



**DETEKTOR KETINGGIAN AIR PADA RUNWAY PESAWAT TERBANG
UNTUK MENCEGAH KECELAKAAN PESAWAT AKIBAT PERISTIWA
HYDROPLANING MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER AT89S51**

SKRIPSI

Disusun dalam rangka penyelesaian Studi Strata I
Untuk memperoleh gelar Sarjana Sains

Oleh:

Faiq Nur Zaman
4250403015

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2010

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi dengan judul "Detektor Ketinggian Air Pada Runway Pesawat Terbang Untuk Mencegah Kecelakaan Pesawat Akibat Peristiwa *Hydroplaning* Menggunakan Mikrokontroller AT89S51" ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian skripsi.

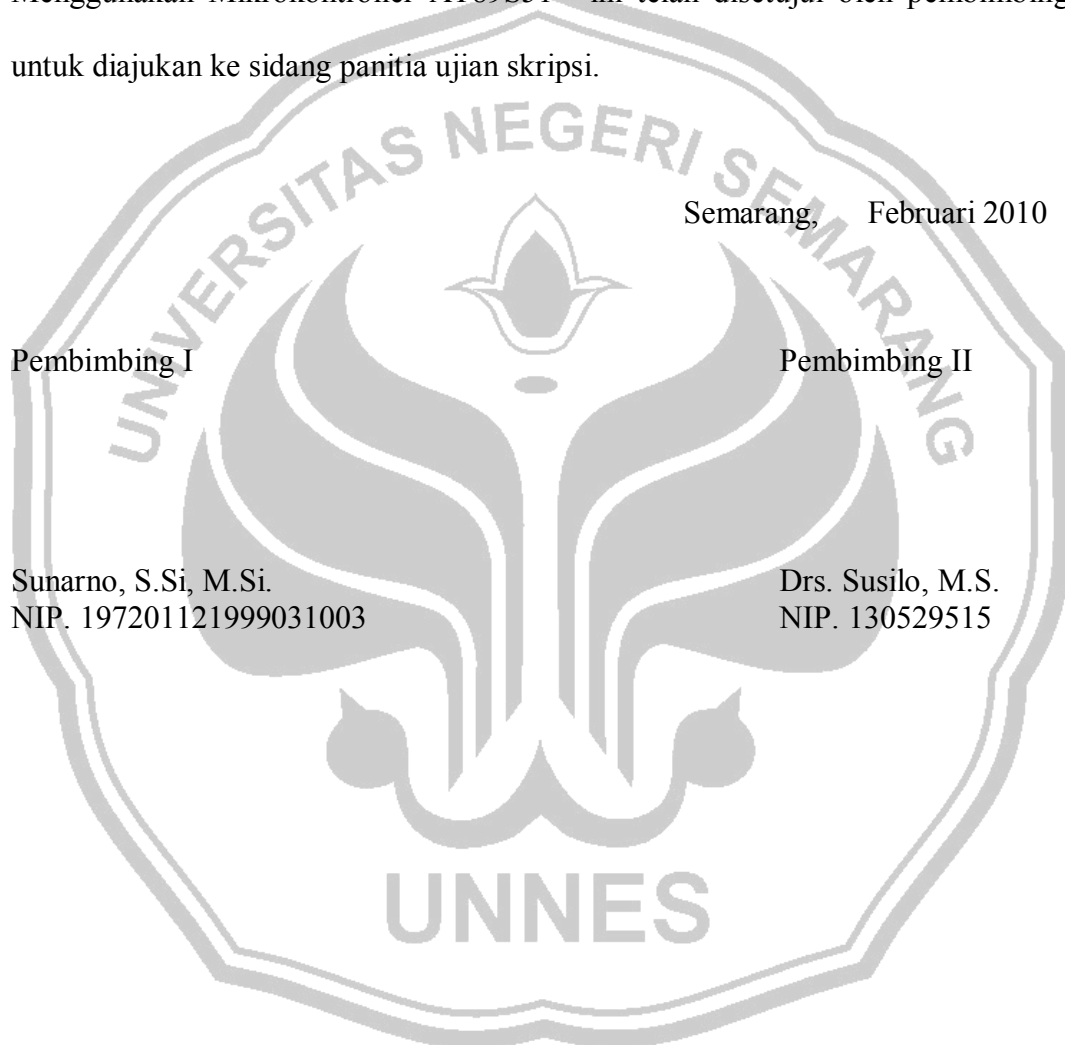
Semarang, Februari 2010

Pembimbing I

Pembimbing II

Sunarno, S.Si, M.Si.
NIP. 197201121999031003

Drs. Susilo, M.S.
NIP. 130529515



PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul:

Detektor Ketinggian Air Pada Runway Pesawat Terbang Untuk Mencegah Kecelakaan Pesawat Akibat Peristiwa *Hydroplaning* Menggunakan Mikrokontroller AT89S51

Disusun oleh:

Nama : Faiq Nur Zaman

NIM : 4250403015

Telah dipertahankan di hadapan sidang panitia ujian skripsi FMIPA UNNES pada tanggal 23 Februari 2010

Panitia:

Ketua,

Sekretaris

Dr. Kasmadi Imam S, M.S.
NIP. 195111151979031001

Dr. Putut Marwoto, M.S.
NIP.196308211988031004

Ketua Penguji

Dr. Agus Yulianto.
NIP.

Anggota penguji/
Pembimbing Utama

Anggota Penguji/
Pembimbing Pendamping

Sunarno, S.Si, M.Si.
NIP.197201121999031003

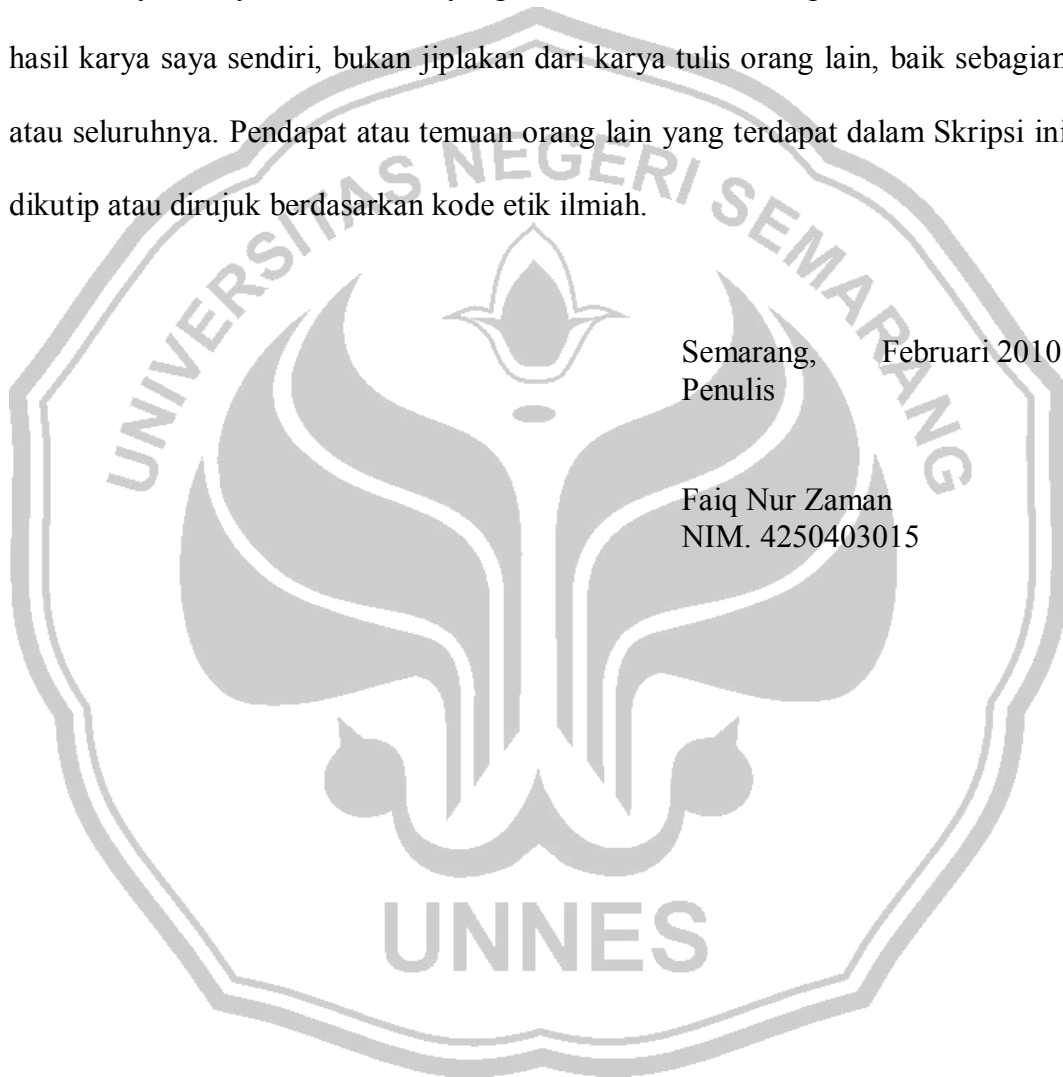
Drs. Susilo, M.S.
NIP. 130529515

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa yang tertulis di dalam Skripsi ini benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam Skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang, Februari 2010
Penulis

Faiq Nur Zaman
NIM. 4250403015



MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Muslim yang terbaik adalah orang yang paling banyak manfaatnya bagi sesama”

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua, umi-abi, atas kasih sayangnya yang tiada henti.
2. Keluarga dirumah dan di Jepara.
3. Kedua dosen pembimbing, Bapak Sunarno, S.Si, M.Si selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Drs. Susilo, M.S selaku Dosen Pembimbing II.
4. Bapak Dr. Supriyadi, M.Si.
5. Gendukku tercinta

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan semesta alam, pemilik kekuasaan setiap diri manusia atas segala limpahan nikmat, rahmat dan karunianya, sehingga skripsi dengan judul **”Detektor Ketinggian Air Pada Runway Pesawat Terbang Untuk Mencegah Kecelakaan Pesawat Akibat Peristiwa Hydroplaning Menggunakan Mikrokontroller AT89S51”** dapat diselesaikan sesuai dengan harapan.

Perlu disadari bahwa skripsi ini tidak dapat selesai tanpa bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu dengan kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

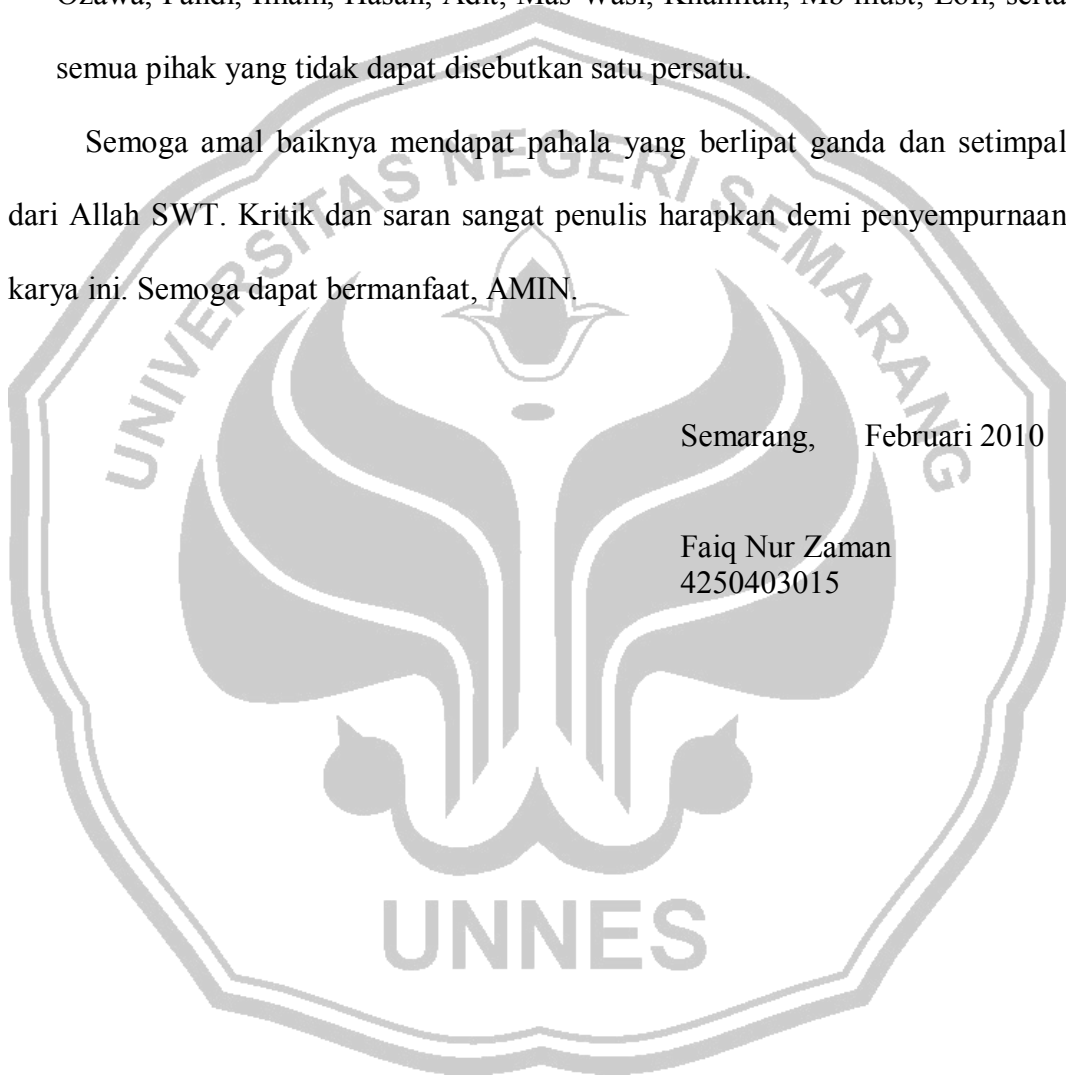
1. Dosen Pembimbing skripsi, Bapak Sunarno, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing I, Bapak Drs. Susilo, M.S selaku dosen pembimbing II atas waktu, motivasi tiada henti dan kesabaran yang diberikan untuk selalu mengarahkan, membimbing dalam proses penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Dr. Supriyadi, M.Si atas berbagai dorongan moril maupun materil.
3. Bapak Dr. Agus Yulianto, M.Si atas bimbingannya.
4. Bapak Dr. Putut Marwoto, M.S selaku Ketua Jurusan Fisika.
5. Bapak Prof. Rer. nat Wahyu Hardyanto, selaku dosen wali.
6. Bapak Prof. Dr. Supriyadi Rustad atas saran-sarannya.
7. Bapak Dr. H. Masrukhi, M.Pd atas saran dan didikannya.
8. Keluarga dirumah dan di Jebara.
9. Umi, Abi atas segala doa dan curahan kasih sayangnya.

10. Mas-masku mas irwan, mas zaenal, mas puji.
11. Gendukku tercinta, atas segala perhatian dan motivasinya.
12. Adekku Elly, Neus, Riski, dan Widi.
13. Teman-teman seperjuangan QQ, Lophe, Mas Edo, Mas Yusuf, Umam, Aqiem Ozawa, Fandi, Imam, Hasan, Adit, Mas Wasi, Khanifah, Mb must, Lofi, serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga amal baiknya mendapat pahala yang berlipat ganda dan setimpal dari Allah SWT. Kritik dan saran sangat penulis harapkan demi penyempurnaan karya ini. Semoga dapat bermanfaat, AMIN.

Semarang, Februari 2010

Faiq Nur Zaman
4250403015



ABSTRAK

Faiq Nur Zaman. 2010. “Detektor Ketinggian Air Pada Runway Pesawat Terbang Untuk Mencegah Kecelakaan Pesawat Akibat Peristiwa *Hydroplaning* Menggunakan Mikrokontroller AT89S51”. Skripsi Jurusan Fisika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang. Pembimbing I : Sunarno, S.Si, M.Si, Pembimbing II : Drs. Susilo, M.S.

Kecelakaan transportasi udara akibat peristiwa *hydroplaning* yang terjadi di Indonesia banyak disebabkan oleh faktor cuaca. *Hydroplaning* adalah peristiwa tergilincirnya ban karena adanya genangan air. Genangan air yang ada pada landasan pacu pesawat terbang menyebabkan sistem pengereman pesawat menjadi tidak berfungsi dengan baik. Untuk mencegah terjadinya kecelakaan akibat *hydroplaning* diperlukan sebuah sistem deteksi dini (*early warning system*) yang mampu mendeteksi ketinggian air pada landasan pacu pesawat terbang. Detektor dapat dibuat menggunakan mikrokontroller ATMEL AT89S51. Ada 2 (dua) tahapan yang dilakukan dalam pembuatan, yaitu perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*).

Hasil penelitian yang telah dilakukan adalah terciptanya detektor ketinggian air berbasis mikrokontroller ATMEL AT89S51 untuk membantu petugas bandara dalam mengambil keputusan terhadap kemungkinan terjadinya kecelakaan pesawat akibat peristiwa *hydroplaning*. Melalui serangkaian pengujian, detektor ini dapat bekerja dengan baik. Tingkat pengukuran alat yang cukup memadai, dengan tinggi pengukuran maksimal 11,58 cm, ambang batas minimal (*threshold*) 0,27 cm, ambang batas maksimal 11,61 cm dan nst 0,54 cm.

Kata Kunci: *Hydroplaning*, Mikrokontroller AT89S51

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
1.5 Pembatasan Masalah	5
1.6 Sistematika Skripsi.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 <i>Runway</i>	8
2.2 Gaya gesekan	10
2.3 <i>Hydroplaning</i>	11
2.4 Mikrokontroler AT89S51	13
2.5 Sensor <i>Optocoupler</i>	16
2.6 Rangkaian Komparator.....	17
2.7 Komunikasi Data Serial.....	18
2.8 Relay.....	20
2.9 Pemrograman Delphi	21

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1	Tempat Penelitian	23
3.2	Perancangan Alat	
3.2.1	Desain Sensor Ketinggian Air	24
3.2.2	Desain Rangkaian Kendali.....	27
3.2.3	Desain Program Tampilan Data	28
3.2.4	Desain Output Indikator.....	29
3.2.5	Desain Box Rangkaian Kendali	29
3.2.6	Desain Pemasangan Alat.....	29
3.3	Langkah Pengujian Alat	
3.3.1	Langkah Pengujian Sensor Ketinggian Air.....	30
3.3.2	Langkah Pengujian Rangkaian Kendali.....	33
3.3.3	Langkah Pengujian Komunikasi Serial.....	34
3.3.4	Langkah Pengujian Alat Keseluruhan	37
3.4	Metode Analisa Data	39
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Hasil Penelitian	
4.1.1	Perangkat Keras.....	42
4.1.2	Perangkat Lunak	44
4.2	Pengujian Alat	
4.2.1	Pengujian Sensor Ketinggian Air	46
4.2.2	Pengujian Rangkaian Kendali	47
4.2.3	Pengujian Komunikasi Serial	49
4.2.4	Pengujian Alat Keseluruhan.....	53
BAB 5 PENUTUP		
5.1	Simpulan.....	56
5.2	Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA		58
LAMPIRAN		61

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Tampak Atas Unsur-unsur <i>Runway</i>	8
Gambar 2.2 Zona Tapak Ban	11
Gambar 2.3 Ilustrasi Peristiwa <i>Hydroplaning</i>	12
Gambar 2.4 Konfigurasi Pin Mikrokontroler AT89S51	14
Gambar 2.5 Bentuk <i>Optocoupler</i>	16
Gambar 2.6 Skema Rangkaian Perbandingan	17
Gambar 2.7 Bentuk Konfigurasi Pin IC MAX 232	19
Gambar 2.8 Port DB9 Jantan.....	19
Gambar 2.9 Port DB9 Betina	19
Gambar 2.10 Jenis Konstruksi Relay.....	21
Gambar 3.1 Diagram Blok Desain Alur Kerja Alat	23
Gambar 3.2 Desain Sensor Ketinggian Air.....	24
Gambar 3.3 Desain Lempeng Sensor.....	25
Gambar 3.4 Desain Penempatan Sensor <i>Optocoupler</i>	26
Gambar 3.5 Desain Rangkaian Kendali	27
Gambar 3.6 Desain Pemasangan Alat.....	30
Gambar 3.7 Diagram Koneksi Pengujian Rangkaian Sensor.....	31
Gambar 3.8 Diagram Koneksi Pengujian Rangkaian Kendali.....	34
Gambar 3.9 Diagram Koneksi Pengujian Rangkaian Komunikasi Serial	35
Gambar 3.10 Pengaturan Komunikasi <i>Hyperterminal</i>	36
Gambar 3.11 Diagram Koneksi Pengujian Alat Keseluruhan.....	37
Gambar 3.12 Pengaturan Software Rancang Bangun Alat	38
Gambar 4.1 Hasil Rancang Bangun Detektor Ketinggian Air	42
Gambar 4.2 Software Kendali Rancang Bangun Alat	44
Gambar 4.3 Rangkaian Sensor Ketinggian Air	47
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Pengukuran Data Alat (Sensor 1) dan Penggaris	54

Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Pengukuran Data Alat (Sensor 2)

dan Penggaris55



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Daftar Kecelakaan Pesawat Akibat Peristiwa <i>Hydroplaning</i>	12
Tabel 2.2 Konfigurasi Pin DB9	20
Tabel 3.1 Tabel Pengamatan Pengujian Rangkaian Sensor	32
Tabel 3.2 Tabel Pengamatan Pengujian Rangkaian Kendali	33
Tabel 3.3 Tabel Pengamatan Pengujian Rangkaian Komunikasi Serial	36
Tabel 3.4 Tabel Pengamatan Pengujian Rangkaian Alat Keseluruhan	39
Tabel 4.1 Tabel Hasil Pengujian Sensor Ketinggian Air	46
Tabel 4.2 Tabel Hasil Pengujian Rangkaian Kendali	48
Tabel 4.3 Tabel Hasil Pengujian Rangkaian Komunikasi Serial	49
Tabel 4.4 Tabel Perbandingan Hasil Pengujian Rangkaian Komunikasi Serial dengan Tabel Daftar ASCII	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1 Gambar Rangkaian Alat Keseluruhan.....	61
Lampiran 2 Gambar Rangkaian Sensor dan Komparator	62
Lampiran 3 Program Uji Mikrokontroler AT89S51.....	63
Lampiran 4 Program Uji Komunikasi Serial.....	64
Lampiran 5 Tabel Nilai Rho.....	65
Lampiran 6 Tabel karakter ASCII.....	66
Lampiran 7 Data Hasil Pengujian Alat Keseluruhan.....	67
Lampiran 8 Perhitungan Data Sensor 1	69
Lampiran 9 Perhitungan Data Sensor 2	71
Lampiran 10 Program <i>Assembly</i> Rancang Bangun Alat Keseluruhan	73

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya jumlah arus lalu lintas yang terjadi di darat, laut, maupun udara menuntut manusia agar lebih waspada akan terjadinya kecelakaan. Kecelakaan lalu lintas dapat terjadi akibat *human error* atau karena faktor lingkungan. Kecelakaan tergelincirnya pesawat terbang saat mendarat pada beberapa tahun terakhir ini, disebabkan oleh kondisi landasan pacu pesawat terbang yang tergenangi air akibat hujan yang terus menerus. Pada tahun 2004, pesawat LNI 538 Lion Air tergelincir di bandara Adi Sumarmo Solo saat melakukan pendaratan dalam kondisi landasan yang basah. Berdasarkan hasil investigasi KNKT (Komite Nasional Keselamatan Transportasi), kecelakaan disebabkan oleh peristiwa *Hydroplaning* (Tempo Interaktif: 2005). Peristiwa serupa akibat *Hydroplaning* juga terjadi kembali pada tahun 2005, kali ini menimpa pesawat Lion Air dengan nomor penerbangan GT 791 jurusan Ambon-Makassar di bandara Hasanudin Makassar. Kemudian setidaknya tercatat, terjadi kecelakaan pesawat sebanyak 1 (satu) kali setiap tahunnya dari tahun 2006-2008 akibat peristiwa *Hydroplaning* (wikipedia: 2009).

Menurut Jazar (2008), *hydroplaning* adalah peristiwa tergelincirnya ban karena adanya genangan air. Genangan air yang ada pada landasan pacu pesawat terbang menyebabkan sistem pengereman pesawat menjadi tidak berfungsi dengan baik. Kecelakaan akibat *hydroplaning* ini sering terjadi pada saat pesawat

melakukan pendaratan atau lepas landas. Pabrik pesawat Boeing pernah meneliti ratusan peristiwa kecelakaan pesawat terbang yang terjadi di seluruh dunia pada tahun 1960-2000. Hasilnya, total *loss accidents* cenderung terjadi pada empat menit terakhir menjelang pendaratan dan dua menit pertama sesaat lepas landas (Flight International: 2001). Dengan demikian, apabila dalam kondisi normal proses pendaratan merupakan proses yang berbahaya, apalagi jika kondisi landasan pacu pesawat terbang tergenangi oleh air.

Indonesia khususnya sebagai negara yang beriklim tropis dengan curah hujan yang tinggi setiap tahunnya memungkinkan untuk dapat terjadi kecelakaan akibat *hydroplaning* yang lebih sering dibandingkan dengan negara-negara lain. Untuk itu, seharusnya selain regulasi yang diperbaiki, dapat dibuat sebuah sistem yang mampu memberi informasi kepada pihak yang berwenang di bandara mengenai kondisi ketinggian air pada landasan pacu pesawat terbang agar dapat diambil tindakan pencegahan terhadap peristiwa *hydroplaning*.

Sementara ini, untuk memonitoring ketinggian air pada landasan pacu pesawat terbang di Indonesia masih menggunakan cara manual. Petugas bandara akan terjun langsung melihat ketinggian air di daerah landasan pacu pesawat terbang pada saat turun hujan. Tentunya cara ini sangat tidak efektif. Pada satu sisi yang lain, sistem deteksi ketinggian air di Indonesia sebenarnya sudah banyak dikembangkan, baik untuk memonitoring ketinggian air di sungai-sungai sebagai *flood early warning*, maupun memonitoring ketinggian air pada bak-bak penampungan air, akan tetapi ukuran yang dipakai sebagai ambang batas pada detektor-detektor tersebut masih dalam skala inchi dan meter. Sedangkan seperti

diketahui, ambang batas yang dipakai untuk mencegah peristiwa *hydroplaning* pada landasan pacu pesawat terbang sudah menggunakan skala cm (centimeter), untuk itu perlu dibuat sistem deteksi khusus yang dapat membaca ketinggian air sampai dengan skala cm (centimeter). Jadi, dengan demikian, permasalahan yang perlu dipecahkan dalam membuat sistem deteksi ketinggian air pada landasan pacu pesawat terbang di Indonesia pada dasarnya adalah bagaimana membuat sistem deteksi ketinggian air yang mampu memberi informasi langsung kepada petugas bandara tanpa terjun langsung ke landasan pacu pesawat terbang, dan bagaimana membuat sistem deteksi ketinggian air pada landasan pacu pesawat terbang yang mampu mengukur sampai skala cm (centimeter).

Melihat perkembangan teknologi yang ada sekarang dengan munculnya mikrokontroler, seperti mikrokontroler jenis ATMEL AT89S51 tentunya untuk membuat sistem pendeteksi ketinggian air bukan hal yang mustahil lagi. Kemampuan mikrokontroler AT89S51 dalam berintegrasi dengan berbagai macam komponen elektronik, harganya yang murah serta bahasa pemrograman yang kompatibel dengan berbagai mode bahasa seperti bahasa C, bahasa *Assembly*, dan bahasa BASIC merupakan kemudahan tersendiri untuk menciptakan teknologi sistem pendeteksi ketinggian air pada landasan pacu pesawat terbang yang teliti dan canggih.

Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan, penulis memberikan solusi alternatif untuk menciptakan sistem pendeteksi dini bahaya kecelakaan akibat peristiwa *hydroplaning* melalui tulisan skripsi dengan judul DETEKTOR KETINGGIAN AIR PADA RUN-WAY PESAWAT TERBANG UNTUK

MENCEGAH KECELAKAAN PESAWAT AKIBAT PERISTIWA *HYDROPLANING* MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER AT89S51.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan dalam penyusunan skripsi ini adalah bagaimana membuat alat yang mampu memberi informasi secara langsung ketinggian air pada landasan pacu pesawat terbang sehingga dapat membantu pihak pengelola bandara dalam mengambil keputusan terhadap kemungkinan terjadinya kecelakaan pesawat terbang akibat peristiwa *hydroplaning*.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penyusunan skripsi ini adalah membuat alat yang mampu memberi informasi secara langsung ketinggian air pada landasan pacu pesawat terbang sehingga dapat membantu pihak pengelola bandara dalam mengambil keputusan terhadap kemungkinan terjadinya kecelakaan pesawat terbang akibat peristiwa *hydroplaning*.

1.4 Manfaat

Manfaat penyusunan skripsi ini antara lain:

1. Bagi Penulis

Sebagai sarana belajar membuat penelitian sederhana, membuat dan mengaplikasikan teknologi mikrokontroller yang bermanfaat bagi pengguna dan pengelola jasa transportasi udara, khususnya pelaku bisnis transportasi udara, departemen perhubungan udara, dan pihak pengelola bandara.

2. Bagi Pembaca

Dapat dijadikan sebagai salah satu referensi untuk mengembangkan model maupun desain rancang bangun alat yang sejenis.

3. Bagi Pihak Penyedia Layanan Transportasi Udara

Membantu memberikan salah satu solusi dalam upaya mengurangi dan mengantisipasi kecelakaan pesawat terbang terutama akibat peristiwa *hydroplaning*.

1.5 Pembatasan Masalah

Fokus pembahasan dalam penelitian ini dibatasi oleh 2 (dua) hal, masalah rancang bangun alat dan sistem pengujiannya. Pengujian dilakukan dalam skala laboratorium, sedangkan untuk uji coba alat pada landasan pacu pesawat terbang belum dilakukan.

1.6 Sistematika Skripsi

Sistematika penulisan dalam skripsi ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

BAB1 PENDAHULUAN

1.7 Latar Belakang

1.8 Rumusan Masalah

1.9 Pembatasan Masalah

1.10 Tujuan

1.11 Manfaat

1.12 Sistematika Skripsi

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

- 2.10 *Runway*
- 2.11 Gaya Gesekan
- 2.12 *Hydroplaning*
- 2.13 Mikrokontroler AT89S51
- 2.14 Sensor *Optocoupler*
- 2.15 Rangkaian Komparator
- 2.16 Komunikasi Data Serial
- 2.17 Relay
- 2.18 Pemrograman Delphi

BAB 3 METODE PENELITIAN

- 3.4 Tempat Penelitian
- 3.5 Perancangan Alat
 - 3.2.7 Desain Sensor Ketinggian Air
 - 3.2.8 Desain Rangkaian Kendali
 - 3.2.9 Desain Program Tampilan Data
 - 3.2.10 Desain Output Indikator
 - 3.2.11 Desain Box Rangkaian Kendali
 - 3.2.12 Desain Pemasangan Alat
- 3.6 Langkah Pengujian Alat
 - 3.3.5 Langkah Pengujian Sensor Ketinggian Air
 - 3.3.6 Langkah Pengujian Rangkaian Kendali
 - 3.3.7 Langkah Pengujian Komunikasi Serial

3.3.8 Langkah Pengujian Alat Keseluruhan

3.5 Metode Analisa Data

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.3 Hasil Penelitian

1.3.1. Perangkat Keras

1.3.2. Perangkat Lunak

4.4 Pengujian Alat

4.2.5 Pengujian Sensor Ketinggian Air

4.2.6 Pengujian Rangkaian Kendali

4.2.7 Pengujian Komunikasi Serial

4.2.8 Pengujian Alat Keseluruhan

BAB 5 PENUTUP

5.3 Simpulan

5.4 Saran

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

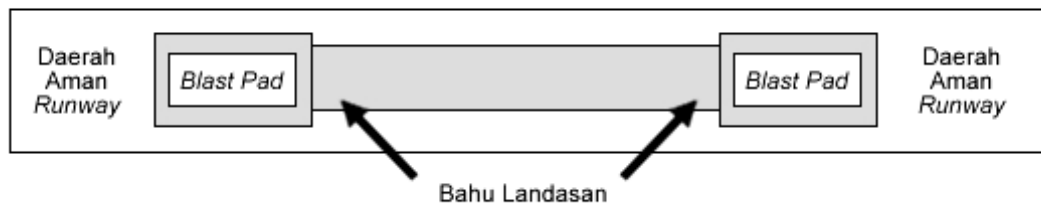


BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

1.7 Runway

Runway adalah bagian memanjang dari sisi darat *aerodrom* yang disiapkan untuk tinggal landas dan mendarat pesawat terbang. Sistem *runway* di suatu bandara terdiri dari perkerasan struktur, bahu landasan (*shoulder*), bantal hembusan (*blast pad*), dan daerah aman *runway* atau *runway end safety area* (Taufik, H dan A. Sandhyavitri: 2005). Jika dilihat dari atas, maka struktur *runway* dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Tampak Atas Unsur-Unsur *Runway* (Sumber: <http://www.scribd.com>)

Uraian dari sistem *runway* dijelaskan sebagai berikut:

1. Perkerasan struktur mendukung pesawat sehubungan dengan beban struktur, kemampuan manuver, kendali, stabilitas dan kriteria dimensi serta operasi lainnya.
2. Bahu landasan (*shoulder*) yang terletak berdekatan dengan pinggir perkerasan struktur menahan erosi hembusan jet dan menampung peralatan untuk pemeliharaan dan keadaan darurat.

3. Bantal hembusan (*blast pad*) adalah suatu daerah yang dirancang untuk mencegah erosi permukaan yang berdekatan dengan ujung-ujung *runway* yang menerima hembusan jet yang terus-menerus atau yang berulang.
4. Daerah aman *runway* (*runway end safety area*) adalah daerah yang bersih tanpa benda-benda yang mengganggu, diberi drainase, rata dan mencakup perkerasan struktur, bahu landasan, bantal hembusan dan daerah perhentian. Daerah ini selain harus mampu untuk mendukung peralatan pemeliharaan dan dalam keadaan darurat juga harus mampu mendukung pesawat seandainya pesawat karena sesuatu hal keluar dari landasan.

Pada permukaan *runway* sangat dihindari adanya genangan air, karena adanya genangan air mengakibatkan permukaan sangat licin bagi roda pesawat yang membuat daya pengereman menjadi jelek dan paling berbahaya lagi adalah terhadap kemampuan kecepatan pesawat untuk lepas landas. Untuk itu, *runway* pada setiap bandara dibuat miring dengan sudut kemiringan tergantung dari syarat-syarat yang berlaku demi untuk mendukung sistem drainase yang baik. Menurut hasil penelitian NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) dan FAA (*Federal Aviation Administration*) tinggi maksimum genangan air pada *runway* adalah 1,27 cm, akan tetapi pada prakteknya, tinggi genangan air yang diperbolehkan pada suatu bandara tergantung pada kondisi *runway* masing-masing bandara, seperti pada Bandara Ahmad Yani Semarang, diungkapkan oleh General Manager PT. Angkasa Pura I Bandara Ahmad Yani Semarang Bambang Suwastono, tinggi genangan air pada *runway* yang diperbolehkan untuk bandara Ahmad Yani Semarang adalah 10 cm (pab-indonesia: 2009).

1.8 Gaya Gesekan

Bila sebuah balok massanya m dilepaskan dengan kecepatan awal V_0 pada sebuah bidang horisontal, maka balok tersebut akhirnya akan berhenti, ini berarti didalam gerakanya balok tersebut mengalami perlambatan atau ada gaya yang menahan balok, gaya ini disebut dengan gaya gesekan.

Menurut Haliday (1977), gaya gesekan dibagi menjadi 2 (dua) macam, yaitu: gaya gesekan statis (f_s), dan gaya gesekan kinetis (f_k). Gaya gesekan statis adalah gaya antara 2 (dua) permukaan yang saling diam satu terhadap yang lain, sedangkan gaya gesekan kinetis adalah gaya yang bekerja antara 2 (dua) permukaan yang saling bergerak relatif satu sama lain.

Besarnya gaya gesekan yang bekerja pada sebuah benda tergantung dari gaya normal (N) dan koefisien gesek antara benda dengan alasnya (μ). Gaya normal adalah gaya yang dilakukan oleh benda yang satu (*loading force*) pada benda yang lainnya dalam arah tegak lurus kepada bidang antarmuka keduanya. Untuk benda yang meluncur, gaya normalnya sama dengan berat benda.

Hubungan antara gaya gesekan dengan koefisien gesekan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$f_s = \mu_s \cdot N$$

$$f_k = \mu_k \cdot N$$

μ_s = koefisien gesekan statis

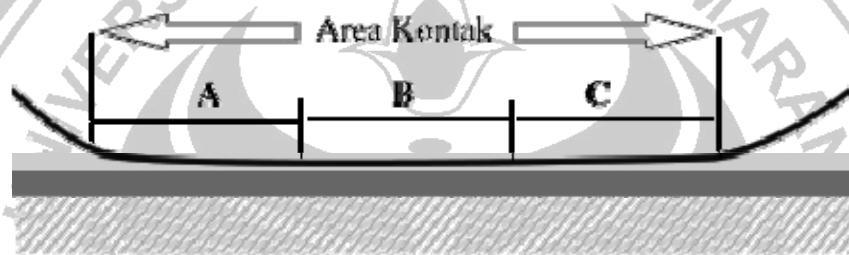
μ_k = koefisien gesekan kinetis

Jika gaya dorong (F) $< f_s$ maka benda dalam keadaan diam, jika $F = f_s$ maka benda tepat akan bergerak, sedangkan apabila $F > f_s$ maka benda akan bergerak.

1.9 Hydroplaning

Menurut Jazar (2008), *hydroplaning* adalah peristiwa tergilincirnya ban karena adanya genangan air. *Hydroplaning* terjadi ketika sebuah kendaraan melewati genangan air dimana air tidak bisa keluar dari tapak ban. Genangan air yang tidak dapat keluar dari tapak ban menyebabkan sistem pengereman kendaraan tidak berfungsi dengan baik.

Tapak ban yang kontak dengan permukaan jalan setidaknya terbagi menjadi 3 (tiga) zona, yaitu:



Gambar 2.2 Zona Tapak Ban (Sumber: <http://www.lsp-to.or.id>)

A. DRAIN ZONE

Zona *Drain Zone* berfungsi mendorong air ke samping atau memompanya melalui alur dan saluran zig-zag yang terdapat pada kembang ban.

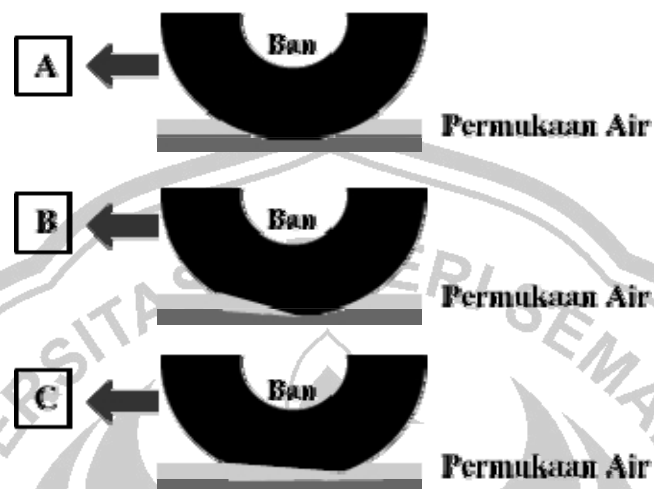
B. WIPE ZONE

Wipe Zone berfungsi membersihkan sisa air.

C. GRIP ZONE

Grip Zone merupakan daerah pola tapak ban mencengkeram permukaan jalan. Pada kecepatan yang rendah, zona C akan lebih mudah dalam mencengkeram permukaan jalan, akan tetapi pada kecepatan tinggi dan kondisi permukaan jalan yang basah, zona C akan ikut tergenangi karena zona A tidak dapat secara cepat

mendorong air keluar dari kembang ban, akibatnya zona C akan kehilangan daya cengkram sehingga pada keadaan ini peristiwa *hydroplaning* akan terjadi pada kendaraan. Ilustrasi fenomena *hydroplaning* dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Ilustrasi Peristiwa *Hydroplaning* (Sumber: <http://www.lsp-to.or.id>)

- A. Tapak ban secara penuh kontak dengan permukaan jalan.
- B. Air secara perlahan masuk diantara tapak ban dan permukaan jalan.
- C. Air tidak dapat didorong keluar secara sempurna oleh ban sehingga tampak air menggenangi seluruh tapak

Di Indonesia, peristiwa *hydroplaning* terjadi hampir satu kali setiap tahun, seperti dilaporkan dalam situs *wikipedia* sebagai berikut:

Tabel 2.1 Daftar Kecelakaan Pesawat Akibat Peristiwa *Hydroplaning*

(Sumber: <http://id.wikipedia.org>)

No.	Tahun	Nama Pesawat	Tempat Kejadian
1.	2004	Lion Air LNI 538	Bandara Adi Sumarmo Solo
2.	2005	Lion Air GT 791	Bandara Hasanudin Makassar
3.	2005	Mandala Airlines Boeing 737-2000	Bandara Polonia Medan
4.	2006	Lion Air IW 8987	Bandara Juanda Surabaya

5.	2007	Adam Air Boeing 737-300	Bandara Juanda Surabaya
6.	2008	Sriwijaya Air Penerbangan 62	Bandara Jambi

1.10 Mikrokontroller AT89S51

Menurut Budioko (2005), mikrokontroller adalah suatu piranti yang digunakan untuk pengolahan data-data biner (*digital*) yang didalamnya merupakan gabungan dari rangkaian-rangkaian elektronik yang dikemas dalam bentuk suatu *single chip IC (Integrated Circuit)*.

