

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT
PEREKAM DATA KUALITAS AIR TAMBAK UDANG WINDU
YANG DAPAT DIANTARMUKA DENGAN PC**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



Disusun Oleh:

DIMAS BAGUS SATRIYO WIBOWO

NIM. 0210630037

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2007**

repository.ub.ac.id

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT
PEREKAM DATA KUALITAS AIR TAMBAK UDANG WINDU
YANG DAPAT DIANTARMUKA DENGAN PC**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



Disusun Oleh:

DIMAS BAGUS SATRIYO WIBOWO

NIM. 0210630037

Telah diperiksa dan disetujui oleh

DOSEN PEMBIMBING:

UPanca Mudjiraharjo. ST, MT
NIP. 132 288 163

Ir. M. Julius St., MS
NIP. 131 124 655



repository.ub.ac.id

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT
PEREKAM DATA KUALITAS AIR TAMBAK UDANG WINDU
YANG DAPAT DIANTARMUKA DENGAN PC**

Disusun Oleh:

DIMAS BAGUS SATRIYO WIBOWO
NIM. 0210630037

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
tanggal 9 November 2007

DOSEN PENGUJI

Ir. Ponco Siwindarto, MS
NIP. 131 837 966

Adharul Muttaqin, ST, MT
NIP. 132 311 886

Ir. Bambang Siswojo, MT
NIP. 131 759 588

Waru Djuriatno, ST, MT
NIP. 132 158 733

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. Heru Nurwarsito, M.Kom
NIP. 131 879 033



PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan hanya kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perancangan dan Pembuatan Alat Perekam Data Kualitas Air Tambak Udang Windu yang Dapat Diantarmuka dengan PC”. Hanya karena pertolongan-Nya semata penulis mampu melewati segala kendala yang ada selama penyusunan skripsi ini.

Penyusunan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan dalam memperoleh gelar kesarjanaan di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya Malang.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak terlepas atas bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis ingin menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Heru Nurwarsito, M.Kom selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya dan Bapak Rudy Yuwono, ST, MSc selaku Sekertaris Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
2. Bapak Panca Mudjirahardjo, ST, MT selaku Dosen Pembimbing I dan Ketua Peneliti Proyek PHK A-2 yang telah memberikan ilmu, ide-ide, motivasi dan kesempatan kepada penulis untuk mengerjakan salah satu bagian dari judul Penelitian yang didanai oleh Proyek PHK A-2 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya tahun anggaran 2006.
3. Bapak Ir. Julius St., MS selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan ilmu, nasehat, bimbingan, arahan dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh Staf Pengajar dan Karyawan Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
5. Kedua orangtuaku Ir. Sentot R. Soemarsono, MS dan Sri Wahyuni Susilowati juga kakakku Novia Ayu Intan Permatasari, SE yang telah banyak mendoakan dan memberi semangat selama penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas kasih sayang, perhatian dan pengertian yang selalu diberikan kepada penulis. Sungguh jasa mereka tiada tara, semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat, karunia dan ampunan-Nya kepada mereka serta membalas kasih sayang dan kebaikan yang selalu diberikan selama ini dengan kebaikan dan kebahagiaan yang jauh lebih besar.

- repository.ub.ac.id
6. Teman-teman kerja satu tim, Rahmad dengan alat pengirim sms-nya, Triyono dengan alat pemonitor salinitasnya, dan Dita dengan alat pengukur derajat keasamannya, yang berjuang bersama mengerjakan salah satu judul Penelitian PHK A-2 tahun anggaran 2006 yang dipimpin Bapak Panca Mudjirahardjo, ST, MT
 7. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Sebagai manusia, penulis menyadari tidak akan luput dari kesalahan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun atas ketidak sempurnaan dalam penulisan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca, khususnya mahasiswa Teknik Elektro Universitas Brawijaya Malang serta perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya di Indonesia.

Malang, November 2007

Penulis



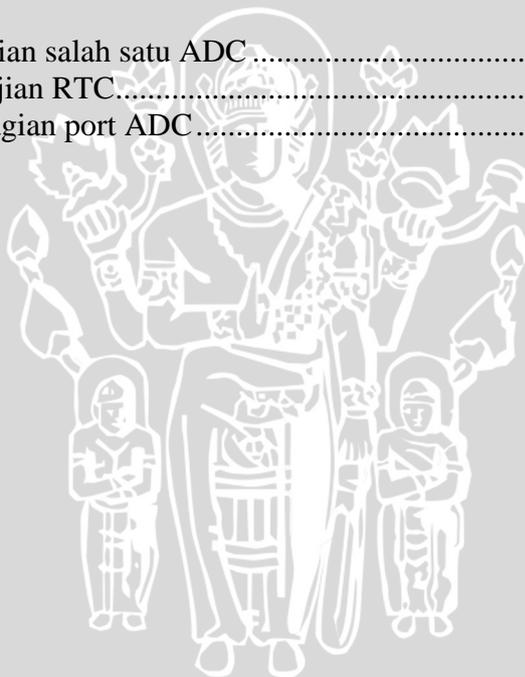
DAFTAR ISI

	Halaman
PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	viii
ABSTRAK	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Ruang Lingkup	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Mikrokontroler ATmega8535	5
2.1.1 Sistem <i>Interrupt</i>	6
2.1.2 Komunikasi Serial.....	7
2.1.3 <i>Two-wire Serial Interface (TWI)</i>	8
2.1.4 <i>Analog to Digital Converter (ADC)</i>	9
2.2 <i>Real-Time Clock (RTC)</i>	11
2.3 <i>Electrically Erasable Programmable Read Only Memory (EEPROM)</i> ..	13
2.4 <i>Keypad Encoder</i>	14
2.5 Keypad Matrik 3x4	14
2.6 <i>Universal Serial Bus (USB)</i>	15
2.6.1 Konfigurasi pin USB	16
2.6.2 Sinyal dan Catu Daya USB.....	16
2.6.3 Pengenalan	18
2.7 <i>Universal Serial Bus (USB) Serial Converter</i>	18
2.8 <i>Liquid Crystal Display (LCD)</i>	21
2.9 Bahasa Pemrograman Delphi.....	22
2.9.1 Tampilan Delphi Secara Umum	23
2.9.2 Komunikasi Serial dalam Delphi.....	24
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1 Studi Literatur	25
3.2 Perencanaan Alat	25
3.3 Pembuatan Alat.....	25
3.4 Pengujian Alat.....	26
3.4 Penyusunan Kesimpulan dan Saran	26
BAB IV PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT	27
4.1 Perencanaan Sistem	27
4.1.1 Spesifikasi Alat	27
4.1.2 Diagram Blok Sistem.....	29
4.2 Perangkat Keras	30

4.2.1 Saluran Masukan ADC	30
4.2.1.1 Sensor Suhu	31
4.2.1.2 Sensor pH.....	32
4.2.1.3 Monitor Salinitas.....	33
4.2.2 Rangkaian Mikrokontroler ATmega8535	34
4.2.3 Rangkaian Pengendali Alaram.....	36
4.2.4 Rangkaian RTC.....	37
4.2.5 Rangkaian EEPROM	39
4.2.6 <i>Hardware User Interface</i>	40
4.2.6.1 Rangkaian <i>Keypad</i> dengan <i>Keypad Encoder</i>	40
4.2.6.2 Rangkaian LCD	42
4.2.7 <i>Computer Interface</i>	42
4.3 Perangkat Lunak	43
4.3.1 Perangkat Lunak Mikrokontroler ATmega8535	44
4.3.1.1 Mikrokontroler AVR ATmega8535 dengan ADC.....	44
4.3.1.2 Mikrokontroler ATmega8535 dengan RTC.....	45
4.3.1.3 Mikrokontroler ATmega8535 dengan EEPROM.....	45
4.3.1.4 Mikrokontroler ATmega8535 dengan <i>Keypad Encoder</i>	47
4.3.1.5 Mikrokontroler ATmega8535 dengan LCD.....	47
4.3.1.6 Mikrokontroler ATmega8535 dengan <i>Computer Interface</i>	48
4.3.2 <i>Software User Interface</i>	49
BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS	50
5.1 Pengujian ADC	50
5.2 Pengujian RTC.....	52
5.3 Pengujian EEPROM	54
5.4 Pengujian <i>Keypad</i> dan LCD	57
5.5 Pengujian Modul USB <i>Serial Converter</i>	59
5.6 Pengujian Komunikasi Sistem Serial	61
5.7 Pengujian Perangkat Lunak untuk Membaca dan Menampilkan Data Pada PC	63
5.8 Pengujian Keseluruhan Sistem	65
5.8.1 Peralatan yang dibutuhkan.....	65
5.8.2 Prosedur Pengujian Beserta Hasil Analisis.....	65
5.8.2.1 Pengaturan Awal Alat.....	65
5.8.2.2 Penggunaan Alat Dalam Proses Pengukuran.....	67
5.8.2.3 Pemindahan Data ke Komputer	69
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	72
6.1 Kesimpulan	72
6.2 Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	76

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Alamat <i>vector interrupt</i> ATmega85356
Tabel 2.2	Rumus menghitung <i>baudrate</i>8
Tabel 2.3	Fungsi masing-masing pin DS130712
Tabel 2.4	Alamat register RTC DS130713
Tabel 2.5	Fungsi masing-masing pin 24C6413
Tabel 2.6	Fungsi masing-masing pin saluran USB.....16
Tabel 2.7	Fungsi masing-masing pin utama FT232BM19
Tabel 2.8	Tabel terminal I/O pada LCD21
Tabel 4.1	Tabel kebenaran pemonitor salinitas33
Tabel 4.2	Tabel kebenaran <i>keypad encoder</i> MM74C922.....41
Tabel 4.3	Setting nilai <i>baudrate</i> komunikasi UART43
Tabel 4.4	Kondisi air tambak yang digunakan sebagai parameter45
Tabel 4.5	Tabel rincian pembagian jumlah penggunaan memori.....46
Tabel 4.6	Tampilan perangkat lunak untuk memindahkan data ke PC49
Tabel 5.1	Hasil pengujian salah satu ADC51
Tabel 5.2	Tabel Pengujian RTC.....54
Tabel 5.3	Tabel pembagian port ADC68



DAFTAR GAMBAR

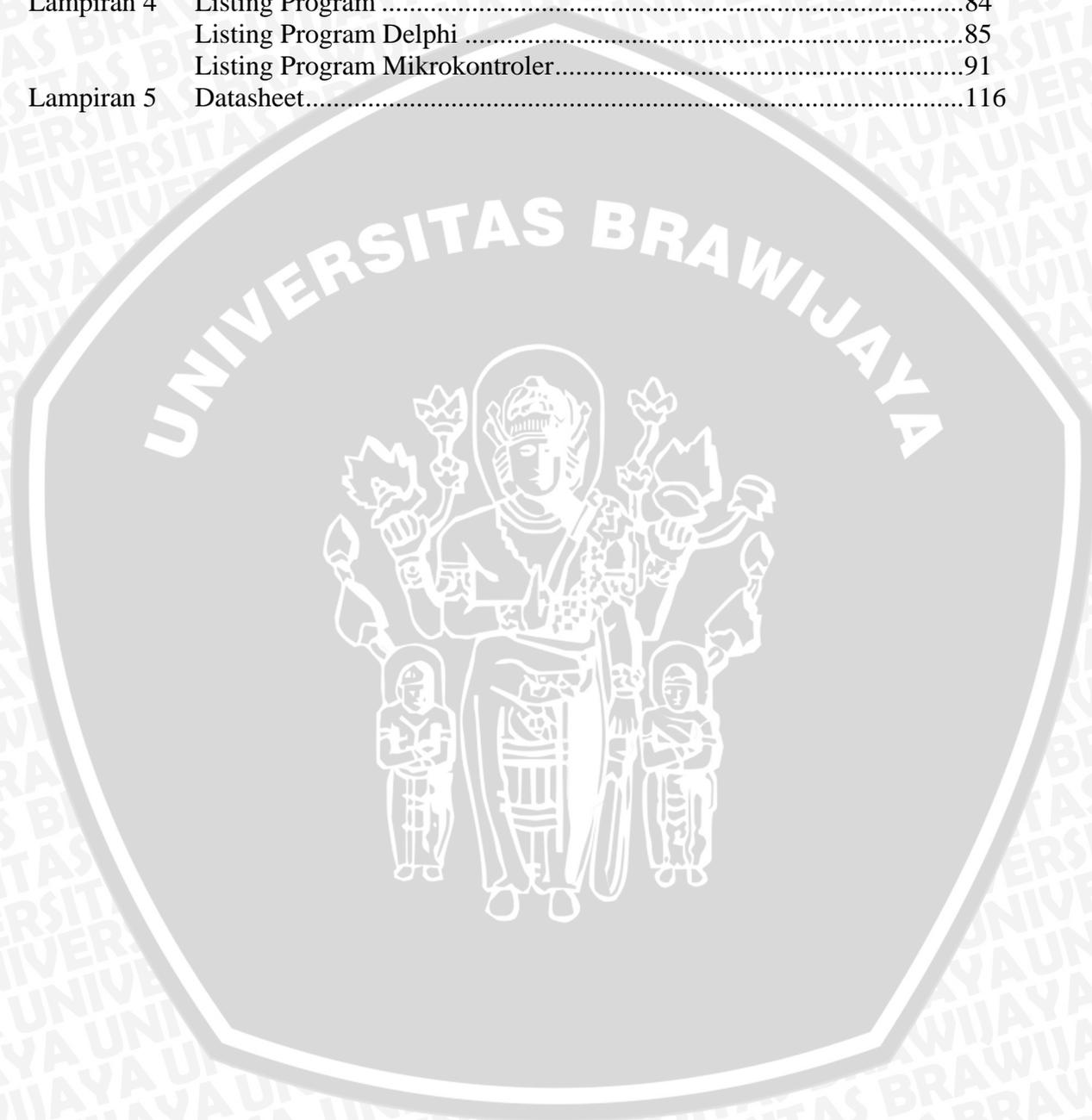
	Halaman
Gambar 2.1	Konfigurasi pin ATmega8535 6
Gambar 2.2	Format pengiriman data serial 7
Gambar 2.3	Koneksi <i>bus</i> TWI 9
Gambar 2.4	Blok diagram ADC pada mikrokontroler ATmega 8535 10
Gambar 2.5	Konfigurasi pin DS1307 12
Gambar 2.6	Konfigurasi pin 24C64 13
Gambar 2.7	Konfigurasi pin MM74C922 14
Gambar 2.8	<i>Keypad</i> matrik 3x4 14
Gambar 2.9	Konektor USB 16
Gambar 2.10.a	Pengkabelan USB kecepatan rendah 17
Gambar 2.10.b	Pengkabelan USB kecepatan penuh 17
Gambar 2.11	Konfigurasi pin FT232BM 19
Gambar 2.12	Tampilan umum Delphi 23
Gambar 4.1	Diagram blok sistem perekam data tambak udang windu secara keseluruhan 29
Gambar 4.2	Rangkaian ADC internal mikrokontroler ATmega8535 31
Gambar 4.3	Grafik sensitifitas elektroda pH 32
Gambar 4.4	Blok diagram rangkaian masukan ADC internal mikrokontroler ATmega8535 33
Gambar 4.5	Dimensi pemonitor salinitas 34
Gambar 4.6	Rangkaian mikrokontroler ATmega8535 35
Gambar 4.7	Rangkaian pengendali alaram 36
Gambar 4.8	Rangkaian RTC DS1307 39
Gambar 4.9	Rangkaian EEPROM 24C64 40
Gambar 4.10	Rangkaian <i>keypad</i> 41
Gambar 4.11	Rangkaian <i>keypad encoder</i> 41
Gambar 4.12	Rangkaian LCD LMB162ABC 42
Gambar 4.13	Rangkaian antarmuka komputer dengan menggunakan konverter serial ke USB 43
Gambar 4.14	Diagram alir perangkat lunak mikrokontroler dengan ADC 44
Gambar 4.15.a	Diagram alir perangkat lunak penulisan RTC oleh mikrokontroler .. 45
Gambar 4.15.b	Diagram alir program perangkat lunak pembacaan RTC oleh mikrokontroler 45
Gambar 4.16.a	Diagram alir perangkat lunak penulisan EEPROM oleh mikrokontroler 46
Gambar 4.16.b	Diagram alir perangkat lunak pembacaan EEPROM oleh mikrokontroler 46
Gambar 4.17	Diagram alir perangkat lunak mikrokontroler dengan <i>keypad encoder</i> 47
Gambar 4.18	Diagram alir perangkat lunak mikrokontroler dengan LCD 48
Gambar 4.19	Diagram alir perangkat lunak mikrokontroler dengan antarmuka komputer 48
Gambar 4.20	Diagram alir perangkat lunak komputer 49
Gambar 5.1	Blok diagram pengujian ADC 50
Gambar 5.2	Diagram alir program pengujian ADC 51

Gambar 5.3	Grafik hasil pengujian salah satu ADC.....	52
Gambar 5.4	Rangkaian pengujian RTC.....	53
Gambar 5.5	Diagram alir program pengujian RTC	53
Gambar 5.6	Salah satu hasil pengujian RTC	54
Gambar 5.7	Rangkaian pengujian penulisan data ke EEPROM.....	55
Gambar 5.8	Diagram alir program penulisan data ke EEPROM.....	55
Gambar 5.9	Rangkaian antarmuka pembacaan EEPROM dengan <i>software</i> Ponyprog 2000.....	55
Gambar 5.10	Rangkaian pengujian pembacaan data EEPROM.....	56
Gambar 5.11	Diagram alir program pembacaan data EEPROM.....	56
Gambar 5.12	Hasil uji penulisan data ke EEPROM.....	56
Gambar 5.13	Tampilan LCD hasil pembacaan EEPROM	57
Gambar 5.14	Rangkaian pengujian <i>keypad</i> dan LCD	58
Gambar 5.15	Diagram alir program pengujian <i>keypad</i> dan LCD.....	58
Gambar 5.16	Tampilan pengujian LCD dan <i>keypad</i>	58
Gambar 5.17	Diagram alir pengiriman data ke USB <i>serial converter</i>	59
Gambar 5.18.a	Tampilan perangkat lunak USB <i>Serial tester</i>	59
Gambar 5.18.b	Perangkat keras pengujian pengiriman dan penerimaan data USB <i>Serial tester</i>	59
Gambar 5.19	Diagram alir pembacaan data USB <i>serial converter</i>	60
Gambar 5.20	Hasil uji pengiriman data ke USB <i>Serial tester</i>	60
Gambar 5.21	Hasil uji penerimaan data USB <i>Serial tester</i>	61
Gambar 5.22	Rangkaian pengujian komunikasi serial	61
Gambar 5.23	Diagram alir program pengujian komunikasi serial	62
Gambar 5.24	Tampilan <i>hyper terminal</i> hasil pengujian komunikasi serial.....	62
Gambar 5.25	Rangkaian pengujian membaca dan menampilkan data pada PC.....	63
Gambar 5.26	Diagram alir program pengujian membaca dan menampilkan data pada PC	64
Gambar 5.27	Hasil pengujian membaca dan menampilkan data pada PC	64
Gambar 5.28.a	Sebelum dilakukan proses setting waktu	66
Gambar 5.28.b	Setelah dilakukan proses setting waktu	66
Gambar 5.29.a	Sebelum memasukkan pengaturan jeda waktu	66
Gambar 5.29.b	Setelah memasukkan pengaturan jeda waktu	66
Gambar 5.30	Tampilan alat dalam kondisi <i>idle</i>	66
Gambar 5.31	Tampilan menu kalibrasi sensor pH	67
Gambar 5.32	Perbandingan hasil konversi alat dengan alat ukur lain.....	68
Gambar 5.33	Isi EEPROM setelah digunakan untuk menyimpan data setiap 15 menit selama satu jam.....	69
Gambar 5.34	Info “Found New Hardware” pada <i>notification area</i>	69
Gambar 5.35.a	Tampilan menu pengaturan port serial yang digunakan oleh alat	70
Gambar 5.35.b	Tampilan <i>window device manager</i> untuk mengetahui alamat port serial yang digunakan	70
Gambar 5.36.a	Tampilan pada alat saat mengirimkan data pada PC	71
Gambar 5.36.b	Tampilan program PC setelah melakukan pembacaan data alat.....	71
Gambar 5.37	Tampilan program saat melakukan penyimpanan data di PC.....	71



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Foto Alat	76
Lampiran 2 Petunjuk Pengoperasian Alat	78
Lampiran 3 Gambar Rangkaian	82
Lampiran 4 Listing Program	84
Listing Program Delphi	85
Listing Program Mikrokontroler	91
Lampiran 5 Datasheet.....	116



ABSTRAK

Dimas Bagus Satriyo Wibowo, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, 2007, *Perancangan dan Pembuatan Alat Perekam Data Kualitas Air Tambak Udang Windu yang Dapat Diantarmuka dengan PC*, Dosen Pembimbing: Panca Mudjirahardjo, ST., MT. dan Ir. M. Julius St., MS.

Udang merupakan salah satu bahan makanan sumber protein hewani yang bermutu tinggi. Budidaya udang windu secara komersial di Indonesia dimulai pada awal tahun 1970-an, dan mencapai puncak produksi pada tahun 1985-1995. Sehingga pada kurun waktu tersebut udang windu merupakan penghasil devisa terbesar pada produk perikanan. Bagi Indonesia udang merupakan salah satu komoditas ekspor perikanan tertinggi setelah tuna dan rumput laut. Permintaan konsumen dunia terhadap udang rata-rata naik 11,5% per tahun. Akan tetapi akhir-akhir ini produksi udang windu mulai mengalami penurunan. Hal itu disebabkan oleh penurunan kualitas air dan serangan penyakit.

Melihat kondisi tersebut, maka dirancang sebuah sistem perekam data (*data logger*) yang akan merekam kondisi air tambak udang melalui beberapa sensor yang kemudian dirubah menjadi data digital. Jika salah satu atau beberapa sensor mendeteksi adanya penyimpangan parameter air tambak, maka alat akan memicu sinyal peringatan. Data-data yang masuk akan direkam tiap waktu tertentu dengan mengandalkan RTC DS1307 dan disimpan dalam EEPROM 24C64 yang memiliki kapasitas 8K byte. Untuk menampilkan data dan menu digunakan LCD 16x2 karakter serta keypad 3x4 sebagai tombol masukan. Dan untuk memudahkan pengolahan data lebih lanjut, data yang telah disimpan ini dapat ditransfer ke PC melalui saluran USB dan disimpan dalam bentuk teks maupun *spreadsheet*. Sebagai pengontrol utama sistem ini digunakan mikrokontroler ATmega8535.

Dari hasil pengujian, *data logger* yang dibuat mampu menyimpan 8192 byte data pengukuran. Jika jeda pengukuran berselang tiap 1 jam dalam sehari, maka EEPROM akan penuh kurang lebih dalam waktu 37 hari. Proses pemindahan data ke PC melalui port USB dengan *baudrate* sebesar 19200 bps dapat berlangsung dengan baik tanpa terjadi kesalahan pembacaan data.

Kata kunci : tambak udang, *data logger*, USB, PC

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tambak udang adalah sebuah bisnis *aquaculture* dirancang untuk meningkatkan produksi udang laut untuk konsumsi manusia. Pertambakan udang komersial dimulai pada 1970-an dan produksi tumbuh dengan cepat, terutama untuk memenuhi pertumbuhan permintaan Amerika Serikat, Jepang, dan Eropa Barat. Produksi global total dari udang tambak mencapai lebih dari 1,6 juta ton pada 2003, mewakili hampir 9 milyar dolar AS. Sekitar 75% udang tambak diproduksi di Asia, terutama di China dan Thailand. Sisanya diproduksi di Amerika Latin, di mana Brazil merupakan produsen terbesarnya. Negara pengekspor udang terbesar di dunia adalah Thailand (Wikipedia Indonesia, 2006: 1).

Pada tahun sembilan puluhan, Indonesia merupakan pengekspor udang windu terbesar ketiga setelah Thailand dan India. Pada waktu itu udang merupakan komoditas andalan subsektor perikanan. Pada tahun 1995 volume ekspor komoditas udang mencapai 94511 ton dengan nilai ekspor mencapai 1037 juta US \$ atau memberikan kontribusi sebesar 35% dari total ekspor produk pertanian Indonesia (Seri Agribisnis Deptan, 1998).

Namun belakangan usaha budidaya udang windu di tambak mengalami banyak masalah, baik oleh serangan hama, penyakit atau karena kondisi lingkungannya. Kondisi air yang jelek akan mempengaruhi pola makan udang. Untuk itu kondisi air perlu diamati secara rutin, yaitu kadar garam (salinitas), kadar oksigen terlarut, pH, alkalinitas dan warna air (kecerahan). Dengan mengetahui kondisi air yang kurang baik maka petani dapat segera mengambil tindakan (Taslihan A, 2003: 43).

Pengamatan dapat dilakukan secara visual (pandangan mata) saja, yaitu melihat bagaimana perilaku udangnya, bagaimana kondisi airnya, apakah air telah berwarna hijau yang sangat pekat karena pertumbuhan alga plankton dalam air, apakah ada udang yang terlihat gelisah melompat dari permukaan air, apakah tampak adanya ikan-ikan liar, dan sebagainya. Pemeriksaan seperti itu harus dilakukan oleh pelaksana tambak beberapa kali dalam sehari, terutama pada malam hari (Rachmatun, 2001: 169).

Bila didapati suatu gejala yang tidak baik atau ganjil, petani itu harus segera mengambil keputusan. Tindakan apa yang harus dilakukan, tidak boleh terlambat, agar

udangnya terpelihara dari segala gangguan. Keputusan yang diambil untuk mengambil tindakan yang tepat, berpengaruh sekali terhadap produksi dan penghasilan tambak.

Petani dan operator tambak, dianjurkan untuk membuat catatan yang teratur mengenai hasil pemantauannya. Catatan ini berguna untuk mengingat hal-hal negatif yang mungkin pernah dialaminya di tambak agar jangan sampai terulang lagi, bahkan harus dapat diadakan perbaikan teknis.

Bertolak dari pemikiran di atas dan dengan memanfaatkan perkembangan teknologi dalam bidang elektronika saat ini maka akan dirancang sebuah sistem perekam data (*data logger*) yang akan merekam kondisi air tambak udang melalui beberapa sensor yang dihubungkan dengan alat melalui pengubah tegangan analog dari sensor menjadi digital. Alat ini biasanya disebut *Analog to Digital Converter* (ADC).

Sistem ini memiliki fasilitas pilihan waktu perekaman data dalam satu hari dan setelah memori telah penuh data dapat ditransfer ke PC melalui saluran USB. Selain itu sistem ini juga memberikan kemudahan akses bagi operator untuk memantau tambaknya karena sistem ini dilengkapi dengan *Liquid Crystal Display* (LCD) sebagai antarmuka dengan pengguna ketika *data logger* ini sedang digunakan untuk merekam kondisi air tambak udang. Sistem ini juga memiliki sebuah saluran keluaran yang dirancang khusus untuk peringatan yang berguna ketika didapati salah satu atau beberapa sensor mendeteksi adanya penyimpangan parameter air tambak yang telah ditetapkan sebelumnya.

