

**BASE STATION PADA SISTEM PEMANTAU CUACA
MENGUNAKAN DIAL UP HANDPHONE SEBAGAI MEDIA
TRANSFER DATA**

SKRIPSI

*Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik*



Disusun oleh :
AGUSTIN KARDINA
NIM. 0510630009-63

Telah diperiksa dan disetujui oleh
Dosen Pembimbing:

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Nanang Sulistiyanto
NIP. 19700113 199403 1 002

Nurussa'adah, Ir., MT.
NIP. 19680706 199203 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

**BASE STATION PADA SISTEM PEMANTAU CUACA
MENGUNAKAN *DIAL UP* HANDPHONE SEBAGAI MEDIA
TRANSFER DATA**

**SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh:

AGUSTIN KARDINA

NIM. 0510630009-63

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
tanggal 28 Januari 2010

DOSEN PENGUJI

Panca Mudjirahardjo, ST., MT
NIP. 19700329 20012 1 001

Ponco Siwindarto, Ir., M.Sc
NIP. 19590304 198903 1 001

Bambang Siswoyo, Ir., MT
NIP. 19621211 198802 1 001

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Rudy Yuwono, ST., M.Sc
NIP. 19710615 199802 1 003

Kata Pengantar

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Skripsi berjudul “*Base Station Pada Sistem Pemantau Cuaca Menggunakan Dial Up Handphone Sebagai Media Transfer Data*” ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.

- Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, bimbingan serta dorongan dari semua pihak, penyelesaian skripsi ini tidak mungkin bisa terwujud. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:
- Ibu dan Ayah atas segala nasehat, kasih sayang, perhatian dan kesabarannya di dalam membesarkan dan mendidik penulis, serta semua saudara-saudaraku untuk kasih sayang, dukungan dan doa selama studi hingga terselesainya skripsi ini.
- Rudy Yuwono, ST., M.Sc selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- M. Aziz Muslim, ST., MT., Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- Ir. M. Julius St, MS selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian Elektronika Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Bapak Nanang Sulistyanto, Ir. dan Ibu Nurussa’adah, Ir., MT. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini serta atas segala bentuk bantuan dan saran yang membangun.
- Staf rekording Jurusan Teknik Elektro,
- Teman-teman Laboratorium Elektronika yang bersedia memberikan bantuan ketika dibutuhkan,
- Keluarga besar CatV, Sapi Jiwa, Ganyong team, anak kos Nadhira, Agung Setiabudi, Radas Bayu A. dan semua Sahabatku untuk kasih sayang dan dukungannya selama ini.

- Seluruh teman-teman Streamline angkatan 2005, teman-teman di Workshop, senior dan seluruh teman-teman TEUB terimakasih atas bantuan dan saran yang diberikan.
- Semua pihak yang telah memberikan bantuan serta dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung atas penyusunan skripsi ini.

Pada akhirnya, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Malang, Januari 2010

Penulis



Abstrak

Agustin Kardina, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Januari 2010, *Base Station pada Sistem Pemantau Cuaca Menggunakan Dial Up Handphone Sebagai Media Transfer Data*, Dosen Pembimbing: Ir. Nanang Sulistyanto dan Nurussa'adah, Ir., MT.

Indonesia adalah negara beriklim tropis yang mempunyai dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Pada beberapa tahun terakhir ini kondisi iklim dan cuaca di Indonesia menjadi tidak menentu dan perubahannya sulit untuk diprediksi atau diramalkan. Kondisi iklim dan cuaca yang tidak menentu sangat membingungkan masyarakat awam pada umumnya terutama masyarakat yang memiliki mata pencaharian yang erat kaitannya dengan iklim dan cuaca. Oleh karena itu perlu dibuat sebuah sistem pemantau cuaca yang dapat melakukan pemantauan dan pencatatan kondisi cuaca secara aktual serta dapat diakses dari jarak jauh. Maka dalam skripsi ini akan dirancang Sistem Pemantau Cuaca Menggunakan *Dial up Handphone* Sebagai Media Transfer Data. Sistem ini terdiri atas Remote Telemetry Unit (RTU) dan Base Station. RTU merupakan suatu peralatan yang berada di tempat yang sama dengan besaran yang diamati, dan bertugas mengirimkan data hasil pengamatan ke *Base Station*. Sedangkan *Base Station* adalah unit yang berada di tempat yang terpisah dengan besaran yang diamati, dan bertugas menerima dan mengolah data yang diterima dari RTU. RTU dapat megakuisisi data-data parameter cuaca yang meliputi suhu udara dengan resolusi 1 °C, kelembaban dengan resolusi 1 %RH, kecepatan angin dengan resolusi 1 km/jam, arah angin dengan resolusi 45° dan curah hujan dengan resolusi 1 mm. Data-data yang diakuisisi RTU ini kemudian ditransmisikan ke *Base Station* melalui kanal suara handphone yang didahului proses dial up dengan kecepatan maksimum 14 detik dalam satu kali transfer data. Data-data yang diterima *Base Station* kemudian diolah dan disimpan ke dalam *database* serta ditampilkan dalam bentuk grafik untuk mempermudah antarmuka dengan pengguna data.

Kata Kunci: *Base Station*, pemantau cuaca, *dial up*

Daftar Isi

Kata Pengantar	i
Abstrak	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Gambar	vi
Daftar Tabel	viii
BAB I	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Ruang Lingkup	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II	5
2.1 Cuaca dan Iklim	5
2.2 Suhu atau Temperatur Udara	6
2.3 Kelembaban Udara	7
2.4 Kecepatan dan Arah Angin	7
2.5 Curah Hujan	9
2.6 Komunikasi Serial RS232	10
2.7 Max232	11
2.8 AT Command	12
2.9 Protocol Data Unit (PDU)	13
2.9.1 PDU Untuk Mengirim SMS ke SMS Center	15
2.9.2 PDU Untuk Menerima SMS dari SMS Center	18
2.10 Dual-Tone Multi-Frequency (DTMF)	19
2.11 DTMF Decoder IC MT8870	20
2.12 Mikrokontroler ATmega8	25
2.13 Borland Delphi 7	30
2.14 MySQL	31
2.14.1 Administrasi User	33
2.14.2 Merancang Database	33
2.15 Metode Deteksi Kesalahan Checksum	36
BAB III	37
3.1 Perancangan Alat	37
3.2 Pembuatan Alat	37
3.3 Pengujian Alat	37

BAB IV	40
4.1 Spesifikasi Alat	40
4.2 Perancangan Diagram Blok Sistem	40
4.3 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Keras	43
4.3.1 Perancangan Rangkaian DTMF <i>Decoder</i>	43
4.3.2 Perancangan Rangkaian Minimum Sistem ATmega8	45
4.3.3 Perancangan Rangkaian Max232	46
4.4 Perancangan Format Data	48
4.5 Perancangan Protokol Komunikasi	49
4.6 Perancangan Layanan SMS	50
4.7 Perancangan Perangkat Lunak	51
4.7.1 Perancangan Perangkat Lunak Mikrokontroler	51
4.7.2 Perancangan Perangkat Lunak Komputer Dengan Delphi.....	53
4.7.3 Perancangan <i>Database</i>	55
BAB V	56
5.1 Pengujian Pengaksesan <i>Handphone</i> Oleh Komputer	56
5.2 Pengujian Level Tegangan Keluaran dari Headset <i>Handphone</i>	58
5.3 Pengujian Penerjemahan Sinyal DTMF yang Dibangkitkan dan Ditransmisikan Melalui Kanal Suara <i>Handphone</i>	59
5.4 Pengujian Rangkaian Max232	61
5.5 Pengujian Software Penerimaan Data Serial	62
5.6 Pengujian Mikrokontroler ATmega8	64
5.7 Pengujian Layanan SMS	65
5.8 Pengujian Keseluruhan Sistem	68
BAB VI	74
6.1 Kesimpulan	74
6.2 Saran	75
Daftar Pustaka	76

Daftar Gambar

Gambar 2.1 <i>Anemometer cup</i>	8
Gambar 2.2 Sensor arah angin.....	9
Gambar 2.3 <i>Tipping bucket</i>	10
Gambar 2.4 IC MAX232 dan Rangkaian Minimum Sistemnya.....	11
Gambar 2.5 Frekuensi <i>Keypad DTMF</i>	19
Gambar 2.6 Konfigurasi Pin <i>Decoder DTMF</i> IC MT8870	20
Gambar 2.7 Diagram Blok Fungsi <i>Decoder DTMF</i> IC MT8870	21
Gambar 2.8 Diagram Waktu Penerima <i>DTMF</i> IC MT8870.....	24
Gambar 2.9 Konfigurasi pin mikrokontroler ATmega8	28
Gambar 2.10 Format <i>frame</i> data serial USART	29
Gambar 2.11 IDE Delphi	31
Gambar 4.1 Diagram Blok Sistem Secara Keseluruhan.....	41
Gambar 4.2 Konfigurasi rangkaian DTMF <i>decoder</i>	44
Gambar 4.3 Rangkaian minimum sistem Mikrokontroler ATmega8.....	46
Gambar 4.4 Rangkaian Penyesuai Level Tegangan (MAX232)	47
Gambar 4.5 Hasil pembuatan <i>board</i> utama	48
Gambar 4.6 Format SMS Tanpa Menggunakan Keterangan Waktu yang Dikirimkan ke Base Station	50
Gambar 4.7 Format SMS Menggunakan Keterangan Waktu (Jam) yang Dikirimkan ke Base Station	50
Gambar 4.8 Format SMS Menggunakan Keterangan Waktu (Jam dan Menit) yang Dikirimkan ke Base Station	50
Gambar 4.9 Format SMS balasan untuk SMS yang tidak sesuai dengan format yang telah ditentukan.....	50
Gambar 4.10 SMS balasan untuk Format SMS Tanpa Menggunakan Waktu yang Diterima dari <i>Base Station</i>	51
Gambar 4.11 SMS balasan untuk Format SMS Menggunakan Waktu (Jam) yang Diterima dari <i>Base Station</i>	51
Gambar 4.12 SMS balasan untuk Format SMS Menggunakan Waktu (Jam dan Menit) yang Diterima dari <i>Base Station</i>	51
Gambar 4.13 Diagram alir sub rutin <i>interrupt</i> eksternal mikrokontroler	52
Gambar 4.14 Diagram alir perangkat lunak pada komputer secara umum	54
Gambar 5.1 Cara menghubungkan <i>handphone</i> dengan komputer menggunakan <i>bluetooth serial port</i>	57
Gambar 5.2 Hasil pengujian pengaksesan <i>handphone</i> oleh komputer	57
Gambar 5.3 Hasil pengujian tegangan keluaran minimum dari <i>headset handphone</i>	59
Gambar 5.4 Hasil pengujian tegangan keluaran maksimum dari <i>headset handphone</i> ...	59

Gambar 5.5 Diagram blok pengujian penerjemahan sinyal DTMF yang dibangkitkan dan ditransmisikan melalui kanal suara <i>handphone</i>	60
Gambar 5.6 Diagram blok pengujian MAX232	62
Gambar 5.7 Diagram blok pengujian <i>software</i> penerimaan data secara serial	63
Gambar 5.8 Hasil dari pengujian <i>software</i> penerimaan data secara serial	63
Gambar 5.9 Diagram blok pengujian mikrokontroler ATmega8	64
Gambar 5.10 Format SMS tanpa menggunakan keterangan waktu yang dikirimkan ke <i>Base Station</i>	66
Gambar 5.11 SMS balasan format SMS tanpa menggunakan keterangan waktu yang diterima dari <i>Base Station</i>	66
Gambar 5.12 Format SMS menggunakan keterangan waktu (Jam) yang dikirimkan ke <i>Base Station</i>	67
Gambar 5.13 SMS balasan format SMS menggunakan keterangan waktu (Jam) yang diterima dari <i>Base Station</i>	67
Gambar 5.14 Format SMS menggunakan keterangan waktu (Jam dan Menit) yang dikirimkan ke <i>Base Station</i>	67
Gambar 5.15 SMS balasan format SMS menggunakan keterangan waktu (Jam dan Menit) yang diterima dari <i>Base Station</i>	68
Gambar 5.16 Diagram blok pengujian sistem secara keseluruhan	69
Gambar 5.17 Tampilan nilai data yang dikirim dari RTU ke <i>Base Station</i>	70
Gambar 5.18 Tampilan data yang diterima oleh <i>Base Station</i>	70
Gambar 5.19 Data dari RTU yang berhasil disimpan dalam basis data	71
Gambar 5.20 Tampilan program aplikasi secara keseluruhan	71



Daftar Tabel

Tabel 2.1 AT <i>Command</i> untuk Siemens	12
Tabel 2.2 AT <i>Command</i> yang berhubungan dengan <i>dial up</i>	13
Tabel 2.3 Respon komunikasi data	13
Tabel 2.4 Cara Mengubah Format Data PDU dari Septet ke Oktet	14
Tabel 2.5 Cara Mengubah Format Data PDU dari Oktet ke Septet.....	14
Tabel 2.6 Nomor SMS <i>Center Operator</i> Seluler Di Indonesia.....	15
Tabel 2.7 Jangka Waktu Validitas SMS	17
Tabel 2.8 Tabel Fungsi <i>Decoder DTMF</i> IC MT8870.....	23
Tabel 2.9 Perhitungan <i>baud rate</i> USART	29
Tabel 4.1 Jalur I/O yang digunakan di mikrokontroler ATMega8.....	45
Tabel 4.2 Format data komunikasi antara mikrokontroler ATMega162 dengan komputer Base Station	48
Tabel 4.3 Atribut-atribut Tabel dalam <i>Database</i>	55
Tabel 5.1 Hasil pengujian pengukuran level tegangan keluaran dari <i>headset handphone</i>	58
Tabel 5.2 Hasil penerjemahan sinyal DTMF yang dibangkitkan dan ditransmisikan melalui kanal suara <i>handphone</i>	61
Tabel 5.3 Hasil pengujian rangkaian MAX232	62
Tabel 5.4 Hasil pengujian mikrokontroler ATMega8	65
Tabel 5.5 Data hasil pengujian sistem secara keseluruhan pada jam-jam tertentu.....	72



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara beriklim tropis yang mempunyai dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Pada beberapa tahun terakhir ini kondisi iklim dan cuaca di Indonesia menjadi tidak menentu dan perubahannya sulit untuk diprediksi atau diramalkan. Kondisi iklim dan cuaca yang tidak menentu sangat membingungkan masyarakat awam pada umumnya terutama masyarakat yang memiliki mata pencaharian yang erat kaitannya dengan iklim dan cuaca.

Selama ini pemantauan terhadap cuaca di Indonesia kurang optimal karena terhambat oleh beberapa kendala yaitu tidak semua wilayah Indonesia berada dalam jangkauan stasiun cuaca akibat keterbatasan jumlah peralatan karena harganya yang mahal, banyak peralatan yang mulai rusak dan belum ada penggantian alat. Selain itu tidak semua stasiun pemantau cuaca beroperasi secara otomatis sehingga proses transfer data ke stasiun pusat masih berjalan lambat.

Proses transfer data parameter cuaca yang terpantau pada stasiun cuaca yang beroperasi secara manual dilakukan dengan cara mencatat setiap parameter cuaca yang terekam oleh petugas pencatat. Data tersebut kemudian dikirimkan ke stasiun pusat pemantau cuaca. Sistem konvensional ini memiliki beberapa kekurangan yaitu dimungkinkan terjadinya kesalahan petugas (*human error*) serta data tidak dapat langsung dikirimkan setiap saat (*real time*).

Ketersediaan informasi tentang kondisi cuaca dengan cepat dan akurat menjadi suatu hal yang penting bagi masyarakat yang memiliki tingkat ketergantungan yang tinggi pada kondisi iklim dan cuaca terutama masyarakat yang memiliki mata pencaharian sebagai petani maupun nelayan. Selain itu informasi cuaca juga diperlukan oleh bidang usaha yang berhubungan dengan sektor pertanian dan perikanan.

Oleh karena itu perlu dibuat sebuah sistem pemantau cuaca otomatis yang dilengkapi dengan sistem telemetri sehingga pemantauan dan pencatatan kondisi cuaca dapat dilakukan secara aktual serta dapat diakses dari jarak jauh. Maka dalam penelitian ini akan dirancang Sistem Pemantau Cuaca Menggunakan *Dial Up Handphone* Sebagai Media Transfer Data. Sistem ini terdiri atas *Remote Telemetry Unit* (RTU) dan *Base Station*. RTU merupakan suatu peralatan yang berada di tempat yang sama dengan

besaran yang diamati, dan bertugas mengirimkan data hasil pengamatan ke *Base Station*. Sedangkan *Base Station* adalah unit yang berada di tempat yang terpisah dengan besaran yang diamati, dan bertugas menerima dan mengolah data yang diterima dari RTU. Umumnya, sistem telemetri menggunakan beberapa RTU dan sebuah *Base Station*.

Transmisi data dari RTU ke *base Station* dapat menggunakan berbagai media, diantaranya kabel, gelombang radio, *Short Message Service* (SMS), *dial up*, dan WIFI. Dalam skripsi ini media yang digunakan adalah *dial up* pada *handphone*. Keuntungan menggunakan *Dial Up* pada *Handphone* sebagai medium komunikasi data adalah daerah jangkauannya luas, sehingga antara RTU dan *Base Station* bisa terpisah dengan jarak yang jauh. Selain itu dengan menggunakan media ini biaya yang digunakan relatif murah.

Sebagai antarmuka dengan pengguna, Sistem Pemantau Cuaca Terpusat Berbasis Telemetri ini dilengkapi dengan fasilitas SMS. Pengguna sistem ini dapat dengan mudah mengetahui kondisi cuaca di suatu wilayah yang telah dipasang RTU hanya dengan mengirim SMS dengan format dan nomor yang telah ditentukan sebelumnya.

Skripsi ini membahas tentang perancangan dan pembuatan *Base Station* pada sistem pemantau cuaca terpusat. *Base Station* ini terdiri atas komputer *server*, DTMF *decoder*, mikrokontroler, Max232, dan modul GSM (*handphone*). Pada bagian ini data yang dikirimkan oleh RTU diterima oleh *handphone* kemudian didekodekan oleh DTMF *decoder*, selanjutnya diolah mikrokontroler dan dihubungkan ke komputer melalui Max232. Data tersebut kemudian diolah dengan menggunakan komputer sehingga menjadi data yang mudah untuk dimengerti oleh pengguna.

1.2 Rumusan Masalah

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

- 1) Bagaimana merancang DTMF *decoder*
- 2) Bagaimana merancang dan membuat antarmuka komputer *server* dengan *handphone*.

- 3) Bagaimana merancang dan membuat perangkat lunak komputer agar dapat menerima seluruh data parameter cuaca, mengolah dan memasukkan ke dalam *data base*.
- 4) Bagaimana merancang layanan informasi cuaca berbasis SMS.

1.3 Tujuan

Tujuan penyusunan skripsi ini adalah untuk merancang dan membuat sistem yang dapat mencatat dan menginformasikan setiap perubahan parameter cuaca pada posisi masing-masing *Remote Telemetry Unit* (RTU) serta memberikan kemudahan kepada masyarakat dalam mendapatkan data cuaca via SMS.

1.4 Ruang Lingkup

Mengacu pada permasalahan yang ada, maka pembahasan skripsi ini dibatasi pada:

- 1) Antarmuka *handphone* dan komputer *server* menggunakan komunikasi serial.
- 2) Pengguna sistem ini hanya dapat mengetahui kondisi cuaca di suatu wilayah yang telah dipasang RTU.
- 3) Mikrokontroler yang digunakan adalah AT Mega8.
- 4) Pengaksesan melalui SMS sesuai format dan nomor yang telah ditentukan.

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 mengenai berbagai hal yang mendukung sistem ini yang meliputi Cuaca dan iklim, Suhu atau temperatur udara, Kelembapan udara, Kecepatan dan arah angin, Curah hujan, Komunikasi Serial, MAX232, DTMF, AT *Command* Siemens C55, PDU (Protocol Data Unit), Borland Delphi 7.

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 dari 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 perencanaan alat ini, maka perlu penjelasan dan uraian teori penunjang yang digunakan dalam penulisan skripsi ini. Teori-teori penunjang yang akan dijelaskan dalam bab ini adalah :

1. Cuaca dan iklim.
2. Suhu atau temperatur udara.
3. Kelembaban udara.
4. Kecepatan dan arah angin.
5. Curah hujan.
6. Komunikasi Serial RS232
7. Max232.
8. AT *Command*
9. PDU (Protocol Data Unit).
10. DTMF
11. DTMF *decoder* IC MT8870
12. Mikrokontroler ATMega8
13. Borland Delphi 7.
14. Metode Deteksi Kesalahan *Checksum*

2.1 Cuaca dan Iklim

Cuaca dan iklim sama-sama mengacu pada keadaan atmosfer pada suatu tempat dan waktu tertentu. Cuaca dan iklim berbeda dalam rentang waktu dan luas tempat. Cuaca didefinisikan sebagai keadaan atmosfer pada daerah dan waktu tertentu. Iklim adalah keadaan atmosfer pada daerah yang lebih luas dalam kurun waktu yang panjang. Cuaca (*weather*) dan iklim (*climate*) dinyatakan dengan besaran unsur fisika atmosfer yang selanjutnya disebut unsur cuaca atau unsur iklim yang terdiri atas penerimaan radiasi matahari (kerapatan fluks pada permukaan datar di permukaan bumi), lama penyinaran matahari, suhu udara, kelembaban udara, tekanan udara, kecepatan dan arah angin, penutupan awan, presipitasi (embun, hujan, salju) dan evaporasi/evapotranspirasi. Cuaca adalah kondisi sesaat dari keadaan atmosfer, serta

perubahan dalam jangka pendek (kurang dari satu jam hingga 24 jam) di suatu tempat tertentu di bumi. Nilai cuaca dapat dinyatakan dalam bentuk kualitatif (tanpa besaran angka) dan kuantitatif.

Data cuaca terdiri atas data diskontinyu karena mudah kembali bernilai nol (0) dan data kontinyu karena tidak mudah turun mencapai nol. Data unsur cuaca yang sifatnya diskontinyu antara lain penerimaan radiasi matahari dan lama penyinarannya, presipitasi (curah hujan, embun, dan salju) dan penguapan. Penyajian dan analisisnya dalam bentuk nilai akumulasi sedangkan penyajian grafiknya dalam bentuk kurva histogram. Data cuaca yang bersifat kontinyu antara lain: suhu, kelembaban dan tekanan udara serta kecepatan angin. Analisis dan penyajiannya dalam bentuk angka rata-rata atau angka sesaat (*instantaneous*) sedangkan grafiknya dalam bentuk garis/kurva.

Mengingat iklim adalah sifat cuaca dalam jangka waktu panjang pada tempat tertentu atau daerah yang luas, maka data cuaca yang digunakan hendaklah mewakili keadaan atmosfer seluas mungkin di tempat atau wilayah yang bersangkutan. Demikian pula datanya haruslah murni dan terhindar dari gangguan lokal. Pada prinsipnya data iklim harus terbentuk dari data cuaca yang dapat mewakili (*representative*) secara benar keadaan atmosfer suatu tempat atau wilayah luas dan dalam jangka waktu sepanjang mungkin.

Ada banyak iklim di dunia ini, tergantung kondisi dan letaknya secara geografis. Secara umum iklim dibagi menjadi enam:

- 1) Iklim hujan tropik: suhu terdingin $> 18^{\circ}\text{C}$.
- 2) Iklim kering.
- 3) Iklim hangat: suhu terdingin antara -3° dan 18°C , suhu terhangat $> 18^{\circ}\text{C}$.
- 4) Iklim dingin: suhu terdingin $< -3^{\circ}$, suhu terhangat $> 10^{\circ}\text{C}$.
- 5) Iklim tundra: Suhu terhangat 0 sampai 10°C .
- 6) Iklim beku: suhu terhangat $< 0^{\circ}\text{C}$.

