

# RANCANG BANGUN NODE DAN PROTOKOL KOMUNIKASI UNTUK PENGIRIMAN INFORMASI PADA SISTEM MONITORING BATAS WILAYAH DARAT MENGGUNAKAN JARINGAN SENSOR NIRKABEL

Fery Putra Wardani., Ali Husein Alasiry, S.T., M.Eng., Bambang Sumantri, S.T., M.Sc.  
Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya  
Kampus PENS-ITS Sukolilo, Surabaya

Abstrak - Perbatasan rawan terhadap masalah pelanggaran sehingga perlu mendapatkan perhatian yang serius. Area/wilayah yang luas menyebabkan suatu perbatasan menjadi sulit dipantau. Saat ini penggunaan patok-patok batas wilayah dengan tugu-tugu kecil tanpa perangkat untuk memantau kondisi patok tersebut masih digunakan, sehingga pencurian/penggeseran patok dengan tujuan memperluas wilayah oleh pihak lain masih terjadi. Tugas akhir ini diharapkan dapat membantu mengindikasikan secara dini bila ada patok yang tercabut. Node-node yang diidentikan dengan patok disusun berdasarkan konsep topologi garis dalam sebuah jaringan. Penyusunan patok berdasarkan topologi garis bertujuan agar antar node/patok saling terkoneksi dan apabila ada permasalahan pada satu node/patok tertentu dapat diketahui oleh node/patok yang lainnya. Perangkat modem FSK yang terdiri dari modulator XR-2206 dan demodulator XR-2211 digunakan untuk melakukan koding data digital dari mikrokontroler ke dalam bentuk frekuensi agar dapat dikirimkan melalui gelombang radio FM 50 Mhz. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat mampu berkomunikasi berdasarkan konsep topologi garis dengan tingkat keberhasilan 96%.

**Kata kunci:** modem FSK, transceiver 50 Mhz.

## I. PENDAHULUAN

Pelanggaran batas wilayah darat yang sering dilakukan merupakan suatu kegiatan yang sangat merugikan. Banyak kasus yang terjadi dalam pelanggaran batas wilayah darat ini, sebagai contoh antara lain pemindahan batas wilayah darat negara Indonesia oleh pihak lain yang ingin mengambil keuntungan secara sepihak, selain itu juga banyak kasus sengketa tanah yang terjadi di dalam negeri akibat penyerobotan lahan perkebunan, pertanian, industri bahkan untuk pemukiman penduduk. Akibat kegiatan yang merugikan tersebut banyak yang harus dikorbankan demi mendapatkan kembali hak kepemilikan tanah (daratan) tersebut. Sebelum diambil jalur hukum maupun sesudah diberikannya putusan pengadilan untuk menyelesaikan masalah kepemilikan tanah (daratan) tersebut, tidak jarang harus diwarnai oleh kerisuhan atau bahkan harus terjadi pertumpahan darah. Permasalahan dengan kekerasan tersebut harus terjadi karena kedua belah pihak telah mendiami terlalu lama sehingga merasa memiliki terhadap tanah (daratan) tersebut.

Dari permasalahan diatas maka dirancanglah sebuah sistem sesuai judul yaitu "Rancang bangun node dan protokol komunikasi untuk pengiriman informasi pada sistem monitoring batas wilayah darat menggunakan jaringan sensor nirkabel". Dengan perancangan sistem ini diharapkan dapat mengetahui secara dini terhadap pelanggaran batas wilayah tersebut, sehingga efek negatif dari kegiatan tersebut segera dapat dihindari tanpa adanya pihak yang harus bertikai karena masalah tersebut.

## II. DASAR TEORI

### A. Topologi jaringan

Jaringan komputer [4] dapat didefinisikan sebagai kelompok komputer dan aksesoris yang saling terhubung sehingga dapat berkomunikasi satu sama lain untuk berbagi *resource software* dan *hardware*. Untuk mengatur komunikasi antar node diperlukan sebuah *topologi* jaringan (struktur jaringan) agar komunikasi yang terjalin dapat maksimal.