Dengan rancangan ini diharapkan tercipta keefektifan dan kenyamanan untuk pengguna khususnya pemilik tambak udang dapat tercapai, terutama untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi udang windu dan ekspor nasional komoditas udang windu dapat meningkat pula.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan sebelumnya, maka rumusan masalah dalam proposal tugas akhir ini ditekankan pada:

1. Bagaimana merancang unit konverter tegangan analog ke digital (ADC) sebagai masukan *data logger* untuk sensor-sensor yang digunakan pada tambak udang windu dan pengolah hasil sensor.
2. Bagaimana merancang sebuah sistem peringatan ketika sensor mendapati keadaan air di tambak udang windu tidak sesuai dengan parameter yang telah ditetapkan.

3. Bagaimana merancang unit penyimpanan dan pengiriman data yang telah diolah oleh unit penerima.
4. Bagaimana merancang sistem antarmuka untuk komunikasi antara kontroler yang dipakai dalam perancangan dengan PC secara serial yang dikonversi menjadi USB.
5. Bagaimana merancang program pada mikrokontroler sehingga dapat terjadi komunikasi antara unit konverter tegangan analog ke digital (ADC) dan pengolah data, unit penyimpan data, dan unit antarmuka PC agar dapat bekerja sesuai dengan kebutuhan sistem.
6. Bagaimana merancang *software* PC yang nantinya akan dapat menampilkan data yang sebelumnya telah direkam oleh unit penyimpan data dan menyimpan data ini dalam PC.

1.3 Tujuan

Tujuan penyusunan proposal tugas akhir ini adalah untuk merancang dan membuat sistem perekam data (*data logger*) yang akan merekam kondisi air tambak udang sesuai dengan sensor yang dihubungkan dengan fasilitas alarm sebagai tanda peringatan dan USB sebagai antarmuka dengan PC untuk diaplikasikan pada tambak udang skala menengah sampai besar atau badan-badan yang lain yang beroperasi dalam bidang pertambakan maupun perikanan.

1.4 Ruang Lingkup

Mengacu pada permasalahan yang ada, maka ruang lingkup pada proposal tugas akhir ini dibatasi pada:

1. Pembahasan dititikberatkan pada sistem unit konverter tegangan analog ke digital (ADC) sebagai masukan *data logger*, mikrokontroler sebagai pengolah data, penyimpan data sensor, antarmuka mikrokontroler ke PC dengan sistem komunikasi serial serta *software* PC sebagai antarmuka dengan pengguna.
2. Sensor yang digunakan bersama dengan sistem perekam data (*data logger*) tambak udang harus menyesuaikan dengan kriteria dan karakteristik unit konverter tegangan analog ke digital (ADC).
3. Sistem tidak memperhitungkan luas tambak yang datanya akan direkam.
4. Perancangan tidak membahas tentang metode pengambilan data yang dilakukan pada air tambak udang.
5. Perancangan tidak memperhitungkan kondisi dan interferensi yang mungkin timbul antara sensor yang digunakan.

6. Kapasitas data yang disimpan tergantung besarnya memori yang digunakan dan pemilihan waktu penyimpanan dalam sehari.
7. Perancangan tidak membahas tentang metode konversi data yang terjadi di dalam *Serial to USB Converter*.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah sebagai berikut:

Bab I : Pendahuluan

Menjelaskan latar belakang permasalahan, rumusan masalah, tujuan, ruang lingkup pembahasan, dan sistematika penulisan tugas akhir.

Bab II : Tinjauan Pustaka

Menjelaskan tentang teori dasar dari beberapa piranti yang digunakan dalam perancangan alat yang meliputi mikrokontroler ATmega8535, RTC (*Real Time Clock*) DS1307, *Electrically Erasable Programmable Read Only Memory* (EEPROM), *Keypad Encoder*, *Keypad Matrik*, *Liquid Crystal Display* (LCD), *Universal Serial Bus* (USB), *Serial to Universal Serial Bus (USB) Converter* dan bahasa pemrograman Delphi.

Bab III : Metodologi Penelitian

Menjelaskan tahap-tahap dan metode yang dilakukan dalam perencanaan pembuatan alat :

Bab IV : Perencanaan dan Pembuatan Alat

Menjelaskan spesifikasi, diagram blok, dan prinsip kerja rangkaian alat yang dirancang.

Bab V : Pengujian dan Analisis

Menjelaskan pengujian alat dan analisis terhadap data hasil pengujian menggunakan teori yang ada.

Bab VI : Penutup

Berisi kesimpulan yang dapat diambil dan saran terhadap hasil yang diperoleh dalam tugas akhir.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

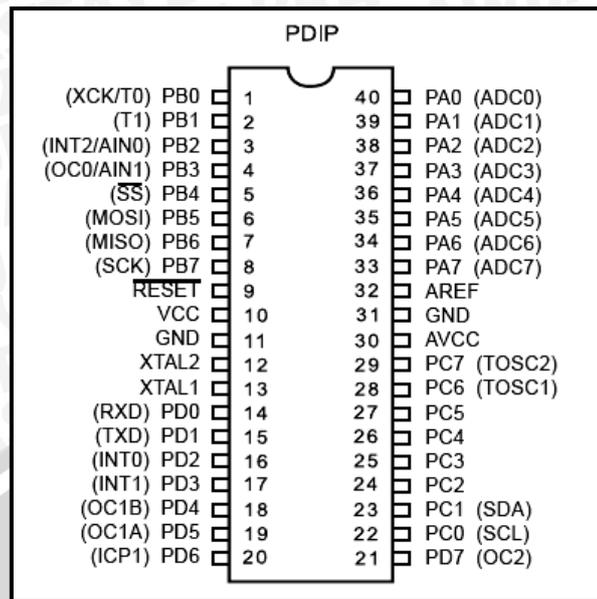
Untuk memudahkan dalam memahami cara kerja sistem maupun dasar-dasar perancangan alat ini, maka dibutuhkan penjelasan dan uraian teori penunjang yang digunakan dalam penulisan laporan tugas akhir ini. Berikut ini merupakan penjelasan teori-teori penunjang yang digunakan dalam perancangan.

2.1 Mikrokontroler ATmega8535

Mikrokontroler ATmega8535 yang diproduksi oleh ATMEL Company Amerika Serikat merupakan salah satu anggota keluarga dari jenis AVR. AVR merupakan mikrokontroler produksi Atmel yang menggunakan arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computing*) 8-bit. AVR pertama kali diperkenalkan pada tahun 1996. AVR mengkombinasikan arsitektur RISC, memori *flash* internal dan jumlah *register* yang besar (32 buah) untuk memperoleh ukuran kode program, kinerja dan konsumsi daya yang optimal. Sebagian besar instruksi AVR dieksekusi dalam satu siklus *clock*. Kelebihan lainnya, arsitektur AVR dirancang untuk bekerja secara efisien menggunakan bahasa tingkat tinggi C. Mikrokontroler ATmega8535 mempunyai fitur utama sebagai berikut:

1. Sistem mikroprosesor 8-bit berbasis RISC dengan kecepatan maksimal 16MHz.
2. CPU yang terdiri atas 32 buah register.
3. Kapabilitas memori flash 8KB, SRAM sebesar 512 byte, dan EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 512 byte.
4. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C dan Port D.
5. ADC internal dengan fidelitas 10-bit sebanyak 8 *channel*.
6. Portal komunikasi serial (USART) dengan kecepatan maksimal 2,5Mbps.
7. Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan perbandingan.
8. *Watchdog Timer* dengan osilator internal.
9. Unit interupsi internal dan eksternal.
10. Enam pilihan mode *sleep* menghemat penggunaan daya listrik.

Konfigurasi pin mikrokontroler ATmega8535 dapat dilihat dalam Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Konfigurasi pin ATmega8535

Sumber: ATmega8535 Data sheet, 2004: 2

2.1.1 Sistem Interrupt

Mikrokontroler ATmega8535 memiliki 21 alamat vektor *interrupt* dimana nomor urut vektor *interrupt* tadi menyatakan prioritas *interrupt* tersebut. Alamat vektor *interrupt* mikrokontroler ATmega8535 dapat dilihat dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Alamat vektor *interrupt* ATmega8535

Vektor No.	Alamat Program	Source	Definisi Interrupt
1	0x000	RESET	External Pin, Power-on Reset, Brown-out Reset and Watchdog Reset
2	0x001	INT0	External Interrupt Request 0
3	0x002	INT1	External Interrupt Request 1
4	0x003	TIMER2 COMP	Timer/Counter2 Compare Match
5	0x004	TIMER2 OVF	Timer/Counter2 Overflow
6	0x005	TIMER1 CAPT	Timer/Counter1 Capture Event
7	0x006	TIMER1 COMPA	Timer/Counter1 Compare Match A
8	0x007	TIMER1 COMPB	Timer/Counter1 Compare Match B
9	0x008	TIMER1 OVF	Timer/Counter1 Overflow
10	0x009	TIMER0 OVF	Timer/Counter0 Overflow
11	0x00A	SPI, STC	Serial Transfer Complete
12	0x00B	USART, RXC	USART, Rx Complete
13	0x00C	USART, UDRE	USART Data Register Empty
14	0x00D	USART, TXC	USART, Tx Complete
15	0x00E	ADC	ADC Conversion Complete

16	0x00F	EE_RDY	EEPROM Ready
17	0x010	ANA_COMP	Analog Comparator
18	0x011	TWI	Two-wire Serial Interface
19	0x012	INT2	External Interrupt Request 2
20	0x0013	TIMER0 COM	Timer/Counter0 Compare Match
21	0x0014	SPM_RDY	Store Program Memory Ready

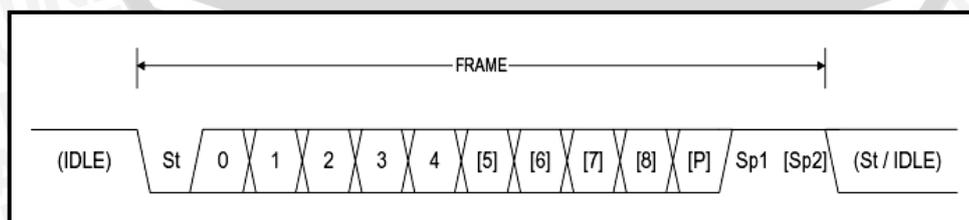
Sumber: ATmega8535 Data sheet, 2004: 45

2.1.2 Komunikasi Serial

Mikrokontroler ATmega8535 dilengkapi dengan fasilitas komunikasi serial USART dengan fitur sebagai berikut:

1. Komunikasi full-duplex dengan register serial untuk penerima dan pengirim data.
2. Dapat dioperasikan pada mode komunikasi sinkron dan asinkron.
3. Pada operasi sinkron *clock* berasal dari *master* atau *slave*.
4. Mempunyai resolusi tinggi untuk generator *baudrate*.
5. Layanan pengiriman data terdiri atas 5,6,7,8, dan 9-bit dan 1 atau 2-bit stop.
6. Paritas genap atau ganjil dan didukung dengan pengecekan paritas oleh hardware.
7. Pendeteksi pengiriman kelebihan data.
8. Pendeteksi kesalahan pada format data yang dikirim.
9. Memiliki filter *noise* yang terdiri atas pendeteksi kesalahan bit start dan low pass filter.
10. Memiliki 3 layanan *interrupt* terpisah yaitu *TX complete*, *TX data empty*, dan *RX complete*.
11. Mode komunikasi *multi processor*.
12. Mode komunikasi asinkron dengan dua kecepatan.

Pada pengiriman data secara serial menggunakan ATmega8535 memakai format seperti dalam Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Format pengiriman data serial

Sumber: ATmega8535 Data sheet, 2004: 146

Dimana :

St = Bit *start* selalu berlogika rendah

(n) = Banyaknya data yang dikirim (0-8)

P = Bit paritas (ganjil atau genap)

Sp = Bit *stop* selalu berlogika tinggi (bit *stop* bisa berjumlah 1 atau 2)

IDLE = Tidak ada data yang ditransfer pada RX dan TX, IDLE selalu berlogika tinggi

Untuk menghitung *baudrate* komunikasi serial digunakan rumus seperti yang terlihat dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Rumus menghitung *baudrate*

Mode Operasi	Rumus untuk menghitung <i>Baud Rate</i>	Rumus untuk menghitung Nilai UBRR
Asynchronous Normal Mode (U2X = 0)	$BAUD = \frac{f_{osc}}{16(UBRR + 1)}$	$UBRR = \frac{f_{osc}}{16BAUD} - 1$
Asynchronous Double Speed Mode (U2X = 1)	$BAUD = \frac{f_{osc}}{8(UBRR + 1)}$	$UBRR = \frac{f_{osc}}{8BAUD} - 1$
Synchronous Master Mode	$BAUD = \frac{f_{osc}}{2(UBRR + 1)}$	$UBRR = \frac{f_{osc}}{2BAUD} - 1$

Sumber: ATmega8535 Data sheet, 2004: 145

Dimana :

BAUD = *Baudrate* dalam *bit per second* (bps)

f_{osc} = Frekuensi *clock* sistem osilator

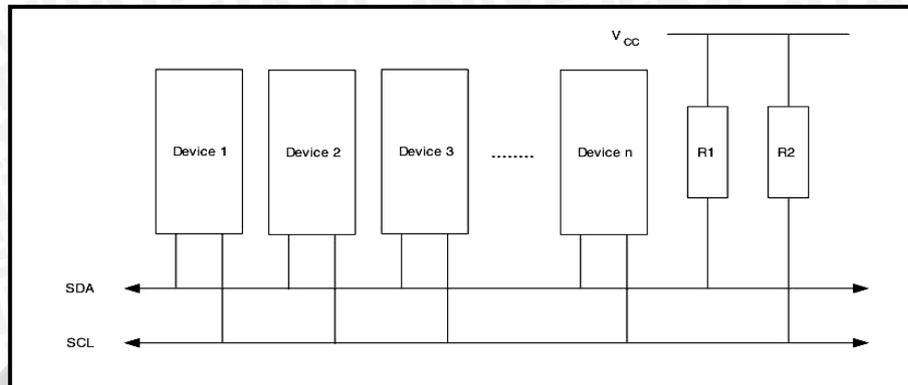
UBRR = Register *baudrate* yang terdiri atas UBRRH dan UBRRL (0-4095)

2.1.3 Two-wire Serial Interface (TWI)

Two-wire Serial Interface (TWI) adalah salah satu metode yang telah matang dan dipakai secara luas yang dikembangkan sejak tahun 1992, dengan konsep dasar komunikasi 2 arah antar IC dan/atau antar sistem secara serial menggunakan 2 kabel. Protokol TWI memungkinkan pendesain sistem untuk menghubungkan sampai 128 devais menggunakan hanya dua *bus bi-directional*, satu untuk *clock* (SCL) dan lainnya untuk data (SDA). Satu-satunya perangkat keras yang dibutuhkan untuk mengimplementasikan *bus* adalah resistor *pull-up* tunggal untuk tiap *bus* TWI.

Fitur utama TWI adalah hanya melibatkan dua kabel yaitu *serial data line* (selanjutnya disebut SDA) dan *serial clock line* (selanjutnya disebut SCL). Setiap IC yang terhubung dalam TWI memiliki alamat yang unik yang dapat diakses secara *software* dengan protokol *master/slave* yang sederhana, dan mampu mengakomodasikan *multi master*. TWI merupakan serial *bus* dengan orientasi data 8-bit (1 byte),

komunikasi 2 arah, dengan kecepatan transfer data sampai 100 Kbit/s pada mode *standart* dan 3,4 Mbit/s pada mode kecepatan tinggi. Jumlah IC yang dapat dihubungkan pada TWI *bus* hanya dibatasi oleh beban kapasitansi pada *bus* yaitu maksimum 400pF.



Gambar 2.3. Koneksi *bus* TWI

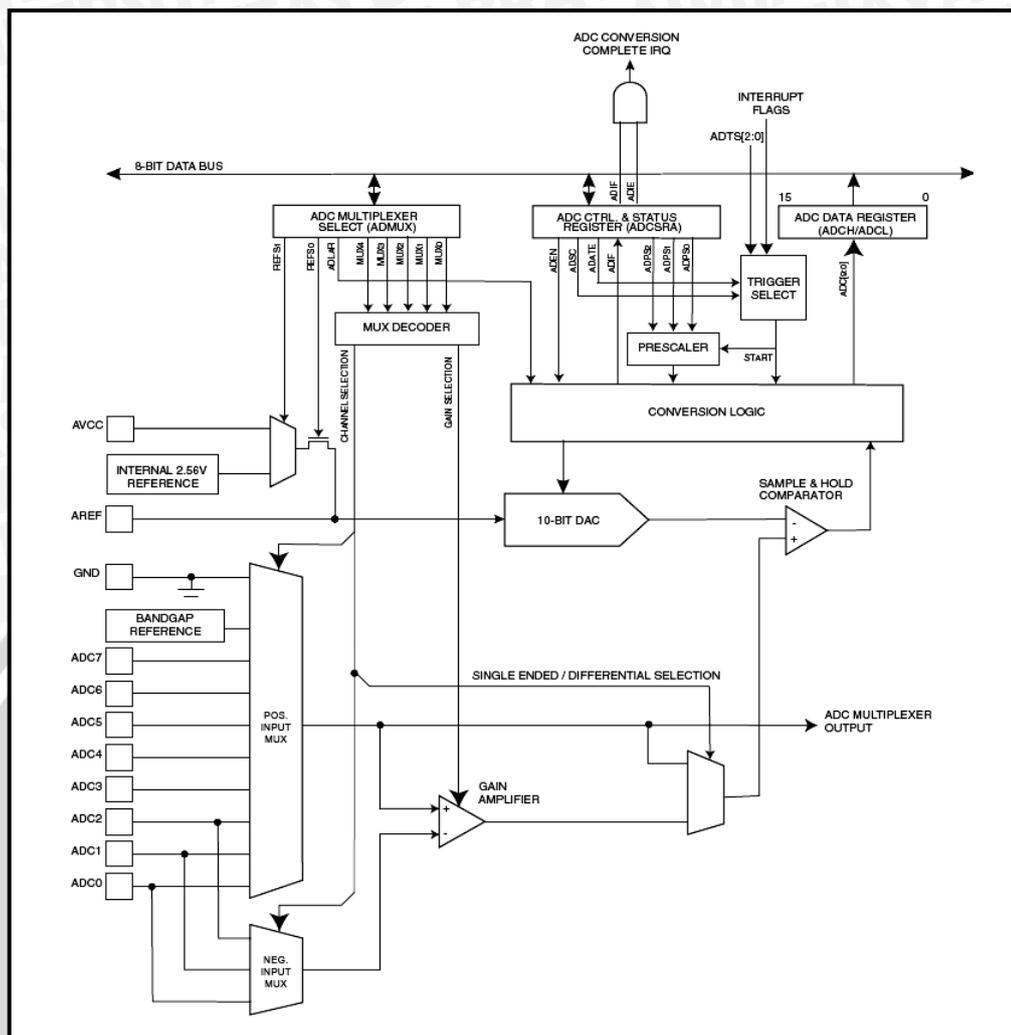
Sumber: ATmega8535 Data sheet, 2004: 171

Keuntungan yang didapat dengan menggunakan TWI meminimalkan jalur hubungan antar IC. Menghemat luasan PCB yang dibutuhkan. Membuat sistem yang didesain berorientasi *software* (mudah diekspan dan di-*upgrade*). Membuat sistem yang didesain menjadi *standard*, sehingga dapat dihubungkan dengan sistem lain yang juga menggunakan TWI *bus*.

2.1.4 Analog to Digital Converter (ADC)

Mikrokontroler ATmega8535 adalah salah satu jenis AVR yang memiliki fasilitas ADC 10-bit. ADC terhubung dengan 8-saluran multiplekser analog yang mengijinkan setiap pin pada port A untuk digunakan sebagai input untuk ADC. ADC terdiri dari satu *Sample/Hold Amplifier* yang memastikan bahwa tegangan input ke ADC ditahan pada level konstan selama konversi. Blok diagram ADC ditunjukkan dalam Gambar 2.4.

ADC mempunyai 2 pin tegangan analog yang terpisah yaitu AVCC dan AGND. AGND harus dihubungkan ke GND dan tegangan pada AVCC tidak boleh beda lebih dari $\pm 0.3V$ dari VCC. Tegangan referensi eksternal harus dikenakan ke pin AREF. Tegangan ini harus berada dalam range AGND – AVCC. ADC bisa beroperasi dalam 2 mode yaitu *Single Conversion* dan *Free Run Mode*. Pada *Single Conversion Mode*, setiap konversi harus diinisialisasi oleh pengguna. Pada *Free Run Mode*, ADC secara konstan menyampling dan meng-*update* ADC Data Register.



Gambar 2.4. Blok diagram ADC pada mikrokontroler ATmega 8535

Sumber: ATmega8535 Data sheet, 2004: 204

Bit ADFR pada ADCSR memilih antara 2 mode yang tersedia. ADC aktif dengan memberikan logika 1 ke bit ADC Enable, ADEN pada ADCSR. Konversi dimulai dengan memberikan logika 1 pada bit ADC Start Conversion, ADSC. Bit ini tetap high selama konversi berlangsung dan akan diset nol oleh hardware ketika konversi lengkap. Jika suatu saluran data berbeda terpilih sedangkan suatu konversi masih dalam proses, ADC akan menyelesaikan konversi yang sekarang sebelum melakukan perubahan saluran. Sebagaimana ADC menghasilkan 10-bit, dua register data, ADCH dan ADCL, harus dibaca untuk mendapatkan hasil ketika konversi lengkap.

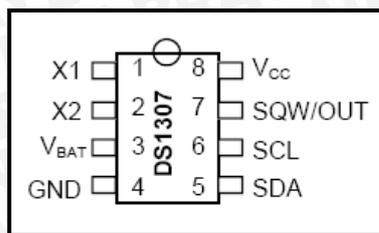
Pada saat pembacaan data, ADCL harus dibaca pertama kali. Sekali ADCL dibaca, akses ke register data diblok. Ini berarti bahwa jika ADCL telah dibaca dan konversi selesai sebelum ADCH dibaca, tidak ada satu register pun yang di-update dan hasil konversi hilang. Ketika ADCH dibaca, akses ADC ke register ADCH dan ADCL

di-*enable* ulang. ADC pada LS8535 memiliki *interrupt* sendiri, ADIF, yang bisa dipicu ketika konversi selesai. Akses ADC ke register data dilarang antara pembacaan ADCH dan ADCL, *interrupt* akan terpicu sehingga hasil konversi hilang.

ADC terdiri dari *prescaler*, yang membagi sistem *clock* menjadi frekuensi *clock* ADC yang mudah diterima. ADC menerima frekuensi *clock* input dalam range 50-200kHz. Penggunaan frekuensi input yang lebih tinggi akan menghasilkan tingkat akurasi yang rendah. Bit ADPS0 - ADPS2 pada ADCSR digunakan untuk menghasilkan frekuensi *clock* input ADC yang diperlukan dari frekuensi XTAL di bawah 100 kHz. *Prescaler* mulai menghitung saat ADC di-*switch* on dengan mengeset bit ADEN pada ADCSR. *Prescaler* dijaga tetap bekerja selama bit ADEN diset dan secara kontinyu direset ketika ADEN rendah. Ketika penginisialisasian konversi dengan mengeset bit ADSC pada ADCSR, konversi mulai pada tepi naik siklus *clock* ADC. Pada kenyataannya *sample/hold* memerlukan 1.5 siklus *clock* ADC setelah konversi dimulai. Hasil konversi siap dan ditulis pada Register Hasil ADC setelah 13 siklus. Pada *single conversion mode*, ADC memerlukan lebih dari satu siklus *clock* sebelum konversi yang baru bisa dimulai lagi. Jika ADSC diset *high* pada periode ini, ADC akan mulai konversi baru dengan seketika. Pada *Free Run Mode*, konversi yang baru akan dimulai dengan tiba-tiba setelah hasil konversi ditulis pada Register Hasil ADC. Hasil penggunaan *Free Run Mode* dan frekuensi *clock* ADC 200kHz memberikan konversi waktu terendah yaitu 65ms.

2.2 Real-Time Clock (RTC)

RTC merupakan rangkaian jam dan kalender dalam sebuah IC lengkap dengan battery backup-nya. Karena memiliki battery backup maka rangkaian ini tetap dapat bekerja walaupun catu daya sudah dimatikan. IC untuk RTC yang digunakan adalah tipe DS1307 yang merupakan IC berdaya rendah, waktu dan kalender dalam format *binary-coded decimal* (BCD) serta memiliki *Nonvolatile* (NV) SRAM sebesar 56 byte untuk penyimpanan data. Alamat dan data ditransfer secara serial dengan *bus* dua arah. IC ini menyediakan informasi detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan dan tahun. Tanggal dari bulan telah diatur secara otomatis untuk bulan yang memiliki hari kurang dari 31 hari, termasuk koreksi untuk tahun kabisat yang valid hingga tahun 2100. Jam dapat dioperasikan dalam dua mode yaitu dalam format 24 jam dan 12 jam dengan indikator AM/PM. DS1307 juga dapat menghasilkan sinyal persegi yang dapat diprogram. Konfigurasi pin DS1307 dapat dilihat dalam Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Konfigurasi pin DS1307

Sumber: Data sheet DS1307, 2005: 13

Fungsi masing-masing pin dijelaskan dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Fungsi masing-masing pin DS1307

PIN	NAMA	FUNGSI
1	X1	Koneksi untuk 32,768kHz <i>Quartz Crystal</i> Standard. Osilator internal dirancang untuk beroperasi dengan kristal yang mempunyai beban kapasitansi sebesar 12,5pF. X1 digunakan sebagai input ke osilator dan juga dapat dihubungkan ke osilator 32,768kHz eksternal. Output internal osilator, X2, diambangkan jika X1 terhubung dengan eksternal osilator.
2	X2	
3	V _{BAT}	Input suplai cadangan untuk baterai lithium 3V standar atau sumber daya lain. Tegangan harus dijaga agar berada dalam batas minimum dan maksimum agar dapat beroperasi dengan baik. Jika tidak membutuhkan suplai cadangan maka V _{BAT} harus ditanahkan.
4	GND	<i>Ground</i> /tanah
5	SDA	<i>Serial Data Input/Output</i> . SDA adalah input/output data untuk antarmuka serial I ² C. Pin SDA merupakan open drain dan membutuhkan resistor <i>pullup</i> eksternal.
6	SCL	<i>Serial Clock Input</i> . SCL adalah input untuk antarmuka serial I ² C dan digunakan untuk perpindahan data sinkron pada antarmuka serial.
7	SQW/OUT	<i>Square Wave/Output Driver</i> . Ketika diaktifkan, SQWE bit diset menjadi 1, pin SQW/OUT akan mengeluarkan salah satu dari empat frekuensi sinyal persegi (1Hz, 4kHz, 8kHz, 32kHz). Pin SQW/OUT merupakan open drain dan membutuhkan resistor <i>pullup</i> eksternal.. SQW/OUT dapat bekerja, baik menggunakan V _{CC} maupun V _{BAT} .
8	V _{CC}	Catu daya utama dalam konfigurasi catu daya ganda. Ketika tegangan bekerja pada batas normal, maka IC ini akan dapat diakses secara baik dan data dapat dibaca dan ditulis.

Sumber: Data sheet DS1307, 2005: 6

Informasi penanggalan dan waktu yang diperoleh dengan pembacaan byte register yang sesuai. Tabel 2.4 menampilkan register-register RTC. Penanggalan dan waktu diset dengan penulisan byte register yang sesuai. Isi register penanggalan dan waktu adalah dalam format *binary-coded decimal* (BCD).

