukan kalibrasi alat maka alat yang dikembangkan sudah dapat digunakan untuk mengukur kadar garam dengan spesifikasi yang telah disebutkan pada hal 32. Dalam pembuatan suatu alat, tingkat keakuratan dalam

pengukuran data sangatlah penting. Dimana tingkat ketelitian berpengaruh terhadap hasil pengukuran. Semakin tinggi nilai ketelitian suatu alat maka semakin bagus data yang diperoleh. Untuk itu penentuan kesalahan alat harus dihitung sehingga pemakai dapat mengetahui berapa tingkat ketelitian alat dan dapat menggunakan alat lain jika memerlukan tingkat keakuratan yang lebih tinggi.

Penghitungan kesalahan alat dilakukan dengan membandingkan data hasil pengukuran salinitas menggunakan refraktometer dengan alat dibuat. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh data seperti pada Gambar 4.3. Dari hasil penghitungan diperoleh nilai kesalahan sebesar adalah 11,28% dengan tingkat ketelitian sebesar 88,72%. Ketelitian alat tidak mencapai nilai 100% hal ini disebabkan karena pada pengukuran salinitas terjadi elektrolisis yang mempengaruhi nilai tegangan (V). Sebagian tegangan digunakan untuk mengelektrolisis air garam. Hal ini terlihat dari banyaknya gelembung udara pada air laut saat dilakukan pengukuran. Semakin tinggi konsentrasi garam maka gelembung udara yang tercipta juga semakin banyak.

Setelah pengujian selesai dilakukan maka dihasilkan suatu alat yang dapat digunakan untuk mengukur kadar garam. Dengan kisaran nilai yang dapat diukur adalah 0,2% sampai 3,4%. Alat ini masih banyak kekurangan dan tidak dapat digunakan untuk mengukur salinitas air murni. Karena air murni memiliki nilai konduktivitas yang kecil dan tidak dapat terbaca dengan baik oleh sensor.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dihasilkan suatu alat yang dapat digunakan untuk mengukur salinitas berbasis mikrokontroler AT89S51 dengan kesalahan alat sebesar 11,28% dan tingkat ketelitian alat sebesar 88,72%. Nilai salinitas dapat ditentukan dengan penentuan konduktivitas dengan cara pengukuran tegangan. Semakin tinggi salinitas, maka semakin besar nilai tegangan dan semakin besar nilai tegangan, maka semakin besar nilai konduktivitasnya.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, disadari masih banyak kesalahan dan kekurangannya, untuk itu diharapkan adanya penelitian lanjutan. Beberapa hal yang harus diperhatikan untuk penelitian lebih lanjut antara lain:

1. Spesifikasi sensor diharapkan lebih baik, karena bahan sensor dapat mempengaruhi tegangan keluaran sensor.
2. Penelitian lebih lanjut diharapkan menggunakan ADC dengan bit yang lebih tinggi, agar hasil konversinya lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Clayton, G. Steve Winder. 2002. *Operasional Amplifier*. Jakarta: Erlangga
- Haifei", Z., Hongsen, X., Yousheng, X., Maoshuang, S., Jie, G., and Yueming, Zhang. 1997. The electrical conductivity of Hfl at 0.21-4.18 GPa and 20-350°C. *Chinos8 Science Bulletin* Vol .42 No. 12
- IS, Kasmadi dan Gatot Luhbandjono. 2006. *Kimia Dasar II*. Semarang: UPT UNNES Press.
- Izzati, Munifatul. 2004. *Kejernihan dan Salinitas Perairan Tambak setelah Penambahan Rumput Laut*, Jurnal BIOMA UNDIP vol. 10: 53-56
- Lehman, P. W. 2000. Phytoplankton Biomass, Cell Diameter, and Species Composition in the Low Salinity Zone of Northern San Francisco Bay Estuary. *Estuaries* Vol. 23, No. 2, p. 216-230
- Putra, Agfianto Eko. 2005. *Belajar Mikrokontroler AT89C51/ 52/ 55. Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Gava Media
- Saksono, Nelson. 2002. Studi Pengaruh Proses Pencucian Garam terhadap Komposisi dan Stabilitas Yodium Garam Konsumsi, Jurnal FT UI vol. 6: 1-16
- Sugianto dan Upik Nurbaiti, Upik. 2005. *Fisika Zat Padat*. Semarang: UNNES
- Sugiyo. W dan Wijayanti. N. 2001. *Perancangan Demplot dalam Rangka Peningkatan Kualitas dan Kuantitas Garam Rakyat di Kabupaten Pasuruan Jawa Timur*, Jurnal FMIPA UNNES vol. 26: 103-117
- Sulistyowati, Emy., Sumarti, S. dan Abdurrakhman. 2010. *Toleransi 60 Aksesi Kapas terhadap Cekaman Salinitas pada Fase Vegetasi*, Jurnal Littri vol. 16: 20-26
- Tancung, Andi baso dan M. Ghufrani H Kordi K. 2007. *Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Tipler, A. Paul. 1996. *FISIKA. Sains dan Teknik*. Jakarta: Erlangga
- Tokheim, Roger L. 1995. *Elektronika Digital*. Jakarta: Erlangga

