



UNIVERSITAS INDONESIA

**Implementasi Sistem Towerset Monitor Sebagai Solusi Deteksi
Kegagalan Operasional Perangkat Utama Towerset Untuk
Menunjang Pelayanan Komunikasi Penerbangan Bandar Udara**

TESIS

WIDODO

NPM. 0906578421

**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
JARINGAN KOMUNIKASI DAN MULTIMEDIA**

DEPOK

JUNI 2011



UNIVERSITAS INDONESIA

**Implementasi Sistem Towerset Monitor Sebagai Solusi Deteksi
Kegagalan Operasional Perangkat Utama Towerset Untuk
Menunjang Pelayanan Komunikasi Penerbangan Bandar Udara**

**Tesis Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Magister Dalam Ilmu Teknik**

WIDODO

NPM. 0906578421

**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
JARINGAN KOMUNIKASI DAN MULTIMEDIA
DEPOK
JUNI 2011**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Widodo

NPM : 0906578421

Tanda Tangan :

Tanggal : 15 Juni 2011



HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Widodo

NPM : 0906578421

Program Studi : Jaringan Komunikasi Dan Multimedia

Judul Tesis : Implementasi Sistem Towerset Monitor Sebagai Solusi Deteksi Kegagalan Operasional Perangkat Utama Towerset Untuk Menunjang Pelayanan Komunikasi Penerbangan Bandar Udara

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Jaringan Komunikasi Dan Multimedia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Prof. Dr. -Ing. Ir. Kalamullah Ramli, M.Eng (.....)

Penguji I : Prof. Dr. Ir Riri Fitri Sari M.Sc, MM. (.....)

Penguji II : Dr. Ir. Anak Agung Putri Ratna M.Eng (.....)

Penguji III : Prima Dewi Purnamasari ST., MT., MSc. (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : Juli 2011

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik Program Jaringan Komunikasi dan Multimedia pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. -Ing. Ir. Kalamullah Ramli, M.Eng dan Muhammad Salman S.T., MIT. selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan sehingga tesis ini dapat diselesaikan dengan baik
2. Unit Telekomunikasi Balai Elektronika beserta para teknisinya, yang telah menyediakan bahan untuk pembuatan *hardware* serta instrumen untuk pengukuran dan sistem towerset untuk ujicoba.
3. Badan Diklat Kemetrian Perhubungan, yang telah memberikan kesempatan beasiswa.
4. Orang tua dan keluarga besar saya yang telah memberikan dukungan moral selama perkuliahan.
5. Rekan-rekan Jaringan Komunkasi Dan Multimedia angkatan 2009 yang dengan kompak memberikan semangat dan bantuan.
6. Aryo Sanjaya yang telah memberikan pencerahan dan contoh aplikasi yang mudah dimengerti.

Depok, 15 Juni 2011

Penulis,

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Widodo
NPM : 0906578421
Program Studi : Jaringan Komunikasi Dan Multimedia
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

” Implementasi Sistem Tower Set Monitor Sebagai Solusi Deteksi Kegagalan Operasional Perangkat Utama Tower Set Untuk Menunjang Pelayanan Komunikasi Penerbangan Bandar Udara”.

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 15 Juni 2011

Yang menyatakan

(Widodo)

ABSTRAK

Nama : Widodo
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Implementasi Sistem Towerset Monitor Sebagai Solusi Deteksi Kegagalan Operasional Perangkat Utama Towerset Untuk Menunjang Pelayanan Komunikasi Penerbangan Bandar Udara
Pembimbing : 1. Prof. Dr. -Ing. Ir. Kalamullah Ramli, M.Eng
2. Muhammad Salman S.T., MIT.

Dalam dunia penerbangan diperlukan adanya komunikasi antara petugas pengatur lalu lintas penerbangan dengan pilot pesawat melalui perangkat towerset yang bekerja dalam modulasi AM. Pada saat ini monitor operasional towerset adalah melalui kelengkapan lokal radio, sehingga jika terjadi kerusakan di jalur power ke antena tidak akan bisa terdeteksi dari ruang teknisi. Pada penelitian ini dibuat suatu sistem yang dinamakan towerset monitor yang selain menampilkan ketidak normalan perangkat di layar monitor juga dilengkapi dengan sistem peringatan melalui SMS sehingga bisa diakses langsung oleh teknisi. Akuisisi data dari sistem towerset menggunakan *micro controller* AVR 8535 dan modem GSM. Besaran yang dimonitor berupa *SWR*, *reflected power*, *PTT command* dan *power forward*. Aplikasi akan mengolah data dari *microcontroller* untuk ditampilkan di monitor serta dikirimkan melalui SMS ke personel yang telah ditentukan. Batasan keadaan tidak normal adalah jika *SWR* di atas 2, *power forward* kurang dari 70% dan *power reflected* lebih dari 30 % dari *RF power* maksimal. Sistem towerset monitor berhasil diimplementasikan dengan *losses RF power* pada *directional coupler* sebesar 1,305 Watt dimana losses tersebut masih berada pada batas toleransi.

Kata kunci: *directional coupler*, towerset, AM, *SWR*, *desk control*, ATC, *micro controler*, *power forward*, *power reflected*, *PTT command*.

ABSTRACT

Name : Widodo
Study Program : Electrical Engineering
Title : The Implementation of Towerset Monitor as a Solution of Operational Failure Detection of the Primary Device Towerset to Support Communication Service of Airport Aviation.
Academic advisor : 1. Prof. Dr. –Ing. Kalamullah Ramli
2. Muhammad Salman S.T., MIT

During the flight, communication between the air control officer and pilot through the towerset device that works in the modulation AM is required. At the moment operational monitoring of towerset was done by local radio equipment, so that if damage occurs in the path of power to the antenna will not be detected from the technicians room. This research created a system called towerset monitor which in addition to showing abnormalities on the monitor screen device also comes with a warning system via SMS thus can be accessed directly by a technician. Acquisition of data from systems using micro controller towerset AVR 8535 and GSM modems. The quantity to be monitored are in the form of SWR, reflected power, PTT command and power forward. The application will process the data from the microcontroller to be displayed on a monitor and sent via SMS to the authorized personnel. Boundary condition for the abnormality is if the SWR is above 2, power forward is less than 70% and reflected power is more than 30% of the maximum RF power. Tower system is successfully implemented with a set of monitors RF power losses in the directional coupler of 1.305 Watt. The losses are still at the limit of tolerance.

Key words : directional coupler, towerset, AM, SWR, desk control, ATC, micro controller, power forward, power reflected, PTT command.

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pernyataan Orisinalitas	ii
Halaman Pengesahan	iii
Ucapan Terima Kasih	iv
Halaman pernyataan persetujuan publikasi tugas akhir untuk kepentingan akademis	v
Abstrak	vi
Abstract	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel	xiv
Daftar Singkatan	xv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Manfaat Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Metodologi Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II. TINJAUAN UMUM TOWERSET, MICRO CONTROLLER DAN SENSOR POWER	4
2.1. Tinjauan Umum TowerSet	4
2.2. Tinjauan Umum <i>Micro Controller</i>	8
2.3 Tinjauan Umum Sensor	16
2.4. Target Teknis Yang Diharapkan	18
BAB III. PERANCANGAN	19
3.1. Blok Diagram	19
3.2. Diagram Alir	20
3.3. Deployment Diagram	21

3.4. Posisi Sistem Towerset Monitor Dalam Sistem Towerset	22
3.5. Personel Yang Terlibat	22
3.6. Perangkat Pendukung	23

BAB IV. IMPLEMENTASI, HASIL PENGUKURAN DAN ANALISA

DATA SISTEM TOWERSET MONITOR.....	24
4.1. Implementasi Modul <i>Hardware</i> Untuk Akuisisi Data	24
4.1.1. Modul <i>Microcontroller</i>	27
4.1.2. Tampilan Lokal Data	32
4.1.3. Transduser sinyal RF	34
4.1.4. Konverter PTT	37
4.1.5. RS 232 - RS 485 <i>converter</i>	38
4.1.6. Modem	41
4.2. Implementasi Software Towerset Monitor	42
4.2.1. <i>Firmware</i> AVR 8535	42
4.2.1. Aplikasi PC	44
4.2.1.1. Proses Pengambilan data	48
4.2.1.2. Proses pengolahan, penampilan dan pengiriman SMS....	50
4.2.1.3. Proses Koneksi Modem	54
4.2.1.4. Proses Merubah Nomer Telepon	57
4.3. Integrasi Sistem Towerset Monitor	58
4.4. Proses Pengukuran, Hasil Pengukuran Serta Analisa Data	61
4.4.1. Hasil Pengukuran Directional Coupler	65
4.4.2. Hasil Pengukuran Sinyal PTT	71
4.4.3. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem	73
4.3. Pengembangan Ke Depan	77
BAB IV. KESIMPULAN.....	78
DAFTAR ACUAN	80

DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 2.1. Bangunan tower bandara.	4
2. Gambar 2.2. Perangkat VHF <i>airband</i> dan <i>recorder</i> towerset.....	5
3. Gambar 2.3. Perangkat remote control unit towerset yang terhubung ke pesawat VHF <i>airband</i>	5
4. Gambar 2.4. wiring diagram towerset	7
5. Gambar 2.5. Block diagram ATmega 8535	10
6. Gambar 2.6. Konfigurasi pin ATmega 8535.....	11
7. Gambar 2.7. Peta Memori ATmega 8535	14
8. Gambar 2.8. Konfigurasi memori data ATmega8535	14
9. Gambar 2.9. Format Pengiriman Data Serial	15
10. Gambar 2.10. Rangkaian dasar <i>directional coupler</i>	16
11. Gambar 2.11. Salah satu contoh <i>directional coupler</i>	17
12. Gambar 2.12. Skema <i>directional coupler</i>	17
13. Gambar 3.1. Blok diagram sistem towerset monitor	19
14. Gambar 3.2. Diagram alir proses dalam sistem towerset monitor	20
15. Gambar 3.3. <i>Deployment diagram</i> sistem towerset monitor	21
16. Gambar 3.4. Blok diagram sistem towerset monitor dalam sistem towerset.....	22
17. Gambar 4.1. Blok diagram <i>hardware</i> untuk akuisisi data dari towerset.....	24
18. Gambar 4.2. Hardware untuk akuisisi data dari towerset.....	26
19. Gambar 4.3. Modul RS 232-RS 485 <i>converter</i>	26
20. Gambar 4.4. Rangkaian AVR atmega 8535 dalam 1 board.....	28
21. Gambar 4.5. Modul AVR atmega 8535 dalam 1 board.....	29
22. Gambar 4.6. Skema modul AVR atmega 8535 dalam 1 board.....	30
23. Gambar 4.7. Alokasi pin pada port komunikasi serial dengan konektor RJ11.....	30
24. Gambar 4.8. Alokasi pin pada J10 sampai dengan J13 sebagai digital input output.....	31
25. Gambar 4.9. Alokasi pin pada J9 untuk <i>ISP firmware</i>	31
26. Gambar 4.10. Konfigurasi J4 dan J5 untuk komunikasi serial RS232.....	32

27. Gambar 4.11. LCD LMB 162A.....	33
28. Gambar 4.12. Blok diagram LCD LMB 162A.....	33
29. Gambar 4.13. Sekema pin LMB 162A.....	34
30. Gambar 4.14. <i>Directional coupler</i> Comet CMX200.....	35
31. Gambar 4.15. Rangkaian <i>directional coupler</i> sebagai sensor sinyal RF.....	36
32. Gambar 4.16. Rangkaian konversi sinyal PTT.....	37
33. Gambar 4.17. PTT konverter.	38
34. Gambar 4.18. DT IO RS232-RS485 <i>converter</i>	38
35. Gambar 4.19. Layout DT IO RS232-RS485 <i>converter</i>	39
36. Gambar 4.20. Layout konektor RJ12.....	39
37. Gambar 4.21. Alokasi pin-pin J2 dan J17.....	40
38. Gambar 4.22. Modem E150.....	41
39. Gambar 4.23. Flowchart firmware AVR 8535	43
40. Gambar 4.24. Menu monitor aplikasi towerset monitor.....	44
41. Gambar 4.25. Menu koneksi modem aplikasi towerset monitor.....	45
42. Gambar 4.26. Menu koneksi micon aplikasi towerset monitor.....	46
43. Gambar 4.27. Menu info kontak aplikasi towerset monitor.....	46
44. Gambar 4.28. Menu info SMS aplikasi towerset monitor.....	47
45. Gambar 4.29. Menu info kirim SMS aplikasi towerset monitor.....	47
46. Gambar 4.30. Menu help aplikasi towerset monitor.....	48
47. Gambar 4.31. Diagram alir pengambilan data.....	49
48. Gambar 4.32. Diagram alir pemrosesan data.....	51
49. Gambar 4.33. Diagram alir pengiriman SMS ke nomor telepon dalam database.....	52
50. Gambar 4.34. Diagram alir proses perintah pengiriman SMS ke modem.....	53
51. Gambar 4.35. Diagram alir perintah koneksi ke modem.....	55
52. Gambar 4.36. Diagram alir proses koneksi ke modem dan penampilan info ke monitor.....	56
53. Gambar 4.37. Diagram alir proses merubah nomor telepon.....	58
54. Gambar 4.38. Blok diagram integrasi sistem towerset monitor.....	59
55. Gambar 4.39. Wiring diagram dan konfigurasi perangkat pada saat pengambilan data dengan CMS 54.....	61

56. Gambar 4.40. Konfigurasi perangkat pada saat pengambilan data.....	62
57. Gambar 4.41. Tampilan hasil ukur CMS 54 pada saat pengambilan data dengan RS SU251.....	63
58. Gambar 4.42. Tampilan hasil ukur perangkat pada saat pengambilan data dengan RS SU251.....	63
59. Gambar 4.43. Wiring diagram dan konfigurasi perangkat pada saat pengambilan data dengan instrumen CMX 200.....	64
60. Gambar 4.44. Tampilan instrumen CMX 200 pada saat pengambilan data....	65
61. Gambar 4.45. Grafik losses RF power setelah penambahan <i>directional coupler</i>	66
62. Gambar 4.46. Grafik hasil ukur <i>RF power</i> dengan <i>hardware</i> dan instrument CMS 54 menggunakan RF RS SU 251.....	67
63. Gambar 4.47. Grafik hasil ukur <i>RF power</i> dengan <i>hardware</i> dan instrument CMS 54 menggunakan sumber RF IC A-110.....	69
64. Gambar 4.48. Grafik hasil ukur power <i>reflected</i> antara <i>hardware</i> dan instrument CMX 200.....	70
65. Gambar 4.49. Grafik hasil ukur power <i>forward</i> antara <i>hardware</i> dan instrument CMX 200.....	71
66. Gambar 4.50. Grafik hasil ukur SWR antara <i>hardware</i> dan instrument CMX 200.....	71
67. Gambar 4.51. Grafik hasil ukur <i>PTT off</i> antara <i>hardware</i> dan voltmeter.....	73
68. Gambar 4.52. Grafik hasil ukur <i>PTT on</i> antara <i>hardware</i> dan voltmeter.....	73
69. Gambar 4.53. Rangkaian pasif pengganti sensor.....	74
70. Gambar 4.54. Grafik waktu respon sistem pada saat terjadi ketidaknormalan sistem towerset.....	76
71. Gambar 4.55. SMS yang dikirim oleh sistem towerset monitor.....	77

DAFTAR TABEL

1. Tabel 4.1. Kehilangan power RF pada <i>directional coupler</i>	65
2. Tabel 4.2. Perbandingan hasil ukur <i>RF power</i> antara <i>hardware</i> dengan instrument CMS 54 menggunakan sumber RF RS SU 251.....	67
3. Tabel 4.3. Perbandingan hasil ukur <i>RF power</i> antara <i>hardware</i> dengan instrument CMS 54 menggunakan sumber RF IC A-110.....	68
4. Tabel 4.4. perbandingan asil ukur power <i>reflected</i> , SWR dan power <i>forward</i> antara <i>hardware</i> dengan pembebanan antena pada <i>transmitter</i>	69
5. Tabel 4.5. Hasil pembacaan sinyal PTT oleh sistem towerset monitor.....	72
6. Tabel 4.6. Karakteristik <i>directional coupler</i> yang digunakan dalam sistem towerset monitor.....	74
7. Tabel 4.7. Waktu respon terjadinya ketidaknormalan sistem.....	75
8. Tabel 4.8. Percobaan dengan pengkondisian nilai parameter berada di dalam, di luar dan pada <i>threshold</i>	76

DAFTAR SINGKATAN

1. ATC Air Traffic Controller
2. RCU Remote Control Unit
3. VHF A/G Very High Frequency Air to Ground
4. SWR Signal to Noise Ratio
5. ICAO International Civil Aviation Organisation
6. AM Amplitudo Modulation
7. FAA Federal Aviation Administration
8. JAA Joint Aviation Authorities
9. ROM Read Only Memory
10. ADC Analog to Digital Conversion
11. PTT Press to Talk
12. CAA Civil Aviation Authority
13. RF Radio Frequency

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Towerset adalah perangkat yang biasa digunakan komunikasi *air to ground* antara pilot dan petugas pengatur lalu lintas penerbangan (ATC / *air traffic controller*) untuk operasional penerbangan yang sesuai aturan internasional yang dilembagai oleh *International Civil Aviation Organisation* (ICAO) pada *annex 10* volume 3 part 2, beroperasi pada rentang frekuensi VHF 118 sampai dengan 136 MHz. Towerset terdiri dari *transmitter*, *receiver*, *desk control* dan sebagai tambahan terdapat *recorder* yang berfungsi untuk merekam seluruh pembicaraan yang telah terjadi. *Transmitter* dan *receiver* menggunakan modulasi AM beroperasi dengan 2 *transmitter* dan 2 *receiver* masing-masing 1 buah sebagai *main* dan 1 lainnya digunakan sebagai *standby Radio*. *Desk control* berfungsi untuk mengoperasikan kepada *transmitter* dan *receiver*. Pesawat *transmitter* dan *receiver* biasanya diletakkan pada bangunan tower bandara sedangkan *desk control* diletakkan dimana personel ATC bertugas.

Sistem towerset di Indonesia diaplikasikan bandara-bandara kelas III ke atas, sedangkan bandara kelas IV masih menggunakan *portable radio*. Pada saat ini towerset yang banyak digunakan di bandara-bandara di Indonesia, terutama bandara unit pelaksana teknis dibawah Direktorat Jenderal Perhubungan Udara adalah tipe RS 251 produksi Rodhe & Schwarz, Jotron versi 7000 dimana pada bagian *desk control* tidak bisa memonitor secara langsung kondisi *transmitter* maupun *receiver* apakah beroperasi normal atau tidak, terutama pada bagian jalur transmisi. Disamping itu, selama ini belum ada sistem yang memberikan peringatan bahwa towerset mengalami kegagalan fungsi kecuali dari sistem warning internal radio tersebut, padahal ruangan teknisi yang memelihara dan mengoperasikan towerset biasanya berada 100 sampai 250 meter dari tower, sehingga kalau terjadi kerusakan maka yang lebih dahulu tahu adalah ATC akibat komplain dari pilot, sehingga ATC mengoperasikan VHF A/G *portable* yang berdaya pancar 5 watt sebagai

backup operasi towerset dan selalu *stanby* di ruang ATC. Dengan latar belakang tersebut, maka diperlukan sistem lain yang bisa memberikan peringatan kepada teknisi dan memberikan laporan ke pusat bahwa towerset sedang mengalami masalah sehingga bisa segera dilakukan penanganan lebih lanjut

1.2. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian yang dilakukan adalah untuk mengimplementasikan perancangan sistem towerset monitor yang telah dirancang sebelumnya sehingga bisa menjadi solusi alternatif *monitoring* perangkat towerset sehingga kinerja towerset bisa dimonitor dari ruang teknisi serta sistem dapat memberikan warning kepada teknisi melalui SMS jika terjadi kegagalan pada perangkat *transmitter*. Dengan adanya *warning* yang lebih cepat tersebut kemudian akan bisa diambil langkah-langkah yang tepat agar pelayanan komunikasi penerbangan tetap terlaksana dengan baik.

1.3. MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang bisa didapatkan dari penelitian ini adalah meningkatnya keselamatan penerbangan seiring dengan kesiapan peralatan komunikasi penunjang operasional bandar udara, kesiapan dan reaksi cepat teknisi serta bagian-bagian terkait untuk menangani dan memberikan solusi yang paling tepat jika terjadi kerusakan pada perangkat utama towerset.

1.4. BATASAN MASALAH

Permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini dibatasi pada pembuatan sistem monitor kinerja *transmitter* sistem towerset dengan *RF power* sebesar 50 Watt, karena sampai pada saat ini peralatan *transmitter* merupakan peralatan yang paling banyak mengalami kegagalan fungsi dibandingkan dengan bagian-bagian lain dalam sistem towerset.

1.5. METODOLOGI PENELITIAN

Untuk mewujudkan sistem tower set monitor metode yang digunakan adalah dengan eksperimental real yaitu membandingkan langsung data hasil pengukuran menggunakan transduser dengan data referensi, perbandingan ini sekaligus digunakan untuk kalibrasi dari hasil ukur transduser sehingga didapatkan data yang sesuai dengan data referensi. Data referensi diambil dengan menggunakan instrumen yang telah terkalibrasi dengan baik.

1.6. SISTEMATIKA PENULISAN

Pembahasan yang dilakukan pada penelitian ini meliputi empat bab, yaitu:

Bab. I. Pendahuluan

Pada bagian ini dikemukakan latar belakang masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah metodologi penelitian dan sistematika penulisan

BAB. II. TINJAUAN UMUM TOWERSET, *MICRO CONTROLLER* DAN SENSOR POWER

Bagian ini berisi tinjauan umum tower set, tinjauan umum *micro controller* dan sensor yang digunakan .

BAB. III. PERANCANGAN

Pada Bab ini berisi penjelasan perancangan sistem tower set monitor.

BAB. IV. IMPLEMENTASI, HASIL PENGUKURAN DAN ANALISA DATA SISTEM TOWERSET MONITOR

Pada bab ini dibahas tentang implementasi hardware maupun aplikasi dari tower set monitor serta hasil ujicoba dan pembahasannya.

BAB. V. PENUTUP

Bagian ini berisi kesimpulan dari penelitian.

BAB II

TINJAUAN UMUM TENTANG TOWERSET, *MICRO CONTROLLER* DAN *SENSOR POWER*

Untuk membangun sistem towerset monitor ada beberapa sistem atau komponen yang terkait, sistem dan komponen tersebut adalah *micro controller*, radio komunikasi *VHF Air to Ground (VHF A/G* atau *VHF airband)* sebagai bagian dari towerset, dan *directional coupler*, serta untuk pembuatan aplikasi SMS digunakan modem dimana operasionalnya berkaitan dengan *AT-command* dan *protocol description unit (PDU)* yang merupakan format dasar dalam pengiriman *short message service*.

2.1. TINJAUAN UMUM TOWERSET

Dalam dunia penerbangan, aturan dan syarat penerbangan sipil di seluruh dunia akan mengikuti standart dan aturan yang dikeluarkan oleh organisasi penerbangan sipil dunia (*International Civil Aviation Organisation (ICAO)*) yang berkedudukan di Montreal Kanada, walaupun untuk negara dan regional tertentu ada yang mengeluarkan standart lebih tinggi dari ICAO seperti halnya *Federal Aviation Administration (FAA)* di Amerika dan *Joint Aviation Authorities (JAA)* di Eropa, akan tetapi standart ICAO merupakan acuannya.

Perangkat disebut towerset karena sistem tersebut merupakan peralatan yang letaknya di tower bandar udara dan digunakan oleh *traffic controller* untuk mengatur dan memandu penerbangan pesawat baik terbang lintas maupun lepas landas dan pendaratan.



Gambar 2.1. Bangunan tower bandara.



Gambar 2.2. Perangkat VHF *airband* dan *recorder* towerset.



Gambar 2.3. Perangkat *remote control unit* towerset yang terhubung ke pesawat VHF *airband*.

Gambar 2.1 menunjukkan suatu tower bandar udara dengan 5 lantai dimana perangkat towerset diletakkan, pada gambar 2.2 menunjukkan perangkat towerset, gambar sebelah kiri merupakan towerset yang terdiri dari VHF A/G Rohde & Schwarz RS SU-451 dan *recording unit* ATIS MS-524 dan gambar kiri merupakan towerset yang terdiri dari *recording unit* Alpha Omega AO-31 dan VHF A/G Becker 4510, OTE D-100 dan RS SU-251. Gambar 2.3 menunjukkan gambar RCU, sebelah kiri RCU RAM 20.11 untuk

mengontrol VHF A/G SU-451 dan sebelah kiri RCU GB-409 yang digunakan untuk mengontrol VHF A/G RS SU-251.

Sesuai aturan yang tercantum dalam ICAO *annex 10 volume 3*, untuk melakukan koordinasi antara bandar udara dengan pilot pesawat terbang dan guna pengaturan lalulintas penerbangan, digunakan radio komunikasi *air to ground* dengan modulasi amplitudo dan *carrier DSB*, spasi antar *chanel* sebesar 25 KHz menggunakan rentang frekuensi antara 118 MHz sampai dengan 136 MHz. Indeks modulasi yang diperbolehkan maksimal adalah 85% dengan nilai minimal 65%. Adapun sensitivitas dari *receiver* yang dipersyaratkan adalah minimal 5 μ Volt [1].

VHF A/G yang banyak dipakai di Indonesia adalah jenis RS SU-251, RS XU-251 dari Rohde & Schwarz dimana dari kedua jenis ini mempunyai kesamaan perlengkapan, hanya saja pada XU-251 antara *receiver* dan *transmitter* digabung menjadi 1 *casing*, sedangkan pada SU-251 antara *transmitter* dan *receiver* mempunyai *casing* tersendiri. Power operasional yang digunakan sampai dengan 50 Watt.

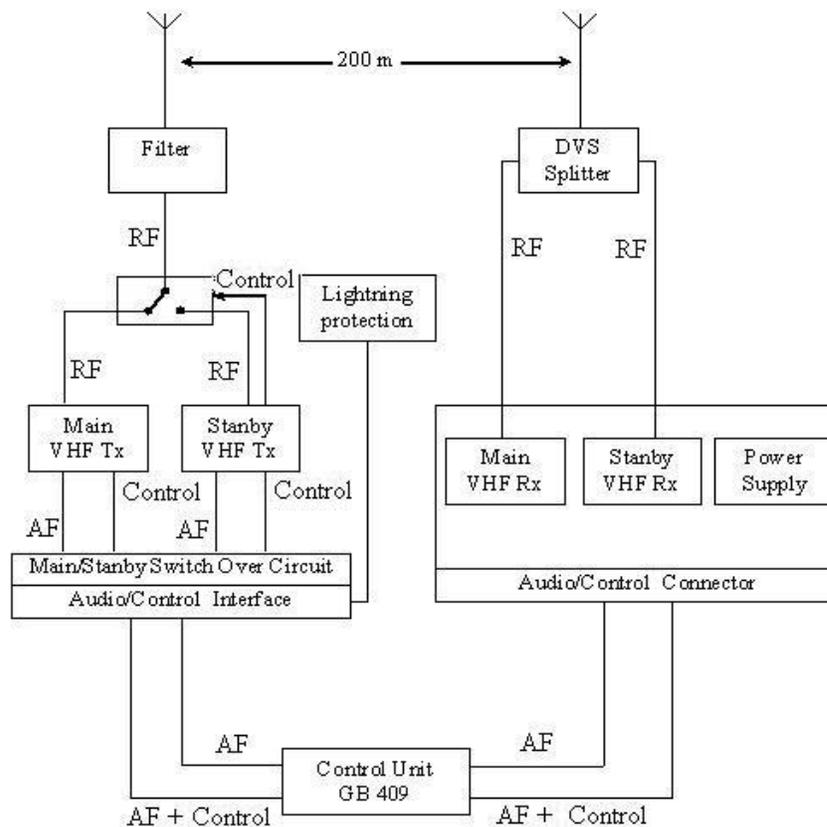
Jenis lain yang digunakan adalah seri 7000 dari Jotron, radio VHF A/G tipe ini sama halnya dengan tipe RS SU-251 dimana antara *transmitter* dan *receiver* mempunyai *casing* yang berbeda. Power operasional sampai dengan 50 Watt dimana power dapat di set sesuai kebutuhan.