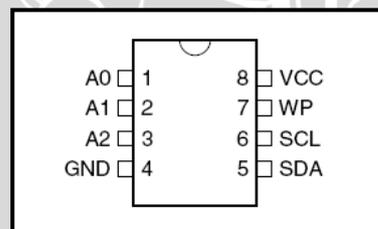
Tabel 2.4. Alamat register RTC DS1307

ADDRESS	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	FUNCTION	RANGE
00H	CH	10 Seconds			Seconds			Seconds	00-59	
01H	0	10 Minutes			Minutes			Minutes	00-59	
02H	0	12	10 Hour	10 Hour	Hours			Hours	1-12 +AM/PM 00-23	
		24	PM/AM							
03H	0	0	0	0	DAY			Day	01-07	
04H	0	0	10 Date		Date			Date	01-31	
05H	0	0	0	10 Month	Month			Month	01-12	
06H	10 Year			Year			Year	00-99		
07H	OUT	0	0	SQWE	0	0	RS1	RS0	Control	—
08H-3FH									RAM 56 x 8	00H-FFH

Sumber: Data sheet DS1307, 2005: 9

2.3 Electrically Erasable Programmable Read Only Memory (EEPROM)

EEPROM merupakan devais penyimpan data dari jenis ROM dimana data yang telah disimpan dapat diubah kembali dengan memberikan sinyal elektrik. Dalam berkomunikasi ada dua cara yang digunakan yaitu secara serial dan paralel. Salah satu jenis EEPROM yang berkomunikasi secara serial adalah tipe 24C64. EEPROM ini menggunakan protokol I²C (*Inter Intergrated Circuit bus*) dalam komunikasi serialnya yaitu dengan menggunakan pin SCL dan SDA. Pin SCL berfungsi sebagai jalur *clock* sedangkan pin SDA berfungsi sebagai jalur data. Kapasitas memori 24C64 sebesar 64 Kbit. IC ini memiliki delapan pin dimana konfigurasi masing-masing pin dapat dilihat dalam Gambar 2.6.

**Gambar 2.6.** Konfigurasi pin 24C64

Sumber: Data sheet AT24C64, 2002: 1

Adapun fungsi masing-masing pin dijelaskan dalam Tabel 2.5.

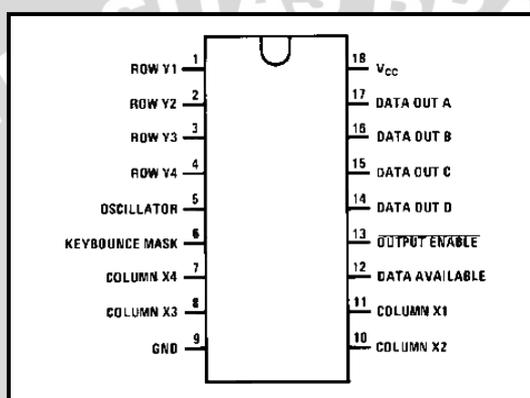
Tabel 2.5. Fungsi masing-masing pin 24C64

PIN	NAMA	FUNGSI
1-3	A0-A2	Masukan alamat.
5	SDA	<i>Serial Data Input/Output</i> . SDA adalah input/output data untuk antarmuka serial I ² C.
6	SCL	<i>Serial Clock Input</i> . SCL adalah input untuk antarmuka serial I ² C dan digunakan untuk perpindahan data sinkron pada antarmuka serial.
7	WP	<i>Write Protect</i> .

Sumber: Data sheet AT24C64, 2002: 1

2.4 Keypad Encoder

Keypad Encoder adalah sebuah devais yang digunakan untuk mengubah masukan saklar menjadi kode biner. MM74C922 adalah salah satu CMOS *keypad encoder* yang menyediakan segala kebutuhan logika untuk mengkodekan sebuah *array* saklar SPST. Pemindai *keypad* dapat diimplementasikan baik dengan menggunakan eksternal *clock* maupun eksternal kapasitor. Enkoder ini memiliki devais *pull-up* yang tertanam dalam *chip* yang mengijinkan penggunaan saklar dengan resistansi sampai dengan 50k. Tidak membutuhkan dioda pada *array* saklar untuk mengeliminasi saklar banyangan dan internal *debounce circuit* hanya membutuhkan sebuah kapasitor eksternal.

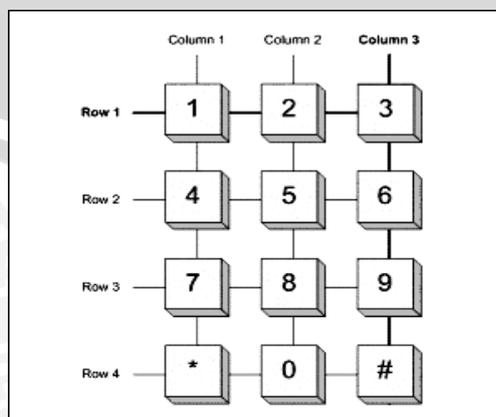


Gambar 2.7. Konfigurasi pin MM74C922

Sumber: Data sheet MM74C922, 1995: 1

2.5 Keypad Matrik 3x4

Keypad atau tombol tekan merupakan suatu sarana yang digunakan untuk memasukkan data ke suatu alat. *Keypad* yang digunakan berupa *keypad* matrik 3x4, yaitu *keypad* yang terdiri atas tiga kolom dan empat baris. Bila salah satu tombol ditekan maka keluaran berupa kombinasi dari baris dan kolom tersebut. *Keypad* matrik 3x4 dapat dilihat dalam Gambar 2.8.



Gambar 2.8. Keypad matrik 3x4

2.6 Universal Serial Bus (USB)

Universal Serial Bus (USB) merupakan antarmuka serial berkecepatan rendah sampai medium yang mampu mengintegrasikan sebagian *peripheral* komputer yang umum seperti *keyboard*, *mouse*, *printer*, dsb dalam satu *bus*. USB berperan dalam memindahkan dan menyimpan data, namun kecepatannya belum mencapai kecepatan *ethernet*. Dengan mentransfer via USB, kecepatannya sudah cukup baik dan tidak banyak waktu yang terbuang karena memang sistem USB memiliki kecepatan yang memadai.

USB dikembangkan pertama kali oleh intel bersama-sama dengan Compaq Computer beserta Microsoft. USB sangat atraktif karena mampu menyerderhanakan tugas menghubungkan *peripheral* dasar ke personal komputer. Sebagai contoh: sebagian besar komputer yang menggunakan prosesor keluarga 8086 yang menggunakan port LPT, port COM yang harus mengetahui konsep IRQ, alamat I/O, DB-9, DB-25 dsb.

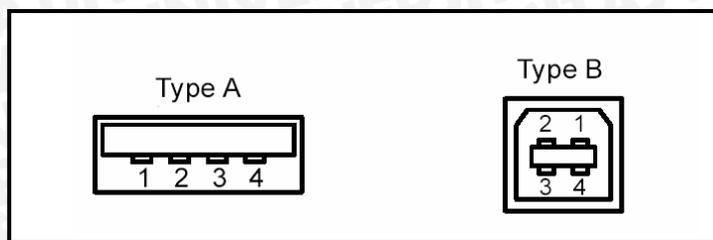
USB merupakan teknik antarmuka baru untuk menghubungkan komputer dengan berbagai peralatan pendukungnya. Jenis antarmuka ini memiliki berbagai kelebihan tertentu dibandingkan jenis-jenis antarmuka lainnya. Misalnya dari tingkat kecepatan dan kemudahan dalam pengkonfigurasian perangkat baru. Sampai sekarang telah ada 2 macam standar USB, yaitu USB versi 1.1 dan USB versi 2.0. USB versi 1.1 mendukung dua macam tingkat kecepatan transfer data yaitu 12 Mbit/s pada mode kecepatan penuh (*full speed*) dan 1,5 Mbit/s pada mode kecepatan rendah (*low speed*). Sedangkan pada USB versi 2.0 selain mendukung tingkat kecepatan seperti pada USB versi 1.1 juga mampu memberikan kecepatan transfer data sampai dengan 480 Mbit/s untuk pada mode kecepatan tinggi (*high speed*).

Komunikasi USB dikatakan sebagai sistem *master* tunggal atau biasa disebut *host controlled*, artinya semua aktivitas komunikasi data diawali oleh komputer. Sehingga pada satu saluran *bus* USB hanya diijinkan satu *host/master*. Pada satu *host* USB dapat dihubungkan dengan 127 peralatan pada saat yang sama. Data dapat dikirim melalui saluran USB menggunakan berbagai macam metode transaksi menggunakan protokol berbasis *Token*.

Pengiriman data ini dilakukan secara asinkron, dengan demikian peralatan USB yang terpasang masing-masing harus membangkitkan *clocknya* sendiri untuk penerimaan data.

2.6.1 Konfigurasi pin USB

Konektor USB ada 2 macam, yakni konektor type A dan konektor type B seperti terlihat dalam Gambar 2.9.



Gambar 2.9. Konektor USB

Sumber: Peacock, 2002: 5

Fungsi masing masing pin konektor USB bisa dilihat dalam Tabel 2.6 Konektor tipe A digunakan untuk aliran data *upstream* (sebagai pengirim data ke *host/master*). Soket untuk konektor tipe A ini terdapat pada *host* yang biasanya terpasang pada *motherboard* komputer dan juga terdapat *hub* USB yang digunakan untuk jaringan peralatan USB. Konektor tipe B digunakan untuk aliran data *downstream* (sebagai penerima data pada peralatan). Soket untuk konektor tipe B terdapat pada peralatan yang terhubung, misalnya pada *printer*, *scanner* dan lain sebagainya.

Tabel 2.6. Fungsi masing-masing pin saluran USB

PIN	WARNA KABEL	FUNGSI
1	Merah	Saluran tegangan VBUS 5 volt
2	Putih	Saluran data negatif (D-)
3	Hijau	Saluran data positif (D+)
4	Hitam	Saluran <i>Ground</i>

Sumber: Peacock, 2002: 5

2.6.2 Sinyal dan Catu Daya USB

Salah satu keuntungan dari USB adalah USB menyediakan sumber catu daya untuk *Bus*/Salurannya. Kabel USB terdiri dari 4 utas kabel ditambah konduktor pembungkus kabel. Kabel nomor 1 dipakai untuk menyalurkan catu daya dengan tegangan 5 volt dan kabel nomor 4 sebagai saluran *ground*. Jika diperlukan, peralatan USB bisa mengambil daya dari saluran ini. Ada tiga kelas peralatan USB yaitu:

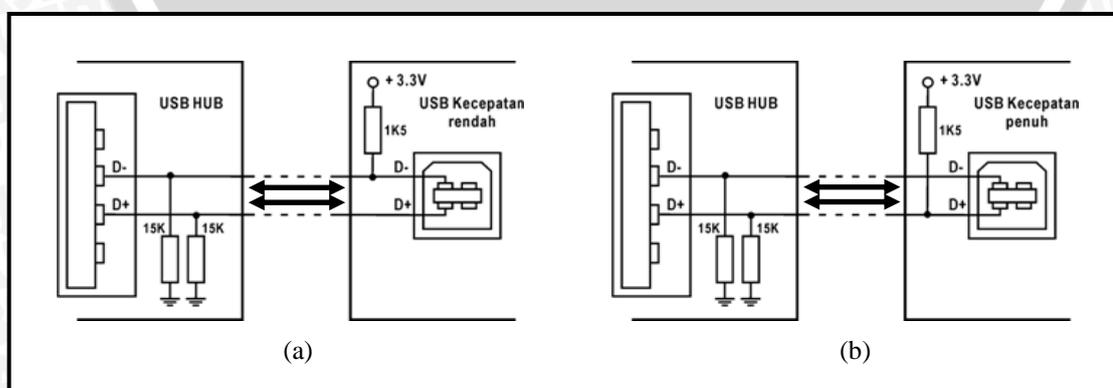
1. *Low Power Bus Powered Function*, pada kelas ini *bus* memberikan daya pada satu beban saja. Beban tersebut tidak boleh lebih dari 100mA.
2. *High Power Bus Powered Function*, pada kelas ini *bus* mampu memberikan daya pada lebih dari 1 beban dengan beban maksimum 5 buah. Sehingga mampu menyediakan 500mA.

3. *Self Powered Function*, pada kelas ini memungkinkan untuk mengambil daya hanya pada 1 beban dan kemudian menurunkannya dengan bantuan catu daya dari luar.

Kabel nomor 2 dan nomor 3 dipakai untuk pengiriman sinyal. Kabel nomor 2 disebut D- dan kabel nomor 3 disebut D+, tegangan pada dua saluran ini berubah antara 0 volt dan 3,3 volt.

Sinyal digital yang dikirim melalui dua saluran ini dikatakan sebagai '*difference signal*', artinya logika '0' atau '1' tidak dinyatakan dengan besarnya tegangan pada saluran tersebut terhadap *ground*, seperti halnya sinyal digital yang dipakai dalam IC TTL (*Transistor Transistor Logic*) atau dalam saluran RS232. Sinyal digital dinyatakan dengan perbedaan tegangan antara dua kabel tersebut. Jika tegangan pada saluran D+ lebih tinggi dari tegangan pada saluran D-, maka informasi yang dikirimkan adalah sinyal digital '1', sebaliknya sinyal digital '0' dinyatakan dengan tegangan pada D+ kurang dari tegangan pada D-. Dan jika kedua saluran data bernilai sama maka diartikan sebagai *End Of Packet* data atau bisa diartikan sebagai kondisi *idle*. Sinyal digital tersebut dikodekan dengan metode NRZI (*Non Return to Zero Invert*) dengan *Bit Stuffing*.

Untuk membedakan kecepatan transmisi data, pada saluran peralatan USB dipasang tahanan ke +3,3 volt dengan cara yang berlainan, seperti terlihat dalam Gambar 2.10. Pada peralatan USB kecepatan rendah, pada saluran D- dipasang tahanan ke +3,3 volt, atau dalam keadaan tidak ada pengiriman informasi, saluran ini dalam keadaan '0'. Untuk peralatan USB kecepatan penuh, tahanan tersebut dihubungkan pada saluran D+, sehingga dalam keadaan tidak ada pengiriman data saluran ini dalam keadaan '1'.



Gambar 2.10. a. Pengkabelan USB kecepatan rendah, b. Pengkabelan USB kecepatan penuh

Sumber: Budhy S, 2002: 2

2.6.3 Pengenalan

Agar peralatan USB bisa “*Hot-plugable*” dan “*Plug & Play*” seperti yang disebut di atas, komputer setiap saat akan melakukan “proses pengenalan” (*enumerated*) pada semua peralatan USB yang terpasang dalam saluran.

Selama proses pengenalan tersebut, komputer akan menanyakan identitas kepada alat yang baru saja dihubungkan ke komputer sehingga belum dikenali komputer. Saat ini peralatan USB yang terpasang wajib melaporkan identitas dirinya serta informasi-informasi spesifik tentang dirinya.

Jika proses pengenalan ini berhasil, maka komputer akan mengambil program untuk mengendalikan alat tersebut (*driver*), dan berikutnya peralatan USB tersebut sudah langsung siap dipakai.

Kalau hal ini terjadi pada Windows, selesai proses pengenalan suatu peralatan USB baru, maka pada *Device Manager* akan langsung terlihat ada peralatan USB baru yang siap dipakai.

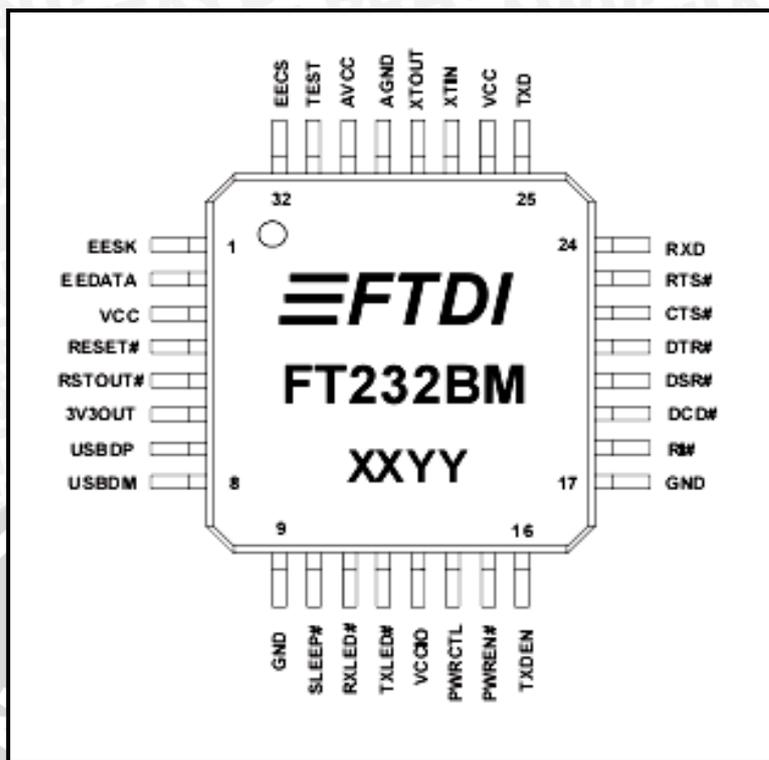
Jelas bahwa semua peralatan perlu ditangani dengan cara yang berlainan, sehingga setiap peralatan mempunyai program untuk pengendali (*driver*) yang berbeda. Untuk memudahkan proses pengenalan dan pembuatan program driver secara umum, perlu dilakukan klasifikasi peralatan. Klasifikasi ini sering disebut sebagai USB Class.

2.7 *Universal Serial Bus (USB) Serial Converter*

Universal Serial Bus (USB) Serial Converter adalah sebuah devais yang berfungsi untuk merubah data USB yang berasal dari saluran USB menjadi data serial dengan level tegangan TTL. Sehingga dengan menggunakan devais ini komunikasi data serial (UART) melalui port USB dapat dilakukan. Semua proses handshaking, enumerasi dan lain-lain yang diperlukan agar dapat menggunakan saluran USB telah ditangani oleh devais sehingga dapat mengkonversi komunikasi serial agar bisa digunakan pada saluran USB. Konfigurasi pin kontroler serial ke USB, FT232BM dapat dilihat dalam Gambar 2.11.

FT232BM adalah salah satu jenis devais yang berfungsi sebagai konverter serial ke USB. FT232BM merupakan generasi kedua dari golongan USB UART IC buatan FTDi. Karakteristik utama FT232BM adalah sebagai berikut:

1. Sinyal antarmuka yang mendukung komunikasi dengan modem UART
2. Mendukung format UART dengan 7/8 bit data, 1/2 *Stop bit*, dan *Odd/Even/Mark/Space/No parity*
3. Memiliki *baudrate* 3Mbps (TTL), 1Mbps (RS-232), 3Mbps (RS-422 / RS-485)



Gambar 2.11. Konfigurasi pin FT232BM

Sumber: Data sheet FT232BM, 2002: 7

4. Pin sinyal kontrol (arah) untuk komunikasi RS-485 yang bekerja secara otomatis
5. Kompatibel dengan USB 1.1 dan USB 2.0
6. Kompatibel dengan UHCI/OHCI/EHCI *host controller*
7. Mendukung kondisi USB *Suspend/Resume* lewat pin SLEEP dan RI
8. Memiliki output dengan level TTL 5 volt
9. Memiliki saluran yang dapat dihubungkan dengan EEPROM eksternal untuk menyimpan data PID, VID, nomor serial, dan deskripsi produk yang pengisian datanya dapat dilakukan melalui USB
10. Didukung dengan tersedianya *Virtual COM port driver (VCP)* dan D2XX (USB Direct Drivers + DLL S/W Interface) untuk Windows® 98, 98SE, ME, 2000, dan XP

Tabel 2.7 akan menjelaskan deskripsi fungsi masing-masing pin utama FT232BM yang digunakan untuk komunikasi data.

Tabel 2.7. Fungsi masing-masing pin utama FT232BM

Pin	Sinyal	Tipe	Fungsi
1	EESK	OUT	Sinyal <i>clock</i> ke EEPROM. <i>Tri-State</i> selama reset, lainnya sebagai keluaran.
2	EEDATA	I/O	EEPROM-Data I/O dihubungkan langsung ke Data-In

			EEPROM dan melewati resistor 2k2 untuk Data-Out EEPROM. Juga hubungkan Data-Out EEPROM dengan VCC melalui resistor 10k untuk pengoperasian yang baik. <i>Tri-State</i> selama reset.
4	RESET#	IN	Dapat digunakan sebagai eksternal reset untuk FT232BM. Jika tidak dibutuhkan, dihubungkan dengan VCC.
5	RSTOUT#	OUT	Output generator reset internal.
7	USBDP	I/O	USB <i>Data Signal Plus</i> (membutuhkan <i>pull-up</i> resistor 1k5 ke 3V3 atau RSTOUT#).
8	USBDM	I/O	USB <i>Data Signal Minus</i>
10	SLEEP#	OUT	Berlogika rendah selama mode USB <i>Suspend</i> . Digunakan untuk menurunkan TTL eksternal menjadi RS232 <i>level converter i.c.</i> pada USB -> desain konverter RS232.
11	RXLED#	O.C	Pengendali LED - Berlogika rendah ketika menerima data melalui USB.
12	TXLED#	O.C	Pengendali LED - Berlogika rendah ketika mengirimkan data melalui USB.
14	PWRCTL	IN	Pilihan konfigurasi suplai, <i>Bus Powered</i> - digroundkan/ <i>Self Powered</i> -dihubungkan dengan VCC.
15	PWREN#	OUT	Berlogika rendah setelah devais dikonfigurasi melalui USB, dan kembali tinggi ketika mode USB <i>Suspend</i> .
16	TXDEN	OUT	<i>Data Transmit Enable</i> untuk RS485
18	RI#	IN	<i>Ring Indicator Control Input</i> . Ketika pilihan <i>Remote Wakeup</i> diaktifkan pada EEPROM, akan membawa RI# berlogika rendah yang dapat digunakan untuk melanjutkan USB Host Controller PC dari mode <i>suspend</i> .
19	DCD#	IN	<i>Data Carrier Detect Control Input</i>
20	DSR#	IN	<i>Data Set Ready Control Input</i> /sinyal <i>handshake</i> (jabat tangan).
21	DTR#	OUT	<i>Data Terminal Ready Control Output</i> /sinyal <i>handshake</i> (jabat tangan).
22	CTS#	IN	<i>Clear to Send Control Input</i> /sinyal <i>handshake</i> (jabat tangan).
23	RTS#	OUT	<i>Request to Send Control Output</i> /sinyal <i>handshake</i> (jabat tangan).
24	RXD	IN	<i>Receive Asynchronous Data Input</i>
25	TXD	OUT	<i>Transmit Asynchronous Data Input</i>
27	XTIN	IN	Input untuk osilator kristal 6MHz. Pin ini juga bisa dikendalikan oleh <i>clock</i> eksternal 6MHz jika dibutuhkan.
28	XTOUT	OUT	Output osilator kristal 6MHz. XTOUT berhenti beresilasi selama USB <i>suspend</i> .

31	TEST	IN	Menjalankan devais dalam mode test i.c., harus digroundkan untuk operasi normal.
32	EECS	I/O	EEPROM-Chip Select. Untuk operasi 48MHz hubungkan EECS ke ground menggunakan resistor 10k. Untuk operasi 6MHz resistor tidak dibutuhkan. <i>Tri-State</i> selama reset.

Sumber: Data sheet FT232BM, 2002: 8-9

2.8 *Liquid Crystal Display (LCD)*

Untuk menampilkan menu suatu peralatan elektronika seperti catu daya *switching* misalnya tentang berapa tegangan keluaran yang diinginkan, maka diperlukan suatu tampilan. Yang lebih sering digunakan adalah LCD.

Liquid crystal display (LCD) merupakan komponen elektronika yang digunakan untuk menampilkan suatu karakter baik itu angka, huruf atau karakter tertentu, sehingga tampilan tersebut dapat dilihat secara *visual*. Pemakaian LCD sebagai indikator tampilan banyak digunakan disebabkan daya yang dibutuhkan LCD relatif kecil (orde mikrowatt), di samping itu dapat juga menampilkan angka, huruf atau simbol dan karakter tertentu. Meskipun pada komponen ini dibatasi oleh sumber cahaya eksternal/internal, suhu, dan *lifetime*.

LCD terdiri atas tumpukan tipis atau sel dari dua lembar kaca dengan pinggiran tertutup rapat. Antara dua lembar kaca tersebut diberi bahan kristal cair (*liquid crystal*) yang tembus cahaya. Permukaan luar masing-masing keping kaca mempunyai lapisan tembus cahaya seperti oksida timah (*tin oxide*) atau oksida indium (*indium oxide*). Sel mempunyai ketebalan 1×10^{-5} meter dan diisi dengan kristal cair.

Konfigurasi terminal I/O pada sebuah LCD akan tampak seperti dalam Tabel 2.8 berikut.

Tabel 2.8. Tabel terminal I/O pada LCD

Pin	Simbol	Level	Fungsi	
1	Vss	-	Power Supply 0V	
2	Vcc	-		5V \pm 10%
3	Vee	-		Kontras LCD
4	RS	H/L	H = data input L = instruction input	
5	R/W	H/L	H = read L = read	
6	E	H, H to L	Enable signal	
7	DB0	H/L	<i>Data bus</i>	
8	DB1	H/L		
9	DB2	H/L		

10	DB3	H/L		
11	DB4	H/L		
12	DB5	H/L		
13	DB6	H/L		
14	DB7	H/L		
15	V+BL	-	Back	4 – 4,2V
16	V-BL	-	light	0V (GND)

Sumber: LMB162ABC LCD Module User Manual, 2005: 4

Dari Tabel 2.8 terlihat bahwa LCD LMB162ABC mempunyai 8-bit data (*bidirectional bus*) dan 3 buah sinyal kontrol yaitu RS, R/W dan E. Ketiga sinyal kontrol tersebut mempunyai fungsi sebagai berikut:

1. RS digunakan untuk memilih register yaitu register IR (*Instruction Register*) atau DR (*Data Register*).
2. R/W digunakan untuk memilih fungsi membaca atau menulis pada kedua register IR dan DR.
3. E berguna untuk memberikan sinyal pada bahwa data akan ditulis atau dibaca ke register.

Mode pengiriman data antara mikrokontroler dengan LCD dapat dilakukan dengan dua macam mode, yaitu :

1. Mode *interface* data 4-bit. Hanya 4 buah jalur data *bus* (DB4 sampai DB7) yang digunakan untuk transfer data. Jalur *bus* data D0 sampai D3 diabaikan. Pada mode ini 4-bit data MSB dikirim terlebih dahulu, kemudian 4-bit LSB. *Busy flag* harus diperiksa setelah 4-bit data ditransfer dua kali.
2. Mode tranfer data 8-bit, semua jalur *bus* data (D0 sampai D7) digunakan dalam proses pengiriman.