Lampiran 1. Data Penelitian**DATA PENGUJIAN ADC 0804**

Tempat : Di Rumah 3haha
 Observer : Nur Muzaqi Pambudiarto
 Tanggal : 3 September 2011
 Instrumen : *Rangkaian Pembagi Tegangan dan R.B. Salinitas*

No.	Tegangan Masukan ADC	Data Keluaran ADC
1	0,11	006
2	0,18	010
3	0,35	019
4	0,45	024
5	0,56	030
6	0,73	039
7	0,86	046
8	1,05	056
9	1,19	063
10	1,32	070
11	1,44	076
12	1,54	082
13	1,70	090
14	1,87	099
15	2,03	108
16	2,21	117
17	2,43	128
18	2,59	137
19	2,64	140
20	2,82	149
21	3,00	159
22	3,07	163
23	3,23	171
24	3,32	176
25	3,45	183
26	3,61	191
27	3,73	197
28	3,97	210
29	4,15	219
30	4,30	227
31	4,41	233
32	4,56	241
33	4,73	250
34	4,84	255

DATA PENENTUAN FREKUENSI ADC

Tempat : Di Rumah 3haha
 Observer : Nur Muzaqi Pambudiarto
 Tanggal : 5 September 2011
 Instrumen : *R.B. Salinitas dan Rangkaian Astabil*

No.	C (μ f)	R1 (k Ω)	R2 (k Ω)	Frekuensi (hertz)	ADC
1	0,1	10	90	0,07579	Aktif
2	0,1	10	80	0,08471	Aktif
3	0,1	10	70	0,096	Aktif
4	0,1	10	60	0,11077	Aktif
5	0,1	10	50	0,13091	Aktif
6	0,1	10	40	0,16	Aktif
7	0,1	10	30	0,20571	Aktif
8	0,1	10	20	0,288	Aktif
9	0,1	10	10	0,48	Aktif
10	0,1	10	9	0,51429	Aktif
11	0,1	10	8	0,55385	Aktif
12	0,1	10	7	0,6	Aktif
13	0,1	10	6	0,65455	Aktif
14	0,1	10	5	0,72	Aktif
15	0,1	10	4	0,8	Aktif
16	0,1	10	3	0,9	Aktif
17	0,1	10	2	1,02857	Aktif
18	0,1	10	1	1,2	Aktif
19	0,1	1	1	4,8	Tidak Aktif
20	0,1	1	0,90	5,1428571	Tidak Aktif
21	0,1	1	0,80	5,5384615	Tidak Aktif
22	0,1	1	0,70	6	Tidak Aktif
23	0,1	1	0,60	6,5454545	Tidak Aktif
24	0,1	1	0,50	7,2	Tidak Aktif
25	0,1	1	0,40	8	Tidak Aktif
26	0,1	1	0,30	9	Tidak Aktif
27	0,1	1	0,20	10,285714	Tidak Aktif
28	0,1	1	0,10	12	Tidak Aktif

