

IMPLEMENTASI PROSES *HANDSHAKING* PADA SATELIT *NANO* DENGAN STASIUN BUMI MENGGUNAKAN PROTOKOL AX.25

Yusuf Pradana Gautama¹⁾, Budi Syihabuddin²⁾, Inung Wijayanto³⁾

^{1),2),3)}SI Teknik Telekomunikasi, Universitas Telkom
Jl. Telekomunikasi no 1, Bandung 40257
Email : yusufgtm@gmail.com

Abstrak . Satelit nano merupakan jenis satelit berukuran kecil yang dikembangkan untuk beragam misi dan tujuan. Satelit ini membutuhkan sebuah protokol komunikasi yang berfungsi untuk mengatur tatacara komunikasi dengan stasiun bumi. Protokol AX.25 merupakan protokol komunikasi yang dirancang untuk digunakan pada komunikasi radio amatir. Fungsi dari protokol AX.25 adalah untuk mengatur tatacara pengiriman yaitu *handshaking* antara satelit nano dan stasiun bumi. Penelitian ini mengimplementasikan protokol AX.25 untuk mengirimkan data telemetri berupa pengukuran-pengukuran yang dilakukan oleh satelit nano ke stasiun bumi. Data telemetri yang berupa data sensor diubah menjadi data field lalu dikapsulasi menjadi sebuah frame AX.25 yang kemudian ditransmisikan. Kemudian frame akan dipecah kembali menjadi data field setelah sampai di stasiun bumi. Sebelum mengirimkan informasi, satelit nano dan stasiun bumi terlebih dahulu membangun *handshaking* yang diatur oleh protokol AX.25. Dengan penelitian ini, stasiun bumi yang dibuat telah mampu melakukan *handshaking* untuk membangun dan memutuskan hubungan dengan satelit nano, kemudian satelit nano akan mengirimkan data telemetri yang telah terkapsulasi dengan frame AX.25. Satelit nano mampu merespon dan mengirimkan data telemetri dalam waktu 1,7152 detik setelah permintaan membangun hubungan dari stasiun bumi.

Kata kunci: Protokol AX.25, *Handshaking*, Satelit nano, Stasiun bumi.

1 Pendahuluan

Satelit merupakan teknologi yang dikembangkan untuk berbagai misi dan tujuan. Dengan misi dan tujuan yang beragam, ukuran dan bentuk dari satelit juga beragam. Salah satu jenis satelit adalah satelit *nano* yang memiliki dimensi 10cm x 10cm x 10cm dengan berat kurang dari 10kg [1]. Satelit *nano* ini dapat dikembangkan untuk misi yang beragam seperti penginderaan jarak jauh yang membutuhkan pengukuran untuk mendapatkan data yang dapat disebut data telemetri.

Data telemetri akan dimodulasikan ke dalam gelombang radio dan kemudian ditransmisikan ke stasiun bumi. Untuk pengiriman data telemetri, satelit *nano* dapat menggunakan frekuensi amatir yang dalam penggunaannya terdapat peraturan yang dibuat oleh organisasi radio amatir. Satelit ini membutuhkan protokol komunikasi yang berfungsi untuk mengatur tatacara dalam komunikasi. Salah satu protokol yang mengatur pengiriman paket radio amatir serta mampu membangun hubungan dan mentransfer data yang terkapsulasi adalah protokol AX.25. Protokol AX.25 yang merupakan protokol komunikasi berada pada layer 2 dalam model OSI Layer sehingga protokol ini dapat membangun dan memutuskan link serta dapat melakukan pengiriman data [2].

Pada penelitian [1,3] telah membuat *Packet Assembler Disassembler* pada satelit dengan mikrokontroler Atmega1280 dan arduino mega. Kedua penelitian tersebut mengimplementasikan protokol AX.25 ke dalam mikrokontroler untuk mengirimkan data text lalu ditampilkan pada LCD. Karena satelit mengirim data pengukuran dan dalam implementasinya membutuhkan *user interface* pada stasiun bumi, penelitian ini mengimplementasikan protokol AX.25 ke dalam mikrokontroler untuk mengirimkan data telemetri yang telah terkapsulasi kepada stasiun bumi yang menggunakan MATLAB dengan terlebih dahulu melakukan proses *handshaking* dalam membangun dan memutuskan hubungan.

1.1 Protokol AX.25

AX.25 adalah protokol yang menempati layer ke 1 dan 2 pada model OSI yaitu layer *datalink* dan *physical*. Tugas dari protokol ini adalah untuk membangun dan memutuskan *link*. Protokol AX.25 dapat dimodelkan seperti Gambar 2.1 [2].