Sistem towerset sesuai dengan *ATC station for CAA Indonesia* terdiri 2 buah radio komunikasi VHF A/G dimana masing-masing VHF A/G terdiri dari *transmitter* dan *receiver*, difungsikan sebagai radio utama dan radio cadangan sehingga dengan adanya cadangan diharapkan jika terjadi kerusakan dari salah satu unit, maka unit yang lain masih dapat berfungsi.

Sistem towerset dilengkapi dengan suatu *remote control unit* yang digunakan oleh petugas ATC untuk mengoperasikan VHF A/G, baik memberikan PTT command maupun untuk memilih unit VHF A/G yang dioperasikan, apakah radio utama atau radio cadangan. Blok diagram dari sistem towerset seperti ditunjukkan pada gambar 2.4.

Dalam operasionalnya sesuai *ATC station for CAA Indonesia KG 946*, dijelaskan bahwa sistem towerset beroperasi pada tegangan listrik 220 VAC

dengan kelengkapan *mounting rack* berukuran 19 inci, dimana bagian belakan terdapat pintu yang digunakan untuk penempatan terminal-terminal internal dan konektor-konektor yang menghubungkan bagian satu dengan bagian yang lain.



Gambar 2.4. Diagram pengkabelan sistem towerset

Pada bagian VHF *receiver*, terdiri dari 2 unit dimana masing-masing unit terdapat *power supply*, dan sebuah *splitter* yang berfungsi untuk membagi sinyal yang berasal dari antenna ke kedua unit *receiver*. Sebuah unit antenna *receiver* terpasang dimana jarak yang dipersyaratkan adalah 200 meter dari antenna *transmitter*, hal ini untuk menjaga agar jika *transmitter* beroperasi, sinyal yang dipancarkan tidak masuk ke unit *receiver* secara berlebihan yang akan mengakibatkan terjadinya kerusakan pada sub unit amplifikasi, pengaturan jarak bisa diperpendek dengan penambahan suatu RF relay

diantara antena *receiver* dan VHF A/G *receiver*, sehingga dengan penambahan relay ini, pada saat transmitter beroperasi relay akan memutuskan koneksi antara antena dengan *receiver*. Dari *receiver* terdapat koneksi audio ke *remote control* unit melalui *audio control*, *audio control* berfungsi untuk memilih fungsi koneksi audio yang sebelumnya telah diproses oleh *receiver*, apakah akan digunakan secara lokal atau secara *remote*.

Transmitter terhubung ke antena melalui *cavity filter* untuk memfilter sinyal agar harmoniknya tidak tertransmisikan, relay yang terkoneksi antara *transmitter* dan filter digunakan untuk pemilihan unit *transmitter* yang beroperasi oleh *switch over*. Unit *switch over* akan *switch* secara otomatis dari unit transmitter utama ke unit cadangan jika unit utama mati. *Transmitter* juga terhubung ke *remote control unit*, melalui *audio control* dan *PTT command*. *Audio control* digunakan untuk pemilihan audio secara lokal atau *remote*, sedangkan *PTT command* akan memberikan sinyal *transmit* kepada *transmitter*.

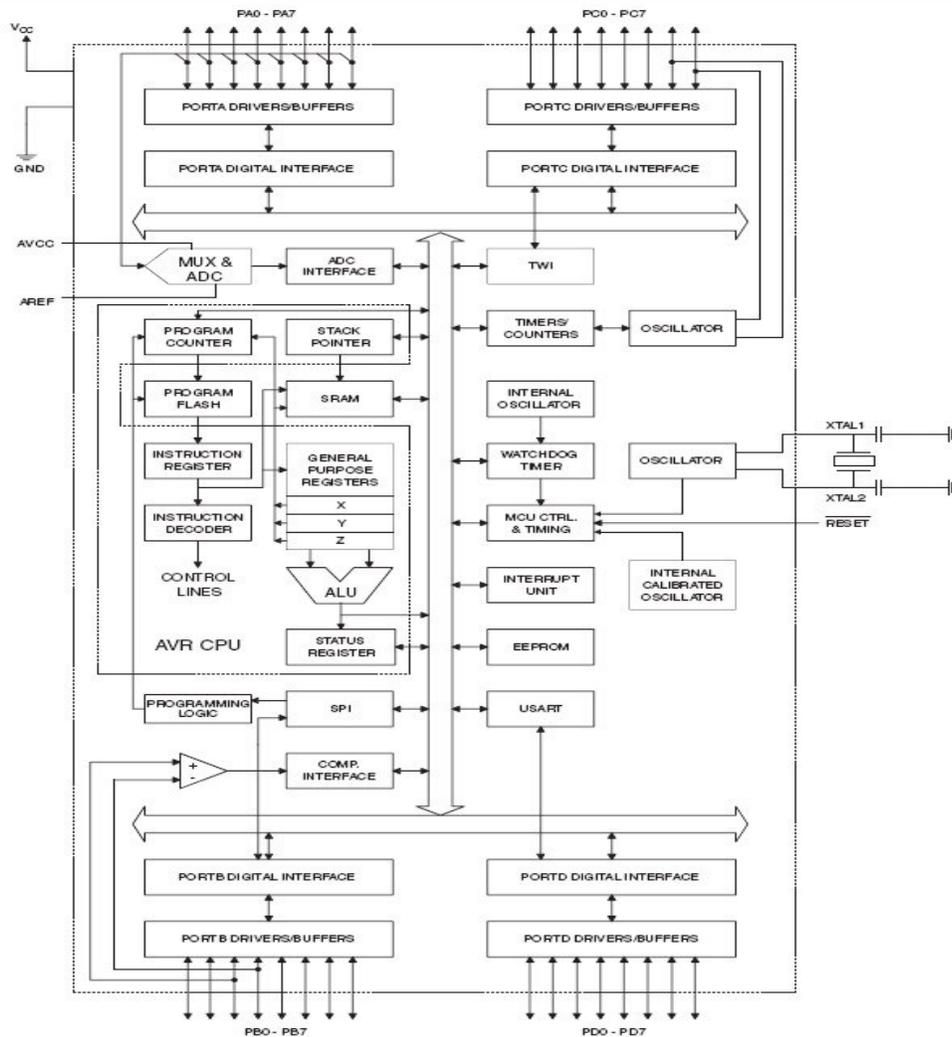
2.2. TINJAUAN UMUM MICRO CONTROLLER

Micro controller adalah suatu keping IC dimana terdapat mikroprosesor dan memori program *Read Only Memory* (ROM) serta memori *Random Access Memory* (RAM) serbaguna, bahkan ada beberapa jenis *micro controller* yang memiliki fasilitas ADC, PLL, EEPROM dalam satu kemasan. Penggunaan *micro controller* dalam bidang kontrol sangat luas dan populer. Hadirnya *micro controller* yang dilengkapi dengan teknologi *In-System Programming* (ISP) yaitu pemrograman yang *built-in* sehingga *micro controller* dapat diprogram secara langsung melalui komputer, memungkinkan pembuatan dan pengembangan sistem yang lebih sederhana tanpa harus menggunakan ROM eksternal untuk menyimpan kode program, *IC latch*, dan PPI 8255 untuk mengganti port *micro controller* yang terpakai sebagai jalur alamat memori 16 bit. Ada beberapa vendor yang membuat *micro controller*, salah satu diantaranya adalah Atmel. *micro controller AVR* (*At and Vegard's Risc prosesor*) memiliki arsitektur RISC 8 bit, di mana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (*16-bits word*) dan sebagian besar instruksi

dieksekusi dalam 1 (satu) siklus *clock*, berbeda dengan instruksi MCS 51 yang membutuhkan 12 siklus *clock*. Tentu saja itu terjadi karena kedua jenis *micro controller* tersebut memiliki arsitektur yang berbeda. AVR berteknologi *Reduced Instruction Set Computing* (RISC), sedangkan seri MCS 51 berteknologi *Complex Instruction Set Computing* (CISC). Secara umum, AVR dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu keluarga *Attiny*, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, *peripheral* dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, mereka bisa dikatakan hampir sama. Oleh karena itu, dipergunakan salah satu AVR produk Atmel, yaitu ATmega 8535. Selain mudah didapatkan dan lebih murah ATmega 8535 juga memiliki fasilitas yang lengkap. Untuk tipe AVR ada 3 jenis yaitu AT Tiny, AVR klasik, AT Mega. Perbedaannya hanya pada fasilitas dan I/O yang tersedia serta fasilitas lain seperti ADC, EEPROM dan lain sebagainya. Salah satu contohnya adalah AT Mega 8535. Memiliki teknologi RISC dengan kecepatan maksimal 16 MHz membuat ATmega 8535 lebih cepat bila dibandingkan dengan varian MCS 51. Fasilitas yang lengkap tersebut menjadikan ATmega 8535 sebagai *micro controller* yang lebih berdaya guna. Adapun blok diagramnya adalah seperti pada gambar 5 halaman berikut. Dari Gambar 2.5 dapat dilihat bahwa ATmega8535 memiliki bagian sebagai berikut:

- a. ADC 10 bit sebanyak 8 saluran.
- b. Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan perbandingan.
- c. CPU yang terdiri atas 32 buah register.
- d. *Watchdog Timer* dengan osilator internal.
- e. SRAM Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C dan Port D. sebesar 512 byte.
- f. *Flash memory* sebesar 8 KB dengan kemampuan *Read While Write*.
- g. Unit interupsi internal dan eksternal.
- h. Port antar muka SPI.
- i. EEPROM sebesar 512 byte yang dapat di program saat operasi.
- j. Antarmuka komparator analog.

k. Port USART untuk komunikasi serial fitur ATmega 8535



Gambar 2.5. Block diagram ATmega 8535

Sumber: Pemrograman Mikrokontroler AVR ATMEGA16 [6]

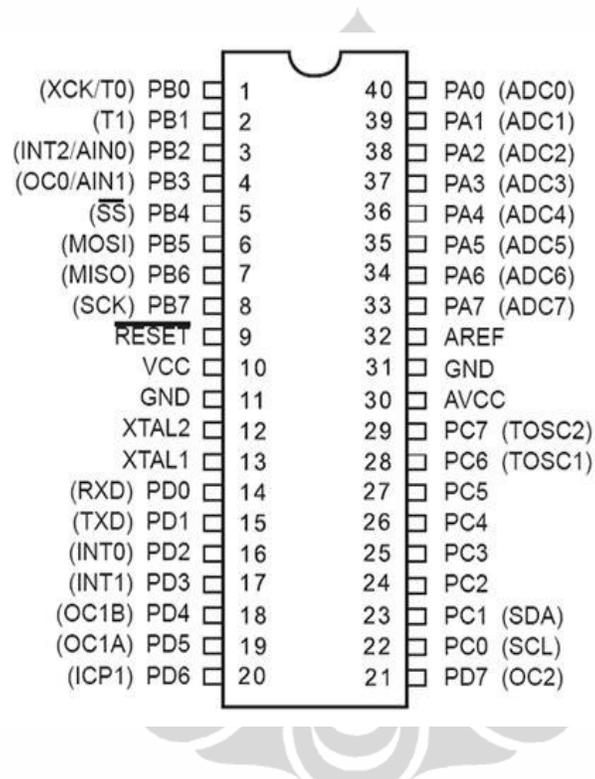
Kapabilitas detail dari ATmega 8535 adalah sebagai berikut:

- Sistem mikroprosesor 8 bit berbasis RISC dengan kecepatan maksimal 16 MHz.
- Kapasitas *Flash memory* 8 KB, SRAM sebesar 512 byte, dan *Electrically Erasable Programmable Read Only Memory* (EEPROM) sebesar 512 byte.
- ADC internal dengan fidelitas 10 bit sebanyak 8 channel.

- d. Portal komunikasi serial (USART) dengan kecepatan maksimal 2,5 Mbps.
- e. Enam pilihan mode *sleep* menghemat penggunaan daya listrik.

2.2.1. Konfigurasi Pin ATmega 8535:

Konfigurasi pin ATmega 8535 bisa dilihat pada Gambar 2.6 dibawah ini. Dari gambar tersebut dapat dijelaskan secara fungsional konfigurasi pin ATmega 8535 sebagai berikut:



Gambar 2.6. Konfigurasi pin ATmega 8535

Sumber: Pemrograman Mikrokontroler AVR ATMEGA16 [6]

- a. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya.
- b. GND merupakan pin ground.
- c. Port A (PA0...PA7) merupakan pin I/O dua arah dan pin masukan ADC.
- d. Port B (PB0...PB7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu Timer/ Counter, Komparator analog dan SPI.
- e. Port C (PC0...PC7) merupakan pin I/O dua arah dan pin khusus yaitu TWI, komparator analog dan timer oscillator.

- f. Port D (PD0...PD7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu komparator analog, intrupsi eksternal dan komunikasi serial.
- g. RESET merupakan pin yang digunakan untuk mereset *micro controller*.
- h. XTL1 Dan XTAL2 merupakan pin masukan *clock* ekstenal.
- i. AVCC merupakan pin masukan untuk tegangan ADC.
- j. AREF merupakan pin masukan tegangan referensi ADC.

Berikut adalah penjelasan fungsi tiap kaki.

a. PORT A

Merupakan 8-bit directional port I/O. Setiap pinnya dapat menyediakan internal pull-up resistor (dapat diatur per bit). *Output buffer* Port A dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan display LED secara langsung. *Data Direction Register* port A (DDRA) harus disetting terlebih dahulu sebelum port A digunakan. Bit-bit DDRA diisi 0 jika ingin memfungsikan pin-pin port A yang bersesuaian sebagai input atau diisi 1 jika sebagai output. Selain itu, kedelapan pin pada port A juga digunakan untuk masukan sinyal analog bagi *A/D coverter*.

b. PORT B

Merupakan 8 bit directional port I/O. setiap pinnya dapat menyediakan internal pull-up resistor (dapat diatur per bit). *Output buffer* Port B dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan display LED secara langsung. *Data Direction Register* port B (DDRB) harus disetting terlebih dahulu sebelum port B digunakan. Bit-bit DDRB diisi 0 jika ingin memfungsikan pin-pin port B yang bersesuaian sebagai input, atau diisi 1 jika sebagai output.

c. PORT C

Merupakan 8-bit directional port I/O. Setiap pinnya dapat menyediakan internal pull-up resistor (dapat diatur per bit). *Output buffer* Port C dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan display LED secara langsung. *Data Direction Register* port C (DDRC) harus disetting terlebih dahulu sebelum port C digunakan. Bit-bit DDRC diisi 0 jika ingin memfungsikan pin-pin port C yang bersesuaian sebagai input, atau diisi 1 jika sebagai output. Selain itu, DUA pin port C (PC6 dan PC7) juga memiliki fungsi alternatif sebagai *oscilator* untuk timer/counter 2.

d. PORT D

Merupakan 8-bit *directional* port I/O. Setiap pinnya dapat menyediakan internal pull-up resistor (dapat diatur per bit). Output buffer Port D dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan display LED secara langsung. *Data Direction Register* port D (DDRD) harus disetting terlebih dahulu sebelum port D digunakan. Bit-bit DDRD diisi 0 jika ingin memfungsikan pin-pin port D yang bersesuaian sebagai input, atau diisi 1 jika sebagai output. Selain itu, pin-pin port D juga memiliki untuk fungsi-fungsi alternatif khusus.

e. RESET

RST pada pin 9 merupakan reset dari AVR. Jika pada pin ini diberi masukan low selama minimal 2 machine cycle maka sistem akan di-reset.

f. XTAL1

XTAL1 adalah masukan ke inverting oscillator amplifier dan input ke internal clock operating circuit.

g. XTAL2

XTAL2 adalah output dari inverting oscillator amplifier.

h. Avcc

Avcc adalah kaki masukan tegangan bagi A/D Converter. Kaki ini harus secara eksternal terhubung ke Vcc melalui lowpass filter.

i. AREF

AREF adalah kaki masukan referensi bagi A/D Converter. Untuk operasional ADC, suatu level tegangan antara AGND dan AVCC harus diberikan ka kaki ini.

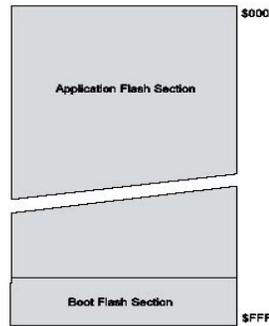
j. AGND

AGND adalah kaki untuk *analog ground*. Kaki ini dihubungkan ke GND, kecuali jika board memiliki *analog ground* yang terpisah.

2.2.2. Peta Memori

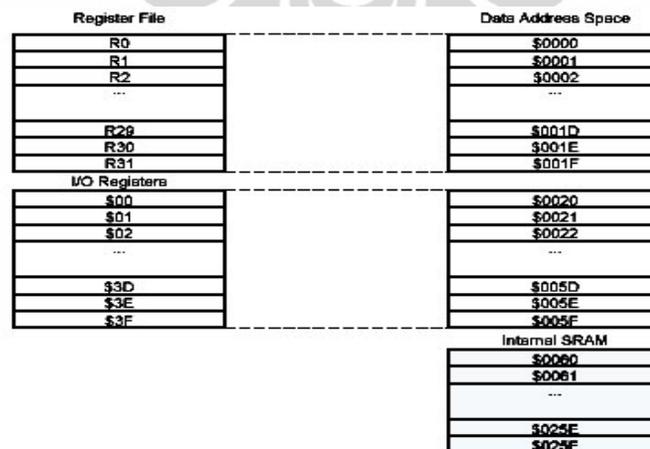
ATMega8535 memiliki ruang memori sebesar 8 KByte. *Micro controller* AVR ini memiliki 12-bit *program counter* (PC) sehingga dapat mengalami isi *flash Memory*, untuk menghindari kerusakan pada software, pada *flash memory*

ruang memorinya dibagi menjadi dua bagian, yaitu *boot program* dan *application program* seperti ditampilkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Peta Memori ATmega 8535
Sumber: Pemrograman Mikrokontroler AVR ATMEGA16 [6].

ATmega8535 memiliki ruang memori data dan program yang terpisah. Pada ATmega8535 memori data terbagi atas tiga bagian, yaitu terdapat 32 buah register umum dan 64 buah register I/O, dan 512 byte SRAM internal. Register-register yang terdapat pada ATmega8535 tersebut menempati alamat yang berbeda-beda, untuk register keperluan umum, register ini menempati alamat memori terbawah dari \$00 sampai \$1F. Sementara itu, register yang digunakan untuk menangani I/O dan kontrol terhadap peripheral *micro controller* menempati 64 alamat berikutnya, dari \$20 hingga \$5F, dan alamat berikutnya ditempati oleh SRAM 512 byte dari lokasi \$60 sampai \$25F. Gambar 2.8 berikut menunjukkan konfigurasi memori data ATmega8535 .



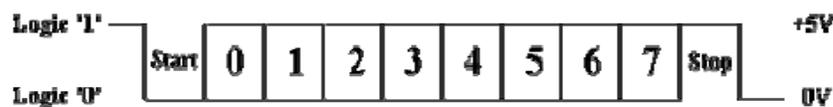
Gambar 2.8. Konfigurasi memori data ATmega8535.

Sumber: Pemrograman Mikrokontroler AVR ATMEGA16 [6].

2.2.3. Komunikasi RS232

Komunikasi data serial sangat berbeda dengan format pemindahan data paralel. Disini, pengiriman bit-bit tidak dilakukan sekaligus melalui saluran paralel, tetapi setiap bit dikirimkan satu persatu melalui saluran tunggal (perhatikan Gambar 2.9). Dalam pengiriman data secara serial harus ada sinkronisasi atau penyesuaian antara pengirim dan penerima agar data yang dikirimkan dapat diterima dengan tepat dan benar oleh penerima. Salah satu mode transmisi dalam komunikasi serial adalah mode *asynchronous*. Transmisi serial mode ini digunakan apabila pengiriman data dilakukan satu karakter tiap pengiriman. Antara satu karakter dengan yang lainnya tidak ada waktu antara yang tetap. Karakter dapat dikirimkan sekaligus ataupun beberapa karakter, kemudian berhenti untuk waktu yang tidak tentu, kemudian dikirimkan sisanya. Dengan demikian bit-bit data ini dikirimkan dengan periode yang acak sehingga pada sisi penerima data akan diterima kapan saja. Adapun sinkronisasi yang terjadi pada mode transmisi ini adalah dengan memberikan bit-bit penanda awal dari data dan penanda akhir dari data pada sisi pengirim maupun dari sisi penerima. Format data komunikasi serial terdiri dari parameter-parameter yang dipakai untuk menentukan bentuk data serial yang dikomunikasikan. Elemen-elemennya terdiri dari :

- a. Kecepatan mobilisasi data per bit (*baud rate*)
- b. Jumlah bit data per karakter (*data length*)
- c. Parity yang digunakan
- d. Jumlah stop bit dan start bit



Gambar 2.9. Format pengiriman data serial
Sumber: Pemrograman Mikrokontroler AVR ATMEGA16 [6].

RS232 sebagai komunikasi serial mempunyai 9 pin yang memiliki fungsi masing-masing. Pin yang biasa digunakan adalah pin 2 sebagai *received data*,

pin 3 sebagai *transmitted data*, dan pin 5 sebagai *ground signal*. Karakteristik elektrik dari RS232 adalah sebagai berikut :

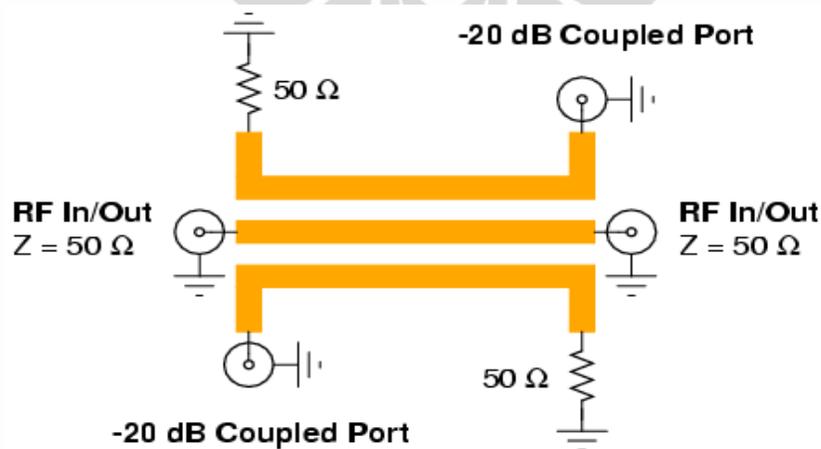
1. *Space* (logic 0) mempunyai level tegangan sebesar +3 s/d +25Volt.
2. *Mark* (logic 1) mempunyai level tegangan sebesar -3 s/d -25 Volt.
3. Level tegangan antara +3 s/d -3 Volt tidak terdefiniskan.

Arus yang melalui rangkaian tidak boleh melebihi dari 500 mA., ini dibutuhkan agar sistem yang dibangun bekerja dengan akurat.

2.3. TINJAUAN UMUM SENSOR POWER

Untuk mendapatkan satuan power *forward* dan power *reflected* bisa digunakan *directional coupler*. *Directional coupler* banyak digunakan sebagai sensor SWR meter pabrikan, semisal diamond, daiwa, MFJ dan sebagainya.

Prinsip kerja *directional coupler* adalah berdasar induksi dari *power line*, sehingga dari induksi tersebut didapatkan besaran frekuensi yang identik dengan frekuensi sinyal dalam *power line*, sedangkan sinyal cuplik adalah sebanding dengan sinyal pada *power line*. Gambar 2.10 menunjukkan rangkaian dasar *directional coupler* dan Gambar 2.11 menunjukkan salah satu jenis *directional coupler*.



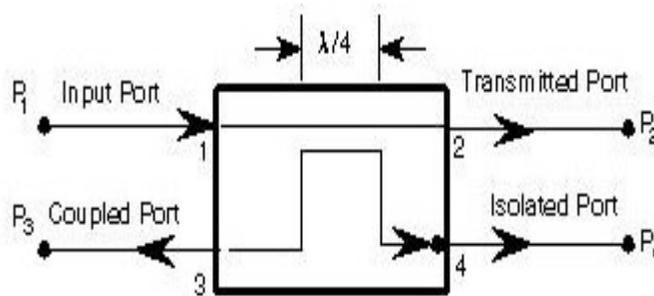
Gambar 2.10. Rangkaian dasar *directional coupler*



Gambar 2.11. Salah satu contoh *directional coupler*

Pada penggunaan *directional coupler* akan terjadi kehilangan daya, jika suatu *directional coupler* disekemakan seperti gambar 2.12, daya yang hilang adalah sebesar :

$$\text{Loss}_{2,1} = 10 \log (1 - P_3/P_1) \text{ dB} \dots\dots\dots 2.1$$



Gambar 2.12. Skema *directional coupler*

Untuk menggunakan SWR sebagai parameter yang diukur, hubungan antara *power forward* dan *power reflected* adalah sesuai persamaan berikut [11] :

$$\Gamma = \frac{V_r}{V_f} \dots\dots\dots 2.2$$

$$VSWR = \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \frac{1 + \rho}{1 - \rho} \dots\dots\dots 2.3$$

Dimana V_f tegangan *forward*, V_r tegangan *reflected*, Γ koefisien refleksi dan $\rho = |\Gamma|$

2.4. TARGET TEKNIS YANG DIHARAPKAN

Sistem towerset monitor bekerja berdasar satuan-satuan dan batasan dari karakteristik peralatan VHF A/G sesuai buku manual perawatan dan pengoperasian, perangkat towerset monitor dapat dikatakan bisa beroperasi dengan baik jika bisa memenuhi hal sebagai berikut :

- A. Jika SWR dari VHF A/G adalah 1, maka kondisi sistem towerset adalah bagus sekali.
- B. Jika SWR dari VHF A/G adalah berkisar dari nilai 1-2, maka sistem *transmitter* towerset dalam kondisi normal.
- C. Jika SWR dari VHF A/G adalah lebih dari 2, maka SWR pada sistem *transmitter* terlalu tinggi.
- D. Pada cakupan power, sistem towerset monitor bisa dikatakan beroperasi baik jika penurunan power sebagai efek dari penambahan alat adalah kurang atau sama dengan 10 % dari power.
- E. PTT pada saat kondisi logika 0, maka untuk PTT pasif, tegangan kerjanya adalah 0 Volt.