*Topologi* garis (line)

*Topologi* jaringan adalah suatu model atau bentuk sebuah sistem jaringan yang menghubungkan beberapa komputer *client* dengan komputer server, atau sebuah *switch* dengan beberapa komputer [1]. Untuk proyek akhir ini memiliki konsep yang sama dengan jaringan komputer hanya saja yang dibuat dalam sebuah jaringan adalah node sensor. Disain *topologi* jaringan yang digunakan adalah *topologi* garis (line). Pada [1] konfigurasi ini merupakan konfigurasi berbentuk garis lurus dan cocok digunakan untuk daerah yang memanjang dan tidak terlalu luas. Setiap komputer/simpul akan dihubungkan dengan sebuah kabel komunikasi melalui interface (satu jalur). Setiap komputer dapat berkomunikasi langsung dengan komputer ataupun peralatan lainnya yang ada dalam jaringan dengan arti semua simpul mempunyai kedudukan yang sama.



Gambar 1. Ilustrasi topologi garis [1]

### B. Komponen dasar elektronika

Rangkaian penguat dapat terdiri dari satu komponen aktif dan beberapa komponen pasif. Komponen aktif dapat berupa

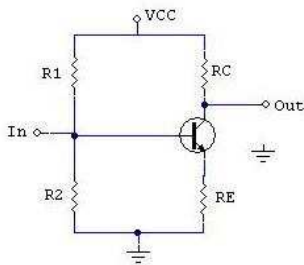
transistor atau IC, sedangkan komponen pasif dari suatu rangkaian penguat terdiri dari resistor, kapasitor, dan induktor.

- Perilaku Komponen Pasif pada Frekuensi Radio

Wedlock dan Roberge [6] telah menyatakan bahwa suatu resistor dapat mulai bersifat seperti kapasitor atau induktor pada daerah *RF*. Perilaku tersebut disebabkan oleh adanya kapasitansi *stray* atau induktansi *stray*. Karena kedua hal tersebut pada umumnya tidak diinginkan dan membatasi unjuk kerja komponen komponen pada frekuensi tinggi, maka mereka dinamakan juga sebagai *parasitic effects*.

- Penguat kelas A

Purdie [6] telah mendefinisikan penguat kelas A sebagai suatu penguat yang mempunyai kemampuan terbesar dalam mereproduksi masukan dengan distorsi yang terkecil, dengan atau tanpa rangkaian umpan balik negatif. Namun demikian, efisiensi penguat kelas A adalah paling kecil dibandingkan dengan penguat daya kelas lainnya. Rangkaian penguat kelas A dengan umpan balik emitor ditunjukkan dengan gambar berikut



**Gambar 2** Transistor penguat kelas A [10]

Persamaan [10] yang digunakan

- $I_{Csat} = V_{CC} / (R_C + R_E)$
- $I_B = V_B / R_B$
- $V_{CEcutoff} = V_{CC}$
- $V_B = V_{CC} \cdot R_2 / (R_1 + R_2)$
- $R_B = R_1 \cdot R_2 / (R_1 + R_2)$

Sifat-sifat dari kelas A :

1. Dirangkai secara common emitter
2. Digunakan untuk daya yang sedang <10 watt
3. Input dan output berbeda  $180^\circ$

- Penguat mode campuran kelas C

Penguat daya mode campuran kelas C mempunyai efisiensi yang lebih besar dan rangkaian yang lebih sederhana dibandingkan dengan penguat daya kelas A. Krauss et al [6] telah menyatakan bahwa perencanaan penguat daya mode campuran kelas C pada umumnya dilakukan dengan menggunakan impedansi sinyal kuat transistor. Impedansi sinyal kuat merupakan parameter transistor yang dapat diukur dan atau diperkirakan. Impedansi sinyal kuat yang terukur hanya berlaku pada tingkat frekuensi dan tingkat daya dimana mereka diukur. Karena harga harga tersebut merupakan hasil dari beberapa penguat tidak linier dalam rangkaian, maka harga-harga tersebut diperkirakan akan sangat berubah menurut frekuensi, penggerak, daya keluaran, dan tegangan sumber.

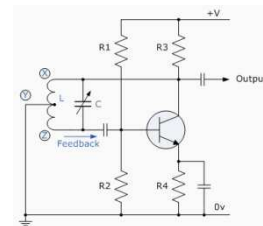
Menurut Hejhall [6], resistansi beban kolektor ditentukan dengan persamaan

$$R_L = \frac{V_{CC}^2}{2P_{out}}$$

dengan  $V_{CC}$  adalah tegangan catu yang diberikan, dan  $P_{out}$  adalah daya keluaran yang diinginkan. Krauss et al [6] telah menyatakan bahwa impedansi masukan sinyal kuat dari transistor *bipolar (BJT)* khususnya merupakan tahanan beberapa ohm yang seri dengan reaktansi induktif beberapa ohm, dan perolehan daya transistor *bipolar* khususnya berkisar dari 5 sampai 14 dB.