Tabel 1. Model AX.25 [2]

Layer	Function	
Data Link (2)	Segmenter	Management
	Data Link	Data Link
	Link Multiplexer	
Physical (1)	Physical	
	Silicon Radio	

1.2 Struktur frame

Transmisi paket radio dikirim dalam bentuk blok data dengan ukuran kecil yang disebut *frame*. Terdapat 3 tipe umum dari *frame* AX.25 yaitu *information frame* (I frame), *supervisory frame* (S frame), dan *unnumbered frame* (U frame)[2]. Setiap frame dibentuk dari beberapa grup kecil yang disebut *field*. Tabel 2 dan 3 menunjukkan struktur dan susunan dari ketiga tipe frame tersebut. Bit yang pertama ditransmisikan dimulai dari LSB [2,4].

Tabel 2. Struktur *frame* U dan S [2]

Flag	Address	Control	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 Bits	8/16 Bits	N*8 Bits	16 Bits	01111110

Tabel 3. Struktur *frame* I [2]

Flag	Address	Control	PID	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 Bits	8/16 Bits	8 Bits	N*8 Bits	16 Bits	01111110

Adapun fungsi dari setiap *field* yaitu [2]:

- Flag : Berfungsi untuk menandai awal dan akhir dari sebuah *frame*.
- Address : Berisi alamat pengirim dan tujuan yang berupa *callsign* dan SSID.
- Control : Berfungsi untuk mengidentifikasi tipe dari *frame* yang dikirim.
- PID : Mengidentifikasi protokol layer 3 yang digunakan.
- Info : Mengandung informasi yang akan dikirimkan dari sisi pengirim ke penerima.
- FCS : Sebagai bilangan 16 bit yang didapatkan dari perhitungan CRC yang berfungsi untuk mendeteksi adanya *error* dengan cara membandingkannya.

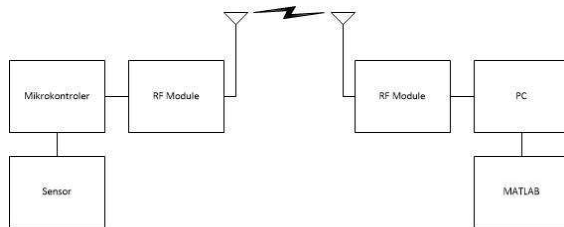
1.3 Perancangan Sistem

Seluruh sistem yang dibuat secara keseluruhan terbagi menjadi dua segmen, segmen yang pertama disebut segmen angkasa yaitu satelit *nano* yang terdiri dari mikrokontroler dan sensor. Lalu segmen yang kedua disebut segmen bumi yang terdiri dari PC dan MATLAB. Kedua segmen dihubungkan oleh RF Module sebagai modul pengiriman data telemetri. Untuk segmen angkasa, telah dirancang sebuah rangkaian muatan dari satelit *nano* yang berfungsi untuk melakukan pengukuran terhadap suhu, tekanan, ketinggian dan orientasi dari satelit *nano*. Konfigurasi mikrokontroler dan sensor yang ada pada satelit *nano* adalah sebagai berikut:

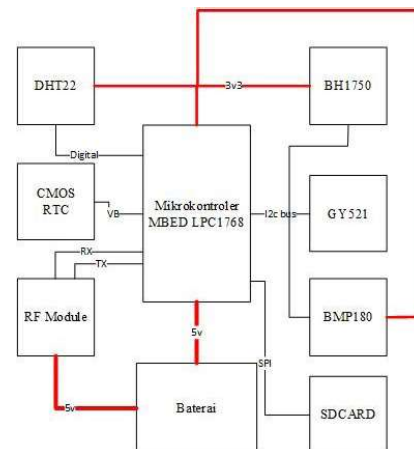
- Mbed LPC1768
Mikrokontroler ini digunakan untuk mengakusisi data dari sensor, mengapsulasinya dengan protokol AX.25 dan mengirimkannya kepada RF Module untuk ditransmisikan. Mikrokontroler ini dipilih karena handal dengan ARM Cortex M3 sebagai mikroprosesor dan memiliki 32KB RAM dan *flash memory* sebesar 512KB.
- DHT22
DHT22 merupakan sensor suhu, penggunaannya pada sistem satelit *nano* adalah untuk mengukur