DATA PENENTUAN TINGGI ELEKTRODA YANG TERCELUP

Tempat : Di Rumah 3haha
Observer : Nur Muzaqi Pambudiarto
Tanggal : 7 September 2011
Instrumen : *R.B. Salinitas*

Elektroda Cu Diameter x cm

No.	Tinggi Elektroda yang Tercelup (cm)	Keluaran Sensor
1	1,2	16
2	1,5	13
3	1,8	11
4	2,1	7
5	2,4	6



DATA PENGUKURAN SALINITAS

Tempat : Di Rumah 3haha
 Observer : Nur Muzaqi Pambudiarto
 Tanggal : 11 September 2011
 Instrumen : *R.B. Salinitas dan Refractometer*

No.	Data Keluaran Sensor	Salinitas (%)
1	32	3,4
2	31	3,4
3	31	3,3
4	30	3,2
5	30	3,0
6	27	3,0
7	26	2,8
8	24	2,6
9	20	2,6
10	22	2,5
11	17	2,4
12	17	2,4
13	16	2,4
14	18	2,3
15	17	2,2
16	17	2,2
17	16	2,2
18	15	2,2
19	16	2,0
20	15	2,0
21	15	2,0
22	13	1,8
23	13	1,8
24	12	1,6
25	10	1,6
26	11	1,4
27	11	1,4
28	9	1,4
29	9	1,1
30	8	1,1
31	8	1,0
32	7	0,9
33	7	0,9
34	7	0,7
35	7	0,7
36	4	0,6
37	4	0,4
38	2	0,4
39	2	0,3
40	1	0,2

DATA PENENTUAN KESALAHAN ALAT

Tempat : Di Rumah 3haha
 Observer : Nur Muzaqi Pambudiarto
 Tanggal : 17 September 2011
 Instrumen : *R.B. Salinitas dan Refractometer*

No.	Salinitas Alat (%)	Salinitas Refractometer (%)
1	3,488	3,4
2	3,379	3,4
3	3,379	3,3
4	3,270	3,2
5	3,270	3,0
6	2,943	3,0
7	2,834	2,8
8	2,616	2,6
9	2,180	2,6
10	2,398	2,5
11	1,853	2,4
12	1,853	2,4
13	1,744	2,4
14	1,962	2,3
15	1,853	2,2
16	1,853	2,2
17	1,744	2,2
18	1,635	2,2
19	1,744	2,0
20	1,635	2,0
21	1,635	2,0
22	1,417	1,8
23	1,417	1,8
24	1,308	1,6
25	1,090	1,6
26	1,199	1,4
27	1,199	1,4
28	0,981	1,4
29	0,981	1,1
30	0,872	1,1
31	0,872	1,0
32	0,763	0,9
33	0,763	0,9
34	0,763	0,7
35	0,763	0,7
36	0,436	0,6
37	0,436	0,4
38	0,218	0,4
39	0,218	0,3
40	0,109	0,2