- Osilator Hartley

Dalam Osilator Hartley sirkuit LC tuned tersambung antara Kolektor dan Base penguat transistor dan sejauh tegangan osilasi yang bersangkutan, emitor terhubung ke titik penyadapan pada rangkaian kumparan disetel. Umpan balik dari rangkaian tangki tuned diambil dari keran pusat kumparan induktor atau kumparan yang terpisah di dua seri yang secara paralel dengan kapasitor variabel, C. Sebuah Osilator Hartley dapat dibuat dari salah satu konfigurasi yang menggunakan satu koil disadap (mirip dengan ototransformator) atau sepasang kumparan seri dihubungkan secara paralel dengan kapasitor tunggal seperti yang ditunjukkan di bawah ini.



**Gambar 3** Rangkaian dasar Hartley osilator [9]

Ketika sirkuit yang berosilasi, tegangan pada titik X (kolektor), relatif terhadap titik Y (emitor), adalah  $180^\circ$  out-of-phase dengan tegangan di titik Z (dasar) relatif terhadap titik Y. Pada frekuensi osilasi, impedansi beban resistif dan Collector adalah peningkatan tegangan base menyebabkan penurunan tegangan Kolektor. Kemudian ada perubahan fasa  $180^\circ$  dalam tegangan antara Base dan Kolektor dan ini bersama dengan pergeseran fasa  $180^\circ$  asli di loop umpan balik menyediakan hubungan fase yang benar dari umpan balik positif untuk osilasi harus dipertahankan.

Jumlah umpan balik tergantung pada posisi titik tapping "" dari induktor. Jika ini mendekati ke kolektor jumlah umpan balik meningkat, tetapi output diambil antara Kolektor dan bumi berkurang dan sebaliknya. Resistor, R1 dan R2 memberikan bias menstabilkan biasa DC untuk transistor dengan cara yang normal sedangkan kapasitor bertindak sebagai DC-blocking kapasitor. Persamaan Hartley osilator yang digunakan adalah

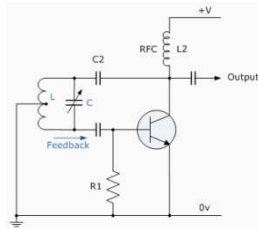
$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_T C}}$$

Dimana adalah  $L_T = L_1 + L_2$

Catatan: LT adalah induktansi total jika dua gulungan terpisah digunakan.

Frekuensi osilasi dapat disesuaikan dengan memvariasikan "tuning" kapasitor, C atau dengan memvariasikan posisi inti besi-debu di dalam kumparan (induktif tuning) memberikan output pada rentang frekuensi yang luas sehingga sangat mudah untuk menyempurnakan. Juga Osilator *Hartley* menghasilkan amplitudo output yang konstan atas seluruh rentang frekuensi.

Selain Seri fed-Hartley Oscillator di atas, juga memungkinkan untuk menghubungkan rangkaian tangki tuned di amplifier sebagai *shunt fed-oscillator* seperti yang ditunjukkan di bawah ini.

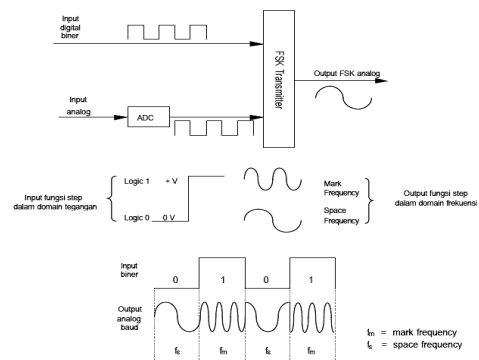


**Gambar 4** Rangkaian *Shunt-fed Hartley oscillator*[9]

Dalam *Shunt-fed Hartley Oscillator* baik komponen AC dan DC dari arus Kolektor memiliki jalur terpisah di sekitar sirkuit. Karena komponen DC diblokir oleh kapasitor, C2 tidak ada arus DC melalui kumparan induktif, L dan lebih sedikit daya yang terbuang di sirkuit disetel. Frekuensi Radio Coil (RFC), L2 adalah RF choke yang memiliki reaktansi tinggi pada frekuensi osilasi sehingga sebagian besar arus RF diterapkan pada sirkuit tuning tangki LC melalui kapasitor, C2 sebagai komponen DC melewati L2 untuk catu daya. Sebuah resistor dapat digunakan sebagai pengganti kumparan RFC, L2 tetapi efisiensi akan kurang.