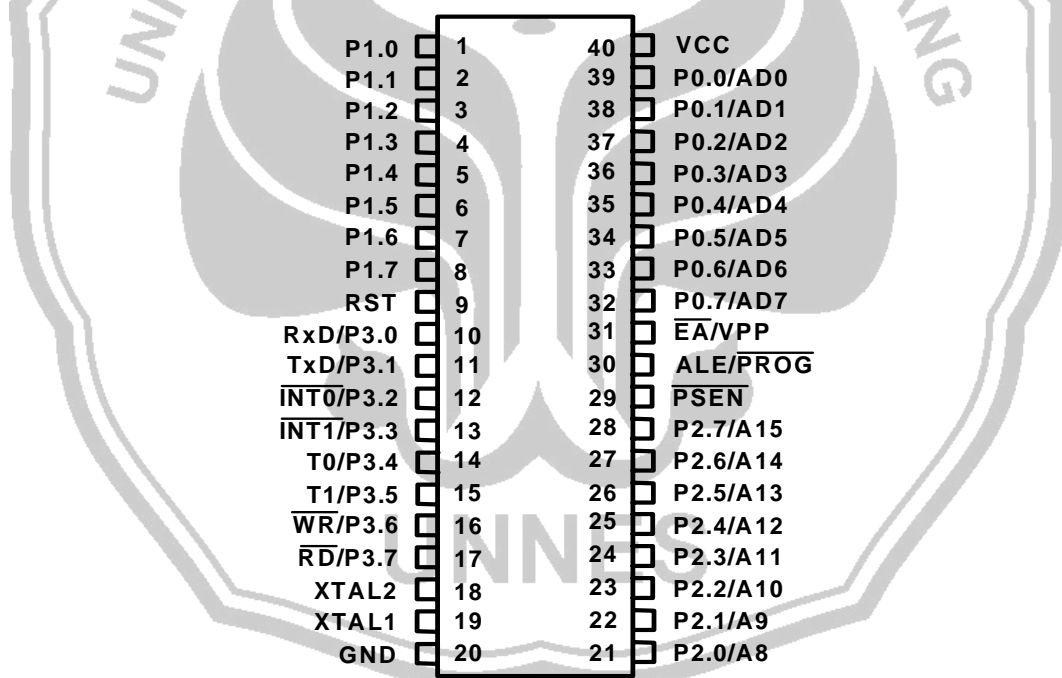
Mikrokontroller AT89S51 adalah 8 bit mikrokontroller dengan 4 Kilobyte Flash EPROM dengan basis HCMOS dan bekerja dengan tegangan catu daya yang sangat rendah. Peralatan ini diproduksi oleh perusahaan bernama ATMEL menggunakan teknologi memori yang tidak mudah terhapus dan kompatibel dengan instruksi set MCS-51. Memori ini digunakan untuk menyimpan instruksi standar MCS-51 sehingga memungkinkan mikrokontroller bekerja hanya dengan menggunakan keping tunggal (*single chip operation*). Dengan menggunakan 8 bit CPU dengan flash memori pada sekeping chip, AT89S51 adalah mikrokomputer handal yang sangat fleksibel untuk sistem kontrol dengan harga terjangkau.

Secara umum, mikrokontroller berfungsi sebagai chip yang akan mengatur kerja suatu alat berdasarkan perintah yang sudah dimasukkan ke dalamnya. Perintah-perintah yang dimasukkan dalam chip mikrokontroller dapat berupa bahasa *assembly* maupun bahasa pemrograman untuk mikrokontroller lainnya. Khusus untuk keluarga MCS51, bahasa yang dikembangkan antara lain bahasa *assembly*, bahasa C, Basic, dan Pascal.

Beberapa keunggulan mikrokontroller ATMEL AT89S51 dibandingkan dengan mikrokontroller jenis lainnya antara lain:

1. Harganya murah
2. Mudah untuk diintegrasikan dengan berbagai *device* elektronik lain
3. Pemrograman chip yang mudah dan cepat
4. Fleksibel untuk digunakan dengan berbagai jenis bahasa pemrograman mikrokontroller
5. Mudah dihubungkan dengan jenis program lain untuk membuat tampilan *user interface* lewat komputer seperti Delphi dan Visual C.

Konfigurasi pin mikrokontroller AT89S51 dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Konfigurasi Pin Mikrokontroller AT89S51

(Sumber: <http://www.datasheetcatalog.com>)

Penjelasan dari masing-masing pin sebagai berikut:

1. Pin 1 sampai 8 (Port 1) merupakan port paralel dua arah (*bidirectional*) yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan (*Input/Output*).

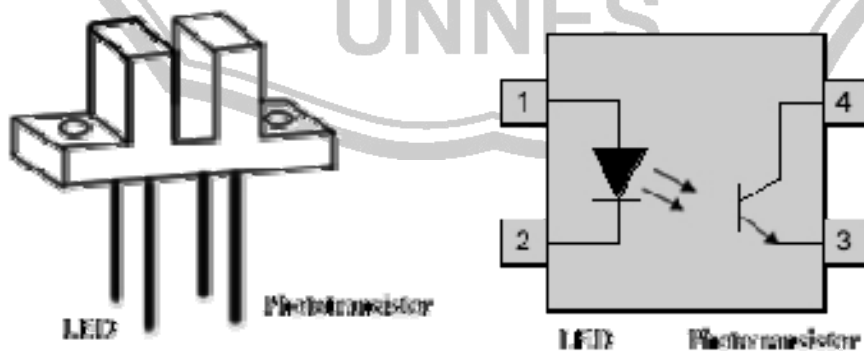
2. Pin 9 (Reset) adalah masukan reset. Pin ini dihubungkan dengan rangkaian *power on reset*.
3. Pin 10 sampai 17 (Port 3) adalah port paralel 8 bit dua arah yang memiliki fungsi alternatif.
4. Pin 18 (XTAL 2) adalah pin keluaran ke rangkaian osilator internal. Pin ini digunakan bila memakai osilator kristal.
5. Pin 19. (XTAL 1) adalah pin masukan ke rangkaian osilator internal. Sebuah osilator kristal atau sumber osilator luar.
6. Pin 20 (Ground) dihubungkan ke V_{SS} atau *ground*.
7. Pin 21 sampai 28 (Port 2) adalah port paralel dengan lebar 8 bit dua arah (*bidirectional*). Port 2 ini mengirimkan *byte* alamat bila dilakukan pengaksesan memori eksternal.
8. Pin 29 adalah pin \overline{PSEN} (*Program Store Enable*) yang merupakan sinyal pengontrol untuk membaca memori program eksternal.
9. Pin 30 adalah pin $\overline{ALE}/\overline{PROG}$ (*Address Latch Enable*) yang digunakan untuk menahan alamat memori eksternal selama pelaksanaan instruksi. Pin ini juga sebagai input pulsa program selama pemrograman memori *flash*.
10. Pin 31 (\overline{EA}/V_{pp}). Pin \overline{EA} harus dihubungkan ke GND agar piranti bisa mengambil kode dari memori program eksternal dengan lokasi awal 0000h sampai FFFFh. Sebaliknya \overline{EA} harus dihubungkan ke V_{cc} untuk eksekusi program internal. Pin ini juga menerima tegangan 12 volt selama pemrograman memori *flash*.

11. Pin 32 sampai 39 (Port 0) merupakan port paralel 8 bit *open drain* dua arah. Bila digunakan untuk mengakses memori eksternal, port ini akan *multipleks* alamat memori dengan data.
12. Pin 40 (Vcc) dihubungkan ke Vcc (+5 volt).

1.11 Sensor *Optocoupler*

Menurut Irawan (1996), sensor adalah suatu alat yang dapat mengubah besaran fisik seperti temperatur, gaya, kecepatan putaran, dan cahaya menjadi besaran listrik yang sebanding. Dalam lingkungan sistem pengendali, sensor memberikan kesamaan yang menyerupai mata, pengindraan, hidung, lidah yang kemudian akan diolah oleh kontroler sebagai otaknya.

Sensor *optocoupler* pada dasarnya adalah sensor dengan basis cahaya. Sensor ini merupakan gabungan dari LED sebagai pemancar sinar dan fototransistor sebagai penangkap sinar. Sensor *optocoupler* dirangkai sedemikian rupa sehingga cahaya yang dipancarkan oleh LED dapat secara baik diterima oleh fototransistor. Jika dilihat, bentuk *optocoupler* sudah merupakan satu kesatuan, seperti terlihat dalam gambar 2.5.



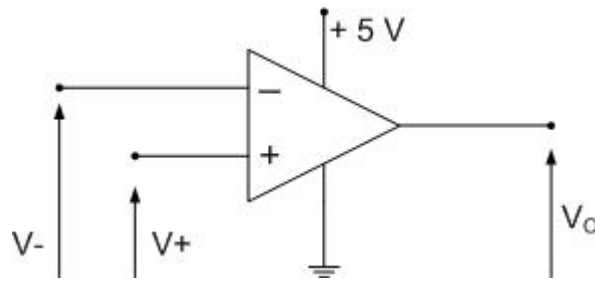
Gambar 2.5 Bentuk *Optocoupler* (Sumber: <http://shatomedia.com>)

Cahaya yang dipancarkan oleh LED digunakan sebagai pemicu atau saklar untuk menghidupkan atau mematikan rangkaian yang dipasang bersama dengan *optocoupler*. Jika Cahaya dari LED mengenai phototransistor, maka output tegangan pada *optocoupler* akan berlogika 0 atau 0 volt, sedangkan jika cahaya dari LED tidak mengenai phototransistor atau terhalang, maka output tegangan pada *optocoupler* akan berlogika 1 atau bernilai +5 volt. Dengan demikian, jika disimpulkan, output tegangan yang dihasilkan oleh *optocoupler* akan berupa sinyal digital, yaitu logika 1 dan 0. Keuntungan dengan output sinyal digital ini salah satunya dapat dimanfaatkan untuk diolah oleh kontroller secara langsung tanpa melalui ADC (*analog to digital converter*) terlebih dahulu.

1.12 Rangkaian Komparator

Menurut Sutrisno (1987), untuk keperluan tertentu, op-amp dapat digunakan dalam keadaan lingkaran terbuka atau dengan balikan positif. Pada keadaan ini op-amp pada umumnya tidak berfungsi sebagai penguat, karena keluaran tidak berbanding lurus dengan masukan. Dalam hal ini dikatakan op-amp digunakan secara tidak linier.

Salah satu penggunaan ketidak linieran op-amp adalah sebagai pembanding atau komparator tegangan. Keluaran pembanding hanya dapat mempunyai dua nilai, misalnya 0 Volt dan 5 Volt saja. Pembanding mempunyai dua masukan, yaitu masukan membalik (-) dan masukan tak membalik (+), seperti terlihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Skema Rangkaian Pembanding (Sumber: Sutrisno, 1987: 133)

Jika $V_+ - V_- > 1 \text{ mv}$, maka $V_0 = 5 \text{ Volt}$

Jika $V_+ - V_- < 1 \text{ mv}$, maka $V_0 = 0 \text{ Volt}$

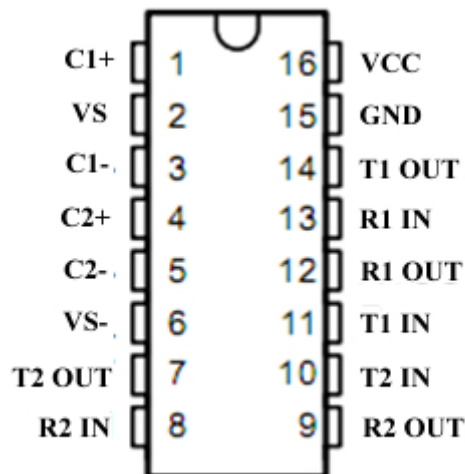
1.13 Komunikasi Data Serial

Menurut Budiharto (2004), komunikasi serial adalah pengiriman data secara serial, artinya data dikirim satu per satu secara berurutan. Komunikasi data secara serial lebih lambat daripada komunikasi data secara paralel, karena dalam sekali detak, mode serial hanya dapat mengirimkan 1 bit data, sedangkan pada mode paralel, dalam sekali detak, dapat mengirimkan 8 bit data. Meskipun demikian, komunikasi data serial memiliki keuntungan tersendiri daripada komunikasi data secara paralel, diantaranya:

1. Jangkauan pengkabelan yang lebih jauh daripada mode paralel, karena serial port mengirimkan logika 1 dengan kisaran tegangan -3 volt hingga -25 volt dan logika 0 sebagai 3 volt hingga +25 volt sehingga kehilangan daya karena panjangnya kabel bukan masalah utama.
2. Komunikasi serial port bersifat *asinkron*, artinya sinyal detak tidak dikirim bersama data, sehingga dengan demikian akan menjaga transmisi data

Pengiriman data menggunakan mode serial membutuhkan konverter, karena sistem pengolahan data pada komputer berbasis paralel sedangkan peralatan yang

akan dikoneksikan menggunakan serial port. Jika menggunakan perangkat keras, hal ini dapat dilakukan oleh IC konverter RS232. IC konverter RS232 akan merubah sinyal logika TTL yang ada pada peralatan ke bentuk sinyal logika RS232 sebelum menuju serial port, dan sebaliknya akan merubah sinyal dari serial port ke logika TTL sebelum digunakan pada peralatan. Contoh IC RS232 yang dapat digunakan adalah IC MAX 232 buatan MAXIM. Bentuk dan konfigurasi pin IC MAX 232 dapat dilihat pada gambar 2.7.



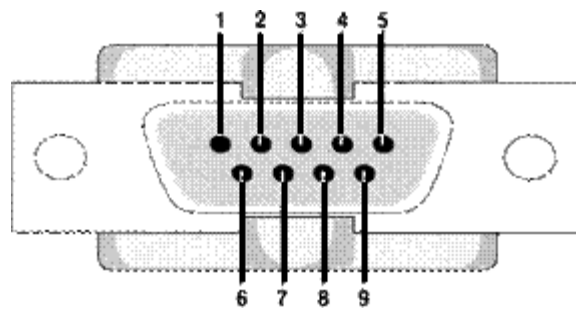
Gambar 2.7 Bentuk Konfigurasi Pin IC MAX 232

(Sumber: <http://www.datasheetcatalog.com>)

Sedangkan untuk berkomunikasi secara serial, dibutuhkan port serial DB9 sebagai jalur penghubung. Bentuk port serial DB9 beserta konfigurasi pinnya dapat dilihat pada gambar 2.8 dan gambar 2.9.



Gambar 2.8 Port DB9 Jantan (Sumber: Budiharto, 2004: 98)



Gambar 2.9 Port DB9 Betina (Sumber: Budiharto, 2004: 98)

Tabel 2.2 Konfigurasi Pin DB9 (Sumber: Budiharto, 2004: 99)

No.	Sinyal
1.	<i>Data Carrier Detect</i>
2.	<i>Received Data</i>
3.	<i>Transmitted Data</i>
4.	<i>Data Terminal Ready</i>
5.	<i>Sinyal Ground</i>
6.	<i>Data Set Ready</i>
7.	<i>Request to Send</i>
8.	<i>Clear to Send</i>
9.	<i>Ring Indikator</i>

1.14 Relay

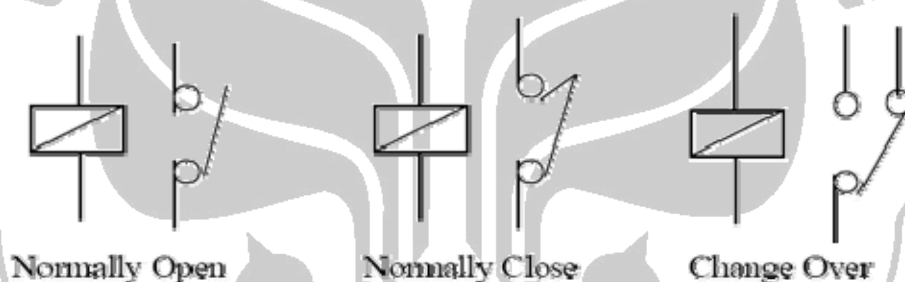
Menurut Irawan (1996), *relay* adalah saklar elektromagnetik yang dapat digunakan untuk menghubungkan atau mematikan rangkaian secara otomatis. Pada dasarnya *relay* adalah saklar elektromagnetik yang akan bekerja apabila ada arus mengalir melalui kumparan. Jika ada arus yang mengalir melalui kumparan,

maka disekitar kumparan akan timbul medan elektromagnetik, akibatnya kontak-kontak *relay* akan terhubung.

Kutub-kutub dari *relay* umumnya memiliki tiga dasar pemakaian yaitu :

1. Bila kumparan dialiri arus listrik maka kontaknya akan menutup. Keadaan ini disebut sebagai kontak *Normally Open* (NO).
2. Bila kumparan dialiri arus listrik maka kontaknya akan membuka. Keadaan ini disebut dengan kontak *Normally Close* (NC).
3. Tukar-sambung *Change Over* (CO), *relay* jenis ini mempunyai kontak tengah yang normalnya tertutup, tetapi melepaskan diri dari posisi ini dan membuat kontak dengan yang lain apabila *relay* dialiri arus listrik.

Berikut ini memperlihatkan beberapa bentuk kontak dari sebuah *relay* :



Gambar 2.10 Jenis Kontruksi Relay (Sumber: Irawan, Agus 1996)

Karakteristik elektris *relay* adalah sebagai berikut:

1. Impedansi kumparan. Impedansi ditentukan oleh tebal kawat yang digunakan serta banyaknya lilitan. Biasanya impedansi berharga 1–50 KOhm guna memperoleh daya hantar yang baik.
2. Diperlukan tegangan dan arus yang digunakan untuk menggerakkan *relay*.
3. Daya yang diperlukan untuk mengoperasikan relay besarnya sama dengan nilai tegangan dikalikan arus.

4. Banyaknya kontak-kontak jangkar pada *relay* tergantung pada jenis *relay*. Jarak antara kontak-kontak menentukan besarnya tegangan maksimum yang diizinkan antara kontak tersebut.

1.15 Pemrograman Delphi

Menurut Kadir (2003), Borland Delphi atau biasa disebut Delphi merupakan perangkat lunak pengembang aplikasi yang sangat populer di lingkungan windows. Perangkat lunak ini dapat digunakan untuk membuat berbagai aplikasi dari permainan hingga aplikasi ke basis data.

Pemrograman Delphi pada dasarnya sama dengan pemrograman Turbo Pascal, yang juga dikeluarkan oleh perusahaan Borland. Perbedaan yang jelas terlihat pada kemampuan Delphi yang sudah dapat digunakan sebagai program dengan basis GUI (*Graphical User Interface*). Hingga sampai saat ini, Borland telah mengeluarkan versi terbaru Delphi dengan seri Delphi 2009.

Dibandingkan dengan program *application development* lain yang berbasis GUI, Delphi mempunyai banyak kelebihan, diantaranya:

1. Delphi lebih fleksibel untuk membuat berbagai macam program aplikasi, termasuk *web development*.
2. Delphi telah mendukung berbagai macam program basis data seperti dbExpress, paradox, MySql, dan Oracle.
3. Delphi telah memiliki fasilitas *source completion*. Fasilitas ini berguna untuk melengkapi kode yang dituliskan pada kode editor secara otomatis. Dengan fasilitas ini proses menulis listing program akan menjadi lebih cepat.

4. Delphi telah memiliki fasilitas *Quick Report* dan *Rave Report* yang berguna untuk membuat *report*.
5. Delphi dapat digunakan untuk membuat aplikasi *interfacing* yang dinamis dengan hardware luar, baik berupa pengendalian *loop* terbuka maupun pengendalian *loop* tertutup.



BAB 3

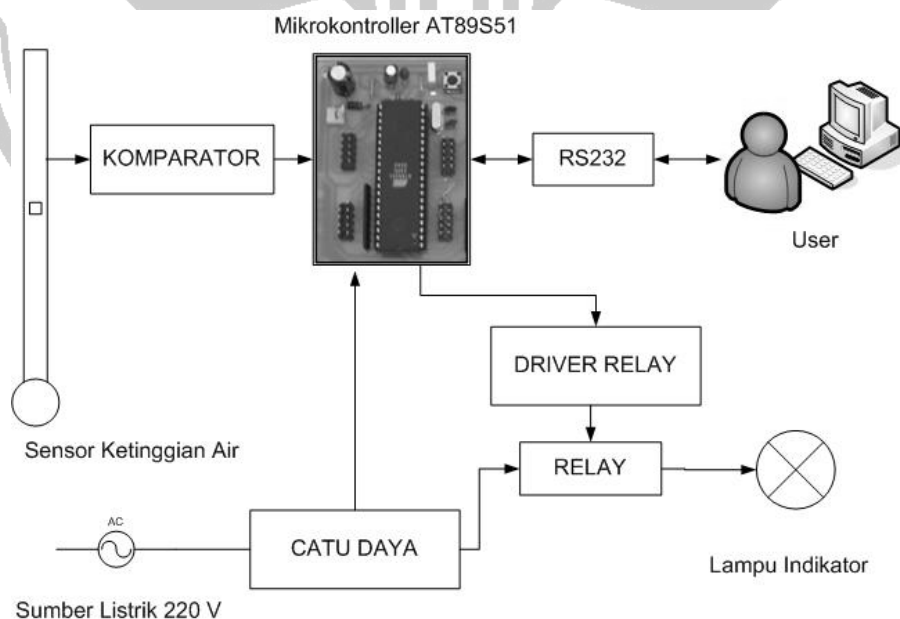
METODE PENELITIAN

3.7 Tempat Penelitian

Pembuatan alat detektor ketinggian air pada landasan pacu pesawat terbang dilakukan di laboratorium workshop serta laboratorium elektronika dan instrumentasi Fisika Universitas Negeri Semarang.