Lampiran 2 Penentuan Kesalahan Alat

No	Data ADC	Salinitas Alat (%)	Salinitas Refractometer (%)	Selisih (x)	(x- \bar{x})	(x- \bar{x}) ²
1	32	3,488	3,4	0,088	-0,156125	0,0243750
2	31	3,379	3,4	0,021	-0,223125	0,0497848
3	31	3,379	3,3	0,079	-0,165125	0,0272663
4	30	3,270	3,2	0,070	-0,174125	0,0303195
5	30	3,270	3,0	0,270	0,025875	0,0006695
6	27	2,943	3,0	0,057	-0,187125	0,0350158
7	26	2,834	2,8	0,034	-0,210125	0,0441525
8	24	2,616	2,6	0,016	-0,228125	0,052041
9	20	2,180	2,6	0,42	0,175875	0,030932
10	22	2,398	2,5	0,102	-0,142125	0,0201995
11	17	1,853	2,4	0,547	0,302875	0,0917333
12	17	1,853	2,4	0,547	0,302875	0,0917333
13	16	1,744	2,4	0,656	0,411875	0,169641
14	18	1,962	2,3	0,338	0,093875	0,0088125
15	17	1,853	2,2	0,347	0,102875	0,0105833
16	17	1,853	2,2	0,347	0,102875	0,0105833
17	16	1,744	2,2	0,456	0,211875	0,044891
18	15	1,635	2,2	0,565	0,320875	0,1029608
19	16	1,744	2,0	0,256	0,011875	0,000141
20	15	1,635	2,0	0,365	0,120875	0,0146108
21	15	1,635	2,0	0,365	0,120875	0,0146108
22	13	1,417	1,8	0,383	0,138875	0,0192863
23	13	1,417	1,8	0,383	0,138875	0,0192863
24	12	1,308	1,6	0,292	0,047875	0,002292
25	10	1,090	1,6	0,51	0,265875	0,0706895
26	11	1,199	1,4	0,201	-0,043125	0,0018598
27	11	1,199	1,4	0,201	-0,043125	0,0018598
28	9	0,981	1,4	0,419	0,174875	0,0305813
29	9	0,981	1,1	0,119	-0,125125	0,0156563
30	8	0,872	1,1	0,228	-0,016125	0,00026
31	8	0,872	1,0	0,128	-0,116125	0,013485
32	7	0,763	0,9	0,137	-0,107125	0,0114758
33	7	0,763	0,9	0,137	-0,107125	0,0114758
34	7	0,763	0,7	0,063	-0,181125	0,0328063
35	7	0,763	0,7	0,063	-0,181125	0,0328063
36	4	0,436	0,6	0,164	-0,080125	0,00642
37	4	0,436	0,4	0,036	-0,208125	0,043316
38	2	0,218	0,4	0,182	-0,062125	0,0038595
39	2	0,218	0,3	0,082	-0,162125	0,0262845
40	1	0,109	0,2	0,091	-0,153125	0,0234473
				$\sum x = 9,765$		$\sum (x - \bar{x})^2 = 1,2422048$