#### • MODULASI FSK

Pada[11] sebuah modulator FSK biner, center dari frekuensi *carrier* tergeser (terdeviasi) oleh masukan data biner. Sebagai konsekuensinya, keluaran pada suatu modulator FSK biner adalah suatu fungsi *step* pada domain frekuensi. Sesuai perubahan sinyal masukan biner dari suatu logika 0 ke logika 1, dan sebaliknya, keluaran FSK bergeser diantara dua frekuensi: suatu *mark* frekuensi atau logika 1 dan suatu *space* frekuensi atau logika 0. Modulator FSK biner, ada suatu perubahan frekuensi keluaran setiap adanya perubahan kondisi logika pada sinyal masukan, maka perubahan output pada FSK sebanding dengan perubahan yang terjadi pada sinyal inputnya. Suatu FSK biner secara sederhana diberikan seperti gambar 7.



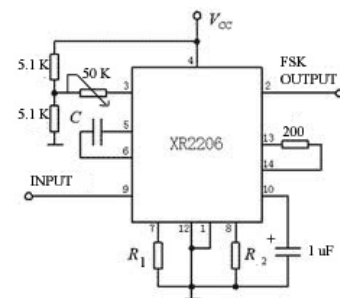
**Gambar 5** Sistem modulasi FSK biner[11]

### III. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

#### A. Modulator FSK

Untuk mengirimkan bit-bit digital maka diperlukan suatu sistem modulasi digital yang dapat mengkonversi bit-bit tersebut ke dalam bentuk sinyal analog. Modulasi digital yang dipakai adalah sistem FSK dengan menggunakan rangkaian terintegrasi tipe XR2206. Berikut adalah perancangan modulator FSK dengan menggunakan XR-2206.

Sinyal analog yang dihasilkan oleh *modulator XR-2206* dikirimkan atau dipancarkan oleh walky-talky melalui media udara menggunakan radio frekuensi FM yang bekerja pada frekuensi 49Mhz. Pengiriman sinyal analog oleh walky-talky dapat menjangkau jarak  $\pm 100$  meter.



**Gambar 6** Rangkaian modulator FSK dengan XR-2206

XR-2206 merupakan IC yang mampu membangkitkan sinyal *modulator*. IC ini merupakan sebuah sinyal generator yang mampu membangkitkan sinyal dari 0,01 Hz sampai 1 MHz.

Agar mendapatkan kecepatan data sampai 1200 bps, maka frekuensi *mark* dan *space* harus diset pada frekuensi 1200 Hz dan 2200 Hz. Untuk melakukan seting frekuensi seperti yang diharapkan dapat dilakukan dengan mengganti nilai resistor dan kapasitor *timing*.

Untuk mendapatkan frekuensi *mark* dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

$$F_m = \frac{1}{C \times R_1}, \text{ nilai C ditentukan } 33 \text{ nF}$$

$$1200 \text{ Hz} = \frac{1}{33 \cdot 10^{-9} \times R_1}$$

$$R1 = 25252 \Omega$$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan nilai R1 yang sesuai yaitu 25252 Ω, dapat digantikan dengan Vr senilai 50 KΩ.

Sedangkan untuk mendapatkan frekuensi *space* dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

$$F_s = \frac{1}{C \times R2}$$

$$2200 \text{ Hz} = \frac{1}{33 \cdot 10^{-9} \times R2}$$

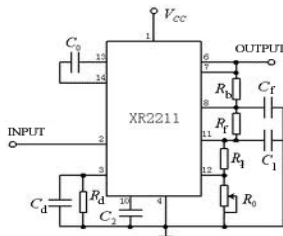
$$R2 = 13774 \Omega$$

Nilai R2 juga tidak dapat ditemukan dipasaran, maka nilai tersebut dapat digantikan dengan Vr senilai 50 KΩ.

Untuk komponen yang lain nilainya dapat disesuaikan dengan *datasheet*. Besar amplitudo gelombang FSK dapat ditentukan dengan mengatur nilai Vr pada pin 3. Perlu diingat bahwa besar amplitudo sinyal FSK tidak boleh lebih dari 2 Volt, hal ini dikarenakan driver PTT *walky talky* tergabung menjadi satu dengan mic input.