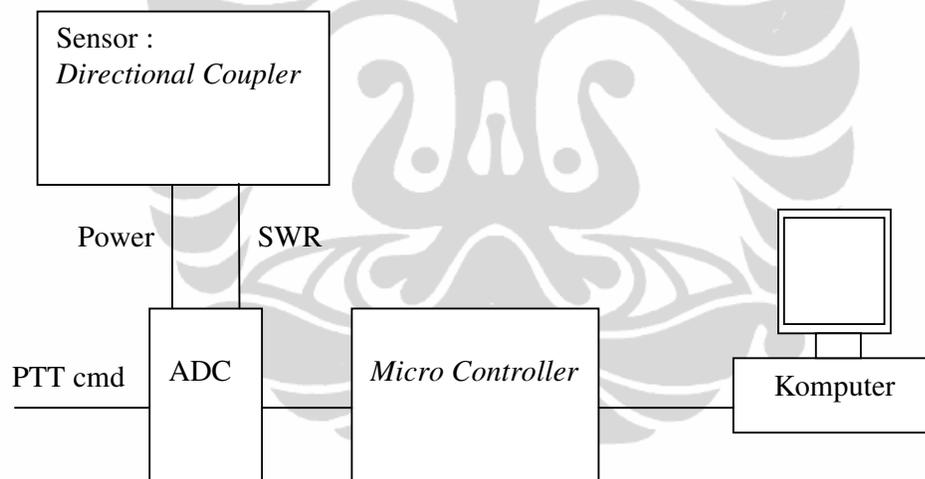
BAB III

PERANCANGAN SISTEM

Untuk mewujudkan sistem towerset monitor, maka akan digunakan *micro controller* untuk akuisisi data dari sensor dimana besaran analog akan dirubah menjadi digital, dan kemudian diambil dan diproses dalam komputer melalui port serial. Dalam sistem ini untuk mengirimkan warning SMS ke bagian-bagian dan personel terkait digunakan USB modem atau *handset* yang yang sesuai.

3.1. BLOK DIAGRAM

Blok diagram dari sistem towerset monitor adalah sebagai berikut :



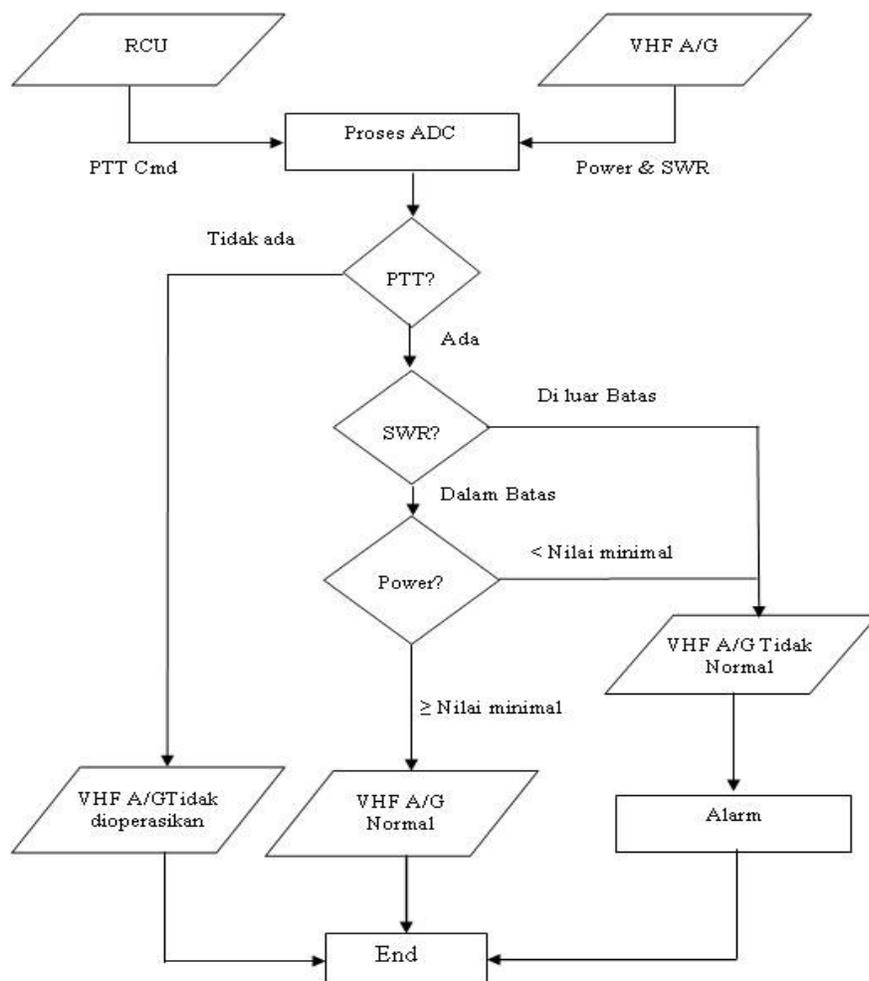
Gambar 3.1. Blok diagram sistem towerset monitor

Dalam blok diagram seperti pada gambar 3.1, *PTT command* berupa tegangan sebesar 24 sampai dengan 28 Volt yang mana pada saat PTT aktif tegangan 24 Volt tersebut dihubungkan ke *ground* sehingga tegangan menjadi 0 Volt, kondisi ini bisa dianalogikan sebagai kondisi 1 dan 0 dan diumpankan ADC. Dengan adanya PTT maka VHF A/G akan mentransmisikan sinyal ke antenna, melalui sensor yang berupa *directional coupler*, pada bagian *directional coupler*, *power forward* dan *power reflected* akan di cuplik dengan besar sinyal sebanding dengan

besar power. Hasil pencuplikan tersebut akan diumpangkan ke *micro controller* untuk dirubah menjad isinyal digital. Disamping hasil pencuplikan dikirimkan pula kondisi *PTT command*. Hasil dari perubahan sinyal digital akan diumpangkan ke komputer untuk diproses oleh aplikasi, sehingga akan didapatkan kondisi kerja dari transmitter VHF A/G tersebut yang selanjutnya jika terjadi ketidak normalan akan memberikan respons berupa alarm maupun pengiriman SMS kepada nomer tertentu.

3.2. DIAGRAM ALIR

Gambar 3.2 berikut ini merupakan diagram alir dari sistem towerset monitor.



Gambar 3.2. Diagram alir proses dalam sistem towerset monitor

Untuk memperjelas diagram alir, berikut pseudo code proses dari sistem towerset monitor.

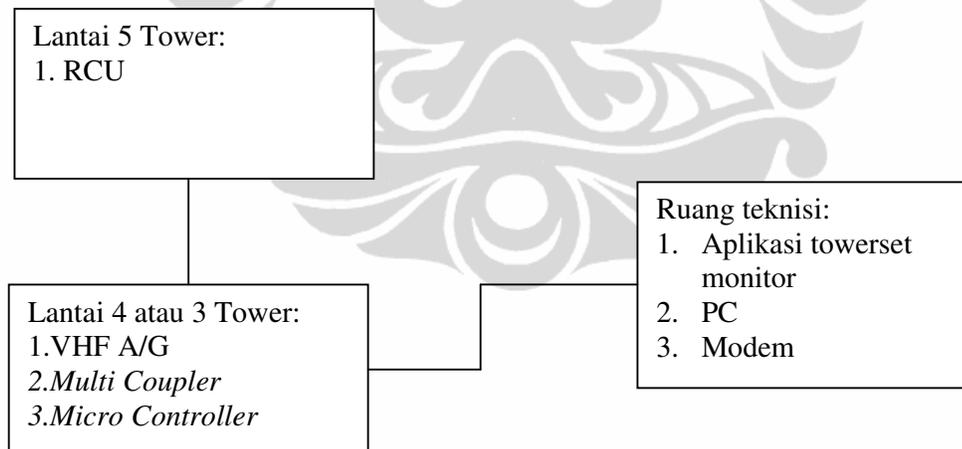
```

1  Var SWR, PTT, Power
2  Begin
3  If (PTT=1 & SWR >= Max threshold) then
4    Kirim sms;
5    VHF tidak normal;
6  If (PTT=1 & Power < Min threshold) then
7    Kirim sms;
8    VHF tidak normal;
9  If (PTT=0 & (SWR>0 || Power> 0) then
10   Kirim sms;
11   VHF tidak normal;
12  If (PTT=0 & Power =0 & SWR=0) then
13   VHF tidak dioperasikan;
14  Else
15   VHF normal;
16  End.

```

3.3. DEPLOYMENT DIAGRAM

Deployment diagram dari sistem towerset monitor adalah sebagai Gambar 3.3 berikut:



Gambar 3.3. *Deployment diagram* sistem towerset monitor

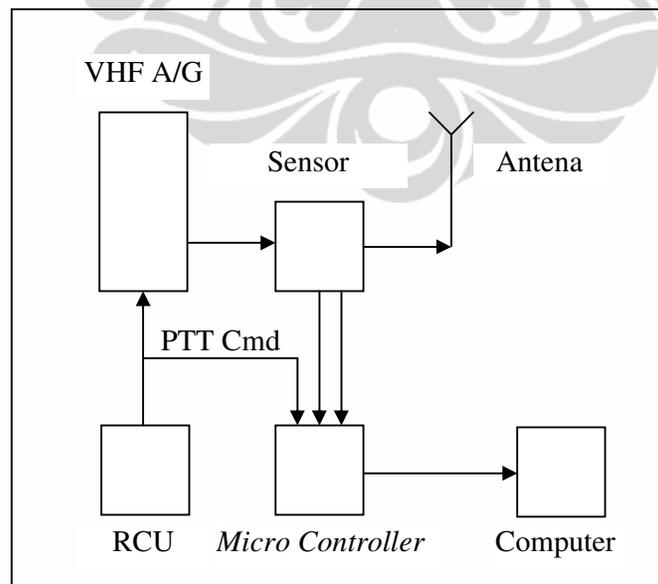
Pada lantai 5 tower, terdapat RCU (*remote control Unit*), dimana dari RCU akan diberikan perintah PTT oleh ATC ke transmitter VHF A/G, pada lantai 3 atau 4 tower, terdapat VHF A/G dimana pada tempat tersebut sensor yang digunakan dalam sistem towerset monitor yaitu *directional coupler* dan perangkat akuisisi

data *micro controller* ditempatkan tersambung dengan *transmitter* VHF A/G, kemudian hasil dari akuisisi data akan dikirimkan ke komputer dimana aplikasi dari tower set monitor yang berada di ruang teknisi untuk memberikan warning kepada teknisi yang bertugas saat terjadi ketidak normalan VHF A/G *transmitter*.

3.4. POSISI SISTEM TOWERSET MONITOR DALAM SISTEM TOWERSET

Pada sistem tower set yang ada pada saat ini, sistem monitor dilakukan secara internal dari perangkat VHF A/G, dengan penambahan sistem monitor yang bisa memberikan warning secara *remote* maka diharapkan akan lebih menjaga kesiapan perangkat untuk mendukung operasional bandar udara.

Sensor dari sistem tower set monitor yang akan digunakan, akan disambungkan ke powerline dari transmitter VHF A/G, penempatan ini dikarenakan prinsip kerja *directional coupler* yang akan mencuplik power. Power dan sinyal cuplikan akan mempunyai frekuensi identik dengan besar yang sebanding. Gambar 3.4 merupakan diagram penempatan sensor dalam sistem VHF A/G.



Gambar 3.4. Blok diagram sistem tower set monitor dalam sistem tower set

3.5. PERSONEL YANG TERLIBAT

Pada perancangan towerset monitor ini, personel yang diberikan *warning* jika terjadi ketidaknormalan sistem adalah kepala bandara, pimpinan teknisi dan teknisi perangkat towerset. Kepala bandara diberikan *warning* dengan alasan bahwa segala sesuatu yang terjadi di bandara kepala bandara merupakan penanggung jawab utama, kepala teknisi diberikan *warning* dengan alasan bahwa operasional perangkat elektronika, radio dan listrik penunjang operasional bandara merupakan tanggung jawabnya. Teknisi perangkat towerset diberikan *warning* dengan pertimbangan bahwa teknisi tersebut yang mempunyai kapabilitas perbaikan dan penanganan lanjut dibuktikan dengan lisensi dan rating towerset yang diperolehnya.

3.6. PERANGKAT PENDUKUNG

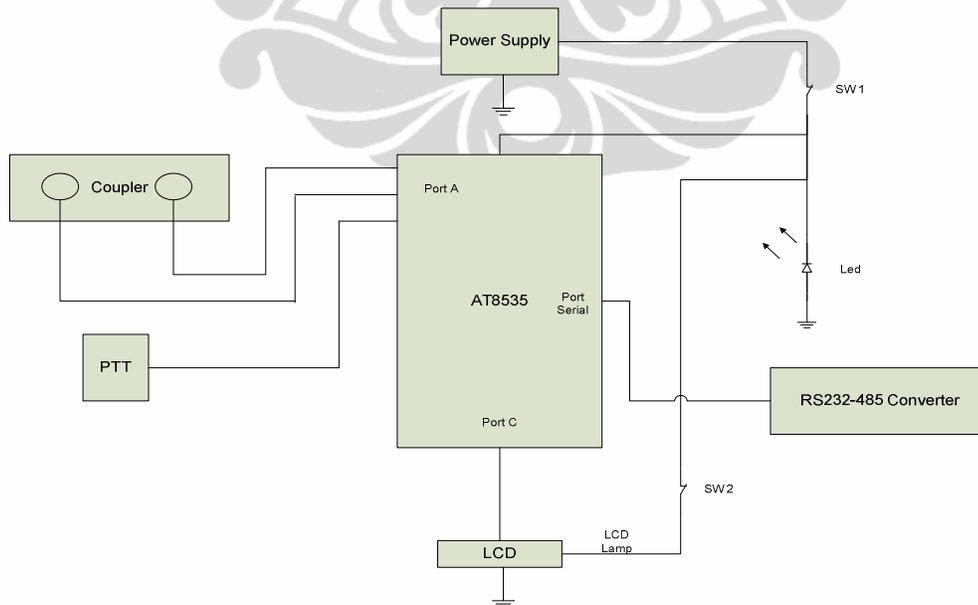
Untuk mendukung implementasi, diperlukan beberapa instrumen, alat ukur dan peralatan pendukung, instrumen dan alat ukur yang dipergunakan adalah *radio communication service monitor* yang digunakan untuk mengetahui power secara akurat, SWR meter digunakan untuk mengukur besarnya SWR dan sistem towerset yang digunakan untuk pengambilan data dan ujicoba. Untuk pembuatan aplikasi dan pendukungnya, digunakan software pemrograman berbasis pascal untuk pembuatan aplikasi SMS pada PC, dengan sistem operasi windows serta digunakan software pemrograman berbasis bahasa C untuk pembuatan *firmware microcontroller*.

BAB IV

IMPLEMENTASI, HASIL PENGUKURAN DAN ANALISA DATA SISTEM TOWERSET MONITOR

4.1. Implementasi Modul *Hardware* Untuk Akuisisi Data

Hardware untuk akuisisi data RF dari *transmitter* terdiri dari 5 bagian. Bagian-bagian tersebut adalah transduser untuk RF, transduser PTT, perangkat penampil data secara lokal, dalam hal ini menggunakan LCD, modul *micro controller* dan modul untuk komunikasi serial. *Blok diagram* dari modul untuk akuisisi data tersebut adalah seperti Gambar 4.1, port A dari modul AVR atmega terhubung ke transduser, port komunikasi serial terhubung ke RS 232-RS 485 *converter*, port C terhubung ke LCD yang digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran secara lokal. Untuk memberikan penerangan saat pembacaan hasil pengukuran yang ditampilkan pada LCD, lampu back light dari LCD bisa diaktifkan melalui *togle switch* yang diletakkan pada panel depan. Pada panel depan juga terletak *togle switch* yang digunakan untuk on dan off *power supply* yang berasal dari adaptor.

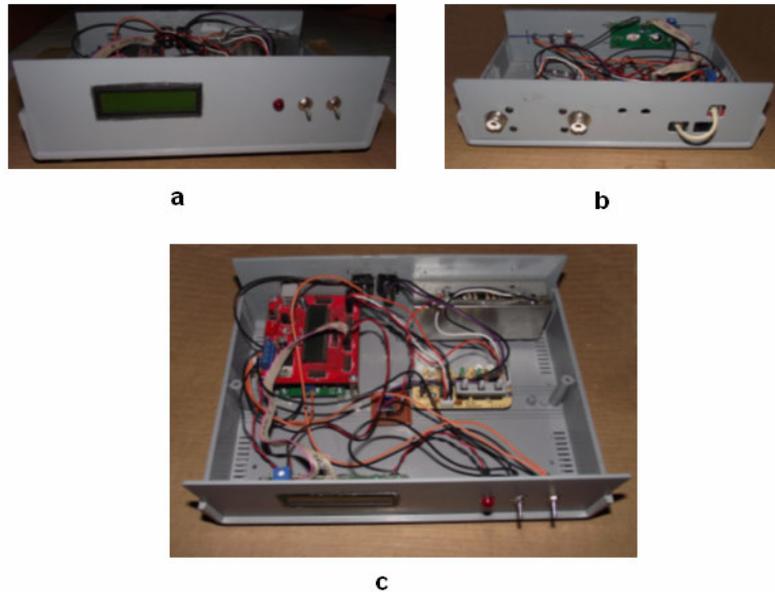


Gambar 4.1. Blok diagram *hardware* untuk akuisisi data dari towerset.

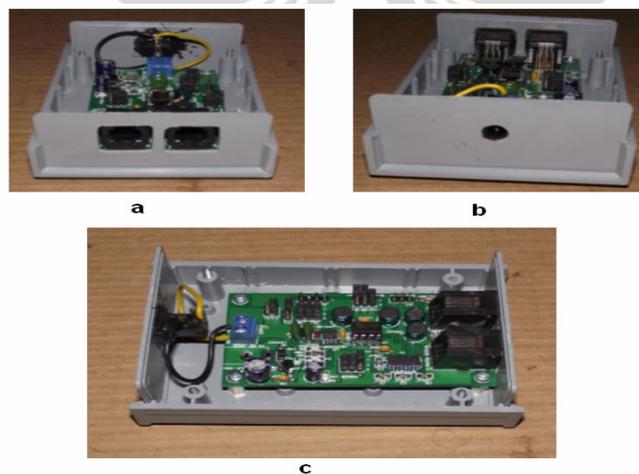
Prinsip kerja modul *hardware* akuisisi data towerset monitor adalah sebagai berikut. Data dari *transmitter* diambil menggunakan transduser sinyal RF untuk mengambil parameter *power forward* dan *power reflected*, dari kedua parameter ini pula dapat ditentukan besaran SWR, hasil sensing dari transduser berupa tegangan DC yang sebanding dengan besar *power forward* dan *power reflected*. Untuk mengakuisisi data dari *PTT command* yang berupa tegangan DC 22,5 V, diperlukan sebuah rangkaian penyalaras sehingga level tegangan akan sesuai dengan level tegangan yang dapat diakomodasi oleh modul *microcontroller*, dimana besarnya tegangan *PTT command* akan sebanding dengan besarnya keluaran rangkaian penyalaras. Data hasil dari transduser-transduser untuk *power reflected*, *power forward* dan *PTT command* kemudian diumpungkan ke *analog to digital converter* (ADC) yang sudah terdapat dalam internal modul *microcontroller* AVR 8535 melalui port A. Data hasil konversi kemudian dihitung dan diproses oleh *microcontroller* AVR8535 dengan *firmware* yang telah dibuat sebelumnya. Hasil dari proses ini akan ditampilkan secara lokal dengan LCD melalui port C dan dikirimkan melalui komunikasi serial ke komputer melalui port serial. Untuk menambah jarak jangkauan koneksi ke komputer, maka diperlukan sebuah modul RS 232-RS 485 *converter* sehingga pengkabelan dari modul ini ke komputer bisa menjangkau jarak dari ruang *transmitter* towerset di tower ke ruang teknisi. Perangkat dapat dihidupkan dan dimatikan dengan mengoperasikan *switch* SW1, dan untuk memberikan penerangan pada saat pembacaan data secara lokal pada LCD, maka *back light* LCD dapat diaktifkan dengan mengoperasikan *switch* SW2.

Modul *hardware* akuisisi data dari towerset monitor adalah seperti pada Gambar 4.2, Gambar 4.2 a adalah tampak depan dari *hardware* towerset monitor dimana terdapat sebuah LCD, sebuah LED dan dua buah *togle switch* SW1 dan SW2, Gambar 4.2 b merupakan tampak belakang *hardware* towerset monitor, pada bagian belakang ini terdapat terminal input RF, terminal output RF, terminal input PTT, terminal *power supply* dan terminal untuk komunikasi serial dengan komputer. Gambar 4.2 c menunjukkan bagian dalam dari *hardware* towerset monitor.

Pada Gambar 4.3 ditampilkan modul RS 232-RS 485 *converter*, Gambar 4.3 a adalah tampak depan modul tersebut dimana terdapat terminal komunikasi serial dari modul AVR dan ke komputer, sedangkan Gambar 4.3 b adalah tampak belakang, terdapat sebuah terminal *power supply* dan Gambar 4.3 c adalah bagian dalam dari modul RS 232-RS 485 *converter*.



Gambar 4.2. Hardware untuk akuisisi data dari tower set, (a) tampak depan, (b) tampak belakang dan (c) bagian dalam.



Gambar 4.3. Modul RS 232-RS 485 *converter* (a) tampak depan, (b) tampak belakang dan (c) bagian dalam.

4.1.1. Modul *Microcontroller*

Pada implementasi akuisisi data sistem tower set monitor, input output dibagi sedemikian rupa sehingga semua input dan output bisa diakomodasi oleh sebuah *microcontroller*, *microcontroller* yang digunakan adalah produksi atmel tipe AVR atmega 8535, dipilih tipe ini karena keluarga *microcontroller* AVR banyak digunakan di Indonesia sehingga pengembangannya lebih mudah dan gampang untuk didapatkan di pasaran.

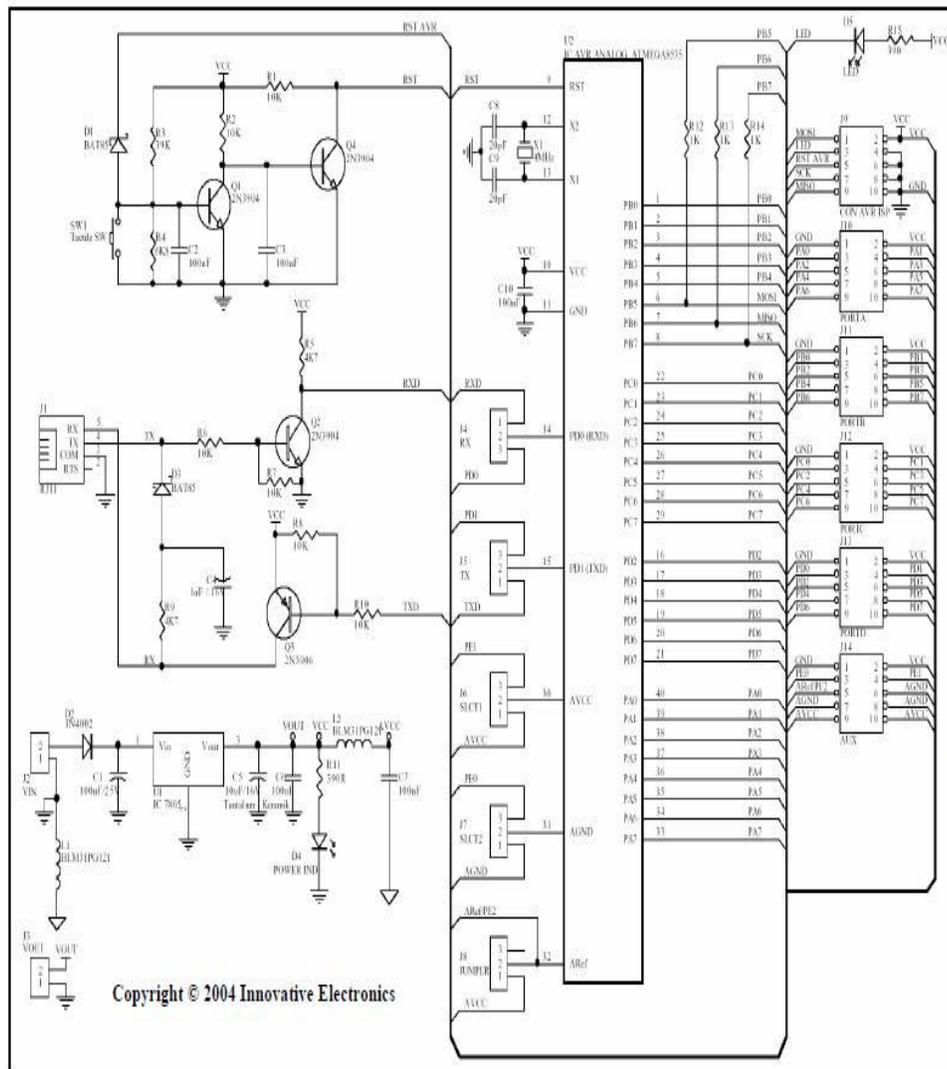
Keunggulan lain dari keluarga AVR adalah merupakan *microcontroller* RISC (*reduce instruction set computer*) 8 bit berdasarkan arsitektur harvard, AVR sendiri merupakan kepanjangan dari *advanced versatile RISC*, ada pula yang mengartikan *Alf and Vegard's RISC processor*. AVR memiliki kecepatan eksekusi program yang lebih baik daripada *microcontroller* yang menggunakan arsitektur CISC semisal MCS51, AVR bisa mengeksekusi perintah dalam 1 siklus *clock* sedangkan pada MCS51 dibutuhkan 12 siklus *clock* [6].

Dari segi fitur, keluarga AVR juga memiliki fitur yang lengkap, pada AVR atmega 8535 mempunyai 4 port input output dan di dalamnya telah terintegrasi sebuah ADC (*analog to digital converter*), EEPROM, timer dan counter watchdog timer, PWM, komparator, komunikasi serial dan fitur-fitur lainnya.

AVR atmega yang digunakan untuk sistem tower set monitor ini adalah AVR atmega 8535 dalam form 40 DIP (*dual in line package*) yang mempunyai flash memori 16 Kbyte, EEPROM 512 Byte dan SRAM 1 Kbyte, saluran input output sebanyak 32 buah dan memiliki 32 register serta dalam rangkaian ini bisa menggunakan *crystal* dengan frekuensi 4 sampai dengan 16 MHz.

Pada modul akuisisi data sistem tower set monitor ini port input-output pada AVR atmega 8535 dialokasikan port A untuk input ADC dari sensor-sensor besaran yang diukur, ADC0 digunakan sebagai input sinyal cuplikan dari *power forward*, ADC1 digunakan sebagai input sinyal PTT dan ADC2 digunakan sebagai input sinyal cuplikan dari *power reflected*, port C digunakan untuk output ke LCD dan port D digunakan untuk mengirimkan data hasil konversi ADC secara serial ke komputer melalui RS 232-RS 485 *converter*.