2.2 Suhu atau temperatur udara

Suhu atau temperatur udara adalah suatu besaran pokok yang menyatakan derajat panas dari aktivitas molekul dalam atmosfer, yang berhubungan dengan energi kinetik rata-rata atom-atom atau molekul bahan. Suhu merupakan elemen yang sangat penting dalam klimatologi dan meteorologi, suhu dicatat pada stasiun cuaca melalui termometer yang diletakkan dalam sebuah tempat instrumen yang terlindungi, Thermistor

digunakan dalam stasiun cuaca otomatis dan pada level yang lebih tinggi dalam pengukuran *radiosonde*. Biasanya pengukuran suhu atau temperatur udara dinyatakan dalam skala Celcius (C), Reamur (R), dan Fahrenheit (F). Suhu udara berubah sesuai waktu dan tempat.

Suhu udara yang terukur dalam alat ukur adalah suhu udara pada saat itu saja, sehingga untuk mengetahui suhu udara harian, maka nilai-nilai suhu udara hasil pengamatan yang dilakukan selama satu hari harus dirata-rata.

2.3 Kelembaban udara

Kelembaban udara menyatakan konsentrasi uap air yang terkandung dalam massa udara pada saat dan tempat tertentu. Kelembaban adalah banyak sedikitnya uap air di udara. Kelembaban dapat dinyatakan dalam beberapa cara yaitu:

- 1) Kelembaban absolut (*absolute humidity*), yaitu bilangan yang menunjukkan berat uap air tiap kesatuan volume udara yang dinyatakan dalam gram uap air per m^3 Udara.
- 2) Kelembaban spesifik (*specific humidity*), berat uap air tiap kesatuan berat udara biasanya dinyatakan dalam gram uap air per kg udara.
- 3) Tekanan uap (*vapor pressure*), yaitu menyatakan besarnya tekanan yang diberikan oleh uap air sebagai bagian dari udara.
- 4) Kelembaban relatif (*relative humidity*), perbandingan antara banyaknya air yang terdapat di udara dengan banyaknya uap air maksimum yang dapat dikandung oleh udara pada suhu dan tekanan yang sama. Kelembaban relatif dinyatakan dalam %.

2.4 Kecepatan dan Arah Angin

Angin adalah udara yang bergerak. Angin bergerak dari daerah bertekanan tinggi ke daerah yang bertekanan rendah. Angin merupakan suatu vektor yang mempunyai besaran (kecepatan) dan arah. Kecepatan angin diukur dalam satuan meter per detik (m/s), kilometer per jam (km/jam), atau knot (1 knot –sekitar 0,5 m/s).

Anemometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin. Untuk mengukur kecepatan angin secara langsung sangat sulit, sehingga untuk mengukurnya digunakan *volume* udara dalam skala kecil dan melihat pergerakannya dalam jarak yang terukur. Bentuk anemometer dapat dilihat dalam Gambar 2.1.



Gambar 2.1. *Anemometer cup*

Sumber: Allaby, 2007: 27

Sebuah anemometer mencatat kecepatan angin pada waktu tertentu, tetapi alat ini juga bisa menentukan kecepatan angin rata-rata selama selang waktu tertentu. Jumlah putaran anemometer yang terjadi dalam selang waktu tertentu dapat dikonversi ke dalam jarak (D) yang dilalui sebuah *cup* dengan menggunakan persamaan:

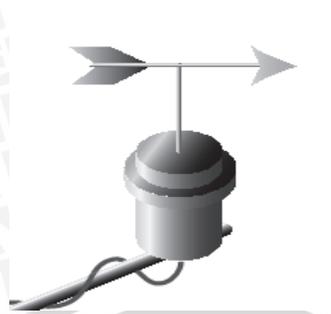
$$D = \pi dR \quad (2-1)$$

Dimana d adalah diameter lingkaran yang dilalui *cup* dan R adalah jumlah putaran yang terjadi. Besaran-besaran ini dapat dikonversi menjadi kecepatan angin (S) dengan menggunakan rumus:

$$S = D/T \quad (2-2)$$

Dimana T adalah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan R putaran.

Secara klimatologi arah angin pada umumnya cukup diamati delapan arah saja, yaitu Utara (U), Timur Laut (TL), Timur (T), Tenggara (Tg), Selatan (S), Barat Daya (BD), Barat (B) dan Barat Laut (BL). Arah angin diukur dalam satuan derajat, yaitu: utara : 360^0 , selatan: 180^0 , timur: 90^0 , barat: 270^0 , dan seterusnya. Untuk menentukan arah angin, digunakan penangkap angin yang dapat menunjukkan dari mana arah datangnya angin. Hal ini dapat diketahui dengan mengamati langsung alat tersebut. Untuk pemodelan sensor dapat digunakan beberapa *optoswitch* dan piringan yang telah diberi lubang dengan pola tertentu sehingga dengan mengetahui *optoswitch* yang aktif dapat diketahui arah angin. Bentuk sensor arah angin dapat dilihat dalam Gambar 2.2.



Gambar 2.2.. Sensor arah angin

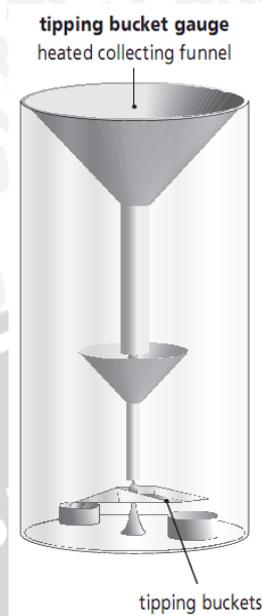
Sumber: Allaby, 2007: 27

2.5 Curah Hujan

Hujan adalah *precipitation* dalam bentuk cair yang jatuh dengan ukuran diameter antara 0.02 inch sampai 0.2 inch (0.5–5.0 mm) (Allaby, 2007: 382). Sedangkan curah hujan adalah banyaknya hujan yang jatuh ke bumi per satuan luas. Banyaknya curah hujan yang per satuan waktu disebut dengan intensitas curah hujan (Smith, 2006: 185).

Untuk mengukur besarnya curah hujan digunakan sensor curah hujan. Sensor yang paling sering digunakan pada stasiun cuaca adalah sensor hujan dengan prinsip *tipping bucket*. Sensor jenis ini menggunakan dua penampung kecil yang diletakkan di atas satu tumpuan. Kedua penampung dapat bergerak naik turun. Prinsip yang digunakan sensor jenis ini seperti permainan jungkat-jungkit. Apabila salah satu penampung penuh terisi air maka penampung tersebut akan turun dan penampung lainnya akan naik untuk diisi air.

Sensor curah hujan jenis *tipping bucket* digunakan bersamaan dengan corong pengumpul. Corong pengumpul diletakkan pada bagian atas dari sensor. Air yang terkumpul pada corong akan dialirkan ke penampung pada sensor. Apabila penampung penuh maka penampung akan turun sekaligus mengosongkan isi. Penampung lainnya akan naik dan siap untuk diisi. Pengambilan data dilakukan dengan cara menghitung berapa banyaknya kondisi naik-turun dalam satu periode tertentu. Gambar 2.3 merupakan bentuk fisik dari *tipping bucket*.



Gambar 2.3. Tipping bucket.

Sumber: Allaby, 2007: 387

Banyaknya kondisi naik-turun dapat diukur secara elektronik dengan meletakkan sensor yang mampu mendeteksi pergerakan. Salah satu sensor yang biasa digunakan adalah *reed switch*. *Reed switch* mendeteksi pergerakan magnet yang terdapat disekitarnya. Dengan memasang magnet pada bagian yang bergerak akan dapat diukur banyaknya pergerakan pada tipping bucket ini. Sensor ini dapat di modelkan dengan menggunakan sebuah *push button*.

2.6 Komunikasi Serial RS 232

RS-232 merupakan salah satu jenis antarmuka (*interface*) dalam proses pengiriman data antar komputer dalam bentuk serial. RS-232 merupakan kependekan dari *Recommended Standart Number 232*. Antarmuka ini dibuat untuk *interface* antara peralatan terminal data dan peralatan komunikasi data, dengan menggunakan data biner serial sebagai data yang ditransmisikan. Serial *interface* RS-232 memberi ketentuan logika tegangan sebagai berikut :

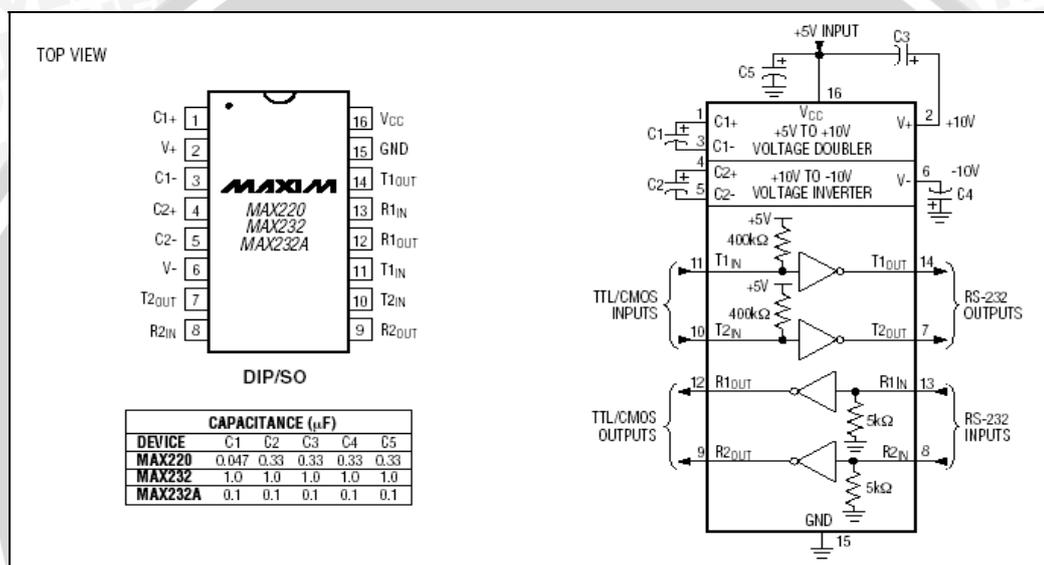
Logika 1 disebut "*mark*" merupakan tegangan antara -3 V hingga -15 V .

Logika 0 disebut "*space*" merupakan tegangan antara $+3\text{ V}$ hingga $+15\text{ V}$.

Daerah tegangan antara -3 V hingga $+3\text{ V}$ adalah *invalid level*, yaitu daerah tegangan yang tidak memiliki logika sehingga daerah itu harus dihindari. Suatu saluran data RS-232 yang memberi keadaan tegangan ini berarti ada kesalahan. Demikian pula pada saluran pada daerah lebih negatif dari -15 V daerah lebih positif dari $+15\text{ V}$.

2.7 Max232

Level Tegangan dari RS232 adalah +3 sampai +15 volt untuk logika “0” sedangkan -3 sampai -15 volt untuk logika “1”. Level tegangan ini berbeda dengan level tegangan logika dari mikrokontroler yang bertipe TTL/CMOS dengan *supply* 5 V yang memiliki keluaran untuk logika tinggi minimal 2,4 volt dan logika rendah maksimal 0,4 volt, sehingga dibutuhkan IC MAX 232 yang berfungsi sebagai penyetara level tegangan logika. Gambar IC MAX 232 dan rangkaian minimum sistemnya ditunjukkan dalam Gambar 2.4.



Gambar 2.4. IC MAX232 dan Rangkaian minimum sistemnya

Sumber : Maxim, 2003: 14

IC MAX 232 memiliki empat bagian yaitu *dual charge pump*, konverter tegangan, RS 232 *driver* dan RS 232 *receiver*. *Dual charge pump* mengubah tegangan masukan +5V menjadi $\pm 10V$ (tak terbebani) pada RS 232 *driver*. Konverter pertama menggunakan kapasitor C1 untuk menggandakan tegangan +5V menjadi +10V di C3 pada keluaran V+. Konverter kedua menggunakan kapasitor C2 untuk membalik +10V menjadi -10V di C4 pada keluaran V-.

Keluaran RS 232 *driver* berayun dari $\pm 8V$ ketika dibebani dengan 5k Ω (nominal) dengan Vcc sebesar 5V. *Pull up* resistor yang tersambung dengan Vcc menyebabkan keluaran *driver* yang tidak digunakan pada kondisi rendah karena semua *driver* adalah terbalik. Spesifikasi EIA/TIA-232 E dan V.28 menentukan bahwa level tegangan yang lebih dari 3V adalah berlogika 0. Jadi semua *receiver* adalah terbalik.

Input Threshold ditentukan pada 0,8V dan 2,4V sehingga keluaran *receiver* akan sesuai dengan level tegangan TTL.

2.8 AT Command

Handphone merupakan piranti elektronik yang terdiri atas *hardware* dan *software*. Untuk dapat melakukan komunikasi dengan devais lain setiap *handphone* dilengkapi dengan pin Rx dan Tx. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk memrogram setiap *handphone* dikenal dengan nama *AT Command*. Fungsi *AT Command* adalah memberikan perintah kepada *handphone* untuk melakukan suatu tindakan berdasarkan pada perintah Perintah *AT Command* pada *handphone* Siemens didahului dengan sintak 'AT' diikuti dengan '+' setelah itu perintah diberikan. Beberapa perintah *AT Command* yang berhubungan dengan SMS pada Siemens dapat dilihat dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1. *AT Command* untuk Siemens

07.05 commands	Function	Type of command
AT+CMGC	Send an SMS command	Message sending and writing
AT+CMGD	Delete an SMS in the SMS memory	Message sending and writing
AT+CMGF	SMS format	General configuration
AT+CMGL	List SMS	Message receiving and reading
AT+CMGR	Read in an SMS	Message receiving and reading
AT+CMGS	Send an SMS	Message sending and writing
AT+CMGW	Write an SMS to the SMS memory	Message sending and writing
AT+CMSS	Send an SMS from the SMS memory	Message sending and writing
AT+CNMA	Acknowledgment of a short message directly output	Message receiving and reading
AT+CNMI	Display new incoming SMS	Message receiving and reading
AT+CPMS	Preferred SMS message storage	General configuration
AT+CSCA	Address of the SMS service center	Message configuration
AT+CSCB	Select cell broadcast messages	Message configuration
AT+CSMS	Selection of message service	General configuration

Sumber : Siemens, 2000: 4

AT Command yang berhubungan dengan *dial up* pada Siemens dapat dilihat dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2. AT Command yang berhubungan dengan dial up

Command	Function
A/	Repeat last command
AT...	Prefix for all other commands
ATA	Accept call
ATD<str>;	Dial the dialing string <str> with the voice utility Valid dial modifiers: "T" (tone dialing), "P" (pulse dialing) is ignored. The character ";" is important, for this tells the phone that the call should be set up with the voice utility. Otherwise an attempt is made to set up a data call, which the phone immediately acknowledges with "ERROR". The dial command responds with OK to the user right after starting a voice call. Other behavior like *# sequences in the dial command and also data calls remain unchanged.
ATD><n>;	Dial the telephone number from the current telephone book location number <n> The telephone book is selected with the command at+cpbs (or at^spbs).
ATD><mem><n>;	Dial the telephone number from the telephone book <mem> location number <n>
ATDL	Dial last telephone number
ATE0	Deactivate command echo
ATE1	Activate command echo
ATH[0]	Separate connection
ATQ0	Display acknowledgments
ATQ1	Suppress acknowledgments
ATV0	Output acknowledgments as numbers
ATV1	Output acknowledgments as text
AT&F[0]	Reset to factory profile
ATZ	Set to default configuration
AT+GCAP	Output the capabilities list

Sumber: Siemens, 2000: 6

Selain menerima perintah melalui AT Command, handphone akan memberikan *aknowledgement* pada setiap komunikasi data. Daftar respon yang diberikan handphone dapat dilihat dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Respon komunikasi data

Response	Numeric	Meaning
OK	0	Command executed, no errors
RING	2	Ring detected
NO CARRIER	3	Link not established or disconnected
ERROR	4	Invalid command or command line too long
NO DIALTONE	6	No dial tone, dialing impossible, wrong mode
BUSY	7	Remote station busy

Sumber: Siemens, 2000: 6

2.9 Protocol Data Unit (PDU)

Saat suatu SMS dikirim atau pun diterima, data-data SMS tadi diubah ke dalam format heksadesimal yang dinamakan sebagai *Protocol Data Unit* (PDU) dan sudah distandarisasi langsung oleh sebuah lembaga khusus bernama ETSI. Di mana data

format PDU inilah yang diharuskan untuk mengalir ke SMS *Center* maupun menerima darinya. Gambaran sebuah proses pengiriman SMS dapat dilihat dibawah ini:

PESAN -> Encoding PDU -> SMS Center -> Decoding PDU -> Terima Pesan

Sebuah pesan yang kita ketik melalui *handphone* akan dikonversi ke format PDU kemudian terkirim ke SMS Center. Dari SMS Center inilah akan dicek bilangan pulsa pengirim, nomor yang dituju dan lain-lain. Setelah itu pesan akan dikirim ke nomor yang dituju dalam bentuk PDU, kemudian dari sisi HP penerima akan melakukan proses *Decoding PDU* agar SMS yang dimaksud akan bisa terbaca.

Data di PDU mempunyai format data oktet yaitu format data 8 bit. Adapun karakter yang dipakai mempunyai format data 7 bit (septet). Untuk menterjemahkan karakter menjadi data PDU supaya bisa dimengerti, maka dilakukan proses konversi yaitu dari data 7 bit (format septet) ke data 8 bit (format oktet). Tabel 2.4. menunjukkan proses mengubah data dari format sektet ke format oktet dan Tabel 2.5 menunjukkan proses mengubah data dari format oktet ke format sektet.

Tabel 2.4. Cara Mengubah Format Data PDU dari Septet ke Oket

Value	h	e	l	l	o
Decimal	104	101	108	108	111
Hex	0x68	0x 65	0x 6C	0x 6C	0x 6F
Septet	1101000	1100101	1101100	1101100	1101111
8-bit	11101000	00110010	10011011	11111101	00000110
Octet	E8	32	9B	FD	06

Sumber: *Application Note Interfacing GSM Modems*, 2006: 7

Tabel 2.5. Cara Mengubah Format Data PDU dari Oket ke Septet

Octet	E8	32	9B	FD	06
8-bit	11101000	00110010	10011011	11111101	00000110
Septet	1101000	1100101	1101100	1101100	1101111
Decimal	104	101	108	108	111
Value	h	e	l	l	o

Sumber: *Application Note Interfacing GSM Modems*, 2006: 7

Format PDU pada saat mengirim SMS ke SMS *Center* berbeda dengan format PDU pada saat menerima SMS dari SMS Center. Format PDU ini terdiri atas beberapa *Header*, setiap *headernya* memiliki keterangan–keterangan yang berkaitan dengan isi pesan yang dikirim.

2.9.1. PDU untuk Mengirim SMS ke SMS Center

Contoh format PDU untuk pengiriman SMS ke SMS Center adalah sebagai berikut:

07912658050000F001000C91261892753373000005E8329BFD06

Pembagian header PDU untuk mengirim SMS yaitu:

07,91,2658050000F0-01-00-0C,91,261892753373-00-00-05,E8329BFD06

1) Nomor SMS Center

Header pertama ini terbagi atas tiga *sub header* yaitu

- jumlah pasangan heksadesimal SMS Center dalam bilangan heksa
- national/international code* untuk *national code sub header*nya yaitu 81 untuk *international code sub header*nya yaitu 91
- nomor SMS center-nya sendiri dalam pasangan heksa dibalik-balik. Jika tertinggal satu angka heksa yang tidak memiliki pasangan angka tersebut akan dipasang dengan huruf F di depannya. Tabel 2.6 menunjukkan nomor SMS Center Operator Seluler Di Indonesia.

Tabel 2.6. Nomor SMS Center Operator Seluler Di Indonesia

No	Operator Seluler	SMS Center	Kode PDU
1	Telkomsel	62811000000	07912618010000F0
2	Satelindo	62816125	079126181642
3	Exelcom	62818445009	07912618485400F9
4	Indosat-M3	62855000000	07912658050000F0
5	Starone	62811000000	07912658050000F0
6	3	6289644000001	0791269846040000F1

Sumber: Lingga Wardhana, 2006 : 139

Contoh: untuk nomor SMS Center Indosat-M3 (IM3) dapat ditulis dengan dua cara sebagai berikut:

Cara 1 : 0855000000 diubah menjadi :

- 06 → ada 6 pasang
- 81 → 1 pasang
- 80-55-00-00-00 → 5 pasang

Digabung menjadi : 06818055000000

Cara II : 62855000000 diubah menjadi :

- a. 07 → ada 7 pasang
- b. 91 → 1 pasang
- c. 26-58-05-00-00-F0 → 6 pasang

Digabung menjadi : 07912658050000F0

2) Tipe SMS

Tipe SMS untuk mengirim = 1, jadi bilangan heksanya adalah 01.

3) Nomor referensi SMS

Nomor referensi ini dibiarkan 0. Jadi bilangan heksanya adalah 00. Selanjutnya akan diberikan sebuah nomor referensi otomatis oleh ponsel / alat SMS gateway.

4) Nomor ponsel penerima

Sama seperti cara menulis PDU header untuk SMS *Center header* ini juga terbagi atas tiga bagian sebagai berikut :

- a. jumlah bilangan desimal nomor ponsel yang dituju dalam bilangan heksa
- b. *national/international code* untuk *national code* subheadernya yaitu 81 untuk *international code* subheadernya yaitu 91
- c. nomor ponsel yang dituju dalam pasangan heksa dibalik-balik jika tertinggal satu angka tersebut dipasangkan dengan huruf F didepannya

Contoh : Untuk nomor ponsel yang dituju adalah 628129573337 dapat ditulis dengan dua cara sebagai berikut :

Cara I : 08129573337 diubah menjadi :

- a. 0B → ada 11 angka
- b. 81
- c. 80-21-59-37-33-F7

Digabung menjadi : 0B818021593733F7

Cara 2 : 628129573337 diubah menjadi :

- a. 0C → ada 12 angka
- b. 91
- c. 26-18-92-75-33-73

Digabung menjadi : 0C91261892753373

5) Bentuk SMS

00 : dikirim sebagai SMS

01 : dikirim sebagai Telex

02 : dikirim sebagai Fax

6) Skema *encoding* data I/O

Ada dua skema yaitu

- skema 7 bit : ditandai dengan angka 00
- skema 8 bit : ditandai dengan angka lebih besar dari 0

Kebanyakan ponsel SMS *gateway* yang ada dipasaran sekarang menggunakan skema 7 bit.

7) Jangka waktu sebelum SMS *expired*

Jika bagian ini di-*skip*, itu berarti tidak dibatasi waktu berlakunya SMS. Sedangkan jika diisi dengan suatu bilangan *integer* yang kemudian diubah ke pasangan heksa tertentu, bilangan yang di berikan tersebut akan mewakili jumlah waktu *validitas* SMS tersebut.

Rumus untuk menghitung jangka waktu *validitas* SMS ditunjukkan dalam Tabel 2.7.