### B. Demodulator FSK

Sedangkan untuk menerima kembali sinyal analog tersebut diperlukan sebuah *transreceiver* yang diteruskan dengan mengkonversi kembali sinyal-sinyal analog menjadi ke dalam bentuk sinyal digital agar informasi dapat diterima dan dibaca oleh *microcontroller*. Untuk mengkonfersi sinyal analog menjadi sinyal digital, dalam tugas akhir ini digunakan XR-2211 yang difungsikan sebagai rangkaian *demodulator* FSK.



**Gambar 7** Rangkaian demodulator FSK menggunakan XR-2211

XR-2211 memiliki input bervariasi antara 2mV hingga 3Vrms. Harga komponen yang diperlukan untuk rangkaian *demodulator* ini adalah R0, C0, R1, C1, Rf, Rb, dan Cf. Sedangkan nilai yang lainnya telah ditentukan oleh *datasheet* berikut adalah langkah-langkah untuk mendapatkan nilai komponen yang sesuai dengan seting pada *modulator* yaitu untuk frekuensi *space* 2200 Hz dan frekuensi *mark* 1200 Hz.

- Untuk mempermudah perhitungan  $f_0$  harus didapatkan terlebih dahulu yaitu dengan cara :

Dimana  $f_0$  adalah frekuensi tengah  
 F1 adalah frekuensi *mark* = 1200Hz  
 F2 adalah frekuensi *space* = 2200Hz

$$f_0 = \sqrt{F1 \times F2} = 1624 \text{ Hz}$$

- Menghitung R0  
 Nilai R0 yang disarankan adalah diantara 10 KΩ sampai 100 KΩ. Dalam perancangan proyek akhir ini akan menggunakan R0 senilai 10 dan dipasang seri dengan Vr senilai 10 KΩ.

$$R_t = 10 + \frac{10}{2} = 15 \text{ K}\Omega$$

- Menghitung C0

$$C_0 = \frac{1}{R_0 \times f_0}$$

$$= \frac{1}{15 \cdot 10^3 \times 1624}$$

$$= 39 \text{ nF } \Omega$$

Jadi apabila nilai C0 yang digunakan adalah  $39 \cdot 10^{-9}$  F.

- Menghitung R1  
 Untuk mendapatkan nilai dari R1, digunakan perhitungan seperti berikut :

$$R_1 = \frac{R_0 \times f_0}{F_1 - F_2} \times 2$$

$$R_1 = \frac{20000 \times 1624}{2200 - 1200}$$

$$R_1 = 64960 \Omega$$

- Menghitung Rf  
 Harga Rf yang digunakan minimal 5 kali lebih besar dari R0, dalam proyek akhir ini nilai Rf = 255 KΩ.

- Menghitung Rb  
 Harga Rb yang digunakan minimal 5 kali lebih besar dari Rf, dalam proyek akhir ini nilai Rb = 1.2 MΩ.

- Menghitung Rsum

$$R_{sum} = \frac{(R_f + R_1)R_b}{(R_f + R_1 + R_b)}$$

$$= \frac{(255000 + 64960)1200000}{(255000 + 64960 + 1200000)}$$

$$= 243824.7 \Omega$$

- Menghitung Cf

$$C_f = \frac{0.25}{(R_{sum} + \text{BaudRate})} = \frac{0.25}{(243824.7 + 1200)}$$

$$= 0.854 \cdot 10^{-9}$$

Hasil di atas dibulatkan menjadi 1nF

- Menghitung Rd dan Cd

Apabila Rd ditentukan senilai 470 kΩ, maka nilai dari Cd adalah :

$$\Delta F = F_2 - F_1 = 2200 - 1200$$

$$= 1000$$

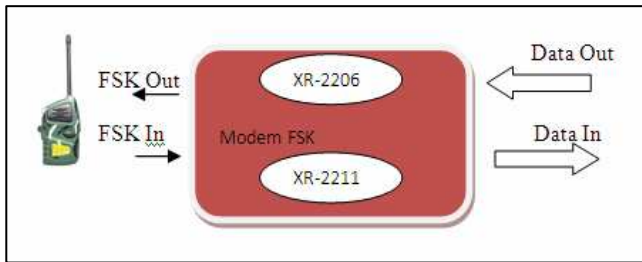
Besarnya  $C_d$  adalah :

$$C_d > \frac{16}{\Delta F} > 0.016, \text{ sehingga untuk nilai } C_d \text{ dapat}$$

