

## MODIFIKASI MODEM PADA JARINGAN APRS UNTUK PENGIRIMAN DAN PENERIMAAN DATA PAKET TELEMETRI

**Arief Goeritno<sup>1</sup>, Rakhmad Yatim<sup>2</sup>, Dwi Jatmiko Nugroho<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Ibn Khaldun Bogor  
Jl. Sholeh Iskandar km.2, Kedung Badak, Tanah Sareal, Kota Bogor 16132 Telepon: 0251 8356884

<sup>2</sup>Pusat Teknologi Satelit, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)  
Jl. Cagak Satelit km.4, Rancabungur, Kabupaten Bogor 16310 Telepon: 0251 8623010

<sup>3</sup>PT Tirta Fresindo Jaya  
Jl. Mayjend H.E. Edi Sukma km.16, Caringin, Kabupaten Bogor 16730  
Email: arief.goeritno@ft.uika-bogor.ac.id

### Abstrak

Telah dilakukan modifikasi modem pada jaringan APRS untuk pengiriman dan penerimaan data paket telemetri melalui penyetelan ulang: (a) pada modulator secara hardware berupa penambahan kanal ADC masukan dan software berupa pengiriman paket data telemetri, penentuan callsign, alamat beacon, dan time delay paket data telemetri; (b) dari modulator ke transmitter berupa pengawatan (wiring) dan penyetelan (setting) frekuensi pada transmitter; (c) dari antena dan receiver ke demodulator berupa pengawatan dan penyetelan frekuensi pada port demodulator, (d) pada demodulator secara software berupa aktivasi program aplikasi HyperTerminal atau UI-View32; dan (e) dari demodulator ke komputer, yaitu hubungan antara port pada Terminal Node Controller (TNC) dan serial port (COM) pada komputer melalui kabel serial komunikasi, agar dapat saling berkomunikasi atau terjadi handshaking. Penambahan tiga kanal ADC masukan pada modulator APRS menjadi lima kanal, telah bermanfaat untuk penginformasian lima parameter fenomena fisika yang dipantau dan/atau diukur. Keberhasilan proses handshaking ditandai oleh penerimaan datapakete telemetri pada stasiun penerimaan yang diperoleh secara realtime. Notifikasi YB0LRB-11 merupakan stasiun pengiriman paket data telemetri dan diterima pada stasiun penerimaan YD1PRY dengan format: YD1PRY-2>APLPN,ARISS [05/18/2014 04:03:07]: <UI>: !06.30.37S/106.48.26E#. Notifikasi tersebut merupakan paket data telemetri tentang posisi stasiun pengiriman yang diterima oleh stasiun YD1PRY sebagai inisialisasi pada jaringan APRS. Pengiriman dari stasiun YB0LRB-11 dengan format: YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:04:09]: <UI>: T#011,005,093,004,122,075,00010000, merupakan data paket telemetri urutan ke-11 dengan data hasil pemantauan dan pengukuran sensor-sensor yang bersesuaian dengan kanal ADC masukan. Penerimaan oleh YD1PRY dari YB0LRB-11 dengan format: YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2\*[05/18/2014 04:04:10]: <UI>: T#011,005,093,004,122,075,00010000, merupakan data paket telemetri dari stasiun YB0LRB yang dipancar ulang.

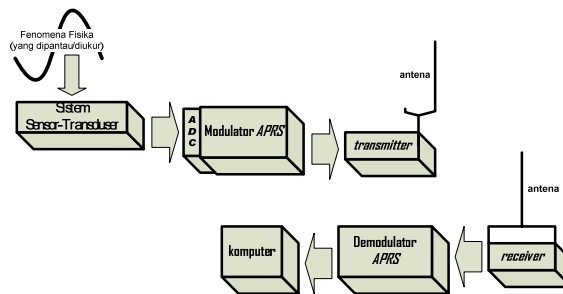
**Kata kunci:** data paket telemetri; modem pada APRS; transceiver.

### Pendahuluan

Jumlah maksimal kanal ADC masukan pada modem (modulator-demodulator) pada *Automatic Position Reporting System* (APRS) atau lebih dikenal dengan *Terminal Node Controller*, (TNC) dimungkinkan hingga delapan kanal (Kantronics, 2007) yang dinotasikan dengan kanal an0, an1, an2, an3, an4, an5, an6, dan an7. Kanal dengan notasi an4 sebagai kanal terlarang (*forbidden*) untuk digunakan, sedangkan kanal an6 dan an7 tidak layak secara *hardware* (Kantronics, 2007). Berdasarkan hal itu, maka hanya terdapat lima kanal saja yang benar-benar efektif dapat digunakan. Kenyataan yang ada, pada modem hanya disediakan dua kanal secara *default* (Kantronics, 2007), sehingga masih dapat dibuat tiga kanal tambahan (Kantronics, 2007). Diperlukan pengawatan secara eksternal

untuk pembuatan tiga kanal tambahan tersebut (Suwarjo, 2010), sehingga kondisi ideal seperti saat pabrikasi pertama kali oleh pabrik pembuat tidak dapat terpenuhi.

Implementasi modem pada jaringan APRS untuk data paket telemetri (The APRS Working Group, 2000; Adisoemarta, 2008; Priyanto, 2012) menjadi sangat penting, terlebih dengan jumlah maksimal kanal ADC masukan pada modulator. Jumlah maksimal kanal ADC masukan pada TNC mengindikasikan sejumlah parameter fisika dan/atau kimia hasil pemantauan dan/atau pengukuran yang dapat dikirim. Secara mendasar, jaringan APRS untuk data paket telemetri terdiri atas sistem pengiriman dan penerimaan. Kebutuhan di dalam sistem pengiriman, yaitu catu daya, sejumlah seperangkat sensor dan transduser yang terhubung ke *packet encoder*, modem pada APRS, radio *transmitter*, dan keberadaan sebuah pemancar (Adisoemarta, 2008). Untuk pemenuhan pada sistem penerimaan, dibutuhkan catu daya, antena penerima gelombang radio, radio *transceiver*, dan TNC yang terhubung ke komputer. Diagram blok sistem pengiriman dan penerimaan data paket telemetri berbasis APRS, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram blok sistem pengiriman dan penerimaan data paket telemetri berbasis APRS

Terdapat perbedaan antara APRS dan radio paket konvensional (The APRS Working Group, 2000; Adisoemarta, 2008), dimana APRS hanya mengenal 4 tipe paket, yaitu posisi/objek, status, pesan, dan antrian. Berkenaan APRS sebagai sebuah *multi-user data network*, maka sewaktu pengiriman data paket telemetri selayaknya digunakan metode *unconnected mode (one-to-many)* yang tentunya berbeda dengan penggunaan *connected mode (one-to-one)* pada radio paket konvensional (The APRS Working Group, 2000; Adisoemarta, 2008). Penerapan metode *unconnected mode* sangat efisien, karena hanya dengan satu paket seluruh informasi sudah terpancarkan. Hal itu tentunya berbeda, jika metode *connected mode* diterapkan, karena diperlukan sekurang-kurangnya lima paket untuk pengiriman informasi yang sama (The APRS Working Group, 2000).