Tabel 2.7. Jangka Waktu Validitas SMS

Integer (INT)	JANGKA WAKTU VALIDITAS SMS
0-143	$(INT+1) \times 5$ menit (berarti 5 menit s/d 12 jam)
144-167	$12 \text{ jam} + ((INT-143) \times 30)$
168-196	$(INT-166) \times 1$ hari
197-255	$(INT-192) \times 1$ minggu

Sumber: DreamFabric, 2005:1

Agar SMS pasti terkirim sampai ke ponsel penerima sebaiknya tidak diberi batasan SMS *expired*.

8) Isi SMS

Header ini terdiri atas dua subheader yaitu

- panjang isi (jumlah huruf dari isi) misalnya untuk kata "hello" ada 5 huruf, sehingga heksanya adalah: 0x05
- isi berupa pasangan bilangan heksa untuk ponsel SMS *gateway* berskema *encoding* 7 bit jika mengetikan suatu huruf dari *keypad*-nya berarti kita telah membuat 7 angka I/O berurutan.

2.9.2 PDU untuk Menerima SMS dari SMS Center

Contoh dari format PDU sebuah SMS yang diterima dari SMS Center.

```
07917283010010F5040BC87238880900F10000993092516195800AE8329BFD469
7D9EC37
```

Pembagian header PDU untuk menerima SMS adalah sebagai berikut :

```
07,91,7283010010F5-04-0B,81,7238880900F1-00-00-99309251619580-
0A,E8329BFD4697D9EC37
```

1) Nomor SMS Center

Header pertama ini terdiri atas 3 subheader yaitu:

- a. 07 = Jumlah pasangan bilangan Heksadesimal untuk nomor SMS Center (917283010010F5)
- b. 91 = Tipe alamat dari SMS Center , di mana 91 adalah *International code* sedangkan 81 untuk *National code*.
- c. Nomor SMS Center dari operator GSM yang kita pakai dalam bentuk pasangan heksa yang telah dibalik-balik. Jika angka terakhir tidak memiliki pasangan, maka angka tersebut dipasangkan dengan huruf F didepannya.
Contoh : Nomor SMS Center-nya adalah : 27381000015, menjadi : 7283010010F5

2) Tipe SMS

Tipe SMS untuk menerima adalah 04

3) Nomor Ponsel Pengirim

Terdiri atas dua subheader yaitu:

1. 81 = tipe alamat dari nomor pengirim di mana 81 adalah kode nasional dan 91 adalah kode internasional
2. Nomor pengirim pesan dalam bentuk pasangan heksa yang telah dibolak-balik. Jika angka terakhir tidak memiliki pasangan, maka angka tersebut dipasangkan dengan huruf F didepannya. Contoh : Nomor SMS Center-nya adalah : 27838890001, menjadi : 7238880900F1

4) Bentuk SMS

Header keempat yaitu 00 yang berarti pesan diterima dalam bentuk SMS.

5) Skema encoding data I/O

Header kelima yaitu 00 berarti data dikodekan dalam 7 bit.

- 6) Tanggal dan waktu di-*stamp* di SMS Center

Header terdiri atas tahun, bulan, tanggal, jam, menit, detik, dan daerah waktu.

- 7) Isi SMS

Header ini terdiri atas 2 *subheader* yaitu:

1. 0A = panjang karakter pesan (SMS) yang dikirim
2. E8329BFD4697D9EC37 = isi pesan (SMS)

2.10 Dual-Tone Multi-Frequency (DTMF)

Dual-Tone Multi-Frequency (DTMF) merupakan sebuah *tone* yang terbentuk dari dua lapisan frekuensi. Masing-masing merupakan frekuensi pilihan yang mudah untuk desain filter dan mudah untuk mengirimkan *tone-tone* pada sebuah line telepon. *DTMF* didesain untuk mengirimkan kode-kode yang menggunakan mikrofon. Masing-masing beep (atau digit yang ditekan pada telepon) diubah menjadi dua frekuensi secara bersama-sama, yang ditumpangkan pada amplitudo.

Keypad DTMF berbentuk matrik 4x4, dengan masing-masing baris menyatakan frekuensi rendah, dan masing-masing kolom menyatakan frekuensi tinggi. Dengan menekan sebuah tombol, misalnya tombol '1' akan mengirimkan sebuah sinyal *sinusoida* dari kedua frekuensi 697 Hz dan 1209 Hz. Kedua sinyal merupakan alasan mengapa mereka disebut multifrekuensi. Sinyal ini kemudian di-*dekode*-kan oleh pensaklaran untuk mengetahui tombol mana yang ditekan. Gambar 2.5 menunjukkan frekuensi *keypad DTMF*.

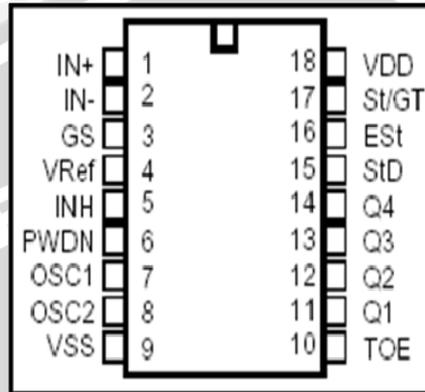
	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1633 Hz
697 Hz	1	2	3	A
770 Hz	4	5	6	B
852 Hz	7	8	9	C
941 Hz	*	0	#	D

Gambar 2.5. Frekuensi *Keypad DTMF*

Sumber: Charrett, 1999: 34

2.11 DTMF decoder IC MT8870

Decoder/detector DTMF adalah rangkaian yang dapat menerima dan merespons kode-kode sinyal *DTMF* ke dalam bentuk sinyal yang diinginkan. Salah satunya jenis *decoder DTMF* dalam bentuk IC 18 pin adalah IC MT8870. Fungsinya adalah untuk mendeteksi atau menterjemahkan sinyal suara menjadi kode biner 4 bit. Gambar 2.6 menunjukkan konfigurasi pin dari *decoder DTMF* IC MT8870.



Gambar 2.6 Konfigurasi Pin *Decoder DTMF* IC MT8870

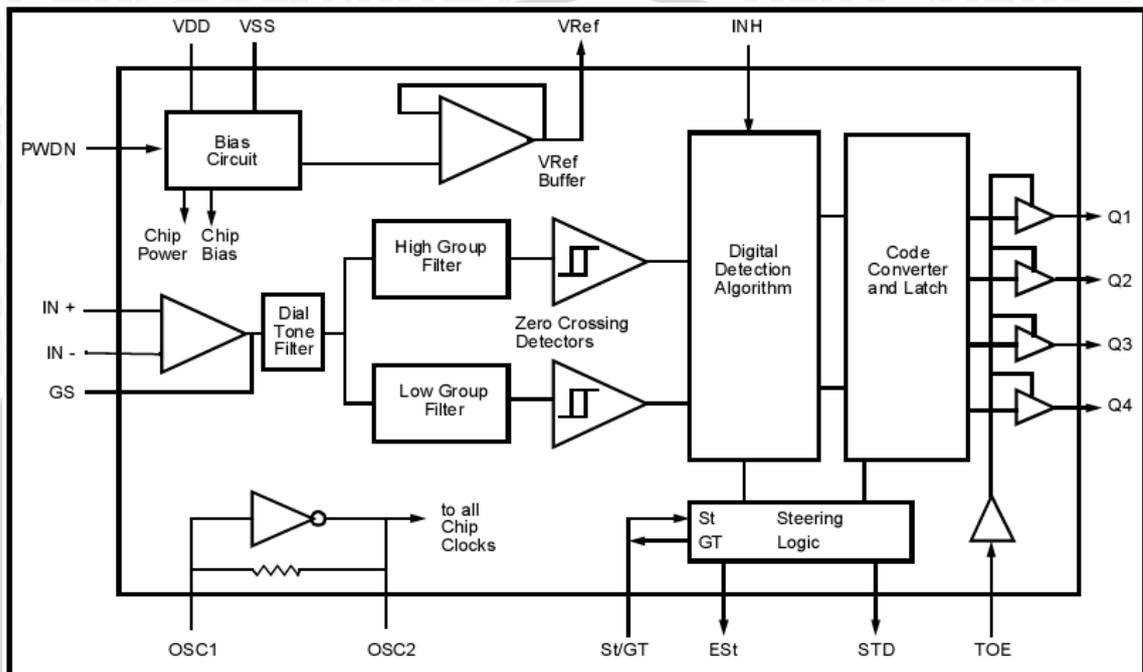
Sumber: Mitel, 1995: 2

Fungsi pin-pin secara keseluruhan dari *decoder DTMF* IC MT8870 adalah sebagai berikut:

- a. IN+ = *Non inverting input op-amp*
- b. IN- = *Inverting input op-amp*
- c. GS = Menghubungkan keluaran penguat differensial dengan resistor umpan balik.
- d. Vref = *Voltage referensi* (keluaran), besarnya $V_{DD}/2$.
- e. INH = Menghasilkan data *DTMF* A, B, C, D
- f. PWDN = *Power down* (masukan), aktif *high*
- g. OSC 1 = *Clock Input*
- h. OSC 2 = *Clock output*, frekuensi keluaran 3.579545 MHz.
- i. Vss = *Ground*, 0 V.
- j. TOE = *Tristate Output Enable*, jika logika *high*, data Q1-Q4 dikeluarkan.
- k. Q1-Q4 = Jika TOE aktif, mengeluarkan kode *DTMF* yang diterima
Jika TOE logika *low*, data keluaran adalah *high impedance*.
- l. StD = Jika pada pin menghasilkan logika tinggi, maka data keluaran valid.
- m. Est = Saat nilai *tone* masukan benar, maka keluaran pin ini logika tinggi.

- n. St/GT = *Steering/Guard Time*, menentukan kecepatan *tone*.
- o. V_{DD} = Supply tegangan, +5V.

Diagram Blok Fungsi *Decoder DTMF* IC MT8870 ditunjukkan dalam Gambar 2.7 berikut ini.



Gambar 2.7 Diagram Blok Fungsi *Decoder DTMF* IC MT8870

Sumber: Mitel, 1995: 1

MT8870 merupakan IC tunggal penerima *DTMF* dengan beberapa bagian bagian didalamnya yang terdiri dari *bandsplit* filter dan *decoder* digital. Bandsplit filter berfungsi untuk memisahkan *tone DTMF* kembali kedalam frekuensi tinggi dan frekuensi rendah, sedangkan *Decoder* digital memiliki fungsi sebagai bagian yang menverifikasi frekuensi dan durasi kedua *tone* yang telah dipisahkan tersebut dan meneruskannya menjadi 4-bit kode keluaran.

Saat sinyal *input DTMF* masuk, sinyal akan di *buffer* oleh masukan op-amp untuk menyesuaikan nilai penguatan tegangan dan memilih konfigurasi masukan. Kemudian sinyal *input* melalui filter aktif *low pass* dan *dial tone* filter 350Hz/440Hz untuk dipisah kedalam komponen frekuensi *low* dan *high* oleh dua kapasitor-saklar orde enam dan *pass filter*. Masing-masing komponen *tone* kemudian disaring oleh filter keluaran dan diolah menjadi sinyal kotak oleh komparator dengan batas yang kuat.

Dua sinyal kotak yang dihasilkan dikirim ke rangkaian pendeteksi digital untuk didapatkan algoritma hitungan dan periode rata-ratanya. Saat *decoder* melakukan pendeteksian sinyal, flag "Early Steering" akan berlogika naik (0 ke 1). Jika tidak ada sinyal yang dideteksi, Est akan berlogika turun (1 ke 0). Kode yang didapat dikirim ke bagian konverter untuk dikeluarkan pada pin-pin *output* Q1-Q4. Referensi clock yang untuk dapat membaca *tone DTMF* standar dan akurat diperoleh dari kristal *external* 3.579545 MHz.

Timing diagram yang ditunjukkan dalam Gambar 2.8 menggambarkan sinyal kotak dalam setiap waktu proses pendeteksian digital dari tone DTMF. Sinyal frekuensi akan diterima sebagai nilai valid pada masing-masing group tone jika keluaran *Early Steering* (Est) adalah high. Saat perubahan nilai Est dari *low* ke *high*, nilai Vc (pada rangkaian Gambar 2.18) akan meningkat seiring dengan pengosongan Capacitor rangkaian Gambar 2.18. Saat Vc mencapai nilai tegangan treshold (V_{Tst}), Pin *Steering input/guard time output* (St/GT pada Gambar 2.14) berfungsi untuk mengetahui nilai Vc dalam mencapai nilai tegangan V_{Tst} . Saat nilai V_{Tst} sudah tercapai, St/GT akan mengeluarkan tegangan yang menjadikan Vc bernilai Tegangan supply 5 volt (V_{DD}). Lalu pin gerbang keluaran 4 bit akan terbuka dan *output* dapat dikeluarkan.

Besarnya waktu deteksi (saat logika Est naik dari 0 ke 1), t_{GTP} , ditentukan oleh saluran rangkaian RC eksternal. Saat kedua *tone* dapat dipisahkan, sinyal *DTMF* kemudian akan didekodekan dan data hasilnya di-latch ke register *output*. Keluaran *Delayed Stering* (StD) diberi logika *high* dan menunjukkan bahwa data baru telah siap. Waktu yang diperlukan untuk menerima sinyal *DTMF* valid, t_{REC} , sama dengan jumlah dari t_{DP} dan t_{GTP} . Tabel fungsi *decoder DTMF* ditunjukkan dalam Tabel 2.8.

Tabel 2.8. Tabel Fungsi *Decoder DTMF IC MT8870*

Digit	TOE	INH	Est	Q ₄	Q ₃	Q ₂	Q ₁
ANY	L	X	H	Z	Z	Z	Z
1	H	X	H	0	0	0	1
2	H	X	H	0	0	1	0
3	H	X	H	0	0	1	1
4	H	X	H	0	1	0	0
5	H	X	H	0	1	0	1
6	H	X	H	0	1	1	0
7	H	X	H	0	1	1	1
8	H	X	H	1	0	0	0
9	H	X	H	1	0	0	1
0	H	X	H	1	0	1	0
*	H	X	H	1	0	1	1
#	H	X	H	1	1	0	0
A	H	L	H	1	1	0	1
B	H	L	H	1	1	1	0
C	H	L	H	1	1	1	1
D	H	L	H	0	0	0	0
A	H	H	L	tidak terdeteksi, kode output yang dihasilkan akan sama dengan keluaran sebelumnya.			
B	H	H	L				
C	H	H	L				
D	H	H	L				

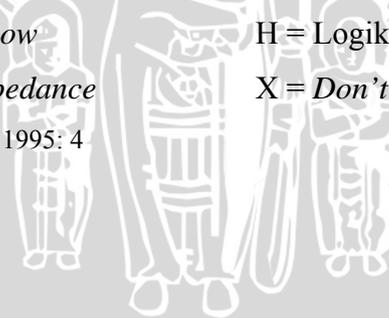
L = Logika *Low*

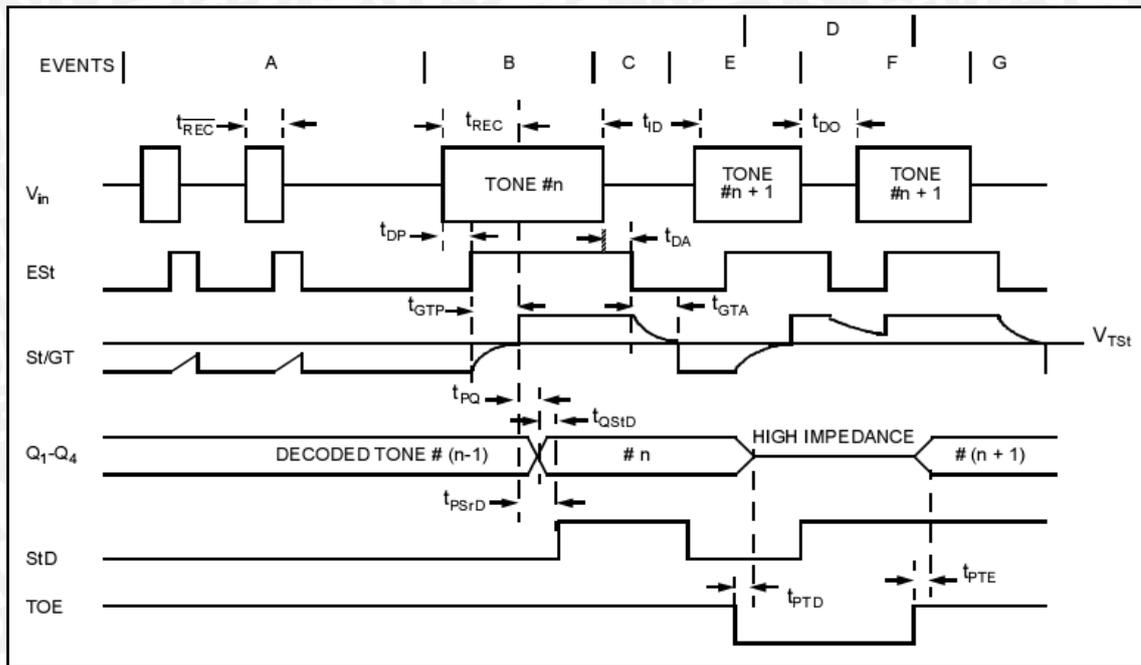
H = Logika *High*

Z = *High Impedance*

X = *Don't Care*

Sumber: Mitel, 1995: 4





Gambar 2.8. Diagram Waktu Penerima DTMF IC MT8870

Sumber: Mitel, 1995: 4

Keterangan Gambar 2.8:

- V_{IN} Sinyal DTMF input
- ESt Early Steering Output. Sinyal trigger logika high saat IC mendapat input tone yang memiliki durasi lebih besar dari t_{REC} .
- St/GT Steering input/guard time output. Sinyal yang mengindikasikan waktu deteksi kehadiran tone input, pen-decode-an tone, dan deteksi berakhirnya tone. Saat nilainya lebih tinggi dari V_{TSt} , tone yang telah di-decode akan dikirim ke register output.
- $Q1-Q4$ 4 bit logika output dari tone yang telah di-decode.
- StD Delayed Steering Output. Mengindikasikan bahwa frekuensi valid telah dideteksi dan diproses menjadi 4 output Q1-Q4 dalam rentang waktu yang dibutuhkan.
- TOE Tone Output Enable (input). Sebuah proses penggeser Q1-Q4 menjadi kondisi kosong ke tingkat impedansi High.
- t_{REC} Durasi minimum sinyal DTMF yang dibutuhkan agar pengenalan sinyal tone bersifat valid.
- t_{ID} Waktu minimum antar input tone-tone DTMF yang valid.
- t_{DO} Waktu jatuh/putus maksimal agar DTMF sinyal valid.

t_{DP}	Delay waktu untuk mendeteksi kedatangan sinyal <i>DTMF</i> yang valid.
t_{DA}	Delay waktu untuk mendeteksi akhir sinyal <i>DTMF</i> yang valid.
t_{GTP}	Waktu durasi proses awal decoding sebuah <i>tone</i> .
t_{GTA}	Waktu durasi proses pengakhiran decoding sebuah <i>tone</i> .

Proses-proses yang dapat terjadi di dalam IC MT8870 (Gambar 2.8) adalah sebagai berikut

- Pada rentang waktu A. Dua buah sinyal *tone input* terdeteksi. Karena durasi masing-masing *tone* tidak bernilai $\geq t_{REC}$, *tone* dinyatakan tidak valid sehingga *output* tidak dihasilkan.
- Pada rentang waktu B. Sebuah *tone* bernama #n terdeteksi sebagai *input*, Karena durasi *tone* bernilai $\geq t_{REC}$, *tone* dinyatakan valid, *tone* dapat di-*decode* dan diumpankan ke saluran *output*.
- Pada rentang waktu C. Sinyal akhir *tone* bernama #n terdeteksi, durasi waktu kosong valid karena bernilai $\geq t_{D}$. Pada kondisi ini, kode *tone* #n masih dikeluarkan di saluran *output* Q1-Q4 dan menunggu terdeteksi sinyal *input tone* baru.
- Pada rentang waktu D. Nilai saluran keluaran Q1-Q4 adalah level impedansi high yang berarti tidak menghasilkan kode untuk *tone* tertentu.
- Pada rentang waktu E. Sebuah *tone* lain bernama #n+1 terdeteksi sebagai *input*, durasi *tone* valid karena nilainya $\geq t_{REC}$, *tone* dapat di-*decode* dan diumpankan ke saluran *output*.
- Pada rentang waktu F. Terjadi sinyal putus pada saluran *input*, tetapi masih dapat diterima/dideteksi karena nilainya $\leq t_{DO}$, kode *tone* #n+1 dikeluarkan ke saluran *output*.
- Pada rentang waktu G. Akhir dari *tone* #n+1 terdeteksi, durasi waktu *tone* kosong valid, kode *tone* #n masih dikeluarkan di saluran *output* Q1-Q4 dan menunggu terdeteksi sinyal *input tone* baru.

2.12 Mikrokontroler ATMega8

Untuk mengubah empat bit data digital keluaran *DTMF decoder* menjadi karakter yang sesuai dengan *tone* *DTMF* dan mengirimkannya ke komputer digunakan mikrokontroler ATMega8. Mikrokontroller ATMega8 ini diproduksi oleh ATMEL

Company Amerika Serikat dan merupakan salah satu anggota keluarga dari jenis AVR. Mikrokontroler ini memiliki fasilitas komunikasi serial untuk melakukan pengiriman/penerimaan data dengan handphone. IC jenis ini berorientasi pada kontrol yang dapat diprogram ulang. Mikrokontroler ATmega162 mempunyai karakteristik utama sebagai berikut:

- Register serbaguna sejumlah 32x8 bit.
- *In-system Self-programmable* memori program *Flash* sebesar 8 Kbytes.
- EEPROM (*Electrical Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 512bytes.
- SRAM internal 1 Kbytes.
- ADC (*Analog to Digital Converter*) 10 bit sebanyak 8 buah.
- I/O sejumlah 23 jalur yang dapat dipakai semua.
- *Timer/counter* 16 bit 1 buah.
- *Timer/counter* 8 bit 2 buah.
- *Programmable* serial USART.
- Frekuensi kerja 0 sampai 16 MHz.
- Tegangan operasi antara 4,5 volt sampai 5,5 volt.

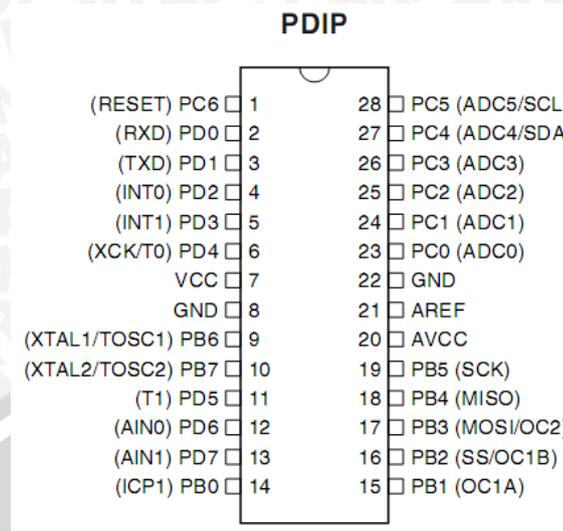
Masing-masing kaki dalam mikrokontroler ATmega8 mempunyai fungsi tersendiri. Dengan mengetahui fungsi masing-masing kaki mikrokontroler ATmega8, perancang aplikasi mikrokontroler ATmega8 akan lebih mudah merencanakan dan membuat sistem yang dirancang. ATmega8 mempunyai 28 pin, susunan masing-masing pin dapat dilihat dalam Gambar 2.9.