3.8 Perancangan Alat

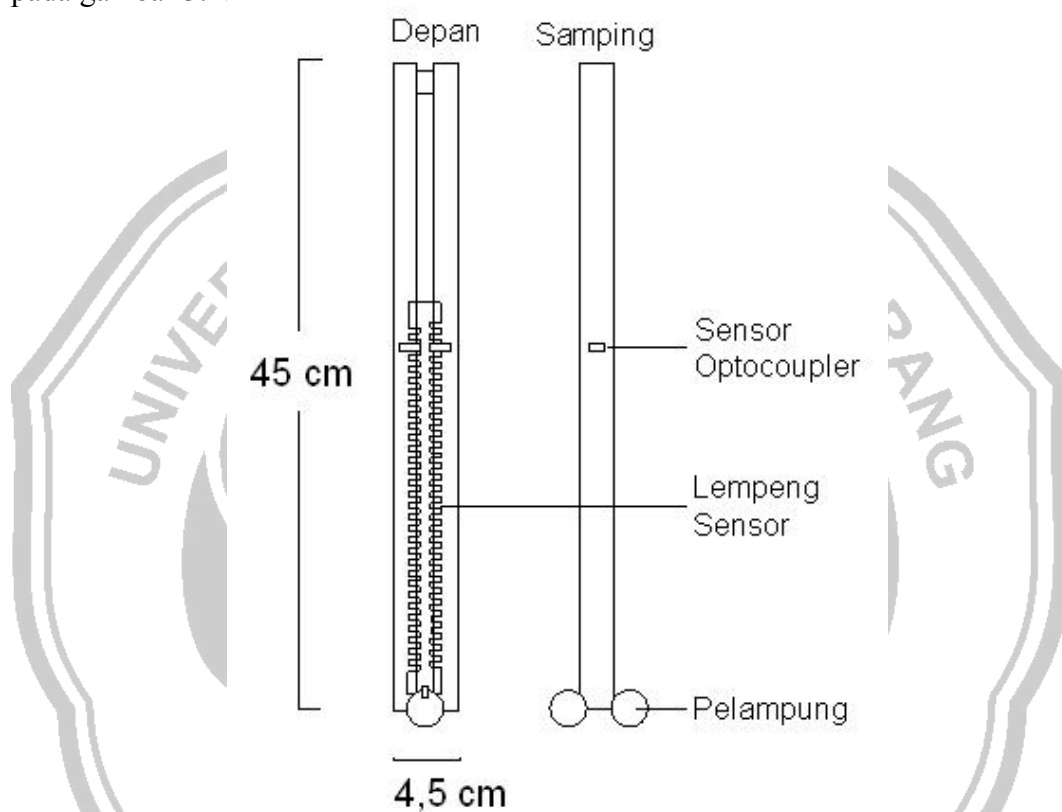
Rancang bangun alat pendeteksi ketinggian air, didesain dengan menggunakan 5 (lima) rangkaian dasar, yaitu: rangkaian catu daya, rangkaian sensor ketinggian air beserta rangkaian komparatornya, rangkaian mikrokontroller AT89S51, rangkaian komunikasi serial, dan rangkaian relay yang akan diteruskan pada output indikator. Diagram blok alur kerja alat dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Blok Desain Alur Kerja Alat

3.2.13 Desain Sensor Ketinggian Air

Peranan sensor ketinggian air pada rancang bangun alat sangatlah penting. Sensor ketinggian air digunakan untuk mengukur level ketinggian air yang ada pada landasan pacu pesawat terbang. Desain sensor ketinggian air dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Desain Sensor Ketinggian Air

Fungsi dari masing-masing bagian sensor dapat dijelaskan sebagai berikut:

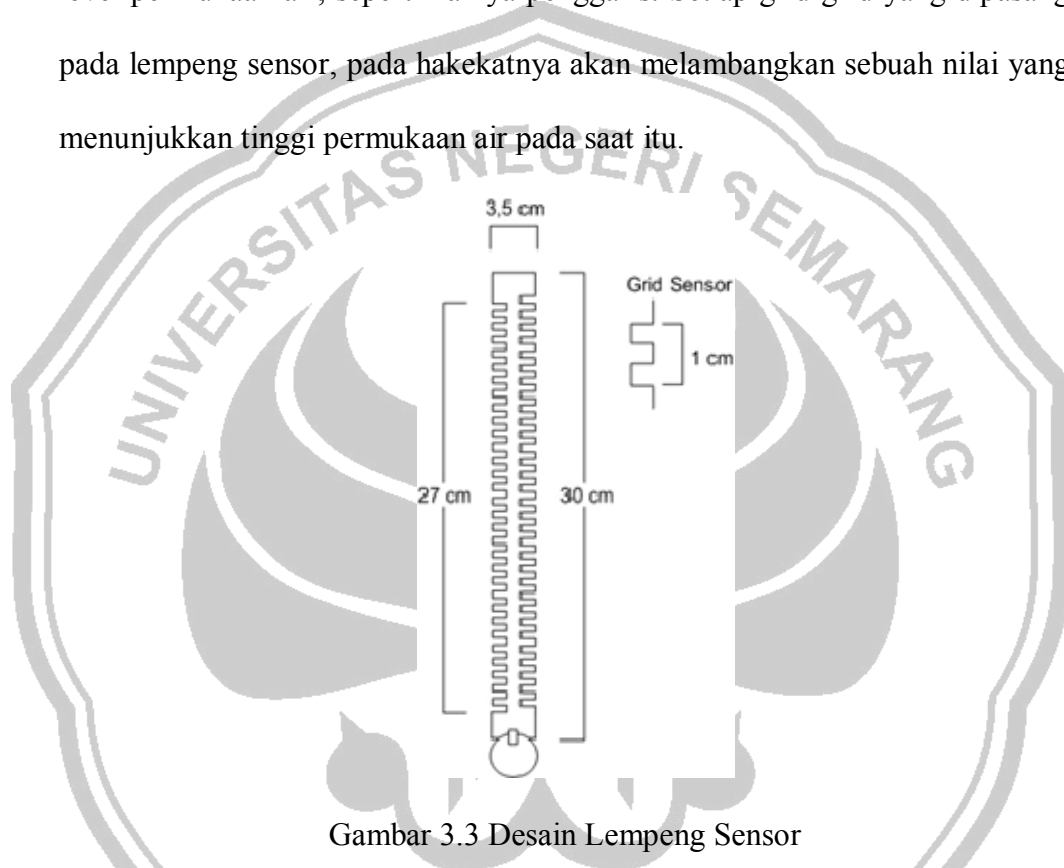
1. Pelampung

Pelampung pada sensor terbuat dari bola tenis meja, pelampung digunakan sebagai media untuk menaik-turunkan lempeng sensor. Hal ini berkaitan dengan proses naik turunnya permukaan ketinggian air pada landasan pacu pesawat terbang. Apabila permukaan ketinggian air pada landasan pacu

pesawat terbang naik, maka pelampung akan naik, begitu pula berlaku sebaliknya.

2. Lempeng Sensor

Lempeng sensor adalah media yang dipakai untuk mengukur nilai ketinggian level permukaan air, seperti halnya penggaris. Setiap grid-grid yang dipasang pada lempeng sensor, pada hakekatnya akan melambangkan sebuah nilai yang menunjukkan tinggi permukaan air pada saat itu.



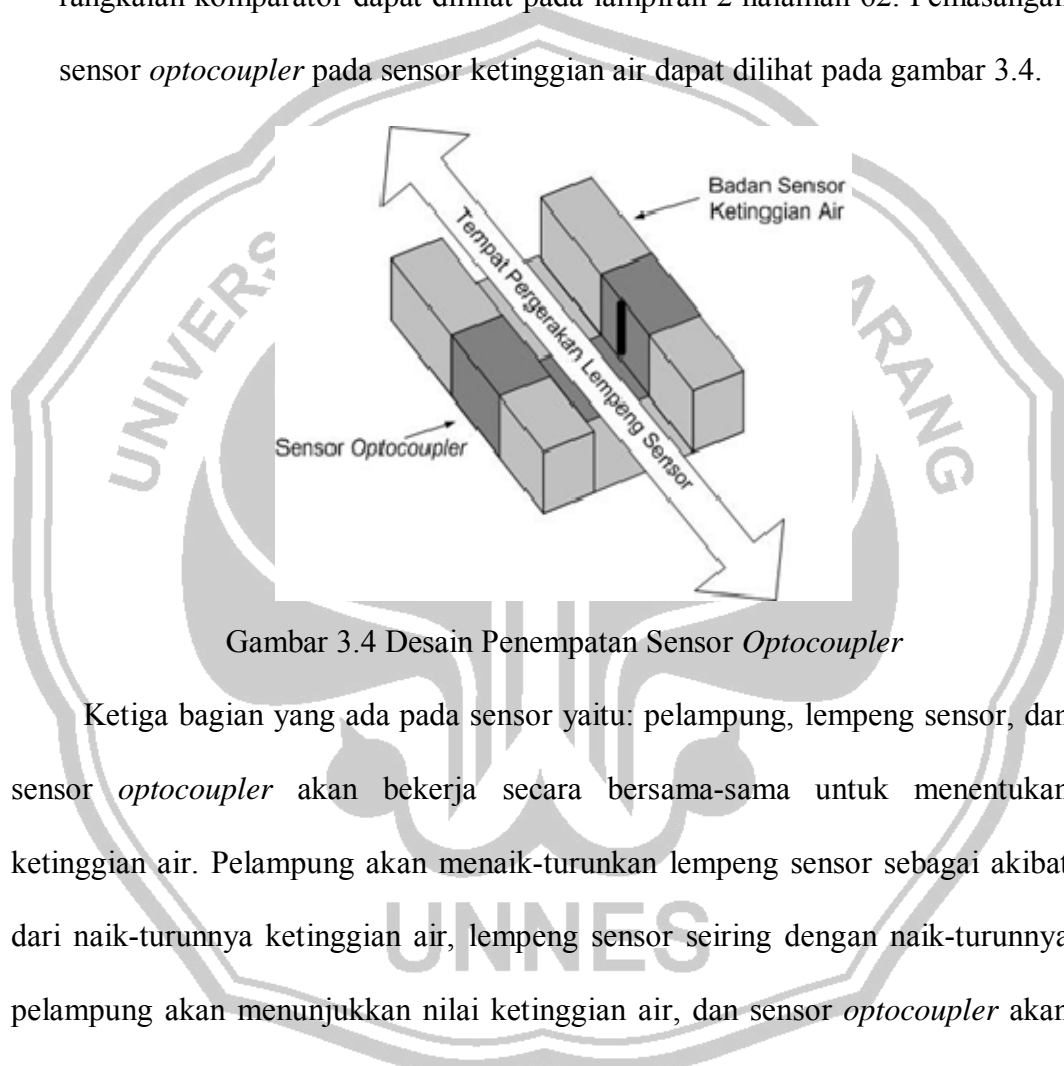
Gambar 3.3 Desain Lempeng Sensor

3. Sensor *Optocoupler*

Sensor *optocoupler* pada rancang bangun alat berfungsi untuk membaca grid-grid yang terpasang pada lempeng sensor sebagai ukuran level ketinggian air.

Sensor *Optocoupler* dipasang pada kanan dan kiri lempeng sensor dengan maksud untuk membaca level ketinggian air pada keadaan naik dan level ketinggian air pada keadaan turun. Output yang berasal dari sensor *optocoupler* sudah berupa sinyal digital, yaitu logika *high* atau 1 (satu) untuk

output +5 volt dan logika *low* atau 0 (nol) untuk output 0 volt. Akan tetapi, untuk mendapatkan output yang benar-benar mendekati logika sinyal digital, output dari *optocoupler* diteruskan pada rangkaian komparator yang berfungsi sebagai rangkaian pembanding. Gambar rangkaian sensor *optocoupler* beserta rangkaian komparator dapat dilihat pada lampiran 2 halaman 62. Pemasangan sensor *optocoupler* pada sensor ketinggian air dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Desain Penempatan Sensor *Optocoupler*

Ketiga bagian yang ada pada sensor yaitu: pelampung, lempeng sensor, dan sensor *optocoupler* akan bekerja secara bersama-sama untuk menentukan ketinggian air. Pelampung akan menaik-turunkan lempeng sensor sebagai akibat dari naik-turunnya ketinggian air, lempeng sensor seiring dengan naik-turunnya pelampung akan menunjukkan nilai ketinggian air, dan sensor *optocoupler* akan membaca nilai ketinggian air dari naik turunnya lempeng sensor.

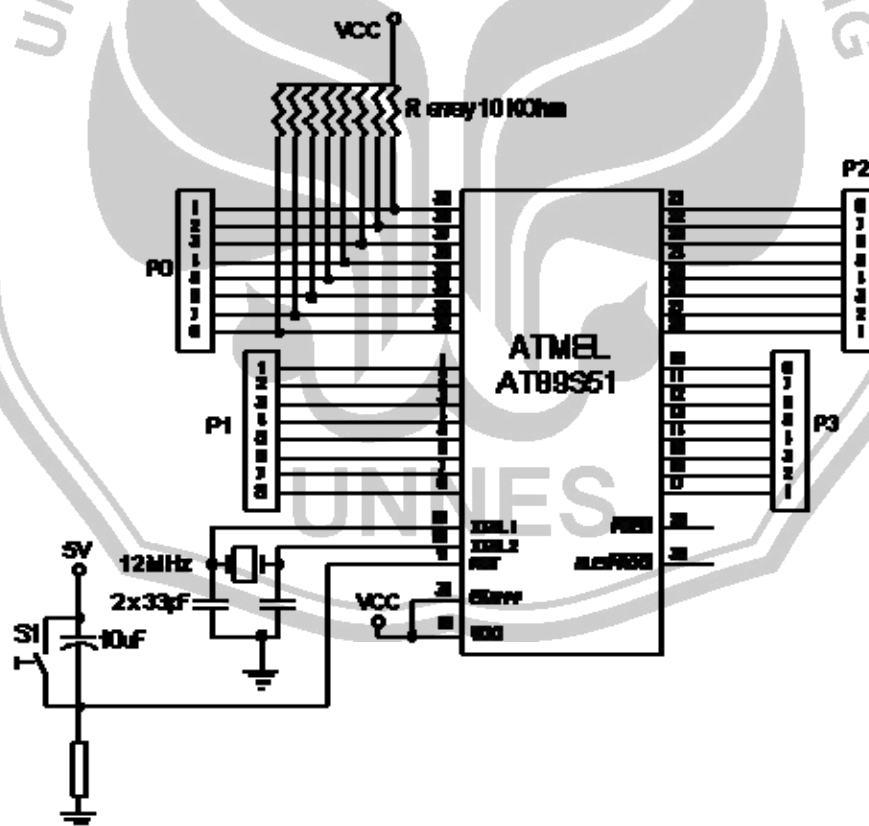
Alasan penggunaan sensor ketinggian air dengan desain diatas daripada menggunakan sensor ultrasonik disebabkan faktor ketelitian serta ketahanan sensor terhadap cuaca. Apabila menggunakan sensor ultrasonik, pembacaan sensor akan terganggu oleh curah hujan, temperatur serta kelembaban lingkungan

sekitar, berbeda dengan penggunaan sensor dengan desain seperti yang telah diterangkan diatas.

3.2.14 Desain Rangkaian Kendali

Rangkaian kendali merupakan rangkaian yang sangat vital. Pada rancang bangun alat, rangkaian ini berfungsi sebagai pengolah data masukan dari sensor ketinggian air, pengolah data komunikasi serial, dan pengendali rangkaian output. Jenis komponen kendali yang dipakai pada rancang bangun alat adalah mikrokontroller jenis AT89S51.

Desain rangkaian kendali yang dipasang pada rancang bangun alat ditunjukkan pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Desain Rangkaian Kendali

3.2.15 Desain Program Tampilan Data

Setelah data masukan dari sensor *optocoupler* diterima dan diolah oleh rangkaian kendali, langkah selanjutnya adalah menampilkan data dalam bentuk *Graphical User Interface* atau GUI. GUI yang dirancang dibuat dengan menggunakan program Delphi dan database paradox. Menu-menu utama yang akan ditampilkan meliputi hal-hal sebagai berikut:

1. Menu tampilan data level ketinggian air

Menu tampilan data level ketinggian air berguna untuk menampilkan data level ketinggian air pada waktu itu (*present*). Pada menu ini, diharapkan user dapat melihat dengan pasti nilai ketinggian air pada landasan pacu pesawat terbang.

2. Menu database level ketinggian air berdasarkan waktu

Terkadang data-data pada waktu-waktu sebelumnya (*past*) diperlukan untuk evaluasi maupun pelaporan. Untuk itu, penting untuk dibuat sebuah database berisi data-data level ketinggian air yang terekam pada waktu-waktu tertentu. Menu ini dirancang agar user dapat melihat data level ketinggian air pada waktu-waktu tertentu.

3. Menu pengesetan program

Agar program dapat berjalan sesuai dengan keinginan pengguna, perlu untuk dibuatkan sebuah menu tambahan yang berisi pengesetan program, dari pengesetan batas ambang level ketinggian air, sampai pada pengesetan indikator output alarm.

3.2.16 Desain Output Indikator

Output indikator yang dimaksud adalah indikator yang dapat menunjukkan keadaan level ketinggian air pada keadaan bahaya, yaitu pada saat melebihi ambang batas yang ditentukan (*threshold*). Output indikator dirancang dengan menggunakan lampu dan suara sirine. Indikator berupa lampu menggunakan lampu sirine seperti pada lampu sirine mobil ambulance, sedangkan Indikator suara menggunakan suara alarm pada komputer. Khusus untuk output indikator berupa lampu, pengaktifan diatur oleh rangkaian mikrokontroler dan modul relay (relay dan driver relay) sedangkan output indikator berupa suara diatur dalam pemrograman Delphi.

3.2.17 Desain Box Rangkaian Kendali

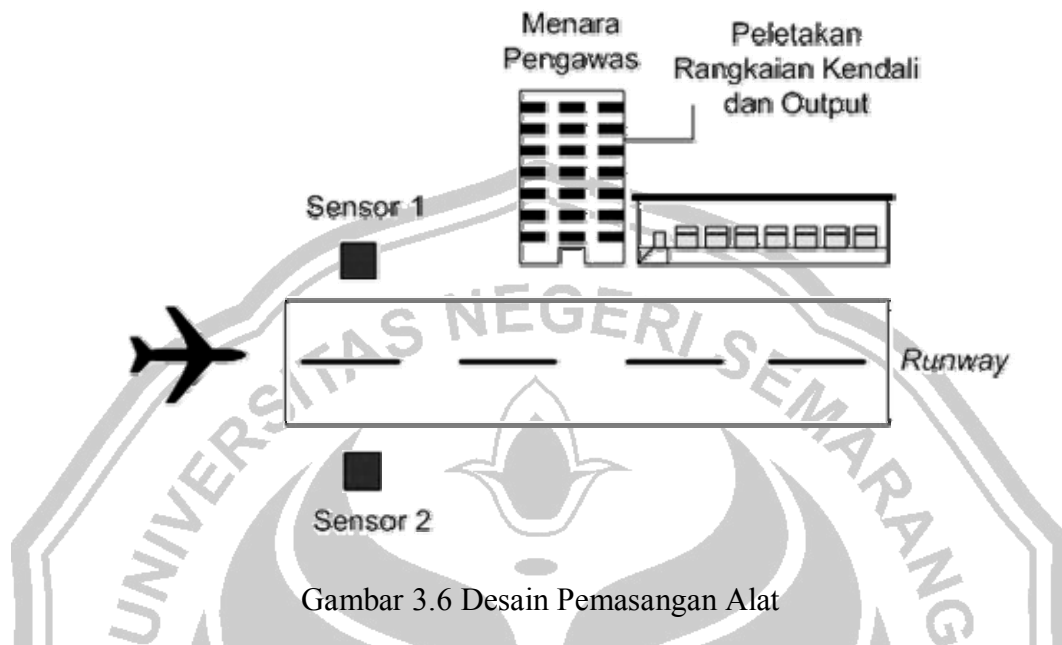
Box rangkaian kendali adalah tempat untuk meletakkan komponen-komponen alat selain sensor ketinggian air dan alarm lampu, selain itu, box juga berfungsi melindungi komponen-komponen penting alat dari berbagai bahaya. Box rangkaian kendali dirancang menggunakan box *multiplexer* yang banyak dijual dipasaran.