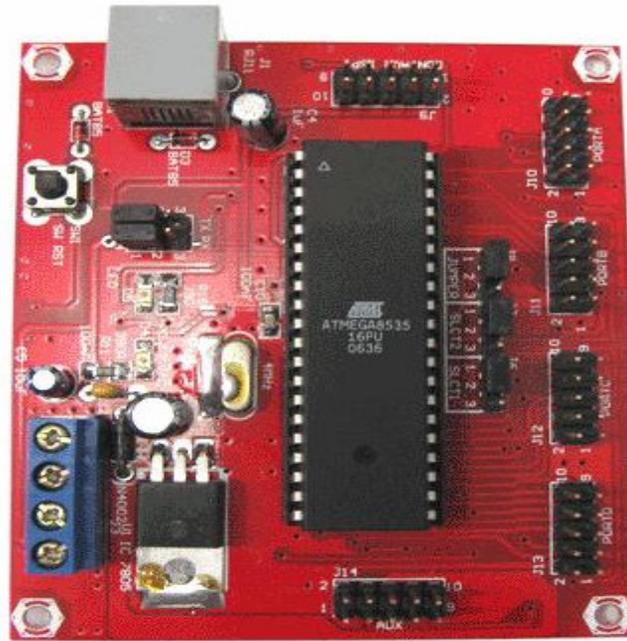
Adapun rangkaian dari atmega 8535 adalah seperti Gambar 4.4 berikut.



Gambar 4.4.Rangkaian AVR atmega 8535 dalam 1 board.

Sumber: Low Coast AVR Microsystem Manual [7]

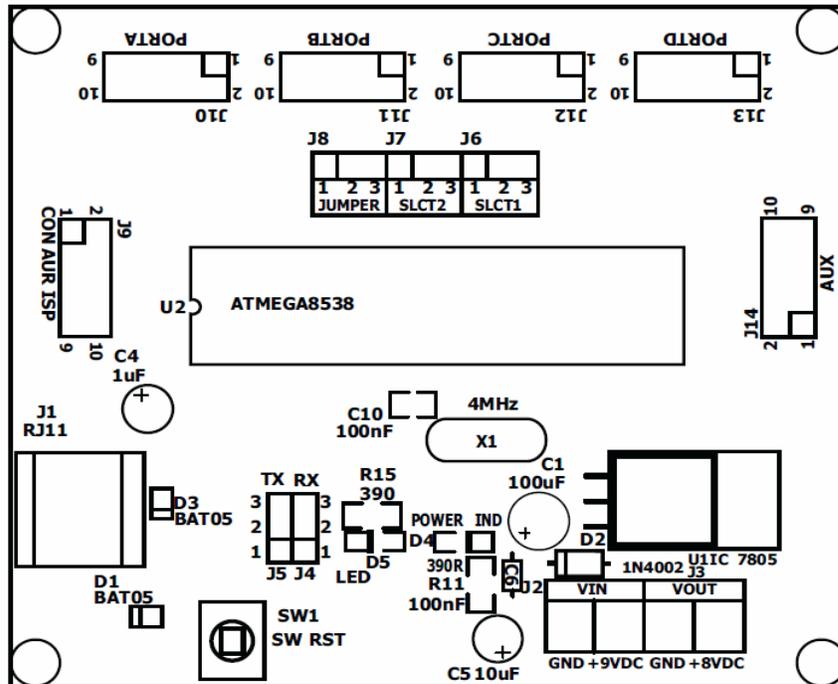
Modul AVR atmega yang digunakan adalah buatan innovative electronic yang mana dalam board modul tersebut sudah tersedia port-port input dan output serta port untuk komunikasi serial serta *in system programing* untuk proses *flashing firmware*, sehingga lebih memudahkan untuk pengaplikasian dan konektivitas ke bagian modul lain, terdapat power regulator sehingga memudahkan pemilihan dan meningkatkan keamanan modul dari kemungkinan *overvoltage* serta tegangan transient dari *power supply* yang digunakan untuk mencatu modul AVR atmega tersebut. Gambar modul AVR atmega 8535 adalah seperti Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Modul AVR atmega 8535 dalam 1 board.

Fitur yang terdapat dalam modul atmega 8535 adalah mendukung digunakannya AVR 40 pin, memiliki jalur input output sampai dengan 35 pin, memiliki rangkaian *eksternal brownout* sebagai rangkaian *reset*, terdapat *LED programing indicator* yang digunakan sebagai indikator pada saat *flashing*, *LED programing indikator* akan berkedip-kedip pada saat proses *flashing firmware* sedang berlangsung melalui *in system programing port*. Dalam modul ini terdapat pula jumper-jumper untuk mengkonfigurasi beberapa model pengambilan tegangan referensi dengan internal ADC, selain jumper-jumper konfigurasi modul ini mempunyai osilator dimana osilator tersebut menggunakan *crystal* yang mampu membangkitkan frekuensi 4 MHz.

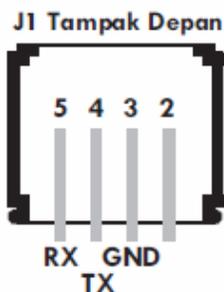
Dalam modul AVR atmega 8535 tersedia pula jalur komunikasi serial UART RS-232 dengan konektor RJ 11 sehingga dengan konektor tersebut memudahkan untuk konektivitas antar sub sistem, selain itu terdapat port untuk pemrograman *secara in system programing (ISP)*, tegangan supply yang bisa diaplikasikan untuk modul ini berkisar pada 9 sampai dengan 12 VDC dengan tegangan keluaran untuk mencatu *microcontroller* sebesar 5VDC.



Gambar 4.6. Sekema modul AVR atmega 8535 dalam 1 board.

Sumber: Low Coast AVR Microsystem Manual [7]

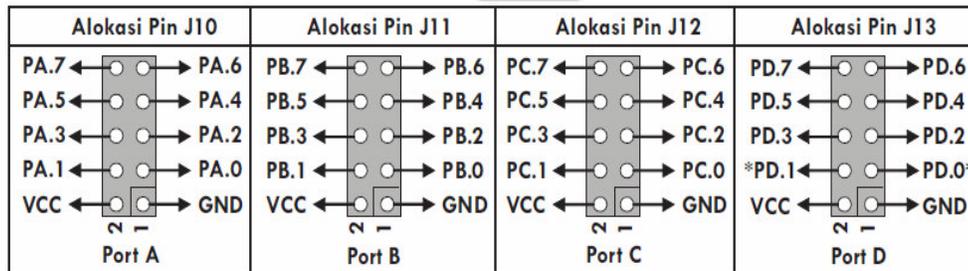
Seperti pada Gambar 4.6 sekema modul AVR atmega 8535 di atas, J9 merupakan port yang digunakan untuk *flashing firmware*, J1 merupakan port untuk koneksi serial, sedangkan J10 sampai dengan J13 adalah port A, port B, Port C dan port D yang merupakan port input dan output. Alokasi pin-pin pada J1 seperti pada Gambar 4.7, pin 5 digunakan sebagai jalur *receiver* data (RX), pin 4 digunakan sebagai jalur pengiriman data (TX) dan pin 3 merupakan *ground*. Pin 1 dan 2 tidak digunakan.



Gambar 4.7. Alokasi pin pada port komunikasi serial dengan konektor RJ11.

Sumber: Low Coast AVR Microsystem Manual [7]

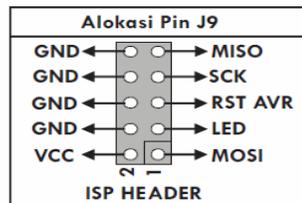
Alokasi pin-pin pada J10 sampai dengan J13 adalah seperti Gambar 4.8 berikut adalah pin 2 dari tiap-tiap port merupakan sumber tegangan 5 VDC, pin 1 merupakan *ground*, pin 3 sampai dengan pin 10 merupakan pin *input output* 0 sampai dengan 7 dari tiap-tiap port, khusus pada port A, pin 3 sampai dengan pin 10 digunakan sebagai *input* ADC, dan pada port D, pin 3 dan pin 4 (PD 0 dan PD 1) tidak bisa difungsikan sebagai pin input-output karena difungsikan sebagai jalur komunikasi serial dengan komputer.



Gambar 4.8. Alokasi pin pada J10 sampai dengan J13 sebagai digital input output.

Sumber: Low Coast AVR Microsystem Manual [7]

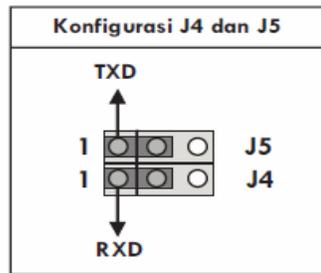
Pada Gambar 4.9 menunjukkan *port in system programming (ISP)* yang merupakan port untuk untuk flashing firmware pada AVR 8535. adapun alokasi pin-pin pada J9 adalah pin 7 merupakan *serial clock (SCK)* yang dikirimkan dari komputer, pin 1 merupakan *Master Output Slave Input (MOSI)* yang digunakan untuk mengirimkan data dari komputer sebagai *master* ke AVR 8535 sebagai *slave*, pin 9 sebagai *Master Input, Slave Output (MISO)* yang digunakan untuk mengirimkan data dari AVR 8535 sebagai *slave* ke komputer sebagai *master*, pin 2 merupakan sumber tegangan 5 VDC, pin 4, 6, 8 dan 10 merupakan *ground*, pin 4 digunakan untuk reset AVR dari komputer dan pin 3 digunakan untuk indikator saat *flashing*.



Gambar 4.9. Alokasi pin pada J9 untuk ISP firmware.

Sumber: Low Coast AVR Microsystem Manual [7]

Dalam penggunaan modul AVR 8535 dengan opsi komunikasi serial menggunakan RS232 maka pada port J4 dan J5 seperti pada Gambar 4.10, jumper dikonfigurasi pada pin 1 dan 2, dimana pin 1 pada J4 merupakan jalur penerimaan data (RXD) sedangkan pin 1 pada J5 merupakan jalur pengiriman data (TXD). Pada konfigurasi ini pin data 0 (PD0) dan pin data 1 (PD1) pada port D tidak bisa difungsikan sebagai pin input output data akan tetapi digunakan untuk komunikasi serial tersebut.



Gambar 4.10. Konfigurasi J4 dan J5 untuk komunikasi serial RS232.

Sumber: Low Coast AVR Microsystem Manual [7]

4.1.2. Tampilan Lokal Data

Didalam *hardware* untuk akuisisi pada sistem towerset monitor yang dibuat, untuk menampilkan secara lokal data hasil pengukuran digunakan LCD LMB 162A produksi topway dimana LCD ini mempunyai dimensi 80.0(W) X 36.0(H) X 14.0(T) mm, *viewing Area* 64.6(W) X 16.0(H) mm, jumlah karakter 32 karakter dalam 2 baris, ukuran karakter 2.95 X 5.55 mm, ukuran dot dalam LCD 0.55 X 0.65 mm, mode LCD adalah *super-twisted nematic (STN) Positive Transflective* display, latar belakang LCD berwarna kuning kehijauan dan warna sinar *back light* adalah kuning. *Supply* tegangan logic VDD LCD adalah minimal 4.5 VDC, dengan nilai operasional rata-rata 5.0 VDC dan nilai maksimal agar bisa beroperasi secara normal adalah 5.5 VDC, supply tegangan LCD Drive VDD-VO adalah 5.0 VDC, *input high voltage* VIH adalah minimal sebesar 2.2 VDV dan nilai maksimal sebesar nilai VDD, *input low voltage* VIL sebesar -0.3 sampai dengan 0.6 VDC, *output high voltage* VOH adalah minimal 2.4 VDC dan maksimal sama dengan nilai VDD, *output low voltage* sebesar 0.4 VDC, *supply*

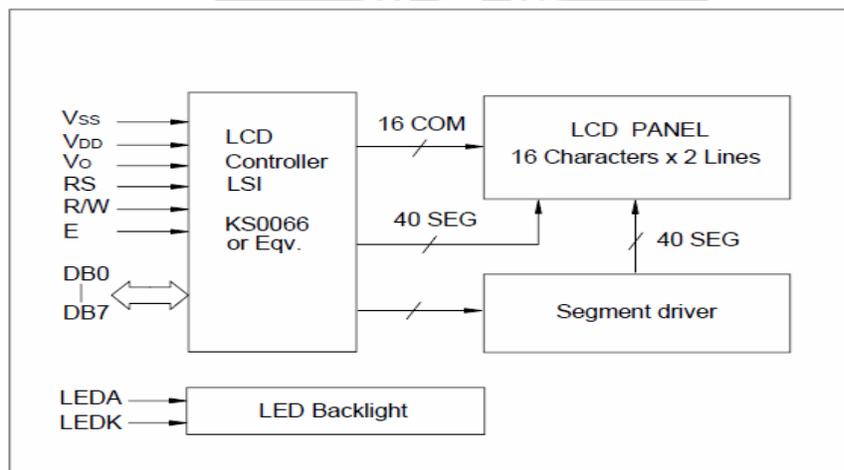
current logic I_{DD} pada kondisi V_{DD} 5.0 VDC adalah sebesar 1.5 mA dan nilai maksimal sebesar 3.0 mA. Tampilan dari LCD LMB 162A adalah seperti Gambar 4.11.



Gambar 4.11. LCD LMB 162A.

Sumber : [http:// image.made-in-china.com](http://image.made-in-china.com) [9]

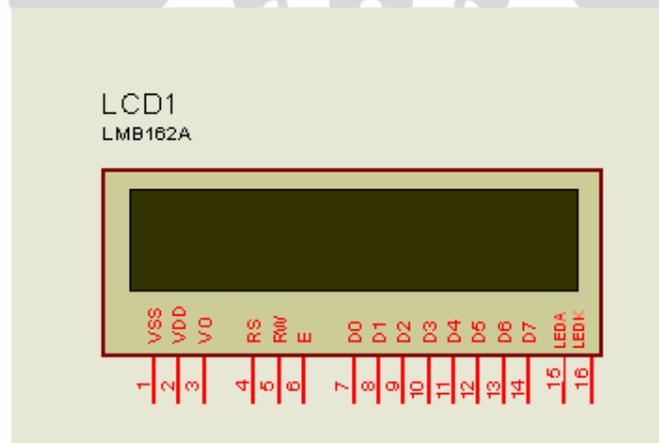
Blok diagram dari LCD LMA 162 A seperti terlihat pada Gambar 4.12, dimana LCD ini mempunyai 4 bagian, 3 bagian utama adalah sebuah *driver* dan *controller* LCD *dotmatrix* dalam hal ini menggunakan IC KS0066, dimana *driver* ini merupakan *low power CMOS* yang mampu menampilkan sampai dengan dua baris tampilan dimana tiap baris terdiri dari 5 sampai dengan 8 titik. Bagian ke dua adalah LCD panel yang mana panel ini terdapat 2 baris dengan tiap-tiap baris mampu memuat 16 karakter, bagian ketiga merupakan *segment driver* dan bagian ke empat adalah *back light*.



Gambar 4.12. Blok diagram LCD LMB 162A.

Sumber : [http://www.pic16.com/ wzsl/lma162a.pdf](http://www.pic16.com/wzsl/lma162a.pdf) [10]

Skema pin pada LMB 162 A adalah seperti ditampilkan pada Gambar 4.13, terdiri dari 16 pin dimana pin 1 adalah VSS yang merupakan *ground*, pin 2 VDD adalah tegangan input 5 VDC, pin 3 adalah V0 merupakan *contrast voltage* yang digunakan untuk mengatur kontras tampilan LCD, pin 4 adalah *register select* (RS) dimana jika diberikan nilai 0 merupakan *instruction register* dan jika diberikan nilai 1 merupakan data *register*, pin 5 adalah mode untuk memilih operasi *write* atau *read* (RW) ke LCD, dimana jika diberikan nilai 0 maka LCD akan berada pada mode write, jika diberikan nilai 1 akan berada pada mode read, pin 6 adalah E merupakan sinyal untuk *enable* atau *disable* penulisan ke LCD, jika diberikan nilai 0 maka *enable* sedangkan jika diberikan nilai 1 maka *write* karakter LCD akan di *disable*. Pin 7 sampai dengan pin 14 merupakan data input D0 sampai dengan D7 untuk LCD, dimana D0 adalah LSB dan D7 merupakan MSB. Pin 15 adalah input catu daya untuk *back light* dan pin16 adalah *ground* untuk *back light*.

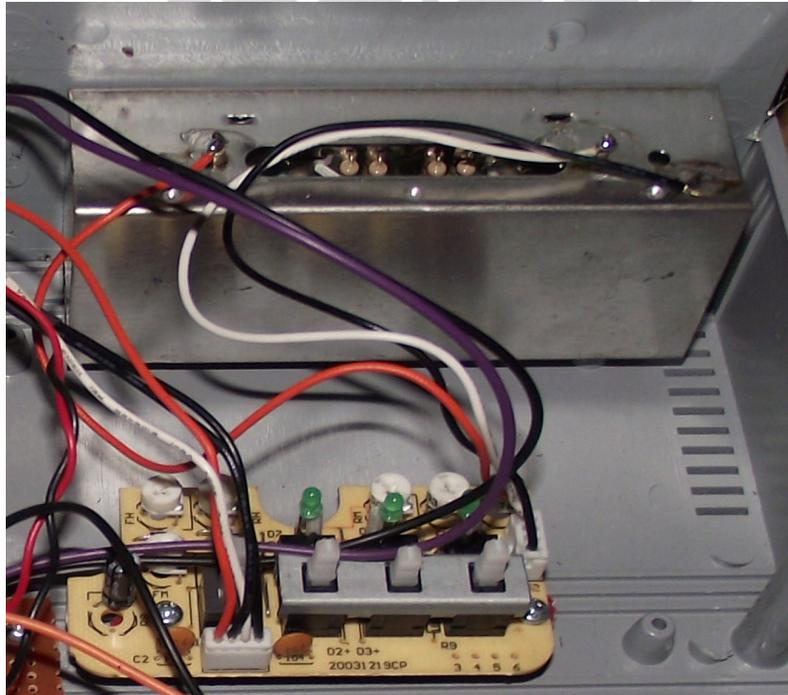


Gambar 4.13. Skema pin LMB 162A.

4.1.3. Transduser sinyal RF

Transduser untuk untuk akuisisi data *power forward* dan *power reflected* digunakan *directional coupler* dengan merek comet, dimana *directional coupler* ini keluarannya sudah berupa tagangan DC, baik untuk forward maupun *reflected*. *Directional coupler* ini mempunyai 3 skala keluaran untuk mengakomodasi besaran yang diukur untuk. Skala 1 mempunyai rentang *power forward* dari 0 sampai dengan 30 watt, skala 2 mempunyai rentang *power forward* dari 0 sampai

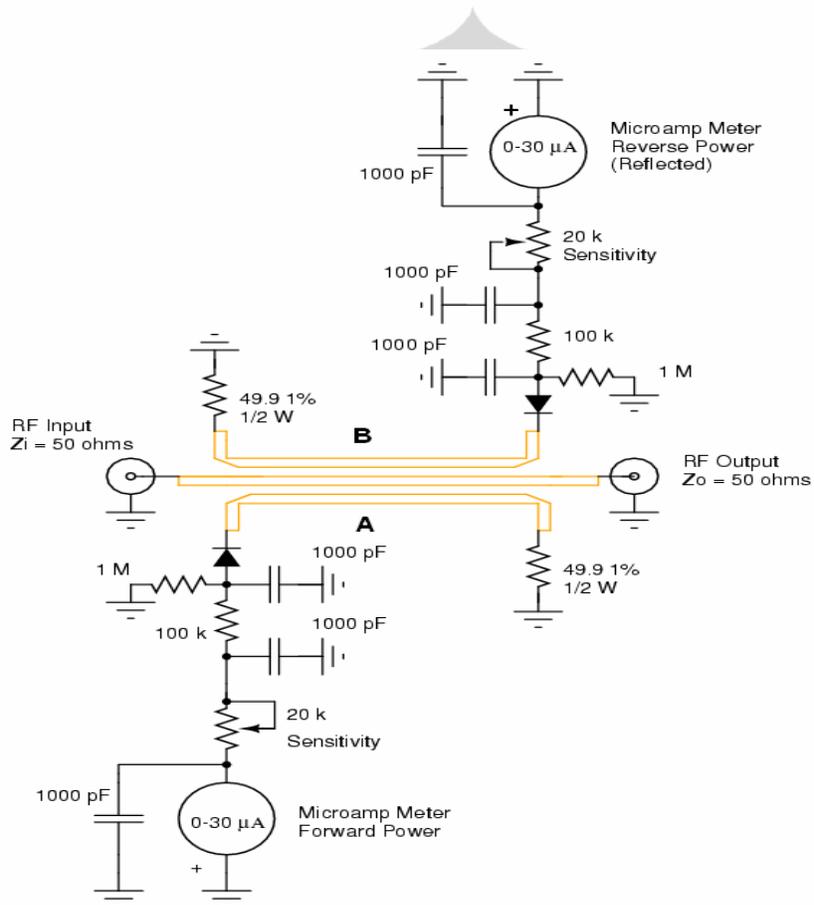
dengan 300 watt dan skala 3 mempunyai rentang dari 0 sampai dengan 3000 watt. Frekuensi kerja *directional coupler* comet ini dari 1,8 MHz sampai dengan 200 MHz dengan impedansi sebesar 50 Ohm. Dalam penggunaan sebagai pencuplik data untuk sistem towerset monitor ini, *directional coupler* comet diseting pada skala 2, hal ini dikarenakan besarnya power *transmitter* towerset yang biasa digunakan di bandara adalah sebesar 50 Watt, sehingga skala 2 dengan maksimal power yang dapat diukur 300 wat bisa mengakomodasi besarnya power *transmitter* dengan nilai hasil skala lebih besar sehingga lebih memudahkan pada saat perhitungan konversi.



Gambar 4.14. *Directional coupler* Comet CMX200.

Gambar 4.14 menunjukkan *directional coupler* dan rangkaian penskalanya yang sudah dalam rangkaian sistem akuisisi data towerset. Rangkaian dasar dari *directional coupler* sebagai sensor besaran sinyal RF adalah seperti ditunjukkan pada Gambar 4.15, bagian tengah merupakan *power line* sedangkan bagian A dan B merupakan *couplernya*, untuk mendapatkan besar sinyal RF dari *coupler*, maka sinyal cuplik induksi akan disearahkan dengan dioda dimana pada bagian A dan B

harus menggunakan dioda yang identik, rangkaian komponen pun dengan menggunakan nilai yang idealnya adalah sama, sinyal yang telah disearahkan dengan dioda kemudian seting sensitivitas dan skalanya sehingga didapatkan sinyal keluaran yang sebanding dengan sinyal RF berupa arus atau tegangan DC, arus atau tegangan inilah yang kemudian diproses atau diumpungkan ke *micrometer* jika ditampilkan secara analog atau ke ADC dan diproses selanjutnya jika menggunakan perangkat digital.



Gambar 4.15. Rangkaian *directional coupler* sebagai sensor sinyal RF.

Sumber : *The ARRL Antenna Book* (21st ed.) [11]

4.1.4. Konverter PTT

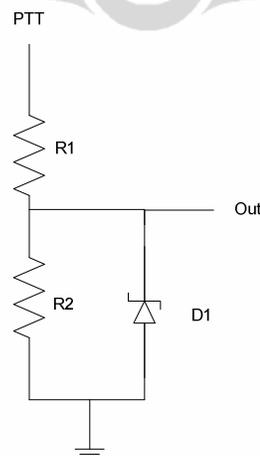
Untuk mengubah sinyal PTT menjadi sinyal digital diperlukan penyesuaian sehingga tegangan dari PTT sesuai dengan tegangan kerja dari *microcontroller*

yaitu sebesar 5VDC. Tegangan PTT pada radio adalah sebesar 22,5 VDC dimana PTT yang dipergunakan biasanya adalah mode PTT *negative*, yaitu *transmitter* akan bekerja jika tegangan sinyal PTT adalah 0 VDC. Untuk menyesuaikan tegangan PTT tersebut dalam sistem towerset monitor ini, dipergunakan prinsip bagi tegangan menggunakan dua buah resistor, untuk mengantisipasi fluktuasi tegangan yang mungkin terjadi dan kegagalan kerja dari resistor, maka ditambahkan sebuah dioda zener 5V, sehingga walaupun tegangan input PTT akan lebih dari 5VDC maka tidak akan mengakibatkan kerusakan pada *microcontroller*.

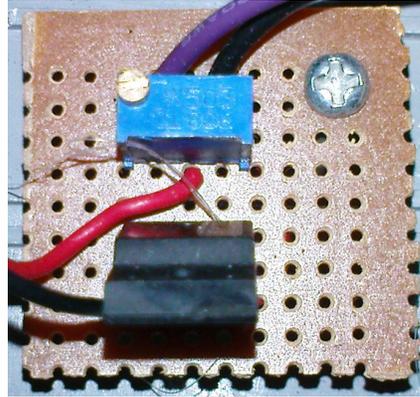
Rangkaian yang digunakan untuk mencuplik sinyal PTT adalah seperti Gambar 4.16, dalam rangkaian tersebut terdapat R1, R2 dan D1, dimana keluaran rangkaian merupakan bagi tegangan antara R2 dan R1 dari tegangan input. Besarnya keluaran rangkaian bias didapat dari persamaan :

$$V_{Out} = \frac{R2}{R2 + R1} \times PTT \dots\dots\dots 4.1$$

Dioda zener D1 merupakan dioda zener 5 V menggunakan BZX79B5V1 atau yang sejenis, difungsikan sebagai regulator untuk mengantisipasi kelebihan tagangan yang mungkin terjadi pada tegangan output dari rangkaian tersebut, adapun Gambar 4.17 merupakan gambar modul konversi sinyal PTT tersebut.



Gambar 4.16. Rangkaian konversi sinyal PTT.



Gambar 4.17. PTT konverter.

4.1.5. RS 232 - RS 485 *converter*

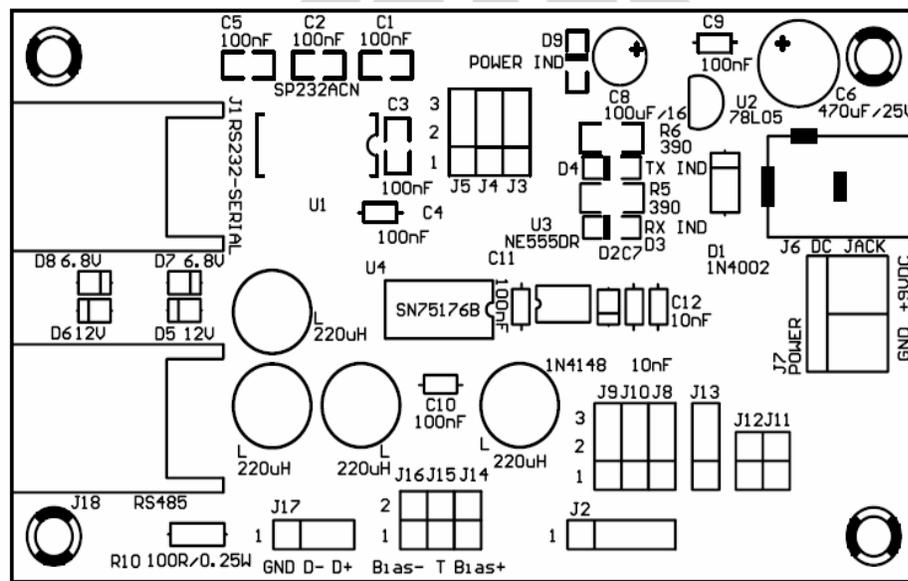
Untuk mengirimkan data dari modul akuisisi data ke komputer dengan jarak lebih dari 5 meter, maka diperlukan level tegangan yang lebih besar. Level tegangan tersebut bisa diakomodir oleh standart RS485 yang merupakan *driver* dan *receiver* untuk komunikasi digital menggunakan kabel jarak jauh. Komunikasi serial dari modul AVR 8535 menggunakan yang menggunakan standart RS232 sehingga untuk mengubah ke standart RS485 diperlukan *converter*. *Converter* RS 232–RS 485 yang dipergunakan dalam sistem towerset monitor adalah sepasang DT IO RS232-RS485 produksi Innovative Electronic dengan basis IC SN75176B seperti pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18. DT IO RS232-RS485 *converter*.