Fungsi pin-pin secara keseluruhan dari mikrokontroler ATmega8 adalah sebagai berikut:

- *Port B* (Pin B0-7), merupakan saluran masukan/keluaran dua arah dan juga mempunyai fungsi khusus. Fungsi khusus *Port B* diantaranya adalah : *Port B0* sebagai ICP (*Timer/counter input capture pin*), *Port B1* sebagai OC1A (*Timer/counter 1 output compare A match output*), *Port B2* sebagai SS (*SPI slave select input*) dan OC1B (*Timer/counter 1 output compare B match output*), *Port B3* sebagai OC2 (*timer/counter 2 compare match output*) dan MOSI (*SPI bus master output/slave input*), *Port B4* sebagai MISO (*SPI bus master input/slave output*), *Port B5* sebagai SCK (*SPI bus serial clock*), *Port B6* dan

Port B7 adalah TOSC1 (*Timer Oscillator* pin1) dan TOSC2 (*Timer oscillator* pin2).

- *Port C* (Pin C0-6), merupakan saluran masukan/keluaran dua arah dan juga mempunyai fungsi khusus. Fungsi khusus dari Port C diantaranya adalah : Port C0-5 sebagai saluran masukan ADC *channel* 0-5, selain itu, Port C4 sebagai SDA (*Two-Wire serial bus data input/output line*), Port C5 sebagai SCL (*Two-Wire serial bus clock line*), dan Port C6 sebagai pin RESET.
- *Port D* (Pin D0-7), merupakan saluran masukan/keluaran dua arah dan juga mempunyai fungsi khusus. Fungsi khusus dari Port D diantaranya adalah : Port D0 sebagai RXD (USART *input* pin), Port D1 sebagai TXD (USART *output* pin), Port D2 sebagai INT0 (Eksternal interrupt 0 *input*), Port D3 sebagai INT1 (Eksternal interrupt 1 *input*), Port D4 sebagai T0 (*timer/counter 0* eksternal *counter input*) & XCK (USART eksternal *clock input/output*), Port D5 sebagai T1 (*timer/counter* eksternal *counter input*), Port D6 sebagai AIN0 (*Analog comparator positive input*), dan Port D7 sebagai AIN1 (*Analog comparator negative input*).
- Pin 1 RESET, merupakan saluran dua masukan untuk me-*reset* mikrokontroler dengan cara memberi masukan logika rendah.
- Pin 7 VCC, merupakan saluran masukan untuk catu daya positif sebesar 5 volt DC.
- Pin 8 GND, merupakan Ground dari seluruh rangkaian.
- Pin 9 dan 10 (XTAL1 dan XTAL2), merupakan saluran untuk mengatur pewaktuan sistem. Pewaktuan dapat menggunakan pewaktuan internal maupun eksternal.
- Pin 21 AREF, merupakan Pin analog referensi untuk masukan ADC.
- Pin 22 GND, merupakan ground dari ADC.
- Pin 20 AVcc, merupakan pin catu tegangan untuk A/D Converter pada port C (0-3). Pin ini harus dihubungkan dengan Vcc, walaupun fitur ADC tidak digunakan. Saat ADC digunakan, AVcc sebaiknya dihubungkan dengan Vcc melalui low-pass filter.



Gambar 2.9. Konfigurasi pin mikrokontroler ATmega8
Sumber: Atmel, 2007:2

Pada sistem yang akan dibuat, dibutuhkan tujuh buah pin *input* dan sembilan buah pin *output*. Pertimbangan digunakannya mikrokontroler ATmega8 pada sistem ini adalah mudah dilakukan pemrogramannya (menggunakan bahasa c) dan bisa memenuhi kebutuhan alat komunikasi dari segi jumlah pin, fasilitas komunikasi serial dan *memory*. Penggunaan mikrokontroler lain tidak efektif karena jumlah pin dan *memory* yang terlalu banyak.

2.12.1 USART Mikrokontroler Atmel AVR ATmega8

USART (*Universal Synchronous and Asynchronous serial Receiver and Transmitter*) adalah seperangkat komunikasi serial dengan tingkat fleksibilitas yang tinggi. Beberapa fitur yang dimiliki oleh USART yaitu:

- Komunikasi *full-duplex* dengan *register* serial untuk penerima dan pengirim data.
- Beroperasi pada mode sinkron dan asinkron.
- Memiliki pembangkit *baud rate* beresolusi tinggi.
- Pengiriman data serial dengan format *frame* 5, 6, 7, 8, dan 9 bit dengan 1 atau 2 bit stop.
- Dukungan perangkat keras terhadap pengecekan paritas genap atau paritas ganjil.
- Pendeteksi kesalahan pada format *frame* data yang dikirim.
- Pendeteksi pengiriman kelebihan data.

- Memiliki 3 layanan interupsi yaitu *TX Complete*, *TX Data Register Empty*, dan *RX Complete*.
- Mode komunikasi *multiprocessor*.

Nilai *USART Baud Rate Register (UBRR)* digunakan untuk menentukan kecepatan transfer data pada komunikasi serial dapat dihitung menggunakan persamaan yang terdapat dalam Tabel 2.9.

Tabel 2.9 Perhitungan *baud rate* USART

Mode Operasi	Persamaan perhitungan Baud Rate	Persamaan perhitungan UBRR Rate
Asinkron : Normal mode	$BAUD = \frac{f_{osc}}{16(UBRR + 1)}$	$UBRR = \frac{f_{osc}}{16BAUD} - 1$
Asinkron : Double speed mode	$BAUD = \frac{f_{osc}}{8(UBRR + 1)}$	$UBRR = \frac{f_{osc}}{8BAUD} - 1$
Sinkron : Master mode	$BAUD = \frac{f_{osc}}{2(UBRR + 1)}$	$UBRR = \frac{f_{osc}}{2BAUD} - 1$

Sumber: Atmel, 2007:136

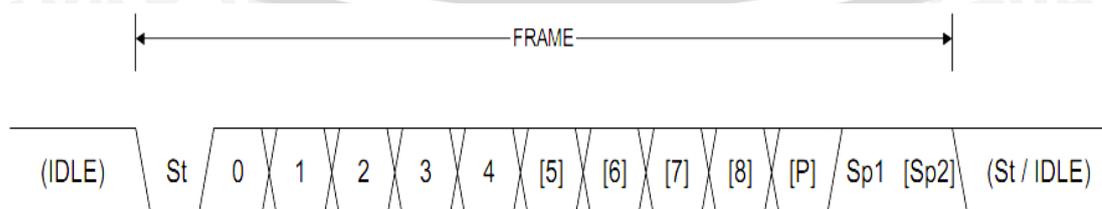
Keterangan:

BAUD : *Baud Rate* dalam *bit per second* (bps).

f_{osc} : Frekuensi *clock* dari sistem osilator.

UBRR : *Register Baud Rate* yang terdiri atas *register UBRRLow* dan *register UBRRHigh*.

Format *frame* data komunikasi serial didefinisikan sebagai sebuah karakter dari bit-bit data yang memiliki bit-bit sinkronisasi yaitu *start* bit dan *stop* bit, serta pilihan berupa bit paritas untuk mendeteksi terjadinya kesalahan pengiriman data. Format *frame* pengiriman data serial USART ditunjukkan dalam Gambar 2.10.



Gambar 2.10. Format *frame* data serial USART

Sumber: Atmel, 2007:137

Keterangan:

St : Bit *start* selalu berlogika rendah.

(n) : Bit data (0-8).

P : Bit paritas genap atau paritas ganjil.

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.

Perhitungan bit paritas dilakukan dengan cara menggunakan logika *exclusive-or* (XOR) terhadap semua bit-bit data yang ditransmisikan. Jika yang digunakan adalah paritas ganjil, maka hasil dari keluaran logika *exclusive-or* dinegasikan. Hubungan antara bit paritas dengan bit-bit data sesuai dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} P_{even} &= d_{n-1} \oplus \dots \oplus d_3 \oplus d_2 \oplus d_1 \oplus d_0 \oplus 0 \\ P_{odd} &= d_{n-1} \oplus \dots \oplus d_3 \oplus d_2 \oplus d_1 \oplus d_0 \oplus 1 \end{aligned} \quad (2-3)$$

keterangan:

P_{even} : paritas yang digunakan adalah paritas genap.

P_{odd} : paritas yang digunakan adalah paritas ganjil.

d_n : bit data ke-n dari sebuah karakter.

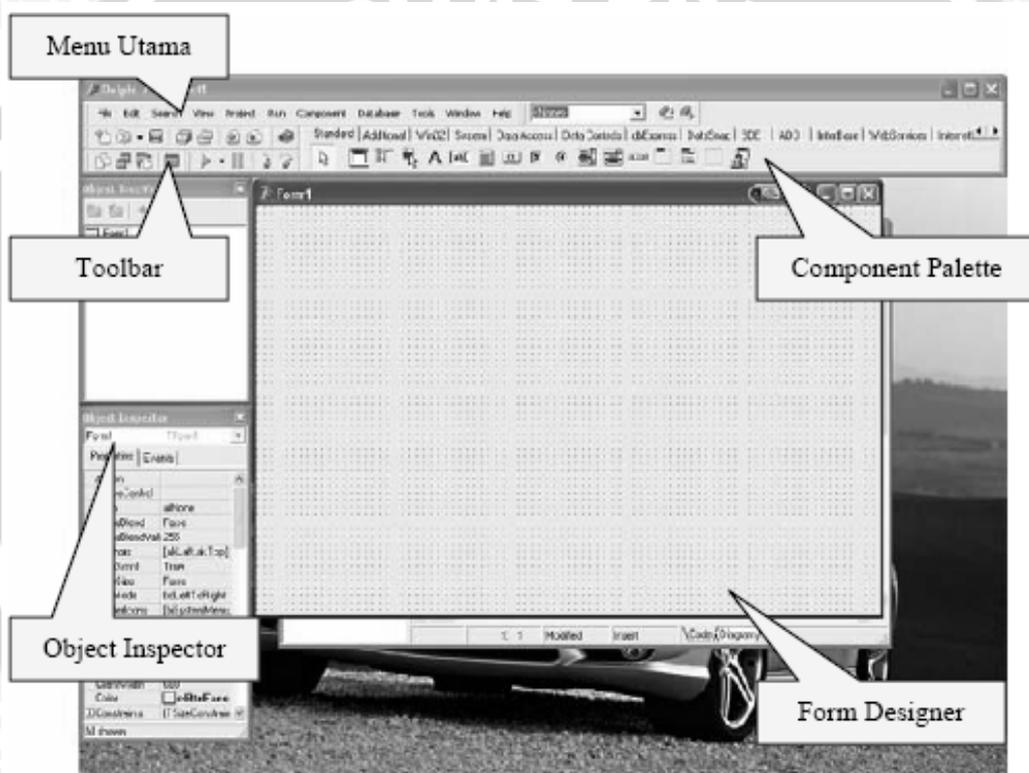
2.13 Borland Delphi 7

Borland Delphi atau biasa disebut Delphi merupakan perangkat lunak pengembangan aplikasi yang sangat populer di lingkungan Linux maupun Windows. Delphi merupakan bahasa pemrograman yang mempunyai cakupan kemampuan yang luas dan canggih. Berbagai jenis aplikasi dapat dibuat dengan Delphi, termasuk aplikasi untuk mengolah teks, grafik, angka, dan aplikasi *web*. Secara umum, kemampuan Delphi adalah menyediakan komponen-komponen dan bahasa pemrograman yang handal, sehingga memungkinkan untuk membuat program aplikasi sesuai dengan keinginan, dengan tampilan dan kemampuan yang canggih.

Untuk mempermudah pemrogram dalam membuat program aplikasi, Delphi menyediakan fasilitas pemrograman yang sangat lengkap. Fasilitas pemrograman tersebut dibagi dalam dua kelompok, yaitu *object* dan bahasa pemrograman. Secara ringkas, *object* adalah suatu komponen yang mempunyai bentuk fisik dan biasanya dapat dilihat (*visual*). *Object* biasanya dipakai untuk melakukan tugas-tugas tertentu dan mempunyai batasan-batasan tertentu. Sedangkan bahasa pemrograman secara singkat dapat disebut sebagai sekumpulan teks yang mempunyai arti tertentu dan disusun

dengan aturan tertentu serta untuk menjalankan tugas tertentu. Delphi menggunakan struktur bahasa pemrograman *Object Pascal* yang sudah sangat dikenal di kalangan pemrograman profesional.

Khusus untuk pemrograman, Delphi menyediakan *object* yang canggih, dan lengkap, sehingga memudahkan pemrogram merancang, membuat, dan menyelesaikan aplikasi yang diinginkan. Delphi dapat menangani data dalam berbagai format, misalnya format MS-Access, Oracle, MySQL, MS SQL, DB2, dll. Gambar 2.11 menunjukkan tampilan IDE Delphi.



Gambar 2.11. IDE Delphi

Sumber: MADCOMS, 2006: 2

2.14 MySQL

Secara sederhana *database* (basis data) dapat diungkapkan sebagai suatu pengorganisasian data dengan bantuan komputer yang memungkinkan data dapat diakses secara mudah dan cepat. Dalam hal ini, pengertian akses dapat mencakup pemerolehan data maupun manipulasi data, seperti menambah dan menghapus data.

DBMS singkatan dari *Database Management System*. DBMS merupakan perangkat lunak yang dirancang secara khusus untuk memudahkan pengelolaan *database*. DBMS yang populer dewasa ini berupa RDBMS (*Relational Database Management System*), yang menggunakan model basis data relasional atau dalam bentuk tabel-tabel yang saling terhubung.

MySQL merupakan salah satu contoh produk RDBMS yang sangat populer di lingkungan Linux, tetapi juga tersedia pada Windows. MySQL merupakan *database server* yang dikembangkan oleh sebuah perusahaan Swedia yang bernama MySQL AB, yang pada saat itu bernama T.c.X DataKonsult AB, di mulai sejak sekitar tahun 1994-1995.

Banyak kelebihan yang dimiliki oleh MySQL, antara lain:

- MySQL merupakan *database* yang memiliki kecepatan yang tinggi dalam melakukan pemrosesan data, dapat diandalkan, dan mudah digunakan serta mudah dipelajari. Hal ini disebabkan MySQL telah banyak digunakan di belahan bumi manapun sehingga jika kita mempunyai masalah dengan *database* tersebut, kita dapat bertanya kepada banyak orang (pengguna yang lain) melalui internet maupun orang di sekitar kita yang siap membantu menyelesaikan masalah tersebut serta dukungan manual maupun referensi yang banyak bertebaran di internet.
- MySQL mendukung banyak bahasa pemrograman seperti C, C++, *Perl*, *Python*, *Java*, dan PHP. Bahasa pemrograman tersebut dapat digunakan untuk berinteraksi maupun berkomunikasi dengan MySQL *server*, atau dapat juga digunakan sebagai komponen pembentuk antarmuka (*interface*) dari suatu *database* MySQL.
- Koneksi, kecepatan, dan keamanan membuat MySQL sangat cocok diterapkan untuk mengakses *database* melalui internet, dengan menggunakan bahasa pemrograman *Perl* atau PHP sebagai *interface*-nya.
- MySQL dapat melakukan koneksi dengan *client* menggunakan *protocol* TCP/IP, *Unix socket* (Unix), atau *Named Pipes* (NT).
- MySQL dapat menangani *database* dengan skala yang sangat besar dengan jumlah *record* mencapai lebih dari 50 juta, dapat menampung 60 ribu tabel, dan juga bisa menampung 5 milyar baris data. Selain itu, batas indeks pada tiap tabel dapat menampung mencapai 32 indeks.

- Dalam hal relasi antartabel pada suatu *database*, MySQL menerapkan metode yang sangat cepat, yaitu dengan menggunakan metode *one-sweep multijoin*. MySQL sangat efisien dalam mengelola informasi yang kita minta yang berasal dari banyak tabel sekaligus.
- *Multiuser*, yaitu dalam satu *database server* pada MySQL dapat diakses oleh beberapa user dalam waktu yang sama tanpa mengalami konflik atau *crash*.
- *Security* yang dimiliki *database* MySQL dikenal baik, karena memiliki lapisan sekuritas seperti level *subnetmask*, nama *host*, dan izin akses *user* dengan sistem perizinan yang khusus serta *password* yang dimiliki setiap *user* dalam bentuk data terenkripsi.
- MySQL merupakan *software database* yang bersifat *free* atau gratis, jadi kita tidak perlu susah-susah mengeluarkan biaya untuk membayar lisensi kepada pembuat *software*. Hal ini sangat berbeda jika kita menggunakan *software database* seperti IBM DB2 ataupun Oracle, karena kita harus membayar mahal untuk mendapatkan lisensinya.

2.14.1 Administrasi User

Administrasi *user* adalah pengolahan *user* sehingga dapat menggunakan MySQL. Untuk itu diperlukan adanya *account*, yang didefinisikan sebagai suatu identitas unik dari *user*. Identitas inilah yang memungkinkan untuk melakukan koneksi ke *database server* dan memberikan operasi-operasi *database*.

Secara garis besar, *user* di dalam MySQL dikategorikan menjadi dua bagian, yaitu *super user (root)* dan *user*. *Super user* bertindak sebagai administrator yang bertanggung jawab terhadap segala administrasi sistem MySQL, termasuk salah satunya adalah mengelola *user-user*. Kategori kedua adalah *user* 'biasa', yaitu *user* yang dapat menggunakan *database* di dalam MySQL, sesuai dengan hak akses miliknya.

2.14.2. Merancang Database

Database atau basis data merupakan koleksi data terstruktur yang diletakkan di dalam suatu komputer. Di dalam aspek kehidupan, *database* memegang peranan yang sangat penting sekali, terutama di bidang aktivitas komputasi. Banyak sekali perangkat lunak yang memanfaatkan *database* sebagai jantungnya, baik itu perangkat lunak berskala kecil maupun besar, berbasis web maupun non-web, dan sebagainya.

Database adalah suatu kumpulan data yang saling berhubungan dan terorganisasi sedemikian rupa hingga mudah untuk digunakan kembali. *Database*

merupakan salah satu komponen yang penting sekali dalam sistem informasi, karena merupakan dasar untuk menyediakan informasi bagi para pemakai.

❖ **DDL (Data Definiton Language)**

DDL adalah sebuah Metode *Query* SQL yang berguna untuk mendefinisikan data pada sebuah *database*, adapun *Query* yang dimiliki adalah:

- *CREATE* : Digunakan untuk melakukan pembuatan tabel dan *database*.
- *DROP* : Digunakan untuk melakukan penghapusan tabel maupun *database*.
- *ALTER* : Digunakan untuk melakukan perubahan struktur tabel yang telah dibuat baik menambah *Field* (*add*), mengganti nama *Field* (*change*) ataupun menamakan kembali (*rename*), serta menghapus (*drop*).

❖ **DML (Data Manipulation Language)**

DML adalah sebuah metode *Query* yang dapat digunakan apabila DDL telah terjadi, sehingga fungsi dari *Query* ini adalah untuk melakukan pemanipulasian *database* yang telah ada atau telah dibuat sebelumnya. Adapun *Query* yang termasuk di dalamnya adalah:

- *INSERT* : Digunakan untuk melakukan penginputan atau pemasukan data pada tabel *database*.
- *UPDATE* : Digunakan untuk melakukan perubahan atau peremajaan terhadap data yang ada pada tabel.
- *DELETE* : Digunakan untuk melakukan penghapusan data pada tabel. Penghapusan ini dapat dilakukan secara sekaligus (seluruh isi tabel) maupun hanya beberapa *Recordset*.

Kedua bentuk *Query* SQL tersebut dapat digunakan pada semua model basis data yang mendukungnya, baik yang berbasis Unix maupun Windows misalnya, anda dapat mengimplementasikannya pada program penghasil *database* seperti Microsoft Acces atau pada semua *database* bawaan program visual seperti Database Desktop yang bernama Paradox.

❖ **Membuat Database**

Database di dalam MySQL diimplementasikan sebagai sesuatu direktori berisi *file-file* yang sesuai dengan tabel pada *database*. Pembuatan *database* dilakukan menggunakan pernyataan *CREATE DATABASE* dan diikuti dengan nama *database* yang akan dibuat. Oleh karena tidak ada tabel-tabel pada saat

suatu *database* diciptakan, maka pernyataan untuk membuat *database* hanya menciptakan direktori kosong sesuai dengan nama yang diberikan.

Nama *database* di dalam MySQL dapat ditulis dengan panjang maksimal 64 byte. Semua karakter diperbolehkan untuk memberikan nama *database*, kecuali tanda slash (/), backslash (\), dan titik. Hal ini berarti bahwa diharuskan mengawali nama *database* dengan angka, akan tetapi tidak boleh semuanya berupa angka. Sintaks dari pernyataan *CREATE DATABASE* di dalam MySQL adalah seperti berikut.

```
create database [if not exists] nama_database
```

❖ **Membuat Tabel**

Tabel merupakan salah satu objek yang ada pada *database*, oleh sebab itu di dalam pembuatan tabel harus memilih *database* terlebih dahulu dan menjadikannya sebagai *database* aktif. Jika tidak memilih *database*, perintah tidak akan dilaksanakan dengan baik, karena MySQL tidak mengetahui akan diletakkan pada *database* mana tabel baru tersebut.

Pembuatan tabel pada MySQL dapat dilakukan melalui beberapa cara, misalnya dengan memberikan perintah langsung pada *command prompt* atau mengeksekusi *file* yang berisi pernyataan SQL pembuatan tabel.

Pembuatan *Field* atau kolom dalam *database* sebenarnya memiliki dua kondisi yaitu harus dimasuki data atau bisa dikosongkan. Dalam hal ini kolom yang diisi tidak boleh kosong atau NOT NULL.

Dalam pembuatan *database*, *record* yang datanya tidak boleh sama dengan *record* yang lain disebut *primary key* atau kunci primer. Untuk membuat sebuah kunci primer, hanya boleh dibuat satu kali, jadi kunci primer sebenarnya diciptakan untuk menjadi kolom utama sebuah tabel.

Dengan bertambahnya popularitas MySQL, banyak *tool* yang dikembangkan untuk memudahkan proses manajemen agar *database* MySQL lebih mudah digunakan. Pada saat ini sudah banyak MySQL *client* yang berbasis GUI (*Graphical User Interface*). MySQL-Front merupakan salah satu *software* yang dibuat untuk antarmuka *database* MySQL. MySQL-Front memungkinkan kita untuk manajemen *database* MySQL dengan mudah melalui antarmuka Windows. Ini lebih mudah digunakan daripada kita menggunakan *command line* atau *console* bawaan dari MySQL.

MySQL-Front adalah *tool* yang dibuat menggunakan Delphi yang merupakan salah satu pemrograman berbasis visual sehingga dapat menampilkan tampilan grafik yang cukup baik. Kelebihan *tool* ini adalah kemampuannya untuk mengakses ODBC (*Open Database Connectivity*, protokol standar yang digunakan untuk mengakses informasi antar-*database* pada *platform* Microsoft Windows). Namun *tool* ini hanya berjalan pada *platform* Windows, sistem operasi yang menjadi sponsor utama ODBC.

MySQL-Front banyak mendukung fungsi-fungsi dari MySQL, diantaranya adalah *create/drop databases*, *create/drop tables*, *edit/add/delete fields*, *edit/insert/delete record*, *view* dan *kill* untuk suatu proses pada pengguna lain, mengeksekusi SQL *scripts* yang cukup besar, menampilkan properti tabel secara *advanced*, *replication*, *copy* tabel ke nama tabel yang baru, manajemen *user*, *flush host/logs/privileges/table*. Kita juga dapat menggunakan MySQL-Front untuk menulis SQL *query* dengan sintaks yang kompleks dan *export* serta *import* data dari ODBC-*datasources*.