3.2.18 Desain Pemasangan Alat

Salah satu hal yang terpenting dalam pemasangan alat adalah peletakan sensor ketinggian air pada landasan pacu. Posisi pemasangan sensor ketinggian air akan menentukan seberapa besar ketelitian sensor dalam membaca level ketinggian air pada landasan pacu pesawat terbang. Sensor ketinggian air didesain 2 (dua) buah dengan posisi peletakan berada di sebelah kanan dan kiri landasan pacu pesawat terbang. Harapannya, dengan posisi demikian dapat memberikan

perbandingan nilai ketinggian air pada kedua sisi landasan pacu pesawat terbang.

Desain pemasangan alat dapat dilihat pada gambar 3.6



Gambar 3.6 Desain Pemasangan Alat

3.9 Langkah Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan beberapa sampel data penelitian terkait dengan rancang bangun alat, baik menyangkut komponen-komponen alat, maupun keseluruhan alat. Data sampel hasil penelitian ini nantinya dapat digunakan sebagai acuan untuk menunjukkan tingkat kestabilan, keakuratan, maupun kelayakan pemakaian alat.

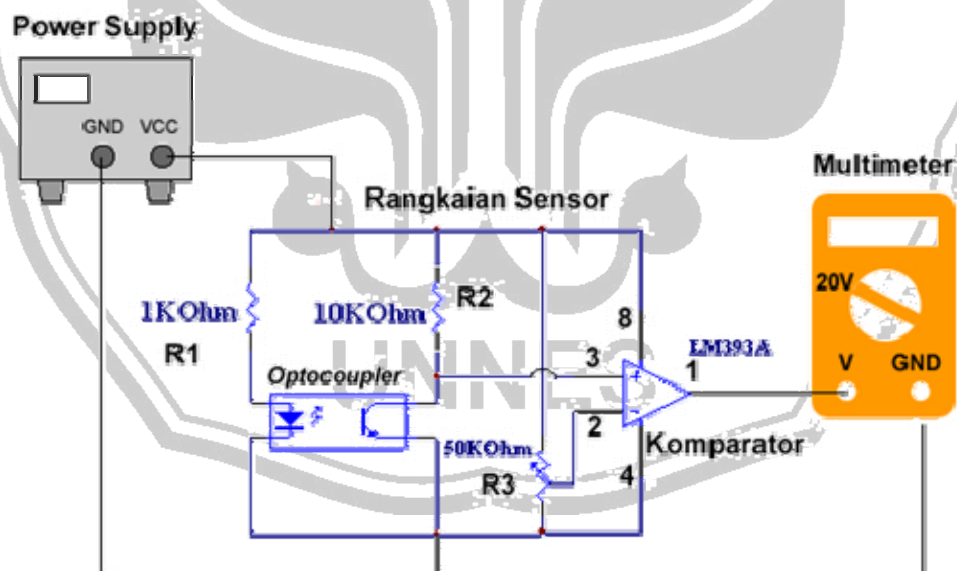
3.3.1 Langkah Pengujian Sensor Ketinggian Air

Sensor ketinggian air pada dasarnya adalah rangkaian beberapa komponen alat yang digabung menjadi satu. Output sesungguhnya dari sensor ketinggian air adalah output yang berasal dari rangkaian komparator, karena setelah dari sensor *optocoupler*, sinyal akan diteruskan menuju rangkaian komparator, selanjutnya hasil keluaran dari rangkaian komparator baru diolah oleh rangkaian kendali. Oleh

karena itu, pengujian terhadap sensor ketinggian air dilakukan dengan menggunakan output dari rangkaian komparator. Masing-masing sensor ketinggian air berisi 2 (buah) sensor *optocoupler* dan 1 (satu) buah chip komparator, sehingga pengujian dilakukan terhadap 4 (empat) buah sensor *optocoupler*.

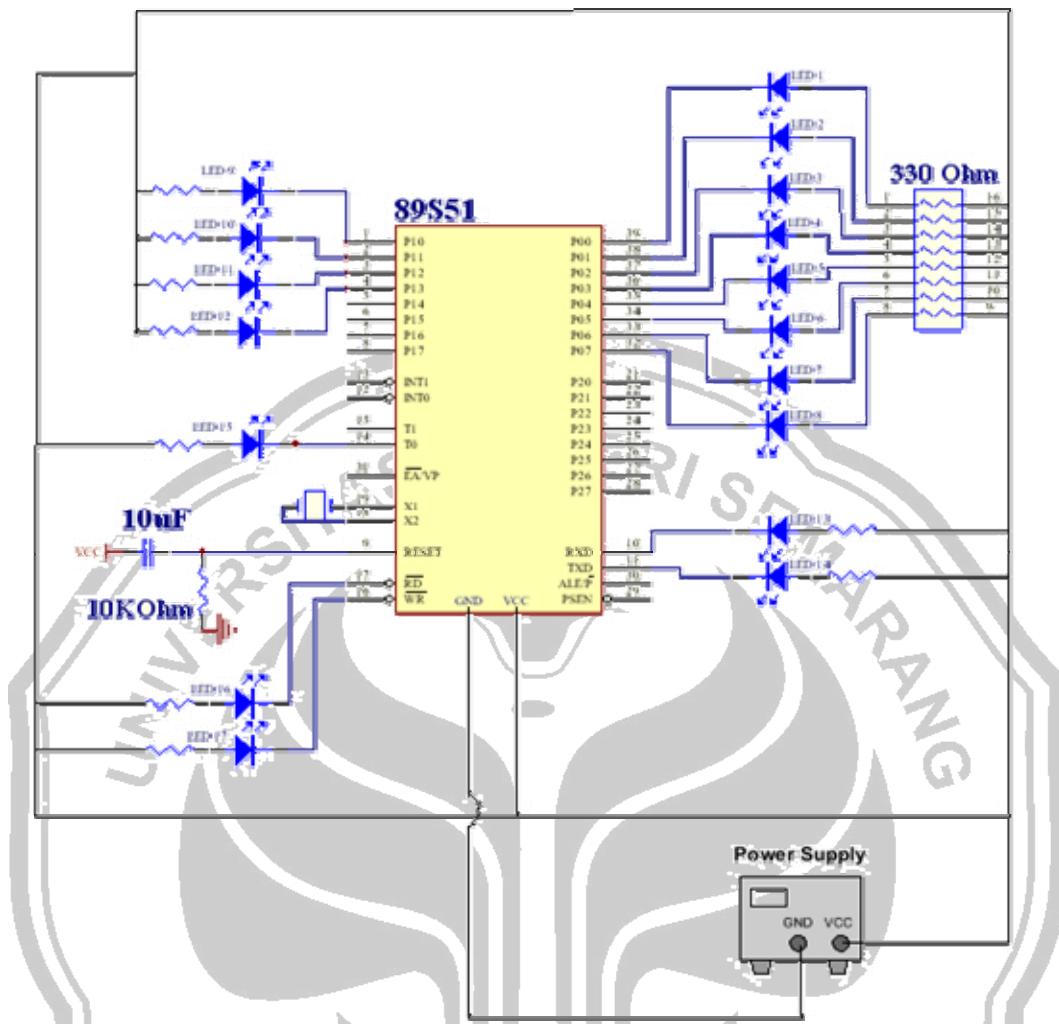
Pengujian terhadap rangkaian sensor ketinggian air dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

1. Peralatan yang diperlukan untuk melakukan pengujian, seperti multimeter, catu daya 5V, dan kabel penghubung disiapkan terlebih dahulu.
2. Setelah peralatan dipersiapkan, selanjutnya rangkaian sensor 1 *optocoupler* 1 dipasang bersama-sama dengan catu daya dan multimeter sesuai dengan diagram koneksi yang terlihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Diagram Koneksi Pengujian Rangkaian Sensor

3. Variabel resistor (R3) diset agar pada kaki chip komparator nomor 2 (dua) sebagai tegangan referensi memiliki tegangan 2 volt. Hal ini dimaksudkan



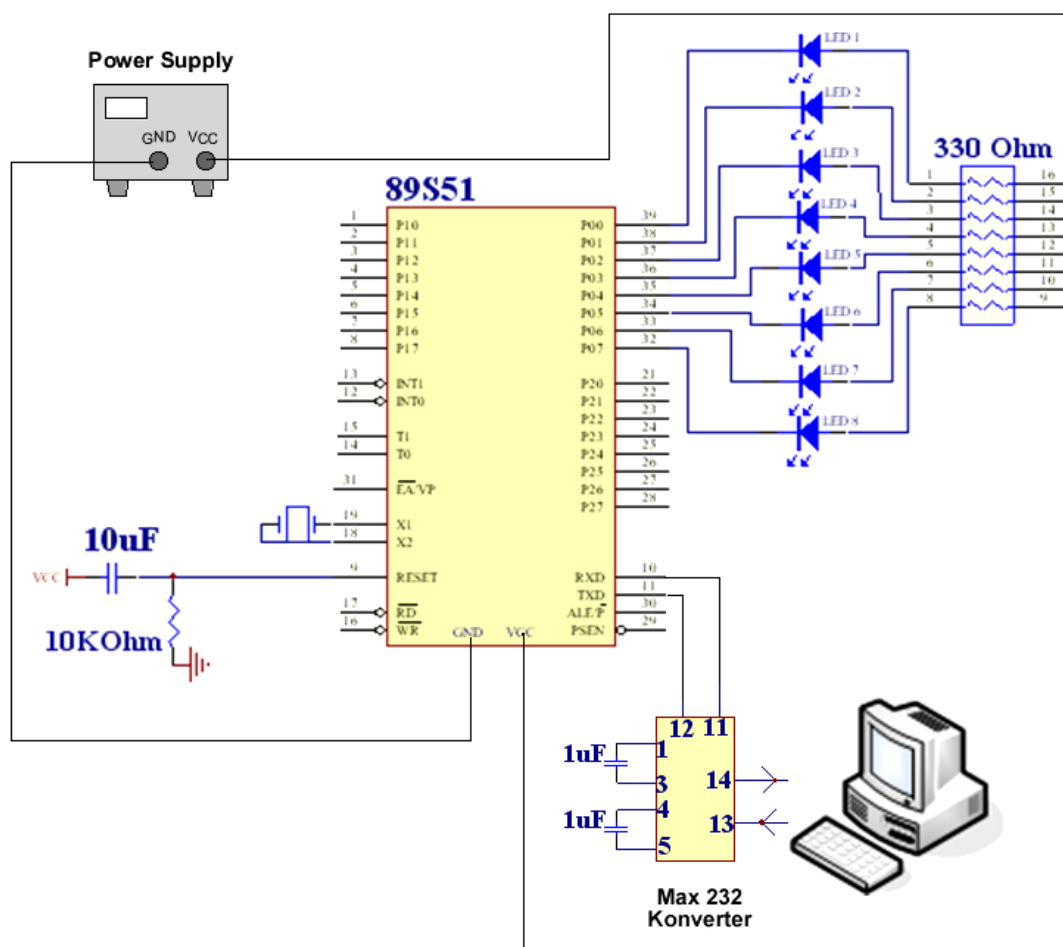
Gambar 3.8 Diagram Koneksi Pengujian Rangkaian Kendali

3.3.3 Langkah Pengujian Komunikasi Serial

Pengujian komunikasi serial dilakukan dengan mengirimkan beberapa data berupa karakter ASCII yang diketikkan lewat keyboard komputer, kemudian dikirim ke mikrokontroler dan dikembalikan lagi ke komputer. Respon yang ditunjukkan oleh mikrokontroler adalah berupa nyala LED, sedangkan respon komputer adalah munculnya karakter ASCII lewat *hyperterminal*.

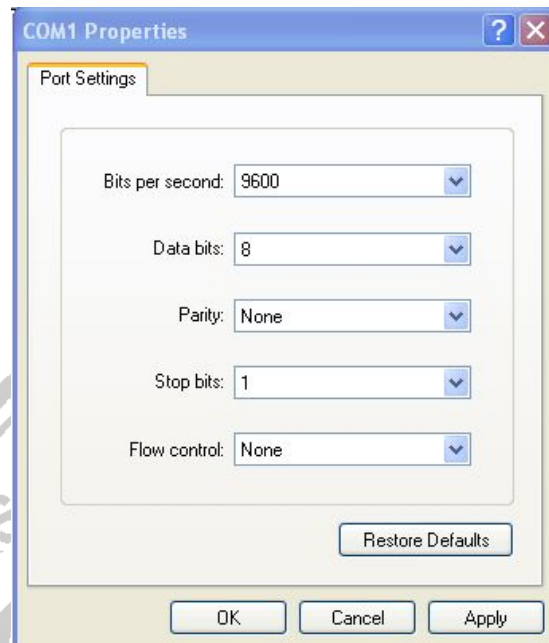
Pengujian komunikasi serial dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

1. Peralatan dan bahan yang diperlukan dipersiapkan terlebih dahulu, diantaranya: seperangkat komputer, 8 (delapan) buah LED dan resistor, sistem minimum mikrokontroller AT89S51, kabel serial, kabel downloader, serta kabel penghubung.
2. Peralatan dan bahan disusun sesuai diagram koneksi pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Diagram Koneksi Pengujian Rangkaian Komunikasi Serial

3. Program *hyperterminal* pada komputer dijalankan dan diatur seperti ditunjukkan pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Pengaturan Komunikasi *Hyperterminal*

4. Program uji komunikasi serial (dapat dilihat pada lampiran 4 halaman 64) selanjutnya dimasukkan kedalam mikrokontroler.
5. Hasil nyala LED dan layar *hyperterminal* diperhatikan dan dicatat dalam tabel pengamatan 3.3.

Tabel 3.3 Tabel Pengamatan Pengujian Rangkaian Komunikasi Serial

No.	Huruf Yang Diketik	Huruf Yang Muncul Pada <i>Hyperterminal</i>	Nyala LED Pada Port 1 (Dalam Biner)	Nyala LED Pada Port 1 (Dalam Heksa)

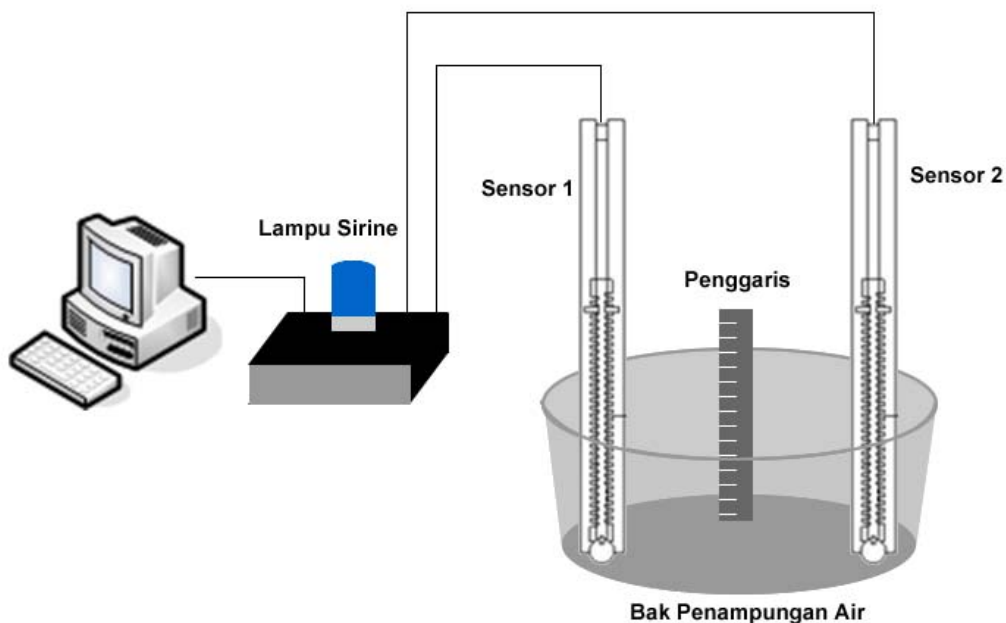
6. Hasil pengujian kemudian dibandingkan dengan referensi yang sudah ada untuk mengetahui ketelitian ataupun kelayakan komunikasi serial yang dipakai.

3.3.4 Langkah Pengujian Alat Keseluruhan

Setelah setiap komponen rancang bangun alat diuji, langkah berikutnya adalah menguji alat secara keseluruhan. Pengambilan data difokuskan pada hasil pembacaan ketinggian air melalui alat sekaligus respon output indikator berdasarkan *threshold* ketinggian air yang telah diatur.

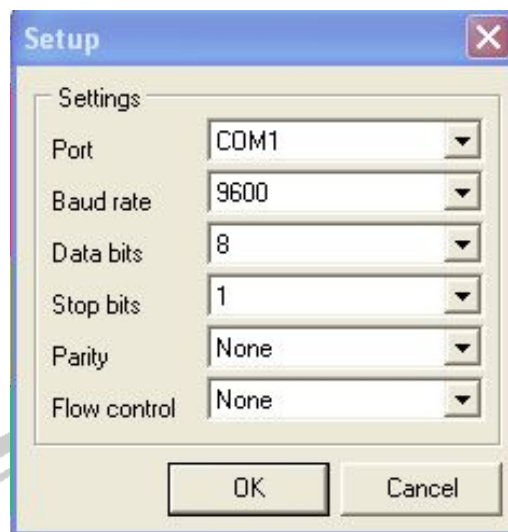
Langkah pengujian alat secara keseluruhan dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Alat dan bahan antara lain: seperangkat komputer, kabel serial, seperangkat rancang bangun alat detektor ketinggian air, speaker, penggaris, dan bak penampungan air disiapkan terlebih dahulu.
2. Alat dan bahan dirangkai sesuai dengan diagram koneksi pada gambar 3.11.



Gambar 3.11 Diagram Koneksi Pengujian Alat Keseluruhan

3. Software program rancang bangun alat dihidupkan, kemudian diatur seperti terlihat pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 Pengaturan Software Rancang Bangun Alat

4. *Threshold* ketinggian air selanjutnya diatur 5,94 cm.
5. Alat dihidupkan.
6. Alat dikalibrasi terlebih dahulu sampai pada tampilan program menunjukkan angka 0 (nol) cm
7. Sesaat sebelum air dimasukkan kedalam bak dilihat terlebih dahulu respon angka ketinggian yang ditunjukkan oleh software dan dicatat dalam tabel pengamatan 3.4.
8. Sejumlah air dimasukkan perlahan kedalam bak penampungan air yang sudah berisi sensor sampai pada penggaris menunjukkan angka 1 cm.
9. Selanjutnya respon ketinggian air yang terlihat pada tampilan software program diamati dan dicatat dalam tabel pengamatan 3.4.
10. Sejumlah air dimasukkan kembali kedalam bak penampungan air sampai pada penggaris menunjukkan angka 2 cm, 3cm, 4 cm, 5 cm, 6 cm, dan 7 cm kemudian masing-masing respon yang terlihat pada software program diamati dan dicatat dalam tabel pengamatan 3.4.

11. Bak penampungan sedikit demi sedikit mulai dikosongkan untuk mengukur turunnya ketinggian air pada saat penggaris menunjukkan angka 7 cm, 6 cm, 5 cm, 4 cm, 3 cm, 2 cm, 1 cm, dan 0 cm.
12. Langkah 6 (enam) sampai dengan 11 (sebelas) dilakukan kembali untuk mendapatkan data ke 2 (dua).
13. Langkah 4 (empat) sampai dengan 11 (sebelas) diulang sebanyak 2 (dua) kali dengan data *threshold* 11,07 cm dan ketinggian 0 cm – 12 cm.

Tabel 3.4 Tabel Pengamatan Pengujian Rangkaian Alat Keseluruhan

Pengujian	Sensor 1				Output	Sensor 2				Output
	Angka Kenaikan		Angka Penurunan			Indikator	Angka Kenaikan		Angka Penurunan	
	Penggaris (cm)	Alat (cm)	Penggaris (cm)	Alat (cm)	Penggaris (cm)		Alat (cm)	Penggaris (cm)	Alat (cm)	

3.10 Metode Analisa Data

Untuk mendapatkan analisa data mengenai perbandingan antara hasil pengukuran dengan menggunakan penggaris, dan hasil pengukuran dengan menggunakan rancang bangun alat, digunakan metode korelasi *spearman rank* atau biasa disebut dengan uji rho (ρ). Metode ini biasanya digunakan untuk mencari hubungan atau untuk menguji signifikansi hipotesis apabila masing-masing variable uji yang dihubungkan berbentuk data ordinal atau berjenjang (Sugiyono: 2004).