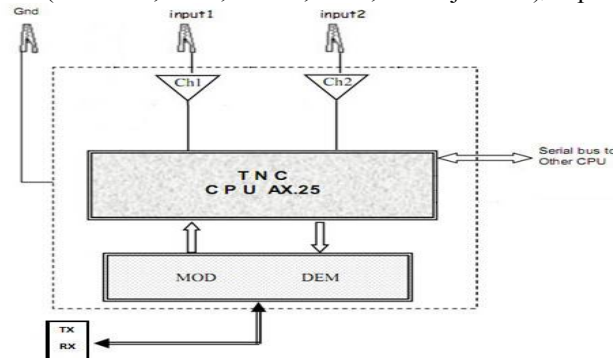
Awal pemanfaatan jaringan APRS, hanya berupa pengiriman informasi tentang posisi atau lokasi yang kemudian berkembang dengan tambahan informasi tentang cuaca dan layanan pesan singkat untuk *chat* (Adisoemarta, 2008). Data parameter dari sensor atau posisi yang ditunjukkan oleh *Global Positioning System (GPS)* pada satu stasiun APRS akan diubah menjadi data dengan format radio paket (*AX.25 UI Frame*) yang kemudian dipancarkan melalui gelombang radio (Beech, 1998) dengan kecepatan *1200 bit per second (bps)* untuk pita (*band*) frekuensi sama atau lebih besar dari *Very High Frequency (VHF)* atau *300 bps* untuk pita frekuensi pada *High Frequency (HF)*. Jaringan stasiun APRS dengan cakupan yang cukup luas, pergerakan satu stasiun APRS dalam suatu area sangat dimungkinkan dapat dilakukan. Hal itu didasarkan kepada radio amatir yang berbasis sistem *real-time tactical digital communications protocol* (The APRS Working Group, 2000) untuk pertukaran banyak stasiun yang terdapat di seluruh area.

Perolehan jumlah maksimal kanal ADC masukan di dalam modem pada APRS dan keberadaan sistem pengiriman dan penerimaan data paket telemetri pada jaringan APRS dengan penerapan metode *unconnected mode (one-to-many)*, maka hal itu menjadi tujuan penelitian modifikasi modem pada APRS ini. Tujuan penelitian terkait erat dengan metode penelitian, yaitu penyetalan ulang untuk memperoleh konfigurasi: (a) pada modulator, (b) dari modulator ke *transmitter*, (c) dari antena dan *transceiver* ke demodulator, (d) pada demodulator, dan (e) dari demodulator ke komputer. Tujuan akhir berupa pencapaian kondisi *handshaking* untuk kontinuitas pengiriman dan penerimaan data paket telemetri melalui uji validasi secara *real time*.

### Bahan dan Metode Penelitian

Bahan-bahan penelitian untuk keperluan pelaksanaan metode penelitian, adalah: - dua buah TNC; - radio *transmitter* dengan pita (*band*) frekuensi pada *Very High Frequency (VHF)* dan antena; - radio *transceiver* dengan pita frekuensi pada *VHF* dan antena; - catu daya untuk stasiun pengiriman data; - rangkaian elektronika (sistem sensor, penguat, transduser, dan konverter analog ke digital, ADC); - pigtail antena; - kabel AWG; - boks untuk modul stasiun pengiriman paket data telemetri; - catu daya untuk stasiun penerimaan data; - pengawatan *serial RS-232*; - konverter *serial port* ke *USB*; - program aplikasi: *HyperTerminal* dan *UI-View32*. Spesifikasi teknis TNC (Kantronics, 2007), yaitu: - Dimensi: 21 mm x 133 mm x 133 mm; - Berat: 0,32 kg; - Catu daya: 6~25 Vdc, ≤ 30 mA (*LEDs on, unit active*) dan 6~25 Vdc, ≤ 15 mA (*LEDs off, unit inactive*); - Port sambungan: DB-9 (radio); DB-

25 (komputer/terminal data); - ADC: dua masukan; 0~5 volt dc, akurasi 8-bit; - Kecepatan data: 300, 400, 600, disarankan 1200 bps; - PTT outout: Open drain, +50 Vdcmax., 200 mA max.; - Modulasi: 1200 bpsFSK full duplex CCITT V.23;1300 Hz. (bit 0)/2100 Hz. (bit 1); - Mode operasi: Packet, WeFax, KISS, XKISS, HOST, GPS, MODEM; - Indikator Leds: Power, Xmit, Rcv, Connected, Status, Mail (user option on/off); - Remote Controll Access: External Reset; - Protokol operasi: AX.25 Levels 1 and 2; - Watchdog timer:  $\pm 2,5$  menit. Diagram blok TNC standar pada jaringan APRS (Motorola, 1997; Thinel, 2009; Suwarjo 2010), seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Diagram blok TNC standar pada jaringan APRS

### Metode Penelitian

Metode penelitian dilakukan melalui beberapa pentahapan untuk penentuan konfigurasi akhir pada sistem pengiriman dan penerimaan jaringan APRS. Langkah-langkah berupa penyetelan ulang (*resetting*): (1) di modulator, (2) dari modulator ke *transmitter*, (3) dari antenna dan *receiver* ke demodulator, (4) di demodulator, dan (5) dari demodulator ke computer. Tahapan akhir berupa ketercapaian kondisi *handshaking*.

### Resetting pada modulator

Penyetelan ulang terhadap modulator pada APRS meliputi dua hal, yaitu secara perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Proses secara perangkat keras pada modulator di TNC (Motorola 2000; Kantronics, 2007; Suwarjo, 2010) berupa modifikasi dari 2 kanal (standar yang dimiliki) menjadi 5 kanal ADC masukan (Motorola, 1997; Kantronics, 2007). Proses secara perangkat lunak pada modulator, meliputi: (i) *setup* terhadap *callsign* dari stasiun yang akan digunakan, (ii) *boudrate* komunikasi, (iii) *transmitt delay* atau jeda pengiriman data, (iv) *beacon location*, dan (v) *beacon* informasi, penentuan *callsign*, alamat *beacon*, dan *time delay* paket data telemetri. Penyetelan ulang secara perangkat keras dan lunak pada perangkat TNC dapat dilakukan setelah diketahui spesifikasi TNC yang akan digunakan. Langkah lanjutan pada konfigurasi *Protocol AX.25* yang terdapat pada TNC, agar sistem APRS mampu dioperasikan, sehingga perlu dilakukan dengan *command mode* (The APRS Working Group, 2000; Kantronics, 2007), berupa:

- Perintah nama *callsign*, berfungsi untuk pemberian nama stasiun berdasarkan aturan AIRU (*Amateur International Radio Union*), yaitu: MYCALL YB0LRB-11
- Perintah *link data TNC to other CPU* (PC, komputer mikro, atau mikrokontroler), yaitu: ABAUD 4800
- Perintah *delay* pengiriman data telemetri pada APRS, yaitu: AXDELAY 1 (10 msec), TXDELAY 27 (270 msec), SLOTTIME 5 (50 msec)
- Perintah *link data TNC to radio*, berfungsi untuk laju data antara TNC dan radio, yaitu: HBAUD 1200
- Perintah *time beacon data location*, berfungsi untuk pengiriman data lokasi stasiun APRS berdasarkan posisi lintang dan bujur dengan penggunaan interval 2 menit 24 detik, yaitu: BLT 1 EVERY 00:02:24
- Perintah *beacon location* atau data lokasi stasiun APRS yang dipancarkan TNC, yaitu: LT 1 106.30.37S/106.48.26E#
- Perintah *time beacon* data, berfungsi dalam penggunaan data paket *beacon* dikirim dengan interval setiap 2 menit. *Btext* adalah data teks atau *beacon* teks berfungsi sebagai inisialisasi mode pada APRS yang dilakukan untuk ditransmisikan, yaitu: BEACON EVERY 2, BTEXT #Uji APRS#
- Perintah untuk stasiun APRS *Digipeater* data pada stasiun pengiriman, dimana APRS *Digipeater* di-off-kan atau tidak digunakan, sehingga stasiun ini tidak akan melakukan proses *digipeater* apabila menerima data dari stasiun APRS lain, yaitu: DIGIPEAT OFF
- Perintah untuk dipancarkan kembali pada stasiun APRS *Digipeater* yang lain, sehingga apabila stasiun APRS yang lain memiliki fungsi *digipeater*, maka data dari stasiun pengiriman yang dipancarkan akan dipancar ulang oleh stasiun APRS *Digipeater* dengan *command* yang digunakan: MYALIAS WIDE2-1, LTP 1 APLPN VIA WIDE2-1, UNPROTO APLPN VIA WIDE2-1
- Time delay* pengiriman data telemetri yang dipancarkan via radio. *Command* untuk melakukan jeda pengiriman paket data telemetri dengan interval pengiriman setiap 20 detik, yaitu: TELEMTRY 2 (20 sec)

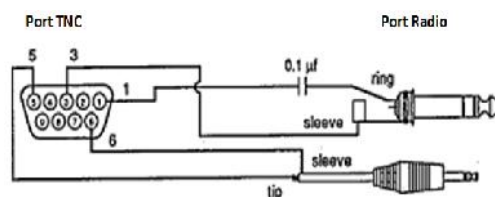
- k) *Hierarchical Text (Htext)* merupakan pengaturan alamat hierarki yang digunakan untuk pengakomodasian sistem lalu lintas paket data nasional, termasuk pesan diproses oleh radio paket berbasis *PC-BBS (personal computer bulletin board system)*, yaitu: `HTEXT bgr.ind.jwb2`

Konfigurasi perangkat lunak selanjutnya berupa konfigurasi format data. Pengiriman data paket telemetri *APRS* dari stasiun pengiriman dengan format `{Callsign (ditetapkan: YB0LRB) > BEACON, T#nnn,an0,an1,an2,an3,an5}` dengan arti, bahwa:

- a. **YB0LRB**= nama stasiun pengirim data *APRS* berdasarkan aturan Organisasi Amatir Radio;
- b. **nnn**= angka desimal urutan yang memiliki siklus dari 000 sampai 999, apabila nilai telah tercapai 999, maka akan kembali ke nilai 000 untuk *frame* data telemetri selanjutnya;
- c. **an0,an1**= nilai masukan analog pada kanal *TNC* (kanal 1 dan 2) yang tersedia secara *default*; dan
- d. **an2,an3,an5**= nilai masukan analog melalui *patch* internal modulator *APRS* hasil modifikasi (kanal 3, 4, dan 5).

**Resetting dari modulator ke transmitter**

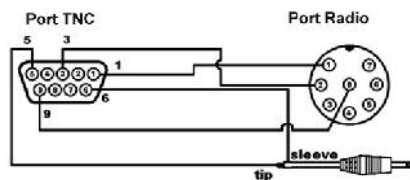
Penyetelan ulang dari modulator ke *transmitter* pada *APRS* meliputi proses pengawatan dan penyetelan (*setting*) frekuensi pada *transmitter* yang sesuai dengan *users guide* (Kantronics, 2007). Diagram skematis pengawatan dari *port* modulator pada *TNC* ke *port* audio pada *radiotransmitter*, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Diagram skematis pengawatan dari *port* modulator pada *TNC* ke *port* audio pada *radiotransmitter*

**Resetting dari antenna dan receiver ke demodulator**

Penyetelan ulang dari antenna dan *receiver* ke demodulator hampir sama dengan penyetelan ulang dari modulator ke *transmitter* pada stasiun pengiriman data, yaitu proses pengawatan dari *port* audio radio ke *port* demodulator *TNC* dan penyetelan (*setting*) frekuensi pada demodulator. Diagram skematis pengawatan dari *port* audio pada radio ke *port* demodulator pada *TNC* (Kantronics, 2007), seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



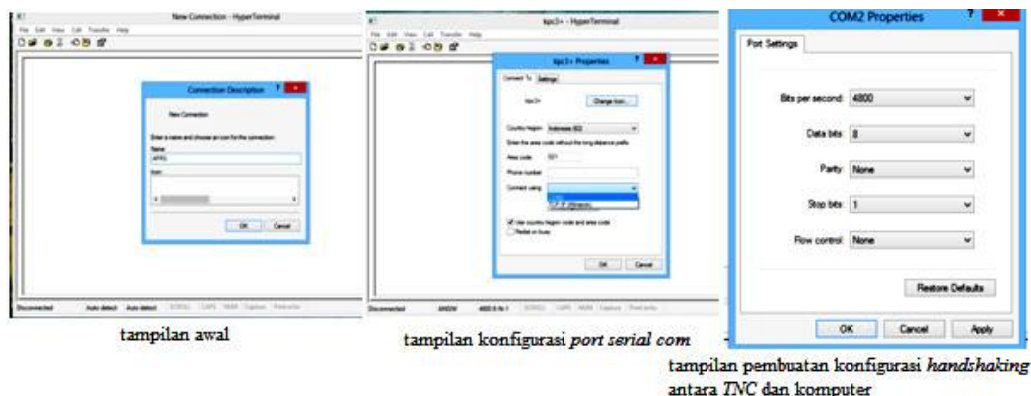
Gambar 4 Diagram skematis pengawatan dari *port* audio pada radio ke *port* demodulator pada *TNC*