2.15 Metode Deteksi Kesalahan *Checksum*

Metode deteksi kesalahan *checksum* ini dilakukan dengan cara *transmitter* data memilih suatu nilai (disebut sebagai *checksum*) yang kemudian mengkombinasikannya dengan data yang dikirim menggunakan algoritma tertentu. Dengan algoritma yang sama pula, maka *receiver* melakukan perhitungan terhadap data yang diterima untuk dibandingkan dengan *checksum* dan pada akhirnya dapat diketahui apakah data yang diterima benar atau tidak. Sebagai contoh deteksi kesalahan (*checksum*) sederhana adalah sebagai berikut:

Data	: 6 23 4
Data dengan checksum	: 6 23 4 33
Data setelah transmisi	: 6 27 4 33

Pada data diatas, *byte* kedua dari data yang diterima rusak/salah karena nilainya berubah menjadi 27. Akan tetapi *receiver* dapat mendeteksinya dengan membandingkan *checksum* (33) yang diterima dengan *checksum* perhitungan yakni 37 (6+27+4).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Penyusunan skripsi ini didasarkan pada masalah yang bersifat aplikatif, 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 Perancangan Alat

Perancangan alat *Base Station* pada Sistem Pemantau Cuaca Menggunakan *Dial Up Handphone* Sebagai Media Transfer Data meliputi tahapan-tahapan sebagai berikut:

- 1) Penentuan spesifikasi alat.
- 2) Pembuatan diagram blok sistem keseluruhan.
- 3) Perancangan perangkat keras maing-masing blok yang meliputi perencanaan dan pembuatan rangkaian dari masing-masing blok.
- 4) Manggabungkan beberapa blok menjadi keseluruhan sistem yang direncanakan.
- 5) Perancangan perangkat lunak mikrokontroler dan perangkat lunak delphi untuk menangani kebutuhan sistem yang direncanakan.

3.2 Pembuatan Alat

Pembuatan alat *Base Station* pada Sistem Pemantau Cuaca Menggunakan *Dial Up Handphone* Sebagai Media Transfer Data meliputi tahapan-tahapan sebagai berikut:

- a. Pembuatan perangkat keras sistem dengan menggunakan komponen elektronika sesuai dengan yang direncanakan.
- b. Pembuatan perangkat lunak mikrokontroler dan perangkat lunak delphi sesuai dengan yang direncanakan..

3.3 Pengujian Alat

Untuk mengetahui kinerja alat apakah sesuai dengan yang direncanakan maka dilakukan pengujian alat. Pengujian dilakukan pada masing-masing bagian dan kemudian secara keseluruhan sistem. Secara garis besar pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

- a. Pengujian pengaksesan *handphone* oleh komputer
Pengujian pengaksesa *handphone* oleh mikrokontroler dilakukan dengan menghubungkan *handphone* dengan komputer melalui *hyperterminal*. Pegujian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengetahui keberhasilan komputer mengirim perintah-perintah ke *handphone* dan menerima respons dari *handphone* serta memberikan analisis terhadap hasil pengujian.
- b. Pengujian penerjemahan sinyal DTMF yang dibangkitkan dan ditransmisikan melalui kanal suara *handphone*
Pengujian ini dilakukan dengan cara melewati sinyal DTMF yang dihasilkan oleh *handphone* pada kanal suara yang terbentuk ketika terjadi panggilan kemudian menerjemahkan sinyal DTMF tersebut menggunakan rangkaian DTMF *decoder* dan melihat nilai biner hasil penerjemahan sinyal DTMF tersebut. Pengujian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengetahui apakah sinyal DTMF yang dibangkitkan *handphone* pada RTU dan dikirimkan ke *handphone* yang ada di *Base Station* dapat diterjemahkan sesuai dengan perancangan.
- c. Pengujian rangkaian MAX232
Pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan tegangan masukan yang berubah-ubah dan mengukur tegangan keluaran rangkaian MAX232. Pengujian ini bertujuan untuk memeriksa apakah rangkaian MAX232 dapat bekerja dengan baik untuk mengkonversi sinyal dari mikrokontroler yang bertipe TTL menjadi sinyal dengan tipe RS232 yang dapat diterima oleh komputer.
- d. Pengujian *software* penerimaan data secara serial.
Pengujian ini dilakukan dengan cara mengirimkan data secara serial ke komputer dan menerima data-data tersebut menggunakan *software* yang telah dirancang. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis apakah *software* yang dirancang dan dibuat sudah dapat berfungsi dengan baik.
- e. Pengujian pengubahan data keluaran DTMF *decoder* menjadi karakter menggunakan mikrokontroler ATMega8
Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan rangkaian DTMF *decoder* dengan mikrokontroler yang telah berisi perangkat lunak untuk mengubah data-data dari DTMF *decoder* tersebut menjadi karakter-karakter sesuai dengan standar DTMF dan mengirimkannya secara serial ke komputer. Pengujian ini bertujuan

untuk mengetahui dan menganalisis apakah mikrontroler dapat bekerja sesuai dengan perancangan.

f. Pengujian layanan SMS

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengirimkan SMS sesuai dengan format yang telah ditentukan sebelumnya ke *handphone* yang terhubung dengan software yang sudah dirancang. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis apakah *software* yang dirancang sudah dapat melakukan layanan sms sesuai dengan perancangan.

g. Pengujian keseluruhan sistem

Pengujian ini dilakukan dengan cara menggabungkan semua bagian alat yang dibuat dan melihat kinerja alat. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja alat yang dibuat dan memberikan analisis terhadap kinerja alat.



BAB IV

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Bab ini membahas tentang perancangan dan pembuatan *Base Station* pada sistem pemantau cuaca menggunakan *dial up handphone* sebagai media transfer data. Perancangan sistem ini meliputi perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

4.1 Spesifikasi Alat

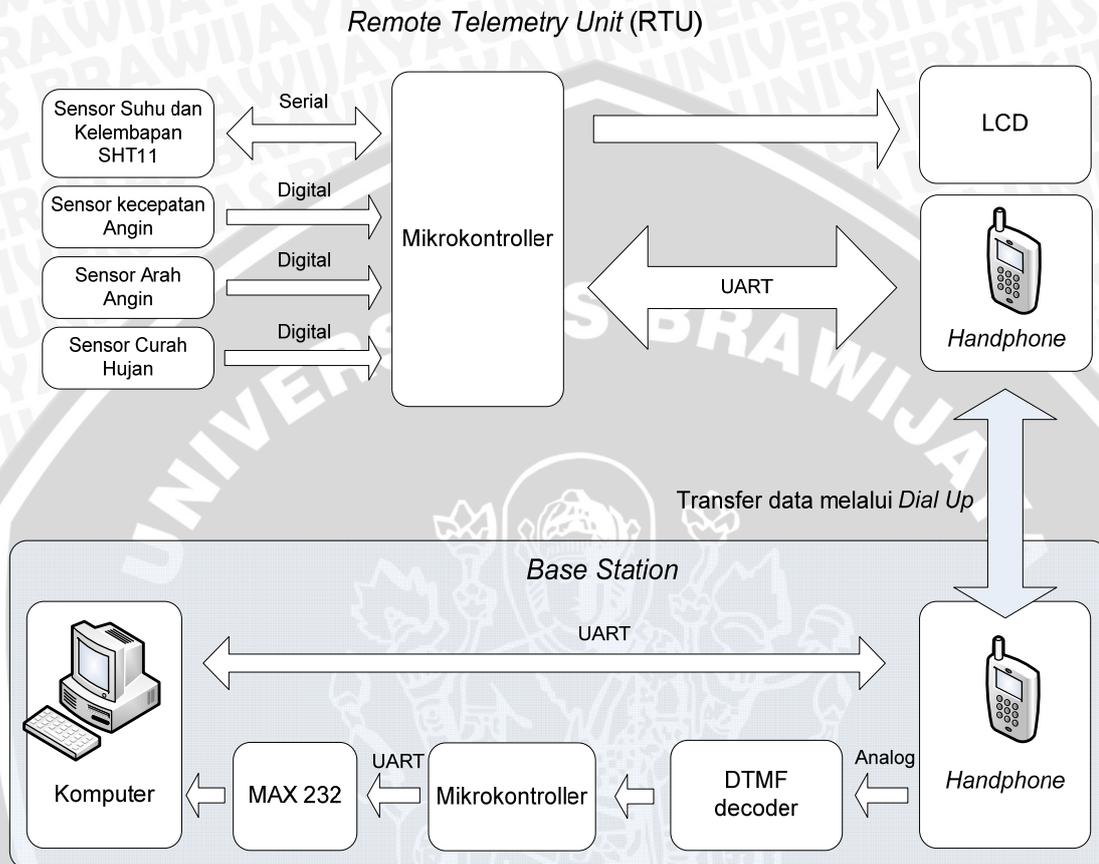
Spesifikasi alat secara global ditetapkan terlebih dahulu sebagai acuan dalam perancangan selanjutnya. Spesifikasi alat yang direncanakan adalah sebagai berikut:

- 1) Jalur transmisi data yang digunakan adalah kanal suara pada *handphone* yang didahului proses *dial up*.
- 2) Suhu udara yang diterima dari RTU adalah 0 sampai 50°C dengan resolusi 1°C.
- 3) Kelembaban udara yang diterima dari RTU adalah kelembapan relatif 0% sampai 99% RH dengan resolusi 1% RH.
- 4) Arah angin yang dideteksi ada delapan arah: Utara (U), Timur Laut (TL), Timur (T), Tenggara (Tg), Selatan (S), Barat Daya (BD), Barat (B) dan Barat Laut (BL).
- 5) Kecepatan angin yang diterima dari RTU adalah 0 sampai 99 km/jam dengan resolusi 1 km/jam.
- 6) Curah hujan yang diterima dari RTU adalah 0 sampai 300 mm per hari dengan resolusi 1 mm dan nilai maksimal untuk satu kali pengiriman data adalah 99 mm..
- 7) Mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega8
- 8) Borland Delphi7 digunakan sebagai *software* pengolah data pada komputer *server*.
- 9) Sistem catu daya DC 5 volt.

4.2 Perancangan Diagram Blok Sistem

Agar Perancangan alat ini bisa sistematis maka dilaksanakan berdasarkan blok diagram ditunjukkan dalam Gambar 4.1. Pada Skripsi ini bagian yang dirancang adalah *Base Station*. *Base Station* adalah unit yang berada di tempat yang terpisah dengan besaran yang diamati, dan bertugas menerima dan mengolah data yang diterima dari

Remote Telemetry Unit (RTU). Dalam hal ini *Base Station* terdiri atas lima bagian utama yaitu modul GSM (*handphone*), DTMF decoder, mikrokontroler, MAX232 dan komputer.



Gambar 4.1 Diagram Blok Sistem Secara Keseluruhan

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

a. *Handphone*

Berfungsi sebagai media transfer data melalui kanal suara dan sebagai fasilitas untuk layanan SMS.

b. *DTMF decoder*

Berfungsi untuk mengubah data sinyal-sinyal DTMF menjadi data digital empat bit.

c. Mikrokontroler

Berfungsi untuk mengubah empat bit data *DTMF decoder* menjadi karakter sesuai dengan tone DTMF-nya.

d. MAX232

Berfungsi untuk menyetarakan level logika tegangan antara mikrokontroler dengan level logika pada komputer.

e. Komputer

Berfungsi sebagai pemroses, pengelola data dan mengatur sistem secara keseluruhan.

Data-data yang diterima oleh *Base Station* ini adalah sinyal-sinyal DTMF yang dikirim dari RTU. Data-data ini kemudian akan diubah menjadi data digital agar dapat diolah oleh mikrokontroler. Untuk mengubah sinyal-sinyal DTMF menjadi data digital digunakan *DTMF decoder* (IC MT8870). Dengan *DTMF decoder* ini sinyal DTMF akan diubah menjadi data digital empat bit. Data digital empat bit ini kemudian akan diubah oleh mikrokontroler menjadi karakter-karakter sesuai dengan tone DTMF dan dikirimkan secara serial ke komputer. Karena level logika antara mikrokontroler dan komputer berbeda, maka digunakan MAX232 untuk menyetarakan level logika antara kedua bagian ini. Data-data yang diterima komputer ini kemudian diolah dan disimpan dalam database. Data-data ini kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik untuk memudahkan pengguna melihat perubahan data. Selain itu, komputer juga berfungsi untuk menyediakan layanan SMS bagi pengguna. Dalam hal ini komputer telah berisi perangkat lunak yang secara otomatis akan membalas SMS yang masuk. Apabila SMS yang masuk sesuai dengan format yang ditentukan, maka komputer akan memerintahkan *handphone* untuk membalas SMS yang berisi data-data yang ada dalam *database*. Tetapi jika format SMS yang diterima tidak sesuai, maka komputer akan memerintahkan *handphone* untuk membalas SMS yang berisi peringatan bahwa format SMS yang dikirimkan salah.

Proses transmisi data terjadi setelah *base station* melakukan *dial up* pada nomor *handphone* yang terhubung ke mikrokontroler. *Handphone* akan memberikan sinyal ke mikrokontroler bahwa terjadi panggilan, kemudian mikrokontroler akan memberi perintah kepada *handphone* untuk menerima panggilan. Setelah kanal suara terbentuk maka mikrokontroler akan mengirimkan perintah ke *handphone* untuk membangkitkan sinyal-sinyal DTMF sesuai dengan data yang akan ditransmisikan.

4.3 Perancangan Dan Pembuatan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras terdiri atas perancangan rangkaian DTMF *decoder* untuk menerjemahkan sinyal-sinyal DTMF menjadi data digital, minimum sistem ATmega8 untuk mengubah data dari DTMF *decoder* menjadi karakter dan rangkaian MAX232 untuk menyetarakan level logika mikrokontroler dengan komputer.

4.3.1 Perancangan Rangkaian DTMF Decoder

Rangkaian DTMF *decoder* menggunakan komponen utama MT8870 sebagai penerima sinyal DTMF dari *line-out headset handphone* yang kemudian diubah ke format biner 4 bit. Konfigurasi rangkaian penerima DTMF digambarkan dalam Gambar 4.7. Rangkaian MT8870 dilengkapi dengan kristal (3,579545MHz), C_2 dan R_3 yang dipakai untuk menentukan waktu minimal untuk mengenali nada DTMF yang diterima, dan rangkaian penguat sinyal DTMF yang terdiri dari R_1 , dan R_2 serta kapasitor *coupling* C_1 .

Rangkaian DTMF *decoder* yang dirancang memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- *Supply* tegangan yang dibutuhkan pada IC DTMF, $V_{DD} = 5$ volt.
- *Input* berupa sinyal suara *tone DTMF* dengan nilai tegangan puncak-ke-puncak minimum adalah 0,04 volt dan maksimumnya adalah 1,2 volt. Sinyal ini dikirim oleh *handphone transmitter* dan dikeluarkan oleh *line-out headset handphone receiver*.
- *Output* utama berupa 4 buah sinyal digital yang keluar secara paralel saat sebuah *tone input* telah berhasil di-encode.
- *Output* tambahan adalah sinyal StD yang menandakan data *output* utama siap diambil.

Arus *input* yang dibutuhkan rangkaian IC adalah arus AC murni, sehingga untuk menahan arus DC agar tidak masuk ke rangkaian, pada jalur masukan ditambahkan kapasitor *coupling* (C_1) sesuai dengan konfigurasi *datasheet*.

Pada bagian penguatan tegangan, dimisalkan nilai resistansi R_1 telah ditentukan sebesar 100 k Ω . Resistor R_2 digunakan sebagai umpan balik untuk menentukan penguatan pada penguat kerja. Karena nilai sinyal masukan sebesar sudah masuk kriteria kerja IC MT8870, maka tidak perlu dilakukan penguatan sinyal masukan.

Nilai penguatan sinyal *input* didapat dari persamaan perbandingan R_1 dan R_2 yang terhubung ke pin *Gain Select* (GS). Nilai-nilai tersebut diperoleh dari:

$$A_v = \frac{R_2}{R_1}$$

Jika nilai telah dimisalkan $R_1 = 100 \text{ k}\Omega$ dan penguatan yang diinginkan (A_v) adalah sebesar 1 kali, maka:

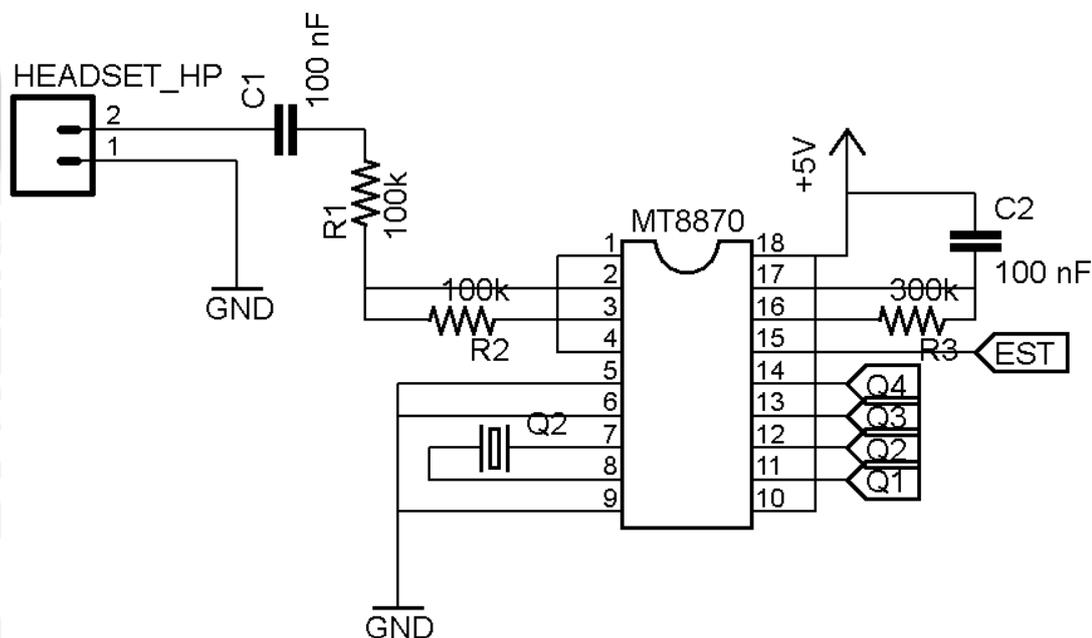
$$1 = \frac{R_2}{100 \text{ k}\Omega} \quad ; R_2 = 100 \text{ k}\Omega$$

Kecepatan pemrosesan sinyal pada *DTMF* dari saat kombinasi nada diterima hingga dikeluarkan dalam bentuk biner 4 bit ditentukan oleh resistor R_3 dan C_2 . Pada perancangan rangkaian *DTMF decoder* ini nilai R_3 dan C_2 disesuaikan dengan rangkaian yang telah direkomendasikan dalam *datasheet* yaitu sebagai berikut:

- $R_3 = 300 \text{ k}\Omega$
- $C_2 = 0,1 \text{ }\mu\text{F}$

Rangkaian *DTMF decoder* secara lengkap ditunjukkan dalam Gambar 4.3.

Pembuatan *DTMF decoder* dilakukan dengan menyusun semua komponen yang dibutuhkan sesuai perancangan. Hasil pembuatan *DTMF decoder* ini ditunjukkan dalam gambar 4.2.



Gambar 4.2 Konfigurasi rangkaian *DTMF decoder*

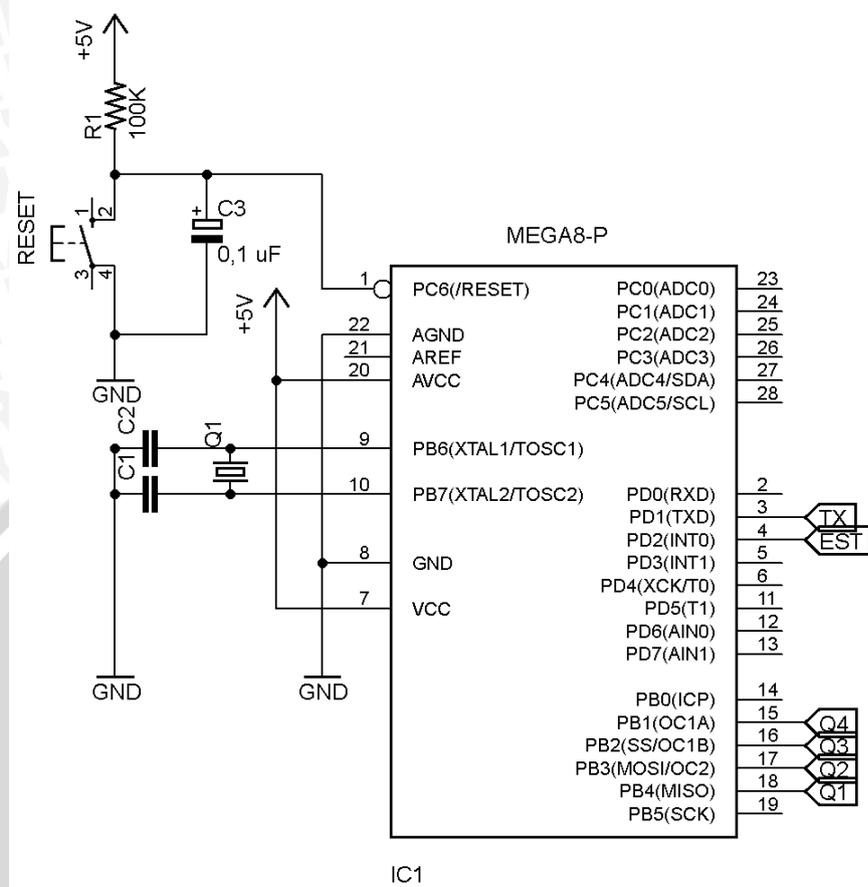
4.3.2 Perancangan Rangkaian Minimum Sistem ATMega8

Keluaran dari *hardware DTMF decoder* adalah 4 buah saluran paralel yang mewakili 4 bit nilai data *tone*. Data ini nantinya akan ditransfer ke PC secara serial untuk dibaca dan disimpan. Oleh karena itu dibutuhkan *hardware* yang berfungsi sebagai multiplexer data paralel dari *DTMF decoder* untuk ditransferkan secara serial kedalam PC, dalam hal ini digunakan mikrokontroler ATMega8.

Mikrokontroler ATMega8 mempunyai 23 jalur I/O, dikelompokkan menjadi 3 *port* I/O yang dapat diprogram menjadi masukan atau keluaran sesuai dengan fungsional yang dirancang. Pada perancangan sistem komunikasi data ini, fungsional beserta jalur I/O mikrokontroler yang digunakan dapat dilihat dalam Tabel 4.1. Selengkapnya dibentuk sebuah sistem minimum untuk mikrokontroler ATmega8 dengan dihubungkan pada beberapa rangkaian pendukung, seperti yang terlihat dalam Gambar 4.3.