Langkah analisa data yang dilakukan dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Mengambil sampel data dari masing-masing populasi data yang berasal dari percobaan, baik menggunakan sensor 1 maupun sensor 2.
2. Sampel data diambil pada percobaan dengan maksimal pengukuran 12 cm untuk dapat mewakili populasi yang ada.
3. Variabel penelitian didefinisikan dengan perincian:
 Nilai pengukuran penggaris sebagai variabel X, dan nilai pengukuran alat sebagai variabel Y
4. Hipotesis permasalahan selanjutnya didefinisikan.
 H₀ : Terdapat perbedaan antara hasil pengukuran menggunakan penggaris dengan rancang bangun alat (sensor1 maupun sensor 2).
 H₁ : Tidak terdapat perbedaan antara hasil pengukuran menggunakan penggaris dengan rancang bangun alat (sensor1 maupun sensor 2)..
5. Dibuat sebuah kriteria hasil uji, yaitu H₀ diterima bila harga ρ hitung lebih kecil dari ρ tabel
6. Kemudian dari sampel data sensor 1 dan 2 dihitung harga ρ nya mengikuti rumus:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum b_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

Dengan:

ρ = koefisien korelasi *spearman rank*

b_i = selisih antara jenjang variabel X dan Y

n = jumlah data

(Sumber: Sugiyono, 2004: 107)

7. Harga p hitung dibandingkan dengan harga p pada tabel pembanding (dapat dilihat pada lampiran 5 halaman 65) untuk dapat menyimpulkan kriteria hasil uji yang masuk.



BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.5 Hasil Penelitian

4.1.1 Perangkat Keras

Dari rancang bangun alat yang sudah dibuat, tercipta detektor ketinggian air pada landasan pacu pesawat terbang (*runway*) untuk mencegah kecelakaan pesawat akibat peristiwa *hydroplaning* seperti terlihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Hasil Rancang Bangun Detektor Ketinggian Air Pada Landasan Pacu Pesawat Terbang (*Runway*) Untuk Mencegah Kecelakaan Pesawat Akibat Peristiwa *Hydroplaning*

Spesifikasi alat dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Catu Daya : 220 V AC
2. Spesifikasi Komponen Alat
 - Jenis Mikrokontroller : ATMEL AT89S51
 - IC Komunikasi Serial : IC MAX 232

IC Komparator : IC LM393

Driver Relay : ULN2003

3. Box Rangkaian Kendali

Dimensi Box (P x L x T) : 20 x 17 x 5 cm

Kerangka : Besi dengan bagian depan terbuat dari plastik

Perangkat Pendukung : Saklar On/Off, 2 (dua) buah port konektor sensor,
dan sebuah port serial DB 9 beserta kabel serial.

4. Sensor Ketinggian Air

Jumlah : 2 (dua) buah

Sensor Pembangun : Sensor *Optocoupler*

Kerangka : Aluminium

Dimensi (P x L x T) : 45 x 2 x 4,5 cm

Tinggi Air Minimum Terukur : 0 cm

Tinggi Air Maximum Terukur : 11,88 cm

Threshold Minimal (rekomendasi) : 0,27 cm

Threshold Maximal (rekomendasi) : 11,61 cm

Nilai skala terkecil (nst) : 0,54 cm

5. Lampu Sirine

Catu Daya : 220 V AC

Warna Nyala : Biru tua

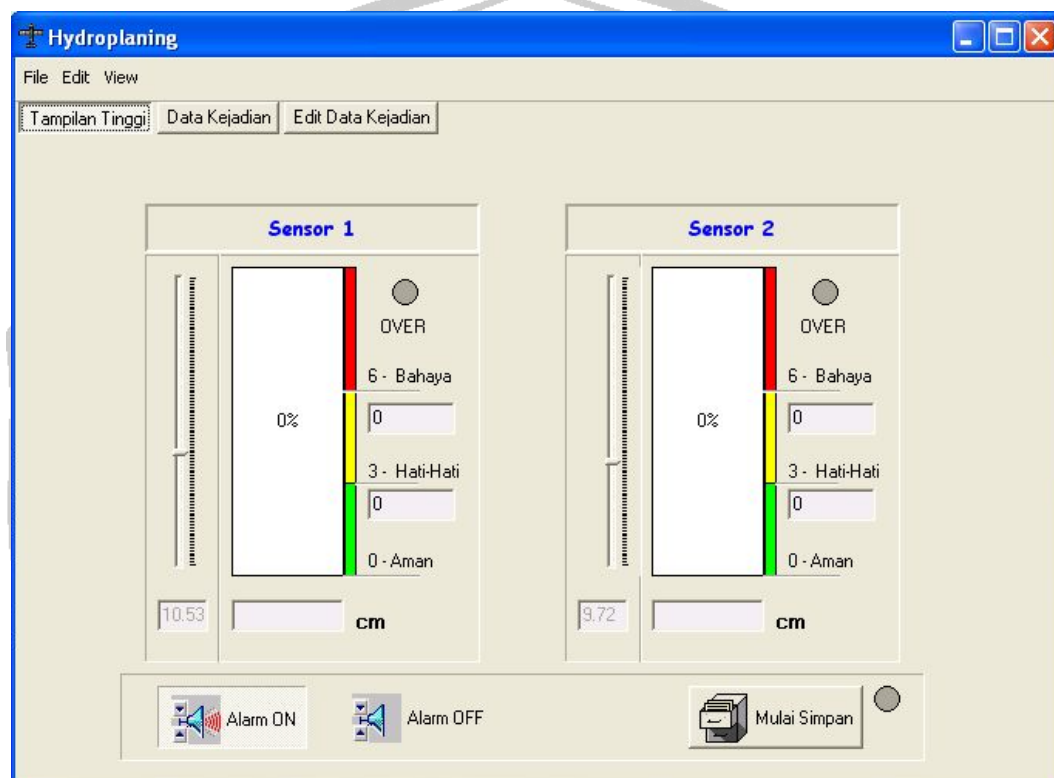
6. Software Interface

Software Pembangun : Delphi 6.0

Database : Paradox

4.1.2 Perangkat Lunak

Software kendali detektor ketinggian air pada *runway* pesawat terbang dibuat dengan menggunakan Delphi 6.0. Tampilan program dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Software Kendali Rancang Bangun Alat

Menu-menu yang tersedia dalam software kendali diantaranya:

1. Menu File

Menu ini terdiri dari sub menu "Hapus Data" dan "Keluar". Sub menu Hapus Data berfungsi untuk menghapus rekaman data kejadian yang tersimpan dalam database, sedangkan sub menu Keluar digunakan untuk keluar dari program.

2. Menu Edit

Menu Edit terdiri dari sub menu "Set Suara Alarm", "Set Waktu Simpan", dan "Data Kejadian". Sub menu Set Suara Alarm berfungsi untuk mengeset

indikator suara alarm, sub menu Set Waktu Simpan berfungsi untuk mengeset interval waktu penyimpanan data ketika data ketinggian air mulai disimpan dalam database, sedangkan sub menu Data Kejadian digunakan untuk menampilkan menu "Edit Data Kejadian".

3. Menu View

Menu View terdiri dari sub menu "Ketinggian Air", "Data Kejadian", dan "COM Setting". Sub menu Ketinggian Air berfungsi untuk menampilkan menu "Tampilan Tinggi", sub menu Data Kejadian digunakan untuk menampilkan menu "Data Kejadian", sedangkan COM Setting adalah sub menu yang berfungsi untuk mengeset komunikasi data antara komputer dengan mikrokontroller.

4. Menu Tampilan Tinggi

Menu Tampilan Tinggi pada dasarnya digunakan untuk memperlihatkan ketinggian air yang sedang terbaca oleh sensor 1 (satu) maupun oleh sensor 2 (dua). Menu ini mempunyai fasilitas menu tampilan ketinggian air air, tombol alarm "on" dan "off", serta tombol "Mulai Simpan" yang dapat digunakan untuk memulai penyimpanan data ketinggian air.

5. Menu Data Kejadian

Menu Data Kejadian berfungsi untuk menampilkan rekaman data ketinggian air yang telah tersimpan dalam database. Menu ini mempunyai fasilitas tambahan berupa pengurutan data ketinggian air berdasarkan tanggal, jam, tinggi air sensor 1, dan tinggi air sensor 2, disamping itu pada menu Data Kejadian ditambahkan tombol "Grafik" yang dapat digunakan untuk melihat tampilan grafik perkembangan ketinggian air berdasarkan database serta tombol "Print" yang dapat digunakan untuk melakukan *print out* secara langsung terhadap data kejadian yang sudah terekam dalam database.

6. Menu Edit Data Kejadian

Menu Edit Data Kejadian berfungsi untuk merubah keterangan data ketinggian air yang sudah terekam dalam database. Pada menu ini ditambahkan tombol "Edit" untuk merubah data, tombol "Baru" untuk menambahkan keterangan baru, tombol "Hapus" untuk menghapus data,

tombol "Batal" untuk membatalkan perubahan, dan tombol "Simpan" untuk menyimpan data setelah dirubah.

4.2 Pengujian Alat

4.2.1 Pengujian Sensor Ketinggian Air

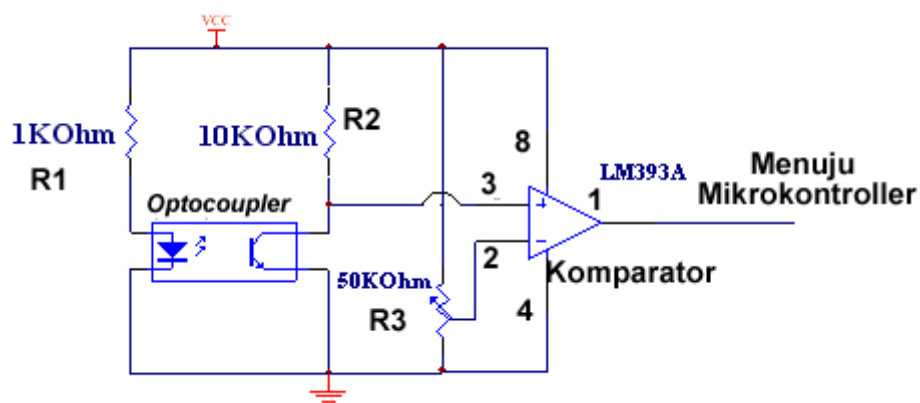
Pengujian sensor ketinggian air pada dasarnya digunakan untuk mengetahui apakah output yang dihasilkan oleh sensor ketinggian air sudah berupa sinyal digital. Hasil pengujian sensor ketinggian air dapat ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Tabel Hasil Pengujian Sensor Ketinggian Air

No.	Sensor 1				Sensor 2			
	Optocoupler 1		Optocoupler 2		Optocoupler 1		Optocoupler 2	
	V_0 (Volt)	V_i (Volt)	V_0 (Volt)	V_i (Volt)	V_0 (Volt)	V_i (Volt)	V_0 (Volt)	V_i (Volt)
1.	0	5	0	5	0	5	0	5
2.	0	5	0	5	0	5	0	5
3.	0	5	0	5	0	5	0	5
4.	0	5	0	5	0	5	0	5
5.	0	5	0	5	0	5	0	5
6.	0	5	0	5	0	5	0	5
7.	0	5	0	5	0	5	0	5
8.	0	5	0	5	0	5	0	5
9.	0	5	0	5	0	5	0	5
10.	0	5	0	5	0	5	0	5

Hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa output sensor ketinggian air, baik sensor 1 maupun sensor 2 sudah sesuai dengan yang diharapkan, yaitu menghasilkan output digital atau berlogika 0 volt ketika belum diberi penghalang,

dan berlogika 5 volt ketika diberi penghalang. Proses komparasi tegangan yang terjadi pada sensor dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Rangkaian Sensor Ketinggian Air

Pada gambar 4.3, V_{CE} atau tegangan kolektor-emitor sama dengan tegangan yang masuk pada kaki 3 (tiga) IC komparator. Besar $V_{CE} = V_{CC} - I_C \cdot R_2$. Pada saat sensor belum diberi penghalang, phototransistor dalam keadaan jenuh. Pada keadaan jenuh I_C akan menjadi sangat besar, akibatnya V_{CE} akan bernilai 0 (nol) atau berlogika low. Pada saat sensor diberi penghalang, phototransistor dalam keadaan *cut off*, dengan demikian, I_C akan sama dengan 0 (nol). Akibatnya tegangan V_{CE} akan sama dengan V_{CC} , bernilai + 5 volt atau berlogika high.

4.2.2 Pengujian Rangkaian Kendali

Program uji yang dimasukkan pada mikrokontroler adalah program uji yang digunakan untuk memberi logika 0 (nol) atau tegangan 0 (nol) volt pada port yang dikehendaki, yaitu semua port 0, port 1 (0,1, 2, 3), dan port 3 (0, 1, 4, 6, 7) secara bergantian. Pada output port sudah terpasang LED dan tegangan +5 volt yang berasal dari tegangan catu daya, oleh karena itu apabila terdapat port yang sudah diberi masukan 0 (nol) volt oleh mikrokontroler, maka akan ada beda potensial

antara ujung port dengan ujung LED yang telah diberi tegangan +5 volt, sehingga pada keadaan demikian LED akan menyala. Hasil uji yang direspon oleh mikrokontroller dapat ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Tabel Hasil Pengujian Rangkaian Kendali

No.	Nama Port	Port 0							Port 1				Port 3						
		0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	0	1	4	6	7	
1.	Looping 1	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
		L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
		L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
		L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
		L	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
		L	L	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
		L	L	L	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
		L	L	L	L	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
		L	L	L	L	L	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L
		L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L
		L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	L
		L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L
		L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	L	L	L	L	L
		L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	L	L	L	L
		L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	L	L	L
		2.	Looping 2	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
L	H			L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
L	L			H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
L	L			L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
L	L			L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
L	L			L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
L	L			L	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
L	L			L	L	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
L	L			L	L	L	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L
L	L			L	L	L	L	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L
L	L			L	L	L	L	L	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	L
L	L			L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L
L	L			L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	L	L	L	L	L
L	L			L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	L	L	L	L
L	L			L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	L	L	L
L	L			L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	L	L

Dari hasil respon mikrokontroler pada tabel 4.2, terlihat bahwa LED yang dipasang pada mikrokontroler menyala secara bergantian, dari port 0 (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7), port 1 (0,1, 2, 3), sampai dengan port 3 (0, 1, 4, 6, 7), baik pada looping 1 maupun looping 2. Dengan hasil demikian, mikrokontroler disimpulkan sudah menunjukkan kinerja yang baik, karena baik respon yang ditunjukkan pada looping 1 maupun looping 2 menghasilkan data yang sama dan sesuai dengan perintah program yang dimasukkan pada mikrokontroler.

4.2.3 Pengujian Komunikasi Serial

Komunikasi serial digunakan sebagai piranti perantara komunikasi komputer sebagai *user interface* dengan rangkaian kendali mikrokontroler AT89S51. Untuk itu, ukuran baik dan tidaknya komunikasi serial yang dibuat, terlihat pada respon kesesuaian data yang ditunjukkan oleh mikrokontroler dan komputer. Respon yang ditunjukkan mikrokontroler terlihat dari nyala LED yang dipasang pada mikrokontroler, sedangkan respon yang ditunjukkan komputer terlihat pada tampilan *hyperterminal* komputer. Hasil uji rangkaian komunikasi serial dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Tabel Hasil Pengujian Rangkaian Komunikasi Serial

No.	Huruf Yang Diketik	Huruf Yang Muncul Pada <i>Hyperterminal</i>	Nyala LED Pada Port 1 (Dalam Biner)	Nyala LED Pada Port 1 (Dalam Heksa)
1.	a	a	01100001	61
2.	b	b	01100010	62
3.	c	c	01100011	63

4.	d	d	01100100	64
5.	e	e	01100101	65
6.	f	f	01100110	66
7.	g	g	01100111	67
8.	h	h	01101000	68
9.	i	i	01101001	69
10.	j	j	01101010	6A
11.	k	k	01101011	6B
12.	l	l	01101100	6C
13.	m	m	01101101	6D
14.	n	n	01101110	6E
15.	o	o	01101111	6F
16.	p	p	01110000	70
17.	q	q	01110001	71
18.	r	r	01110010	72
19.	s	s	01110011	73
20.	t	t	01110100	74
21.	u	u	01110101	75
22.	v	v	01110110	76
23.	w	w	01110111	77
24.	x	x	01111000	78
25.	y	y	01111001	79
26.	z	z	01111010	7A

Proses pertukaran data dapat terjadi antara komputer dengan mikrokontroller. Apabila sebuah data berupa karakter ASCII diketikkan pada keyboard, maka secara otomatis, data tersebut akan terkirim menuju mikrokontroller. Data yang terkirim akan dikonversi terlebih dahulu oleh IC MAX232 selaku IC komunikasi serial kedalam bentuk bilangan biner. Hasil bilangan biner yang telah dikonversi terlihat pada respon LED yang telah terpasang pada mikrokontroller. Setelah mikrokontroller menerima data dari komputer, mikrokontroller mengirimkannya kembali menuju komputer. Data yang dikirimkan oleh mikrokontroller adalah data berupa bilangan biner, oleh karena itu IC MAX 232 akan mengkonversinya terlebih dahulu menjadi data karakter ASCII yang siap ditampilkan pada layar komputer. Apabila komunikasi antara komputer dan mikrokontroller berjalan dengan baik, maka pada tampilan *hyperterminal* akan tampil karakter sesuai dengan data yang dikirimkan oleh mikrokontroller.

Perbandingan antara data hasil uji komunikasi dengan tabel daftar ASCII (dapat dilihat pada lampiran 6 halaman 66) yang berlaku secara internasional, dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Tabel Perbandingan Hasil Pengujian Rangkaian Komunikasi Serial Dengan Tabel Daftar ASCII

No.	Hasil Pengujian		Tabel Referensi	
	<i>Hyperterminal</i>	Nyala LED	Karakter	Dalam Heksa
1.	a	61	a	61
2.	b	62	b	62

3.	c	63	c	63
4.	d	64	d	64
5.	e	65	e	65
6.	f	66	f	66
7.	g	67	g	67
8.	h	68	h	68
9.	i	69	i	69
10.	j	6A	j	6A
11.	k	6B	k	6B
12.	l	6C	l	6C
13.	m	6D	m	6D
14.	n	6E	n	6E
15.	o	6F	o	6F
16.	p	70	p	70
17.	q	71	q	71
18.	r	72	r	72
19.	s	73	s	73
20.	t	74	t	74
21.	u	75	u	75
22.	v	76	v	76
23.	w	77	w	77
24.	x	78	x	78
25.	y	79	y	79
26.	z	7A	z	7A

Dengan melihat tabel 4.4, hasil uji komunikasi serial jika dibandingkan dengan tabel referensi menunjukkan bahwa respon yang diberikan oleh *hyperterminal* dalam bentuk munculnya karakter-karakter ASCII dan mikrokontroller dalam bentuk nyala LED sesuai dengan masukan data yang diberikan melalui keyboard. Dari hasil perbandingan juga diperlihatkan bahwa secara keseluruhan, respon yang diberikan oleh *hyperterminal* dan mikrokontroller sudah sesuai dengan standar baku yang ada. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa komunikasi serial yang dibuat sudah berjalan dengan baik.

4.2.4 Pengujian Alat Keseluruhan

Pengujian alat secara keseluruhan (hasil pengujian dapat dilihat pada lampiran 7 halaman 67) dilakukan untuk mencari perbedaan antara pengukuran menggunakan alat dengan pengukuran menggunakan penggaris, jadi dalam hal ini indikator untuk menunjukkan bahwa alat dapat bekerja dengan baik dan layak untuk digunakan adalah dengan membandingkannya dengan pengukuran menggunakan penggaris. Apabila hasil pengukuran dengan menggunakan alat tidak jauh beda dengan pengukuran menggunakan penggaris, maka alat sudah dapat dikatakan baik dan layak untuk dipakai, dan sebaliknya. Dari permasalahan tersebut, didapatkan hipotesa:

H₀ : Terdapat perbedaan antara hasil pengukuran menggunakan penggaris dengan rancang bangun alat.

H1 : Tidak terdapat perbedaan antara hasil pengukuran menggunakan penggaris dengan rancang bangun alat.