- suhu yang ada di dalam struktur satelit *nano*. Keluaran dari sensor ini adalah digital sehingga data outputannya bisa langsung digunakan.
- c. BH1750
BH1750 adalah sensor intensitas cahaya, fungsi dari sensor intensitas cahaya ini pada satelit *nano* adalah untuk menentukan dari mana arah datangnya cahaya matahari sehingga satelit *nano* dapat mengarahkan panel suryanya agar lebih efisien dalam menyerap cahaya.
 - d. GY521
GY521 merupakan sensor orientasi hasil penggabungan dari *gyroscope* dan *accelerometer* atau yang biasa disebut IMU(*Inertial Measurements Unit*). Sensor ini sangat penting bagi satelit *nano*, karena dari hasil pengukuran dari sensor ini, kita bisa mengetahui posisi atau sikap dari satelit *nano*.
 - e. BMP180
BMP180 merupakan sensor untuk mengukur tekanan dan ketinggian. Nilai ketinggian didapatkan dari tekanan. Sensor ini menggunakan komunikasi I2C yang dapat digunakan lewat satu jalur I2C bus.
 - f. SD Card
SD Card merupakan tempat penyimpanan dari data-data hasil pengukuran satelit *nano*. Modul SD Card ini menggunakan komunikasi SPI.

Diagram blok keseluruhan sistem dan satelit *nano* ditampilkan pada Gambar 2 dan Gambar 3.



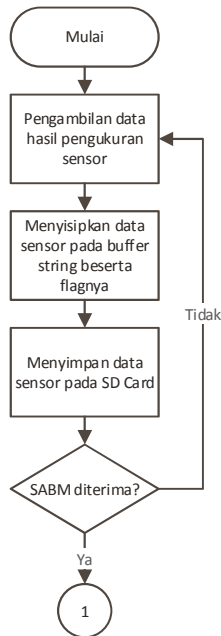
Gambar 2. Diagram blok sistem



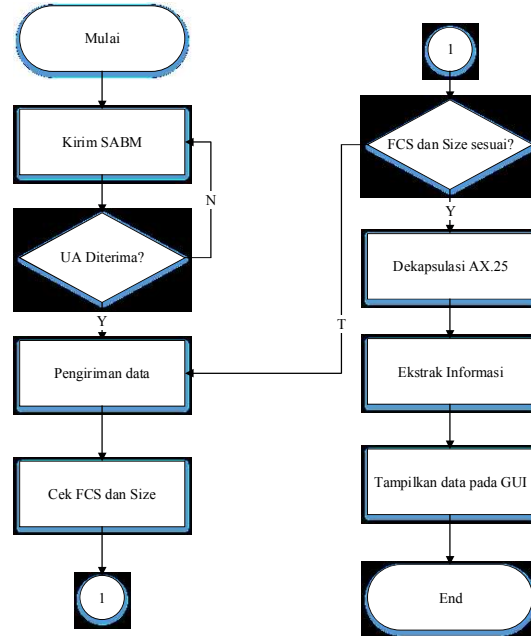
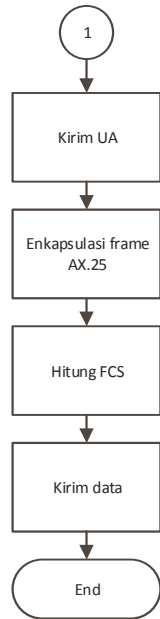
Gambar 3. Diagram blok satelit *nano*

Pada perancangan algoritma kapsulasi dan dekapsulasi protokol AX.25 pada satelit *nano* akan dibuat sesuai dengan alur dari diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 4. Pada bagian dekapsulasi, satelit *nano* menerima SABM dari MATLAB yang bertujuan untuk membangun sebuah *link*. Lalu satelit *nano* mengkonfirmasinya dengan mengirim perintah UA kepada MATLAB. Setelah itu maka akan masuk ke dalam proses kapsulasi dimana satelit *nano* akan menentukan alamat yang dituju beserta menyiapkan Informasi yang berupa *buffer string*. Selanjutnya, *buffer string* tersebut akan dikapsulasi dengan protokol AX.25. Setelah proses kapsulasi selesai, maka akan dilanjutkan dengan pengiriman paket data informasi tersebut.

Lalu pada Gambar 5 terdapat diagram alir yang menunjukkan kerja dari stasiun bumi. Untuk memulai proses pengiriman data telemetry, MATLAB sebagai segmen bumi meminta proses pembangunan link dengan mengirim *frame* UI dengan *field* kontrol yang berisi SABM dan menunggu balasan konfirmasi berisi perintah UA dari mikrokontroler. Setelah mengirim maka *Timer* pada matlab akan menyala, apabila masih belum ada balasan dari mikrokontroler, maka UA akan dikirimkan terus menerus. Rutin ini disebut *Handshaking*. Setelah mikrokontroler membalas dengan konfirmasi berisi perintah UA, maka selanjutnya akan dilakukan proses dekapsulasi. Mikrokontroler mengirim frame data AX.25, MATLAB akan menerima dan mendeteksi *error* yang terjadi pada data dan mengklasifikasikan *error* tersebut.