Tabel 4.1. Jalur I/O yang digunakan di mikrokontroler ATMega8

No.	Fungsional	Pin Mikrokontroler	No. Pin
1.	Jalur data USART (<i>output</i> menuju RS-232-PC) - Tx	PD1	3
2.	Jalur data Q1-Q4 dan StD (<i>input</i> dari <i>DTMF decoder</i>) - Q1 - Q2 - Q3 - Q4 - StD	PB4 PB3 PB2 PB1 PD2	18 17 16 15 4



Gambar 4.3. Rangkaian minimum sistem Mikrokontroler ATmega8

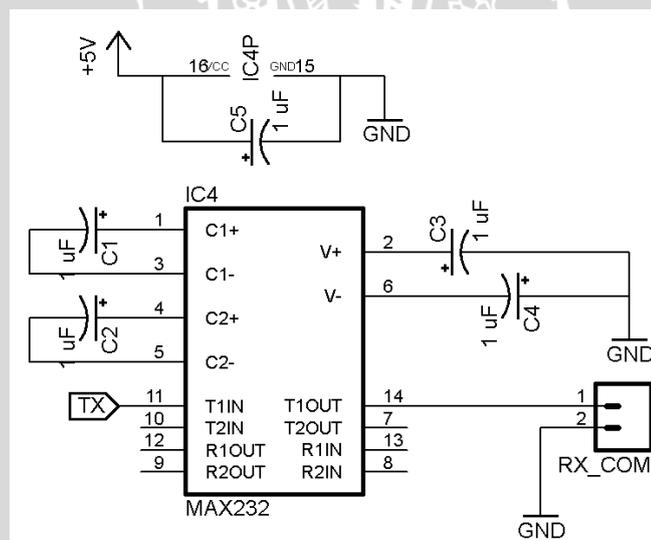
4.3.3 Perancangan Rangkaian MAX232

Data yang keluar masuk port serial mikrokontroler ATmega8 menggunakan level tegangan CMOS. Sedangkan keluaran atau masuk dari PC menggunakan standar komunikasi serial RS-232, level tegangan yang digunakan adalah level tegangan yang berkisar antara -3 volt dan -15 volt untuk kondisi logika "1" atau yang disebut dengan keadaan *mark* dan antara $+3$ volt dan $+15$ volt untuk kondisi logika "0" atau disebut dengan keadaan *space* atau dengan kata lain standar RS-232 menggunakan logika negatif/terbalik. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah rangkaian untuk mengkonversi perbedaan level tegangan untuk masing-masing logika pada kedua bagian ini, dalam hal ini digunakan komponen MAX232.

IC MAX232 mempunyai 2 *receivers* yang berfungsi sebagai penyesuai level tegangan level RS-232 ke level *Transistor Transistor Logic* (TTL) ataupun CMOS, dan juga mempunyai 2 *drivers* yang berfungsi mengubah level tegangan dari level TTL/CMOS ke level RS-232. Pasangan *driver/receiver* ini berfungsi sebagai TX dan RX, sedangkan pasangan yang lainnya berfungsi sebagai CTS dan RTS.

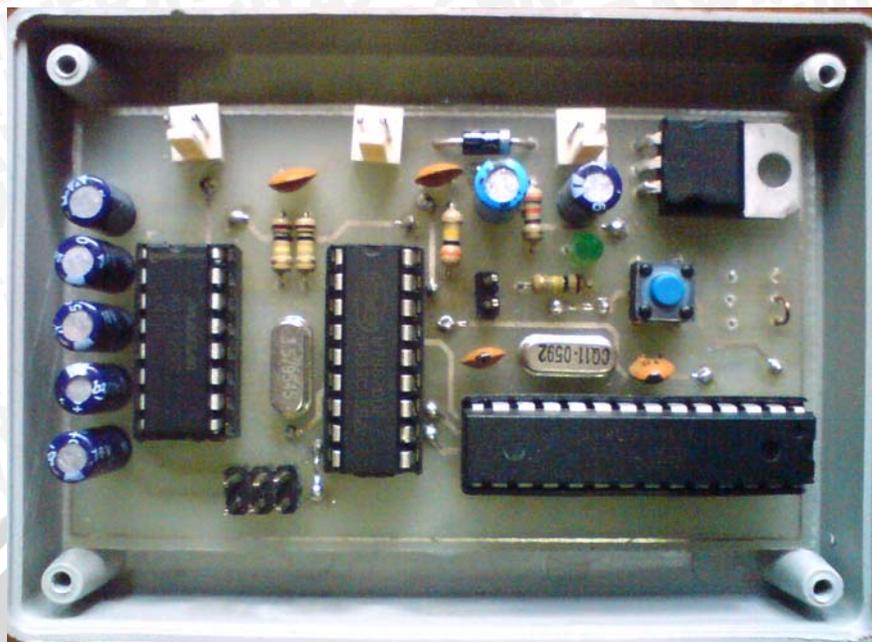
Nilai kapasitor (C) yang digunakan telah ditentukan sebesar 1 μ F, nilai ini merupakan konfigurasi *datasheet* MAX232. Gambar 4.4 menunjukkan rangkaian MAX232. Lima kapasitor dalam rangkaian ini digunakan pada:

- C₁ terhubung pada pin 1 (+) dan pin 3(-), sebagai pengganda tegangan (+5 volt menjadi +10 volt). keluaran hasil proses pengganda tegangan ada di pin 2.
- C₂ terhubung pada pin 4(+) dengan pin 5(-), sebagai pembalik tegangan (+10 volt menjadi -10 volt), keluaran ada di pin 6.
- C₃ terhubung pada pin 6 (-) dan dengan *Ground* (+), untuk penstabil nilai arus yang mengalir.
- C₄ terhubung pada pin 2(+) dengan pin 16(-), untuk penstabil nilai arus yang mengalir.
- C₅ terhubung pada pin 16(+) dengan *Ground*(-), untuk penstabil nilai arus yang mengalir.



Gambar 4.4. Rangkaian Penyesuai Level Tegangan (MAX232)

Pembuatan rangkaian DTMF *decoder*, minimum sistem ATmega8 dan rangkaian MAX232 dijadikan satu dalam sebuah *board* utama, yang dilakukan dengan menyusun semua komponen yang dibutuhkan sesuai perancangan. Hasil pembuatan *board* utama ditunjukkan pada gambar 4.5.



Gambar 4.5. Hasil pembuatan *board* utama

4.4 Perancangan Format Data

Agar komunikasi dapat berjalan dengan baik dan data yang dikirimkan dapat dikenali oleh penerima maka diperlukan perancangan format data. Format data yang digunakan untuk melakukan komunikasi antara mikrokontroler ATmega162 dengan komputer *Base Station* ditunjukkan dalam Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Format data komunikasi antara mikrokontroler ATmega162 dengan komputer *Base Station*

Daerah	Suhu	Kelembapan	Kecepatan angin	Arah angin	Curah hujan	Cek error	Ekor
-	--	--	--	-	--	---	*

Penjelasan dari format data diatas adalah sebagai berikut:

Daerah : sebuah karakter (1 byte) yang digunakan untuk menandai daerah asal data.

Suhu : dua buah karakter (2 byte) yang menyatakan nilai suhu.

Kelembapan : dua buah karakter (2 byte) yang menyatakan nilai kelembapan.

Kecepatan Angin : dua buah karakter (2 byte) yang menyatakan nilai kecepatan angin.

Arah Angin : sebuah karakter (1 byte) yang menyatakan arah angin.

- Curah Hujan : dua buah karakter (2 byte) yang menyatakan nilai suhu.
- Cek Error : tiga karakter (3 byte) data yang digunakan untuk mengecek kebenaran data yang dikirim.
- Ekor : sebuah karakter (1 byte, yaitu karakter '*') yang ditempatkan di bagian akhir yang menandakan akhir dari pengiriman data.

4.5 Perancangan Protokol Komunikasi

Agar terjadi komunikasi antara RTU dan *Base Station* diperlukan suatu protokol komunikasi. Protokol komunikasi yang dirancang adalah komunikasi antara mikrokontroler ATMega162 yang berada di RTU dengan komputer. Protokol antara mikrokontroler ATMega162 dengan komputer adalah sebagai berikut:

1. Mikrokontroler ATMega162 akan mengirim data ke komputer yang terdiri dari kode daerah, nilai parameter cuaca, error cek dan ekor sesuai dengan format data yang telah dirancang.
2. Proses komunikasi dimulai setelah komputer *Base Station* memberikan perintah pada *handphone* yang terhubung ke komputer untuk melakukan *dial up* kepada *handphone* yang berada di RTU.
3. Ketika terjadi panggilan, maka *handphone* yang berada di RTU akan memberikan sinyal kepada mikrokontroler ATMega162 yang menandakan sedang terjadi panggilan.
4. ATMega162 kemudian memberikan perintah kepada *handphone* untuk menerima panggilan tersebut.
5. Setelah panggilan diterima dan kanal suara terbentuk maka ATMega162 mengirimkan data sesuai dengan format data yang telah dirancang melalui kanal suara.
6. Setelah data selesai dikirim maka komputer Base Station memberikan perintah kepada *handphone* untuk menutup panggilan sehingga kanal suara terputus.
7. Komputer di *Base Station* kemudian mengecek data yang diterima. Jika data yang dikirim oleh ATMega162 tidak sama dengan data yang diterima oleh komputer yang ditandai dengan ketidaksamaan data *cek error*, maka komputer akan memerintahkan *handphone* yang terhubung ke komputer untuk melakukan *dial up* lagi ke *handphone* yang ada di RTU dan proses berulang kembali ke nomer tiga.

8. Jika data yang dikirim oleh ATMega162 sama dengan data yang diterima oleh komputer yang ditandai dengan kesamaan data *cek error*, maka computer akan memroses data tersebut dan proses komunikasi data berakhir.

4.6 Perancangan Layanan SMS

Layanan SMS berfungsi untuk memberikan informasi cuaca kepada masyarakat umum. Mekanisme layanan informasi cuaca via SMS adalah sebagai berikut:

- 1) Masyarakat/pengguna yang menginginkan informasi tentang keadaan cuaca disuatu daerah mengirimkan SMS ke *server base station* dengan format pesan sesuai dengan yang ditentukan. Terdapat tiga macam format SMS yang dirancang sesuai dengan kebutuhan pengguna layanan informasi cuaca. Fomat SMS yang dirancang ditunjukkan dalam Gambar 4.6, 4.7 dan 4.8.

```
info(spasi)cuaca(spasi)Daerah(spasi)<Kode daerah>
```

Gambar 4.6. Format SMS tanpa menggunakan keterangan waktu yang dikirimkan ke *Base Station*.

```
info(spasi)cuaca(spasi)Daerah(spasi)<Kode daerah>
(spasi)<Tahun>/<Bulan>/<Tanggal>/<Jam>
```

Gambar 4.7. Format SMS menggunakan keterangan waktu (Jam) yang dikirimkan ke *Base Station*.

```
info(spasi)cuaca(spasi)Daerah(spasi)<Kode daerah>
(spasi)<Tahun>/<Bulan>/<Tanggal>/<Jam>:<Menit>
```

Gambar 4.8. Format SMS menggunakan keterangan waktu (Jam dan Menit) yang dikirimkan ke *Base Station*.

- 2) Jika format SMS yang diterima oleh komputer pusat (*server base station*) tidak sesuai dengan format yang telah ditentukan, maka komputer akan mengirim SMS balasan dengan format yang ditunjukkan dalam Gambar 4.9.

```
Maaf format yang anda kirim salah!
```

Gambar 4.9. Format SMS balasan untuk SMS yang tidak sesuai dengan format yang telah ditentukan

- 3) Jika SMS yang diterima oleh komputer pusat (*server base station*) sesuai dengan format yang telah ditentukan, maka komputer akan mengirim SMS balasan dengan format yang ditunjukkan dalam Gambar 4.10, 4.11, dan 4.12.

Suhu	: ...
Kelembapan	: ...
Kec. Angin	: ...
Arah	: ...
Curah Hujan	: ...

Gambar 4.10. SMS balasan untuk Format SMS tanpa menggunakan keterangan waktu yang diterima dari *Base Station*.

<Bulan>/<Tanggal>/<Tahun>(spasi)<Jam>	
Suhu	:
Kelembapan	:
Kec. Angin	:
Arah	:
Curah Hujan	:

Gambar 4.11. SMS balasan untuk Format SMS menggunakan keterangan waktu (Jam) yang diterima dari *Base Station*.

<Bulan>/<Tanggal>/<Tahun>(spasi)<Jam>:<Menit>	
Suhu	:
Kelembapan	:
Kec. Angin	:
Arah	:
Curah Hujan	:

Gambar 4.12. SMS balasan untuk Format SMS menggunakan keterangan waktu (Jam dan Menit) yang diterima dari *Base Station*.

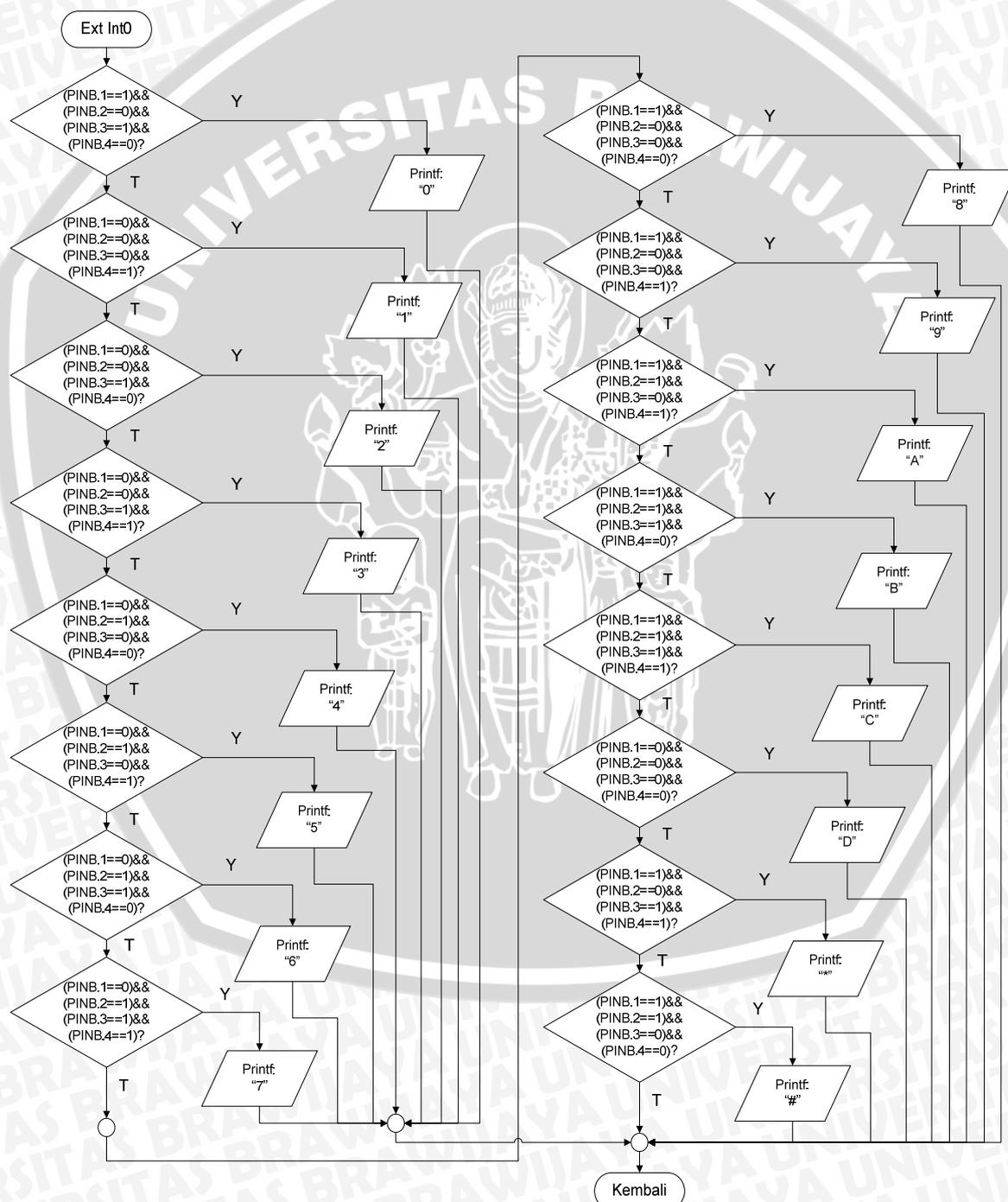
4.7 Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang akan dirancang diharapkan dapat mengoperasikan sistem secara optimal. Perangkat lunak yang akan dirancang adalah perangkat lunak pada mikrokontroler dan komputer.

4.7.1 Perancangan Perangkat Lunak Mikrokontroler

Base station terdiri dari sebuah mikrokontroler yang berfungsi untuk mengubah empat bit data DTMF *decoder* menjadi karakter sesuai dengan tonenya dan mengirimkannya secara serial ke komputer. Data dari DTMF *decoder* terhubung ke

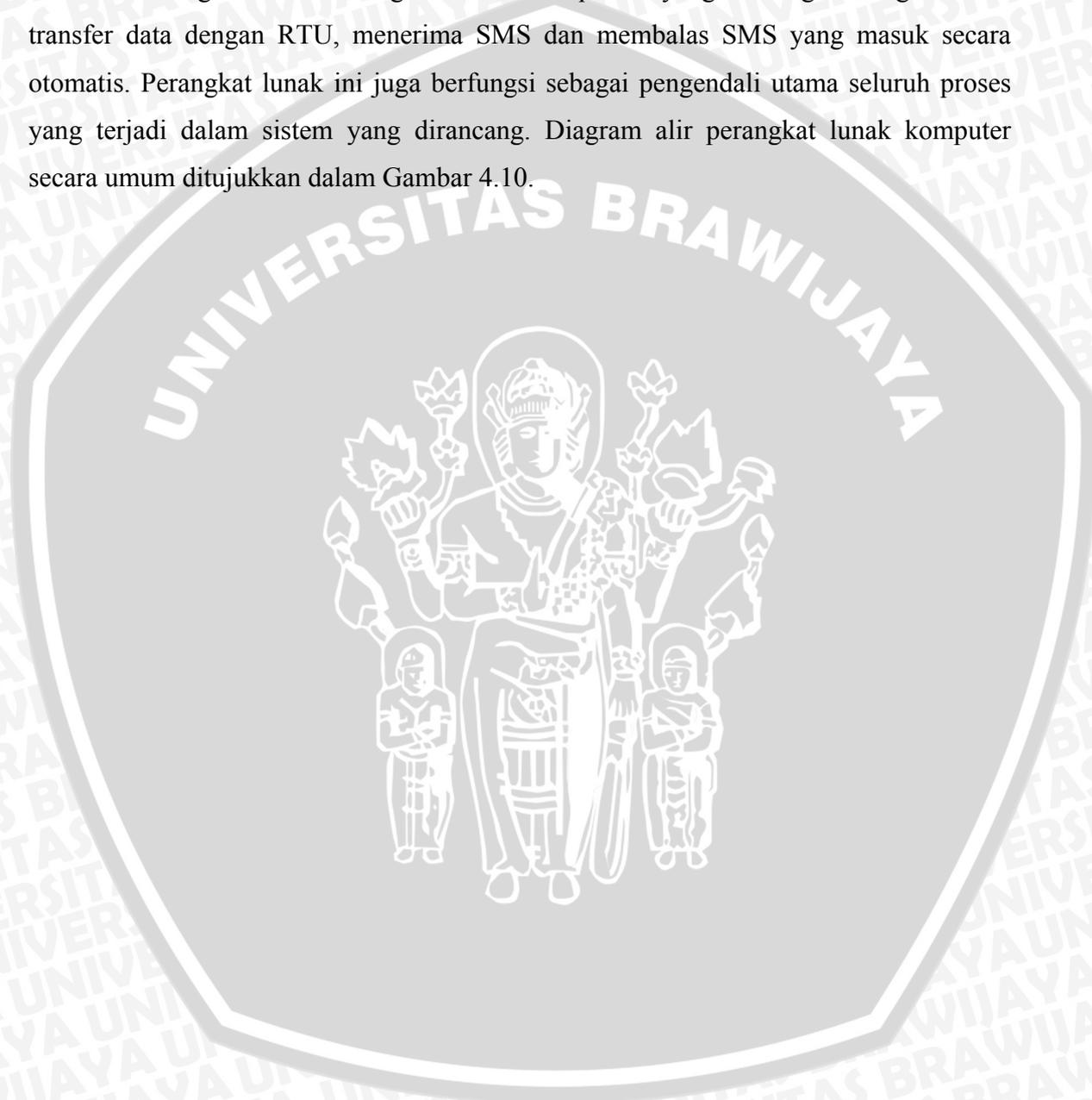
PINB.1 - PINB.4 dan Pin STD yang menandakan data DTMF *decoder* valid terhubung ke PIND.2 yang berfungsi sebagai *interrupt external*. STD akan berlogika "high" jika data pada DTMF *decoder* valid. Kondisi ini akan mengaktifkan interrupt mikrokontroler yang akan mengubah data paralel empat bit yang ada di PINB.1 – PINB.4 menjadi karakter yang sesuai dengan *tone* DTMF dan mengirimkannya secara serial ke komputer. Diagram alir sub rutin eksternal interrupt mikrokontroler ditunjukkan dalam Gambar 4.13.

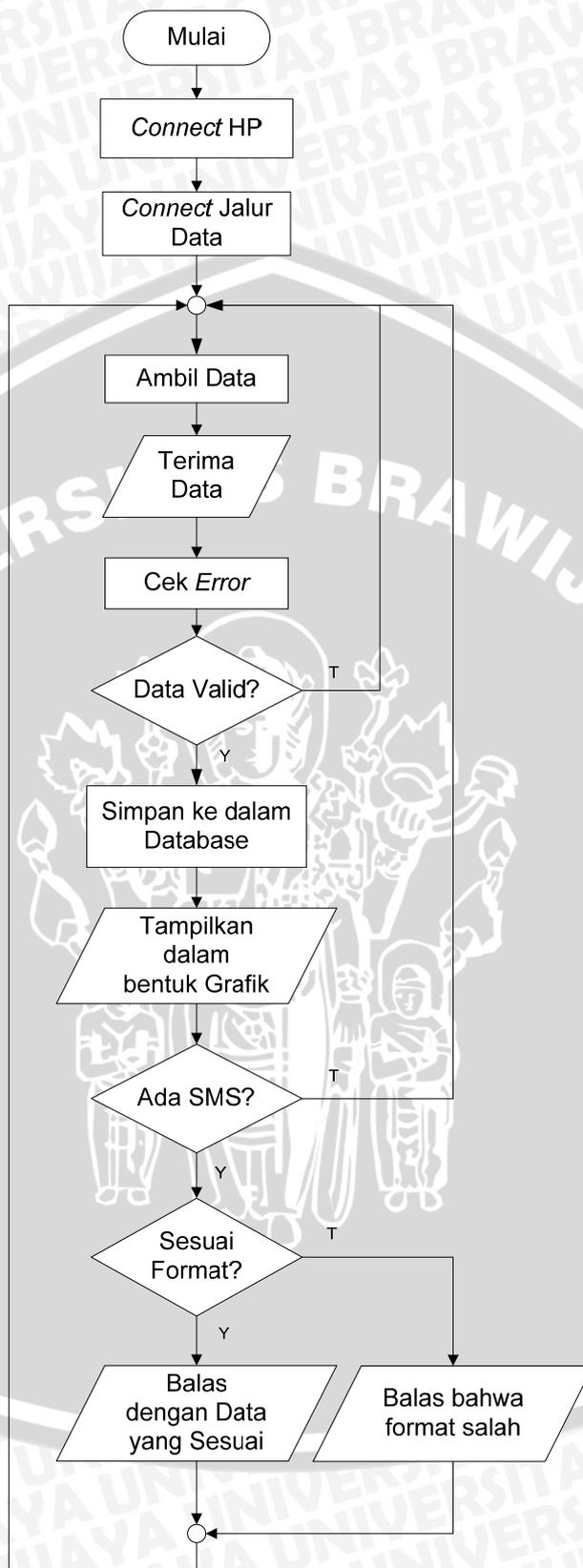


Gambar 4.13. Diagram alir sub rutin *interrupt* eksternal mikrokontroler

4.7.2 Perancangan Perangkat Lunak Komputer Dengan Delphi 7

Perangkat lunak yang digunakan dalam perancangan sistem ini adalah Delphi 7 dengan menggunakan bahasa pascal. Perangkat lunak ini berfungsi untuk menerima data dari RTU, mengolah dan menyimpannya dalam database dan menampilkannya dalam bentuk grafik serta mengendalikan *handphone* yang berfungsi sebagai media transfer data dengan RTU, menerima SMS dan membalas SMS yang masuk secara otomatis. Perangkat lunak ini juga berfungsi sebagai pengendali utama seluruh proses yang terjadi dalam sistem yang dirancang. Diagram alir perangkat lunak komputer secara umum ditunjukkan dalam Gambar 4.10.