**Resetting pada demodulator**

Penyetelan ulang terhadap demodulator dilakukan secara perangkat lunak untuk stasiun penerimaan paket data dengan aplikasi *hyperterminal* dan *UI-View32* (Kantronics, 2007; Adisoemarta, 2008; Suwirjo, 2010). Penyetelan dengan program aplikasi *hyperterminal*, melalui tahapan (Kantronics, 2007; Adisoemarta, 2008; Suwirjo, 2010, Priyanto, 2012):

- a) pengetikan *APRS* pada kolom *Name*;
- b) pemilihan Indonesia (62) pada kolom *Country*, kemudian kolom *Area code* ketik 021, setelah itu pilih *COM2* atau sesuai dengan *COM* yang tersedia pada kolom *Connect using*;
- c) pilihan 4800 pada kolom *bit per second* untuk penentuan mode komunikasi antara *PC* dan *TNC*, kemudian pilih nilai data bit 8 pada kolom data bits. Kolom *parity* dipilih *none*, nilai kolom *stop bits* dipilih 1, kemudian dipilih *none* pada *flow control*; dan
- d) tampilan penerimaan data hasil akuisisi sensor telah terbaca dengan bantuan *software* (perangkat lunak) *HyperTerminal*.

Tampilan program aplikasi *HyperTerminal*, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.

Gambar 5 Tampilan program aplikasi *HyperTerminal*

Penyetelan ulang terhadap demodulator dapat juga dilakukan dengan program aplikasi *UI-View32* (Adisoemarta, 2008; Suwirjo, 2010, Priyanto, 2012), melalui pentahapan:

- konfigurasi jenis *TNC* yang digunakan,
- konfigurasi jenis *transceiver*,
- konfigurasi nama stasiun *APRS*,
- konfigurasi laju data dari *TNC* ke komputer,
- konfigurasi kecepatan *Link* data *TNC* ke radio, dan
- konfigurasi stasiun penerimaan data sebagai stasiun *Digipeater*.

Penyetelan fungsi *digipeater*, agar data yang diterima oleh stasiun penerimaan paket data telemetri dapat dipancar ulang setelah diterima dari stasiun pengiriman. Konfigurasi selanjutnya berupa konfigurasi format data dengan ketentuan, bahwa format data yang dikirimkan sesuai format pada *TNC* yang digunakan (Kantronics, 2007). Format paket data telemetri tersebut, yaitu: **YD0LRB-11>BEACON:T#nnn,an0,an1,an2,an3,an5,b7b6b5b4b3b2b1b0**. Pengertian format paket data telemetri tersebut, adalah:

- nnn** = angka desimal yang memiliki siklus dari 000 sampai 999, apabila nilai desimal telah mencapai 999 akan kembali ke nilai 000 untuk *frame* paket data telemetri selanjutnya;
- an1,an2** = nilai masukan analog pada kanal konektor eksternal yang tersedia secara *default*;
- an2,an3,an5** = nilai masukan analog pada kanal hasil modifikasi *TNC* melalui *patch* internal mikroprosesor;
- b7,b6,b5,b4,b3,b2,b1,b0** = nilai biner untuk *port* telemetri. *Most Significant Bit (MSB)* **b7**, terkait dengan level signal *DTR*, sedangkan **b5, b3, b2, b1, b0** terkait dengan logika biner tinggi (*high*) atau rendah (*low*) dari **an5, an3, an2, an1, an0**.

Langkah lanjutan pada konfigurasi *Protocol AX.25* yang terdapat pada *TNC*, agar sistem *APRS* mampu dioperasikan sebagaimana yang dilakukan terhadap modulator dengan *command mode* seperti pada *users guide* (Kantronics, 2007).

#### **Resetting dari demodulator ke komputer**

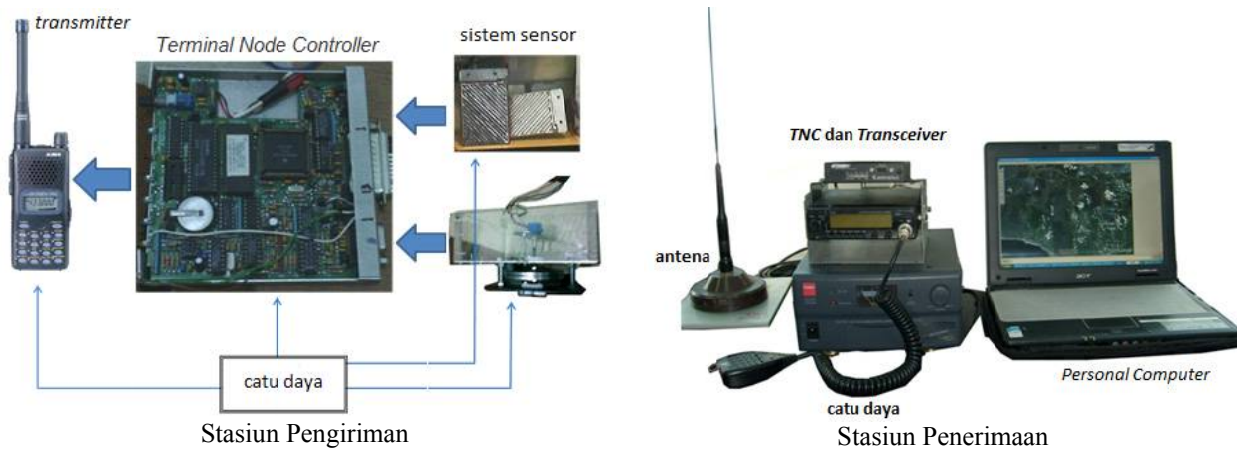
Penyetelan ulang dari demodulator (*TNC* difungsikan sebagai demodulator) ke komputer dilakukan secara *hardware* dan *software*. Penyetelan secara *hardware* berupa proses pengawatan untuk penyesuaian antar *pin-pin* di *DSUB-25* pada *TNC* dan *pin-pin* di *DSUB-9* pada komputer melalui kabel komunikasi *serial port* *TNC* ke *serial COM* (pada komputer). Penyetelan secara perangkat lunak digunakan untuk proses *recording* pada stasiun penerimaan data paket telemetri, sekaligus sebagai indikator kinerja sensor-sensor pemantauan dan pengukuran fenomena fisis.

#### **Ketercapaian kondisi handshaking**

Fenomena fisis yang dikondisi-buatkan digunakan sebagai sumber-sumber data untuk masukan bagi sensor deteksi keberadaan hujan, sensor deteksi intensitas keberadaan hujan, sensor ketinggian permukaan air, dan dua sensor deteksi nilai tegangan catu daya. Data paket telemetri hasil pengamatan dan/atau pengukuran dikirim dari stasiun pengiriman yang dapat diterima pada stasiun penerimaan secara *real time*. Penyetelan dapat dilakukan melalui sistem *command mode* (Kantronics, 2007) atau dengan program aplikasi *HyperTerminal*.