digunakan  $C$  senilai 0.1 uF

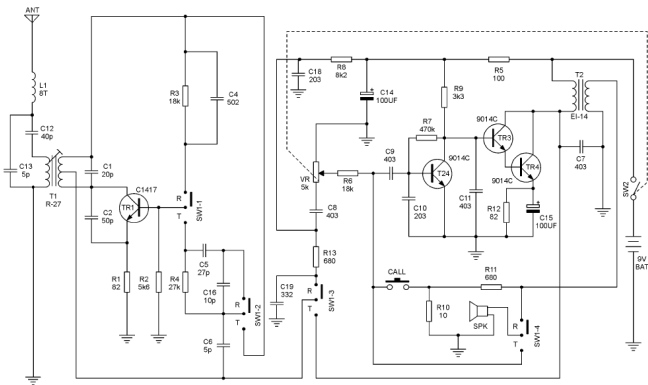
C. Pesawat komunikasi multi arah

Proyek akhir ini menggunakan *Walky Talky* sebagai pesawat komunikasi multi arah (*transreceiver*) dengan menggunakan penguat tunggal pada sistem modulatornya, sehingga pemancar ini hanya mampu berkomunikasi < 1 kilometer. Dalam penggunaannya rangkaian *transreceiver walky talky* akan diintegrasikan dengan radio modem FSK untuk mengirimkan data digital lewat gelombang radio.



Gambar 8 Blok diagram radio modem

*Transreceiver walky talky* menggunakan disain rangkaian yang bekerja pada frekuensi 50 Mhz. Frekuensi 50 Mhz dipilih karena pada jalur ini tidak banyak digunakan orang untuk berkomunikasi jarak jauh, sehingga meminimalkan gangguan yang disebabkan adanya informasi pada gelombang pembawa yang sama. Rangkaian *transreceiver walky talky* terdiri dari beberapa bagan rangkaian transistor yang berfungsi sebagai transistor osilator, *preamplifier*, dan *power amplifier*. Rangkaian lengkap *transreceiver walky talky* ditampilkan pada gambar 17.



Gambar 9 Rangkaian *transreceiver walky talky*[12]

Hal yang paling penting dalam sebuah pemancar maupun penerima gelombang radio adalah adanya osilator. Rangkaian osilator yang digunakan pada rangkaian *walky talky* ini adalah jenis osilator Hartley yang mana memiliki persamaan :

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_T C}}, \text{ dan}$$

Sehingga bila besar frekuensi yang diharapkan adalah sebesar 50 Mhz dengan nilai  $C$  diketahui senilai 20 pF, maka nilai  $L_T$  adalah 5 uH. Dimana  $L_T = L_1 + L_2$ , sehingga nilai  $L_1$  dan  $L_2$  masing-masing adalah 2.5 uH.

D. Antena

Antena telescopic memiliki respon radiasi sama (bulat/melingkar) ke segala arah dengan impedansi 50 Ω. Kelebihan antenna ini adalah posisinya tidak perlu diarahkan, dengan syarat antenna masih dalam radius sinyal RF sehingga system masih dapat bekerja.

Perancangan antenna dibuat  $\frac{1}{4} \lambda$ , dengan tujuan memperkecil ukuran dari antenna. Perhitungan yang digunakan adalah seperti berikut

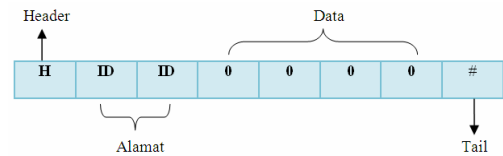
$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$$\lambda = \frac{300 \times 10^6}{50 \times 10^6} = 6$$

Jadi bila ditetapkan panjang antenna adalah  $\frac{1}{4} \lambda$ , tinggi antenna menjadi 1,5 meter.

E. Perancangan software

Untuk meralisasikan system ini diperlukan *software/program* sebagai pengatur jalannya informasi yang akan diproses. Program yang akan dibuat terdiri dari paket data yang akan dikirim dalam satu waktu tertentu dan terus menerus untuk mengindikasikan status dari masing-masing *node*. Berikut adalah bentuk paket data yang digunakan.