2.9 Bahasa Pemrograman Delphi

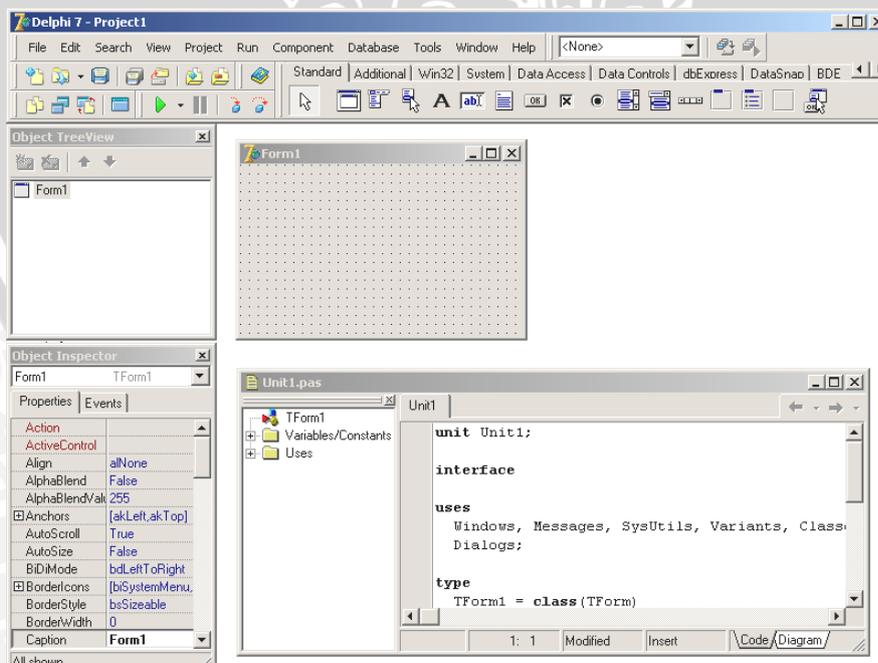
Borland Delphi atau yang biasa disebut Delphi, merupakan sarana pemrograman aplikasi visual. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa pemrograman Pascal atau yang kemudian juga disebut bahasa pemrograman Delphi. Delphi merupakan generasi penerus dari Turbo Pascal. Turbo Pascal diluncurkan pada tahun 1983 dirancang untuk dijalankan pada sistem operasi DOS (yang merupakan sistem operasi yang paling banyak digunakan pada saat itu). Sedangkan Delphi yang diluncurkan pertama kali tahun 1995 dirancang untuk beroperasi di bawah sistem operasi Windows.

Kebutuhan akan adanya program aplikasi yang bekerja di bawah sistem operasi Windows serta memiliki antarmuka visual yang *user friendly* telah memancing minat banyak orang menggunakan bahasa pemrograman yang mampu menyediakan antarmuka grafis (*Graphical User Interface*, GUI).

2.9.1 Tampilan Delphi Secara Umum

Delphi merupakan salah satu bahasa pemrograman tingkat tinggi berbasis Windows. Delphi digolongkan ke dalam bahasa pemrograman *visual* yang menitikberatkan pada pemrograman berorientasi obyek (*object oriented programming*). Bahasa Pemrograman pada Delphi disebut bahasa prosedural artinya bahasa/sintaknya mengikuti urutan tertentu/prosedur. Dalam bahasa pemrograman Delphi, pemrogram hanya memilih objek apa yang ingin dimasukkan ke dalam *Form/Window*, lalu tingkah laku objek tersebut saat menerima *event*/aksi kemudian dibuat programnya. Dalam perkembangannya, Delphi memiliki beberapa obyek-obyek yang canggih dalam bentuk kontrol program yang dikelompokkan ke dalam *toolbox* yang biasa disebut *component palette*.

Salah satu kelebihan perangkat lunak Borland Delphi adalah lingkungan terpadu (*Integrated Development Environment/IDE*). Lingkungan terpadu (IDE) merupakan tempat mengedit, menyimpan, memeriksa dan menjalankan program. Gambar 2.12 menjabarkan contoh tampilan umum Delphi.



Gambar 2.12. Tampilan umum Delphi

2.9.2 Komunikasi Serial dalam Delphi

Agar program yang dibangun dengan Delphi dapat menangani komunikasi serial, maka dibutuhkan sebuah *library* khusus. *Library* ini digunakan agar Delphi dapat mengakses saluran COM pada PC. Saluran COM ini adalah merupakan salah satu saluran yang digunakan oleh PC untuk berhubungan dengan peralatan lain di luar PC. Peralatan-peralatan di luar ini dapat digunakan untuk mengendalikan maupun dikendalikan oleh PC.

Fitur utama dalam *library* komunikasi serial ini adalah dapat digunakan dalam mode operasi sinkron dan asinkron. Komunikasi dalam mode operasi sinkron dimana pada saat awal dua alat yang akan berkomunikasi melakukan sinkronisasi satu sama lain dan secara berkelanjutan mengirimkan karakter untuk menjaga agar tetap sinkron. Bahkan ketika data tidak benar-benar dikirimkan, aliran bit yang konstan memungkinkan tiap alat untuk tahu dimana alat yang lainnya pada setiap saat. Bit-bit tersebut bisa merupakan data yang sebenarnya maupun karakter *idle*. Komunikasi sinkron memungkinkan untuk transfer data yang lebih cepat daripada komunikasi asinkron karena pada komunikasi sinkron tidak membutuhkan tambahan bit pada awal dan akhir.

Komunikasi asinkron artinya tidak ada sinkronisasi dan komunikasi tersebut tidak membutuhkan karakter *idle* yang harus dikirim atau diterima. Akan tetapi pada awal dan akhir byte data harus disertakan *start* dan *stop* bit. *Start* bit menandakan bahwa data tersebut akan mulai dikirim sedangkan *stop* bit menandakan bahwa data tersebut telah berakhir. Pengiriman *start* dan *stop* bit ini akan menyebabkan komunikasi asinkron berjalan lebih lambat daripada komunikasi sinkron. Pada jalur komunikasi asinkron jika sedang *idle* ditandakan dengan logika 1 (*mark*). Logika tersebut menunjukkan bahwa tidak ada data yang sedang dikirimkan. Ketika sebuah karakter akan dikirimkan maka *start* bit akan dikirimkan. *Start* bit berlogika 0 (*space*). Jika jalur berubah dari logika 1 menjadi logika 0 maka penerima akan bersiap-siap karena akan ada data yang akan diterima. Serial port pada IBM PC adalah asinkron karena itu komunikasi yang bisa dilakukan dalam pemrograman adalah komunikasi serial asinkron.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Penyusunan skripsi ini didasarkan pada masalah yang bersifat penerapan, yaitu perencanaan dan perealisasiian alat agar dapat menampilkan unjuk kerja sesuai dengan yang direncanakan dengan mengacu pada rumusan masalah. Langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk merealisasikan alat yang akan dibuat adalah sebagai berikut:

3.1 Studi Literatur

Studi literatur mengacu pada spesifikasi yang dibuat dan dasar teori pendukung yang diperlukan guna merealisasikan alat. Studi literatur yang dilakukan meliputi mikrokontroler ATmega8535, EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) 24C64, RTC (*Real Time Clock*) DS1307, *keypad encoder* MM74C922, *keypad* 3x4, LCD (*Liquid Crystal Display*) 16x2 karakter, komunikasi serial, dan sekilas tentang USB *Serial Converter* FT232BM serta bahasa pemrograman Delphi.

3.2 Perencanaan Alat

Perencanaan perancangan dan pembuatan alat perekam data kualitas air tambak udang windu yang dapat diantarmuka dengan pc meliputi:

1. Penentuan spesifikasi alat yang kemudian dilakukan pembuatan blok diagram sistem keseluruhan.
2. Perencanaan perangkat keras yang terdiri atas ADC, rangkaian RTC, rangkaian EEPROM, rangkaian *keypad* dengan *keypad encoder*, rangkaian LCD dan antarmuka sistem komunikasi serial.
3. Perencanaan antarmuka untuk komunikasi antara kontroler yang dipakai dalam perancangan dengan PC melalui saluran serial yang dikonversi ke USB.
4. Pembuatan diagram alir perangkat lunak mikrokontroler untuk menangani kebutuhan sistem yang direncanakan.
5. Pembuatan diagram alir perangkat lunak komputer untuk menangani kebutuhan sistem yang direncanakan.

3.3 Pembuatan Alat

Pembuatan alat dalam skripsi ini meliputi:

1. Pembuatan perangkat keras sistem dengan menggunakan komponen elektronika yang telah direncanakan.
2. Pembuatan perangkat lunak mikrokontroler sesuai dengan diagram alir yang telah direncanakan.

3. Pembuatan perangkat lunak komputer sesuai dengan diagram alir yang telah direncanakan.

3.4 Pengujian Alat

Bentuk pengujian yang dilakukan dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Pengujian sub bagian sistem

Pengujian ini bertujuan untuk menguji perangkat keras dan perangkat lunak yang dibuat telah sesuai dengan kebutuhan sistem. Pengujian sub sistem ini meliputi:

- a. Pengujian ADC
- b. Pengujian RTC
- c. Pengujian EEPROM
- d. Pengujian *keypad* dan LCD
- e. Pengujian sistem komunikasi serial
- f. Pengujian modul USB *Serial Converter*
- g. Pengujian pembacaan dan pengiriman data oleh mikrokontroler
- h. Pengujian pembacaan data oleh PC

2. Pengujian tiap blok sistem

Pengujian per blok sistem dilakukan untuk mengetahui apakah masing-masing blok sistem sudah bekerja sesuai dengan yang diinginkan baik perangkat keras maupun perangkat lunak. Pengujian per blok sistem meliputi saluran masukan, sistem peringatan, unit penyimpanan dan pengiriman data, antarmuka sistem komunikasi serial dan perangkat lunak PC.

3. Pengujian keseluruhan sistem

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan menghubungkan semua blok sistem kemudian mengoperasikan sistem sehingga dapat diketahui apakah alat ini bekerja sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.

3.5 Penyusunan Kesimpulan dan Saran

Tahap berikutnya adalah pengambilan kesimpulan dari peralatan yang dibuat. Pengambilan kesimpulan ini didasarkan pada kesesuaian antara perancangan dengan hasil pengujian. Tahap terakhir adalah saran yang dimaksudkan untuk memperbaiki kesalahan-kesalahan yang terjadi serta menyempurnakan penelitian.

BAB IV

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Bab ini menjelaskan mengenai perencanaan spesifikasi alat, diagram blok sistem beserta penjelasannya, dan penjelasan tiap bagian sistem. Selain penjelasan tentang perangkat keras alat yang dirancang, juga akan dijelaskan mengenai perangkat lunak yang terdapat dalam sistem yang dirancang.

4.1 Perencanaan Sistem

4.1.1 Spesifikasi Alat

Perancangan alat perekam data kualitas air tambak udang ini ditekankan pada kemampuan penggunaan beberapa jenis sensor, jumlah data yang mampu disimpan, fleksibilitas pemilihan waktu perekaman data dan transfer data ke PC dengan sistem komunikasi serial melalui saluran USB. Sistem ini juga memiliki saluran keluaran yang dirancang khusus untuk alarm yang berguna ketika didapati salah satu atau beberapa sensor mendeteksi adanya penyimpangan parameter air tambak yang telah ditetapkan sebelumnya. Spesifikasi alat yang direncanakan adalah sebagai berikut:

1. Bagian saluran masukan sebagai penerima sensor. Tegangan analog yang dikeluarkan oleh sensor kemudian dikonversi menjadi tegangan digital oleh ADC. Keluaran ADC ini yang nantinya akan diolah oleh mikrokontroler ATmega8535 sebagai pengontrol utama. Dalam perancangan alat perekam data kualitas air tambak udang ini ADC yang digunakan adalah ADC 10 bit internal mikrokontroler ATmega8535.
2. Bagian rangkaian RTC sebagai penyedia waktu dan penanggalan secara *real time*. Pemilihan waktu penyimpanan data kualitas air tambak udang windu juga diambil dari rangkaian ini. Rangkaian RTC memiliki *battery backup* agar pewaktu dapat terus berjalan walaupun sumber utama dimatikan. Data waktu RTC ini nantinya akan diolah oleh mikrokontroler ATmega8535 sebagai pengontrol utama. Dalam perancangan alat perekam data kualitas air tambak udang ini IC RTC yang digunakan adalah DS1307 buatan Dallas Maxim Semiconductor.
3. Bagian rangkaian EEPROM sebagai penyimpan utama data air tambak udang windu. Pada bagian ini data yang disimpan merupakan hasil pengukuran sensor yang terhubung dengan bagian saluran masukan serta data waktu dan tanggal yang diambil dari RTC saat pengukuran dilakukan. Mikrokontroler

ATMega8535 sebagai pengontrol utama dalam perancangan ini bertugas untuk memberikan perintah penulisan maupun pembacaan data EEPROM. Dalam perancangan alat perekam data kualitas air tambak udang ini EEPROM yang digunakan adalah tipe 24C64 yang memiliki kapasitas sebesar 64k bit.

4. Bagian *user interface* sebagai sarana penghubung antara pengguna dengan alat. *User interface* dalam perancangan alat perekam data kualitas air tambak udang ini dibagi menjadi dua kelompok yaitu *hardware user interface* dan *software user interface*. *Hardware user interface* digunakan untuk melakukan berbagai macam *setting* pada alat perekam data kualitas air tambak udang. *Software user interface* digunakan ketika pengguna ingin melakukan pemindahan data yang telah direkam alat ke dalam PC. *Hardware user interface* terdiri atas *keypad* 3x4, *keypad encoder* MM74C922 sebagai pengkode tombol-tombol keypad dan LCD 16x2 karakter sebagai penampil karakter. Sebuah program komputer yang dibangun dengan menggunakan *software* berorientasi obyek, Delphi versi 7, nantinya akan digunakan sebagai *software user interface*.
5. Bagian *computer interface* sebagai sarana penghubung antara komputer dengan alat. Komunikasi yang digunakan pada *computer interface* dalam perancangan alat perekam data kualitas air tambak udang ini adalah komunikasi serial. Pengaturan keluar masuknya data oleh mikrokontroler diakomodasi oleh saluran data serial yang dimiliki oleh ATMega8535. Saluran ini nantinya akan dihubungkan dengan USB *Serial Converter* FTDi FT232BM agar dapat data dikirim ke PC melalui saluran USB.
6. Sistem ini dilengkapi dengan saluran keluaran yang dirancang untuk peringatan yang berguna ketika didapati salah satu atau beberapa sensor mendeteksi adanya penyimpangan parameter air tambak yang telah ditetapkan sebelumnya.

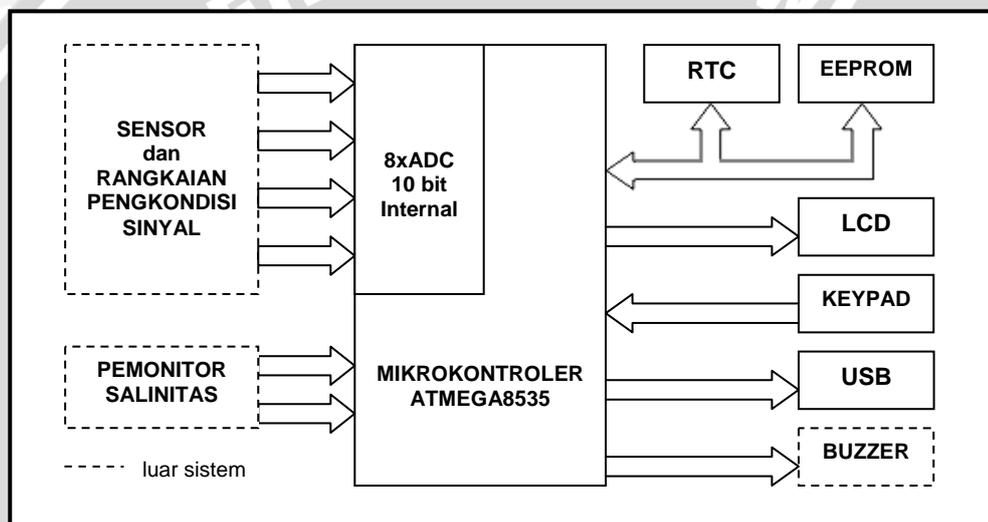
Pengaturan RTC pada saat pertama kali digunakan sangat penting dilakukan mengingat data sensor diambil sesuai dengan tanggal dan waktu yang berlaku. Pengaturan baik RTC maupun selang pengambilan data dilakukan dengan memasukkan perintah melalui *keypad* dan tampilan *setting* dapat dilihat melalui LCD. Sensor beserta rangkaian pengkodisi sinyal diterima oleh saluran ADC internal mikrokontroler sebagai masukan sistem melalui saluran *unidirectional* Port A. Jika ada salah satu atau beberapa sensor mendeteksi adanya penyimpangan parameter air tambak yang telah ditetapkan sebelumnya, maka mikrokontroler harus dapat mengaktifkan pin yang digunakan sebagai tanda peringatan. Data yang telah diterima dan diolah oleh mikrokontroler

beserta pilihan waktu yang telah ditetapkan sebelumnya kemudian disimpan dalam EEPROM.

Jika data yang disimpan dalam EEPROM telah penuh, maka data baru akan ditulis ulang dengan alamat awal dalam EEPROM. Data yang telah penuh ini sebaiknya ditransfer ke PC dengan secara serial melalui saluran USB. Pemindahan data ini dibantu dengan sebuah software yang dirancang khusus untuk berkomunikasi dengan alat perekam data kualitas air tambak udang. Setelah data selesai ditransfer, maka penghapusan EEPROM dapat dilakukan agar dapat diisi dengan data baru.

4.1.2 Diagram Blok Sistem

Blok diagram lengkap perancangan alat perekam data kualitas air tambak udang dapat dilihat dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Diagram blok sistem perekam data tambak udang windu secara keseluruhan

Keterangan diagram blok yang ditunjukkan dalam Gambar 4.1 adalah sebagai berikut:

1. Sensor dan rangkaian pengkondisi sinyalnya merupakan masukan alat perekam data kualitas air tambak udang. Sensor dan rangkaian pengkondisi sinyal merupakan masukan diluar sistem yang dirancang. Alat perekam data kualitas air tambak udang hanya menyediakan saluran masukan untuk sensor dan rangkaian pengkondisi sinyal. Sensor dan rangkaian pengkondisi sinyal ini diatur sedemikian hingga dapat sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan dalam perancangan ADC.
2. ADC digunakan untuk merubah tegangan analog pengkondisi sinyal menjadi kode biner. ADC yang digunakan adalah ADC internal mikrokontroler ATmega8535 sebanyak 8 saluran.

3. Mikrokontroler ATmega8535 digunakan sebagai pusat pengolah data kode biner ADC dan juga sebagai pengontrol utama pada perancangan alat perekam data kualitas air tambak udang.
4. RTC sebagai penyedia waktu dan penanggalan secara *real time* serta acuan dalam melakukan pewaktuan dalam pengambilan data.
5. EEPROM sebagai penyimpan utama data air tambak udang windu yang nantinya dapat dikirimkan ke PC melalui *computer interface*.
6. LCD akan menampilkan hasil pengolahan data oleh ATmega8535 dan juga sebagai user interface untuk melakukan pengaturan pada alat.
7. Keypad digunakan untuk memasukkan perintah-perintah pada alat.
8. USB merupakan saluran keluaran untuk dapat menghubungkan alat dengan PC pada saat akan melakukan *backup* data yang telah terisi dalam EEPROM.
9. Beberapa pin mikrokontroler ATmega8535 digunakan untuk mengaktifkan tanda peringatan.

4.2 Perangkat Keras

4.2.1 Saluran Masukan dan ADC

Suatu sensor umumnya mengeluarkan tegangan analog. Tegangan analog ini harus diubah menjadi digital oleh mikrokontroler. Hal ini dikarenakan piranti penampil data adalah dalam format digital, misalnya LCD dan 7 segmen. ADC yang digunakan untuk mengkonversi sinyal analog rangkaian pengkondisi sinyal menjadi sinyal digital adalah ADC internal mikrokontroler ATmega8535. ADC ini memiliki resolusi 10 bit yang terhubung dengan delapan saluran *analog multiplexer*. Tegangan masukan analog ADC harus lebih besar dari 0V dan lebih kecil daripada tegangan referensi yang pada perancangan alat ini sama besarnya dengan tegangan VCC. Tegangan catu ADC adalah sebesar 5V dengan tegangan referensi ADC 5V.

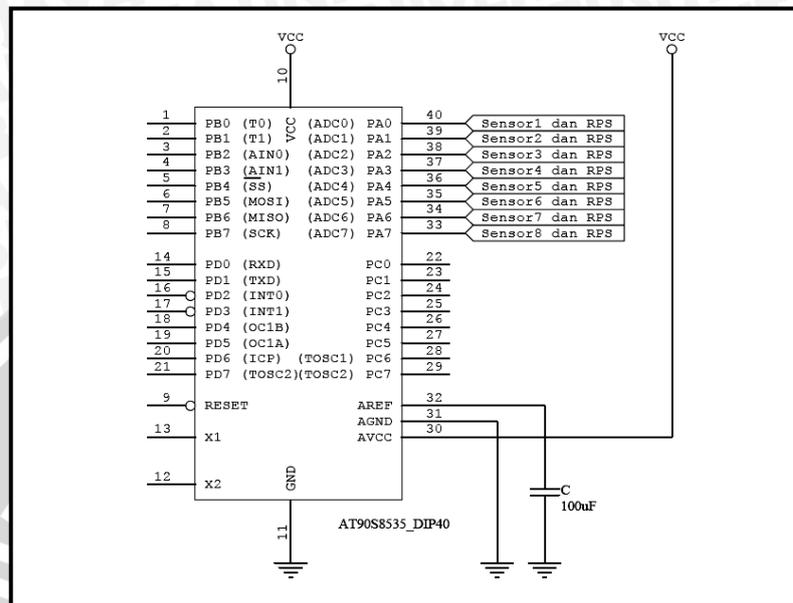
Jika digunakan 8 bit ADC, maka rentang output yang dihasilkan adalah dari 0 sampai 255 ($8 \text{ bit} = 2^8 = 256$). Jika masukan ADC sama besarnya dengan tegangan referensi, maka hasil keluaran konversi adalah 255. Apabila digunakan 10 bit ADC, maka rentang output yang dihasilkan adalah dari 0 sampai 1023. Kenaikan tiap langkah untuk kenaikan keluaran biner 8 bit diperoleh:

$$V_{step} = \frac{V_{cc}}{2^n - 1} = \frac{5}{255} = 19,6 \text{ mV}$$

Sedangkan kenaikan tiap langkah untuk kenaikan keluaran biner 10 bit diperoleh:

$$V_{step} = \frac{V_{cc}}{2^n - 1} = \frac{5}{1023} = 4,89mV$$

Dalam perancangan alat ini, ADC internal mikrokontroler ATmega8535 dirangkai seperti ditunjukkan dalam Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Rangkaian ADC internal mikrokontroler ATmega8535

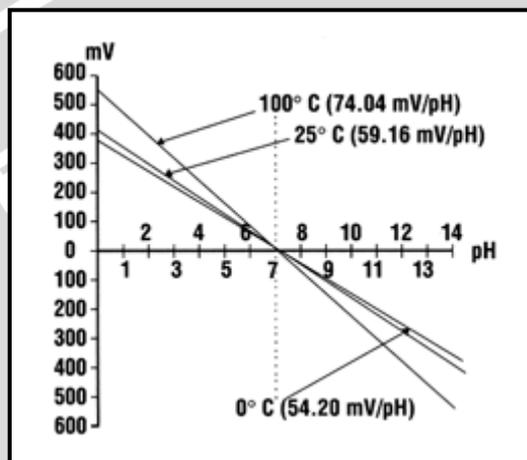
Dalam pembuatan alat ini, sensor yang akan dihubungkan dengan ADC adalah sensor suhu dan sensor pH. Agar dapat membaca kedua macam sensor ini maka ADC harus dipersiapkan supaya dapat mengkonversi tegangan dengan benar. Oleh karena itu harus dilakukan perhitungan untuk mengetahui kebutuhan penguatan untuk rangkaian pengkondisi sinyal jika sensor memang membutuhkan rangkaian ini. Selain itu sebuah alat pemonitor salinitas yang merupakan penerapan prinsip *hydrometer* digunakan untuk memantau kadar garam air tambak.

4.2.1.1 Sensor Suhu

Sensor suhu yang digunakan bersama dengan alat dalam perancangan ini adalah LM35 yang memiliki sensitifitas $10mV/^{\circ}C$. Artinya setiap perubahan suhu sebesar $1^{\circ}C$ maka tegangan keluaran sensor akan berubah sebesar $10mV$. Oleh karena keluaran sensor ini stabil dan linier sesuai dengan datasheet, maka sensor ini tidak memerlukan rangkaian pengkondisi sinyal ketika dihubungkan dengan ADC. Setiap tegangan keluaran sensor akan langsung dikonversi oleh ADC dan kemudian diterjemahkan oleh mikrokontroler. Dengan konfigurasi seperti ini dan dengan tegangan masukan sensor antara $4-20V$, maka sensor akan dapat digunakan untuk mengukur suhu antara $2-150^{\circ}C$.

4.2.1.2 Sensor pH

Sensor pH yang digunakan bersama dengan alat dalam perancangan ini memiliki sensitifitas seperti ditunjukkan dalam Gambar 4.3. Dapat dilihat pada grafik tersebut sensor pH ini terkompensasi oleh suhu, dengan demikian sensor ini akan bekerja dengan sensitifitas yang berbeda tiap perubahan suhunya. Oleh karena dalam tambak udang suhu yang dapat ditolerir adalah antara 26-30°C, maka agar dapat merangkum semua suhu ini dipilih sensitifitas untuk suhu 35°C. Berikut ini adalah cara untuk mendapatkan sensitifitas sensor pH pada suhu 35°C.



Gambar 4.3. Grafik sensitifitas elektroda pH

Pada suhu 0°C, sensitifitasnya 54,20mV/pH sedangkan pada suhu 100°C, sensitifitasnya 74,04mV/pH, maka:

$$X = \frac{(74,04 - 54,20)mV / pH}{(100 - 0)^\circ C} = 0,1984mV / pH / ^\circ C$$

Untuk suhu 25°C sensitifitasnya,

$$54,20mV / pH + (25^\circ C \times X) = 59,16mV / pH \text{ (terbukti)}$$

Untuk suhu 35°C sensitifitasnya,

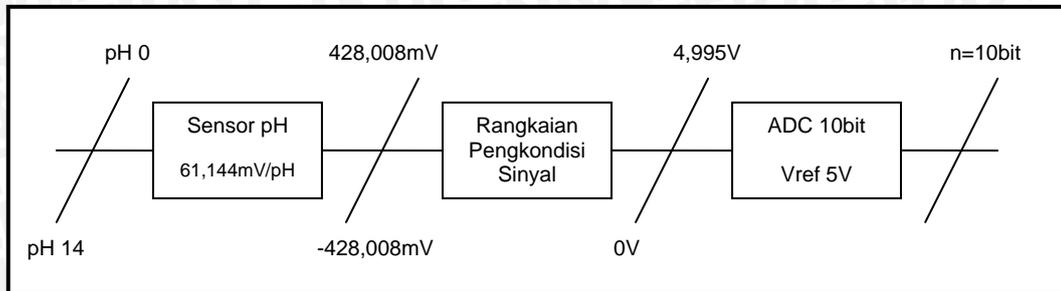
$$54,20mV / pH + (35^\circ C \times X) = 61,144mV / pH$$

Dengan sensitifitas sebesar 61,144mV/pH, maka tegangan keluaran sensor sesuai dengan Gambar 4.3 akan menjadi $V_s = -428,008mV$ untuk pH 14 sampai $V_s = 428,008mV$ untuk pH 0. Karena tegangan keluaran sensor ini sangat kecil dan ADC hanya bisa menerima masukan bilangan positif, maka diperlukan rangkaian pengkondisi sinyal sebagai penguat dan penggeser tegangan.