#### **Hasil dan Bahasan**

Berdasarkan Gambar 1 diperoleh suatu sistem pengiriman dan penerimaan data paket telemetri, dimana dua bagian sistem tersebut yang saling dihubungkan dan beroperasi secara *real time*. Diagram blok pada sistem pengiriman dan penerimaan data paket telemetri berbantuan *APRS*, seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Diagram blok stasiun pengiriman dan penerimaan data paket telemetri berbantuan APRS

Keberhasilan perolehan sistem pengiriman dan penerimaan data paket telemetri yang beroperasi secara *real time*, didahului oleh perolehan-perolehan sebelumnya, yaitu konfigurasi: i) pada modulator (secara perangkat keras dan lunak), ii) dari modulator ke transmitter, iii) dari antena dan *transceiver* ke demodulator, iv) pada demodulator, dan v) dari demodulator ke komputer, sehingga pencapaian kondisi *handshaking* berupa penerimaan data paket telemetri secara *real time*.

**Konfigurasi pada Modulator(secara perangkat keras)**

Jalur *ADC* masukan yang telah *existing* berjumlah 2 (dua) jalur (kanal)*ADC* masukan. Berdasarkan hasil modifikasiterhadap peranti *TNC*diperoleh kanal *ADC* masukan tambahan sebanyak 3 (tiga) kanal, sehingga kanal*ADC* masukan sebanyak 5 (lima) kanal masukan yang dinotasikan dengan Ch1 sampai Ch5 pada *TNC* berbasis *CPU AX.25*, dimana *TNC* tersebut difungsikan sebagai modulator. Pengawatan yang didasarkan kepada Gambar 1, dilakukan melalui pemberian  *jumper* pada modul *TNC*. Hasil modifikasi terhadap *TNC* guna perolehan kanal *ADC* masukan tambahan untuk sensor, seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7Hasil modifikasi terhadap *TNC* guna perolehan kanal *ADC* masukan tambahan untuk sensor

Berdasarkan Gambar 7 ditunjukkan, bahwa jumlah kanal *ADC* masukan secara *default* terhubung ke *pin* konektor masukan pada *TNC* berjumlah 2 (dua) jalur dengan notasi *an0* dan *an1*, sedangkan perlakuan terhadap modul *TNC* guna perolehan kanal *ADC* masukan tambahan yang berjumlah 3 (tiga) dengan notasi *an2*, *an3*, dan *an5*, harus dilakukan melalui sambungan langsung terhadap *patch* internal *IC MC68HC11F1* yang terdapat pada *TNC*.*Patch* internal pada mikroposepor tersebut memiliki akurasi *ADC* 8 bit dan berfungsi sebagai pengontrol dan mampu dalam penanganan instruksi yang terdapat di *TNC*. Jalur *ADC* masukan hasil modifikasi *TNC* memiliki batasan tegangan kerja 0-5 volt, sehingga nilai tegangan tersebut perlu diturunkan dengan komponen pasif berupa sebuah resistor pada 3 kanal *ADC* masukan hasil modifikasi.Kanal dengan notasi *an4* tidak boleh digunakan, sedangkan kanal dengan notasi *an6* dan *an7*, sebaiknya tidak digunakan.

**Konfigurasi pada Modulator (secara perangkat lunak)**

Konfigurasi perangkat lunak modulator pada *APRS*digunakan sebagai stasiun *stand-alone* sebuah *APRS* yangmemiliki fungsi hanya mengirimkan data telemetri searah secara *broadcast*. Data tersebut dikirimkan ke seluruh stasiun *APRS*yang berada dalam daerah cakupannya. Konfigurasi perangkat lunak, meliputi konfigurasi *callsign*, alamat *beacon*, data telemetri,lima kanal analog dengan identifikasi nilai diskrit 8 bit. Data tersebut secara

berturut-turut dipancarkan pada waktu tertentu, sehingga data paket telemetri yang dikirimkan merupakan data paket terbaru sesuai waktu pengiriman. Keberhasilan penyetelan modulator secara perangkat lunak berupa data paket telemetri setelah perolehan kondisi *handshaking* dengan format YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:00:49]: <UI>:T#001,004,235,005,122,075,00010000.

#### Konfigurasi dari Modulator ke *Transmitter*

Salah satu bagian utama sebuah stasiun radio paket, adalah *transceiver* yang berfungsi sebagai pengirim atau penerima sinyal radio dari atau ke antena, yang melewatkan sinyal audio bolak-balik antara radio ke *TNC*. Peran sebuah *transmitter* sangat vital pada stasiun radio paket, karena radio berfungsi sebagai media transmisi data, dimana keberhasilan dalam penyampaian sebuah pesan atau data pada stasiun penerimaan harus dapat dijamin. Berdasarkan Gambar 3 dibuat pengawatan dari *pin-1* (pengiriman audio) pada *DSUB-9* sebagai masukan ke *pin* konektor untuk mikrofon (*microphone*) pada radio, *pin-3 push-to-talk (PTT)* di *DSUB-9* pada modulator ke konektor mikrofon *PTT* pada radio. Jalur pengawatan *pin-5* pada *DSUB-9* ke konektor *loudspeaker* radio, sedangkan *pin-6* adalah *ground* pada *DSUB-9* modulator ke *ground* pada *loudspeaker* radio. Bentuk fisis pengawatan dari *port* modulator pada *TNC* ke *port* audio pada radio *transmitter*, seperti ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8 Bentuk fisis pengawatan dari *port* modulator pada *TNC* ke *port* audio pada radio *transmitter*

Untuk penyetelan frekuensi pada *transmitter* bergantung kepada jenis *transmitter* yang digunakan, sedangkan frekuensi yang digunakan ditetapkan pada pita *VHF* sebesar 144,390 Mega hertz atau disesuaikan dengan jaringan *APRS* yang telah ada (jaringan *APRS* di Area Jawa Barat).