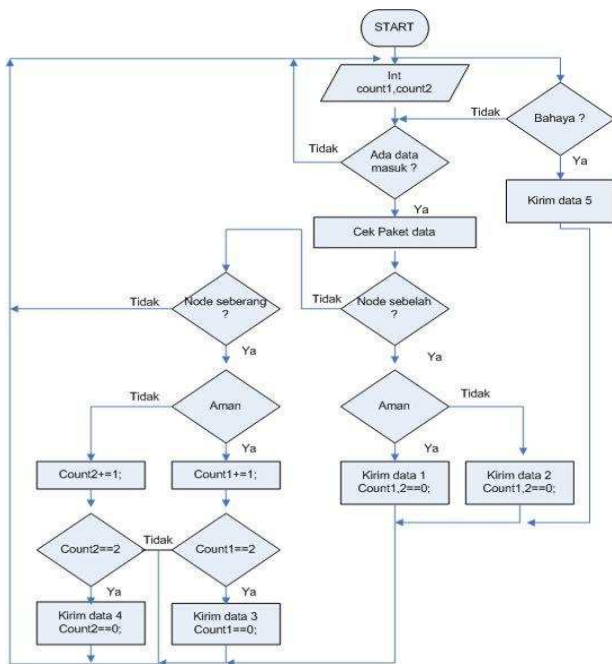


Gambar 10 Paket data

Tabel 1 Data yang digunakan untuk masing-masing node

Aman Bahaya	Node 1	Node 2	Node 3	Node 4	Node 5
Node 1	1	4	9	16	25
Node 2	18	3	6	13	22
Node 3	21	20	5	11	20
Node 4	26	23	22	7	18
Node 5	33	30	28	24	9
	42	39	37	35	26

Sebelum membuat program aplikasi sistem ini, terlebih dahulu dibuat rancangannya, untuk lebih jelas dapat dilihat pada blok diagram seperti ditunjukkan pada gambar 11.



Gambar 11 Flowchart program

**Keterangan flowchart :**

- Data 1 : Data aman, akumulasi dari node sebelumnya (n + (n-1))
- Data 2 : Data bahaya, akumulasi dari node sebelumnya (n + (n-1))
- Data 3 : Data aman, akumulasi dari node sebelumnya (n + (n-2))
- Data 4 : Data bahaya, akumulasi dari node sebelumnya (n + (n-2))
- Data 5 : Data bahaya, dikirim node (n) sendiri

**I. HASIL PENGUJIAN**

Modem FSK yang dibuat berhasil untuk mengirimkan data digital. Jarak jangkauan transmisi yang dicapai maksimal hanya 3 meter. Jarak transmisi ini dihasilkan hanya dengan sebuah penguat tunggal yang bekerja pada frekuensi 50 Mhz sehingga masih dimungkinkan apabila jarak transmisi ditingkatkan.

Tabel 2 Hasil pengujian jarak maksimal pengiriman data

Penguji an Ke	Kiri m	Terima				
		1 m	2 m	3 m	4 m	5 m
1	' a '	√	√	√	×	×
2	' b '	√	√	√	×	×
3	' c '	√	√	√	×	×
4	' d '	√	√	√	×	×
5	04H	×	×	×	×	×

**Keterangan :** √ Berhasil  
 × Gagal

Tabel 3 Pengiriman data

Terima Kirim	Kon di si	No de1	Nod e 2	No de 3	No de 4	Ketera ngan (ditam pilkan LCD)
Node 1	Am an	Δ	√	√	√	Semua aman
	Bah aya	Δ	√	√	√	Node 1 bahaya
	Hila ng	*	*	*	*	Tidak diamat i
Node 2	Am an	√	√	√	√	Semua aman
	Bah aya	*	Δ	√	√	Node 2 bahaya
	Hila ng	√	*	√	√	Node 2 hilang
Node 3	Am an	√	√	√	√	Semua aman
	Bah aya	*	*	Δ	√	Node 3 bahaya
	Hila ng	√	√	*	√	Node 3 hilang
Node 4	Am an	√	√	√	√	Semua aman
	Bah aya	*	*	*	Δ	Node 4 bahaya
	Hila ng	√	√	√	*	Tidak diamat i

**Keterangan :** √ terjadi pengiriman informasi  
 \* tidak terjadi pengiriman informasi  
 Δ pengirim informasi  
 Pengujian ini dilakukan didalam ruang tugas akhir.