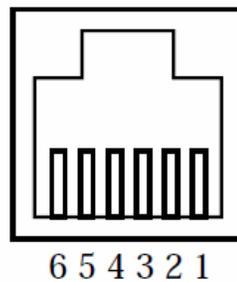
Sumber : DT RS232-RS485 Manual [12]

Converter ini bisa digunakan untuk mengubah level tegangan RS485 ke RS 232 maupun sebaliknya, mampu mengakomodasi baud rate dengan kecepatan 300 bit per second sampai dengan 115200 bit per second, dapat dikonfigurasi sebagai *data communication equipment* (DCE) maupun sebagai *data terminal equipment* (DTE). Catu daya yang dibutuhkan adalah tegangan 9 VDC. *Converter* ini dilengkapi dengan konektor RJ 12 untuk koneksi ke komputer maupun ke modul AVR seperti pada Gambar 4.18, sedangkan Gambar 4.19 adalah layout DT IO RS232-RS485 *converter*.



Gambar 4.19. Layout DT IO RS232-RS485 *converter*

Sumber : DT RS232-RS485 Manual [12]

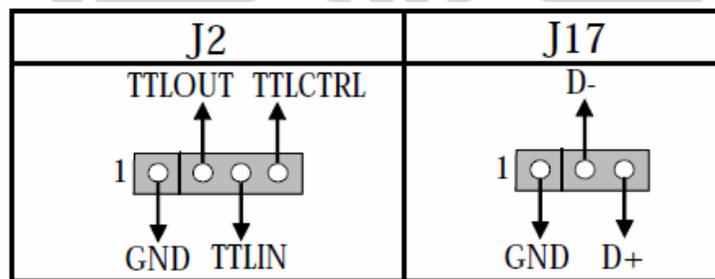


6 5 4 3 2 1

Gambar 4.20. Layout konektor RJ12

Sumber : DT RS232-RS485 Manual [12]

Seperti tampak pada Gambar 4.20, alokasi pin dari konektor RJ 12 J1 yang merupakan konektor ke modul AVR 8535 untuk komunikasi serial menggunakan RS232 adalah pin 1 untuk sinyal CTS, pin 2 sebagai sinyal RTS, pin 3 terhubung ke ground, pin 4 adalah jalur transmit data (TXD) pin 5 merupakan jalur *receive* data (RXD) dan pin 6 tidak dipergunakan. Konektor RJ 12 pada J18, pin 1 dan 6 dialokasikan untuk ground, pin 2 dan 3 merupakan tegangan D- dan pin 4 serta 5 merupakan tegangan D+. Selain itu J1 dikonfigurasi pula sebagai DTE atau DCE oleh J3, J4 dan J5. Jika J3, J4 dan J5 pin 1 dan pin 2 terhubung, maka J1 pin 4 berfungsi sebagai TXD DCE, pin 5 berfungsi sebagai RXD DCE dan pin 2 berfungsi sebagai RTS DCE. Jika J3, J4 dan J5 pin 2 dan pin 3 terhubung, maka J1 pin 4 berfungsi sebagai TXD DTE, pin 5 berfungsi sebagai RXD DTE dan pin 2 berfungsi sebagai RTS DTE.



Gambar 4.21. Alokasi pin-pin J2 dan J17

Sumber : DT RS232-RS485 Manual [12]

Gambar 4.21 menunjukkan alokasi pin-pin pada J2 dan J17 yang dikonfigurasi oleh J8, J9 dan J10. Jika J8 pin 1 dan 2 terhubung, maka TTLCTRL pada J2 pin 4, digunakan untuk mengontrol arah data, sedangkan jika J8 pin 2 dan 3 terhubung, maka arah data akan dikontrol oleh RTS dan CTS pada J1. Pada J9, jika pin 1 dan 2 terhubung, maka TTLOUT pada J2 akan berfungsi sebagai jalur data keluar dari *converter*, sedangkan jika pin 2 dan 3 terhubung, maka pin TXD dan RXD pada J1 akan berfungsi sebagai jalur keluar. Pada J10, jika pin 1 dan 2 terhubung, maka TTLIN pada J2 akan berfungsi sebagai jalur data masuk ke konverter, sedangkan jika pin 2 dan 3 terhubung, maka pin TXD dan RXD pada J1 akan berfungsi sebagai jalur masuk. Arah data tidak dipengaruhi oleh J5 dan J8 jika J13 antara pin 1 dan pin 2 dihubungkan, pada kondisi ini J11

jika terpasang, maka cepat transfer data adalah dari 19200 bps ke atas, sedangkan jika J12 terpasang maka kecepatan transfer data diseting pada 9600 bps ke bawah.

4.1.6. Modem

Modem yang digunakan untuk towerset monitor ini adalah modem GSM, hal ini mempertimbangkan kenyataan bahwa operator GSM telah tersebar hampir merata di seluruh Indonesia. Bandar udara di Indonesia yang dioperasikan direktorat jenderal perhubungan udara kebanyakan merupakan bandar udaraa perintis kelas III dan IV, dimana rata-rata bandara tersebut berada di daerah terpencil. Di daerah terpencil tersebut pada saat ini hampir semua bisa dijangkau oleh jaringan sebuah operator telekomunikasi berbasis GSM, sehingga sistem towerset monitor bisa diaplikasikan di sistem towerset bandar udara-bandar udara tersebut.

Banyak pilihan modem GSM yang berada di pasaran, pada pembuatan sistem towerset kali ini digunakan modem merek Huawei E150 seperti pada Gambar 4.22 di bawah ini.



Gambar 4.22. Modem E150.

Spesifikasi dari modem tersebut adalah kecepatan download secara wireless sampai dengan 7.2 Mbps dan kecepatan *upload* sampai dengan 2 Mbps, bekerja pada jaringan GSM, GPRS dan EDGE pada frekuensi 850, 900, 1800 dan 1900 MHz, serta UMTS pada 1700 dan 2100 MHz, bisa terkoneksi dengan komputer menggunakan USB tipe 2, mempunyai berat 30 gram dan dimensi 80×26×10mm.

Selain itu modem Huawei E150 ini mempunyai fitur yang mampu mendukung *voice* melalui komputer dan penggunaan layanan SMS melalui komputer.

4.2. Implementasi Software TowerSet Monitor

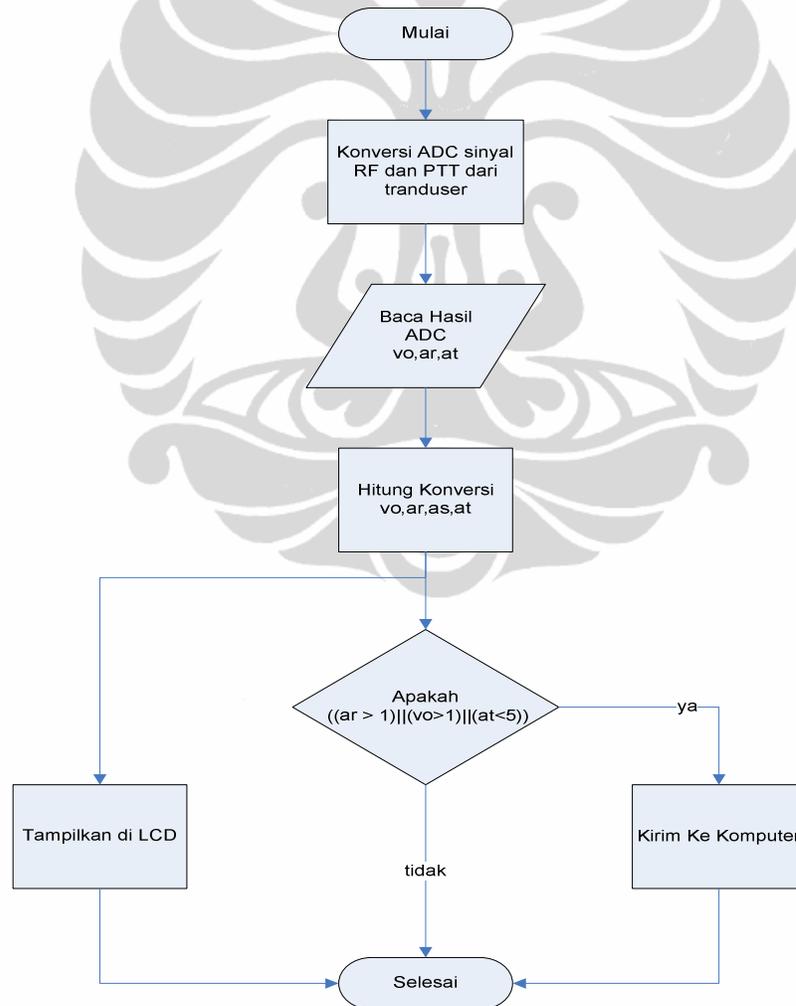
4.2.1. Firmware AVR 8535

Untuk mendapatkan data dari transduser sehingga bisa diolah di komputer, maka diperlukan perubahan dari besaran analog menjadi digital. Perubahan dan pemrosesan pengiriman ke komputer melalui komunikasi serial dilakukan dengan menggunakan *microcontroller*, dimana dalam modul ini menggunakan AVR 8535 yang telah terintegrasi ADC didalamnya. Perubahan analog ke digital dilakukan dengan metode *free running*, sehingga akan dilakukan secara terus menerus. Untuk melakukan hal tersebut, didalam memori *microcontroller* dimasukkan suatu program yang disebut sebagai *firmware* yang pada sistem towerSet monitor ini ditulis menggunakan bahasa C.

Alur proses *firmware* yang digunakan dalam modul AVR 8535 ini adalah seperti ditunjukkan pada *flow chart* pada Gambar 4.23. Proses dimulai kemudian besaran dari transduser yaitu sinyal RF berupa *forward power* dan *reflected power* dan sinyal PTT akan diproses untuk dirubah menjadi digital oleh internal ADC secara terus menerus, konversi analog ke digital ini dikonversikan ke 10 bit, sehingga nilai maksimal hasil konversi adalah 1024 dengan nilai maksimal tegangan analog adalah 5 V, kemudian besaran hasil konversi ke sinyal digital tersebut akan dibaca dan diskalakan sehingga dengan penskalaan ini, nilai digital akan sebanding dengan nilai analognya. Setelah diskalakan, nilai tersebut akan ditampilkan ke LCD. Untuk mengurangi pengiriman data yang terus menerus ke komputer, maka data hanya dikirimkan jika nilai besaran yang diambil adalah lebih besar dari 1 untuk *power reflected (ar)* atau *power forward (vo)* lebih besar dari 1 atau nilai *PTT command (at)* adalah kurang dari 5. Pengiriman secara tidak terus menerus ini dimaksudkan agar sinkronisasi pengiriman data adalah lebih baik. Pembatasan nilai pengiriman sebesar lebih dari 1 untuk *power forward* dan *power reflected* dimaksudkan agar jika ada besaran sekecil mungkin yang keluar dari *transmitter*, bisa mengaktifkan modul *hardware* agar mengirimkan data ke komputer, begitu pula jika terjadi penurunan sinyal

PTT yang terlalu jauh, juga akan memicu pengiriman data ke komputer. Pada kondisi normal, *transmitter* towerset akan mengeluarkan sinyal RF berupa power *forward* dan disertai power *reflected* jika ada sinyal PTT dimana sinyal PTT ini berupa tegangan DC sebesar 22,5 Volt, jika sinyal aktif, maka tegangan ini akan menjadi 0 V. Pembatasan nilai ini hanya semata-mata untuk memicu pengiriman data jika terjadi perubahan sekecilpun pada sinyal RF *transmitter* dan penurunan sinyal PTT yang terlalu besar yang mendekati sinyal PTT untuk operasional.

Sinyal yang dikirimkan dari modul *hardware* towerset monitor kemudian akan diterima oleh komputer kemudian diproses untuk ditentukan threshold dari besaran-besaran tersebut sehingga didapat kondisi normal atau tidak normal.



Gambar 4.23. Flowchart firmware AVR 8535

4.2.1. Aplikasi PC

Aplikasi komputer untuk sistem towerset monitor, dikembangkan dengan basis bahasa pemrograman pascal, dalam aplikasi ini terdapat beberapa menu. Menu-menu tersebut adalah monitor, koneksi modem, koneksi micon, info kontak, kirim SMS dan menu help.

Menu monitor seperti pada Gambar 4.24 di bawah ini, digunakan untuk menampilkan status towerset beserta besaran-besaran yang ada yaitu power *forward*, power *reflected*, SWR dan sinyal PTT serta status konektivitas modem dan *microcontroller*. Towerset status akan menampilkan kondisi *error* dengan tampilan Towerset status: *error* dengan latar belakang merah, jika kondisi towerset normal maka akan menampilkan towerset status : normal, dengan latar belakang hijau. Towerset parameter akan menampilkan nilai-nilai yang saat itu diterima oleh komputer jika ada pengiriman data dari *microcontroller* dan nilai kondisi terakhir jika komputer tidak sedang menerima data dari *microcontroller*. Pada bagian modem dan micon status akan menampilkan keadaan terkoneksi modem dan micon. Jika modem terkoneksi, maka pada bagian modem akan terpampang tampilan modem *connected* dengan latar belakang hijau, begitu pula pada bagian micon port, saat siap menerima data dari *microcontroller* maka akan tampil pesan micon *listened* dengan latar belakang hijau.



Gambar 4.24. Menu monitor aplikasi towerset monitor.

Menu selanjutnya adalah menu koneksi modem, menu ini digunakan untuk mengkoneksikan komputer ke modem dengan opsi-opsi port, baudrate dan *flow control* yang digunakan untuk koneksi bisa disesuaikan dengan kondisi, setelah terkoneksi maka akan menampilkan properti dari modem dan operator yang digunakan. Tampilan dari menu koneksi modem adalah seperti Gambar 4.25 berikut ini.



Gambar 4.25. Menu koneksi modem aplikasi towerset monitor.

Menu koneksi micon, adalah menu untuk mengaktifkan agar aplikasi memantau kiriman data dari *microcontroller* pada port serial, jika terdapat kiriman data, maka akan menampilkan pula aliran data dari port serial tersebut. Menu koneksi micon ditampilkan seperti pada Gambar 4.26. Gambar 4.27 merupakan menu info kontak, menu ini digunakan untuk menampilkan personal yang akan dikirim SMS yaitu kepala bandara, kepala teknisi dan dua orang teknisi yaitu teknisi talekomunikasi dan navigasi 1 (teknisi telnav 1) serta teknisi talekomunikasi navigasi 2 (teknisi telnav 2) tentang kondisi towerset beserta opsi mengubah nomor telepon para personal tersebut.

Gambar 4.28 adalah gambar menu info SMS, menu info SMS digunakan untuk menampilkan SMS yang telah dikirimkan, baik yang tidak terkirim maupun

yang berhasil dikirimkan oleh sistem secara otomatis maupun yang dikirimkan secara manual oleh para teknisi. Gambar 4.29 merupakan menu kirim SMS, menu ini adalah menu yang digunakan untuk mengirimkan SMS secara manual jika diperlukan.



Gambar 4.26. Menu koneksi micon aplikasi towerset monitor.



Gambar 4.27. Menu info kontak aplikasi towerset monitor.

Menu help adalah menu yang digunakan untuk menampilkan bantuan kecil dan tentang aplikasi ini secara ringkas. Tampilan help adalah seperti pada gambar 4.30 berikut ini.



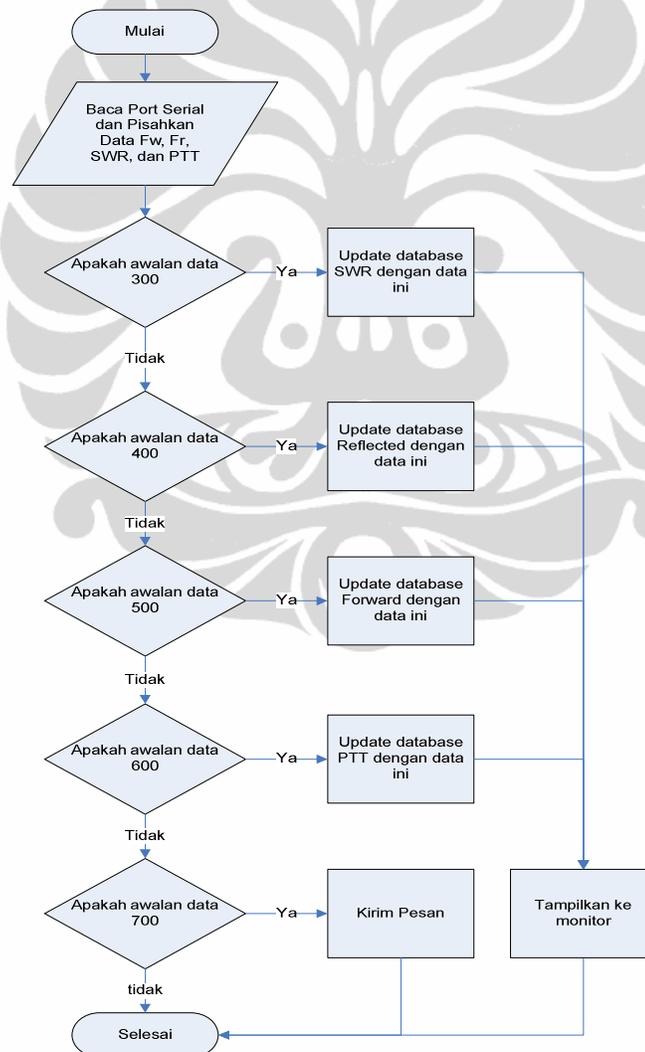
Gambar 4.30. Menu help aplikasi towerset monitor.

Dalam aplikasi towerset monitor ini ada beberapa proses utama yang digunakan. Proses tersebut adalah pengambilan data, proses pengolahan, penampilan dan pengiriman SMS, proses koneksi ke modem dan proses penggantian nomer telepon.

4.2.1.1. Proses Pengambilan data.

Untuk mendapatkan data yang dikirim dari modul *microcontroller* yang dikirimkan melalui port serial, digunakan komponen *xcomm*. Aplikasi towerset monitor bersifat pasif, hanya menerima data yang dikirimkan melalui port serial dari modul *microcontroller*, hal ini dikarenakan data yang diambil dari towerset untuk dikirimkan ke komputer bersifat random, bersesuaian dengan beroperasinya *transmitter*. Penggunaan *transmitter* oleh petugas pengatur lalulintas penerbangan sesuai dengan kebutuhan dan tidak terjadwal.

Aplikasi tower set monitor akan membaca data dari port serial, kemudian akan dipisahkan masing-masing data apakah itu *power forward*, *power reflected*, SWR atau PTT. Data yang dikirimkan *microcontroller*, diberikan awalan bilangan 300 untuk SWR, 400 untuk *power reflected*, 500 untuk *power forward*, 600 untuk PTT dan 700 untuk akhir pengiriman. Setelah data didapatkan, maka akan dipilah-pilah dan dimasukkan ke dalam database, jika awalan data 300 maka data akan dimasukkan kedalam data SWR dalam database, selain disimpan dalam database, data ini kemudian ditampilkan dalam besaran SWR pada menu monitor. Diagram alir selengkapnya adalah seperti Gambar 4.31 di bawah ini.



Gambar 4.31. Diagram alir pengambilan data.

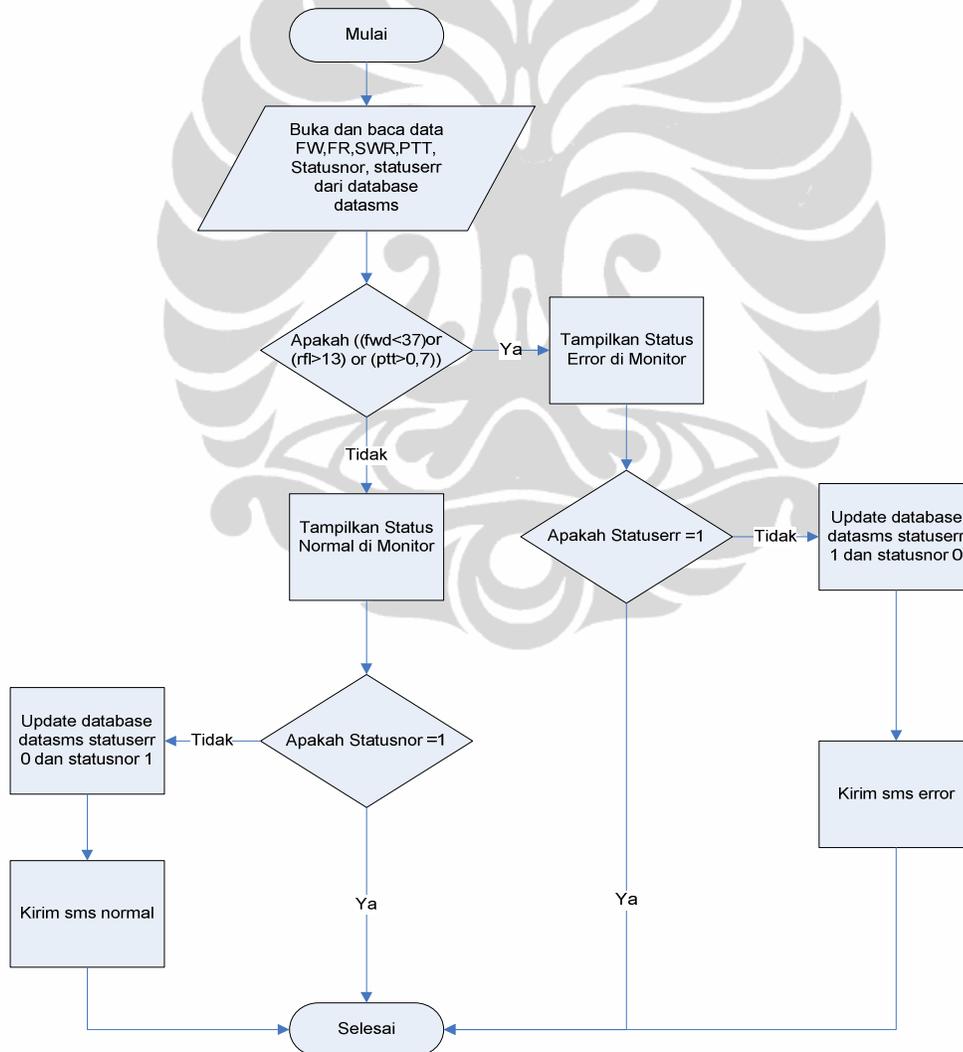
Selanjutnya jika awalan data 400 maka data akan dimasukkan kedalam data power *reflected* dalam database, kemudian ditampilkan pula dalam kolom *forward* pada menu monitor. Untuk awalan data 500, maka tersebut adalah data power *forward* dan akan dimasukkan kedalam database data *forward* serta akan ditampilkan ke kolom menu *forward* di menu monitor. Jika awalan data adalah 600, maka data tersebut adalah PTT, sehingga akan dimasukkan dalam database data PTT serta ditampilkan ke menu monitor pada kolom PTT. Jika awalan data 700 maka merupakan akhir pengiriman data dan aplikasi boleh mengirimkan pesan.

4.2.1.2. Proses pengolahan, penampilan dan pengiriman SMS

Data yang telah didapat dalam database kemudian diproses untuk mengetahui kondisi tower set dengan membandingkan dengan *threshold* besaran-besaran sesuai yang diperbolehkan. Untuk besaran sinyal PTT, *transmitter* tower set dikatakan normal jika pada kondisi *transmit* tegangannya adalah 0 VDC sampai dengan 0,7 VDC, besaran power *forward* pada *transmitter* dikatakan normal jika besarnya adalah lebih dari atau sama dengan 70% dari power maksimum, sedangkan power *reflected* nilai yang diperbolehkan adalah sebesar 30 % dari nilai power maksimum. Untuk besaran SWR, nilai maksimum yang diperbolehkan adalah 2. Sistem tower set yang digunakan untuk pengaturan lalu lintas penerbangan bandar udara di area *aerodrome control tower* (ADC), power *transmitter* operasional maksimum yang biasa digunakan di bandara-bandara Indonesia adalah 50 Watt

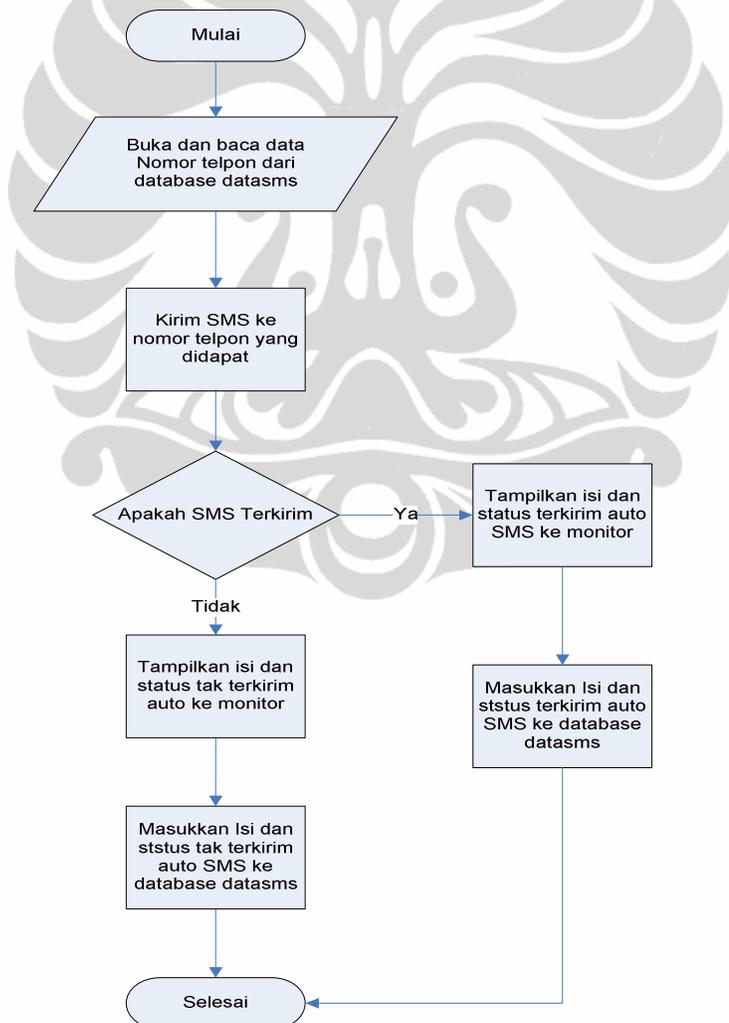
Langkah pemrosesan data dan kemudian pengiriman pesan ke penerima yang telah ditentukan sebelumnya adalah seperti pada diagram alir Gambar 4.32. Data yang berada dalam database yaitu data power forward (FW), power *reflected* (FR), PTT, SWR, keadaan awal normal (*statusnor*) dan keadaan *error* (*statuserr*) akan dibaca, kemudian data-data tersebut dibandingkan dengan *threshold* yang telah ditentukan, yaitu untuk PTT sebesar 0,7, power *forward* sebesar 37 dan power *reflected* sebesar 13. Apabila nilai PTT lebih besar dari 0,7 atau power *forward* lebih kecil dari 37 atau power *reflected* lebih besar dari 13, maka status *error* akan ditampilkan ke monitor selanjutnya jika sebelumnya sudah *error*, dengan membaca data *statuserr*, maka proses selesai, jika sebelumnya adalah

normal, yaitu statuserr adalah 0, maka data statuserr akan *diupdate* menjadi 1 dan statusnor menjadi 0 kemudian akan dikirimkan pesan *error* pada saat tersebut. Apabila data PTT kurang atau sama dengan 0,7, power *forward* lebih lebih besar atau sama dengan 37 dan power *reflected* kurang atau sama dengan 13, maka akan ditampilkan status normal ke monitor pada menu monitor, jika sebelumnya kondisi towerset adalah normal dengan ditandai oleh data statusnor bernilai 1, maka proses selesai, apabila status sebelumnya adalah berada pada kondisi *error*, maka data statusnor akan *diupdate* menjadi 1 dan statuserr menjadi 0, kemudian dikirim pesan normal beserta data pada saat tersebut.