Jika 10 bit ADC digunakan dengan tegangan referensi 5V maka tegangan maksimal yang dapat masuk ke ADC adalah:

$$V_i = 5 \frac{2^{10} - 1}{2^{10}} = 4,995V$$

Nilai-nilai yang telah didapatkan ini dapat diilustrasikan seperti ditunjukkan dalam Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Blok diagram rangkaian masukan ADC internal mikrokontroler ATmega8535

Ketika pH 0, maka $V_s = 428,008mV$ dengan $V_i = 4,995V$ dan ketika pH 14, maka $V_s = -428,008mV$ dengan $V_i = 0V$. Dengan demikian kondisi ini dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$V_i = AV_s + B \quad (4.1)$$

$$4,995 = A(428,008 \times 10^{-3}) + B \quad (1)$$

$$0 = A(-428,008 \times 10^{-3}) + B \quad (2)$$

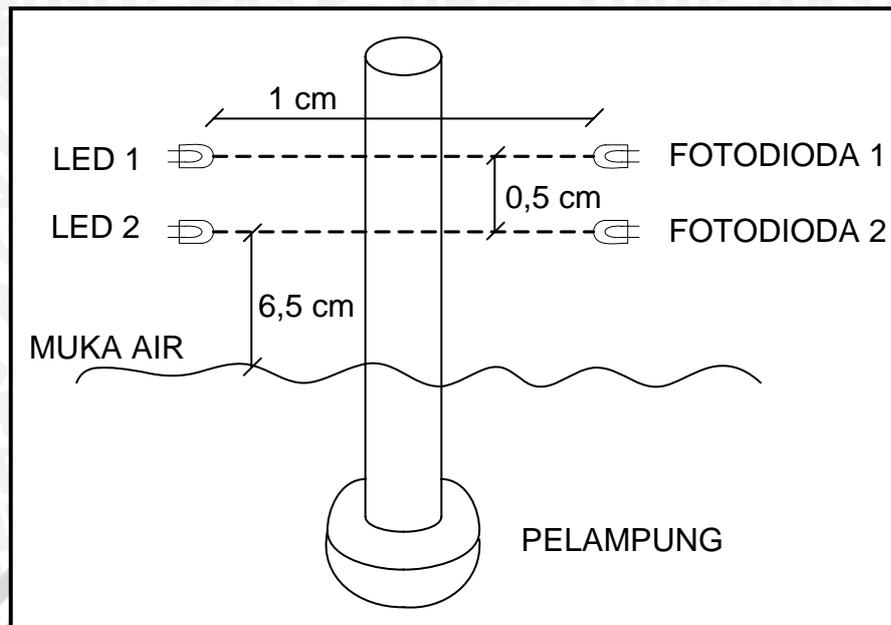
Dengan mengeliminasi persamaan (1) dan (2), maka didapatkan nilai $A = 5,8351$ dan $B = 2,4975V$, dimana A merupakan penguatan sedangkan B merupakan tegangan penggeser dalam perancangan pembuatan rangkaian pengkondisi sinyal.

4.2.1.3 Pemonitor Salinitas

Pemonitor salinitas yang digunakan bersama alat ini merupakan alat yang dapat memantau kadar garam air tambak dengan kisaran antara 5-40‰. Sebuah tongkat tidak tembus cahaya yang diberi pelampung dimasukkan ke dalam pipa yang telah diberi dua pasang LED dan fotodioda. Letak kedua pasang LED dan fotodioda seperti ditunjukkan dalam Gambar 4.5 sebelumnya telah dikalibrasi dimana letak pasangan yang berada di atas untuk kadar salinitas 40‰ sedangkan pasangan yang berada di bawah menjadi sebuah sensor untuk kadar salinitas 5‰. Bila tongkat menghalangi cahaya antara LED dengan fotodioda, maka akan mengalir arus pada fotodioda dan menimbulkan beda tegangan yang dijadikan logika tinggi masukkan mikrokontroler. Tabel kebenaran untuk pemonitor salinitas dapat dilihat dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Tabel kebenaran pemonitor salinitas

Fotodioda/Salinitas	<5‰	5-40‰	>40‰
Fotodioda 1 (PD6)	0	0	1
Fotodioda 2 (PD7)	0	1	1



Gambar 4.5. Dimensi pemonitor salinitas

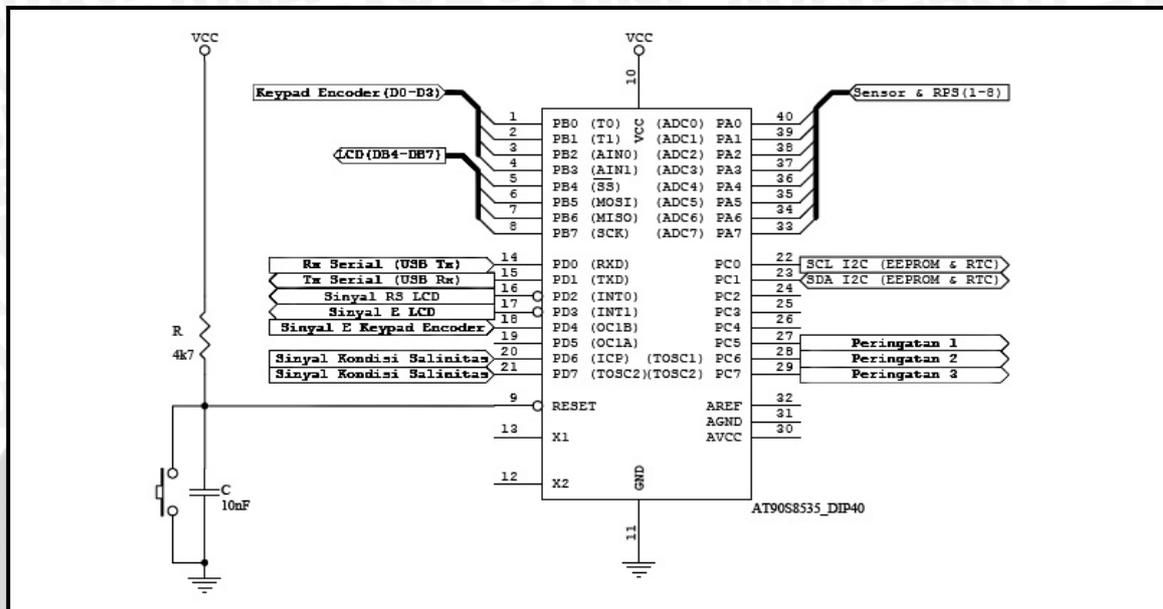
Karena tugas akhir ini hanya menekankan pada perancangan dan pembuatan alat perekam data kualitas air tambak udang yang dapat diantarmuka dengan PC, maka perancangan yang berhubungan dengan sensor beserta rangkaian pengkondisi sinyalnya dan pemonitor salinitas dibahas secara detail dan lebih dalam pada laporan-laporan tugas akhir lainnya yang berkaitan dengan laporan tugas akhir ini.

4.2.2 Rangkaian Mikrokontroler ATmega8535

Komponen utama yang digunakan sebagai pemroses dalam perancangan adalah mikrokontroler ATmega8535. Jenis mikrokontroler ini dipilih karena memiliki kecepatan instruksi/MHz yang tinggi (delapan ribu instruksi per detik pada frekuensi kerja 8MHz) serta jumlah memori dan pin I/O yang mencukupi untuk penggunaan pada alat perekam data kualitas air tambak udang. Selain itu, mikrokontroler ini memiliki saluran I²C dan ADC internal dengan resolusi 10 bit sebanyak delapan buah saluran. Pemilihan mikrokontroler yang memiliki saluran I²C dan ADC internal dimaksudkan untuk meringkas rangkaian. Dengan adanya saluran I²C mikrokontroler dapat berhubungan dengan piranti lain secara serial sampai 128 piranti berbeda hanya dengan menggunakan dua kabel. Dengan memanfaatkan ADC internal mikrokontroler tidak dibutuhkan rangkaian tambahan seperti misalnya multiplexer sebagai saluran pemilih ADC.

Pada perancangan ini mikrokontroler ATmega8535 digunakan untuk melakukan pengkonversian tegangan analog masukan, melakukan komunikasi secara I²C dengan RTC DS1302 dan EEPROM 24C64, pongkodean data *keypad*, menampilkan data pada

LCD, memicu sinyal peringatan dan mengatur jalannya komunikasi serial untuk berkomunikasi dengan PC. Sebagai pusat pengolahan data dan pengontrolan alat, pin-pin ATmega8535 dihubungkan pada rangkaian pendukung membentuk suatu sistem seperti dalam Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Rangkaian mikrokontroler ATmega8535

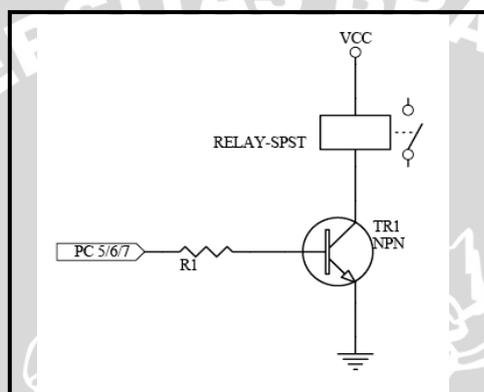
Mikrokontroler ATmega8535 mempunyai 4 port yaitu port A, port B, port C dan port D, 32 jalur yang dapat diprogram menjadi masukan atau keluaran dan dimana pada port A terdapat ADC internal. Dalam Gambar 4.6 ditunjukkan rangkaian mikrokontroler dimana pin-pin yang digunakan dalam perancangan adalah sebagai berikut:

1. PA0-PA7 digunakan untuk konversi analog ke digital
2. PB0-PB3 digunakan sebagai masukan D0-D3 keypad encoder
3. PB4-PB7 digunakan sebagai jalur data DB4-DB7 LCD 4 bit
4. PC0-PC1 jalur I²C yang digunakan untuk komunikasi dengan RTC dan EEPROM yaitu SCL dan SDA
5. PD0 digunakan untuk komunikasi serial yaitu sebagai Rx
6. PD1 digunakan untuk komunikasi serial yaitu sebagai Tx
7. PD2-PD3 digunakan untuk memberikan sinyal *enable* pada LCD yaitu RS dan R/W
8. PD4 digunakan untuk menerima sinyal *enable* keypad decoder
9. PD5 digunakan untuk memberikan sinyal aktif pada buzzer

Rangkaian RESET untuk mikrokontroler ATmega8535 terdiri dari sebuah resistor dan kapasitor yang diparalel dengan *push button*.

4.2.3 Rangkaian Pengendali Alarm

Rangkaian pengendali digunakan untuk mengaktifkan relai 5V yang akan menyalakan alarm sebagai penanda jika kondisi air tambak udang yang tidak sesuai dengan parameter yang telah ditetapkan. Rangkaian pengendali relai untuk mengaktifkan alarm dapat dilihat dalam Gambar 4.7. Pada saat *port C5, C6* atau *C7* mikrokontroler berlogika *high* kumparan relai akan dialiri arus sehingga kontak relai terhubung singkat. Kontak ini dapat digunakan untuk menyalakan alarm maupun tanda peringatan lainnya.



Gambar 4.7. Rangkaian pengendali alarm

Dari datasheet mikrokontroler ATmega8535 diketahui bahwa arus keluaran mikrokontroler pada saat logika *high* adalah 20mA. Sedangkan dari hasil pengukuran diketahui bahwa arus yang diperlukan oleh relai sebesar 30mA. Sehingga dari data-data tersebut nilai $\beta_{(\min)}$ yang diperlukan adalah:

$$\beta_{(\min)} = \frac{I_{\text{relay}}}{I_{OH}} \quad (4.2)$$

$$\beta_{(\min)} = \frac{30\text{mA}}{20\text{mA}}$$

$$\beta_{(\min)} = 1,5$$

Sehingga transistor yang digunakan harus memiliki β lebih besar dari 1,5 dan arus I_C yang lebih besar dari 30 mA. Transistor yang memenuhi spesifikasi diatas adalah BC549 karena transistor ini memiliki $\beta_{(\min)}$ sebesar 110 dan arus kolektor maksimal 100 mA. Dari datasheet transistor diketahui bahwa:

$$I_{C(\max)} = 100\text{mA}$$

$$V_{BE(\text{sat})} = 900\text{mV}$$

$$V_{CEO} = 30\text{V}$$

$$\beta_{(\min)} = 110$$

Transistor BC549 akan memerlukan arus basis untuk memastikan transistor akan tetap saturasi pada level arus relai, sehingga arus basis transistor harus lebih besar daripada arus relai dibagi dengan penguatan minimum transistor.

$$I_B \gg \frac{I_{\text{relay}}}{\beta_{(\min)}}$$

$$I_B \gg \frac{30\text{mA}}{110}$$

$$I_B \gg 0,27\text{mA}$$

Nilai maksimum untuk I_B :

$$I_{B(\max)} = \frac{I_{C(\max)}}{\beta_{(\min)}} \quad (4.3)$$

$$I_{B(\max)} = \frac{100\text{mA}}{110}$$

$$I_{B(\max)} = 0,91\text{mA}$$

Sehingga nilai resistor pembatas arus pada basis adalah:

$$V_{OH(\min)} - I_{B(\max)} \cdot R_B - V_{BE(\text{sat})} = 0 \quad (4.4)$$

$$R_B = \frac{V_{OH(\min)} - V_{BE(\text{sat})}}{I_{B(\max)}} \quad (4.5)$$

$$R_B = \frac{(4,2 - 0,9)\text{V}}{0,91\text{mA}}$$

$$R_B = 3,63\text{K}$$

4.2.4 Rangkaian RTC

RTC digunakan sebagai pengatur waktu pengambilan data dan penunjuk waktu pada saat pengambilan data dilakukan. Data yang dapat diambil dari RTC adalah hari, tanggal, bulan, tahun, data jam, menit, dan detik. Pin SCL dihubungkan pada pin PA0, pin SDA dihubungkan pada pin PC1. RTC DS1307 merupakan IC yang memiliki dua buah catu daya. V_{CC} dihubungkan ke catu 5 volt alat, dan V_{BAT} dihubungkan dengan baterai 3V. V_{BAT} berfungsi untuk memelihara kerja DS1307 jika catu utama

tidak mampu untuk mencatu (alat dimatikan). Sesuai dengan literatur (Maxim, 2004:7), kaki 1 dan 2 dihubungkan dengan *crystal* 32,768 kHz untuk memberikan frekuensi yang sesuai. Rangkaian DS1307 dapat dilihat dalam Gambar 4.8.

Kemampuan maksimal frekuensi clock SCL (f_{SCL}) RTC DS1307 adalah 100kHz (Maxim, 2005: 3). Karena pin SDA dan SCL adalah open drain, maka diperlukan resistor *pullup* sebagai penyedia level logika tinggi. Berdasarkan literatur (Atmel, 2006: 256), dengan $f_{SCL} \leq 100\text{kHz}$, untuk mendapatkan nilai $R_{pull-up}$ minimum digunakan persamaan:

$$R_{pull-up\ min} = \frac{V_{CC} - V_{OL}}{I_{OL}} \quad (4.6)$$

$$\begin{aligned} R_{pull-up\ min} &= \frac{V_{CC} - 0,4}{3.10^{-3}} \\ &= \frac{5 - 0,4}{3.10^{-3}} = 1,533\text{k}\Omega \end{aligned}$$

Dan dengan $f_{SCL} \leq 100\text{kHz}$, untuk mendapatkan nilai $R_{pull-up}$ maksimum digunakan persamaan:

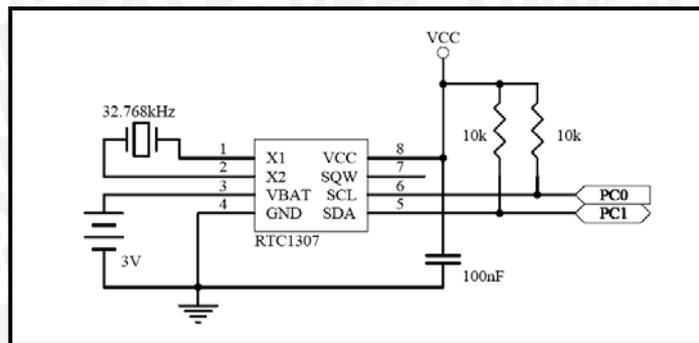
$$R_{pull-up\ maks} = \frac{1000\text{ns}}{C_b} \quad (4.7)$$

C_b adalah kapasitansi beban dalam tiap-tiap jalur I²C, yaitu SDA dan SCL. Untuk RTC, kapasitansi beban pada jalur SDA dan SCL sama yaitu 10 pF (Maxim, 2005: 3). Dengan hasil perhitungan kapasitansi beban tersebut dapat dihitung nilai $R_{pull-up}$ maksimum untuk jalur SDA adalah:

$$\begin{aligned} R_{pull-up\ maks} &= \frac{1000.10^{-9}}{10.10^{-12}} \\ &= 100\text{k}\Omega \end{aligned}$$

dan $R_{pull-up}$ maksimum untuk jalur SCL adalah:

$$\begin{aligned} R_{pull-up\ maks} &= \frac{1000.10^{-9}}{10.10^{-12}} \\ &= 100\text{k}\Omega \end{aligned}$$



Gambar 4.8. Rangkaian RTC DS1307

4.2.5 Rangkaian EEPROM

Pada alat ini EEPROM digunakan untuk menyimpan data kualitas air tambak udang sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Pin SCL dihubungkan pada pin PA0, pin SDA dihubungkan pada pin PC1 mikrokontroler. Pin A0-A2 digunakan untuk mengatur alamat EEPROM. Dalam perancangan pin ini semua digroundkan dimaksudkan untuk mengatur alamat EEPROM menjadi 000 (alamat *default*). Sedangkan WP digroundkan untuk menonaktifkan fasilitas *write protect* agar EEPROM dapat ditulis ulang. Rangkaian perangkat keras EEPROM ini dapat dilihat dalam Gambar 4.9.

Kemampuan maksimal frekuensi clock SCL (f_{SCL}) EEPROM 24C64 adalah 400kHz (Atmel, 2001: 4). Karena pin SDA dan SCL adalah open drain, maka diperlukan resistor *pull-up* sebagai penyedia level logika tinggi. Berdasarkan literatur (Atmel, 2006: 256), dengan $f_{SCL} > 100\text{kHz}$, untuk mendapatkan nilai $R_{pull-up}$ minimum digunakan persamaan:

$$R_{pull-up \min} = \frac{V_{CC} - V_{OL}}{I_{OL}}$$

$$R_{pull-up \min} = \frac{V_{CC} - 0,4}{3 \cdot 10^{-3}}$$

$$= \frac{5 - 0,4}{3 \cdot 10^{-3}} = 1,533\text{k}\Omega$$

Dan dengan $f_{SCL} > 100\text{kHz}$, untuk mendapatkan nilai $R_{pull-up}$ maksimum digunakan persamaan:

$$R_{pull-up \max} = \frac{300\text{ns}}{C_b} \quad (4.8)$$

Akan tetapi karena bus ini digunakan bersama-sama dengan RTC dengan $f_{SCL} \leq 100\text{kHz}$, maka frekuensi f_{SCL} yang digunakan adalah frekuensi terendah. Oleh karena itu rumus untuk mendapatkan nilai $R_{pull-up}$ maksimum digunakan persamaan:

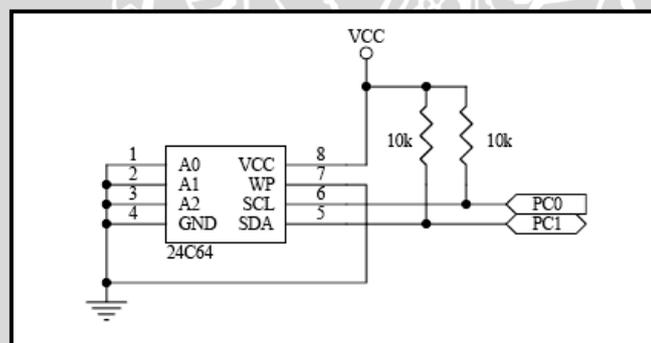
$$R_{pull-up maks} = \frac{1000ns}{C_b}$$

Untuk EEPROM, kapasitansi beban pada jalur SDA adalah 8 pF, dan kapasitansi beban pada jalur SCL adalah 6 pF (Atmel, 2005: 4). Dengan hasil perhitungan kapasitansi beban tersebut dapat dihitung nilai $R_{pull-up}$ maksimum untuk jalur SDA adalah:

$$\begin{aligned} R_{pull-up maks} &= \frac{1000 \cdot 10^{-9}}{8 \cdot 10^{-12}} \\ &= 125k\Omega \end{aligned}$$

dan $R_{pull-up}$ maksimum untuk jalur SCL adalah:

$$\begin{aligned} R_{pull-up maks} &= \frac{1000 \cdot 10^{-9}}{6 \cdot 10^{-12}} \\ &= 166,67k\Omega \end{aligned}$$

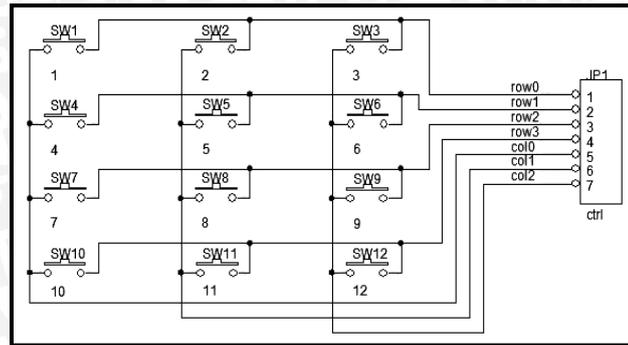


Gambar 4.9. Rangkaian EEPROM 24C64

4.2.6 Hardware User Interface

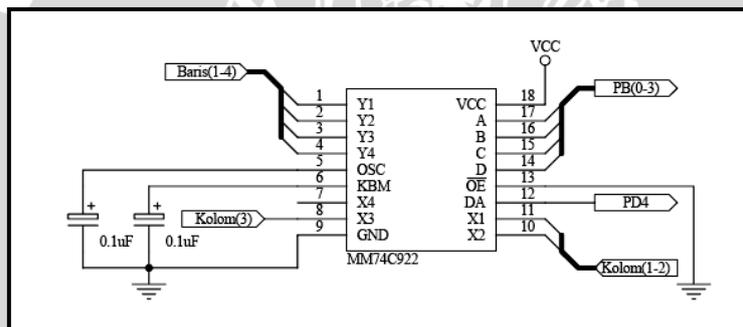
4.2.6.1 Rangkaian Keypad dengan Keypad Encoder

Dalam perancangan ini *keypad* digunakan untuk memberikan input kepada mikrokontroler. *Keypad* yang digunakan adalah *keypad* 3 x 4. Proses pembacaan *keypad* dilakukan melalui proses *scan* yang dilakukan oleh *keypad encoder*. Rangkaian *keypad* dapat dilihat dalam Gambar 4.10.



Gambar 4.10. Rangkaian keypad

Setelah melakukan *scanning*, keypad encoder kemudian mengkodekan masukan keypad dan mengirimkan kode ini ke mikrokontroler ATmega8535. Keypad encoder MM74C922 dapat menerima masukan sampai dengan keypad 4x4. Dalam perancangan keypad yang digunakan adalah keypad 3x4, maka masukan untuk kolom keempat (pin ke-7 keypad encoder) tidak dihubungkan. Gambar 4.11 menunjukkan konfigurasi penggunaan pin antara keypad 3x4, keypad encoder dan mikrokontroler dalam perancangan.



Gambar 4.11. Rangkaian keypad encoder

Dari data sheet MM74C922, sebuah kapasitor 0,1uF dihubungkan ke terminal KBM akan memberikan periode *debounce* sebesar 0.001 detik. Dengan cara serupa, kapasitor 0,1uF dihubungkan ke terminal OSC yang akan memberikan frekuensi *scanning* kurang lebih sebesar 600Hz. Tabel kebenaran untuk keluaran keypad encoder ditunjukkan dalam Tabel 4.2.

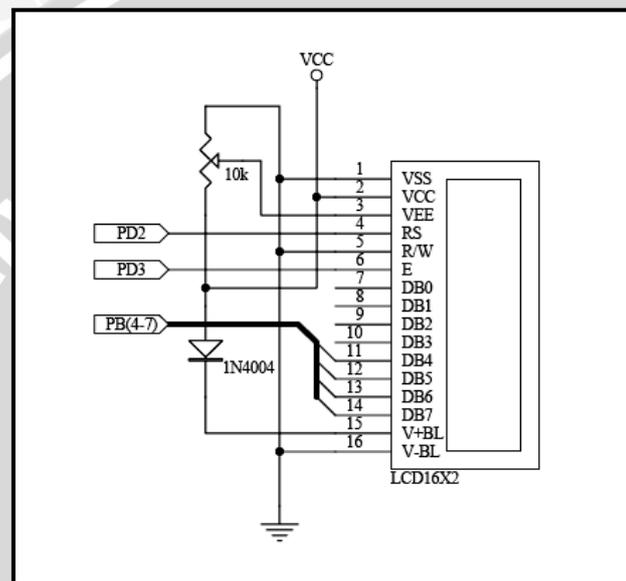
Tabel 4.2. Tabel kebenaran keypad encoder MM74C922

Switch Position	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Y1, X1	Y1, X2	Y1, X3	Y1, X4	Y2, X1	Y2, X2	Y2, X3	Y2, X4	Y3, X1	Y3, X2	Y3, X3	Y3, X4
D												
A	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
T	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
A	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
O	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
U												
T												

Sumber: Data sheet MM74C922, 1995: 2

4.2.6.2 Rangkaian LCD

Pada perancangan ini LCD digunakan untuk menampilkan menu pengaturan alat dan juga hasil pengukuran secara *real time*. Pada perancangan alat ini, pin RS LCD terhubung ke pin PD2. Pada saat RS berlogika rendah instruksi ke LCD akan ditulis dan saat RS berlogika tinggi data/karakter akan ditulis ke LCD. Pin R/W LCD terhubung ke *ground* dan Pin *Enable* LCD terhubung ke pin PD3 mikrokontroler. Pada rangkaian terdapat sebuah potensiometer dan dioda yang digunakan untuk mengatur kecerahan layar. Gambar rangkaian LCD LMB162ABC dapat dilihat dalam Gambar 4.12.



Gambar 4.12. Rangkaian LCD LMB162ABC

4.2.7 Computer Interface

Modul *USB Serial Converter* sudah memiliki level logika yang sesuai dengan level logika mikrokontroler, sehingga tidak diperlukan rangkaian penyesuaian level logika untuk pengantarmukaan modul ini dengan mikrokontroler. Untuk menghubungkan modul ini dengan mikrokontroler dilakukan dengan cara menghubungkan pin TXD dan RXD pada modul ke pin RXD dan TXD pada mikrokontroler.