**Tabel 3** Hasil uji komunikasi node

Terima Kirim	Kondisi	Node 1		Node 2		Node 3		Node 4		Node 5	
		A	H	A	H	A	H	A	H	A	H
Node 1	Aman / Bahaya	Δ	√	√	*	√	√	√	√	√	√
	Aman / Bahaya	Δ	√	√	*	√	√	√	√	√	√
	Aman / Bahaya	Δ	√	√	*	√	√	√	*	√	√
	Aman / Bahaya	Δ	√	√	√	√	*	√	√	√	√
	Aman / Bahaya	Δ	√	√	√	√	√	√	*	√	√
	Hilang	*	√	√	*	√	√	√	*	√	√
Node 2	Aman	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	Bahaya	√	√	Δ	√	√	√	√	√	√	√
	Bahaya	√	√	Δ	√	√	√	√	*	√	√
	Bahaya	√	√	Δ	√	√	*	√	√	√	√
Node 3	Aman	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	Bahaya	√	√	√	√	Δ	√	√	√	√	√
	Bahaya	√	√	√	√	Δ	√	√	*	√	√
Node 4	Aman	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	Bahaya	√	√	√	√	√	√	Δ	√	√	√
Node 5	Aman	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	Bahaya	√	√	√	√	√	√	√	√	Δ	√

**Keterangan :**  
 √ terjadi pengiriman informasi  
 \* tidak terjadi pengiriman informasi  
 Δ pengirim informasi  
 A = Node ada  
 H = Node hilang

Tabel diatas merupakan hasil pengujian node di luar ruangan dan telah diintegrasikan.

## II. KESIMPULAN

Setelah melakukan perencanaan serta melakukan pengujian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Rancang bangun *node* dan protokol komunikasi untuk pengiriman informasi pada sistem monitoring batas wilayah darat menggunakan jaringan sensor nirkabel dapat terjalin dengan baik menggunakan modulasi sinyal FSK dengan prosentase keberhasilan 96%.

2. Kombinasi data yang digunakan hanya bisa untuk digunakan 5 *node* saja.
3. Pengiriman data lebih dari 5 kali menjadi lebih baik digunakan, karena *Loop Phase Detected* pada *demodulator* FSK tidak dapat mendeteksi data yang masuk hanya dengan satu kali kirim.
4. Data yang dikirimkan oleh *node* pengirim tidak akan dapat diterima apabila *node* penerima dalam kondisi mengirim data, hal tersebut dikarenakan *transreceiver* yang terpasang merupakan jenis *transreceiver half duplex*.
5. Penggunaan *transreceiver* dengan penguat tunggal hanya mampu menjangkau jarak maksimal pengiriman data sejauh 6 meter saja.
6. Kondisi stabil modem FSK pada level tegangan 9 Volt dari level tegangan minimal yang diijinkan sebesar 8 Volt.

## III. DAFTAR PUSTAKA

- [1] <http://lukmanza.blogspot.com/2008/11/topologi-jaringan.html> (diunduh Rabu 22 juli 2009 pukul 19:49 wib)
- [2] Rizalani A, Ridla. *Rancang Bangun Prototipe Node Jaringan Sensor Nirkabel Dengan Media Komunikasi Infra Merah Untuk Akuisisi Data Pada Sistem Informasi Parkir Lantai Banyak*, Tugas Akhir: T. Elektronika PENS-ITS, 2005.
- [3] All Data sheet, Website <http://www.alldatasheet.com>. Attiny 2313
- [4] Zuhail, Zhanggischan. *Prinsip Dasar Elektroteknik*, Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2004.
- [5] Adrianto, Heri. *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATMEGA 16 Menggunakan Bahasa C (Code Vision AVR)*, Bandung: Informatika, 2008.
- [6] Sapto Nugroho1, Dwi P. Sasongko2, Isnaen Gunadi1. *RANCANG BANGUN PENGUAT DAYA RF*, Semarang: Jurusan Fisika UNDIP, 2003
- [7] [http://id.wikipedia.org/wiki/Transistor\\_pertemuan\\_dwikutub](http://id.wikipedia.org/wiki/Transistor_pertemuan_dwikutub) (diunduh Rabu 7 juli 2010 pukul 20:41 wib)
- [8] <http://www.tpub.com/neets/book9/35c.htm> (diunduh Rabu 7 juli 2010 pukul 23:07 wib)
- [9] <http://www.electronics-tutorials.ws/oscillator/hartley.html> (diunduh Kamis 8 juli 2010 pukul 19:17)
- [10] Ahmad, Jayadin. *Elektronika Dasar*, jayadin.wordpress.com: e-book
- [11] Syaputra, Yudha. *Pengendalian Lengan Robot Berbasis Pc Terkendali Jarak Jauh Menggunakan Teknik Modulasi Dan Demodulasi Fsk*, Jogjakarta: Jurusan teknik elektronika Fakultas teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
- [12] All Datasheet, Website <http://www.alldatasheet.com>. XR2206
- [13] All Datasheet, Website <http://www.alldatasheet.com>. XR2211