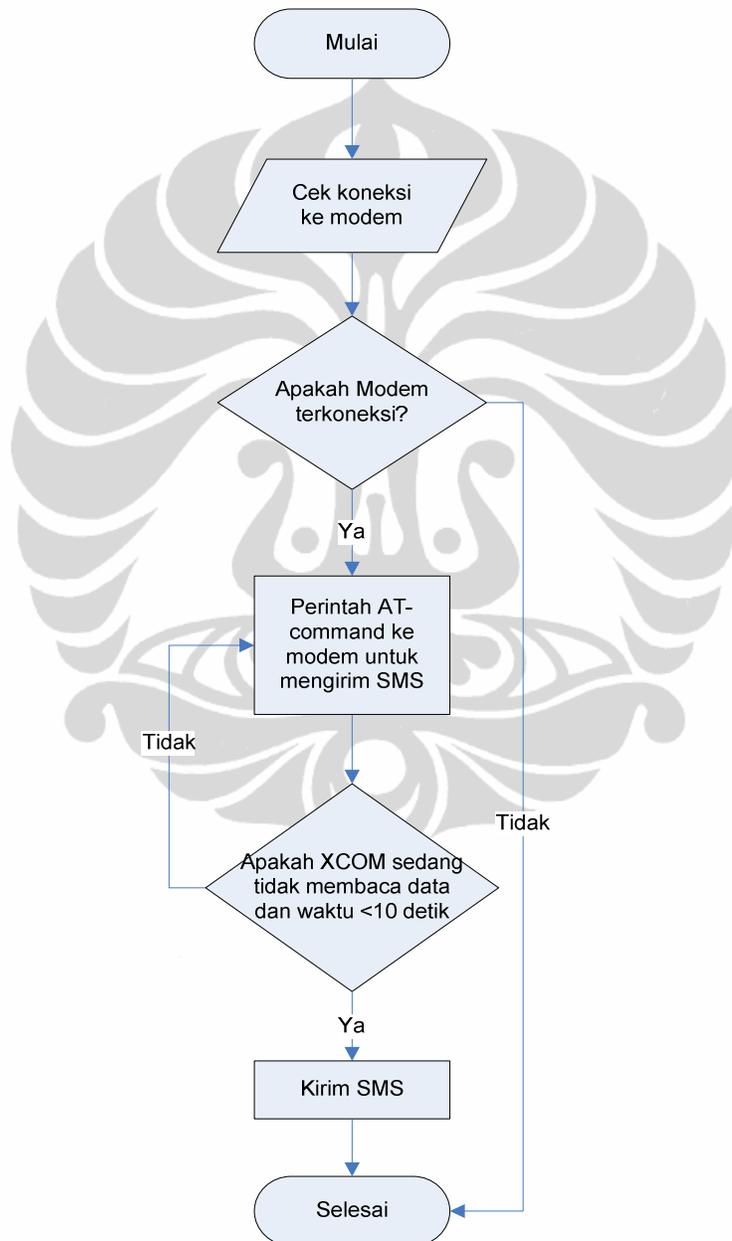
Gambar 4.32. Diagram alir pemrosesan data.

Untuk pengiriman pesan melalui SMS ke nomor-nomor telepon yang telah ditentukan, setelah ada perintah untuk mengirimkan pesan, maka data nomor telepon akan dibuka dan dibaca dari database datasms, setelah dibuka maka pesan akan dikirimkan ke nomor-nomor telepon tersebut, jika pesan melalui SMS statusnya terkirim, maka akan ditampilkan ke monitor pada menu info SMS. Selain ditampilkan di monitor, isi dan status SMS juga akan disimpan dalam database datasms pada tabel SMS. Jika SMS tidak terkirim, status tidak terkirim akan ditampilkan pula ke monitor pada menu info sms dan kemudian disimpan ke database datasms pada menu SMS. Diagram alir dari proses tersebut adalah seperti pada Gambar 4.33 berikut ini.



Gambar 4.33. Diagram alir pengiriman SMS ke nomor telepon dalam database.

Pesan yang telah diberikan akan dikirimkan melalui modem seperti pada Gambar 4.34, proses pengiriman tersebut adalah langkah pertama adalah melakukan pengecekan konektivitas ke modem, apakah modem terkoneksi ke komputer atau tidak, jika modem tidak terkoneksi ke komputer maka proses berakhir.



Gambar 4.34. Diagram alir proses perintah pengiriman SMS ke modem.

Apabila modem terkoneksi ke komputer, maka akan diberikan *AT-command* ke modem melalui port serial menggunakan komponen *xcomm* untuk mengirimkan SMS, pada saat pemberian *AT-command* ke modem melalui port serial, akan diperiksa apakah aplikasi sedang membaca data dari port serial dan atau terdapat waktu jeda 10 detik setelah pengiriman *AT-command*. Jika port aplikasi sedang membaca data dari port serial, atau jeda lebih dari 10 detik, maka kembali akan diberikan *AT-command* untuk mengirimkan SMS, jika port serial tidak sedang digunakan untuk membaca data, maka *AT-command* akan sampai ke modem dan modem akan mengirimkan SMS ke nomor-nomor yang diberikan.

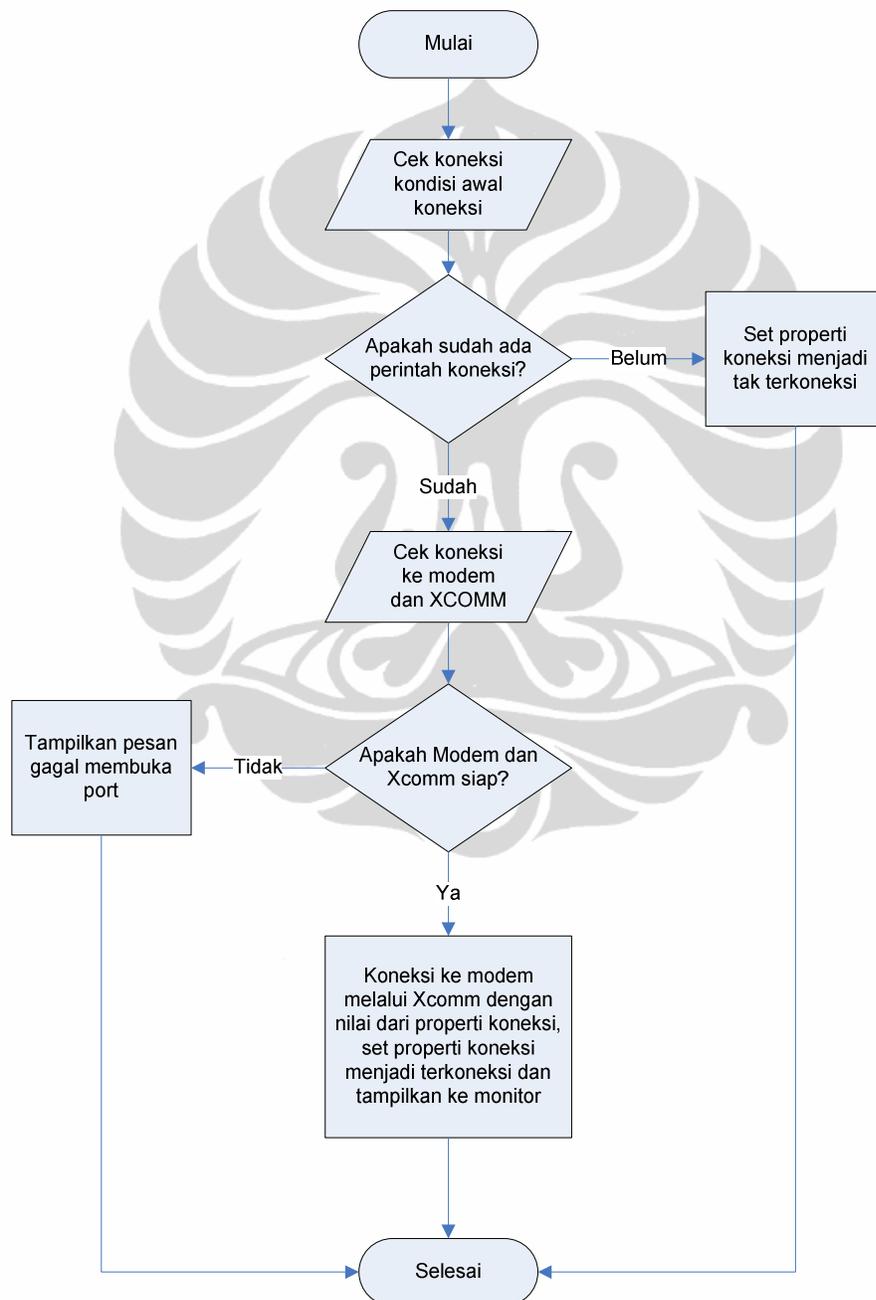
4.2.1.3. Proses Koneksi Modem.

Salah satu bagian dari sistem towerset monitor adalah modem, agar modem bisa digunakan bersama dengan komputer, maka perlu dikoneksikan terlebih dahulu. Untuk mengkoneksikan modem ke komputer oleh aplikasi towerset monitor menggunakan alur seperti pada Gambar 4.35.

Yang pertama dilakukan adalah pengecekan terhadap kondisi awal koneksi, dalam hal ini apakah sudah ada perintah untuk koneksi ke modem atau belum. Jika belum ada perintah koneksi, maka properti koneksi di set pada kondisi belum terkoneksi dan proses selesai. Setelah terdapat perintah koneksi ke modem maka akan di cek kondisi modem dan port yang bisa digunakan untuk komunikasi serialnya apakah sudah siap untuk koneksi atau belum, jika belum siap maka akan ditampilkan gagal untuk membuka port. Apabila modem dan port serial sudah siap untuk koneksi, dalam hal ini modem sudah tersambung ke port yang bisa digunakan untuk komunikasi serial, maka komputer akan dikoneksikan ke modem dengan *AT-command* dengan properti dari properti koneksi, serta properti koneksi di set menjadi terkoneksi dan kemudian ditampilkan ke monitor pada menu monitor dan koneksi modem.

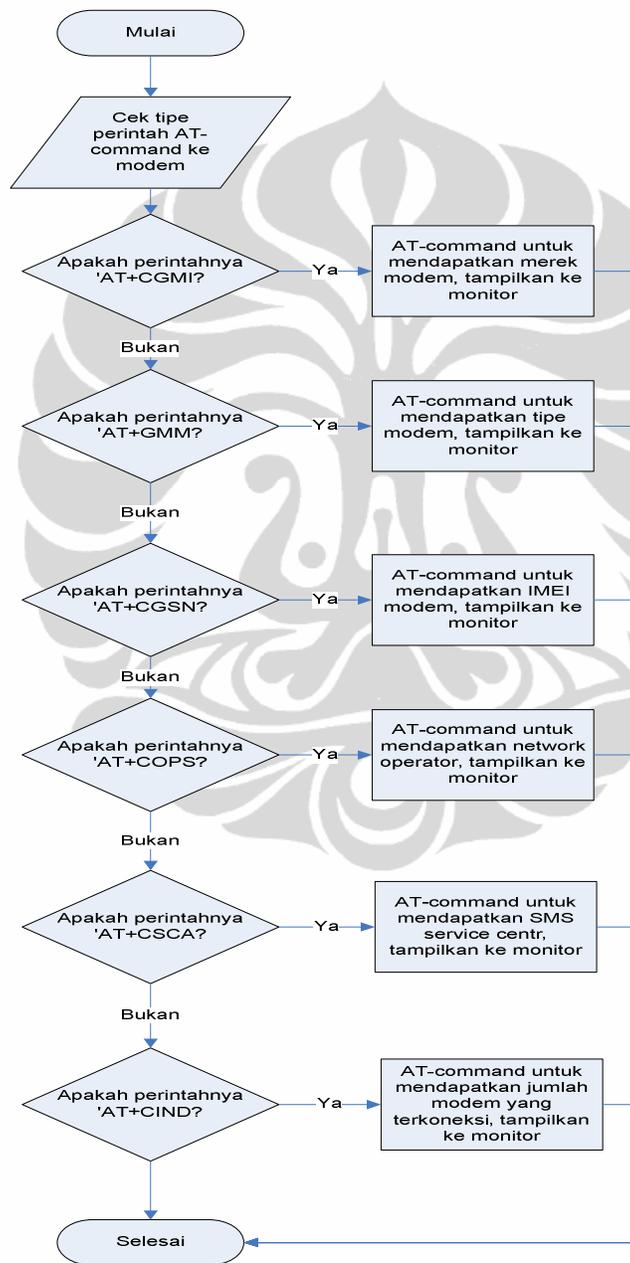
AT-command untuk mengkoneksikan ke modem adalah dengan urutan *AT-command* seperti diagram alir pada Gambar 4.36, setelah ada perintah untuk koneksi dengan *AT-command*, maka akan dicek tipe *AT-command* tersebut, yang pertama apabila *AT-command* adalah *AT+CGMI* maka perintah tersebut adalah perintah untuk mendapatkan merek modem, maka response dari modem merupakan merek modem tersebut dan kemudian ditampilkan ke monitor pada

menu koneksi modem. Selanjutnya adalah jika tipe *AT-command* adalah AT+CGMM, maka perintah tersebut adalah perintah untuk mendapatkan tipe modem dari merek modem yang digunakan, sehingga respon dari modem merupakan tipe modem tersebut dan kemudian ditampilkan ke monitor pada menu koneksi modem.



Gambar 4.35. Diagram alir perintah koneksi ke modem.

Selanjutnya adalah jika perintahnya adalah AT+CGSN, maka perintah tersebut adalah digunakan unruk mendapatkan nomor IMEI dari modem yang digunakan, sehingga respon dari modem merupakan nomor IMEI dan selanjutnya ditampilkan ke monitor pada menu koneksi modem.



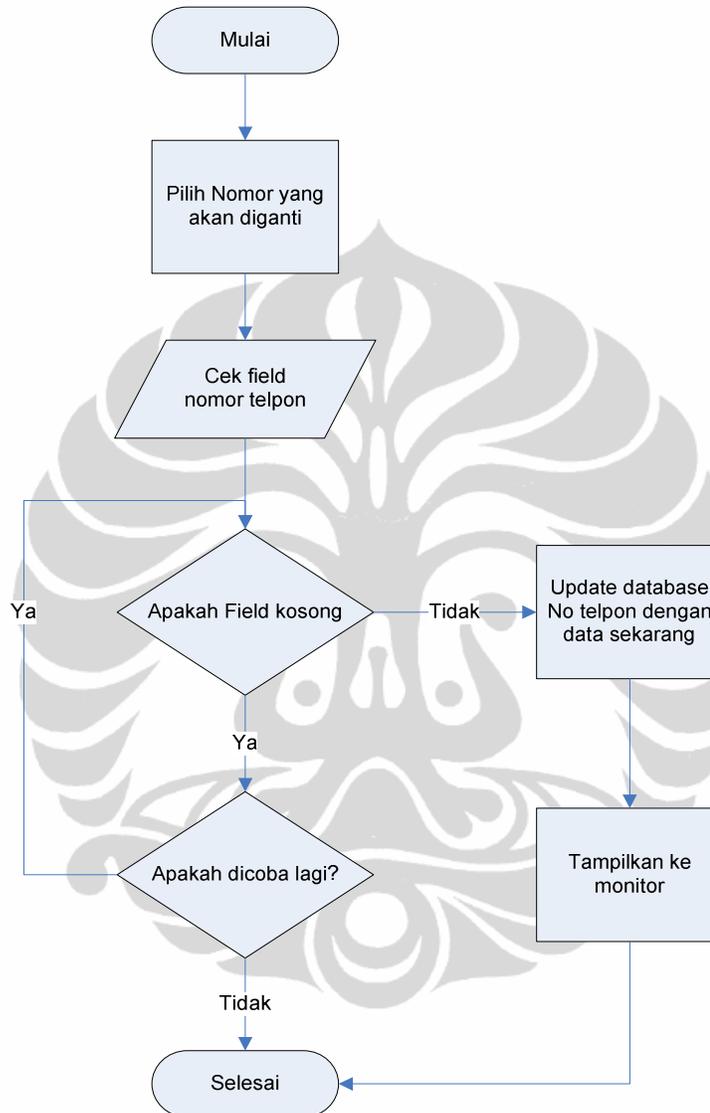
Gambar 4.36. Diagram alir proses koneksi ke modem dan penampilan info ke monitor.

Apabila tipe AT-command yang diberikan adalah AT+COPS, maka perintah tersebut adalah perintah yang digunakan untuk mendapatkan operator telekomunikasi yang digunakan pada modem tersebut, selanjutnya respon dari modem merupakan nomor identitas operator yang digunakan dan kemudian ditampilkan ke monitor pada menu koneksi modem. Selanjutnya jika tipe AT-command adalah AT+CGSA, maka perintah tersebut digunakan untuk mengetahui SMS service center dari operator yang digunakan, sehingga respon dari modem merupakan service center yang dipergunakan pada saat tersebut, kemudian akan ditampilkan ke monitor pada menu koneksi modem. Apabila tipe AT-command adalah AT+CIND, maka perintah tersebut digunakan untuk mengetahui jumlah modem yang terkoneksi, sehingga respon dari masing-masing modem akan menunjukkan jumlah modem yang terkoneksi dan selanjutnya akan ditampilkan ke monitor pada menu koneksi modem. Setelah rangkaian AT-command tersebut berhasil didapatkan semua, maka modem sudah terkoneksi dengan baik ke komputer dan siap digunakan untuk mengirimkan SMS menggunakan operator telekomunikasi sesuai SIM card yang terdapat pada modem. Apabila rangkaian AT-command tersebut tidak bisa didapatkan salah satunya, maka kondisi tersebut mengindikasikan bahwa modem adalah dalam keadaan belum siap untuk koneksi ke komputer, sehingga seperti pada diagram alir sebelumnya akan ditampilkan ke monitor bahwa aplikasi gagal membuka port.

4.2.1.4. Proses Merubah Nomer Telepon.

Untuk menambah fleksibilitas dan menyesuaikan keperluan, maka nomor telepon dari personel-personel yang akan dikirim SMS yaitu kepala bandara, kepala kelompok teknisi, teknisi telnav I dan teknisi telnav II diberikan opsi untuk dirubah. Untuk merubah nomor telepon tersebut prosesnya adalah seperti diagram alir pada Gambar 4.37. Sebagai awal proses, yang pertama yang dilakukan adalah memilih salah satu nomor yang akan dirubah, setelah salah satu nomor dipilih, kemudian akan dilakukan pengecekan *field* nomor telepon. Apabila *field* nomor telepon tersebut kosong, jika memilih untuk tidak mencoba lagi, maka proses selesai, jika memilih untuk mencoba lagi, maka akan kembali ke proses pengisian *field*. Setelah *field* nomor telepon terisi, maka database nomor telepon akan

diperbarui dengan nomor telepon yang terisi pada *field* nomor telepon tersebut kemudian ditampilkan ke monitor pada menu info kontak dan proses selesai.

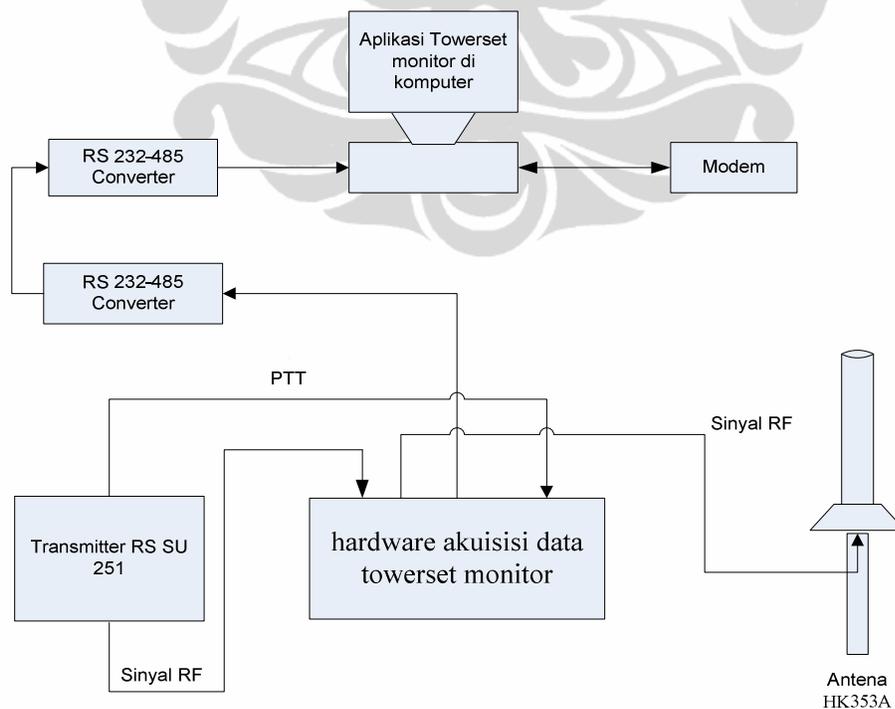


Gambar 4.37. Diagram alir proses merubah nomor telepon.

4.3. Integrasi Sistem Towerset Monitor

Integrasi sistem dilakukan di work shop unit telekomunikasi penerbangan Balai Elektronika dimana di workshop ini terdapat sistem towerset sebagai bagian yang akan di monitor oleh sistem towerset monitor. Untuk mengintegrasikan

bagian-bagian towerset monitor menjadi satu sistem towerset monitor maka blok yang digunakan adalah seperti pada Gambar 4.38. *Transmitter* yang merupakan bagian dari sistem towerset, dalam integrasi yang digunakan adalah *transmitter* RS SU 251, RF output dari RS SU 251 akan dihubungkan ke input *directional coupler* pada modul hardware akuisisi data, dan output dari *directional coupler* akan dihubungkan ke antena HK353A. Bagian sinyal PTT diambil dari port DB25 yang terdapat pada panel bagian belakang *transmitter* RS SU251 yang sekaligus terhubung ke *remote control unit (RCU)* towerset, dikoneksikan ke bagian input PTT modul *hardware* akuisisi data towerset monitor. Pada bagian port komunikasi serial hardware akuisisi data, dikoneksikan ke J1 RS 232-RS 485 converter yang difungsikan sebagai unit pengirim dan output dari *converter* tersebut yaitu pada port J18, di koneksikan ke port J18 RS 232-RS 485 *converter* yang lain yang berfungsi sebagai unit penerima. Port J1 pada RS 232-RS 485 *converter* unit penerima dikoneksikan ke port serial komputer dimana di komputer ini telah terinstal aplikasi towerset monitor dan juga pada port komunikasi yang lain terkoneksi ke modem yang didalamnya terdapat *SIM card* dari salah satu operator telekomunikasi.



Gambar 4.38. Blok diagram integrasi sistem towerset monitor.

Berikut ini merupakan konfigurasi Kabel untuk komunikasi RS-485 melalui J18 dihubungkan ke J18 RS232-RS485 *converter* penerima dan pengirim untuk komunikasi serial dari modul *hardware* komunikasi data ke komputer menggunakan pin TX dan RX dan baud rate sampai dengan 9600:

Konfigurasi RS232-RS485 *Converter* penerima:

- a. Jumper J3 dan J4 dikonfigurasi pada posisi 1-2, abaikan J5.
- b. Jumper J9 dan J10 dikonfigurasi pada posisi 2-3, abaikan J8.
- c. Jumper J13 dikonfigurasi pada posisi 1-2.
- d. Jumper pada J12 dipasang dan jumper pada J11 dilepas.
- e. Jumper J14, J15 dan J16 dipasang.
- f. Kabel serial pada RS232-RS485 *Converter* penerima melalui J1 dihubungkan ke port komunikasi serial komputer.
- g. Kabel untuk komunikasi RS-485 melalui J18 dihubungkan ke J18 RS232-RS485 *Converter* pengirim.

Konfigurasi RS232-RS485 *Converter* pengirim :

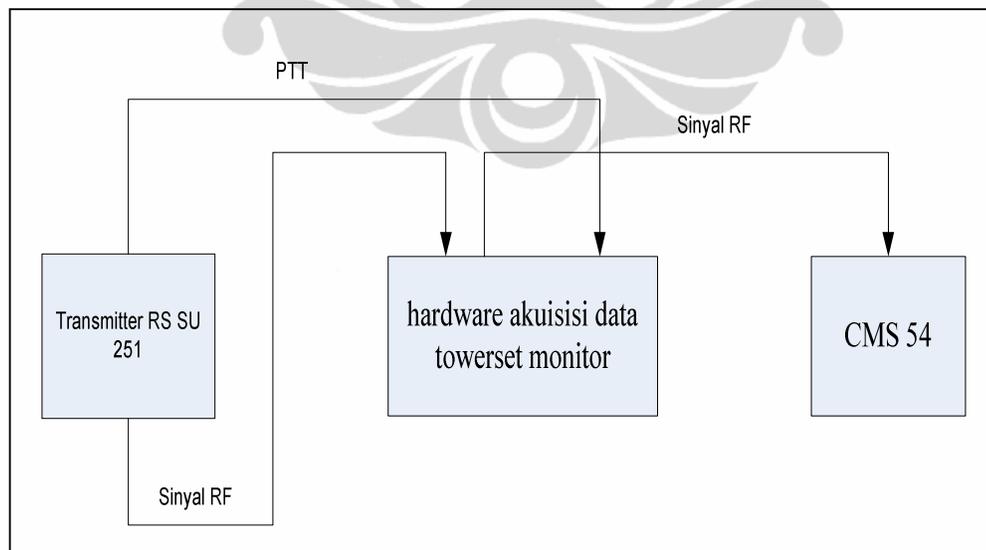
- a. Jumper J3 dan J4 dikonfigurasi pada posisi 2-3, abaikan J5.
- b. Jumper J9 dan J10 dikonfigurasi pada posisi 2-3, abaikan J8.
- c. Jumper J13 dikonfigurasi pada posisi 1-2.
- d. Pasang Jumper pada J12 dan lepas jumper pada J11.
- e. Jumper J15 dipasang.
- f. Kabel serial pada RS232-RS485 *Converter* pengirim melalui J1 agar dihubungkan ke port komunikasi serial modul AVR 8535.
- g. Kabel untuk komunikasi RS-485 melalui J18 dihubungkan ke J18 RS232-RS485 *Converter* penerima.

