

PENGENDALIAN ROBOT MENGGUNAKAN MODULASI DIGITAL FSK (Frequency Shift Keying)

JOHANES¹ - FX.HENDRA PRASETYA² - RISA FARRID CHRISTIANTI³

anes_spook@yahoo.com ;

Universitas Katolik Soegijapranata

Jl.Pawiyatan Luhur, Bendan Dhuwur IV/1-Semarang

ABSTRAK

Saya mencoba membuat suatu alat yang memiliki prinsip kerja berupa pengiriman data secara wireless untuk mengendalikan robot. Berawal dari penekanan tombol pengarah yang kemudian akan diolah oleh mikrokontroller 1 dan mengeluarkan data melalui port serial yang berupa sinyal digital. Data yang berupa sinyal digital tersebut akan diubah kebentuk sinyal sinusiodal oleh FSK modulator dan dipancarkan oleh pemancar FM. Data yang dipancarkan akan diterima oleh penerima FM untuk kemudian akan di ubah datanya dari sinyal sinusiodal kebentuk sinyal digital kembali oleh FSK demodulator. Data yang sudah diubah kebentuk digital akan diterima oleh mikrokontroller 2 untuk diolah untuk mengaktifkan penggerak robot. Robot ini difungsikan untuk menjapit atau mencengkram benda yang kemudian akan memindahkannya ke tempat lain. Pengendalian jarak jauh robot ini didukung oleh teknologi kamera CCTV dimana kita bisa mengendalikan tanpa harus melihat secara langsung ke robot tetapi dapat dilihat melalui TV.

1. PENDAHULUAN

Pengendalian robot menggunakan modulasi digital FSK (*Frequency Shift Keying*), teknik modulasi awal dilakukan secara FSK kemudian dilanjutkan modulasi secara FM. Spesifikasi komponen yang dipakai antara lain: modem FSK yang dipakai menggunakan IC XR2206 dengan *baudrate* 1200 bps, pemancar modulasi frekuensi, penerima FM dan Mikrokontroller AT89S52. Pokok pembahasan: Pengendalian robot menggunakan modulasi Digital FSK

2. PEMBATAHAN MASALAH

Pembatasan masalah yang diberikan:

1. Perancangan sistem komunikasi data untuk mengendalikan robot secara wireless berbasis FSK, menggunakan IC modulator FSK XR2206 dan IC demodulator FSK XR 2211.

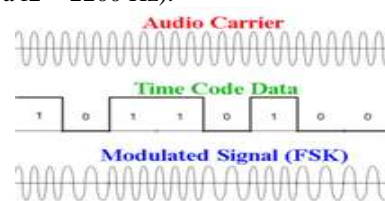
2. Pengendalian gerakan robot berbasis mikrokontroller AT89S52.
3. Penggunaan perangkat CCTV untuk memonitor robot dengan jangkauan maksimal 10 meter.

3. Tinjauan Pustaka

Modulasi adalah suatu proses pada satu frekuensi tinggi, dimana frekuensi tinggi itu diubah-ubah sesuai dengan arus pembicaraan (atau suatu sinyal yang dimasukkan). Frekuensi tinggi yang membawa informasi dari arus pembicaraan, dinamakan arus *carier*. Berikut ini macam – macam teknik modulasi diantaranya AM (*Amplitude Modulation*), FM (*Frequency Modulation*) dan FSK (*Frequency Shift Keying*).

3.1 MODULASI FSK

Frequency Shift Keying (FSK) adalah modulasi yang menyatakan sinyal digital 1 sebagai suatu nilai tegangan dengan frekuensi tertentu (misalnya $f_1 = 1200$ Hz), sementara sinyal digital 0 dinyatakan sebagai suatu nilai tegangan dengan frekuensi tertentu yang berbeda (misalnya $f_2 = 2200$ Hz).



Gambar 1. Modulasi FSK

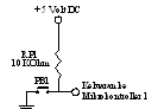
Sama seperti modulasi fasa, modulasi frekuensi dapat dilakukan pada beberapa frekuensi sekaligus dengan cara ini pengiriman data menjadi lebih efisien

Masing-masing frekuensi digunakan untuk menandakan logika "1" disebut dengan *frequency mark* (f_m) dan menandakan logika "0" disebut *frequency space* (f_s) dimana $f_m > f_s$. Pada modulasi FSK, frekuensi gelombang pembawa akan diubah sesuai dengan informasi digital yang akan dikirim sehingga frekuensi gelombang

pembawa tersebut akan bergeser ke atas atau ke bawah, sesuai dengan informasi digital.