Gambar 4. Diagram alir kerja satelit *nano*

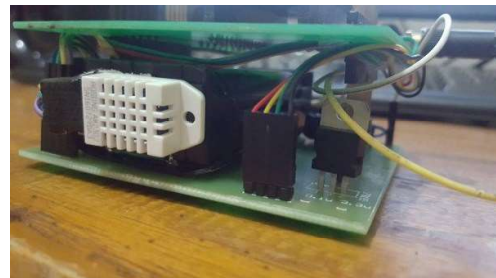


Gambar 5. Diagram alir kerja stasiun bumi

Pada struktur satelit *nano* terdapat dua buah layer, layer pertama terdiri dari mikrokontroler Mbed LPC1768 sebagai otak dari satelit *nano*, sensor BMP180 untuk mengukur tekanan dan ketinggian, GY-521 sebagai sensor orientasi, BH1750 untuk mengukur intensitas cahaya, dan RC Timer sebagai modul radio untuk mentransmisikan data. Layer kedua dari satelit *nano* terdiri dari dua baterai 3,7 volt yang diseri serta regulator sebagai catu daya dari sistem, DHT22 untuk mengukur suhu pada satelit *nano*, dan baterai CMOS 3 volt sebagai catu daya dari RTC pada mikrokontroler. Gambar 6 dan Gambar 7 akan menampilkan prototipe satelit *nano* yang telah dibuat.



Gambar 6. Struktur satelit *nano* (1)



Gambar 7. Struktur satelit *nano* (2)

2 Pembahasan

Pengujian algoritma *handshaking* dan kapsulasi serta dekapsulasi *frame* AX.25 diawali dengan pembentukan *frame* perintah SABM pada stasiun bumi dan setelah itu dikirimkan kepada satelit *nano* sebagai permintaan pembangunan hubungan, satelit *nano* akan membalas dengan UA sebagai ACK atau kesediaan mengirimkan data telemetry. Data informasi dikirim kepada stasiun bumi setelah satelit *nano* memberikan ACK berupa *frame* UA. *Frame* UI DISC dikirimkan ke satelit *nano* untuk mengakhiri sesi hubungan dengan terlebih dahulu menunggu ACK berupa UA dari satelit *nano*. Gambar 8 dan 9 menunjukkan hasil pengujian berupa bentuk *frame* UI serta data telemetry yang dikirimkan ketika proses *handshaking* telah dilakukan.

Variabel dikirimMATLAB merupakan *frame* UI yang berisi perintah SABM dengan nilai hexadesimal FC pada *field* kontrolnya. *Frame* ini kemudian dikirim kepada satelit *nano* dan dibalas dengan UA

pada variabel diterimaMATLAB. Adapun data telemetry dikirimkan setelah *frame* UA dan sesi hubungan akan diakhiri oleh *frame* yang berisi perintah DISC dan dibalas oleh *frame* UA juga.