#### Konfigurasi dari Antena dan *Transceiver* ke Demodulator

Konfigurasi antena dan *transceiver* ke demodulator, meliputi proses pengawatan dan penyetelan frekuensi radio *transceiver* pada *APRS*. Keterkaitan dengan Gambar 4 yang didasarkan kepada modem merk Kantronics ditunjukkan, bahwa: (i) *pin-1* (pengiriman audio) pada *DSUB-9* untuk masukan ke *pin* konektor untuk mikrofon pada radio, (ii) *pin-3 (push-to-talk, PTT)* di *DSUB-9* pada modulator ke *pin* konektor untuk mikrofon *PTT* pada radio, (iii) *pin-5* pada *DSUB-9* ke *pin* konektor untuk *loudspeaker* pada radio, (iii) *pin-9* adalah *pin ground* di *DSUB-9* yang dihubungkan ke *pin-8* untuk *pin* untuk *microphone* pada radio, dan (iv) *pin-6* adalah *pin* untuk *ground* di *DSUB-9* pada modulator dihubungkan ke *pin* untuk *ground* dari *loudspeaker* pada radio. Penyetelan frekuensi pada *receiver* bergantung kepada frekuensi yang digunakan pada jaringan *APRS* yang telah ada. Konfigurasi dari *receiver* radio ke antena digunakan kabel *RG-58* dengan antena tipe *omni* yang dihubungkan ke *pictail* antena dengan konektor tipe *SMA*.

Bentuk fisis pengawatan dari *port* demodulator pada *TNC* ke *port* audio pada radio, seperti ditunjukkan pada Gambar 9.



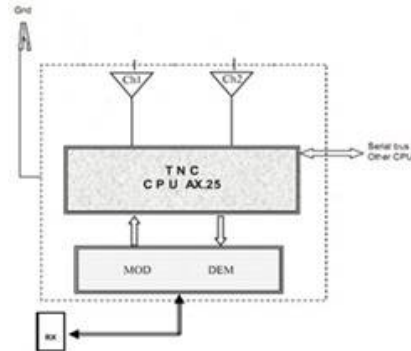
Gambar 9 Bentuk fisis pengawatan dari *port* demodulator pada *TNC* ke *port* audio pada radio

Berdasarkan Gambar 9 ditunjukkan, bahwa bentuk fisis pengawatan dari *port* demodulator pada *TNC* ke *port* audio pada radio mutlak diperlukan, agar proses penerimaan paket data telemetri dari stasiun pengiriman dapat diperoleh. Penyetelan frekuensi radio *transceiver* pada *APRS* diawali dengan konfigurasi secara perangkat keras dari antena tipe *omni* melalui *pictail* antena ke konektor pada radio *transceiver* tipe *BNC to N* dengan penghubung kabel *RG-58* pada nilai pilihan frekuensi 144 Mega hertz. Hasil penyetelan frekuensi radio *transceiver* pada *APRS* diperoleh nilai frekuensi pada pita *VHF* sebesar 144,390 Mega hertz. yang disesuaikan dengan jaringan *APRS* di

Area Jawa Barat. Untuk nilai frekuensi yang lain pada *transceiver*, bergantung kepada jenis *transceiver* yang digunakan.

**Konfigurasi pada Demodulator APRS**

Konfigurasi demodulator pada APRS secara perangkat keras merupakan upaya, agar peranti dapat digunakan sebagai penerima data APRS dan merupakan penerapan fungsi *Digital Repeater (Digipeater) APRS* yang didasarkan kepada Gambar 2. Diagram blok demodulator pada APRS, seperti ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10 Diagram blok demodulator pada APRS

Ditunjukkan pada Gambar 10, bahwa konfigurasi demodulator pada APRS berupa penetapan dua jalur masukan TNC yang tidak memfungsikan ch1 dan ch2. Konfigurasi terhadap demodulator pada APRS secara perangkat lunak berupa konfigurasi *Protocol AX.25* pada stasiun penerima APRS yang dapat dilakukan melalui sistem *command mode* atau dengan program aplikasi, seperti *HyperTerminal*. Konfigurasi pertama yang dilakukan adalah *callsign* dari stasiun yang akan digunakan, dilanjutkan *boudrate* data komunikasi, *time delay* pengiriman data, *beacon location text*, dan *beacon* informasi.

**Konfigurasi dari Demodulator (TNC) ke Komputer**

Kabel dan konektor serial diperlukan sebagai komunikasi serial untuk hubungan TNC ke komputer (kabel modem RS232). Hal-hal yang diperlu diketahui saat proses pengawatan sebuah kabel serial, yaitu: (1) bagian atau komponen apa saja yang dibutuhkan dan (2) bagaimana bagian-bagian yang terhubung. Kesesuaian *pin-pin DSUB-25* pada TNC dan *pin-pin DSUB-9* pada komputer, seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Kesesuaian *pin-pin DSUB-25* pada TNC dan *pin-pin DSUB-9* pada komputer

<i>Pin-pin</i> pada DSUB-25 di TNC	kesesuaian	<i>Pin-pin</i> pada DSUB-9 di Komputer
2 RXD	↔	3 TXD
3 TXD	↔	2 RXD
4 RTS	↔	7 RTS
5 CTS	↔	8 CTS
7 FG/GND	↔	5 SG

Berdasarkan Tabell ditunjukkan, bahwa dibutuhkan komponen-komponen berupa: (i) konektor *DSUB-25 male*, untuk penyambungan ke *port TNC* dan konektor *female DSUB-9* untuk ke komputer; (ii) konektor *female* pada *DSUB-9* atau konektor *female* pada *DSUB-25*, bergantung pada konektor pada serial (*COM*) *port* komputer yang akan digunakan untuk menyambung serial (*COM*) *port* komputer, dan (iii) kabel serial yang sesuai dan berkualitas tinggi tipe *cablesheilding* (kabel terlindungi) yang memiliki lima atau lebih inti kabel. Bagian-bagian (*pin-pin*) pada konektor *DSUB-25* yang terhubung ke TNC, yaitu: *pin-2 RXD*, *pin-3 TXD*, *pin-4 RTS*, *pin-5 CTS*, dan *pin-7 FG/GND*. Penjelasan nama-namapin, yaitu:

*RXD*–Receive Data : *pin* pembawa data paket telemetri dari TNC ke komputer;

*TXD*–Transmit Data : *pin* pembawa data paket telemetri dari komputer ke TNC;

*RTS*–Request To Send : *pin* penambahan fungsi cek TNC untuk pengontrolan, apakah diizinkan untuk pengirim data paket telemetri ke computer?, dimana *pin* ini dikontrol oleh program *software* untuk memberikan informasi ke TNC, *pin* ini digunakan sebagai proses *hardware* untuk pengontrolan aliran data;

*CTS*–Clear To Send : TNC pada jalur ini menggunakan sinyal computer, apabila tidak dapat lagi menerima data dari komputer, atau untuk memberi tanda bahwa komputer telah siap lagi menerima aliran data;

*F*–Frame Ground : *pin* ini melekat pada *chassis* alat sebagai pengamanan; dan

*SG*–Signal Ground : *pin* ini untuk *ground* sinyal.

Bentuk fisis pengawatan dari *serial port* pada TNC ke *serial COM*, seperti ditunjukkan pada Gambar 11.