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{9,765}{40}$$

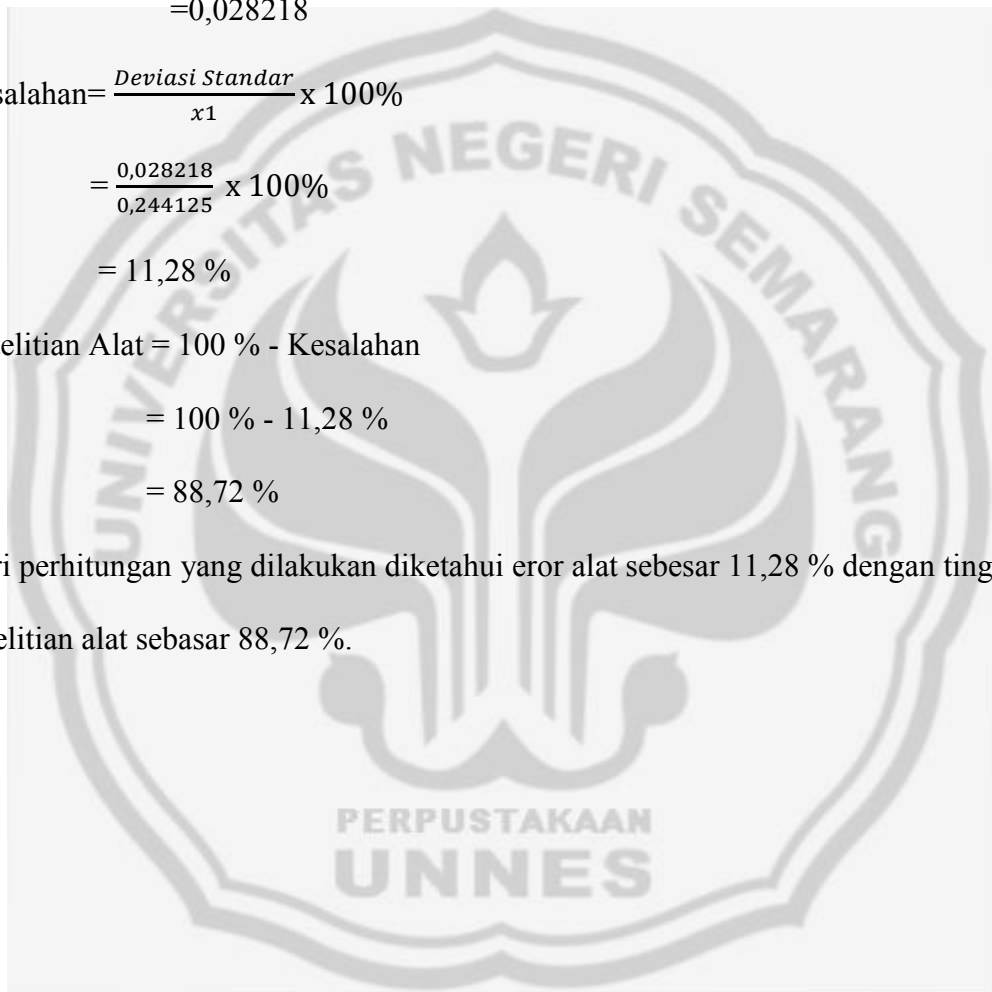
$$\bar{x} = 0,244125$$

$$\begin{aligned}
 \text{Deviasi Standar} &= \sqrt{\frac{\sum(x-x_1)^2}{n(n-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{1,2422048}{40(40-1)}} \\
 &= \sqrt{0,0007963} \\
 &= 0,028218
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kesalahan} &= \frac{\text{Deviasi Standar}}{x_1} \times 100\% \\
 &= \frac{0,028218}{0,244125} \times 100\% \\
 &= 11,28\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Ketelitian Alat} &= 100\% - \text{Kesalahan} \\
 &= 100\% - 11,28\% \\
 &= 88,72\%
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan yang dilakukan diketahui eror alat sebesar 11,28 % dengan tingkat ketelitian alat sebesar 88,72 %.