Gambar 4.14. Diagram alir perangkat lunak pada komputer secara umum

4.7.3 Perancangan Data Base

Database berfungsi untuk menyimpan data-data parameter cuaca. Penyimpanan ini bertujuan agar sistem mempunyai rekaman data yang telah diterima, dapat dibuka dan dianalisis lebih lanjut. *Database* yang dibuat menggunakan MySQL dan komponen *connector* pada delphi yang digunakan adalah dbExpress. *Database* Sistem Pemantau cuaca dibuat dengan nama “data_cuaca”. Dalam *database* ini ada satu tabel yaitu tabel “cuaca”. Tabel cuaca terdiri atas beberapa field, yaitu nomer, daerah, waktu, nomer daerah, suhu, kelembaban, kecepatan angin, arah angin, dan curah hujan. *Database* yang dibuat menggunakan MySQL. Atribut-atribut dan tipe data masing-masing tabel dalam *database* ditunjukkan dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Atribut-atribut Tabel dalam *Database*

Nama Tabel	Nama Kolom	Data Type	Field Size	Keterangan
Cuaca	Nomer	int	5	Primary Key
	Daerah	char	15	
	Waktu	datetime		
	No_Daerah	int	5	
	Suhu	int	3	
	Kelembaban	int	3	
	Kecepatan_Angin	int	3	
	Arah_Angin	Varchar	15	
	Curah_Hujan	int	3	

BAB V

PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini berisi penjelasan tentang pengujian alat yang telah dirancang untuk mengetahui apakah sistem dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perencanaan. Pengujian dilakukan dengan memberikan perubahan pada masukan blok rangkaian dan mengamati keluaran dari blok rangkaian yang diuji tersebut. Data pengujian dianalisis untuk dijadikan acuan dalam mengambil kesimpulan.

Pengujian yang dilakukan dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu:

- 1) Pengujian Pengaksesan *Handphone* oleh Komputer
- 2) Pengujian Level Tegangan Keluaran *Headset* dari *Handphone*
- 3) Pengujian Penerjemahan Sinyal DTMF yang Dibangkitkan dan Ditransmisikan Melalui Kanal Suara *Handphone*
- 4) Pengujian Rangkaian MAX232
- 5) Pengujian *Software* Penerimaan Data Secara Serial
- 6) Pengujian Perubahan Data Keluaran DTMF *Decoder* Menjadi Karakter Menggunakan Mikrokontroler ATmega8
- 7) Pengujian Layanan SMS
- 8) Pengujian Keseluruhan Sistem

5.1. Pengujian Pengaksesan *Handphone* oleh Komputer

5.1.1 Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengetahui keberhasilan komputer mengirim perintah-perintah ke *handphone* dan menerima respons dari *handphone* serta memberikan analisis terhadap hasil pengujian.

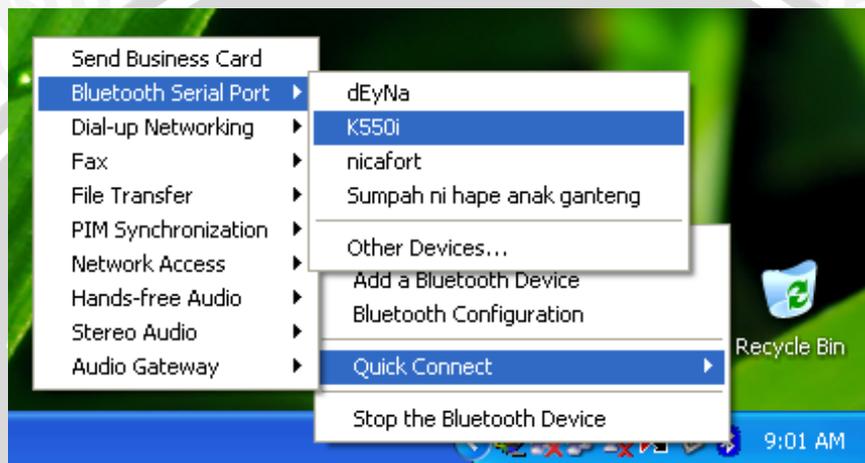
5.1.2 Peralatan Pengujian

Peralatan yang digunakan dalam pengujian adalah *handphone* dan komputer.

5.1.3 Prosedur Pengujian

Pengujian ini dilakukan dengan cara menghubungkan *handphone* dan komputer menggunakan *bluetooth serial port* dan mengakses *handphone* menggunakan *hyperterminal*. Cara menghubungkan *handphone* dengan komputer menggunakan

bluetooth serial port ditunjukkan dalam Gambar 5.1. Setelah *handphone* dan komputer terhubung maka pengujian dimulai dengan membuka program *hyperterminal*, kemudian mengatur port komputer yang digunakan atau port *bluetooth serial port* dan *baudrate* yang digunakan, dalam hal ini digunakan *baudrate* 19200 bps. Setelah itu pengujian yang dilakukan adalah memberikan beberapa perintah ke *handphone* melalui *hyperterminal* dan melihat respons yang diberikan oleh *handphone*. Hasil pengujian pengaksesan *handphone* oleh komputer ini ditunjukkan dalam Gambar 5.2.



Gambar 5.1. Cara menghubungkan *handphone* dengan komputer menggunakan *bluetooth serial port*

```

AT
OK
ATD 085755828321;
OK
AT+CIND?
+CIND: 1,0,0,0,5,0,3,1,0,0

OK
AT+CPMS="ME"
+CPMS: 200,1000,0,20,200,1000

OK
AT+CMGL=0
+CMGL: 199,0,,21
07912658050000F0240C9126583685886600009090409092518202CD36

OK
-

```

Gambar 5.2. Hasil pengujian pengaksesan *handphone* oleh komputer

5.1.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil dari pengujian pengaksesan *handphone* oleh komputer ditunjukkan dalam Gambar 5.2. Berdasarkan Gambar 5.2 dapat dianalisis bahwa komputer dapat mengakses *handphone* dengan baik. Semua perintah yang dikirimkan komputer dapat dieksekusi dan di respons oleh *handphone*.

5.2. Pengujian Level Tegangan Keluaran *Headset* dari *Handphone*

5.2.1 Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai tegangan maksimum dan minimum yang keluar dari headset *handphone*.

5.2.2 Peralatan Pengujian

Peralatan yang digunakan dalam pengujian adalah *handphone*, *headset* dan osiloskop.

5.2.3 Prosedur Pengujian

Pengujian ini dilakukan dengan cara menghubungkan *handphone*, *headset* dan osiloskop. Kemudian mengubah mode *sound handphone* ke dalam mode tone. Setelah itu membangkitkan tone *handphone* dengan menekan tombol dan mengubah-ubah frekuensi yang digunakan..

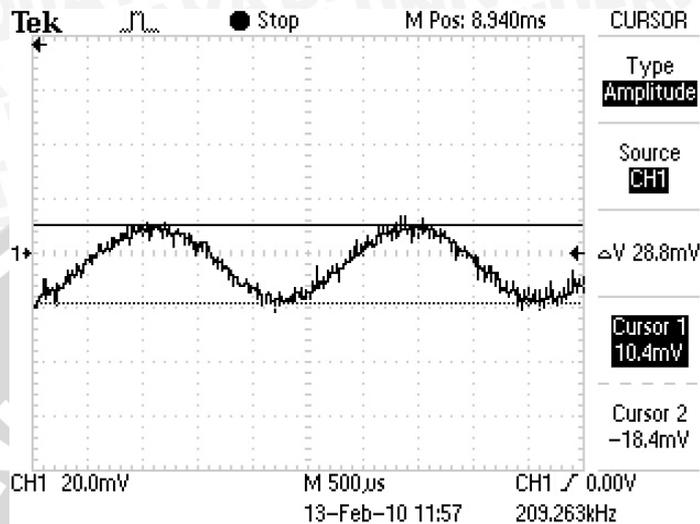
5.2.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil dari pengujian pengukuran level tegangan keluaran *headset* seperti ditunjukkan dalam Tabel 5.1.

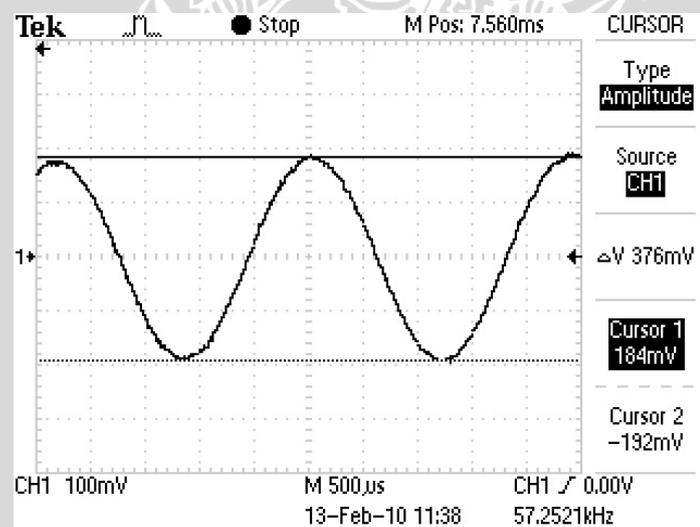
Tabel 5.1. Hasil pengujian pengukuran level tegangan keluaran dari *headset handphone*

No.	Penunjukan Level Volume	$V_{\max(+)}$	$V_{\min(-)}$	Level Tegangan (pp)
1	Volume 1	10,4 mv	-18,4 mv	28,8 mv
2	Volume 2	15,2 mv	-20,0 mv	35,2 mv
3	Volume 3	26,0 mv	-34,0 mv	60,0 mv
4	Volume 4	38,0 mv	-46,0 mv	84,0 mv
5	Volume 5	52,0 mv	-56,0 mv	108,0 mv
6	Volume 6	80,0 mv	-84,0 mv	164,0 mv
7	Volume 7	104,0 mv	-116,0 mv	220,0 mv
8	Volume 8	184,0 mv	-192,0 mv	376,0 mv

Berdasarkan Gambar 5.3 dan Gambar 5.4 dapat dianalisis bahwa level tegangan keluaran dari headset minimum (frekuensi 1) adalah 28,8 mv dan maksimum (frekuensi 8) adalah 376 mv.



Gambar 5.3. Hasil pengujian tegangan keluaran minimum Headset HP



Gambar 5.4. Hasil pengujian tegangan keluaran maksimum Headset HP

5.3. Pengujian Penerjemahan Sinyal DTMF yang Dibangkitkan dan Ditransmisikan Melalui Kanal Suara *Handphone*

5.3.1 Tujuan

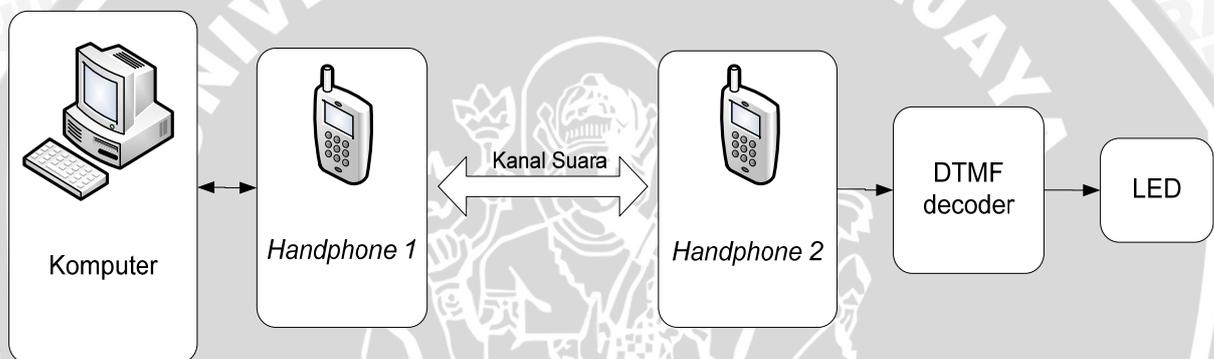
Pengujian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengetahui apakah sinyal DTMF yang dibangkitkan *handphone* pada RTU dan dikirimkan ke *handphone* yang ada di *Base Station* dapat diterjemahkan sesuai dengan perancangan.

5.3.2 Peralatan Pengujian

Peralatan yang digunakan dalam pengujian adalah komputer, dua buah *handphone*, DTMF decoder dan LED.

5.3.3 Prosedur Pengujian

Pengujian ini dilakukan dengan cara melewatkan sinyal DTMF yang dihasilkan oleh *handphone* pada kanal suara yang terbentuk ketika terjadi panggilan kemudian menerjemahkan sinyal DTMF tersebut menggunakan rangkaian DTMF decoder dan melihat nilai biner hasil penerjemahan sinyal DTMF tersebut. Diagram blok pengujian penerjemahan sinyal DTMF yang dibangkitkan dan ditransmisikan melalui kanal suara *handphone* ini ditunjukkan dalam Gambar 5.5.



Gambar 5.5. Diagram blok pengujian penerjemahan sinyal DTMF yang dibangkitkan dan ditransmisikan melalui kanal suara *handphone*

5.3.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil dari pengujian Penerjemahan Sinyal DTMF yang Dibangkitkan dan Ditransmisikan Melalui Kanal Suara *Handphone* ditunjukkan dalam Tabel 5.2

Tabel 5.2. Hasil pengujian penerjemahan sinyal DTMF yang dibangkitkan dan ditransmisikan melalui kanal suara *handphone*

No.	AT- Command	Tone	Logika standar				Respon nyala LED*				Ket.
			Q4	Q3	Q2	Q1	Q4	Q3	Q2	Q1	
1	AT+VTS=0;	0	1	0	1	0	1	0	1	0	benar
2	AT+VTS=1;	1	0	0	0	1	0	0	0	1	benar
3	AT+VTS=2;	2	0	0	1	0	0	0	1	0	benar
4	AT+VTS=3;	3	0	0	1	1	0	0	1	1	benar
5	AT+VTS=4;	4	0	1	0	0	0	1	0	0	benar
6	AT+VTS=5;	5	0	1	0	1	0	1	0	1	benar
7	AT+VTS=6;	6	0	1	1	0	0	1	1	0	benar
8	AT+VTS=7;	7	0	1	1	1	0	1	1	1	benar
9	AT+VTS=8;	8	1	0	0	0	1	0	0	0	benar
10	AT+VTS=9;	9	1	0	0	1	1	0	0	1	benar
11	AT+VTS=A;	A	1	1	0	1	1	1	0	1	benar
12	AT+VTS=B;	B	1	1	1	0	1	1	1	0	benar
13	AT+VTS=C;	C	1	1	1	1	1	1	1	1	benar
14	AT+VTS=D;	D	0	0	0	0	0	0	0	0	benar
15	AT+VTS=*;	*	1	0	1	1	1	0	1	1	benar
16	AT+VTS=#;	#	1	1	0	0	1	1	0	0	benar
Kesalahan (%)											0

Berdasarkan Tabel 5.2, dapat diperoleh hasil bahwa kesalahan yang dihasilkan pada pengujian ini adalah 0%. Dari hasil pengujian dapat dianalisis bahwa pembangkitan sinyal DTMF oleh *handphone*, penransmisian sinyal DTMF melalui kanal suara dan penerjemahan sinyal DTMF menggunakan rangkaian DTMF *decoder* dapat bekerja dengan baik.

5.4. Pengujian Rangkaian MAX232

5.4.1 Tujuan

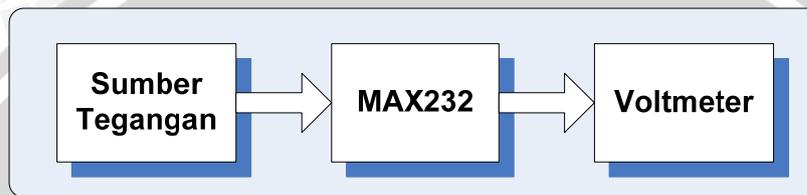
Pengujian ini bertujuan untuk memeriksa apakah rangkaian MAX232 dapat bekerja dengan baik untuk mengkonversi sinyal dari mikrokontroler yang bertipe CMOS menjadi sinyal dengan tipe RS232 yang dapat diterima oleh komputer.

5.4.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam pengujian adalah rangkaian MAX232, multimeter digital dan catu daya +5V dan 0V.

5.4.3 Prosedur Pengujian

Pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan tegangan masukan sebesar 0V dan 5V secara bergantian dan mengukur tegangan keluaran rangkaian MAX232. Diagram blok pengujian MAX232 ditunjukkan dalam Gambar 5.6



Gambar 5.6. Diagram blok pengujian MAX232

5.4.4 Hasil dan Analisis

Hasil dari pengujian rangkaian MAX232 dapat dilihat dalam tabel 5.3.

Tabel 5.3. Hasil pengujian rangkaian MAX232

Tegangan Masukan MAX232	Tegangan Keluaran MAX232
0 volt	9,11 volt
4,9 volt	-9,20 volt

Berdasarkan hasil pengujian dalam Tabel 5.3 dapat dianalisis bahwa tegangan yang dihasilkan dengan masukan 4,9V adalah -9,20V. Nilai tegangan ini sudah sesuai dengan level logika "high" pada RS232. Sedangkan pada masukan 0V tegangan yang dihasilkan adalah 9,11V. Nilai tegangan ini sudah sesuai dengan level logika "low" pada RS232.

5.5. Pengujian *Software* Penerimaan Data Secara Serial

5.5.1 Tujuan

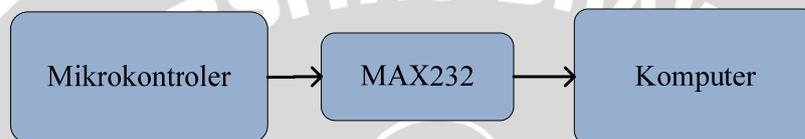
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis apakah *software* yang dirancang dan dibuat untuk menerima data serial sudah dapat berfungsi dengan baik.

5.5.2 Peralatan Pengujian

Peralatan yang digunakan dalam pengujian adalah mikrokontroler, MAX232 dan komputer.

5.5.3 Prosedur Pengujian

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengirimkan data secara serial ke komputer menggunakan mikrokontroler dan menerima data-data tersebut menggunakan *software* yang telah dirancang. Diagram blok pengujian *software* penerimaan data secara serial ini ditunjukkan dalam Gambar 5.7.



Gambar 5.7. Diagram blok pengujian *software* penerimaan data secara serial

5.5.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil dari pengujian *software* penerimaan data secara serial ditunjukkan dalam Gambar 5.8.



Gambar 5.8. Hasil dari pengujian *software* penerimaan data secara serial

Dalam pengujian ini mikrokontroler mengirimkan data "A276804708114" secara serial ke komputer. Berdasarkan hasil pengujian dalam Gambar 5.8 dapat dianalisis bahwa data telah berhasil diterima dengan baik oleh komputer dan dipisah-pisah menjadi variabel-variabel tertentu.

5.6. Pengujian Mikrokontroler ATmega8

5.6.1 Tujuan

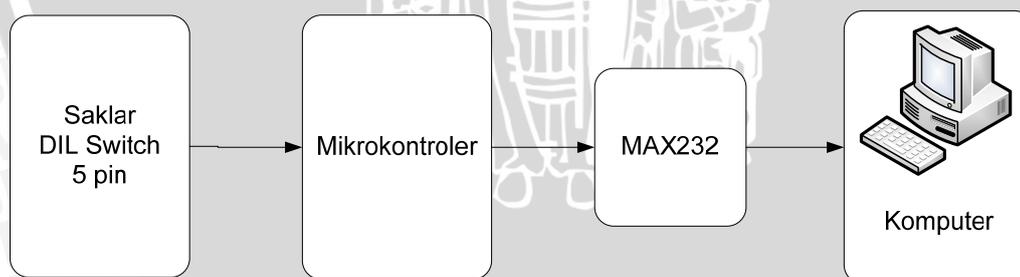
Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui dan menganalisis apakah mikrokontroler dapat bekerja sesuai dengan perancangan, yaitu untuk mengubah data empat bit menjadi menjadi karakter sesuai dengan tone DTMF.

5.6.2 Peralatan Pengujian

Peralatan yang digunakan dalam pengujian adalah saklar *Dil Switch* lima pin, mikrokontroler, rangkaian MAX232 dan komputer.

5.6.3 Prosedur Pengujian

Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan saklar *Dil Switch* dengan mikrokontroler yang telah berisi perangkat lunak untuk mengubah data-data empat bit menjadi karakter-karakter sesuai dengan standar DTMF dan mengirimkannya secara serial ke komputer. *Dil Switch* lima pin berfungsi sebagai simulator data masukan pada mikrokontroler. Empat pin berfungsi sebagai data masukan dan satu pin lagi berfungsi sebagai triger untuk *interrupt* eksternal. Komputer berfungsi untuk menampilkan data keluaran mikrokontroler ATmega8 hasil pengubahan empat bit data digital menjadi karakter sesuai dengan *tone* DTMF. Diagram blok pengujian mikrokontroler ATmega8 ini ditunjukkan dalam Gambar 5.9.



Gambar 5.9. Diagram blok pengujian mikrokontroler ATmega8

5.6.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil dari pengujian mikrokontroler ATmega8 dapat dilihat dalam Tabel 5.4.

Tabel 5.4. Hasil pengujian mikrokontroler ATmega8

No.	Kombinasi logika DIL Switch	Tone DTMF	Karakter yang diterima komputer	Ket.
1	1010	0	0	benar
2	0001	1	1	benar
3	0010	2	2	benar
4	0011	3	3	benar
5	0100	4	4	benar
6	0101	5	5	benar
7	0110	6	6	benar
8	0111	7	7	benar
9	1000	8	8	benar
10	1001	9	9	benar
11	1101	A	A	benar
12	1110	B	B	benar
13	1111	C	C	benar
14	0000	D	D	benar
15	1011	*	*	benar
16	1100	#	#	benar
Kesalahan (%)				0

Berdasarkan Tabel 5.4, dapat diperoleh hasil bahwa kesalahan yang dihasilkan pada pengujian ini adalah 0%. Dari hasil pengujian dapat dianalisis bahwa perangkat keras dan perangkat lunak ATmega8 telah berhasil mengubah data empat bit dari *Dil Switch* menjadi karakter yang sesuai dengan *tone* DTMF dan mengirimkannya secara serial ke komputer.

5.7. Pengujian Layanan SMS

5.7.1 Tujuan

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui dan menganalisis apakah *software* yang dirancang sudah dapat melakukan layanan sms sesuai dengan perancangan.

5.7.2 Peralatan Pengujian

Peralatan yang digunakan dalam pengujian adalah *handphone* dan komputer.

5.7.3 Prosedur Pengujian

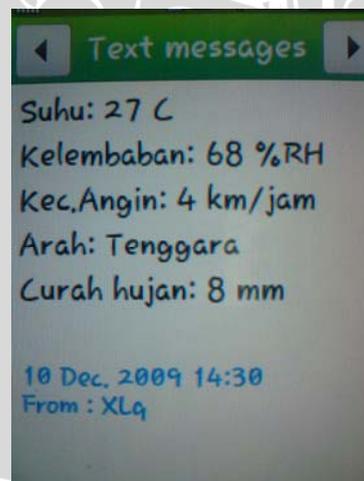
Pengujian ini dilakukan dengan cara mengirimkan SMS sesuai dengan format yang telah ditentukan sebelumnya ke *handphone* yang terhubung dengan software yang sudah dirancang.