Gambar 11 Bentuk fisis pengawatan dari serial port pada TNC ke serialCOM

Ditunjukkan pada Gambar 11, bahwa kebutuhan standar untuk sebuah kondisi *handshaking* secara perangkat keras dari TNC ke komputer berupa serial port pada TNC ke serialCOM. Untuk kondisi dimana konektor serial port (COM DB-9) ke suatu komputer yang tidak memiliki konektor serial port, maka perlu ditambahkan sebuah konverter serial RS-232 ke universal serial bus (USB), agar komunikasi antara TNC dan komputer tetap dapat dilakukan. Pengawatan dari port pada TNC ke port pada PC dengan konverter dari serial RS-232 ke USB, seperti ditunjukkan pada Gambar 12.

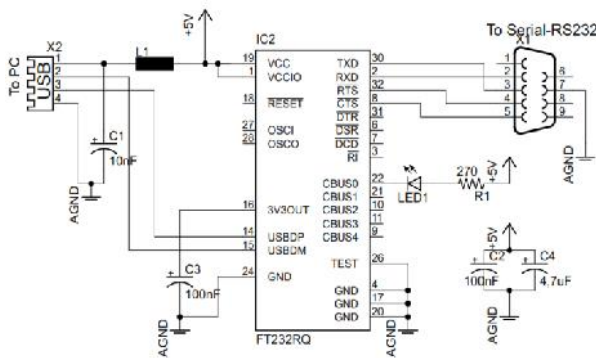


diagram skematis konverter dari serial RS-232 ke USB



bentuk fisis pengawatan dari port TNC ke port pada PC

Gambar 12 Pengawatan dari port TNC ke port pada PC dengan konverter dari serial RS-232 ke USB

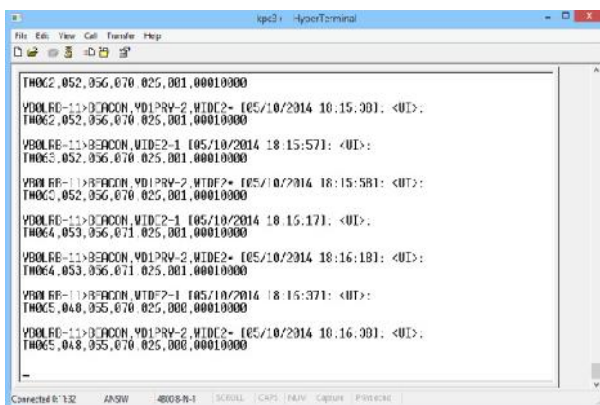
Berdasarkan Gambar 12 ditunjukkan, bahwa: (i) standar konverter dari serial RS-232 ke USB terdiri atas chip prosesor USB (contoh: IC FTDI) untuk pemrosesan sinyal USB. Prosesor atau IC USB mengirimkan sinyal USB dan diproses chip driver serial yang berlaku tegangan yang benar dan mengirimkan sinyal data, kemudian diproses ke serial keluaran (output serial); (ii) pengawatan dari port pada TNC dengan DSUB-25 yang dikonversi ke serial RS-232 dan dihubungkan ke konverter serial RS-232 ke USB. Port USB pada komputer digunakan untuk pendeteksian dan pemrosesan sinyal data berbantuan sebuah driver yang harus diinstal pada komputer. Port USB dengan serial adaptor yang terhubung ke komputer melalui port USB berbantuan driver pada komputer menciptakan sebuah "device" port COM virtual di device manager pada komputer. Port COM virtual dapat diakses dan digunakan seolah-olah hal itu sebagai built-in serial port COM yang terdapat pada komputer.

Penyetelan program aplikasi pada jaringan APRS dapat dilakukan dengan program aplikasi HyperTerminal dan/atau UI-View32, yaitu sebuah program aplikasi penerimaan data paket telemetri pada APRS. Perangkat stasiun penerimaan digipeater pada jaringan APRS, seperti ditunjukkan Gambar 13.



Gambar 13 Perangkat stasiun penerimaan digipeater pada jaringan APRS

Tampilan keberhasilan suatu *handshaking* pada program aplikasi APRS, seperti ditunjukkan pada Gambar 14.



berbasis *hyperterminal*



berbasis *UI-View32*

Gambar 14 Tampilan keberhasilan suatu *handshaking* pada program aplikasi APRS

Berdasarkan Gambar 14 ditunjukkan, bahwa program aplikasi APRS berbasis perangkat lunak *hyperterminal* dan *UI-View32* telah berhasil dalam proses *handshaking* antara TNC dan komputer, dimana data telemetri dari stasiun pengiriman data paket telemetri dapat diterima di stasiun penerimaan. Kelebihan *UI-View 32*, yaitu dapat mengetahui langsung posisi stasiun APRS yang diamati dan stasiun APRS lain ke bentuk media visual yang ditampilkan dalam bentuk *mapping* posisi. Perangkat lunak *UI-View32* lebih memberikan kemudahan dalam melakukan proses pengamatan dan *recording* data paket telemetri secara bersamaan. Kelebihan lainnya, disediakan menu bagi pengguna APRS untuk melakukan pengiriman pesan berbentuk teks kepada pengguna APRS lain.

**Pencapaian Kondisi Handshaking**

Pencapaian kondisi *handshaking* secara terus menerus merupakan bentuk keberhasilan pengiriman dan penerimaan data paket telemetri. Beberapa contoh tampilan data paket telemetri, seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Beberapa contoh tampilan data paket telemetri

Format Data Paket Telemetri	Keterangan
YB0LRB-11>APLPN,WIDE2-1 [05/18/2014 04:03:00]: <UI>: !06.30.37S/106.54.31E# Uji APRS	Disela dengan # Uji APRS
YB0LRB-11>APLPN,YD1PRY-2,WIDE2*[05/18/2014 04:03:01]: <UI>: !06.30.37S/106.54.31E# Uji APRS	# Uji APRS dipancar ulang

YD1PRY-2>APLPN,ARISS [05/18/2014 04:03:07]: <UI>: !06.30.37S/106.48.26E#	posisi (setelah disela denganreset)
YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:03:09]: <UI>: T#008,006,092,004,122,075,00010000	Urutan ke-8
YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2*[05/18/2014 04:03:10]: <UI>: T#008,006,092,004,122,075,00010000	Urutan ke-8 dipancar ulang
YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:03:29]: <UI>: T#009,000,091,004,122,075,00010000	Urutan ke-9
YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2*[05/18/2014 04:03:30]: <UI>: T#009,000,091,004,122,075,00010000	Urutan ke-9 dipancar ulang
YD1PRY-2>ID,WIDE2-2 [05/18/2014 04:03:41]: <UI>: YD1PRY-2/R WIDE1-1/D YC0ZXI-1/B	Telah di-repeater dan menggunakan 2NNDRY MY ALIAS atau MYPBBS dengan nama penyetelan program pada modem YC0ZXI
YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:03:49]: <UI>: T#010,008,093,004,122,075,00010000	Urutan ke-10
YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:04:09]: <UI>: T#011,005,093,004,122,075,00010000	Urutan ke-11
YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2*[05/18/2014 04:04:10]: <UI>: T#011,005,093,004,122,075,00010000	Urutan ke-11 dipancar ulang
YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:04:29]: <UI>: T#012,000,091,004,122,075,00010000	Urutan ke-12
YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2*[05/18/2014 04:04:31]: <UI>: T#012,000,091,004,122,075,00010000	Urutan ke-12 dipancar ulang
YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:04:49]: <UI>: T#013,004,092,004,122,075,00010000	Urutan ke-13
YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2*[05/18/2014 04:04:50]: <UI>: T#013,004,092,004,122,075,00010000	Urutan ke-13 dipancar ulang