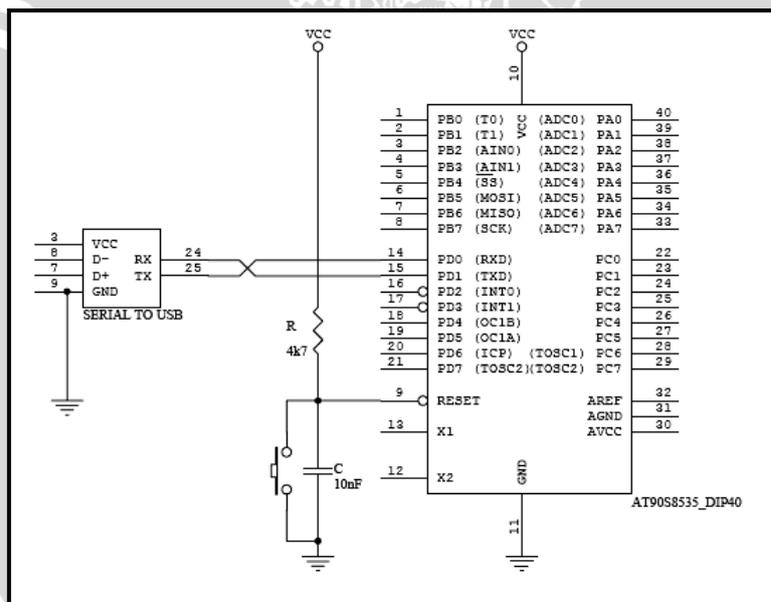
Modul *USB Serial Converter* memiliki kemampuan *baudrate* maksimal sebesar 3Mbps untuk melakukan komunikasi data secara serial asinkron dengan level logika TTL. Akan tetapi berdasarkan literatur (Atmel, 2006: 26) kecepatan maksimal kristal yang dapat digunakan pada mikrokontroler ATmega8535 adalah sebesar 16 MHz, sehingga dengan menggunakan Tabel 4.3 dapat ditentukan nilai *baudrate* maksimal yang bisa digunakan adalah sebesar 2 Mbps.

Tabel 4.3. Setting nilai *baudrate* komunikasi UART

Baud Rate (bps)	$f_{osc} = 16,0000 \text{ MHz}$			
	U2X = 0		U2X = 1	
	UBRR	Error	UBRR	Error
2400	416	-0,1%	832	0,0%
4800	207	0,2%	416	-0,1%
9600	103	0,2%	207	0,2%
14,4k	68	0,6%	138	-0,1%
19,2k	51	0,2%	103	0,2%
28,8k	34	-0,8%	68	0,6%
38,4k	25	0,2%	51	0,2%
57,6k	16	2,1%	34	-0,8%
76,8k	12	0,3%	25	0,2%
115,2k	8	-3,5%	16	2,1%
230,4k	3	8,5%	8	-3,5%
250k	3	0,0%	7	0,0%
0,5M	1	0,0%	3	0,0%
1M	0	0,0%	1	0,0%
Max	1Mbps		2Mbps	

Sumber: Atmel, 2006: 168

Agar mikrokontroler dapat mengirimkan data ke PC melalui saluran USB, maka modul USB *Serial converter* harus dirangkai seperti ditunjukkan dalam Gambar 4.13.



Gambar 4.13. Rangkaian antarmuka komputer dengan menggunakan konverter serial ke USB

4.3 Perangkat Lunak

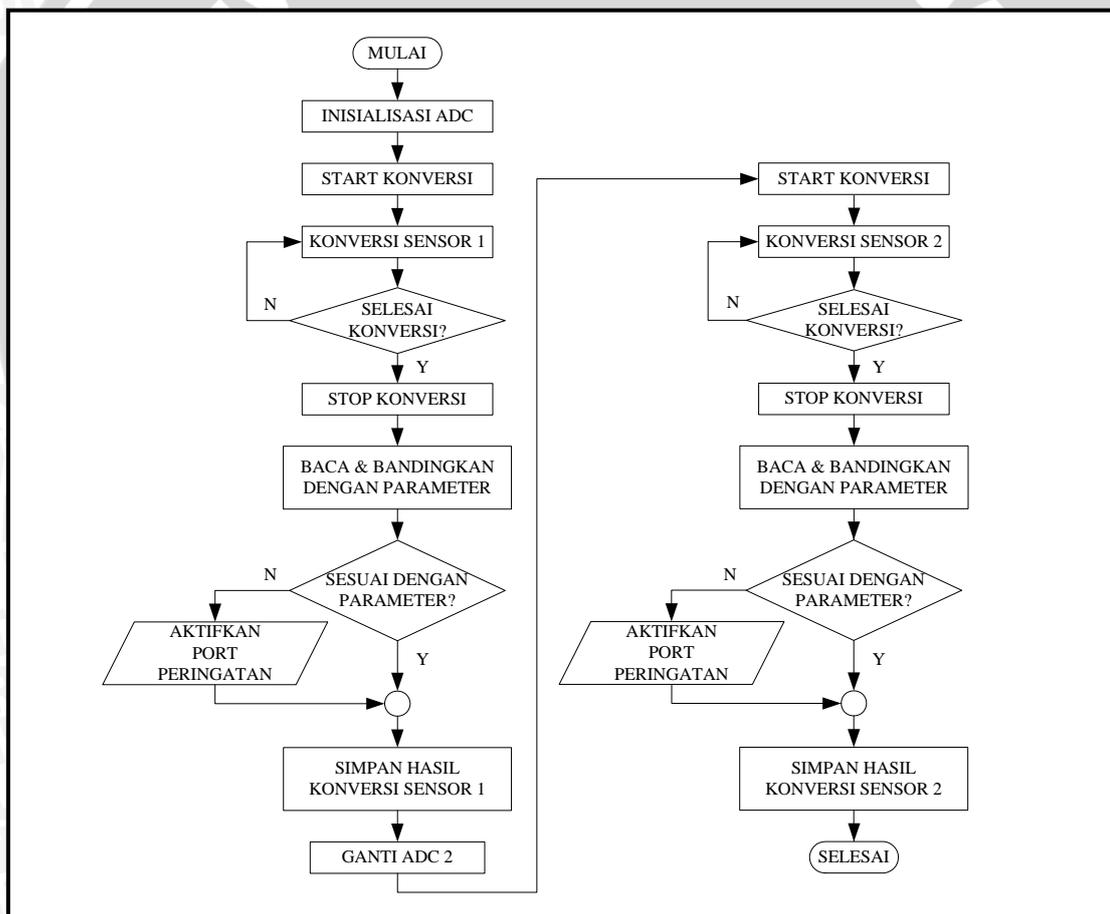
Perancangan diagram alir perangkat lunak ini dilakukan agar pembuatan program dapat lebih terarah, sistem dapat bekerja seperti yang diharapkan dan mempermudah dalam pencarian kesalahan. Perancangan ini dibagi menjadi dua bagian yaitu perancangan perangkat lunak untuk mikrokontroler (*firmware*) dan perancangan perangkat lunak untuk PC.

4.3.1 Perangkat Lunak Mikrokontroler ATmega8535

Dalam melaksanakan tugasnya sebagai pengendali utama dalam alat yang dirancang ini, maka mikrokontroler harus dapat berkomunikasi dengan piranti lainnya dengan baik. Oleh karena itu perangkat lunak yang dirancang harus mampu untuk menangani komunikasi dengan ADC dan RTC, menyimpan data sensor ke EEPROM, menerima kode *keypad encoder*, menampilkan data sensor dan pengaturan alat ke LCD dan mengirim data melalui komunikasi serial.

4.3.1.1 Mikrokontroler AVR ATmega8535 dengan ADC

Perangkat lunak yang dirancang untuk menangani komunikasi antara ATmega8535 dengan ADC terdiri dari proses inialisasi ADC, pengkonversian tegangan, pembacaan data oleh mikrokontroler dan penyimpanan data hasil konversi. Diagram alir program mikrokontroler dengan ADC dapat dilihat dalam Gambar 4.14.



Gambar 4.14. Diagram alir perangkat lunak mikrokontroler dengan ADC

Parameter air tambak yang telah ditetapkan sebelumnya juga dimasukkan dalam diagram alir program mikrokontroler dengan ADC. Hal ini dilakukan agar mikrokontroler nantinya akan membandingkan hasil konversi dengan parameter tersebut. Apabila terjadi penyimpangan terhadap kondisi air tambak yang seharusnya

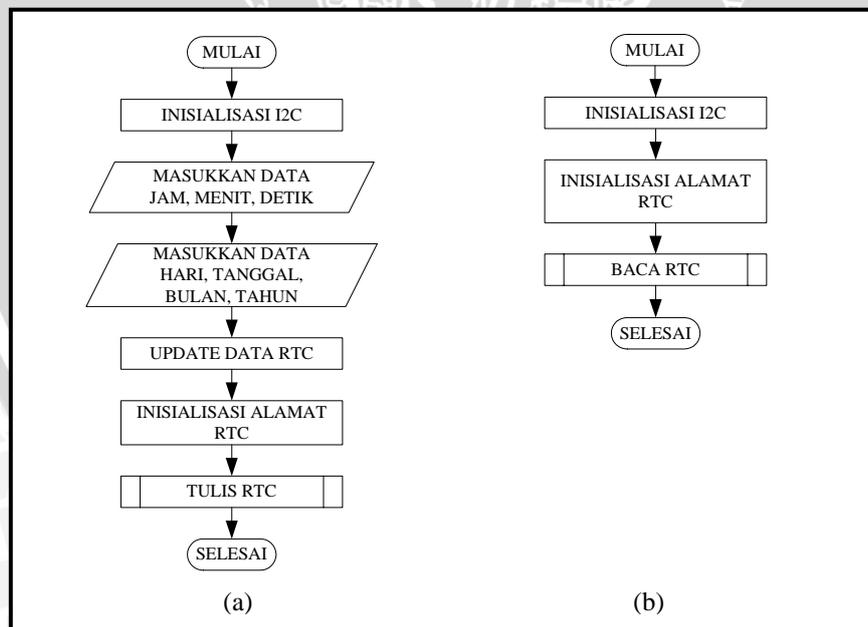
maka port peringatan akan diaktifkan dan memberikan tanda sehingga pengguna dapat melakukan tindakan lebih lanjut untuk memperbaiki kondisi air tambak. Tabel 4.4 menjabarkan kondisi air tambak yang sesuai untuk perkembangan udang yang digunakan sebagai parameter.

Tabel 4.4. Kondisi air tambak yang digunakan sebagai parameter

No	Parameter	Batas yang diijinkan
1.	Suhu	26°-30°C
2.	pH	7,5-8,5
3.	Kadar garam (salinitas)	5 - 40‰

4.3.1.2 Mikrokontroler ATmega8535 dengan RTC

Perangkat lunak yang dirancang untuk menangani komunikasi antara ATmega8535 dengan RTC harus mampu menangani proses penulisan dan pembacaan data penanggalan dan waktu oleh mikrokontroler dan pada RTC. Oleh karena itu diagram alir program mikrokontroler dengan RTC dibagi menjadi dua bagian yaitu penulisan dan pembacaan yang dapat dilihat dalam Gambar 4.15. Diagram alir penulisan RTC digunakan untuk mengeset nilai-nilai waktu RTC sedangkan diagram alir pembacaan digunakan untuk mengetahui waktu dari RTC.

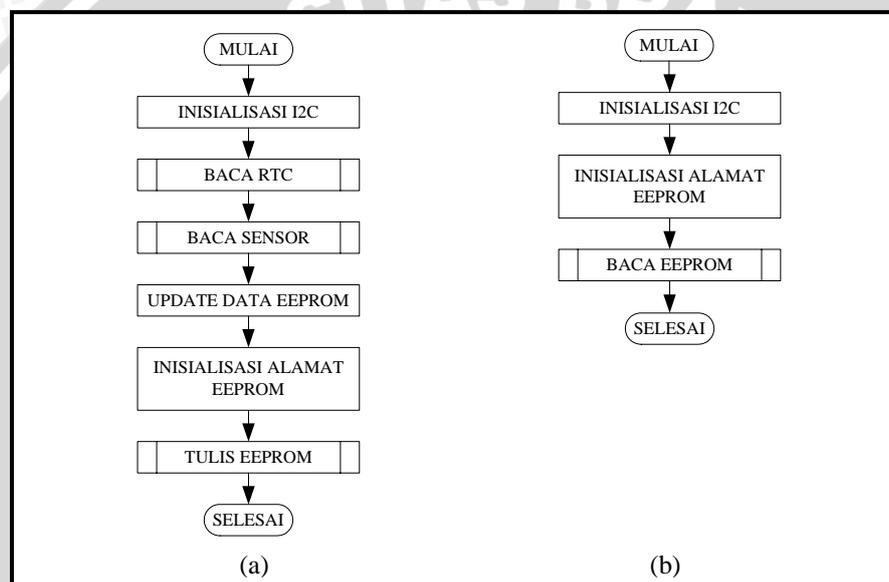


Gambar 4.15. a. Diagram alir perangkat lunak penulisan RTC oleh mikrokontroler, b. Diagram alir program perangkat lunak pembacaan RTC oleh mikrokontroler

4.3.1.3 Mikrokontroler ATmega8535 dengan EEPROM

Sama halnya dengan RTC, perangkat lunak yang dirancang untuk menangani komunikasi antara ATmega8535 dengan EEPROM juga harus mampu menangani

proses penulisan dan pembacaan data. Hanya saja ada perbedaan antara proses penulisan dan pembacaan RTC dengan EEPROM yaitu data yang ditulis dan dibaca pada EEPROM merupakan hasil konversi ADC serta data penanggalan dan waktu yang diambil dari RTC pada saat menyimpan data hasil konversi. Kemudian ditentukan letak alamat tempat data-data tersebut akan disimpan. Setelah itu barulah data-data tersebut siap ditulis ke EEPROM. Sedangkan untuk proses pembacaan EEPROM hal yang perlu dilakukan yaitu menentukan letak alamat data yang akan dibaca, setelah itu data siap dibaca. Oleh karena itu diagram alir program mikrokontroler dengan EEPROM dibagi menjadi dua bagian yaitu penulisan dan pembacaan yang akan nampak seperti ditunjukkan dalam Gambar 4.16.



Gambar 4.16. a. Diagram alir perangkat lunak penulisan EEPROM oleh mikrokontroler, b. Diagram alir perangkat lunak pembacaan EEPROM oleh mikrokontroler

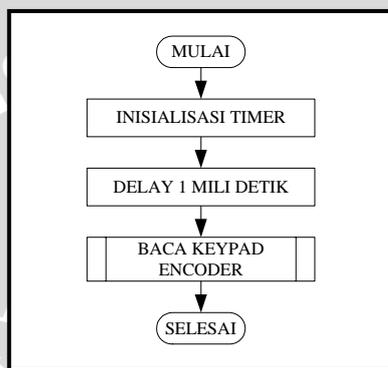
Tipe EEPROM yang digunakan adalah 24C64 yang memiliki kapasitas 8KB atau 8192 byte. Untuk menulis tanggal dan waktu pengambilan data serta hasil konversi sensor dalam sekali penyimpanan, maka akan dibutuhkan 10 byte memori. Pembagian jumlah byte memori dijabarkan dalam Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Tabel rincian pembagian jumlah penggunaan memori

No	Parameter yang disimpan	Jumlah memori yang digunakan (byte)
1.	Tanggal	3
2.	Pukul	3
3.	Suhu	1
4.	pH	1,5
5.	Salinitas	0,5
Jumlah		9

4.3.1.4 Mikrokontroler ATmega8535 dengan Keypad Encoder

Untuk menghasilkan data baru maka *keypad encoder* harus melakukan proses pemindaian dan mengkodekan masukan tombol *keypad* seperti ditunjukkan dalam Tabel 4.2 yang selesai dilakukan dalam 1 milisekon. Oleh karena itu, mikrokontroler ATmega8535 harus menunggu minimal 1 milisekon sebelum data baru hasil pemindaian *keypad encoder* siap dibaca. Mikrokontroler tidak perlu melakukan pemindaian dan pengkodean *keypad* lagi dan tugasnya cukup hanya menterjemahkan kode-kode yang dikirimkan oleh *keypad encoder*. Diagram alir program mikrokontroler dengan *keypad encoder* dapat dilihat dalam Gambar 4.17.

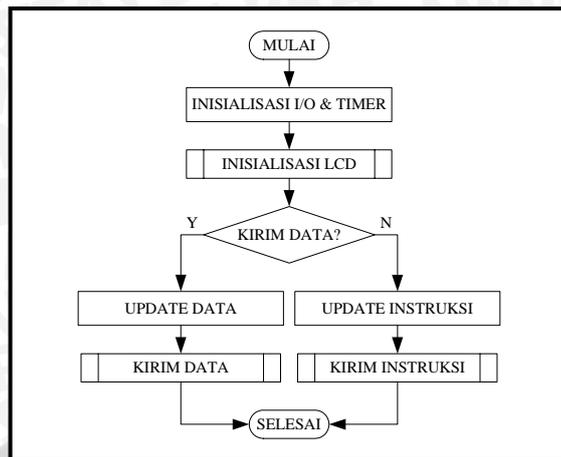


Gambar 4.17. Diagram alir perangkat lunak mikrokontroler dengan *keypad encoder*

4.3.1.5 Mikrokontroler ATmega8535 dengan LCD

Hal yang harus dilakukan untuk dapat menampilkan karakter pada LCD adalah menginisialisasi mikrokontroler ATmega8535 dan LCD. Yang perlu diinisialisasi dari mikrokontroler ATmega8535 yaitu jalur I/O yang akan digunakan dan menyiapkan program timer. Sedangkan hal-hal yang perlu diinisialisasi dari LCD antara lain mode pengiriman data 4 bit atau 8 bit, menggunakan tampilan 1 baris atau 2 baris, ukuran dot karakter 5x11 atau 5x8 dan fungsi-fungsi LCD lain yang akan digunakan.

Mode operasi LCD yang digunakan pada perancangan alat ini adalah transfer data 4 bit. Artinya hanya 4 buah jalur data *bus* (DB4 sampai DB7) yang digunakan untuk transfer data. Maka pada mode ini 4 bit data MSB akan dikirim terlebih dahulu, kemudian disusul oleh 4 bit LSB. *Busy flag* harus diperiksa setelah 4 bit data ditransfer dua kali. Agar dapat bekerja dengan mode seperti yang dijelaskan di atas, maka perangkat lunak mikrokontroler harus dirancang seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.18.

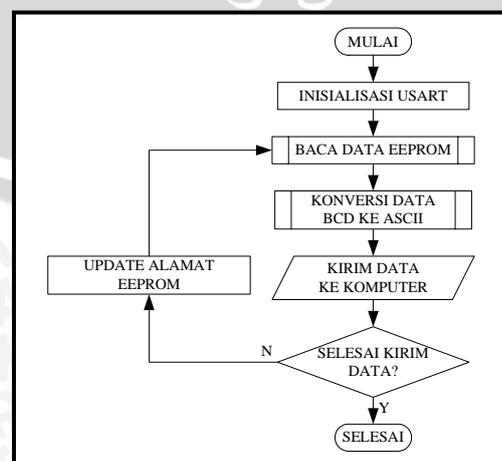


Gambar 4.18. Diagram alir perangkat lunak mikrokontroler dengan LCD

Dalam proses pengiriman data, LCD dapat menerima 2 jenis data. Yang pertama adalah data yang berupa instruksi yaitu data yang berfungsi untuk mengatur fungsi-fungsi LCD seperti instruksi bersihkan layar, pindah ke baris kedua dan lain-lain. Dan yang kedua adalah data yang berupa karakter yang akan ditampilkan dalam bilangan ASCII.

4.3.1.6 Mikrokontroler ATmega8535 dengan *Computer Interface*

Agar data dapat dikirimkan ke PC, maka fasilitas USART pada mikrokontroler harus diaktifkan dengan cara menginisialisasi register-register yang akan digunakan. Setelah itu mikrokontroler membaca data yang disimpan dalam EEPROM. Data ini kemudian dipindah sementara ke dalam EEPROM internal mikrokontroler. Setelah itu data dikirimkan oleh mikrokontroler ke PC melalui pin Tx dan menerima data dari PC melalui pin Rx. Proses ini akan diulang secara terus-menerus sampai data dalam EEPROM habis. Untuk menangani proses seperti ini maka diagram alir komunikasi yang dirancang antara mikrokontroler dengan EEPROM dan PC ditunjukkan dalam Gambar 4.19.



Gambar 4.19. Diagram alir perangkat lunak mikrokontroler dengan antarmuka komputer

4.3.2 Software User Interface

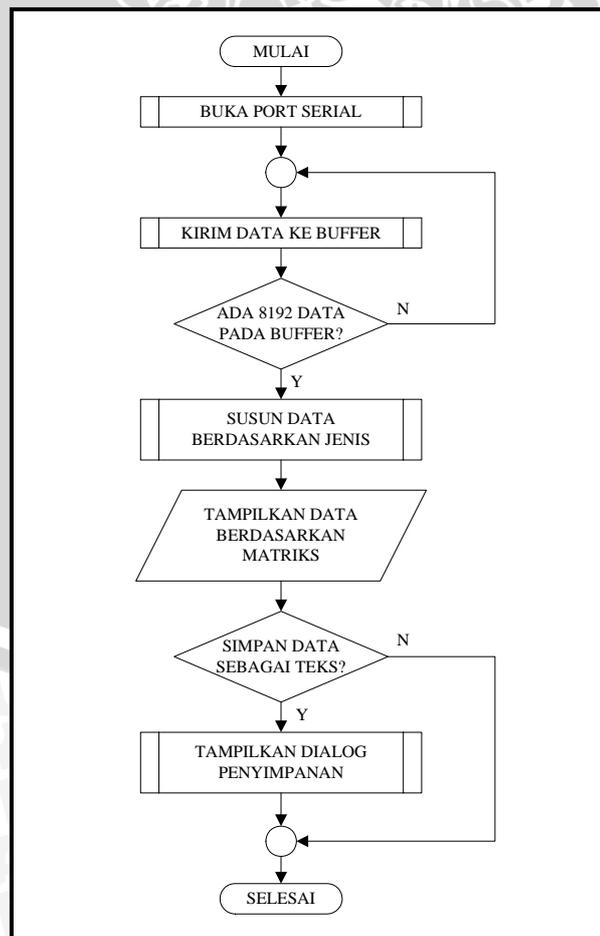
Untuk memindahkan data yang telah terisi dalam EEPROM, dibutuhkan sebuah perangkat lunak yang dapat berkomunikasi secara serial dengan alat perekam data kualitas air tambak udang. Perangkat lunak dirancang akan memiliki tampilan seperti tampak dalam Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Tampilan perangkat lunak untuk memindahkan data ke PC

No	Tanggal	Pukul	Hasil Pengukuran			
			Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4

Perangkat lunak ini akan menampilkan data hasil pengukuran yang telah direkam dalam EEPROM. Data yang ditampilkan akan berurutan sesuai dengan waktu pengambilan data. Setelah ditampilkan, data dapat disimpan dalam PC dengan format teks atau *spreadsheet*.

Agar dapat melakukan tugas-tugas seperti yang diharapkan, maka dirancang diagram alir pemrograman yang akan mempermudah pembuatan dan pencarian kesalahan perangkat lunak seperti ditunjukkan dalam gambar 4.20.



Gambar 4.20. Diagram alir perangkat lunak komputer

BAB V

PENGUJIAN DAN ANALISIS

Sebagai cara untuk mengetahui unjuk kerja alat yang dirancang dan dibuat, maka perlu dilakukan beberapa pengujian. Pengujian alat ini meliputi pengujian ADC, pengujian RTC, pengujian EEPROM, pengujian *keypad* dan LCD, pengujian sistem komunikasi serial, pengujian perangkat lunak untuk membaca dan mengirim data, pengujian perangkat lunak pada PC dan pengujian sistem secara keseluruhan.

5.1 Pengujian ADC

5.1.1 Tujuan

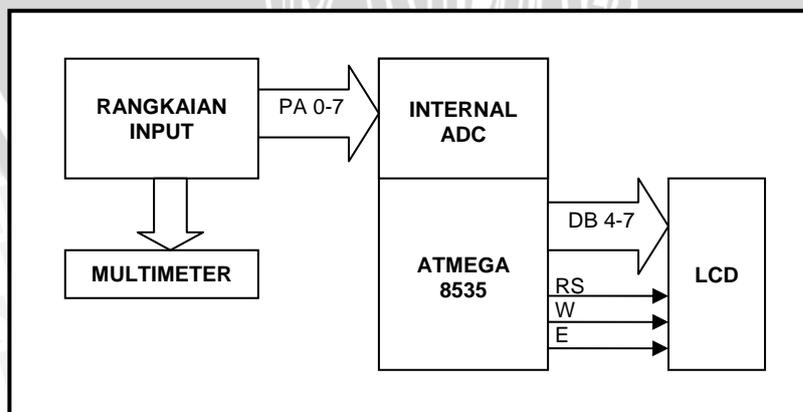
Tujuan pengujian adalah untuk mengetahui hasil konversi ADC jika diberi masukan tertentu dan membandingkannya dengan hasil konversi yang diperoleh melalui perhitungan rumus.

5.1.2 Peralatan yang digunakan

1. Minimum sistem mikrokontroler ATmega8535 dengan ADC internal
2. Rangkaian masukan (sumber tegangan DC variabel dengan $V_{maks} = V_{REF}$)
3. LCD
4. Multimeter digital DT-830B
5. Perangkat lunak AVR Studio 4 dan PonyProg2000

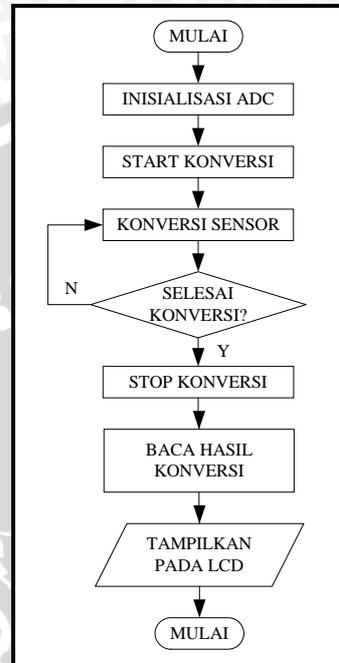
5.1.3 Prosedur Pengujian

1. Membuat rangkaian seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.1
2. Membuat perangkat lunak sesuai dengan diagram alir dalam Gambar 5.2, melakukan *compiling*, dan mengisikikan ke ATmega8535



Gambar 5.1. Blok diagram pengujian ADC

3. Pengujian dilakukan dengan memberikan tegangan pada rangkaian ADC. Besarnya tegangan diatur dengan mengubah-ubah tegangan masukan yang diukur dengan multimeter.
4. Hasil konversi akan ditampilkan melalui LCD
5. Hasil keluaran dicatat dalam Tabel 5.1



Gambar 5.2. Diagram alir program pengujian ADC

5.1.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Dari hasil pengujian terdapat selisih kurang lebih sebesar 1 sampai 2 LSB pada beberapa kondisi pengujian antara hasil konversi dengan perhitungan teori. Hal ini diakibatkan karena batasan kesalahan komponen ADC ATmega8535. Namun secara keseluruhan hasil pengujian yang terdapat dalam Tabel 5.1 menunjukkan tercapainya kesesuaian antara tegangan masukan ADC dengan hasil konversinya. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa rangkaian ADC sudah bekerja sesuai dengan perencanaan.