Lampiran 3 Foto Penelitian

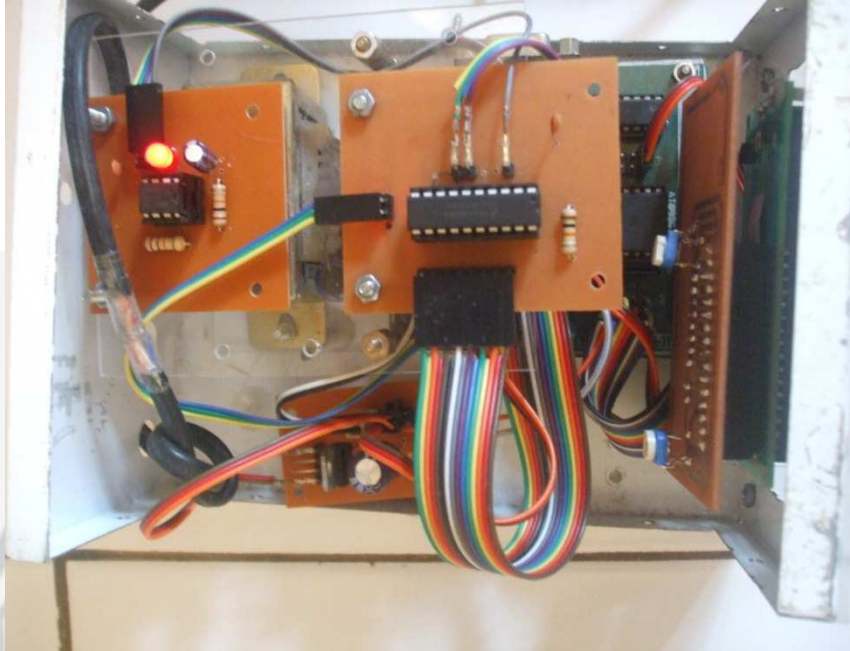


Refraktometer



Pengambilan Sampel Air Laut

Lanjutan



Rangkaian Alat Ukur Salinitas



Alat R.B. Salinitas

Lanjutan

Susunan Elektroda



Pengambilan Data Penelitian

Lampiran 4 Program

```
#include <sfr51.inc>
```

```
=====
```

```
;                                     program LCD
```

```
=====
```

```
;                                     PROGRAM MENJALANKAN MODUL LCD
```

```
;                                     PANJANG CHAR. : 2 X 16
```

```
DIGIT=====
```

```
;PORT D0 - D7 : P0
```

```
;RAM : 40H - 5FH
```

```
;BUFFER DATA : 5AH,5BH,5CH,5DH
```

```
;RS : P1.0
```

```
;E : P1.1
```

```
=====
```

```
;                                     INISIALISASI MIKROKONTROLER
```

```
=====
```

```
RS BIT P1.0
```

```
E BIT P1.1
```

```
MOV R2,#00H
```

```
MOV P2,#00H
```

```
MOV R3,#00H
```

```
MOV R4,#00H
```

```
MOV R1,#00H
```

```
ORG 00H
```

```
set_serial: MOV SCON,#70H
```

```
MOV TMOD,#20H
```

```
MOV TH1,#E8H
```

```
SETB TR1
```

```
=====
```

```
;                                     PROGRAM UTAMA
```

```
=====
```

```
LAGI: ACALL SETLCD
```

```
ACALL KETIK
```

```
ACALL TULRAM
```

```
ACALL TUNDA
```

```
ACALL TUNDA
```

```
ACALL TUNDA
```

```
ACALL KETIK3
```

```
ACALL KETIK4
```

```
ACALL BARIS3
```

```

ACALL BARIS4
LAGI1: ACALL DATANYA
ACALL HEXBCD
ACALL KONASCHII
ACALL TAMPIL
ACALL DELAY
ACALL DATANYA1
ACALL HEXBCD
ACALL KONASCHIIL
ACALL TAMPIL1
ACALL DELAY
SJMP LAGI1
SETLCD: CLR RS ;MODE INSTRUKSI
MOV A,#38H ;DATA 8 BIT, 2 BARIS, CHAR 5 X 7 }
ACALL INSTRUKSI ;TULIS INSTRUKSI
ACALL DELAY ;DELAY 3 KALI
ACALL INSTRUKSI
ACALL DELAY
ACALL INSTRUKSI
ACALL DELAY
MOV A,#0EH ;SET DISPLAY, KURSOR ON/OFF
ACALL INSTRUKSI ;
ACALL DELAY
MOV A,#06H ;SET MODE
ACALL INSTRUKSI
MOV A,#0C0H ;KURSOR ON TIDAK BLINKING
ACALL INSTRUKSI
RET
INSTRUKSI: MOV P0,A
NOP
CLR RS
NOP
SETB E ;KERJAKAN PERINTAH
ACALL DELAY
CLR E ;SELESAI
RET
;=====
;
; MENULIS DATA RAM
;=====
;BARIS 1 RAM MIKROKONTROLER ALAMAT 40H - 4FH (16 HURUF)
KETIK: MOV 40H,#'N'
MOV 41H,#'U'
MOV 42H,#'R'
MOV 43H,#' '

```

```

MOV 44H,#'M'
MOV 45H,#'U'
MOV 46H,#'Z'
MOV 47H,#'A'
MOV 48H,#'Q'
MOV 49H,#'I'
MOV 4AH,#' '
MOV 4BH,#'P'
MOV 4CH,#' '
MOV 4DH,#' '
MOV 4EH,#' '
MOV 4FH,#' '

```

;BARIS 2 PADA RAM MICROCONTROLLER ALAMAT 50H - 5FH (16 HURUF)

KETIK2: MOV 50H,#'N'

```

MOV 51H,#'I'
MOV 52H,#'M'
MOV 53H,#' '
MOV 54H,#':'
MOV 55H,#' '
MOV 56H,#'4'
MOV 57H,#'2'
MOV 58H,#'5'
MOV 59H,#'0'
MOV 5AH,#'4'
MOV 5BH,#'0'
MOV 5CH,#'6'
MOV 5DH,#'0'
MOV 5EH,#'3'
MOV 5FH,#'6'
RET