5.7.4 Hasil Pengujian dan Analisis

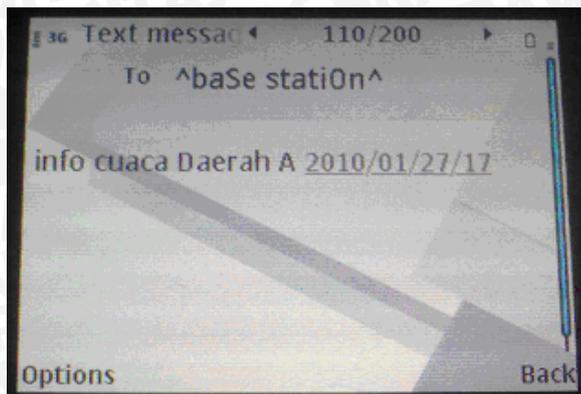
Hasil dari pengujian layanan SMS dapat dilihat dalam Gambar 5.10, Gambar 5.11, Gambar 5.12, Gambar 5.13, Gambar 5.14 dan Gambar 5.15.



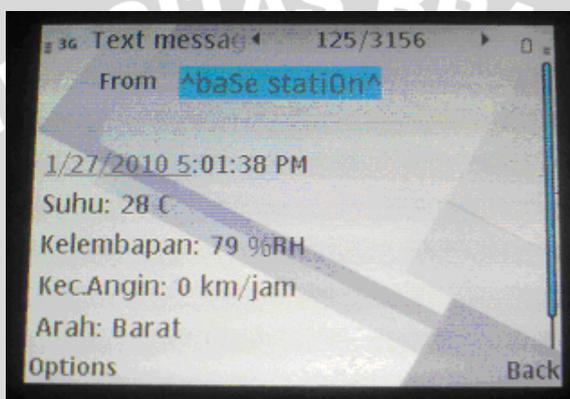
Gambar 5.10. Format SMS tanpa menggunakan keterangan waktu yang dikirimkan ke *Base Station*



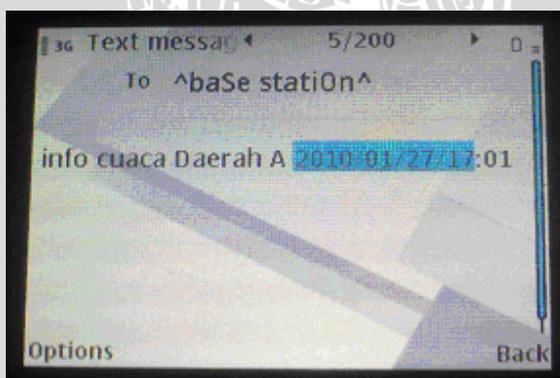
Gambar 5.11. SMS balasan Format SMS tanpa menggunakan keterangan waktu yang diterima dari *Base Station*



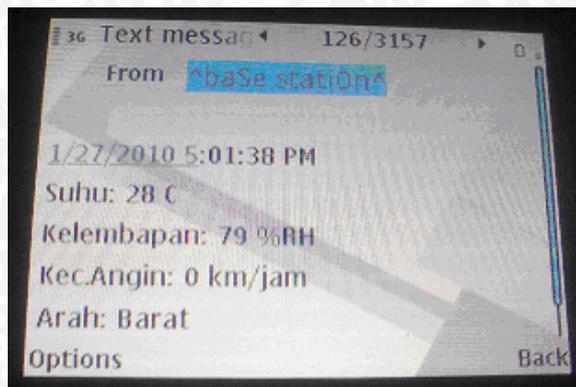
Gambar 5.12. Format SMS menggunakan keterangan waktu (Jam) yang dikirimkan ke *Base Station*



Gambar 5.13. SMS balasan Format SMS menggunakan keterangan waktu (Jam) yang diterima dari *Base Station*



Gambar 5.14. Format SMS menggunakan keterangan waktu (Jam dan Menit) yang dikirimkan ke *Base Station*



Gambar 5.15. SMS balasan Format SMS dengan menggunakan keterangan waktu (Jam dan Menit) yang diterima dari *Base Station*.

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan dalam Gambar 5.10, Gambar 5.11, Gambar 5.12, Gambar 5.13, Gambar 5.14 dan Gambar 5.15 dapat dianalisis bahwa SMS dengan format seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.10 yang dikirimkan ke *Base Station* secara otomatis akan terbalas dengan SMS seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.11, SMS dengan format seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.12 akan terbalas dengan SMS seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.13 dan SMS dengan format seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.14 akan terbalas dengan SMS seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.15.

5.8 Pengujian Keseluruhan Sistem

5.8.1 Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui keberhasilan dari keseluruhan sistem yang dirancang, mengetahui kinerja alat yang dibuat dan memberikan analisis terhadap kinerja alat.

5.8.2 Peralatan Pengujian

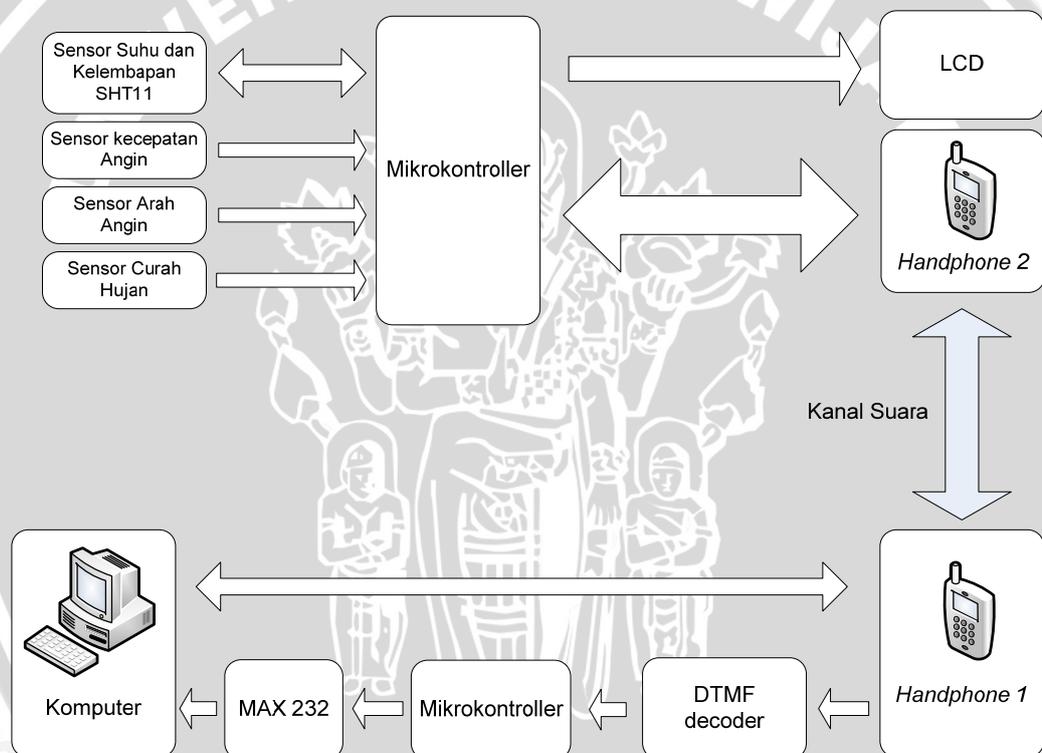
Peralatan yang digunakan dalam pengujian ini adalah:

- Komputer
- Rangkaian MAX232
- Mikrokontroler ATmega8
- DTMF decoder
- Handphone Sony Ericsson K550i
- Handphone Siemens C45
- Kabel data handphone Siemens C45

- Mikrokontroler AT Mega162
- Modul LCD 16x2
- Modul DT-Snese SHT11
- Sensor kecepatan angin
- Sensor arah angin
- Sensor curah hujan

5.8.3 Prosedur Pengujian

Pengujian ini dilakukan dengan cara merangkai semua unit menjadi satu kesatuan seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.16.



Gambar 5.16. Diagram blok pengujian sistem secara keseluruhan.

Dalam pengujian ini komputer berfungsi untuk memerintahkan *handphone 1* melakukan *dial up* ke *handphone 2*. Ketika menerima panggilan, maka *handphone 2* memberikan tanda pada mikrokontroler. Mikrokontroler yang telah berisi perangkat lunak sesuai dengan perancangan kemudian akan memerintahkan *handphone 2* untuk menerima panggilan. Setelah itu data-data parameter cuaca yang tersimpan di mikrokontroler akan dikirimkan melalui kanal suara yang terbentuk di antara

handphone 1 dan *handphone 2*. Sinyal DTMF yang diterima *handphone 1* kemudian dihubungkan dengan rangkaian DTMF *decoder*. Keluaran rangkaian DTMF *decoder* ini kemudian dihubungkan dengan mikrokontroler yang berfungsi mengubah data paralel empat bit menjadi karakter-karakter yang sesuai dengan aturan standar DTMF dan mengirimkannya ke komputer secara serial. Untuk menyetarakan level logika antara mikrokontroler dan RS232 digunakan rangkaian MAX232. Data-data yang diterima kemudian akan diolah dan disimpan oleh komputer untuk dianalisis.

5.8.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil pengujian sistem secara keseluruhan ini ditunjukkan dalam Gambar 5.17, Gambar 5.18, Gambar 5.19 dan Gambar 5.20.



Gambar 5.17. Tampilan nilai data yang dikirim dari RTU ke *Base Station*.



Gambar 5.18. Tampilan data yang diterima oleh *Base Station*.

Tabel Parameter Cuaca

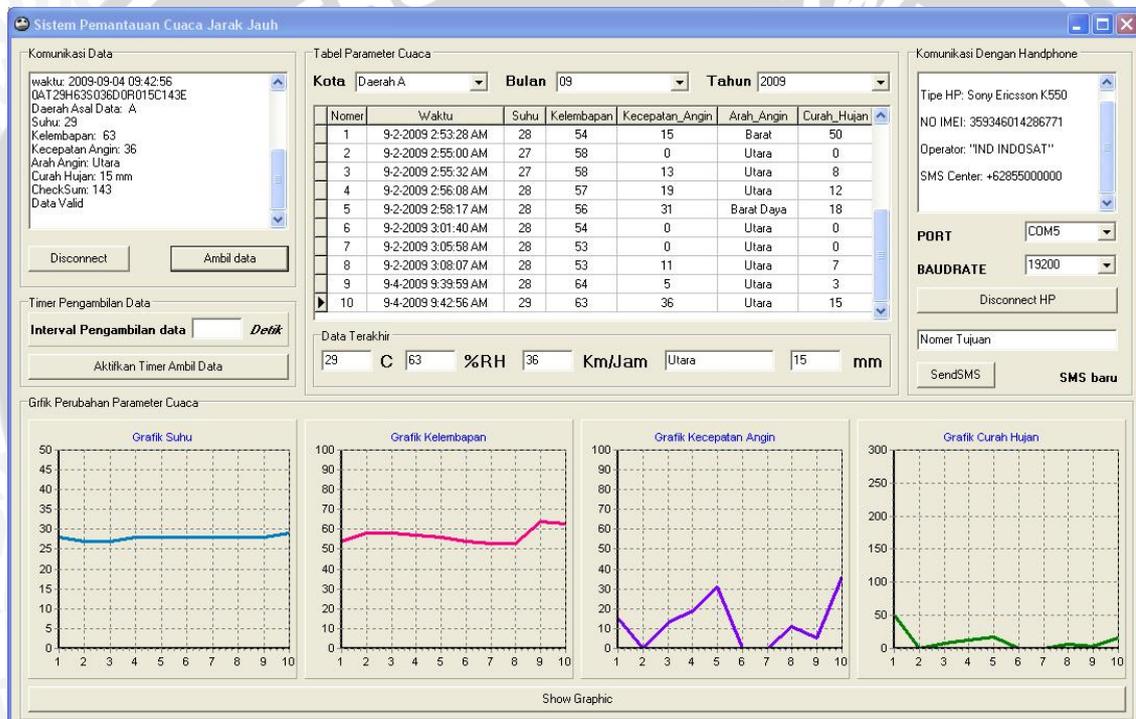
Kota Daerah A Bulan 12 Tahun 2009

Nomer	Waktu	Suhu	Kelembapan	Kecepatan_Angin	Arah_Angin	Curah_Hujan
3	12/3/2009 4:52:48 AM	27	65	5	Utara	25
4	12/3/2009 4:54:48 AM	27	65	5	Utara	25
5	12/3/2009 4:55:48 AM	27	65	5	Utara	25
6	12/3/2009 4:56:48 AM	27	65	5	Utara	25
7	12/3/2009 4:57:48 AM	27	65	5	Utara	25
8	12/3/2009 4:58:48 AM	28	70	10	Utara	30
9	12/3/2009 4:59:48 AM	28	70	10	Utara	30
10	12/3/2009 5:00:48 AM	28	70	10	Utara	30
11	12/3/2009 5:01:48 AM	28	70	10	Utara	30
12	12/3/2009 5:02:48 AM	27	68	4	Tenggara	8

Data Terakhir

27 C 68 %RH 4 Km/Jam Tenggara 8 mm

Gambar 5.19. Data dari RTU yang berhasil disimpan dalam basis data.



Gambar 5.20. Tampilan program aplikasi secara keseluruhan.

Dari hasil pengujian yang terlihat dalam Gambar 5.17 dan Gambar 5.18, dapat dianalisis bahwa data-data yang dikirimkan RTU (suhu rata-rata, kelembapan rata-rata, curah hujan, kecepatan angin rata-rata dan arah angin) dapat diterima dengan baik oleh *Base Station*. Hal ini terlihat dari kecocokan antara data yang tertulis di LCD dengan data yang tertulis dalam program aplikasi yang ada di *Base Station*. Selain itu dalam Gambar 5.19 dapat dilihat bahwa data-data yang diterima oleh *Base Station* telah dapat disimpan ke basis data oleh program aplikasi yang dirancang. Dengan demikian dapat dianalisis bahwa sistem secara keseluruhan dapat bekerja dengan baik.

Dalam Gambar 5.20 dapat dilihat terdapat interval pengambilan data yang dapat diatur sesuai dengan kebutuhan pengambilan data. Interval pengambilan data yang dirancang minimal adalah 24 detik, hal ini sesuai dengan durasi total pengambilan data (mulai dari komputer memerintahkan *handphone* melakukan *dial up* sampai data valid diterima) dan Interval pengambilan data maksimal adalah 19 menit. Hal ini sesuai dengan kapasitas memori *flash* mikrokontroler yang digunakan sebesar 16 kilo *byte* dan besar satu format data pengukuran (data suhu, kelembaban, kecepatan angin, arah angin, curah hujan dan cek kesalahan) setiap kali pengambilan dari sensor oleh RTU adalah sebesar 14 *byte*. Dengan perhitungan sebagai berikut:

$16 \text{ kilo byte} / 14 \text{ byte} = 1143 \text{ kali pengambilan data.}$

karena satu kali pengambilan data = 1 detik

Sehingga dapat disimpulkan sistem dapat melakukan pengambilan data selama

= $1143 \times 1 \text{ detik}$

= 1143 detik

= 19 menit.

Tabel 5.5. Data hasil pengujian sistem secara keseluruhan pada jam-jam tertentu.

Pengujian ke-	Jam	Durasi transmisi data	Durasi total pengambilan data	Perulangan pengambilan data	Keberhasilan transmisi data
1	02:57:34	14 detik	24 detik	0	berhasil
2	03:29:38	14 detik	25 detik	0	berhasil
3	04:50:48	14 detik	24 detik	0	berhasil
4	05:02:48	14 detik	24 detik	0	berhasil
5	06:39:52	14 detik	26 detik	0	berhasil
6	07:23:44	14 detik	25 detik	0	berhasil
7	08:53:29	14 detik	58 detik	1	berhasil
8	09:49:16	14 detik	96 detik	2	berhasil
9	10:18:53	14 detik	24 detik	0	berhasil
10	11:39:16	14 detik	61 detik	1	berhasil
11	12:28:16	14 detik	59 detik	1	berhasil
12	13:36:33	14 detik	24 detik	0	berhasil
13	14:42:43	14 detik	24 detik	0	berhasil
14	15:11:27	14 detik	24 detik	0	berhasil
15	16:15:15	14 detik	143 detik	3	berhasil
16	17:15:07	14 detik	60 detik	1	berhasil
18	21:55:49	14 detik	25 detik	0	berhasil
19	22:51:56	14 detik	24 detik	0	berhasil
20	23:12:30	14 detik	24 detik	0	berhasil

Karena sistem ini menggunakan jaringan GSM sebagai media transefer data, maka pengujian ini dilakukan beberapa kali dalam dalam waktu yang berbeda-beda untuk melihat kinerja sistem berdasarkan waktu. Dalam pengujian ini data-data yang diambil adalah waktu, durasi trnsmisi data, durasi pengambilan data secara keseluruhan, perulangan pengambilan data dan keberhasilan pengiriman data. Data hasil pengujian ini ditunjukkan dalam Tabel 5.5.

Berdasarkan Tabel 5.5, dapat diperoleh hasil bahwa kesalahan yang dihasilkan pada pengujian ini adalah 0%. Dari hasil pengujian dapat dianalisis bahwa transmisi data antara RTU dan *Base Station* selalu berhasil dalam 20 kali pengujian. Tetapi dalam beberapa pengujian (pengujian ke-7, ke-8, ke-10, ke-11, ke-15, ke-16) terjadi perulangan pengambilan data. Hal ini disebabkan data yang diterima tidak valid, sehingga *Base Station* melakukan *dial up* lagi ke RTU untuk mengambil data. Selain itu dalam Tabel 5.5 ditunjukkan bahwa durasi transmisi data atau pengiriman data dari RTU ke *Base Station* mulai dari terbentuknya kanal suara sampai ditutupnya kanal suara adalah selalu tetap 14 detik. Tetapi pada durasi total pengambilan data atau lama waktu mulai dari komputer memerintahkan *handphone* melakukan *dial up* sampai data valid diterima, kondisinya berbeda-beda. Hal ini disebabkan lamanya waktu panggilan dari *handphone Base Station* untuk masuk ke *handphone* RTU berbeda-beda tergantung kondisi jaringan GSM yang digunakan. Durasi total pengambilan data ini akan semakin lama apabila terjadi perulangan pengambilan data, karena *Base Station* melakukan *dial up* lagi ke RTU untuk mengambil data sehingga dibutuhkan waktu lagi untuk poses ini.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian tiap bagian dan keseluruhan sistem yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Perancangan DTMF *decoder* dilakukan sesuai dengan *datasheet* IC MT8870. Perancangan yang dilakukan telah berhasil dengan baik untuk mengubah sinyal-sinyal DTMF menjadi data digital empat bit. DTMF *decoder* yang dirancang telah dapat men-*decode*-kan data-data dari RTU yang dikirim melalui kanal suara *handphone* dan memberikan data-data yang valid pada saat pengujian.
- 2) Perancangan antarmuka komputer dengan *handphone* dilakukan dengan cara menghubungkan *handphone* dengan komputer menggunakan *bluetooth serial port*, kemudian dihubungkan dengan perangkat lunak yang telah dirancang dengan menggunakan komponen XComm pada Delphi 7. Komunikasi yang digunakan adalah serial dengan *baudrate* 19200 bps. Antarmuka komputer *server* dengan *handphone* telah berfungsi dengan baik sehingga komputer dapat memberikan perintah dan mengambil data-data dari *handphone*.
- 3) Perancangan perangkat lunak untuk menerima seluruh data parameter cuaca, mengolah dan memasukkan data ke dalam *database* dilakukan dengan menggunakan Delphi 7. Untuk menerima data digunakan port serial komputer yang dihubungkan ke perangkat lunak menggunakan komponen XComm. Data-data yang diterima kemudian diolah dan disimpan di *database*. *Database* yang dibuat menggunakan MySQL dan komponen *connector* pada delphi yang digunakan adalah dbExpress. Perangkat lunak yang dirancang telah berfungsi dengan baik sehingga dapat menerima seluruh data parameter cuaca, mengolah data-data parameter cuaca, dan memasukkan ke dalam *data base* serta menampilkan data dalam bentuk grafik.
- 4) Perancangan layanan informasi berbasis SMS dilakukan dengan cara melakukan pengecekan terhadap SMS yang masuk, jika SMS yang masuk sesuai dengan format yang telah ditentukan sebelumnya, maka perangkat lunak akan memerintahkan *handphone* untuk membalas SMS dengan data-data yang ada.

Perangkat lunak yang dirancang sudah dapat melakukan layanan sms dengan baik untuk menerima, menghapus dan membalas SMS secara otomatis.

6.2 Saran

Saran-saran dalam pengimplementasian maupun peningkatan unjuk kerja sistem ini dapat diuraikan sebagai berikut:

- 1) Saat ini sistem dicatu oleh adaptor yang terhubung dengan sumber listrik jala-jala PLN. Oleh karena itu, disarankan adanya pengembangan catu daya yang lain sehingga sistem tidak bergantung dengan sumber listrik jala-jala PLN, misalkan menggunakan menggunakan *solar cell*.
- 2) Sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan kemudahan bagi pengguna untuk dapat mengakses informasi-informasi parameter cuaca melalui internet atau media informasi lainnya, sehingga masyarakat dapat mengetahui keadaan cuaca dengan cepat dan akurat.



Daftar Pustaka

- Allaby, Michael. 2007. *Encyclopedia Of Weather And Climate, Revised Edition*. New York: Facts On File, Inc.
- Atmel. 2007. *ATMEGA8, 8-bit AVR with 8 Kbytes in System Programable. Flash*. http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc8159.pdf Diakses pada tanggal 18 November 2009
- Barry, R.G. dan Chorley, R.J. 2003. *Atmosphere, Weather, and Climate*. London: Roudledge.
- Dream Fabric. 2005. Validity Period(TP-VP). <http://dreamfabric.com/sms.vp.html>. Diakses pada tanggal 18 November 2009
- Kadir, Abdul. 2004. *Dasar aplikasi database MySQL Delphi*. Yogyakarta: Andi.
- Martina, Inge. 2004. 36 Jam Belajar Komputer, Pemrograman Visual Borland Delphi7. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- MADCOMS. 2006. *Seri Panduan Pemrograman: Pemrograman Borland Delphi 7*. Yogyakarta: Andi.
- Maxim. 2003. 5V Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receiver. Diakses tanggal 5 Mei 2009.
- MITEL. 1995. *ISO²-CMOS MT8870D/MT8870D-1Integrated DTMF Receiver*. <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/77085/MITEL/MT8870.html>. Diakses pada tanggal 12 Juli 2009
- Pinouts. 1995. *Siemens A35, A36, A40, C25, C35, C45, M35, M35i, M50, ME45, MT50, S25, S35, S45, SL-42, SL45, 3118 cell phones cable connector pinout*. http://pinouts.ru/CellularPhones-P-W/siemens_c25_s25_pinout.shtml. Diakses pada tanggal 18 November 2009
- Siemens. 2000. AT Command Set Reference Manual. http://jazi.staff.ugm.ac.id/Mobile%20and%20Wireless%20Documents/s35i_c35i_m35i_atc_commandset_v01.pdf. Diakses pada tanggal 15 Maret 2009
- Wardhana, Lingga. 2006. Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega 8535 Simulasi, Hardware dan Aplikasi. Yogyakarta:Andi.
- Waryono dkk. 1987. Pengantar Meteorologi Dan Klimatologi Untuk Universitas Dan Umum. Surabaya: Bina Ilmu.