Pengujian algoritma *handshaking* juga telah diterapkan pada GUI untuk menampilkan data informasi. Komunikasi data serial dibuka sekaligus mengirimkan perintah SABM untuk membangun hubungan kepada satelit *nano*. Untuk memutuskan hubungan, stasiun bumi mengirimkan perintah DISC dan kemudian menunggu ACK dari satelit *nano*. Setelah satelit *nano* membalas respon dari stasiun bumi untuk memutuskan hubungan, satelit *nano* akan masuk ke dalam mode *standby* untuk menunggu perintah membangun hubungan kembali. Gambar 7 menunjukkan tampilan GUI saat melakukan proses *handshaking*.

```
dikirimMATLAB =
'Frame AX.25'      'ControlField'  'HEX'
 '~SPACE GROUND 00~'  'SABM'      'FC'

diterimaMATLAB =
'Frame AX.25'      'ControlField'  'HEX'
 '~GROUND SPACE sNx~'  'UA'      '73'

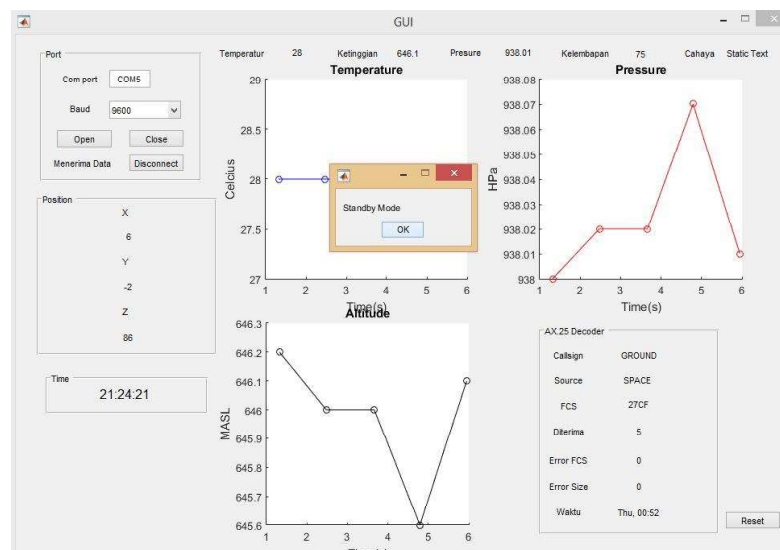
dataSensor =
'Frame AX.25'
 '~GROUND SPACE 0HThuJ00m24x 6y -2z 86p934.33s 29A678.8k 67l 32 0~'
```

Gambar 8. Pengujian *handshaking* untuk membangun hubungan.

```
dikirimMATLAB =
'Frame AX.25'      'ControlField'  'HEX'
 '~SPACE GROUND S4c~'  'DISC'      '53'

diterimaMATLAB =
'Frame AX.25'      'ControlField'  'HEX'
 '~GROUND SPACE sNx~'  'UA'      '73'
```

Gambar 9. Pengujian *handshaking* untuk memutuskan hubungan.



Gambar 10. Tampilan GUI pada proses *handshaking*.

Sebagai parameter performansi dari kinerja sistem yang dibuat, waktu yang dibutuhkan dalam *handshaking* akan ditampilkan pada Tabel 4 dan 5.

Tabel 4. Waktu pembangunan hubungan.

Percobaan	Waktu Respon UA	Waktu Pengiriman Informasi (detik)
1	0,1882	1,517
2	0,2571	1,565
3	0,888	2,189
4	0,1925	1,495
5	0,505	1,81
Rata-rata	0,40616	1,7152

Tabel 5. Waktu pemutusan hubungan.

Percobaan	Waktu Respon UA (detik)
1	0,407
2	0,832
3	0,292
4	0,995
5	0,505
Rata-rata	0,6062

Waktu yang dibutuhkan dalam membangun hubungan sampai data sensor dikirim adalah 1,7152 detik dan membutuhkan 0,6062 detik saat memutuskan hubungan. Adapun lama pemrosesan waktu dalam pembangunan dan pemutusan hubungan dipengaruhi oleh kemampuan pemrosesan PC pada stasiun bumi.

3 Simpulan

Proses *handshaking* dengan protokol AX.25 berhasil diimplementasikan pada kedua segmen untuk membangun dan memutuskan hubungan. Lalu data telemetri yang terkapsulasi oleh protokol AX.25 berhasil dipecah dan ditampilkan pada GUI di stasiun bumi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan dalam proses membangun hubungan sampai pengiriman informasi memerlukan waktu 1,7152 detik setelah permintaan membangun hubungan dikirim, sedangkan proses memutuskan hubungan memerlukan waktu 0,6062 detik.

Daftar Pustaka

- [1]. D. R. Raharjo, "Perancangan dan Pembuatan Modul PAD (Packet Assembler Disassembler) dengan Protokol AX.25 untuk Stasiun Bumi Portabel pada Sistem Komunikasi Satelit," 2012.
- [2]. W. A. Beech, "Publications: AX.25 Amateur Packet-Radio Link-Layer Protocol," 21 february 2016. [Online]. Available: <https://www.tapr.org/pdf/AX25.2.2.pdf>.
- [3]. P. A. Padang, "Rancang Bangun Modul PAD (Packet Assembler Disassembler) Menggunakan AX.25 pada Sistem Komunikasi ITS-SAT," Jurnal Teknik POMITS, pp. 1-6, 2013.
- [4]. A. Setiawan, "Perancangan Dan Implementasi Sistem Monitoring Jarak Jauh Berbasis Protokol AX.25 Dengan Menggunakan Mikrokontroler," Seminar Ilmiah Ilmu Komputer Nasional (SILICON) Tangerang, pp. 1-4, 2008.