```

;BARIS 2 PADA RAM MICROCONTROLLER ALAMAT 50H - 5FH (16 HURUF)

KETIK3: MOV 40H,#'S'

```

MOV 41H,#'A'
MOV 42H,#'L'
MOV 43H,#'I'
MOV 44H,#'N'
MOV 45H,#'I'
MOV 46H,#'T'
MOV 47H,#'A'
MOV 48H,#'S'
MOV 49H,#' '
MOV 4AH,#'V'
MOV 4BH,#':'
MOV 4CH,#' '

```

```

MOV 4DH,#' ';data
MOV 4EH,#' ';data
MOV 4FH,#' ';data
RET

```

;BARIS 1 PADA RAM MICROCONTROLLER ALAMAT 50H - 5FH (16 HURUF)

```

KETIK4:   MOV 50H,#' '
MOV 51H,#'S'
MOV 52H,#':'
MOV 53H,#' '
MOV 54H,#' ';data
MOV 55H,#'.'
MOV 56H,#' ';data
MOV 57H,#' ';data
MOV 58H,#' ';data
MOV 59H,#' '
MOV 5AH,#'%'
MOV 5BH,#' '
MOV 5CH,#' '
MOV 5DH,#' '
MOV 5EH,#' '
MOV 5FH,#' '
RET

```

```

;=====
;
;   TULIS DARI MIKROKONTROLLER KE CGRAM LCD
;=====

```

```

;BARIS1
TULRAM :  MOV A,#80H      ;LETAK KURSOAR BARIS 1 KIRI
            CLR RS          ;INI PERINTAH
            ACALL INSTRUKSI ;LAKUKAN PERINTAH ITU
            SETB RS         ;SIAP MENULIS
            MOV R0,#40H     ;ISI DENGAN 40H
BAR1 :   MOV A,@R0
            ACALL NULIS
            INC R0
            CJNE R0,#50H,BAR1 ;DIAKHIRI ISI RAM 4FH

            MOV A,#C0H     ;LETAK KURSOR BARIS 2 KIRI
            CLR RS          ;INTRUKSI
            ACALL INSTRUKSI
            SETB RS         ;SIAP MENULIS DATA
            MOV R0,#50H
BAR2 :   MOV A,@R0
            ACALL NULIS

```



```

INC      R0
CJNE    R0,#60H,BAR2 ;DIAKHIRI ISI RAM 5FH
RET

```

```

BARIS3 : MOV  A,#C0H    ;LETAK KURSUSOR BARIS 2 KIRI
CLR     RS             ;INTRUKSI
ACALL  INSTRUKSI
SETB   RS             ;SIAP MENULIS DATA
MOV    R0,#50H

```

```

BAR3 : MOV  A,@R0
ACALL NULIS
INC   R0
CJNE R0,#60H,BAR3 ;DIAKHIRI ISI RAM 5FH
RET

```

```

BARIS4 : MOV  A,#80H    ;LETAK KURSUSOR BARIS 2 KIRI
CLR     RS             ;INTRUKSI
ACALL  INSTRUKSI
SETB   RS             ;SIAP MENULIS DATA
MOV    R0,#40H