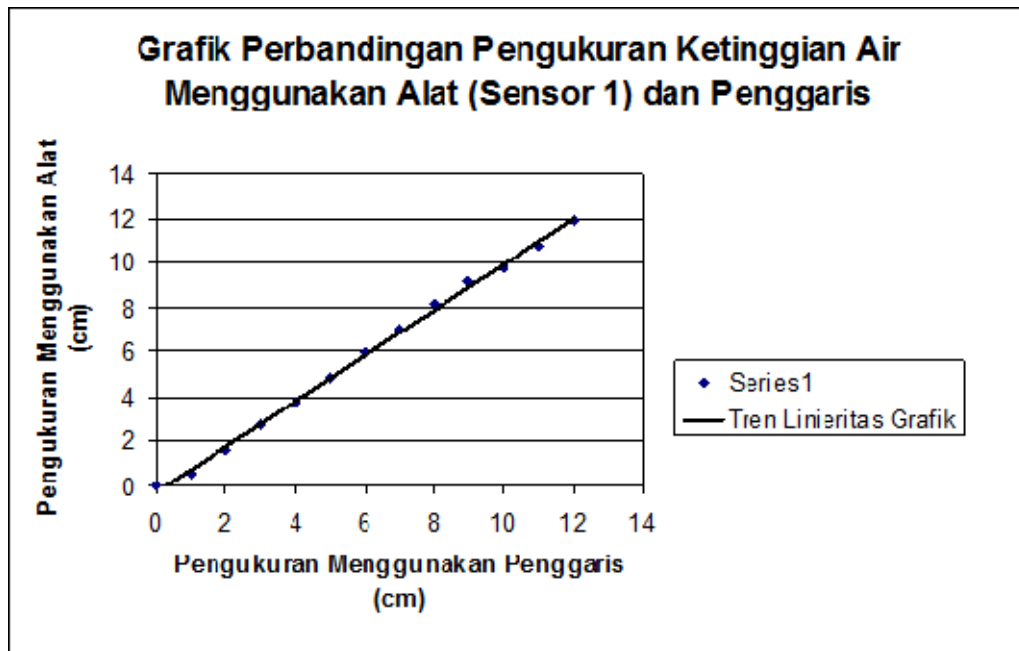
ρ hitung $>$ ρ tabel = H1 diterima

ρ hitung $<$ ρ tabel = H1 ditolak

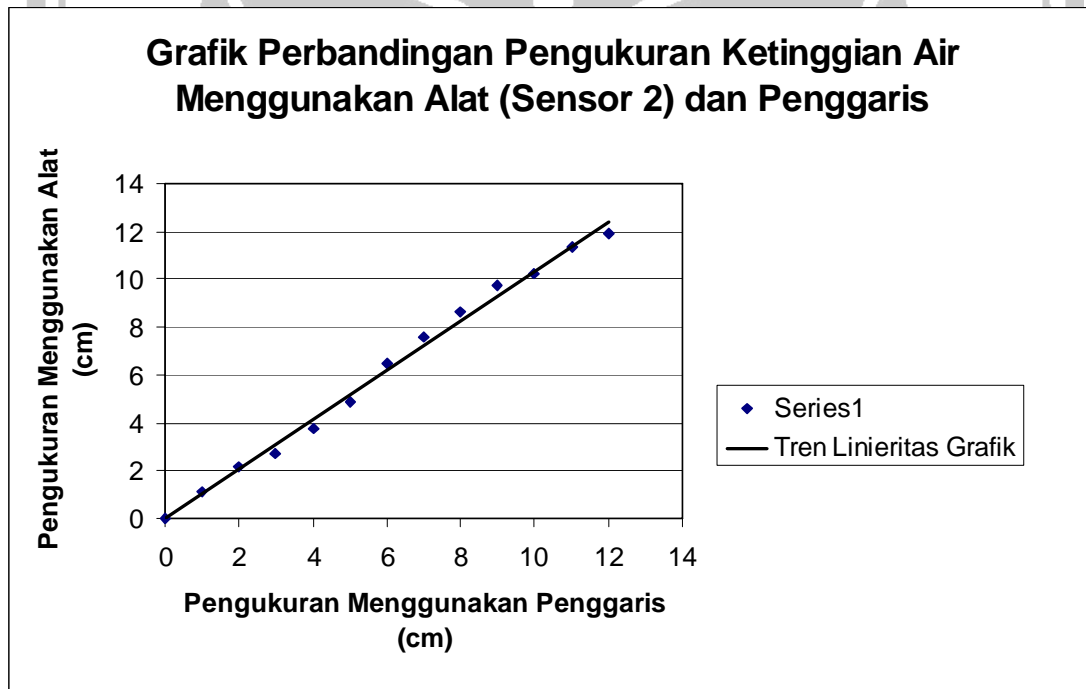
Perhitungan menggunakan metode *spearman rank* (dapat dilihat pada lampiran 8 halaman 69) untuk sensor 1 didapatkan hasil bahwa ρ hitung untuk sensor 1 adalah 0.998462. Jika dibandingkan dengan tabel nilai-nilai ρ maka untuk $n = 26$, pada taraf kesalahan 5% diperoleh harga 0,392 dan untuk 1% = 0,515. Dengan demikian, hasil ρ hitung ternyata lebih besar dari ρ tabel, baik untuk taraf kesalahan 5% maupun 1%. Hal ini berarti H1 diterima dan H0 ditolak. Kesimpulannya, untuk sensor 1 tidak ada perbedaan hasil pengukuran ketinggian air dengan menggunakan penggaris.

Perhitungan menggunakan metode *spearman rank* (dapat dilihat pada lampiran 9 halaman 71) untuk sensor 2 didapatkan hasil bahwa ρ hitung untuk sensor 2 adalah 0.998803. Jika dibandingkan dengan tabel nilai-nilai ρ maka untuk $n = 26$, pada taraf kesalahan 5% diperoleh harga 0,392 dan untuk 1% = 0,515. Dengan demikian, hasil ρ hitung ternyata lebih besar dari ρ tabel, baik untuk taraf kesalahan 5% maupun 1%. Hal ini berarti H1 diterima dan H0 ditolak. Kesimpulannya, untuk sensor 2 tidak ada perbedaan hasil pengukuran ketinggian air dengan menggunakan penggaris.

Apabila diambil sampel data hasil pengukuran menggunakan alat dan penggaris pada skala uji 12 cm dan kondisi permukaan air naik, maka didapatkan grafik perbandingan seperti terlihat pada gambar 4.4 dan gambar 4.5.



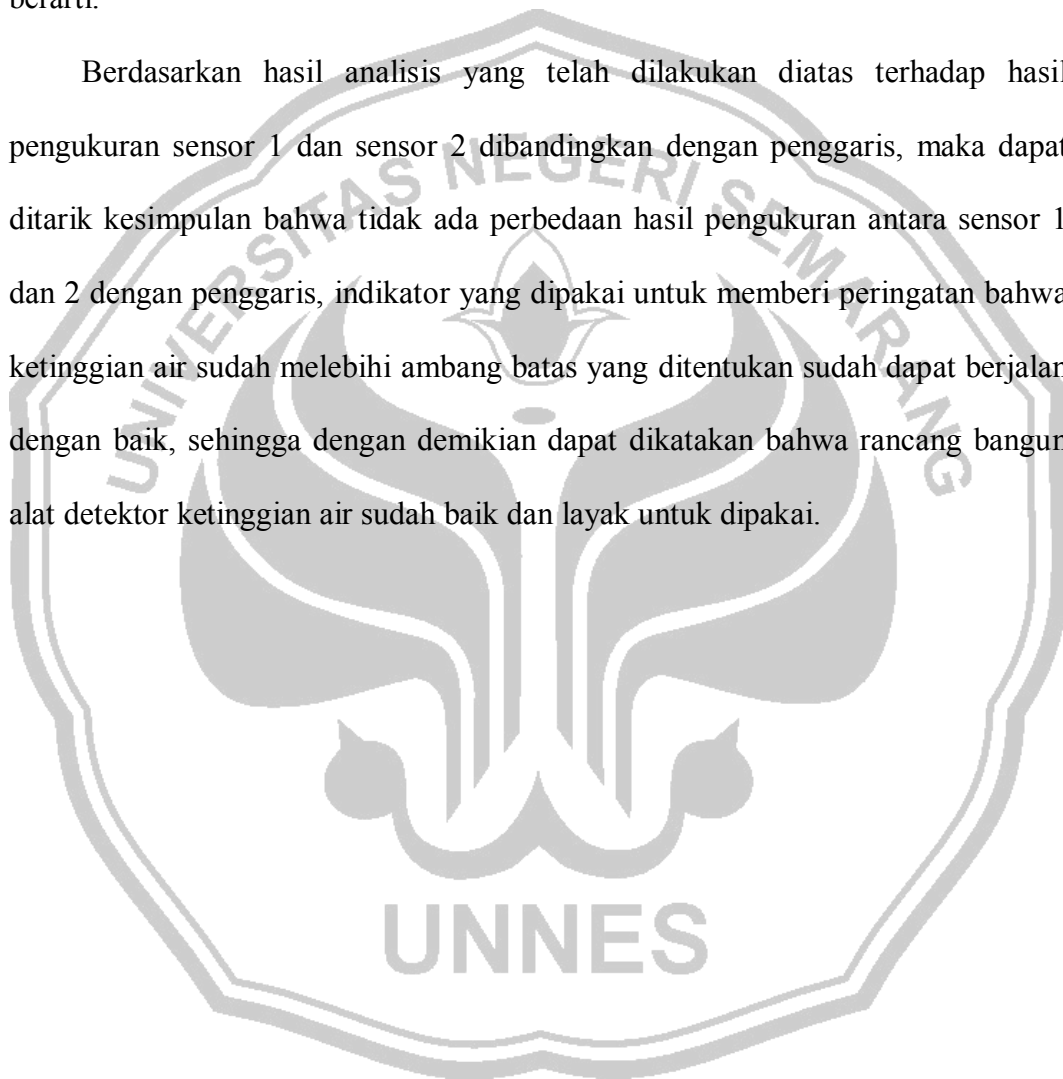
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Pengukuran Data Alat (Sensor 1) dan Penggaris



Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Pengukuran Data Alat (Sensor 2) dan Penggaris

Terlihat pada grafik bahwa antara hasil pengukuran menggunakan alat dan penggaris, baik yang ditunjukkan oleh sensor 1 maupun sensor 2 sama-sama linier dan memiliki kemiringan yang positif, artinya dapat dikatakan antara hasil pengukuran menggunakan alat dan penggaris tidak memiliki perbedaan yang berarti.

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan diatas terhadap hasil pengukuran sensor 1 dan sensor 2 dibandingkan dengan penggaris, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa tidak ada perbedaan hasil pengukuran antara sensor 1 dan 2 dengan penggaris, indikator yang dipakai untuk memberi peringatan bahwa ketinggian air sudah melebihi ambang batas yang ditentukan sudah dapat berjalan dengan baik, sehingga dengan demikian dapat dikatakan bahwa rancang bangun alat detektor ketinggian air sudah baik dan layak untuk dipakai.



BAB 5

SIMPULAN DAN SARAN

5.5 Simpulan

Simpulan dari hasil penelitian ini adalah telah terciptanya alat yang mampu mengukur dan memberi informasi secara langsung ketinggian air pada landasan pacu pesawat terbang yang memiliki perbandingan hasil pengukuran yang sama dengan menggunakan penggaris dengan ρ (koefisien *spearman rank*) hitung sebesar 0.998462 pada taraf kesalahan 1% dan 5% untuk sensor 1 serta ρ hitung sebesar 0.998803 pada taraf kesalahan 1% dan 5% untuk sensor 2, tinggi pengukuran maksimal 11,58 cm, ambang batas minimal (*threshold*) 0,27 cm, ambang batas maksimal 11,61 cm dan nst 0,54 cm, sehingga dapat membantu pihak pengelola bandara dalam mengambil keputusan terhadap kemungkinan terjadinya kecelakaan pesawat terbang akibat peristiwa *hydroplaning*.

5.6 Saran

Saran yang dapat diberikan peneliti antara lain:

1. Perlunya pemakaian detektor ketinggian air pada landasan pacu pesawat terbang untuk membantu pihak pengelola bandara dalam mengambil keputusan terhadap kemungkinan terjadinya kecelakaan pesawat terbang akibat peristiwa *hydroplaning*.

2. Metode pengiriman data dari sensor menuju rangkaian kendali disarankan menggunakan sarana *wireless communication*, agar komunikasi antara sensor dan rangkaian kendali menjadi lebih efektif.
3. Lokasi penelitian hendaknya sudah berada di area pengukuran ketinggian air yang sebenarnya, yaitu di bandar udara.
4. Perlunya menu bantuan pada tampilan program untuk membantu user dalam mengoperasikan software detektor ketinggian air.

57



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2009. *Daftar Kecelakaan dan Insiden Pesawat Penumpang*. Diunduh dari http://id.wikipedia.org/wiki/Daftar_kecelakaan_dan_insiden_pesawat_penumpang (Diakses tanggal 16/11/2009)
- Anonim. 2009. *Optocoupler*. Diunduh dari <http://shatomeia.com/2009/01/optocoupler/> (Diakses tanggal 06/12/2009)
- Anonim. 2007. *Mendarat Proses Paling Berbahaya*. Diunduh dari <http://suryaonline.com/Mendaratprosespalingberbahaya.html> (Diakses tanggal 22/11/2009)
- Anonim. 2009. *Bandara Ahmad Yani Terendam, 45 Penerbangan batal Operasi*. Diunduh dari <http://web.pab-indonesia.com/content/view/23268/9/> (Diakses tanggal 23/11/2009)
- Anonim. 2009. *ASCII Lookup Table*. Diunduh dari <http://www.asciitable.com> (Diakses tanggal 16/02/2010)
- Anonim. 2009. *AT89S51*. Diunduh dari http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/A/T/8/9/AT89_S51.html (Diakses tanggal 22/12/2009)
- Anonim. 2009. *MAX232*. Diunduh dari http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/max232.html (Diakses tanggal 22/12/2009)
- Anonim. 2005. *Penyebab Utama Kecelakaan Lion Air Hydroplaning*. Diunduh dari <http://www.tempointeraktif.com/penyebab-kecelakaanlionair-hydroplaning.html> (Diakses tanggal 23/12/2009)
- Anonim. 2001. *Optocouplers: When & How Use Them*. Diunduh dari http://www.jaycar.com.au/images_uploaded/optocoup.pdf (Diakses tanggal 23/12/2009)
- Budioko, Totok. 2005. *Belajar dengan Mudah dan Cepat Pemrograman Bahasa C dengan SDCC pada Mikrokontroler AT 89X051/AT 89C51/52 Teori, Simulasi dan Aplikasi*. Yogyakarta: Penerbit Gaya Media
- Budi R., Ibnu. 2007. *Komunikasi Serial Mikrokontroler dengan PC (Komputer)*. Diunduh dari <http://ibnubudir.files.wordpress.com/2008/08/komunikasi-serial-mikrokontroler-dengan-pc.pdf> (Diakses tanggal 06/12/2009)
- Budiharto, Widodo. 2004. *Interfacing Komputer*. Jakarta: Gramedia

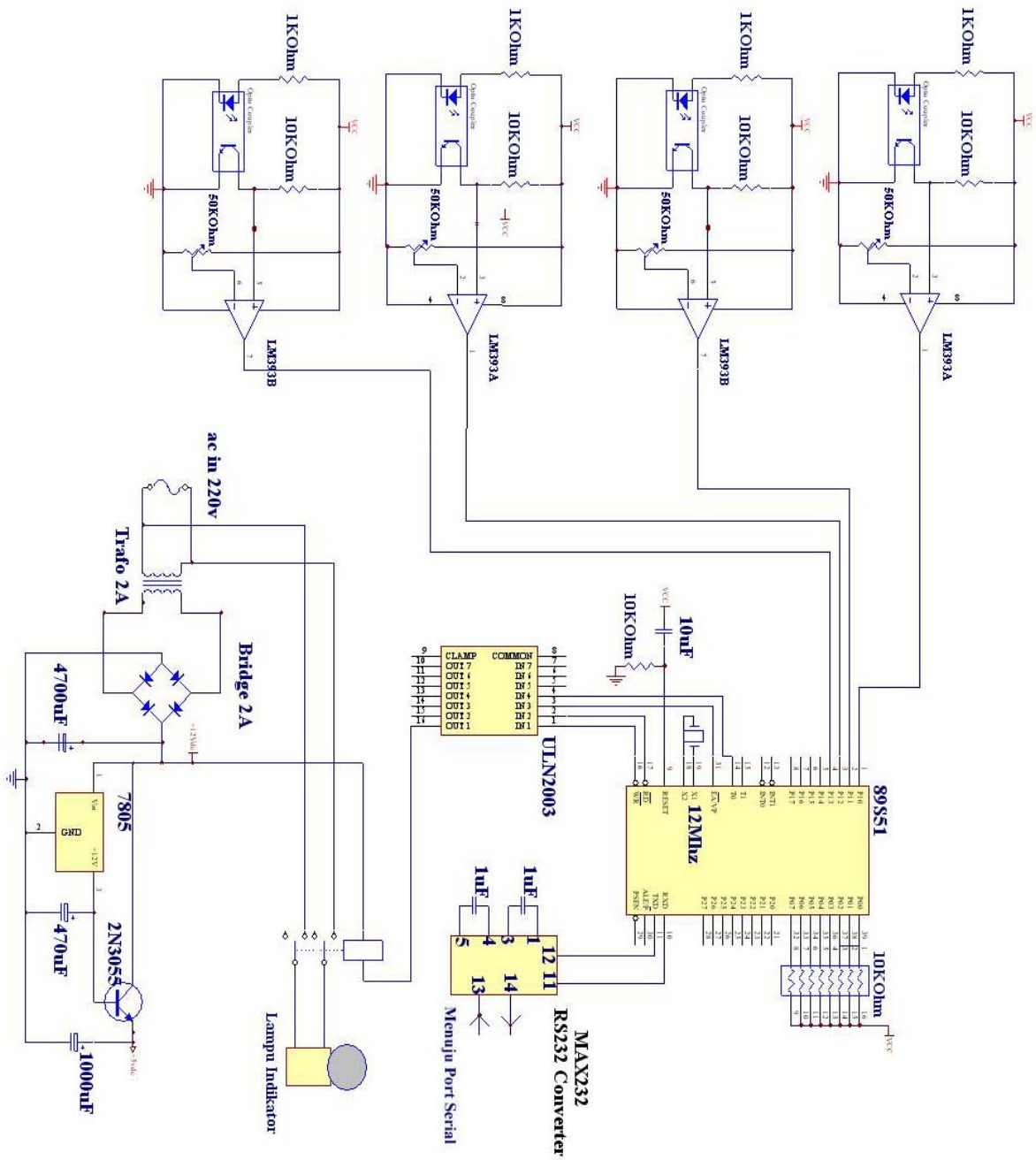
- C.-W. Oh, T.-W.Kim, H.-Y. Jeong, K.-S. Park dan S.-N. Kim. 2008. *Hydroplaning Simulation for a Straight-Grooved Tire by Using FDM, FEM and an Asymptotic Method*. Journal of Mechanical Science and Technology. SPRINGER. Vol 22 No. 1. Diunduh dari <http://www.springerlink.com/content/ax118361m3q64100/> (Diakses tanggal 23 Desember 2009)
- Fredy, Djoko H N, dan Harlianto T. 2007. *Pemodelan Pemantau Persediaan dan Pemesanan Barang Berbasis jaringan Komputer*. Jurnal Teknik Elektro. TESLA. Vol. 9 No. 2. Diunduh dari <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/jte/article/viewFile/17460/17377> (Diakses tanggal 28/12/2009)
- Halliday, David. 1977. *Fisika: Jilid 1*. Jakarta: Erlangga
- Irawan, Agus. 1996. *Pintar Elektronika Jilid 1*. Batang: CV. Bahagia
- Jazar, Reza N. 2008. *Vehicle Dynamics: Theory and Applications*. Springer. Diunduh dari at <http://www.scribd.com/doc/21262952/Vehicle-Dynamics> (diakses tanggal 22/11/2009)
- Kadir, Abdul. 2003. *Dasar Aplikasi Database MySql Delphi*. Yogyakarta: Penerbit Andi
- Mujiman. 2008. *Aplikasi AT89S51 Sebagai Pengontrol kecepatan Motor DC*. Jurnal Teknologi. Technoscientia. Vol. 1 No. 1. Diunduh dari <http://www.scribd.com/doc/19637844/null> (diakses tanggal 14/12/2009)
- Pittman, Glenn J. 1998. *Fundamentals of Aerodynamics*. Diunduh dari <http://www.scribd.com/doc/22012288/Fundamentals-Of-Aerodynamics> (Diakses tanggal 22/11/2009)
- Siregar, Syarifuddin. 2004. *Statistik Terapan untuk Penelitian*. Jakarta: Grasindo
- Sudjana. 2001. *Metode Statistika*. Bandung: Tarsito
- Sugiyono, 2004. *Statistik Non Parametris untuk Penelitian*. Bandung: CV Alfabeta
- Sugiyono, 2005. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: CV Alfabeta
- Sutrisno. 1987. *Elektronika Teori dan Penerapannya : Jilid 2*. Bandung: Penerbit ITB
- Taufik H dan Sandhyavitri A. 2005. *Teknik lapangan Terbang 1: Teori Dasar*. Diunduh dari <http://www.scribd.com/doc/14039859/Konfigurasi-Runway-Lapangan-Terbang> (diakses tanggal 22 November 2009)
- Tokheim, Roger L. 1995. *Elektronika Digital*. Jakarta: Erlangga

- Wahana Komputer. 2009. *Aplikasi Cerdas Menggunakan Delphi*. Yogyakarta: Penerbit Andi
- Wibowo, Mungin E, dkk. 2006. *Panduan Penulisan Karya Ilmiah*. Semarang: UNNES Press
- Yusuf, Dani. 2009. *Steering and Suspension*. Diunduh dari <http://www.lsp-to.or.id/download/Step%20%20Chassis%20Steering%20%26%20Suspension.pdf> (Diakses tanggal 23/12/2009)