Berdasarkan Tabel 2 ditunjukkan, bahwa format data paket telemetri hasil pemantauan dan pengukuran sensor-sensor, kemudian langsung dipancar-ulangkan dalam waktu yang relatif hampir bersamaan. Berdasarkan hal itu, maka proses kirim, terima, dan *digipeatering* data paket telemetri hasil pemantauan dan pengukuran fenomena fisis telah berlangsung secara *real time*.

**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dan bahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sesuai tujuan penelitian.

- 1) Konfigurasi pada modulator secara perangkat keras berupa perolehan tiga kanal ADC masukan tambahan, sedangkan secara perangkat lunak berupa penggunaan sebagai stasiun *stand-alone* dari APRS yang memiliki fungsi hanya mengirimkan data telemetri searah secara *broadcast* dan data tersebut dikirimkan ke seluruh stasiun APRS yang berada dalam daerah cakupannya. Penetapan konfigurasi *callsign*, alamat *beacon*, data telemetri, lima kanal analog dengan identifikasi nilai diskrit 8 bit.
- 2) Konfigurasi dari modulator ke *transmitter* berupa pengawatan dari: (i) *pin-1* (pengiriman audio) pada DSUB-9 sebagai masukan ke *pin* konektor untuk mikrofon (*microphone*) pada radio, (ii) *pin-3* *push-to-talk* (PTT) di DSUB-9 pada modulator ke konektor mikrofon PTT pada radio, (iii) *pin-5* pada DSUB-9 ke konektor *loudspeaker* pada radio, dan (iv) *pin-6* sebagai *ground* pada DSUB-9 modulator ke *ground* pada *loudspeaker* radio. Selain pengawatan, diperoleh juga penetapan frekuensi pita VHF dengan nilai frekuensi sebesar 144,390 Mega hertz, dimana nilai frekuensi tersebut bergantung kepada jenis *transmitter* yang digunakan.
- 3) Konfigurasi dari antena dan *transmitter* ke demodulator berupa pengawatan dari: (i) *pin-1* (pengiriman audio) pada DSUB-9 untuk masukan ke *pin* konektor untuk mikrofon pada radio, (ii) *pin-3* (*push-to-talk*, PTT) di DSUB-9 pada modulator ke *pin* konektor untuk mikrofon PTT pada radio, (iii) *pin-5* pada DSUB-9 ke *pin* konektor untuk *loudspeaker* pada radio, (iii) *pin-9* adalah *pin ground* di DSUB-9 yang dihubungkan ke *pin-8* untuk *pin* untuk *microphone* pada radio, dan (iv) *pin-6* adalah *pin* untuk *ground* di DSUB-9 pada modulator dihubungkan ke *pin* untuk *ground* dari *loudspeaker* pada radio. Penyetelan frekuensi pada *receiver* bergantung kepada frekuensi yang digunakan pada jaringan APRS yang telah ada, yaitu Area Jawa Barat pada nilai frekuensi 144,390 Mega hertz.
- 4) Konfigurasi demodulator pada APRS berupa penetapan terhadap dua jalur ADC masukan secara *default* (ch1 dan ch2) pada TNC yang tidak difungsikan. Konfigurasi secara perangkat lunak berupa konfigurasi *Protocol AX.25* pada stasiun penerima APRS yang dapat dilakukan melalui sistem *command mode* atau dengan program aplikasi, seperti *HyperTerminal*. Konfigurasi pertama yang dilakukan adalah *callsign* dari stasiun yang akan

digunakan, dilanjutkan *boudrate* data komunikasi, *time delay* pengiriman data, *beacon location text*, dan *beacon* informasi.

- 5) Konfigurasi dari demodulator ke komputer secara perangkat keras berupa penghubungan lima *pin* pada konektor *DSUB-25* ke *TNC*, yaitu: *pin-2 RXD*, *pin-3 TXD*, *pin-4 RTS*, *pin-5 CTS*, dan *pin-7 FG/GND*. Penyetelan secara perangkat lunak berupa implementasi program aplikasi pada jaringan *APRS* dapat dilakukan dengan program aplikasi *HyperTerminal* dan/atau *UI-View32*, yaitu sebuah program aplikasi penerimaan data paket telemetri pada *APRS*.
- 6) Pencapaian kondisi *handshaking* secara terus menerus merupakan bentuk keberhasilan proses kirim, terima, dan *digipeatering* data paket telemetri hasil pemantauan dan pengukuran fenomena fisis yang telah berlangsung secara *real time*.

#### Daftar Pustaka

Adisoemarta, S., (2008), "APRS dan Aplikasinya", Prosiding SIPTEKGAN XII 2008, pp. 749-757.

APRS Working Group, (2000), "APRS Protocol Reference", Tucson Amateur Packet Radio Corp, pp. 7-93.

Beech, W.A., Nielsen, D.E., Taylor, J., (1998), "AX.25 Link Access Protocol for Amateur Packet Radio", Tucson Amateur Packet Radio Corporation, pp. 2-54.

Kantronics, (2007), "MT1200 and MT1200G Users Guide: Introduction, Getting Started, Modes of Operation, Command Reference, and Hardware Specifications", Kantronics Co. Inc., pp. 19-68.

Mororola, (1997), "Motorola Semiconductor Technical Data", Order this document by MC68HC11FTS/D.

Priyanto, I., Suhata, Yatim, R., (2012), "Rancangan Sistem Monitoring Objek Berbasis APRS (Automatic Packet Reporting System) Menggunakan Satelit ISS (International Space Station)", Prosiding SIPTEKGAN XIV 2012, pp. 543-551.

Suwarjo, M., (2010), "Modifikasi Modem Kantronics KPC-3 untuk Aplikasi pada Sistem APRS", Buku Ilmiah: Satelit Mikro Untuk Mitigasi Bencana dan Ketahanan Pangan, IPB Press, pp. 97-110.

Thinel, J., (2009), "US Naval Academy Satellite Lab, Bob Bruninga, WB4APR", US Naval Academy LABsats, pp. 1-10.