Tabel 5.1. Hasil pengujian salah satu ADC

No.	Vin (volt)	Hasil Konversi (Praktik)	Hasil Konversi (Teori)	Selisih
1	1,00	205	205,00	0,00
2	1,25	256	256,25	0,25
3	1,50	306	307,50	1,50
4	1,75	356	358,75	2,75
5	2,00	408	410,00	2,00

6	2,25	461	461,25	0,25
7	2,50	512	512,50	0,50
8	2,75	562	563,75	1,75
9	3,00	613	615,00	2,00
10	3,25	667	666,25	-0,75
Selisih rata-rata				1,025

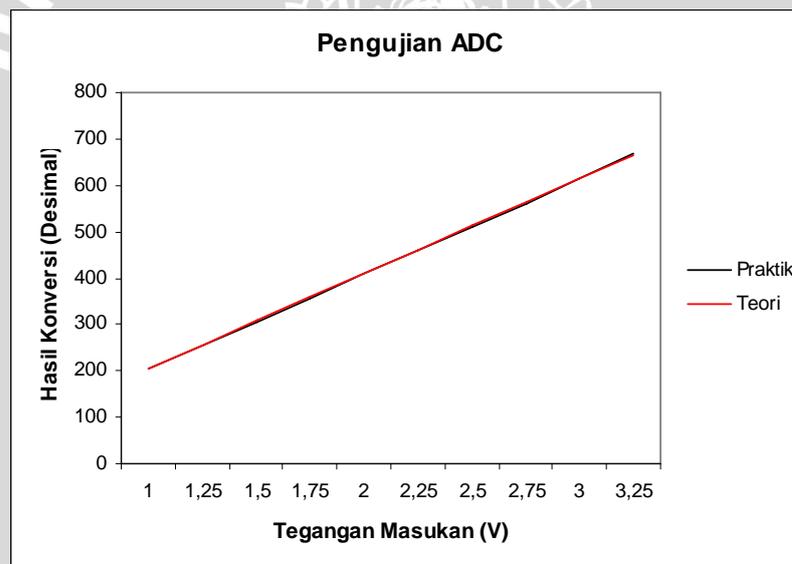
Hasil keluaran didapatkan dari:

$$\text{Hasil Konversi} = \frac{V_{in}}{V_i} \times 2^n$$

Dimana:

$$n = 10 \text{ bit}$$

$$V_i = 5 \frac{2^n - 1}{2^n} = 4,995 \text{ V}$$



Gambar 5.3. Grafik hasil pengujian salah satu ADC

5.2 Pengujian RTC

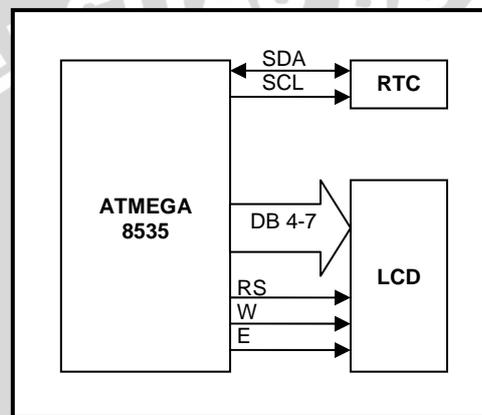
Pengujian RTC dilakukan untuk mengetahui apakah perangkat lunak untuk komunikasi dengan RTC dapat berjalan dengan baik. Selain itu tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah *Real Time Clock* DS1307 mampu memberikan informasi waktu yang diinginkan berupa informasi detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, maupun tahun. Perangkat lunak disini terdiri dari proses menuliskan data ke RTC dan proses membaca data RTC. Dalam pengujian ini dibutuhkan alat pengukur waktu untuk melihat kesesuaian perubahan detik RTC dengan perubahan detik alat pengukur waktu.

5.2.1 Peralatan yang digunakan

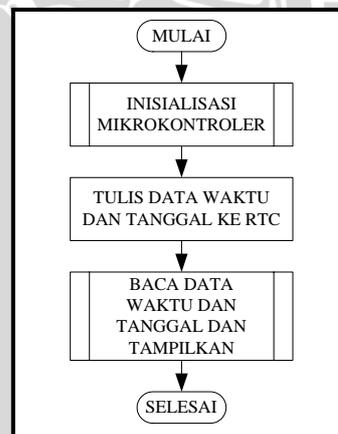
1. Minimum sistem mikrokontroler
2. RTC DS1307
3. *Stopwatch* Nokia 6015i
4. Perangkat lunak AVR Studio 4 dan PonyProg2000

5.2.2 Prosedur Pengujian

1. Membuat rangkaian seperti dalam Gambar 5.4
2. Membuat perangkat lunak sesuai dengan diagram alir dalam Gambar 5.5, melakukan *compiling*, dan mengisikikan ke ATmega8535
3. Membandingkan dengan *stopwatch*



Gambar 5.4. Rangkaian pengujian RTC



Gambar 5.5. Diagram alir program pengujian RTC

5.2.3 Hasil Pengujian dan Analisis

Salah satu hasil pengujian RTC ditunjukkan dalam Gambar 5.6. Hasil pembacaan RTC tersebut ditampilkan pada baris pertama LCD. Untuk hasil seluruh pengujian RTC ditunjukkan dalam Tabel 5.2.



Gambar 5.6. Salah satu hasil pengujian RTC

Tabel 5.2. Tabel Pengujian RTC

No.	Pengaturan Awal RTC	Hasil Pembacaan RTC	
		sesaat setelah diatur	10 menit setelah diatur
1.	Rabu, 18-07-2007 12:17:50 WIB	Rabu, 18-07-2007 12:17:51 WIB	Rabu, 18-07-2007 13:27:50 WIB
2.	Jumat, 27-01-1984 9:00:00 WIB	Jumat, 27-01-1984 9:00:01 WIB	Jumat, 27-01-1984 9:10:00 WIB
3.	Jumat, 12-10-2007 17:26:00 WIB	Jumat, 12-10-2007 17:26:01 WIB	Jumat, 12-10-2007 17:36:00 WIB
4.	Jumat, 17-01-1945 10:00:00 WIB	Jumat, 17-01-1945 10:00:01 WIB	Jumat, 17-01-1945 10:10:00 WIB
5.	Senin, 31-12-2007 23:59:50 WIB	Senin, 31-12-2007 23:59:51 WIB	Selasa, 01-01-2008 00:09:50 WIB

Dari hasil pengujian dapat dianalisis bahwa perangkat lunak untuk komunikasi dengan RTC dapat bekerja dengan baik dalam proses menuliskan data ataupun proses membaca data RTC.

5.3 Pengujian EEPROM

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah perangkat lunak untuk menulis dan membaca EEPROM telah bekerja dengan baik. Pengujian dilakukan dengan membuat perangkat lunak untuk menulis dan membaca EEPROM. Data tertentu akan dituliskan pada deretan data di memori.

5.3.1 Peralatan yang dibutuhkan

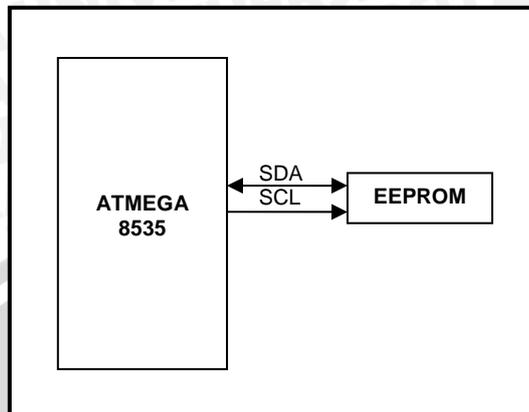
1. Minimum sistem mikrokontroler
2. EEPROM 24C64
3. LCD
4. Perangkat lunak AVR Studio 4 dan PonyProg2000

5.3.2 Prosedur Pengujian

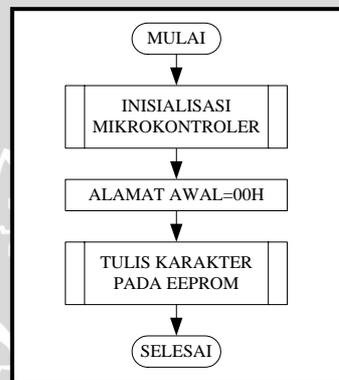
5.3.2.1 Menulis Data ke EEPROM

1. Membuat rangkaian seperti yang terlihat dalam Gambar 5.7
2. Membuat perangkat lunak dengan diagram alir seperti dalam Gambar 5.8, melakukan *compiling*, dan mengisikan program ke ATmega8535

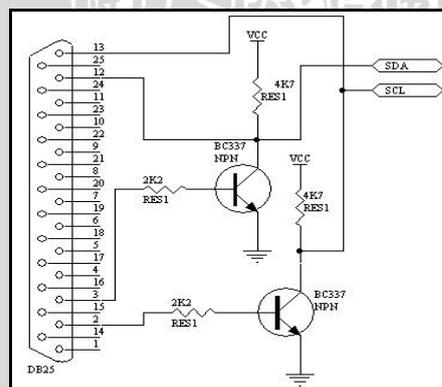
3. Melakukan proses *read* EEPROM menggunakan software PonyProg2000 dengan rangkaian antarmuka seperti yang terlihat dalam Gambar 5.9
4. Mengamati hasil pembacaan software PonyProg2000



Gambar 5.7. Rangkaian pengujian penulisan data ke EEPROM



Gambar 5.8. Diagram alir program penulisan data ke EEPROM



Gambar 5.9. Rangkaian antarmuka pembacaan EEPROM dengan software Ponyprog 2000

Sumber: <http://www.lancos.com/>

5.3.2.2 Membaca Data EEPROM

1. Membuat rangkaian seperti yang terlihat dalam Gambar 5.10
2. Membuat perangkat lunak dengan diagram alir seperti dalam Gambar 5.11, melakukan *compiling*, dan mengisikan program ke ATmega8535
3. Mengamati tampilan LCD

Dari hasil pengujian dapat dianalisis bahwa perangkat lunak untuk menulis data ke EEPROM dapat bekerja sesuai dengan diagram alir yang dibuat. Hal ini dapat dilihat dalam Gambar 5.12 sebagai hasil proses baca *software* PonyProg2000. Dalam Gambar tersebut, data berupa tulisan "Dimas Bagus S.W." dan "Teknik Elektro" disimpan pada EEPROM dengan alamat awal 00H.

5.3.3.2 Membaca Data EEPROM

Dari hasil pengujian, LCD dapat menampilkan data yang telah ditulis ke EEPROM sebelumnya sehingga dari sini dapat dianalisis bahwa perangkat lunak untuk membaca data EEPROM dapat bekerja dengan baik sesuai dengan *flowchart* yang dibuat. Hasil pengujian dapat dilihat dalam Gambar 5.13.



Gambar 5.13. Tampilan LCD hasil pembacaan EEPROM

5.4 Pengujian Keypad dan LCD

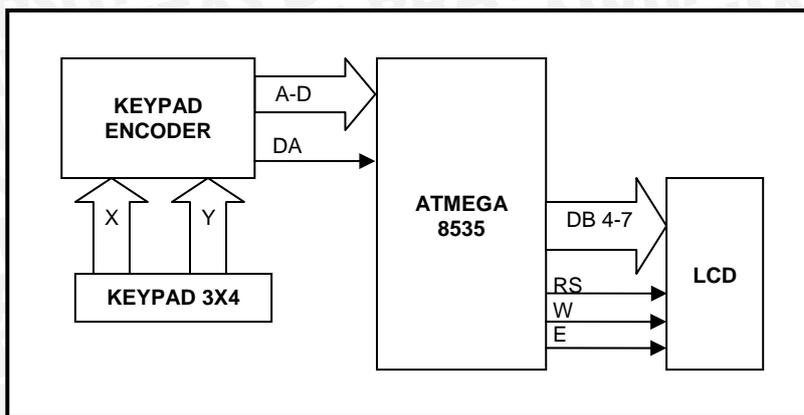
Pengujian terhadap *keypad* dan LCD (*Liquid Crystal Display*) dilakukan untuk memeriksa apakah terdapat kesalahan perangkat lunak yang telah disusun untuk menampilkan teks dan menampilkan angka hasil penekanan *keypad*. Pengujian ini juga dilakukan untuk mengetahui apakah perangkat keras yang disusun sudah bekerja sesuai yang direncanakan. Pengujian dilakukan dengan cara membuat program penampil teks dan penanganan *keypad*.

5.4.1 Peralatan yang digunakan

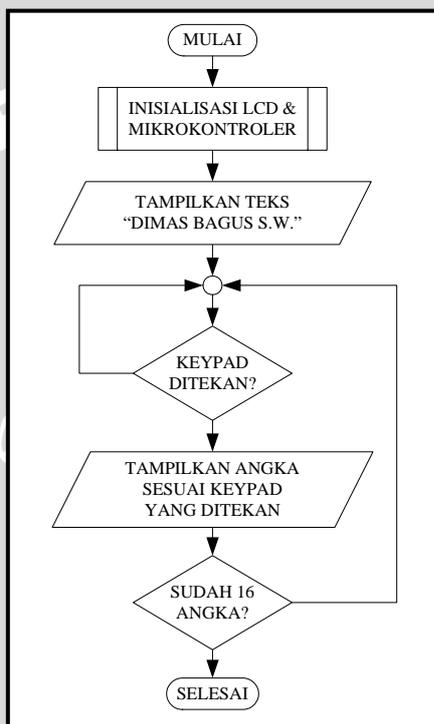
1. Minimum sistem mikrokontroler ATmega8535
2. LCD (*Liquid Crystal Display*)
3. Rangkaian *keypad encoder* dan *keypad 3x4*
4. Perangkat lunak AVR Studio 4 dan PonyProg2000

5.4.2 Prosedur Pengujian

1. Membuat rangkaian seperti dalam Gambar 5.14
2. Membuat perangkat lunak dengan diagram alir seperti dalam Gambar 5.15, melakukan *compiling*, dan menuliskan program ke ATmega8535
3. Mengamati tampilan LCD
4. Menekan *keypad* sambil mengamati tampilan LCD



Gambar 5.14. Rangkaian pengujian keypad dan LCD



Gambar 5.15. Diagram alir program pengujian keypad dan LCD

5.4.3 Hasil Pengujian dan Analisis

Dari hasil pengujian, LCD dapat menampilkan teks "DIMAS BAGUS S.W." dan menampilkan nomor hasil penekanan keypad sebanyak 16 kali. Tampilan hasil pengujian dapat dilihat dalam Gambar 5.16. Dari hasil pengujian ini dapat dianalisis bahwa rangkaian keypad dan LCD dapat bekerja dengan baik begitu juga dengan perangkat lunaknya sudah sesuai dengan diagram alir yang dibuat.



Gambar 5.16. Tampilan pengujian LCD dan keypad

5.5 Pengujian Modul USB Serial Converter

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah modul ini dapat bekerja sesuai dengan fungsinya. Pengujian dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak yang telah disediakan bersama paket modul ini. Program ini akan melakukan dua macam pengujian yaitu mengirim dan menerima data.

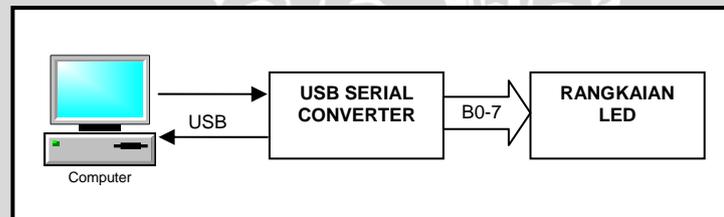
5.5.1 Peralatan yang dibutuhkan

1. Modul USB *serial converter*
2. Rangkaian LED
3. Rangkaian *push button*
4. PC yang memiliki saluran USB
5. Sistem Operasi Windows yang mendukung *komunikasi serial*
6. Perangkat Lunak USB *Serial Tester*

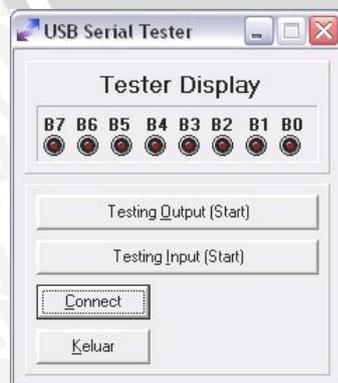
5.5.2 Prosedur Pengujian

5.5.2.1 Mengirim Data ke USB Serial Converter

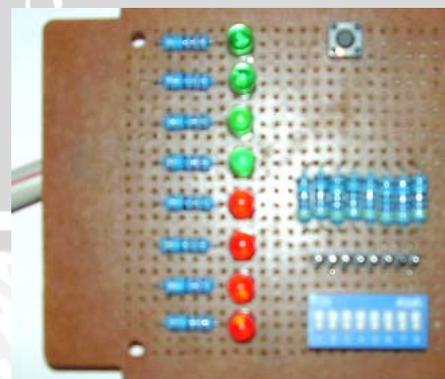
1. Membuat rangkaian seperti yang terlihat dalam Gambar 5.17
2. Menjalankan perangkat lunak USB *Serial Tester* pada PC dan memilih *Testing Output (Start)*
3. Mengamati keluaran pada rangkaian LED
4. Memilih *Testing Output (Stop)* untuk menghentikan pengujian



Gambar 5.17. Diagram alir pengiriman data ke USB *serial converter*



(a)

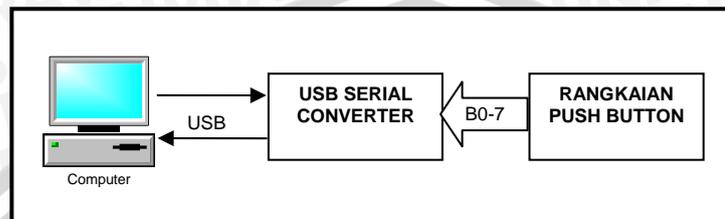


(b)

Gambar 5.18. a. Tampilan perangkat lunak USB *Serial tester*, b. Perangkat keras pengujian pengiriman dan penerimaan data USB *Serial tester*

5.5.2.2 Menerima Data USB Serial Converter

1. Membuat rangkaian seperti yang terlihat dalam Gambar 5.19
2. Menjalankan perangkat lunak USB *Serial Tester* pada PC dan memilih *Testing Input (Start)*
3. Mengamati tampilan program
4. Memilih *Testing Input (Stop)* untuk menghentikan pengujian

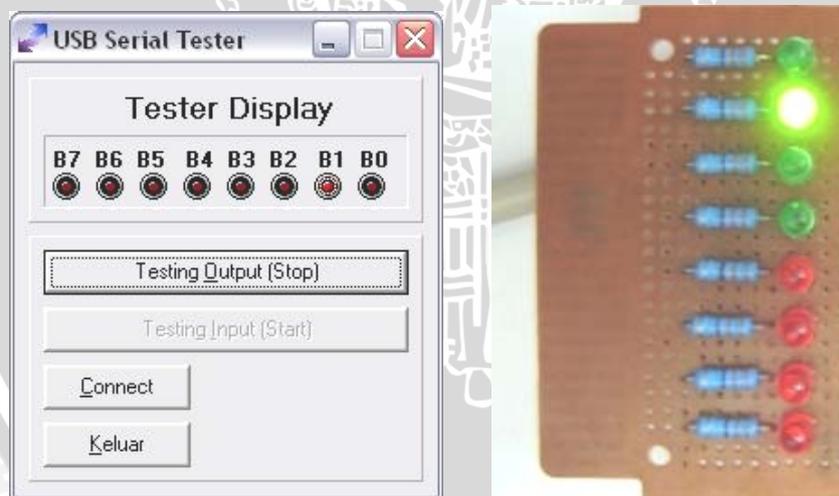


Gambar 5.19. Diagram alir pembacaan data USB *serial converter*

5.5.3 Hasil Pengujian dan Analisis

5.5.3.1 Mengirim Data ke USB Serial Converter

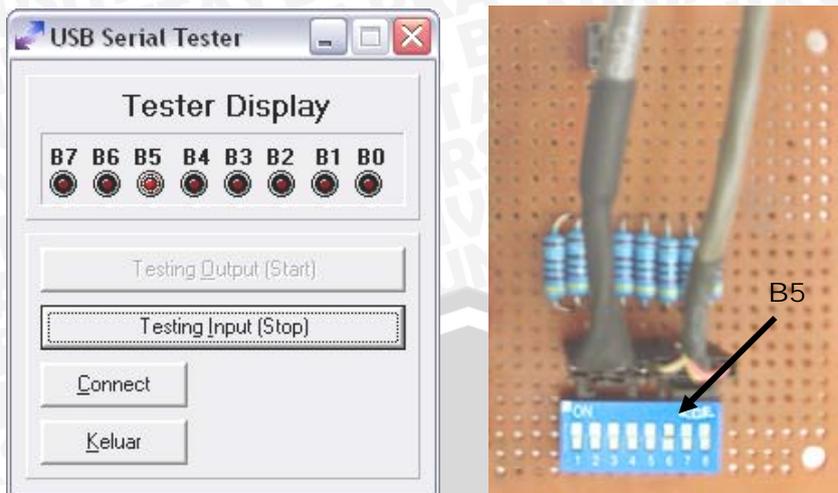
Window USB *serial tester* menampilkan nyala lampu berjalan sesuai dengan nyala pada rangkaian LED yang dihubungkan pada USB *serial converter*. Dari hasil pengujian ini dapat dianalisis bahwa data dari PC dapat dikirimkan dengan baik ke USB *serial converter*. Gambar 5.20 menunjukkan hasil proses pengiriman data.



Gambar 5.20. Hasil uji pengiriman data ke USB *Serial tester*

5.5.3.2 Menerima Data USB Serial Converter

Dari hasil pengujian, Window USB *serial tester* dapat menyalakan lampu pada *tester display* sesuai *push button* yang ditekan. Dari hasil pengujian ini dapat dianalisis bahwa USB *serial converter* dapat mengirimkan data dan diterima dengan baik pada PC. Hasil pengujian dapat dilihat dalam Gambar 5.21.



Gambar 5.21. Hasil uji penerimaan data USB Serial tester

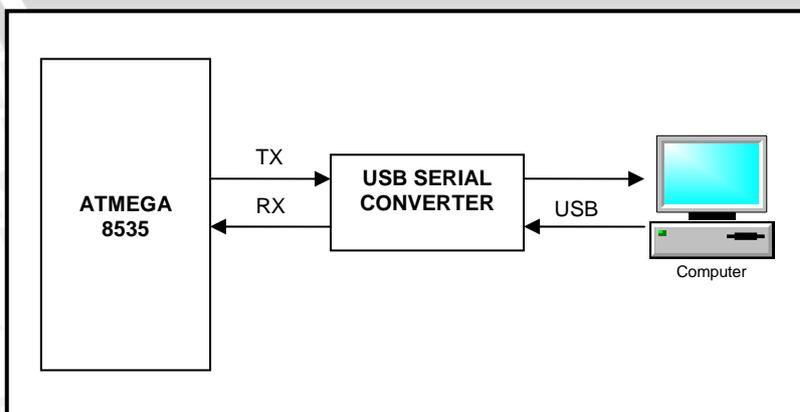
5.6 Pengujian Sistem Komunikasi Serial

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah perangkat lunak sistem komunikasi serial dapat berkomunikasi dengan PC. Pengujian dilakukan dengan membuat perangkat lunak untuk menerima masukan *keyboard* PC dan mengirimkan kembali ke PC yang akan ditampilkan melalui *window hyper terminal*. Sistem komunikasi serial yang digunakan secara *asinkron* dengan *baud rate* 19200, paritas genap dan 1 bit stop.

5.6.1 Peralatan yang dibutuhkan

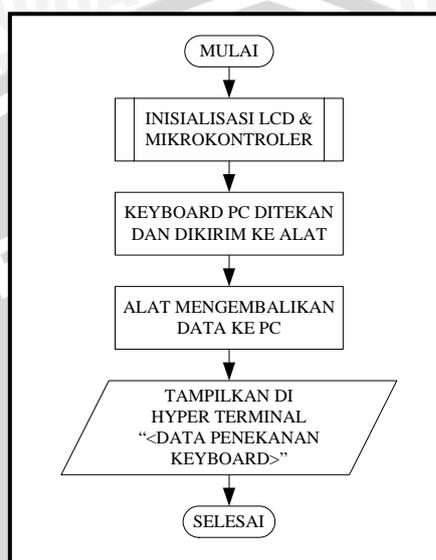
1. Minimum sistem mikrokontroler
2. USB serial converter
3. PC dengan saluran USB
4. Sistem Operasi Windows yang mendukung *komunikasi serial* dan *hyper terminal*
5. Perangkat lunak AVR Studio 4 dan PonyProg2000

5.6.2 Prosedur Pengujian



Gambar 5.22. Rangkaian pengujian komunikasi serial

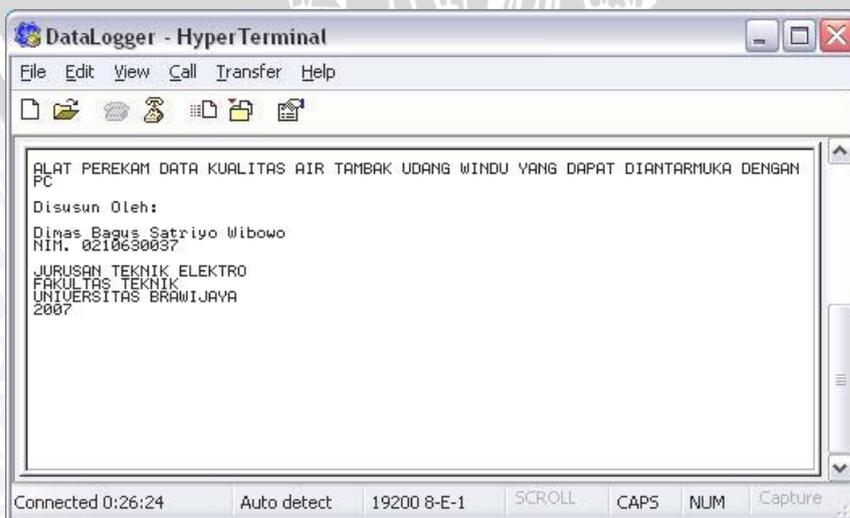
1. Membuat rangkaian seperti dalam Gambar 5.22
2. Membuat perangkat lunak dengan diagram alir seperti dalam Gambar 5.23, melakukan *compiling*, dan menuliskan program ke ATmega8535
3. Menjalankan *hyper terminal* dan mengatur alamat serial yang digunakan
4. Menekan *keyboard* sambil mengamati tampilan *window hyper terminal* pada PC



Gambar 5.23. Diagram alir program pengujian komunikasi serial

5.6.3 Hasil Pengujian dan Analisis

Dari hasil pengujian, *hyper terminal* dapat menampilkan beberapa karakter yang diketikkan pada *keyboard*. Tampilan hasil pengujian dapat dilihat dalam Gambar 5.24. Dari hasil pengujian ini dapat dianalisis bahwa rangkaian sistem komunikasi dapat bekerja dengan baik, begitu juga dengan perangkat lunaknya sudah sesuai dengan diagram alir yang dibuat.