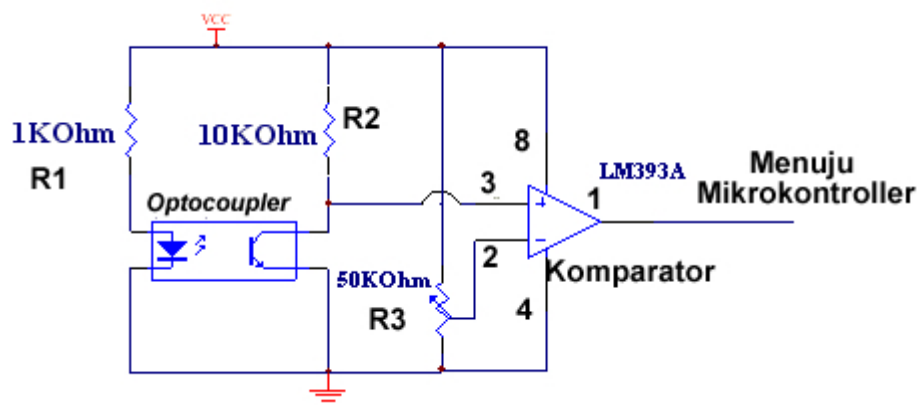


Lampiran 1

GAMBAR RANGKAIAN ALAT KESELURUHAN



Lampiran 2

GAMBAR RANGKAIAN SENSOR DAN KOMPARATOR

Lampiran 3

PROGRAM UJI MIKROKONTROLLER AT89S51

```

#include <sfr51.inc>
mulai : mov A, #11111110B
port0  : RL A
        mov p0, A
        acall tunda
        cjne A, #7FH, port0
        mov p0, #FFH
port1  : RL A
        mov p1, A
        acall tunda
        cjne A, #F7H, port1
        mov p1, #FFH
port3  : mov p3, #FEH
        acall tunda
        mov p3, #FDH
        acall tunda
        mov p3, #EFH
        acall tunda
        mov p3, #BFH
        acall tunda
        mov p3, #7FH
        acall tunda
        mov p3, #FFH
        ajmp mulai
tunda  : mov r0, #0
ul ang1 : mov r1, #0
ul ang2 : mov r2, #0
ul ang3 : inc r2
        cjne r2, #400, ul ang3
        inc r1
        cjne r1, #400, ul ang2
        inc r0
        cjne r0, #100, ul ang1
        ret
end

```

Lampiran 4

PROGRAM UJI KOMUNIKASI SERIAL

```
$Mod51
baudrate equ 0FDH
code_seg equ 000H
org code_seg
ljmp start
init      : mov scon, #50H
           mov th1, #baudrate
           anl pcon, #7FH
           mov tmod, #21H
           mov tcon, #40H
           ret
start     : mov sp, #10H
           lcall init
tunggu   : jnb RI, tunggu
           mov A, sbuf
           clr RI
           mov p1, A
           sjmp tunggu
end
```


Lampiran 5

Tabel Nilai Rho
(Sumber: sugiyono, 2004: 154)

N	Taraf Signifikan		N	Taraf Signifikan	
	5%	1%		5%	1%
5	1,000	-	16	0,506	0,665
6	0,886	1,000	18	0,475	0,625
7	0,786	0,929	20	0,450	0,591
8	0,738	0,881	22	0,428	0,562
9	0,683	0,833	24	0,409	0,537
10	0,648	0,794	26	0,392	0,515
12	0,591	0,777	28	0,377	0,496
14	0,544	0,715	30	0,364	0,478

Lampiran 6

Tabel Karakter ASCII(Sumber: <http://www.asciitable.com>)

Dec	Hex	Oct	Char	Dec	Hex	Oct	Html	Chr	Dec	Hex	Oct	Html	Chr	Dec	Hex	Oct	Html	Chr
0	0	000	NUL (null)	32	20	040	 Space	64	40	100	@ @	96	60	140	` `			
1	1	001	SOH (start of heading)	33	21	041	! !	65	41	101	A A	97	61	141	a a			
2	2	002	STX (start of text)	34	22	042	" "	66	42	102	B B	98	62	142	b b			
3	3	003	ETX (end of text)	35	23	043	# #	67	43	103	C C	99	63	143	c c			
4	4	004	EOT (end of transmission)	36	24	044	$ \$	68	44	104	D D	100	64	144	d d			
5	5	005	ENQ (enquiry)	37	25	045	% %	69	45	105	E E	101	65	145	e e			
6	6	006	ACK (acknowledge)	38	26	046	& &	70	46	106	F F	102	66	146	f f			
7	7	007	BEL (bell)	39	27	047	' '	71	47	107	G G	103	67	147	g g			
8	8	010	BS (backspace)	40	28	050	((72	48	110	H H	104	68	150	h h			
9	9	011	TAB (horizontal tab)	41	29	051))	73	49	111	I I	105	69	151	i i			
10	A	012	LF (NL line feed, new line)	42	2A	052	* *	74	4A	112	J J	106	6A	152	j j			
11	B	013	VT (vertical tab)	43	2B	053	+ +	75	4B	113	K K	107	6B	153	k k			
12	C	014	FF (NP form feed, new page)	44	2C	054	, ,	76	4C	114	L L	108	6C	154	l l			
13	D	015	CR (carriage return)	45	2D	055	- -	77	4D	115	M M	109	6D	155	m m			
14	E	016	SO (shift out)	46	2E	056	. .	78	4E	116	N N	110	6E	156	n n			
15	F	017	SI (shift in)	47	2F	057	/ /	79	4F	117	O O	111	6F	157	o o			
16	10	020	DLE (data link escape)	48	30	060	0 0	80	50	120	P P	112	70	160	p p			
17	11	021	DC1 (device control 1)	49	31	061	1 1	81	51	121	Q Q	113	71	161	q q			
18	12	022	DC2 (device control 2)	50	32	062	2 2	82	52	122	R R	114	72	162	r r			
19	13	023	DC3 (device control 3)	51	33	063	3 3	83	53	123	S S	115	73	163	s s			
20	14	024	DC4 (device control 4)	52	34	064	4 4	84	54	124	T T	116	74	164	t t			
21	15	025	NAK (negative acknowledge)	53	35	065	5 5	85	55	125	U U	117	75	165	u u			
22	16	026	SYN (synchronous idle)	54	36	066	6 6	86	56	126	V V	118	76	166	v v			
23	17	027	ETB (end of trans. block)	55	37	067	7 7	87	57	127	W W	119	77	167	w w			
24	18	030	CAN (cancel)	56	38	070	8 8	88	58	130	X X	120	78	170	x x			
25	19	031	EM (end of medium)	57	39	071	9 9	89	59	131	Y Y	121	79	171	y y			
26	1A	032	SUB (substitute)	58	3A	072	: :	90	5A	132	Z Z	122	7A	172	z z			
27	1B	033	ESC (escape)	59	3B	073	; ;	91	5B	133	[[123	7B	173	{ {			
28	1C	034	FS (file separator)	60	3C	074	< <	92	5C	134	\ \	124	7C	174	| 			
29	1D	035	GS (group separator)	61	3D	075	= =	93	5D	135]]	125	7D	175	} }			
30	1E	036	RS (record separator)	62	3E	076	> >	94	5E	136	^ ^	126	7E	176	~ ~			
31	1F	037	US (unit separator)	63	3F	077	? ?	95	5F	137	_ _	127	7F	177	 DEL			

Lampiran 7

Data Hasil Pengujian Alat Keseluruhan

Pengujian	Sensor 1				Output Indikator	Sensor 2				Output Indikator
	Angka Kenaikan		Angka Penurunan			Angka Kenaikan		Angka Penurunan		
	Penggaris (cm)	Alat (cm)	Penggaris (cm)	Alat (cm)		Penggaris (cm)	Alat (cm)	Penggaris (cm)	Alat (cm)	
Pengujian 1	0	0	7	7,02	Nyala pada 6,48 cm	0	0	7	7,48	Nyala pada 6,48 cm
	1	0,54	6	5,40		1	1,08	6	5,94	
<i>Threshold</i> 5,94 cm	2	1,62	5	4,86		2	2,16	5	4,86	
	3	3,24	4	4,32		3	2,7	4	3,78	
	4	3,78	3	2,70		4	3,78	3	2,70	
	5	4,86	2	2,16		5	5,4	2	1,62	
	6	5,94	1	1,08		6	5,94	1	0,54	
	7	7,02	0	0		7	7,48	0	0	
Pengujian 2	0	0	7	7,56	Nyala pada 6,48 cm	0	0	7	7,02	Nyala pada 6,48 cm
	1	1,08	6	5,94		1	0,54	6	6,48	
<i>Threshold</i> 5,94 cm	2	2,16	5	4,86		2	1,62	5	5,40	
	3	3,24	4	3,78		3	3,24	4	4,32	
	4	4,32	3	3,24		4	3,78	3	3,24	
	5	5,4	2	2,16		5	4,86	2	2,16	
	6	6,48	1	0,54		6	5,94	1	1,08	
	7	7,56	0	0		7	7,02	0	0	
Pengujian 3	0	0	12	11,88	Nyala pada 11,34 cm	0	0	12	11,88	Nyala pada 11,34 cm
	1	1,08	11	11,34		1	0,54	11	10,80	
<i>Threshold</i> 11,07 cm	2	1,62	10	10,80		2	1,62	10	10,26	
	3	2,70	9	8,64		3	3,24	9	9,18	
	4	4,32	8	8,10		4	3,78	8	8,10	
	5	5,40	7	7,56		5	4,86	7	7,02	
	6	5,94	6	6,48		6	6,48	6	5,94	

	7	7,56	5	4,86		7	7,02	5	5,40	
	8	8,10	4	3,78		8	7,56	4	4,32	
	9	9,18	3	3,24		9	8,64	3	3,24	
	10	10,26	2	2,16		10	9,72	2	2,16	
	11	10,80	1	1,08		11	11,34	1	1,08	
	12	11,88	0	0		12	11,88	0	0	
Pengujian	0	0	12	11,88	Nyala pada	0	0	12	11,88	Nyala pada
4	1	0,54	11	11,34	11,34 cm	1	1,08	11	10,80	11,34 cm
Threshold	2	1,62	10	10,26		2	2,16	10	10,26	
11,07 cm	3	2,70	9	8,64		3	2,70	9	9,18	
	4	3,78	8	8,10		4	3,78	8	8,10	
	5	4,86	7	7,02		5	4,86	7	7,02	
	6	5,94	6	6,48		6	6,48	6	5,94	
	7	7,02	5	5,40		7	7,56	5	4,86	
	8	8,10	4	4,32		8	8,64	4	3,78	
	9	9,18	3	3,24		9	9,72	3	2,70	
	10	9,72	2	2,16		10	10,26	2	1,62	
	11	10,80	1	1,08		11	11,34	1	0,54	
	12	11,88	0	0		12	11,88	0	0	

Lampiran 8

Perhitungan Data Sensor 1

No.	Tinggi Air Penggaris	Tinggi Air Alat	Ranking	Ranking	bi	bi ²
	(Xi)	(Yi)	(Xi)	(Yi)		
1.	0	0	25.5	25.5	0	0
2.	1	0.54	23.5	24	-0.5	0.25
3.	2	1.62	21.5	22	-0.5	0.25
4.	3	2.7	19.5	20	-0.5	0.25
5.	4	3.78	17.5	18	-0.5	0.25
6.	5	4.86	15.5	16	-0.5	0.25
7.	6	5.94	13.5	14	-0.5	0.25
8.	7	7.02	11.5	11.5	0	0
9.	8	8.1	9.5	9.5	0	0
10.	9	9.18	7.5	7	0.5	0.25
11.	10	9.72	5.5	6	-0.5	0.25
12.	11	10.8	3.5	4	-0.5	0.25
13.	12	11.88	1.5	1.5	0	0
14.	12	11.88	1.5	1.5	0	0
15.	11	11.34	3.5	3	0.5	0.25
16.	10	10.26	5.5	5	0.5	0.25
17.	9	8.64	7.5	8	-0.5	0.25
18.	8	8.1	9.5	9.5	0	0

19.	7	7.02	11.5	11.5	0	0
20.	6	6.48	13.5	13	0.5	0.25
21.	5	5.4	15.5	15	0.5	0.25
22.	4	4.32	17.5	17	0.5	0.25
23.	3	3.24	19.5	19	0.5	0.25
24.	2	2.16	21.5	21	0.5	0.25
25.	1	1.08	23.5	23	0.5	0.25
26.	0	0	25.5	25.5	0	0
	26				0	4.5

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum b_i^2}{n(n^2 - 1)} = \frac{1 - 6.45}{26(26^2 - 1)} = 0.998462$$

Lampiran 9

Perhitungan Data Sensor 2

No.	Tinggi Air Penggaris	Tinggi Air Alat	Ranking	Ranking	bi	bi ²
	(Xi)	(Yi)	(Xi)	(Yi)		
1.	0	0	25.5	25.5	0	0
2.	1	1.08	23.5	23	0.5	0.25
3.	2	2,16	21.5	21	0.5	0.25
4.	3	2.7	19.5	19.5	0	0
5.	4	3.78	17.5	17.5	0	0
6.	5	4.86	15.5	15.5	0	0
7.	6	6.48	13.5	13	0.5	0.25
8.	7	7.56	11.5	11	0.5	0.25
9.	8	8.64	9.5	9	0.5	0.25
10.	9	9.72	7.5	7	0.5	0.25
11.	10	10.26	5.5	5.5	0	0
12.	11	11.34	3.5	3	0.5	0.25
13.	12	11.88	1.5	1.5	0	0
14.	12	11.88	1.5	1.5	0	0
15.	11	11.08	3.5	4	-0.5	0.25
16.	10	10.26	5.5	5.5	0	0
17.	9	9.18	7.5	8	-0.5	0.25
18.	8	8.1	9.5	10	-0.5	0.25

19.	7	7.02	11.5	12	-0.5	0.25
20.	6	5.94	13.5	14	-0.5	0.25
21.	5	4.86	15.5	15.5	0	0
22.	4	3.78	17.5	17.5	0	0
23.	3	2.7	19.5	19.5	0	0
24.	2	1.62	21.5	22	-0.5	0.25
25.	1	0.54	23.5	24	-0.5	0.25
26.	0	0	25.5	25.5	0	0
	26				0	3.5

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum b_i^2}{n(n^2 - 1)} = \frac{1 - 6.3,5}{26(26^2 - 1)} = 0.998803$$

Lampiran 10

Program Assembly Rancang Bangun Alat Keseluruhan

```

TngS1      equ  0fh
TngS2      equ  10h
TngS3      equ  11h

lgkDwnLos1 bit  20h. 0
lgkUpLos1  bit  20h. 1
lgkHIs1    bit  20h. 2
lgkDwnLos2 bit  20h. 3
lgkDwnLos3 bit  20h. 4
dettrans   bit  20h. 5
lgkUpLos2  bit  20h. 6
lgkUpLos3  bit  20h. 7

org 00h
AJMP Start
org 023h
Jmp ReadSerial
org 30h

Start:
mov p2, #0ffh
mov tngs1, #0
mov tngs2, #0
mov tngs3, #0
mov 20h, #0
mov 21h, #0
mov scon, #050h ; serial mode 2 8b w/var bps
by tmr, enb Ren
mov tmod, #021h ; set tmr1 8bit auto reload
tmr0 sbg 16b timer
mov th1, #0Fdh ; 9600bps

setb tr0
setb ea
setb et0

NScan:
ACALL countsen1
ACALL countsen2
AJMP NScan

```

; -----

ubh2bcdkrm:

```

mov    b, #0100
div    ab
orl    a, #030h
ACALL  WrtKarSerial
mov    a, b
mov    b, #010
div    ab
orl    a, #030h
ACALL  WrtKarSerial
mov    a, b
orl    a, #030h
ACALL  WrtKarSerial
ret

```

; sebelumnya set lgkhis1 = 0 dan copykn bit yg akan
di detek mov c, P1.0

; baca transisi logik dr High to Low

RDRTrLgkHL1:

jnb P1.0, LgkLow

setb lgkhis1

NoTrans1:

ret

LgkLow:

jnb lgkhis1, NoTrans1

clr lgkhis1

ret

CountSen1: ACALL TrLgkLHUp1
jnb dettrans, nocntup1
jb P1.1, nocntup1
mov a, tngs1
cjne a, #050, blmmaxs1
AJMP sdhmaxs1

blmmaxs1: inc TngS1
mov a, tngs1
push acc
mov a, #'T'
ACALL WrtKarSerial
mov a, #'1'
ACALL WrtKarSerial
pop acc
ACALL ubh2bcdkrm
mov a, #' '
ACALL WrtKarSerial
sdhmaxs1: clr dettrans
ret

nocntup1: clr dettrans
ACALL TrLgkLHDwn1
jnb dettrans, nocntdown1

```

j b      P1.0, nocntdown1
mov      a, TngS1
j z      nocntdown1
dec      TngS1
mov      a, tngs1
push acc
mov      a, #' T'
ACALL   WrtKarSerial
mov      a, #' 1'
ACALL   WrtKarSerial
pop      acc
ACALL   ubh2bcdkrm
mov      a, #' '
ACALL   WrtKarSerial
nocntdown1:
clr     dettrans
ret

;
-----
CountSen2:
ACALL   TrLgkLHUp2
j nb    dettrans, nocntup2
j b     P1.3, nocntup2
mov     a, tngs2
cj ne  a, #050, bl mmaxs2
AJMP   sdhmaxs2
bl mmaxs2:
inc     TngS2
mov     a, tngs2
push acc
mov     a, #' T'
ACALL   WrtKarSerial
mov     a, #' 2'
ACALL   WrtKarSerial
pop     acc
ACALL   ubh2bcdkrm
mov     a, #' '
ACALL   WrtKarSerial
sdhmaxs2:
clr     dettrans
ret

nocntup2:
clr     dettrans
ACALL   TrLgkLHDwn2
j nb    dettrans, nocntdown2
j b     P1.2, nocntdown2
mov     a, TngS2
j z     nocntdown2
dec     TngS2
mov     a, tngs2
push acc
mov     a, #' T'
ACALL   WrtKarSerial
mov     a, #' 2'
ACALL   WrtKarSerial
pop     acc

```

```

                                ACALL    ubh2bcdkrm
                                mov      a, #' '
                                ACALL    WrtKarSerial
nocntdown2:                   clr      dettrans
                                ret

```

```

;      sebelumnya set lgklos1 = 1 baca transisi logik dr
Low to High
TrLgkLHUp1:                   jb      P1.0, LgkHighUp1
                                clr      lgkUpLos1
                                clr      dettrans
NoTrLHUp1:                     ret
LgkHighUp1:                   jb      lgkUpLos1, NoTrLHUp1
                                setb    lgkUpLos1
                                setb    dettrans
                                ret

```

```

;      sebelumnya set lgklos1 = 1 baca transisi logik dr
Low to High
TrLgkLHDwn1:                  jb      P1.1, LgkHighDwn1
                                clr      lgkDwnLos1
                                clr      dettrans
NoTrLHDwn1:                   ret
LgkHighDwn1:                  jb      lgkDwnLos1, NoTrLHDwn1
                                setb    lgkDwnLos1
                                setb    dettrans
                                ret

```

```

;      sebelumnya set lgklos1 = 1 baca transisi logik dr
Low to High
TrLgkLHUp2:                   jb      P1.2, LgkHighUp2
                                clr      lgkUpLos2
                                clr      dettrans
NoTrLHUp2:                     ret
LgkHighUp2:                   jb      lgkUpLos2, NoTrLHUp2
                                setb    lgkUpLos2
                                setb    dettrans
                                ret

```

```

;      sebelumnya set lgklos1 = 1 baca transisi logik dr
Low to High
TrLgkLHDwn2:                  jb      P1.3, LgkHighDwn2

```

```

                clr    I gkDwnLos2
                clr    dettrans
NoTrLHDwn2:    ret
LgkHi ghDwn2:  j b    I gkDwnLos2, NoTrLHDwn2
                setb  I gkDwnLos2
                setb  dettrans
                ret

```

```

;-----
;-----

```

```

; Kirim 1 kar ke seri al
WrtKarSeri al :

```

```

                clr    Es
                clr    ti
                mov   sbuf, a
                jnb   ti, $
                clr    ti
                setb  Es
                ret

```

```

;-----
;-----

```

```

ReadSeri al :  mov   a, sbuf
                mov   p0, a
                reti

```

```

; Tundaan waktu tunda ((R6*2)*R5)+(3*R5-1)+4
Del ay:        mov   r6, #0ffh
wai t:         djnz  r6, $
                djnz  r5, wai t
                ret

```

```

;-----
;-----

```

```

; Tundaan waktu
DI ybyr7:      mov   r5, #0ffh
                mov   r6, #0ffh
wtdl yr7:      djnz  r6, $
                djnz  r5, wtdl yr7
                djnz  r7, dl ybyr7
                ret

```

```

end

```