Konfigurasi kabel untuk koneksi dari port serial komputer DB 9 ke port J1 RS232-RS485 *converter* adalah pada pin 5 (GND) ke pin 3 (GND), pin 2 (Rx) ke pin 4 (Tx), dan pin 3 (Tx) ke pin 5 (Rx). Untuk koneksi dari port komunikasi serial modul AVR 8535 ke port J1 RS232-RS485 *converter* adalah pin 3 (GDN) ke pin 3 (GND), pin 4 (Tx) ke pin 5 (Rx) dan pin 5 (RX) ke pin 4 (Tx).

4.4. Proses Pengukuran, Hasil Pengukuran Serta Analisa Data

Pada proses pengambilan data dari tower set monitor, menggunakan instrumen bantu *radio communication service monitor* CMS 54, instrumen ini digunakan untuk menampilkan besarnya power *transmitter* secara ideal karena dalam instrumen telah terdapat dummy load sebagai beban yang match dengan impedansi *transmitter* yaitu 50 Ohm. *Transmitter* yang digunakan adalah transmitter RS SU 251 buatan Rohde & Schwarz produksi tahun 2007. Instrumen lain yang digunakan adalah SWR meter CMX 200, instrumen ini digunakan untuk mengetahui besarnya power *forward*, power *reflected* dan SWR, instrumen ini masih bekerja menggunakan sistem analog.

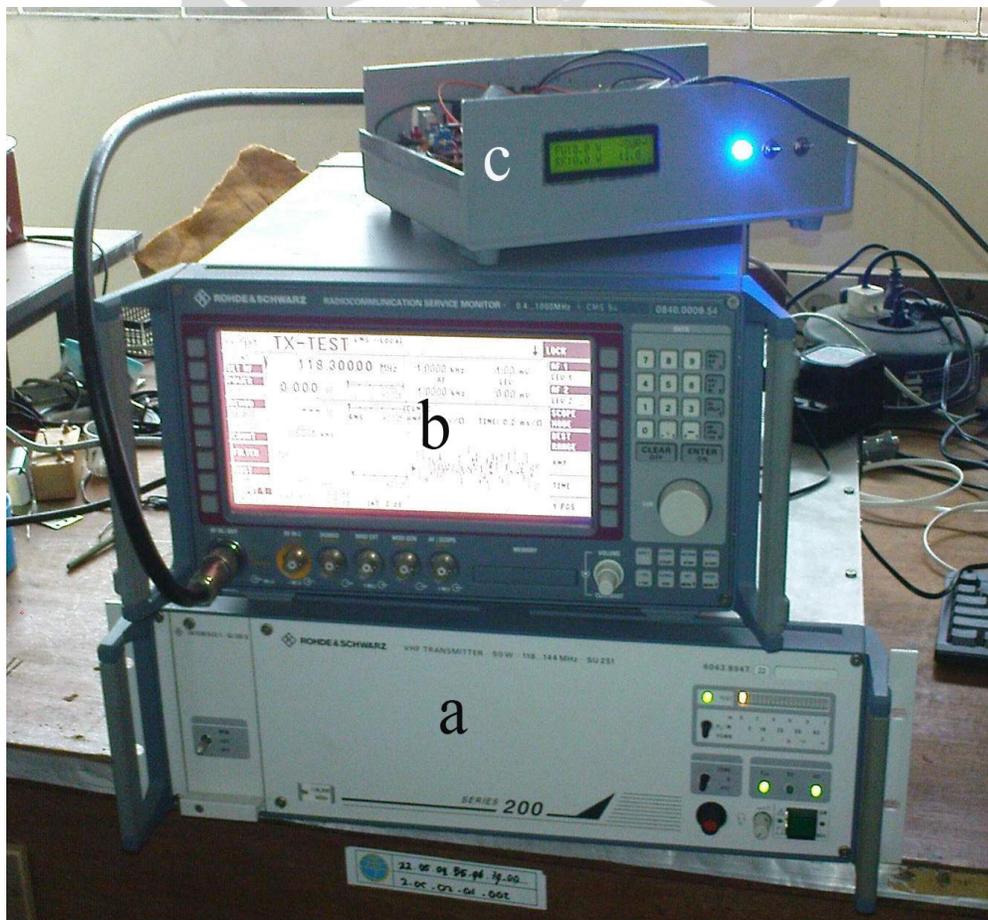
Konfigurasi perangkat dalam pengambilan data menggunakan instrumen radio *communication service monitor* adalah keluaran transmitter dari konektor N-male dihubungkan ke input *directional coupler hardware* akuisisi data tower set monitor, output *directional coupler* kemudian dikoneksikan ke konektor N-male input instrumen, sinyal PTT diambil dari pin 15 dan 16 konektor DB25 bagian panel belakang *transmitter* RS SU 251 diumpangkan ke input PTT pada *hardware* akuisisi data tower set monitor. Besaran-besaran tersebut kemudian kemudian diukur dengan instrumen dan *hardware* akuisisi data untuk kemudian dicatat dan dibandingkan hasil pengukurannya.



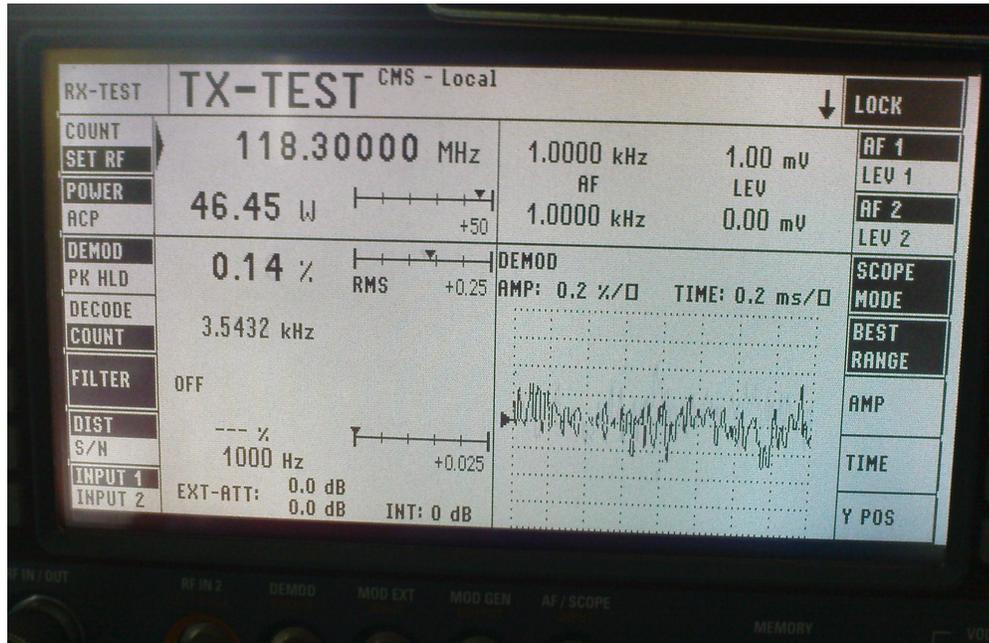
Gambar 4.39. Wiring diagram dan konfigurasi perangkat pada saat pengambilan data dengan CMS 54.

Skema diagram dari koneksi perangkat-perangkat tersebut adalah seperti pada Gambar 4.39, sedangkan Gambar 4.40 adalah gambar nyata dari konfigurasi tersebut, Gambar 4.40 a adalah *transmitter* RS SU 251, Gambar 4.40 b adalah instrumen *radio communication service monitor* dan Gambar 4.40 c adalah *hardware* akuisisi data towerset monitor.

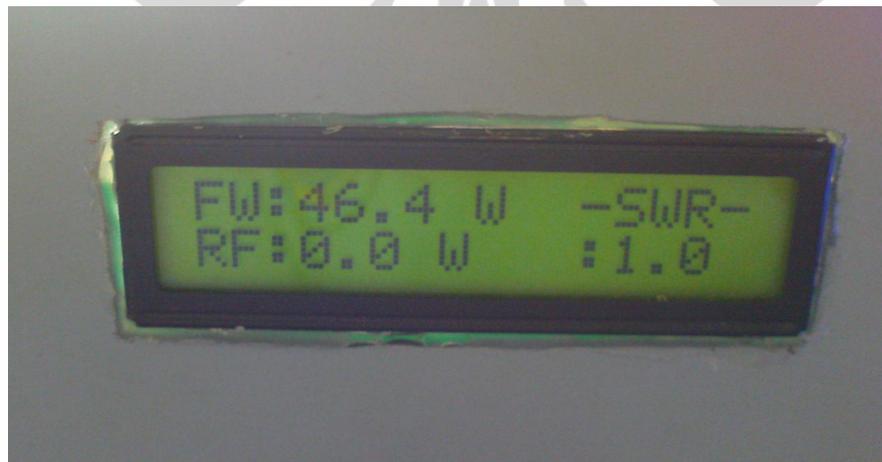
Gambar 4.41 adalah tampilan layar CMS 54 pada saat pengambilan data, menampilkan power transmitter sebesar 46,45 Watt, *transmitter* bekerja pada frekuensi *airband* (kisaran 118 sampai dengan 136 MHz) dan pada saat pengujian diseting pada frekuensi 118,3 MHz. Pada Gambar 4.42 merupakan tampilan LCD *hardware* akuisisi data towerset monitor pada saat pengukuran, power *forward* (FW) menunjukkan 46,4, power *reflected* (RF) menunjukkan 0 Watt dan SWR menunjukkan 1.



Gambar 4.40. Konfigurasi perangkat pada saat pengambilan data.



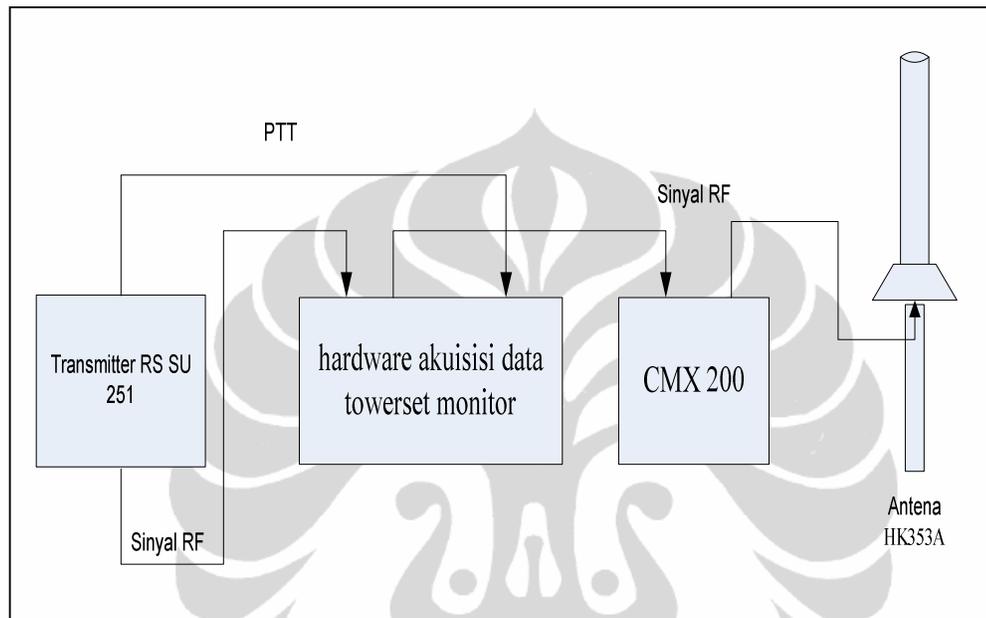
Gambar 4.41. Tampilan hasil ukur CMS 54 pada saat pengambilan data dengan RS SU251.



Gambar 4.42. Tampilan hasil ukur perangkat pada saat pengambilan data dengan RS SU251.

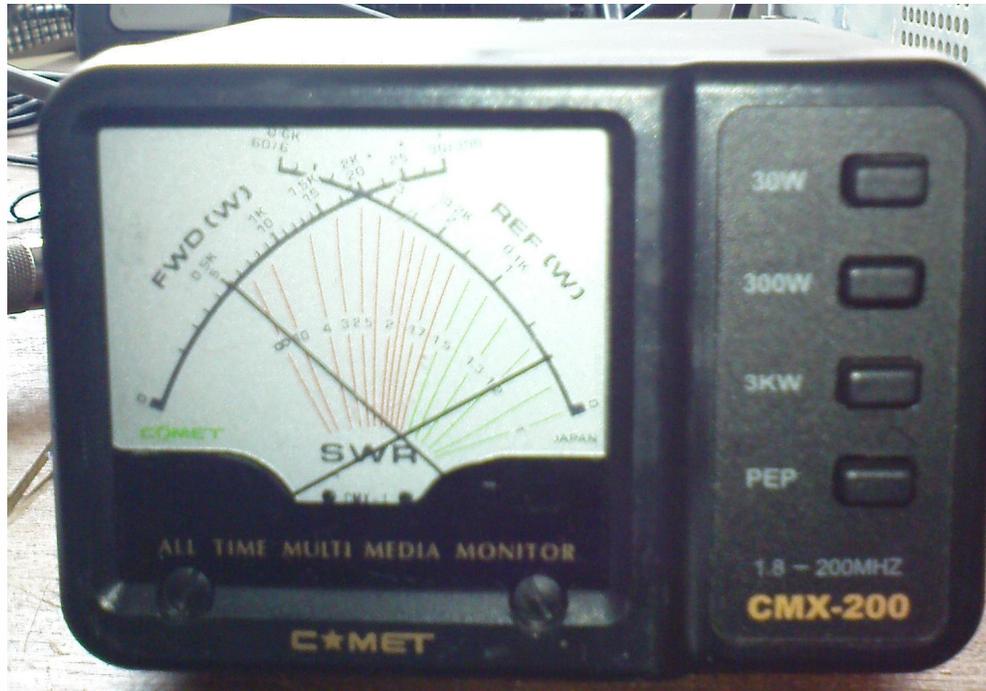
Konfigurasi kedua adalah konfigurasi pengukuran untuk mendapatkan besaran *power reflected*, *power forward* dan SWR menggunakan instrumen SWR meter CMX 200, untuk mendapatkan besaran-besaran ini diperlukan sebuah beban untuk *transmitter* yang *impedancinya* tidak 100% match, pada pengujian yang dilakukan adalah menggunakan antena HK353A, antena buatan Rohde & Schwarz untuk radio komunikasi VHF/UHF *omni directional* dengan *power rating* sampai

dengan 450 Watt. Dengan digunakannya antena sebagai beban, maka akan terdapat power *reflected* dan SWR untuk kemudian diukur dengan instrumen dan *hardware* akuisisi data untuk kemudian dicatat dan dibandingkan hasil pengukurannya.



Gambar 4.43. Wiring diagram dan konfigurasi perangkat pada saat pengambilan data dengan instrumen CMX 200.

Gambar 4.43 di atas menunjukkan konfigurasi pengukuran menggunakan instrumen CMX 200, konektor N-male output *transmitter* RS SU 251 dikoneksikan ke input *directional coupler hardware* akuisisi data, sinyal PTT diambil dari pin 15 dan 16 konektor DB25 bagian panel belakang *transmitter* RS SU 251 diumpungkan ke input PTT pada *hardware* akuisisi data towerset monitor. Output sinyal RF dari *directional coupler* kemudian dikoneksikan ke input SWR meter CMX 200, dan kemudian output dari SWR meter dikoneksikan ke antena HK353A. Hasil pembacaan dari CMX 200 dan hardware akuisisi kemudian dicatat dan dibandingkan. Gambar 4.44 merupakan gambar penunjukkan instrumen CMX 200 pada saat pengambilan data. Power *forward* berada pada kisaran 47 Watt, power *reflected* pada kisaran 2,2 Watt dan SWR berada pada kisaran 1,1.



Gambar 4.44. Tampilan instrumen CMX 200 pada saat pengambilan data.

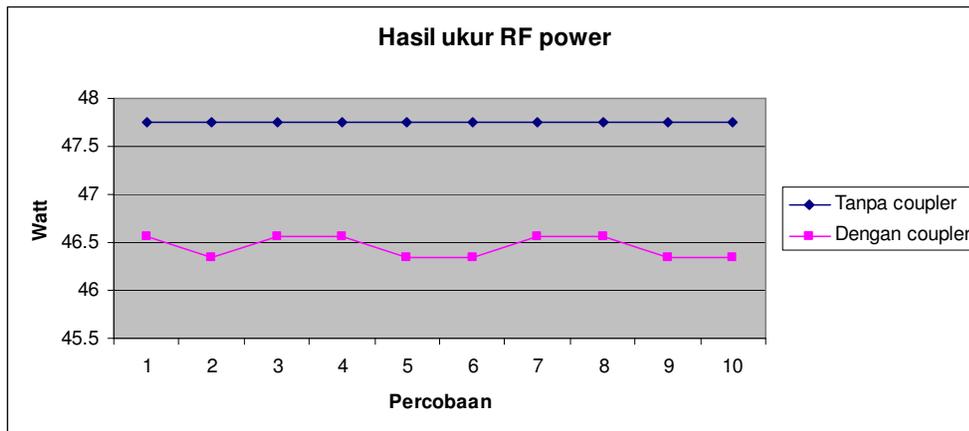
4.4.1. Hasil Pengukuran Directional Coupler

Untuk mengetahui seberapa besar kehilangan daya yang diakibatkan oleh penggunaan *directional coupler*, maka diadakan pengukuran besar kehilangan daya tersebut, Pengukuran ini menggunakan alat bantu instrumen CMS 54 dan sebuah *transmitter* RS SU 251 sebagai sumber sinyal RF.

Tabel 4.1. Kehilangan power RF pada *directional coupler*

No	Percobaan ke	Nilai		Losses (%)
		Tanpa Coupler (W)	Dengan Coupler (W)	
1	1	47,75	46,56	2,49
2	2	47,75	46,35	2,93
3	3	47,75	46,56	2,49
4	4	47,75	46,56	2,49
5	5	47,75	46,35	2,93
6	6	47,75	46,35	2,93
7	7	47,75	46,56	2,49
8	8	47,75	46,56	2,49
9	9	47,75	46,35	2,93
10	10	47,75	46,35	2,93
	Rata-rata	47,75	46,445	2,71

Grafik dari tabel 4.1 adalah seperti Gambar 4.45 berikut.



Gambar 4.45. Grafik *losses* RF power setelah penambahan *directional coupler*.

Untuk mengetahui konsistensi pengukuran, dilakukan sepuluh kali percobaan. Hasil pengukuran *directional coupler* adalah disajikan dalam Tabel 4.1 dan grafik pada Gambar 4.45. Hasil pengukuran menunjukkan pada saat pengukuran RF power yang berasal dari sumber, dalam hal ini *transmitter* RS SU 251 langsung terhubung ke instrument, RF power rata-rata selama percobaan adalah 47,75 Watt, sedangkan setelah diberikan *directional coupler* yang dipasang diantara *transmitter* RS SU 251 dan instrumen CMS54, RF power rata-rata adalah 46,445 Watt. Kehilangan power RF yang terjadi pada *directional coupler* adalah sebesar 1,305 Watt atau 2,71%, masih cukup kecil dan layak digunakan jika mengambil rujukan dengan penggunaan *cavity filter* pada system towerset SU 451 dimana kehilangan power RF bisa mencapai 10 %, sehingga jika power RF maksimalnya adalah 50 Watt maka kehilangan daya yang masih diperbolehkan adalah sampai dengan 5 Watt.

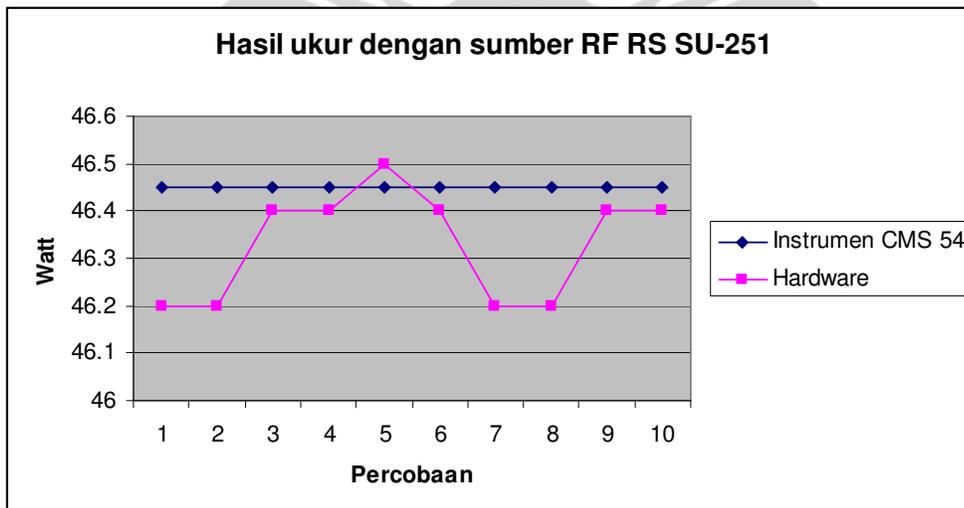
Untuk mengetahui akurasi hasil pengukuran yang dihasilkan oleh *hardware* akuisisi data towerset, maka dilakukan perbandingan dengan data hasil ukur dari instrumen. Pada Tabel 4.2 dan Gambar 4.46 menampilkan perbandingan hasil ukur power *forward* antara instrumen dengan *hardware*, rata-rata hasil ukur instrumen adalah 46,45 Watt, sedangkan hasil ukur *hardware* rata-rata sebesar 46,33 Watt. Perbedaan hasil ukur instrumen dan *hardware* adalah sebesar 0,12

Watt atau dalam prosentase sebesar 0,26 %, merupakan nilai perbedaan yang tidak signifikan.

Tabel 4.2. Perbandingan hasil ukur *RF power* antara *hardware* dengan instrument CMS 54 menggunakan sumber RF RS SU 251.

No	Percobaan ke	Nilai		Beda (%)
		Instrumen (W)	Hardware (W)	
1	1	46,45	46,2	0,54
2	2	46,45	46,2	0,54
3	3	46,45	46,4	0,11
4	4	46,45	46,4	0,11
5	5	46,45	46,5	0,11
6	6	46,45	46,4	0,11
7	7	46,45	46,2	0,54
8	8	46,45	46,2	0,54
9	9	46,45	46,4	0,11
10	10	46,45	46,4	0,11
	Rata-rata	46,45	46,33	0,26

Grafik dari tabel 4.2 di atas adalah seperti Gambar 4.46 di bawah ini.

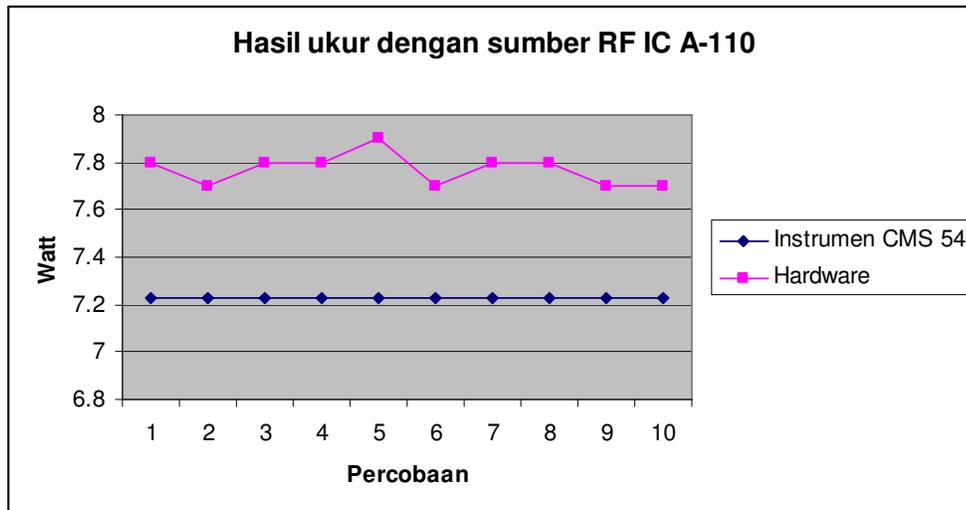


Gambar 4.46. Grafik hasil ukur *RF power* dengan *hardware* dan instrument CMS 54 menggunakan RF RS SU 251.

Pada pengukuran lain menggunakan *transmitter* icom IC A-110 sebagai sumber power RF, didapatkan hasil seperti ditampilkan pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.47. Instrumen yang digunakan untuk pengukuran adalah CMS 54 kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan *hardware* akuisisi data towerset monitor. Rata-rata hasil pengukuran dengan instrumen menggunakan IC A-110 adalah sebesar 7,23 Watt sedangkan rata-rata hasil pengukuran menggunakan *hardware* adalah sebesar 7,77 Watt. Antara instrumen dan *hardware* terdapat perbedaan ukur sebesar 0,54 Watt atau sebesar 7,47 % lebih besar. Perbedaan hasil ukur antara pengukuran menggunakan sumber power RF IC A-100 yang mempunyai power RF maksimal sebesar 9 Watt dengan pengukuran menggunakan sumber power RF RS SU 251 yang mempunyai power RF maksimal sebesar 50 Watt adalah lebih besar, akan tetapi perbedaan hasil ukur sebesar 0,54 Watt tersebut masih bisa ditoleransi.

Tabel 4.3. Perbandingan hasil ukur *RF power* antara *hardware* dengan instrument CMS 54 menggunakan sumber RF IC A-110.

No	Percobaan ke	Nilai		Beda (%)
		Instrumen (W)	<i>Hardware</i> (W)	
1	1	7,23	7,8	7,89
2	2	7,23	7,7	6,50
3	3	7,23	7,8	7,88
4	4	7,23	7,8	7,88
5	5	7,23	7,9	9,26
6	6	7,23	7,7	6,50
7	7	7,23	7,8	7,89
8	8	7,23	7,8	7,89
9	9	7,23	7,7	6,50
10	10	7,23	7,7	6,50
	Rata-rata	7,23	7,77	7,47

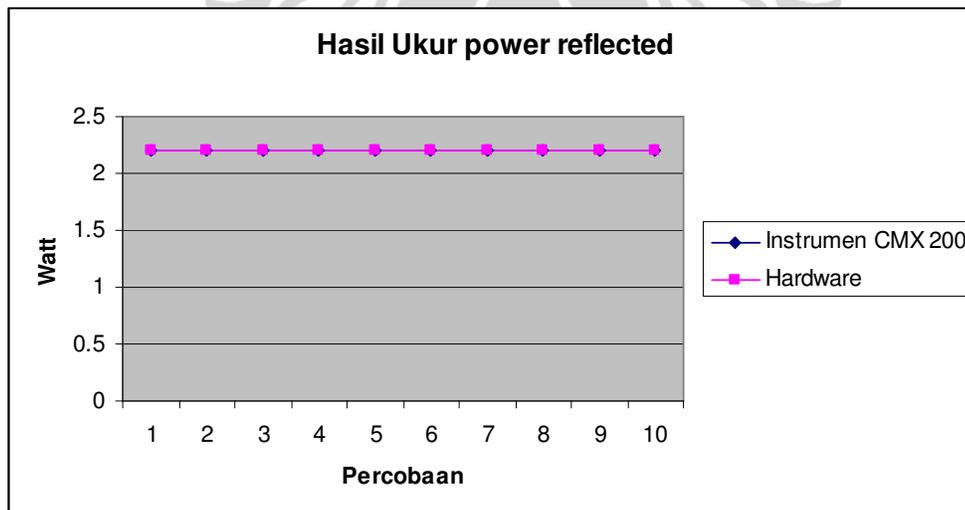


Gambar 4.47. Grafik hasil ukur *RF power* dengan *hardware* dan instrumen CMS 54 menggunakan sumber RF IC A-110.