```

```

BAR4 : MOV  A,@R0
ACALL NULIS
INC   R0
CJNE R0,#50H,BAR4 ;DIAKHIRI ISI RAM 5FH
RET

```

```

;-----
;
; PROSEDUR MENULIS MENGHITUNG PARAMETER LUAR
;-----

```

```

DATANYA : MOV B,p2
MOV A,#38
SUBB A,B
MOV R2,A
RET

```

```

DATANYA1 : MOV B,p2
MOV A,#38
SUBB A,B
MOV R2,A
MOV B,#109
MUL AB
MOV R2,A
MOV R1,B
ADD A,B
RET

```

```

;-----
;
; KONVERSI R2 KE BCD

```

```

;
;-----
hexbcd :   mov  26H,#00H ;a = adalah harga yang akan di
konversi;//26h,#00h
          clr  cy ; bendera/flag ALU
seribu :   mov  28H,#00H
k_1000 :   mov  A,R2
          subb A,#0E8H
          mov  30H,A
          mov  A,R1
          subb A,#03h
          mov  31H,A
          jbc  cy,seratus
          inc  28H
          mov  R2,30H
          mov  R1,31H
          sjmp k_1000
seratus :   mov  29H,#00H
k_100 :    mov  A,R2
          subb A,#64H
          mov  30H,A
          mov  A,R1
          subb A,#00h
          mov  31H,A
          jbc  cy,splh
          inc  29H
          mov  R2,30H
          mov  R1,31H
          sjmp k_100
splh :     mov  B,#0AH
          mov  A,R2
          div  AB
          mov  30H,A
          mov  A,B
          mov  31H,A
          RET
;
;-----
;          KONVERSI DARI BCD KE ASCII
;-----
;

```

```

KONASCHII:  MOV  A,29H
            ORL  A,#30H
            MOV  4DH,A
            MOV  A,30H
            ORL  A,#30H
            MOV  4EH,A
            MOV  A,31H
            ORL  A,#30H

```

```
MOV 4FH,A
RET
```

```
=====
;
;      coba tampilan pada bar 1
;
=====
```

```
KONASCHIIL: MOV A,28H
             ORL A,#30H
             MOV 54H,A
```

```
MOV A,29H
ORL A,#30H
MOV 56H,A
```

```
MOV A,30H
ORL A,#30H
MOV 57H,A
```

```
MOV A,31H
ORL A,#30H
MOV 58H,A
RET
```

```
=====
;
;      PROSEDUR TAKMPILAN HASIL LUAR
;
=====
```

```
-----
;
;      TAMPILAN V
;
-----
```

```
TAMPIL1: MOV A,#0C4H ;LETAK KURSOR BARIS 1 (087H)
          CLR RS ;TULIS INSTRUKSI
          ACALL INSTRUKSI
          SETB RS ;SIAP MENULIS
          MOV R0,#54H
```

```
MANING1: MOV A,@R0
          ACALL NULIS
          INC R0
          CJNE R0,#59H,MANING1
          RET
```

```
-----
;
;      TAMPILAN S
;
-----
```

```
TAMPIL: MOV A,#08DH ;LETAK KURSOR BARIS 2 0C7
          CLR RS ;TULLIS INSTRUKSI
          ACALL INSTRUKSI
          SETB RS ;SIAP MENULIS
          MOV R0,#4DH;
```

```

MANING:  MOV  A,@R0
         ACALL NULIS
         INC  R0
         CJNE R0,#5AH,MANING;
         RET

```

```

=====
;
;   PROSEDUR MENULIS DATA
;
=====

```

```

NULIS :  MOV  P0,A   ;PORT LCD
         SETB E     ;SEDANG NULIS
         ACALL DELAYT
         CLR  E     ;SELESAI
         RET

```

```

=====
;
;   DELAY 10 MILISECOND
;
=====

```

```

DELAY:  MOV  R5,#00H
LOOPC:  MOV  R6,#00H
LOOPB:  MOV  R7,#00H
LOOPA:  INC  R7
        CJNE R7,#100,LOOPA
        INC  R6
        CJNE R6,#10,LOOPB
        INC  R5
        CJNE R5,#4,LOOPC
DELAYT: MOV  R5,#00H
LOOPCT: MOV  R6,#00H
LOOPBT: MOV  R7,#00H
LOOPAT: INC  R7
        CJNE R7,#100,LOOPAT
        INC  R6
        CJNE R6,#50,LOOPBT
        INC  R5
        CJNE R5,#1,LOOPCT
        RET

```

```

TUNDA:  MOV  R7,#0
ULANG2: MOV  R6,#0
ULANG1: MOV  R5,#00H
ULANG :  INC  R5
        CJNE R5,#100,ULANG
        INC  R6
        CJNE R6,#10,ULANG1
        INC  R7
        CJNE R7,#11,ULANG2
        RET
        END

```

Lampiran 5 Gambar Rangkaian Alat