Gambar 5.24. Tampilan *hyper terminal* hasil pengujian komunikasi serial

5.7 Pengujian Perangkat Lunak untuk Membaca dan Menampilkan Data Pada PC

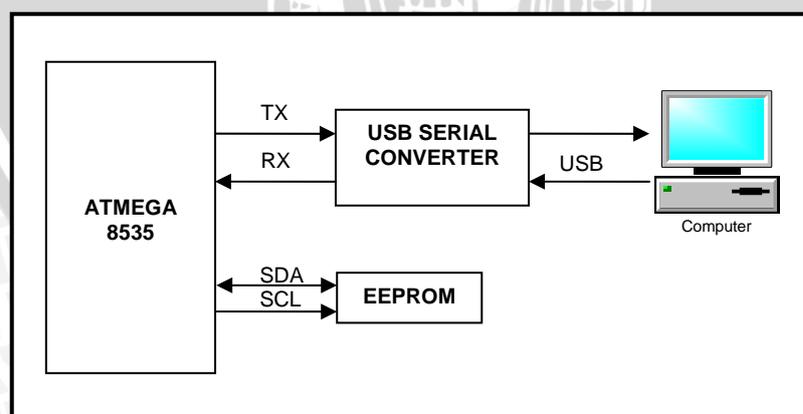
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah perangkat lunak yang dibuat mampu menangani pembacaan data yang dikirimkan secara serial dan dapat menampilkannya sesuai yang diprogramkan. Pengujian dilakukan dengan membuat perangkat lunak PC untuk menerima semua data yang telah disimpan dalam EEPROM menampungnya dalam *buffer* dan menyusunnya dalam tabel yang dibuat. Sistem komunikasi serial yang digunakan secara *asinkron* dengan *baud rate* 19200, paritas genap dan 1 bit stop.

5.7.1 Peralatan yang dibutuhkan

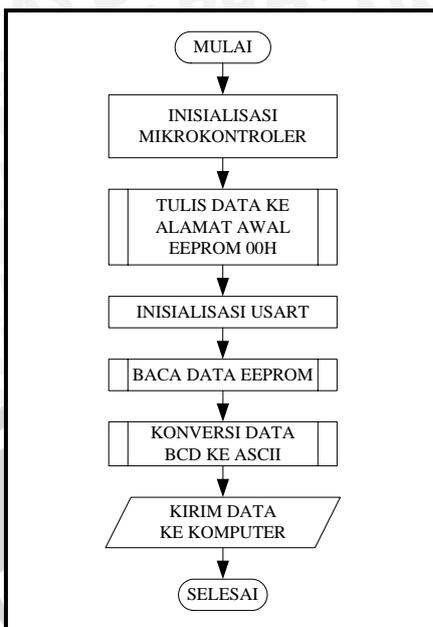
1. Minimum sistem mikrokontroler
2. USB *serial converter*
3. PC dengan saluran USB
4. Sistem Operasi Windows yang mendukung *komunikasi serial*
5. Perangkat lunak AVR Studio 4 dan PonyProg2000

5.7.2 Prosedur Pengujian

1. Membuat rangkaian seperti dalam Gambar 5.25
2. Membuat perangkat lunak dengan diagram alir seperti dalam Gambar 5.26, melakukan *compiling*, dan menuliskan program ke ATmega8535
3. Menjalankan perangkat lunak yang telah dibuat dan mengatur alamat serial yang digunakan
4. Mengamati tampilan *window* perangkat lunak pada PC



Gambar 5.25. Rangkaian pengujian membaca dan menampilkan data pada PC



Gambar 5.26. Diagram alir program pengujian membaca dan menampilkan data pada PC

5.7.3 Hasil Pengujian dan Analisis

Dari hasil pengujian perangkat lunak yang dibuat telah dapat membaca dan menampilkan data yang dikirimkan alat ke PC melalui saluran USB sesuai dengan yang dikehendaki. Data yang dibaca dan ditampilkan pada *software* adalah isi EEPROM yang berupa huruf dari A hingga V yang diulang beberapa kali. Tampilan hasil pengujian dapat dilihat dalam Gambar 5.27. Dari hasil pengujian ini dapat dianalisis bahwa perangkat lunak yang dibuat dapat bekerja dengan baik.

No	Tanggal	Jam	Suhu(C)	pH	Salinitas(‰)	DO(ppm)
4	ABCDEF	IJKLMN	OP	QR	ST	UV
5	ABCDEF	IJKLMN	OP	QR	ST	UV
6	ABCDEF	IJKLMN	OP	QR	ST	UV
7	ABCDEF	IJKLMN	OP	QR	ST	UV
8	ABCDEF	IJKLMN	OP	QR	ST	UV
9	ABCDEF	IJKLMN	OP	QR	ST	UV
10	ABCDEF	IJKLMN	OP	QR	ST	UV
11	ABCDEF	IJKLMN	OP	QR	ST	UV
12	ABCDEF	IJKLMN	OP	QR	ST	UV

Gambar 5.27. Hasil pengujian membaca dan menampilkan data pada PC

5.8 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan secara bertahap sesuai dengan urutan pemakaian oleh pengguna alat ini nantinya. Hal ini dilakukan agar pengujian sistem dapat menggambarkan proses penggunaan alat yang sebenarnya.

5.8.1 Peralatan yang dibutuhkan

1. Seperangkat alat perekam data kualitas air tambak udang yang telah dibuat
2. Sensor-sensor yang digunakan dalam perancangan dan sumber tegangan DC variabel dengan $V_{maks} = V_{REF}$ yang dapat digunakan sebagai pengganti sensor
3. Termometer dan pH meter digital serta salinometer sebagai pembanding
4. Seperangkat PC yang memiliki saluran USB dengan sistem operasi Windows
5. Program PC yang telah dibuat untuk menampilkan dan memindahkan data ke PC

5.8.2 Prosedur Pengujian Beserta Hasil Analisis

5.8.2.1 Pengaturan Awal Alat

Pada awal pemakaian alat, pengguna diminta untuk melakukan pengaturan waktu. Hal ini perlu dilakukan agar informasi mengenai waktu pengukuran dapat disimpan dengan benar di dalam alat. Setelah melakukan pengaturan waktu, pengguna juga diminta untuk mengatur jeda waktu pengambilan data tiap harinya. Jeda waktu pengambilan data tiap hari yang dapat diatur antara satu menit hingga satu jam. Pengaturan waktu ini disesuaikan dengan kebutuhan dan kebiasaan pengguna dalam mengukur kualitas air tambaknya dalam satu hari.

Tujuan pengujian proses pengaturan awal alat ini adalah melakukan pengujian pada menu pengaturan waktu dan pemilihan jeda waktu pengambilan data. Sebelum melakukan proses pengujian ini, seluruh data dan setting pada alat dikembalikan seperti semula untuk mengkondisikan alat pada keadaan belum terpakai. Setelah itu dilakukan proses pengujian pengaturan waktu dan pemilihan jeda waktu pengambilan data.

Pengujian menu pengaturan waktu dilakukan dengan cara mengisi data tanggal, bulan, tahun, hari, jam, dan menit melalui menu pengaturan waktu, kemudian melihat hasilnya pada tampilan menu utama alat. Untuk pengujian menu pemilihan jeda waktu pengambilan data dilakukan dengan cara

menjalankan menu pemilihan waktu jeda pengambilan data. Setelah masuk pada menu ini, pengguna akan diminta untuk memilih jeda waktu yang diinginkan. Apabila pengaturan telah selesai dilakukan akan muncul tampilan alat dalam kondisi *idle* seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.30.

Tampilan alat sebelum dilakukan proses pengaturan waktu ditunjukkan dalam Gambar 5.28.a dan tampilan alat setelah proses pengaturan waktu dilakukan ditunjukkan dalam Gambar 5.28.b.



(a)

(b)

Gambar 5.28. a. Sebelum dilakukan proses setting waktu,

b. Setelah dilakukan proses setting waktu

Tampilan alat sebelum dilakukan pemilihan jeda waktu ditunjukkan dalam Gambar 5.29.a, dan tampilan alat setelah dilakukan pemilihan jeda waktu ditunjukkan dalam Gambar 5.29.b.



(a)

(b)

Gambar 5.29. a. Sebelum memasukkan pengaturan jeda waktu,

b. Setelah memasukkan pengaturan jeda waktu

Tampilan alat setelah proses pengaturan awal selesai ditunjukkan dalam Gambar 5.30.



Gambar 5.30. Tampilan alat dalam kondisi *idle*

Dari hasil pengujian menu pengaturan waktu dan pemilihan jeda waktu, dapat disimpulkan bahwa menu-menu tersebut telah bekerja sesuai dengan perancangan.

5.8.2.2 Penggunaan Alat Dalam Proses Pengukuran

Dalam proses pengukuran, fungsi utama alat adalah mengkonversi tegangan analog sensor menjadi digital, membaca dan menampilkan hasil konversi serta menyimpan data beserta informasi tanggal dan waktu pengukuran. Untuk melengkapi alat dalam proses *monitoring*, data sensor hasil konversi akan ditampilkan secara *real time* saat alat dalam kondisi *idle*. Selain itu alat juga akan memberikan peringatan jika sensor mendeteksi adanya penyimpangan parameter air tambak yang telah ditetapkan.

Tujuan pengujian penggunaan alat dalam proses pengukuran ini adalah melakukan pengujian pengkonversian tegangan keluaran sensor, pembacaan dan penyimpanan hasil konversi serta pengujian pada tanda peringatan jika sensor digunakan pada air tambak yang tidak sesuai dengan parameter. Dalam proses pengujian ini dibutuhkan sensor-sensor yang terkait dalam perancangan, sumber DC variabel sebagai pengganti sensor dan air yang dikondisikan seperti air tambak untuk diukur. Selain itu juga dibutuhkan beberapa alat ukur yang digunakan tambak pada umumnya untuk dibandingkan dengan hasil keluaran alat dalam perancangan.



Gambar 5.31. Tampilan menu kalibrasi sensor pH

Untuk menguji hasil konversi, sensor dan sumber DC variabel dihubungkan pada alat dengan port yang berbeda. Pembagian port ditunjukkan dalam Tabel 5.3. Karena sensor pH setiap kali penggunaan harus dikalibrasi terlebih dahulu maka proses selanjutnya adalah menjalankan menu kalibrasi sensor pH untuk mengatur agar sensor sesuai dengan standar. Pengkalibrasian sensor pH ini dengan cara mencelupkan sensor pada larutan atau *buffer* pH yang telah diketahui nilainya kemudian mengatur potensiometer pada pengkondisi sinyal hingga alat menampilkan nilai pH sesuai dengan nilai yang dimiliki oleh larutan atau *buffer* tersebut. Selain menggunakan sensor pH nyata, dapat juga digunakan sumber DC variabel sebagai pengganti sensor pH ini. Setelah itu alat akan membaca hasil konversi sensor dan menampilkannya pada LCD.

Tabel 5.3. Tabel pembagian port ADC

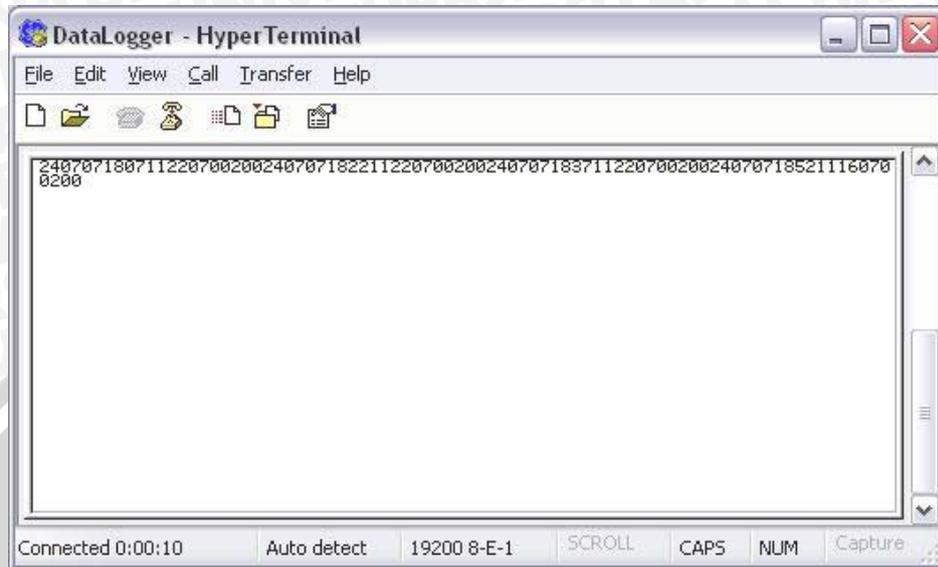
No	Port	Sensor
1	ADC7	Suhu
2	ADC6	pH

Alat melakukan penyimpanan data sensor dan waktu pengambilan data sesuai jeda waktu yang telah ditentukan. Pengujian dilakukan dengan cara memilih salah satu jeda waktu kemudian melakukan pengukuran pada air yang dikondisikan mirip dengan air tambak udang windu. Dalam pengujian ini dipilih jeda waktu 15 menit dan pengukuran dilaksanakan selama satu jam agar diperoleh empat kali penyimpanan data. Pada saat tertentu waktu melakukan pengujian ini, air tambak diberikan air es agar suhu air menjadi diluar parameter yang ditetapkan. Tujuan pemberian air es ini adalah untuk sekaligus menguji tanda peringatan apakah dapat bekerja bila air tidak sesuai dengan kriteria air tambak yang baik.

**Gambar 5.32.** Perbandingan hasil konversi alat dengan alat ukur lain

Hasil pengujian penggunaan alat dalam proses pengukuran ini menunjukkan kesesuaian antara hasil konversi dengan alat ukur lain yang biasa digunakan di tambak pada umumnya. Gambar 5.32. menunjukkan perbandingan antara alat perekam data dengan alat ukur lain. Penyimpanan data dalam EEPROM dapat dilihat dalam Gambar 5.33. Isi dalam *window hyper terminal* tersebut merupakan isi EEPROM yang dihasilkan melalui penyimpanan data sensor yang telah dilakukan selama satu jam. Ketika mendapati suhu air yang tidak sesuai, data akan tetap direkam dan sekaligus tanda peringatan diaktifkan.

Dengan hasil yang telah diuraikan, maka dapat disimpulkan bahwa pengujian penggunaan alat dalam proses pengukuran telah berjalan sesuai dengan yang direncanakan.



Gambar 5.33. Isi EEPROM setelah digunakan untuk menyimpan data setiap 15 menit selama satu jam

5.8.2.3 Pemindahan Data ke Komputer

Proses pemindahan data ke PC adalah proses yang penting setelah proses penyimpanan data. Dengan adanya fasilitas ini, operator tidak perlu lagi untuk melakukan pencatatan pada buku maupun memasukkan data pada PC secara manual. Dalam proses pemindahan data ke PC dibutuhkan perangkat lunak khusus pada PC yang mampu membaca data yang dikirimkan oleh alat.

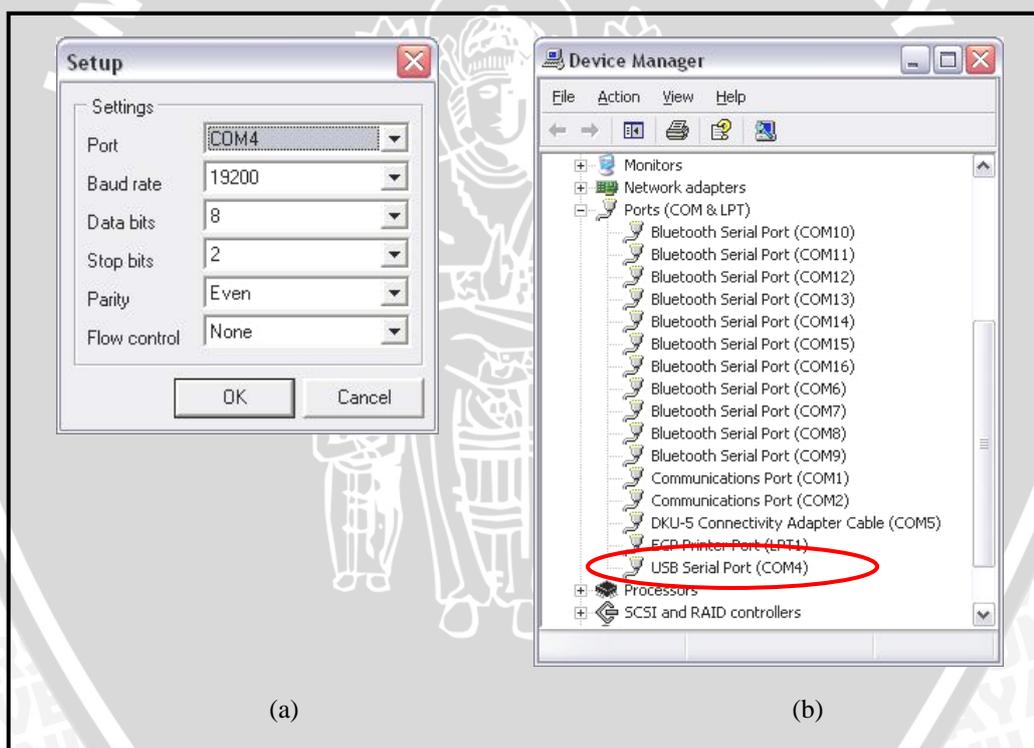


Gambar 5.34. Info “Found New Hardware” pada *notification area*

Tujuan pengujian ini adalah memastikan bahwa komunikasi data antara alat dengan PC dapat berjalan sesuai dengan perancangan. Dalam pengujian ini dibutuhkan seperangkat PC dengan sistem operasi Windows yang memiliki

saluran USB dan perangkat lunak yang telah dibuat untuk pengujian komunikasi serial.

Pengujian diawali dengan menghubungkan alat ke PC melalui saluran USB. Kemudian *notification area* pada taskbar Windows akan menampilkan pesan “*Found New Hardware*” dan kita diminta untuk memasang *driver* yang sesuai untuk alat ini. Driver yang diminta ini sebenarnya adalah *driver* untuk USB *serial converter*. Setelah pemasangan *driver* selesai, program yang telah dibuat dapat digunakan untuk berkomunikasi dengan alat. Setiap awal penggunaan alat pengguna diminta untuk mengatur *setting* saluran serial yang digunakan oleh USB *serial converter* seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.35.a. Pemilihan port yang digunakan harus sesuai dimana USB *Serial Converter* ter-*instal*. Gambar 5.34.b adalah contoh cara untuk mengetahui port COM yang digunakan USB *Serial Converter*.



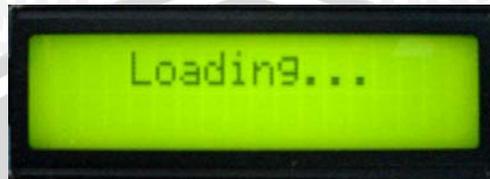
Gambar 5.35. a. Tampilan menu pengaturan port serial yang digunakan oleh alat,

b. Tampilan *window device manager* untuk mengetahui alamat port serial yang digunakan

Sebelum pembacaan oleh program dilakukan, pengguna harus mengirimkan data yang ada pada alat dengan cara memilih menu kirim data pada alat. Selanjutnya pengguna dapat melakukan pembacaan data yang telah disimpan dalam alat pada program PC. Hasil pengujian percobaan komunikasi ditunjukkan dalam Gambar 5.36.a dan Gambar 5.36.b. Data yang sudah

ditampilkan ini kemudian dapat disimpan sebagai arsip dalam bentuk teks atau *spreadsheet* dengan menekan tombol simpan baik pada menu maupun *toolbar*.

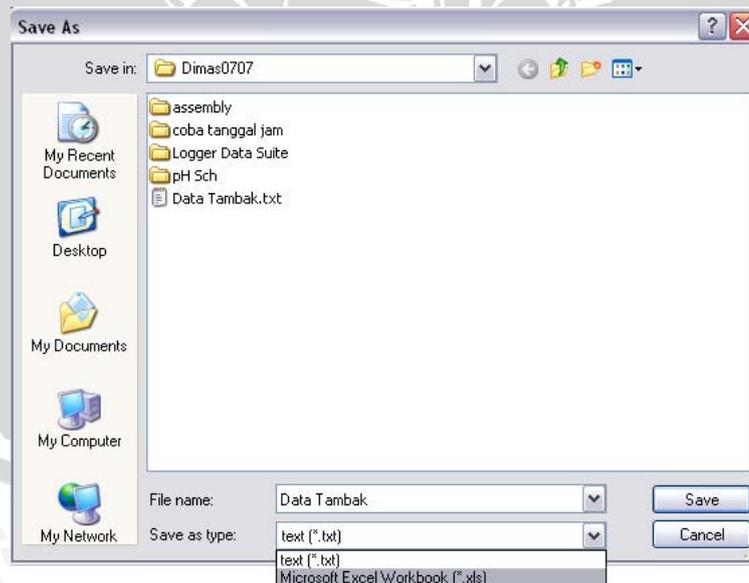
Pada pengujian komunikasi antara alat dengan PC, alat dapat mengirimkan data yang tersimpan dalam EEPROM dan ditampilkan pada program PC dengan benar. Dari hasil pengujian ini dapat disimpulkan bahwa komunikasi antara PC dengan alat telah bekerja sesuai dengan perancangan.



Gambar 5.36. a. Tampilan pada alat saat mengirimkan data pada PC

No	Tanggal	Pukul	Suhu(C)	pH	Salinitas(°/oo)	DO(ppm)
1	24/07/07	18:07:11	22	7,0	5-40	00
2	24/07/07	18:22:11	22	7,0	5-40	00
3	24/07/07	18:37:11	22	7,0	5-40	00
4	24/07/07	18:52:11	16	7,0	5-40	00
5						
6						

Gambar 5.36. b. Tampilan program PC setelah melakukan pembacaan data alat



Gambar 5.37. Tampilan program saat melakukan penyimpanan data di PC

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian alat perekam data kualitas air tambak udang windu yang dapat diantarmuka dengan PC, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. ADC internal mikrokontroler ATmega8535 yang digunakan sebagai konverter tegangan analog menjadi digital dapat mengkonversi tegangan dengan baik mengacu pada Pengujian 5.1. Dalam pengujian selisih rata-rata hasil konversi antara teori dan praktik adalah 1,025.
2. Sistem peringatan dapat bekerja pada saat terjadi penyimpangan hasil pengukuran terhadap parameter yang telah ditentukan. Relai untuk mengaktifkan tanda peringatan beserta pengendalinya telah bekerja sesuai yang diharapkan.
3. Dengan menggunakan EEPROM eksternal yang memiliki kapasitas 8K byte, alat mampu menyimpan data hasil pengukuran sensor-sensor, data waktu dan tanggal pengukuran sampai 8192 data. Dengan jumlah data sebanyak ini, maka dengan pengaturan penyimpanan data dengan selang waktu setiap 15 menit dalam satu hari, memori akan penuh kurang lebih setelah 7 hari. Dengan pengaturan penyimpanan data dengan selang waktu setiap 30 menit dalam satu hari, memori akan penuh kurang lebih setelah 14 hari. Dengan pengaturan penyimpanan data dengan selang waktu setiap 1 jam dalam satu hari, memori akan penuh kurang lebih setelah 28 hari.
4. Komunikasi serial antara mikrokontroler dengan PC berjalan dengan baik. Semua data yang dikirimkan mikrokontroler akan disimpan sementara pada memori PC. Hal ini mungkin untuk dilakukan jika data yang dikirim tidak terlalu besar.
5. *Software* PC yang dirancang mampu menampilkan semua data yang telah disimpan dalam EEPROM sebanyak 8192 buah. Data yang telah ditampilkan ini dapat disimpan dalam bentuk teks atau *comma separated values* yang dapat dikonversi ke *spreadsheet* dan dapat dibaca PC kembali dengan baik mengacu pada Pengujian 5.8.2.3.

6.2 Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut ada beberapa hal yang dapat ditambahkan dalam alat ini antara lain:

1. Selain ketiga sensor yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan alat ini, masih banyak parameter kualitas air tambak yang perlu diukur. Oleh karena itu maka perlu dicoba dirancang untuk sensor yang lain karena masih banyak ADC yang belum digunakan.
2. Penggunaan EEPROM dengan kapasitas yang lebih besar atau penambahan beberapa memori yang sama pada jalur I²C dapat dilakukan untuk menambah daya tampung data yang disimpan.
3. Untuk mengantisipasi penulisan ulang pada EEPROM, maka perlu dirancang sebuah sistem peringatan ketika memory telah terisi penuh.
4. Pendeteksian alamat port serial secara otomatis dapat ditambahkan pada program komputer agar lebih pengguna tidak perlu mencari pada *device manager*.



DAFTAR PUSTAKA

- Adiwijaya, Darmawan. 2003. *Kunci Sukses Budidaya Udang Sistem Tertutup Secara Berkelanjutan*. Jepara: BBPBAP.
- Amri, Khairul. 2003. *Budidaya Udang Windu Secara Intensif*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Anonim. 1993. *MM54C922MM74C92216-KeyEncoder, MM54C923MM74C92320-KeyEncoder*. USA: National Semiconductor Corporation. <http://www.national.com>. Diakses 21 Januari 2007.
- Anonim. 2000. *Budidaya Tambak Udang*. Jakarta: Proyek Pengembangan Ekonomi Masyarakat Pedesaan, Bappenas. <http://www.ristek.go.id>. Diakses 10 Januari 2007.
- Anonim. 2002. *FT232BM USB UART (USB-Serial) I.C.*. United Kingdom, Glasgow: Future Technology Devices Intl. Ltd. <http://www.ftdichip.com>. Diakses 6 September 2006.
- Anonim. 2002. *2-Wire Serial EEPROM 64K (8192x8) AT24C64*. USA, San Jose: Atmel Corporation. <http://www.atmel.com/literatur>. Diakses 2 September 2006.
- Anonim. 2004. *8-Bit AVR Microcontroller with 8K Bytes In-System Programmable Flash ATmega8535*. USA, San Jose: Atmel Corporation. <http://www.atmel.com/literatur>. Diakses 7 Februari 2005.
- Anonim. 2005. *DS1307 64 x 8, Serial, I²C Real-Time Clock*. USA, Sunnyvale: Maxim/Dallas Semiconductor Corporation. <http://www.maxim-ic.com>. Diakses 2 September 2006.
- Anonim. 2005. *LMB162ABC LCD Module User Manual*. Shenzhen: TOPWAY Technology Co., Ltd. <http://www.topwaydisplay.com>. Diakses 28 Januari 2007.
- Anonim. 2006. "Tambak Udang", *Wikipedia Indonesia Tahun 2006*. http://id.wikipedia.org/wiki/Tambak_udang. Diakses 10 Januari 2007.
- Budiharto, Widodo dan Gamayel Rizal. 2007. *Belajar Sendiri 12 Proyek Mikrokontroler untuk Pemula*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Malvino, Albert Paul. 2003. *Electronic Principles*. Jilid 1, terjemahan Alb. Joko Santoso. Jakarta: Salemba Teknika.
- Peacock, Craig. 2002. *USB in a Nutshell, Making Sense of the USB Standard*. <http://www.beyondlogic.org>. Diakses 6 September 2006.
- Pramono, Djoko. 1999. *Mudah Menguasai Delphi 3.0. Jilid Dua*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.

- Rachmatun, S. S. Mujiman, A. 2001. *Budidaya Udang Windu*. Depok: Penebar Swadaya.
- Taslihan, A. Supito. Sutikno, E. Callinan, R. B. 2003. *Teknik Budidaya Udang Secara Benar*. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau.
- Tim Teknis Innovative Electronics dan FDBS. 2000. *Komunikasi antar IC dengan IIC*. Surabaya: Innovative Electronics. <http://www.innovativeelectronics.com>. Diakses 10 Januari 2007.
- Tim Wahana Komputer. 2005. *Membuat Program Kreatif dan Profesional dengan Delphi*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Wardhana, Lingga. 2006. *Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega8535*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Zakaria, Teddy Marcus. 2003. *Pemrograman Delphi untuk Pemula: IDE dan Struktur Pemrograman*. Bandung: Ilmu Komputer. <http://www.ilmukomputer.com>. Diakses 30 Juni 2004.