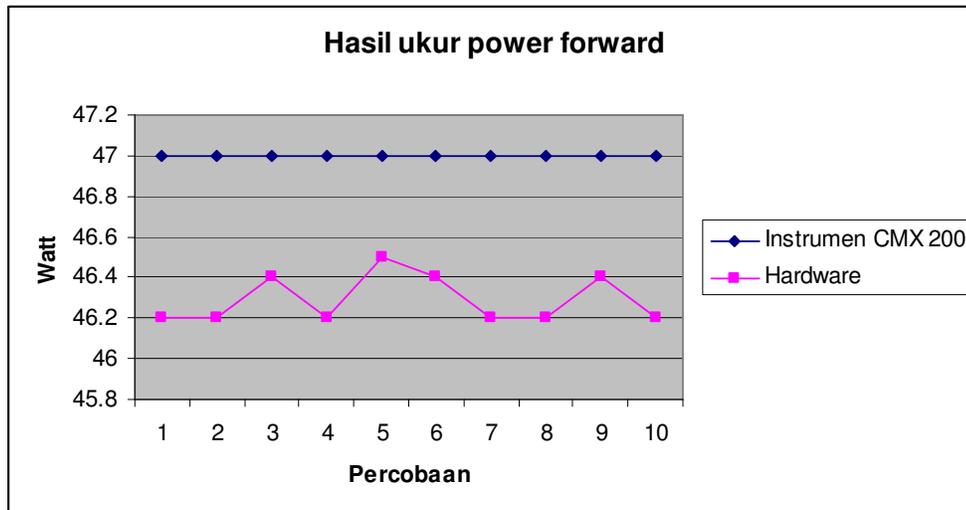
Untuk mendapatkan besaran *power reflected*, maka pada saat pengukuran diperlukan antena sebagai beban dari *transmitter*, pada Tabel 4.4 menampilkan data perbandingan hasil pembacaan *hardware* akuisisi data dengan beban antena, instrumen CMX 200. Rata-rata hasil pembacaan *hardware* untuk *power forward* sebesar 46,29 Watt, *power reflected* sebesar 2,2 Watt dan SWR sebesar 1,1, sedangkan rata-rata hasil ukur dengan menggunakan CCMX 200 adalah untuk *power forward* rata-rata adalah berada pada kisaran 47 Watt, *power reflected* berada pada kisaran 2,2 dan SWR berada pada kisaran 1,1. Hasil ukur instrumen CMX 200 menggunakan istilah kisaran karena instrumen ini adalah instrumen yang bekerja secara analog sehingga agak sulit untuk membaca besaran secara pasti. Perbedaan hasil ukur untuk *power forward* sebesar 0,71 Watt atau dalam prosentase sebesar 1,51 %, sedangkan untuk *power reflected* dan SWR mempunyai hasil ukur yang sama, suatu perbedaan yang juga tidak signifikan. Pada Gambar 4.48 ditampilkan grafik hasil perbandingan *power reflected* antara *hardware* dengan instrumen CMX 200, Pada Gambar 4.49 ditampilkan grafik hasil perbandingan *power forward* antara *hardware* dengan instrumen CMX 200 dan Pada Gambar 4.50 ditampilkan grafik hasil perbandingan SWR antara *hardware* dengan instrumen CMX 200.

Tabel 4.4. perbandingan asil ukur power *reflected*, SWR dan power *forward* antara *hardware* dengan pembebanan antenna pada *transmitter*.

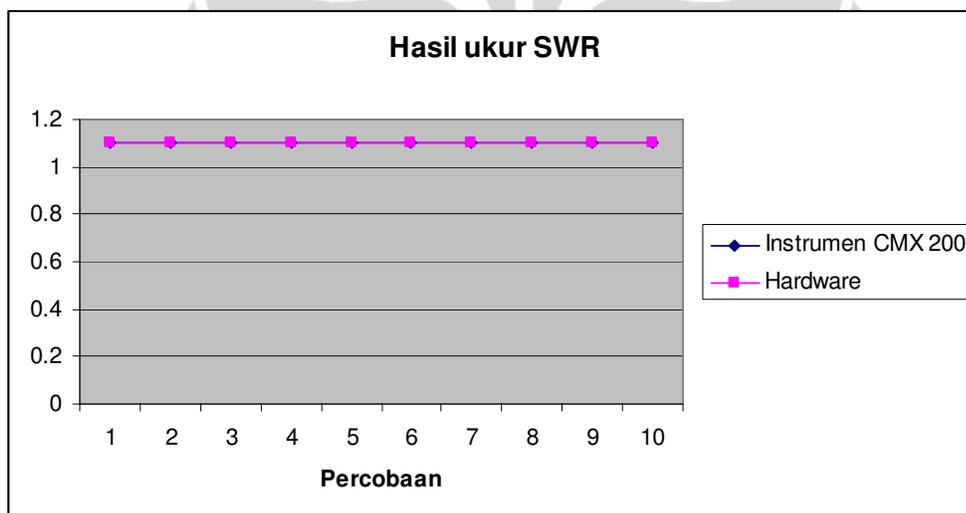
No	Percobaan ke	Nilai								
		Reflected Hardware (W)	Reflected Instrumen (W)	Beda (%)	SWR Harware	SWR Instrumen	Beda (%)	Forward Hardware(W)	Forward Instrumen(W)	Beda (%)
1	1	2,2	≈ 2,2	≈ 0	1,1	≈ 1,1	≈ 0	46,2	≈ 47	≈ 1,70
2	2	2,2	≈ 2,2	≈ 0	1,1	≈ 1,1	≈ 0	46,2	≈ 47	≈ 1,70
3	3	2,2	≈ 2,2	≈ 0	1,1	≈ 1,1	≈ 0	46,4	≈ 47	≈ 1,28
4	4	2,2	≈ 2,2	≈ 0	1,1	≈ 1,1	≈ 0	46,2	≈ 47	≈ 1,70
5	5	2,2	≈ 2,2	≈ 0	1,1	≈ 1,1	≈ 0	46,5	≈ 47	≈ 1,06
6	6	2,2	≈ 2,2	≈ 0	1,1	≈ 1,1	≈ 0	46,4	≈ 47	≈ 1,28
7	7	2,2	≈ 2,2	≈ 0	1,1	≈ 1,1	≈ 0	46,2	≈ 47	≈ 1,70
8	8	2,2	≈ 2,2	≈ 0	1,1	≈ 1,1	≈ 0	46,2	≈ 47	≈ 1,70
9	9	2,2	≈ 2,2	≈ 0	1,1	≈ 1,1	≈ 0	46,4	≈ 47	≈ 1,28
10	10	2,2	≈ 2,2	≈ 0	1,1	≈ 1,1	≈ 0	46,2	≈ 47	≈ 1,70
Rata-rata		2,2	≈ 2,2	≈ 0	1,1	≈ 1,1	≈ 0	46,29	≈ 47	≈ 1,51



Gambar 4.48. Grafik hasil ukur power *reflected* antara *hardware* dan instrumen CMX 200.



Gambar 4.49. Grafik hasil ukur power *forward* antara *hardware* dan instrumen CMX 200.



Gambar 4.50. Grafik hasil ukur SWR antara *hardware* dan instrument CMX 200.

4.4.2. Hasil Pengukuran Sinyal PTT

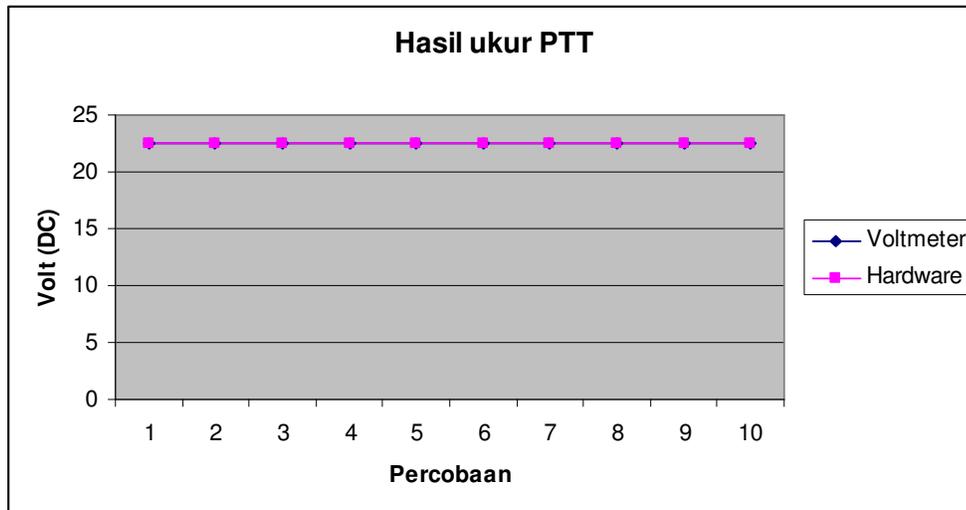
Selain besaran RF, besaran lain yang diukur untuk sistem towerset monitor adalah sinyal PTT dari *transmitter*. Sinyal PTT merupakan tagangan DC sebesar 22,5 Volt yang digunakan untuk mengoperasikan *transmitter*. Hasil pembacaan sinyal PTT oleh sistem towerset monitor ditampilkan pada Tabel 4.5. Pada saat PTT off, sinyal PTT terbaca rata-rata sebesar 22,5 V dan pada saat PTT on, sinyal PTT terbaca rata-rata sebesar 0,07 Volt. Sebagai pembandingan, dilakukan pula pengukuran menggunakan volt meter fluke tipe 87 V, hasil pengukuran tersebut

pada saat PTT off nilai rata-rata hasil pengukuran sebesar 22,5 Volt, sedangkan pada waktu PTT on dengan hasil rata-rata pengukuran sebesar 0,04 Volt. Antara pembacaan pada sistem towerset monitor dan pengukuran menggunakan volt meter pada saat PTT off terdapat perbedaan 0 Volt sedangkan pada saat PTT on terdapat perbedaan 0,03 Volt atau 42,86%. Dengan perbedaan hasil pengukuran sebesar itu, walau dalam prosentase adalah hampir separuhnya, akan tetapi PTT towerset yang bekerja pada kisaran 0 Volt sampai dengan 0,7 Volt dengan toleransi sebesar 20% maka hasil pembacaan sistem towerset monitor tersebut masih layak digunakan.

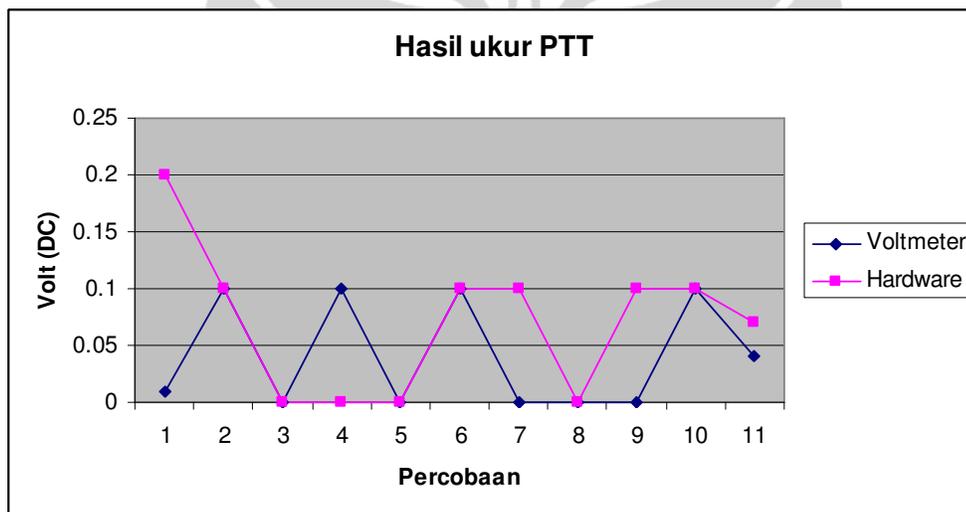
Tabel 4.5. Hasil pembacaan sinyal PTT oleh sistem towerset monitor.

No	Percobaan ke	Nilai			
		PTT off Voltmeter (VDC)	PTT off Hardware (VDC)	PTT on Voltmeter (VDC)	PTT on Hardware (VDC)
1	1	22,5	22,5	0	0,2
2	2	22,5	22,5	0,1	0,1
3	3	22,5	22,5	0	0
4	4	22,5	22,5	0,1	0
5	5	22,5	22,5	0	0
6	6	22,5	22,5	0,1	0,1
7	7	22,5	22,5	0	0,1
8	8	22,5	22,5	0	0
9	9	22,5	22,5	0	0,1
10	10	22,5	22,5	0,1	0,1
Rata-rata		22,5	22,5	0,04	0,07

Adapun hasil perbandingan tersebut secara lebih jelas bisa digambarkan pada Gambar 4.51 pada saat *PTT off* dan pada Gambar 4.52 pada saat *PTT on*.



Gambar 4.51. Grafik hasil ukur *PTT off* antara *hardware* dan *voltmeter*.



Gambar 4.52. Grafik hasil ukur *PTT on* antara *hardware* dan *voltmeter*.

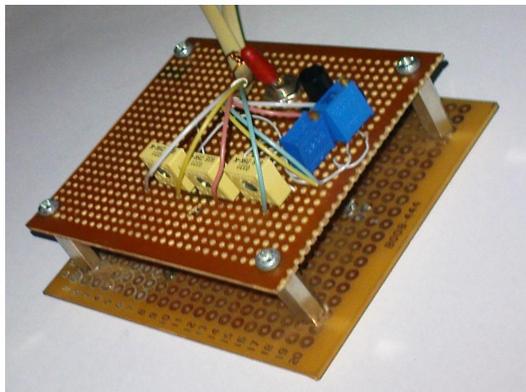
4.4.3. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

Untuk menguji sistem towerset monitor, karena kendala teknis dan perijinan, maka untuk mensimulasikan keadaan-keadaan yang terjadi, digunakan rangkaian pasif tambahan yang mana rangkaian ini merepresentasikan karakteristik dari transduser yang digunakan. Transduser RF yang digunakan yaitu *directional coupler* mempunyai batas hasil sensing berupa tegangan DC sebesar 0 sampai dengan 142 mili Volt. Karakteristik dari *directional coupler* tersebut ditampilkan secara lengkap pada Tabel 4.6 berikut.

Tabel 4.6 Karakteristik *directional coupler* yang digunakan dalam sistem towerset monitor.

Forward		Reflected		SWR	
Watt	mV	Watt	mV		mV
10	22,7	5	33,5	1,1	8,6
20	32,8	10	54	1,2	25,5
30	40,1	15	67,7	1,3	40,5
40	47	20	79,4	1,4	51,3
50	52,6	25	89,5	1,5	60,5
60	59,3	30	99,2	1,6	68,3
70	63,9	40	113,8	1,7	74,1
80	69,4	50	126	1,8	80,8
90	73,2	60	138,8	1,9	85,1
100	78,1	-	-	2	90,1
110	81,6	-	-	2,25	99,3
120	85,6	-	-	2,5	104,8
130	88,8	-	-	3	114
140	92,5	-	-	4	122
150	96,5	-	-	10	134
175	104,2	-	-	~	142
200	112,5	-	-	-	-
225	120,3	-	-	-	-
250	127,6	-	-	-	-
300	142	-	-	-	-

Pengambilan data untuk mengetahui karakteristik *directional coupler*, digunakan beberapa *transmitter* dengan power RF yang bervariasi dan selebihnya menggunakan catu daya yang diumpangkan langsung ke meter alat ukur dimana alat ukur tersebut menggunakan transduser sejenis. Pada Gambar 4.53 berikut merupakan rangkaian pasif pengganti transduser.



Gambar 4.53. Rangkaian pasif pengganti sensor.

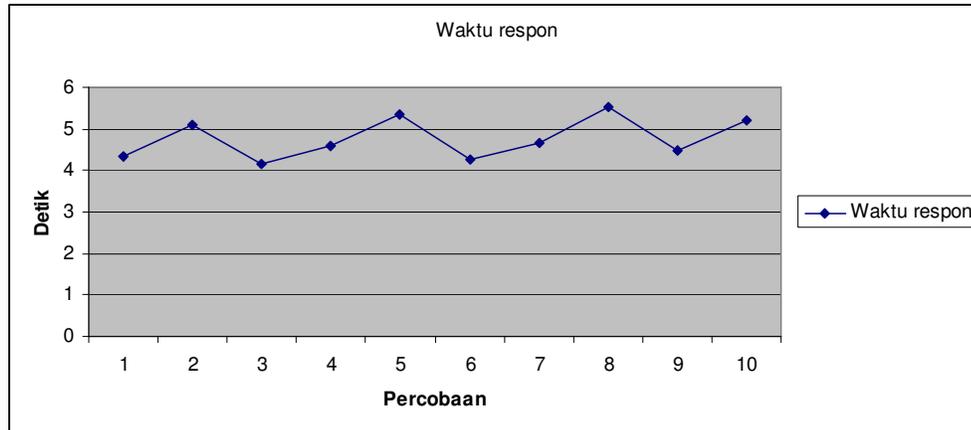
Waktu operasi dan durasi operasi *transmitter* sistem towerset adalah random dan bervariasi, berdasar wawancara dengan petugas ATC, waktu terpendek pengoperasian towerset untuk komunikasi baku pemanduan penerbangan pesawat terbang adalah 3 detik dan waktu rata-rata untuk komunikasi pemanduan pesawat terbang adalah 8 detik.

Sistem towerset monitor bisa mendeteksi ketidak normalan *transmitter* sistem towerset setelah *transmitter* dioperasikan selama beberapa waktu, pada Tabel 10 ditampilkan hasil percobaan respon sistem towerset monitor terhadap waktu operasi transmitter, waktu rata-rata yang dibutuhkan sistem tersebut untuk bisa mendeteksi ketidak normalan *transmitter* adalah setelah transmitter dioperasikan selama 4,762 detik. Dengan waktu rata-rata komunikasi pemanduan pesawat terbang selama 8 detik dan selama proses pemanduan pesawat terbang pasti akan terdapat komunikasi terpendek dan terpanjang, maka respon sistem towerset monitor masih bisa digunakan.

Tabel 4.7. Waktu respon terjadinya ketidaknormalan sistem.

No	Percobaan ke	Respon (detik)
1	1	4,32
2	2	5,10
3	3	4,15
4	4	4,60
5	5	5,35
6	6	4,25
7	7	4,65
8	8	5,53
9	9	4,47
10	10	5,20
	Rata-rata	4,762

Gambar 4.54 merupakan grafik dari tabel hasil percobaan waktu respon sistem towerset monitor terhadap ketidaknormalan sistem towerset.



Gambar 4.54. Grafik waktu respon sistem pada saat terjadi ketidaknormalan sistem towerset.

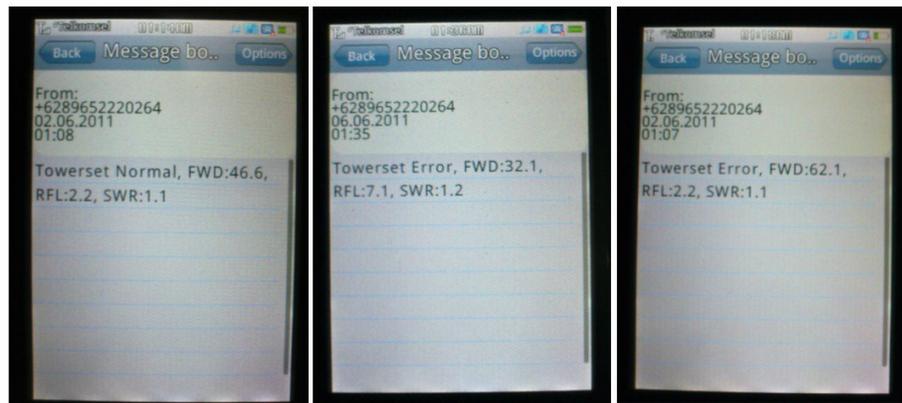
Untuk menguji sistem towerset monitor apakah bisa berfungsi mendeteksi kegagalan operasi *transmitter* sistem towerset, maka dilakukan pengujian dengan 3 kondisi, kondisi pertama adalah nilai parameter yang ditentukan berada di dalam *threshold* yang diperbolehkan, kondisi kedua adalah nilai parameter berada di luar *threshold* dan kondisi ketiga adalah parameter berada pada *threshold*.

Tabel 4.8. Percobaan dengan pengkondisian nilai parameter berada di dalam, di luar dan pada *threshold*.

No	Percobaan ke	Nilai			Hasil Deteksi
		Reflected (W)	SWR	Forward (W)	
1	1	2,2	1,1	46,2	Normal
2	2	7,1	1,1	32,2	Error
3	3	13	2	37	Normal

Percobaan-percobaan yang dilakukan, disajikan dalam Tabel 4.8, nomor 1 pada tabel tersebut merupakan hasil percobaan kondisi pertama yaitu parameter berada di dalam *threshold*, nomor 2 merupakan percobaan kondisi kedua dimana parameter berada di luar *threshold* dan nomor 3 merupakan kondisi ketiga, parameter berapa pada *threshold*. Dari kesekian percobaan tersebut, sistem mampu mendeteksi kondisi-kondisi yang ada dengan prosentase 100 %.

Hasil deteksi kondisi sistem towerset selain ditampilkan di monitor akan dikirimkan pula dengan layanan SMS ke nomor-nomor yang telah terdaftar dalam database. Hasil pengiriman SMS yang diterima dengan menggunakan telepon seluler MT 6325 ditampilkan pada Gambar 4.55 di bawah ini.



Gambar 4.55. SMS yang dikirim oleh sistem towerset monitor.

Pada percobaan pengiriman pesan melalui SMS pada saat terjadi pertindahan kondisi dari *error* ke normal maupun normal ke *error* sepuluh kali percobaan yang dilakukan dengan menggunakan dua telepon seluler penerima dan 2 modem PC penerima yang berfungsi sebagai telepon seluler. Skenario percobaan dilakukan sepuluh kali, nomor pertama sebagai kepala bandara, nomor kedua sebagai kepala kelompok teknisi, nomor ketiga sebagai teknisi telnav 1 dan nomor keempat sebagai teknisi telnav 2. Dari percobaan-percobaan tersebut, penerima pertama yaitu kepala bandara dan ketiga nomor penerima lainnya bisa menerima semua pesan SMS yang dikirimkan oleh sistem, dan sistem pun bisa mengirim semua pesan SMS pada keseluruhan percobaan.

4.3. Pengembangan Ke Depan

Pembuatan sistem towerset monitor ini adalah merupakan rintisan, sehingga ada beberapa bagian yang perlu disempurnakan. Untuk penelitian berikutnya yang perlu dilakukan adalah mendapatkan algoritma yang lebih efisien dan lebih cepat, penskalaan dalam *firmware* yang lebih tepat sehingga bisa digunakan dalam *range* yang panjang dan lebih stabil. Parameter-parameter sistem towerset yang dimonitor perlu ditambah sehingga sistem bisa terpantau lebih lengkap, pada bagian *transmitter* ke depan yang bisa ditambahkan adalah indeks modulasi dan parameter-parameter pada bagian *receiver* serta parameter-parameter pada bagian *remote control unit* yang mana dalam memonitor parameter-parameter ini memerlukan rangkaian elektronika eksternal.

BAB IV

KESIMPULAN

Untuk menunjang operasional bandara sistem towerset monitor merupakan salah satu solusi. Sistem monitor yang dirancang dan diimplementasikan, menggunakan *micro controller* untuk memudahkan akuisisi data dengan menggunakan sensor *directional coupler* untuk mendapatkan cuplikan power *forward* dan power *reflected* yang sebanding dengan power yang ditransmisikan. Dengan sistem towerset monitor, monitoring towerset bisa dilakukan tidak hanya secara lokal, akan tetapi bisa dilakukan dari ruang teknisi. Apabila terjadi ketidaknormalan, sistem ini bisa mengirimkan pesan SMS ke personel-personel yang ditentukan sehingga bisa diambil keputusan yang tepat.

Implementasi dari sistem towerset monitor pada modul *hardware* akuisisi data, digunakan modul AVR 8535, modem E150, RS232-RS485 *converter* dan *directional coupler* CMX-200, aplikasi dikembangkan menggunakan basis pascal dan firmware dikembangkan dengan menggunakan bahasa C. Pengujian dilakukan dengan menggunakan instrumen *radio service monitor* CMS 54, SWR meter CMX-200 dan multimeter fluke tipe 87 V, serta menggunakan *transmitter* RS SU 251 dan IC A-210 sebagai sumber sinyal RF.

Setelah dilakukan percobaan dan pengujian dengan *losses power* pada *directional coupler* sebesar 2,7 %, perbedaan pengukuran RF *power* sebesar 1,5 % dimana perbedaan tersebut masih dalam toleransi, maka sistem towerset monitor berhasil di implementasikan. Sistem tersebut telah berhasil pula diintegrasikan ke sistem towerset dengan hasil dan batasan kinerja mengikuti batas-batas dan karakteristik dari VHF A/G, dimana batasan-batasan utama VHF A/G dalam operasionalnya adalah power *forward* yang ditransmisikan tidak akan mengalami penurunan power lebih dari 30 % setelah penambahan sensor, pada kondisi SWR diantara 1 sampai dengan 2 merupakan kondisi normal pada operasional VHF A/G, sedangkan jika SWR lebih dari 2, maka kondisi tersebut adalah dapat membahayakan *transmitter* VHF A/G sehingga dinyatakan sebagai kondisi tidak normal. Untuk SWR sama dengan 1 adalah kondisi ideal dari peralatan VHF A/G.

Selain mampu mendeteksi ketidak normalan *transmitter*, sistem tower set monitor telah mampu pula mengirimkan pesan melalui SMS tentang kondisi tower set, pesan tersebut dikirimkan saat terjadi pergantian kondisi dari normal ke *error* dan *error* ke normal.



DAFTAR ACUAN

- [1] Annex 10 to the Convention on International Civil Aviation, "Aeronautical Telecommunications", Volume III, 2007.
- [2] ---,"Standart Manual For VHF A/G Communication Towerset RS SU-451", Departemen Perhubungan, 2000.
- [3] ---, "Rating Pemeliharaan VHF A/G", Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, 2000.
- [4] ---, ATC station for CAA Indonesia, Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, 2000.
- [5] Ardi Winoto, " Mikrokontroler AVR ATmega8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR", Informatika, 2007.
- [6] Heri Andrianto, " Pemrograman Mikrokontroler AVR ATMEGA16", Informatika, 2008.
- [7] ---, "Low Coast AVR Microsystem Manual", Innovative Electronic, 2004.
- [8] Michael G. Ellis, Ph.D." RF Directional Couplers", Electronic System Products division of ANTEC, 1997.
- [9] ---, "LCD Module LMB 162A", diakses pada 17 Maret 2011.
<[http:// image.made-in-china.com /4f0j00OvuangkFkPqy /16-2-LCD-Module-LMB162A.jpg](http://image.made-in-china.com/4f0j00OvuangkFkPqy/16-2-LCD-Module-LMB162A.jpg)>.
- [10] ---, "Specification Model : LMA 162A" , diakses pada 17 Maret 2011.
<[http://www.pic16.com/ wzsl/lma162a.pdf](http://www.pic16.com/wzsl/lma162a.pdf)>
- [11] *The ARRL Antenna Book* (21st ed.), The American Radio Relay League, Inc., 2007.
- [12] ---, "DT RS232-RS485 Manual", Innovative Electronic, 2004.