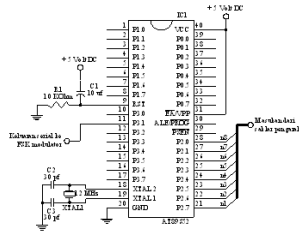
3.2 SAKLAR PENGARAH

Saklar pengarah yang digunakan berupa komponen push-button (saklar tekan), cara kerja dari rangkaian ini apabila saklar tekan PB1 tidak tertekan (tak aktif) maka akan dikirimkan logika high ke mikrokontroler 1, apabila saklar tekan PB1 tertekan (aktif) maka akan dikirimkan logika low ke mikrokontroler 1.



Gambar 2. Rangkaian saklar pengarah.

3.3 MIKROKONTROLLER 1



Gambar 3 Rangkaian Mikrokontroler 1

Mikrokontroler 1 ini bekerja hanya membaca kombinasi digital yang dihasilkan dari rangkaian saklar pengarah pada port 2 yang kemudian akan dirubah ke bentuk signal digital dan dikirimkan melalui port serial transmitter (Tx) pada port 3.1 ke FSK modulator. Fungsi port yang digunakan antara lain untuk:

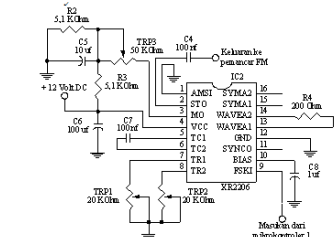
>Port 3.1 (pin 11) digunakan sebagai keluaran data serial ke FSK modulator.

>Port 2.0 – port 2.7 (pin 21 – pin 28) digunakan sebagai masukan dari saklar pengarah.

Kombinasi masukan dari saklar pengarah ke mikrokontroler yang berfungsi untuk mengarahkan gerakan-gerakan pada robot dapat dibuat tabel

3.4 FSK MODULATOR

Modulator yang digunakan berupa IC XR2206. Data digital yang dikirimkan secara serial oleh mikrokontroler sebelum diteruskan ke pemancar harus dimodulasikan atau diubah parameternya dari parameter tegangan menjadi frekuensi. FSK Modulator akan mengubah data yang dikirimkan mikrokontroler menjadi sinyal sinusoidal. Nilai frekuensi yang dihasilkan bergantung pada nilai TRP1, TRP2 dan nilai C7 yang merupakan komponen eksternal yang harus ditambahkan pada IC XR2206 [1]. Nilai frekuensi yang dihasilkan akan sesuai dengan persamaan $f = 1/(TRP.C)$

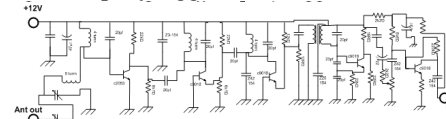


Gambar 4. Rangkaian FSK modulator.

f1 merupakan frekuensi yang dihasilkan pada saat input berupa data logika low (rendah), sedangkan f2 merupakan frekuensi yang dihasilkan pada saat input berupa data logika high. Pulsa logika low akan setara dengan f1 yaitu sebesar 1100 Hz dan logika high akan setara dengan f2 sebesar 2200 Hz jika diketahui C7 sebesar 100nF ($100 \cdot 10^{-9}F$) maka didapatkan TRP1 sebesar 9,1 K Ω dan TRP2 sebesar 4,54 K Ω

3.5 PEMANCAR FM

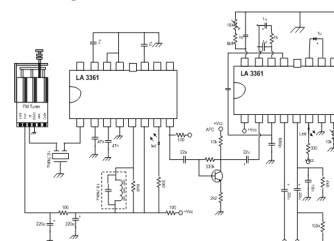
Pemancar FM yang digunakan merupakan pemancar FM sederhana yang hanya menggunakan 4 buah transistor dengan tipe C9018 dan di tambah dengan penguat c 2053, pemancar ini bekerja pada frekuensi 88 - 108 MHz. Pada pemancar ini 2 transistor c9018 digunakan sebagai penguat awal dan 2 transistor c9018 digunakan sebagai buffer (penyangga).



Gambar 5 Rangkaian Pemancar FM.

3.6 PENERIMA FM

Perangkat penerima FM yang diterapkan berupa modul penerima fm *straight* yang dibangun oleh IC LA1260, IC LA3361, dan FM tuner. Untuk mendapatkan sinyal data yang dikirim oleh pemancar, maka diperlukan penerima FM yang memiliki frekuensi kerja yang sama dengan pemancarnya yang berfungsi untuk demodulasi, yaitu memisahkan sinyal informasi, dalam hal ini sinyal data dari sinyal pembawanya. Gambar 3.2.1 merupakan modul penerima FM *straight*.

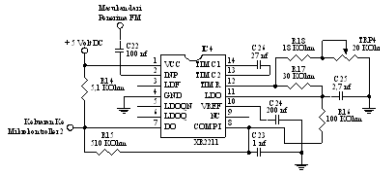


Gambar 6 Rangkaian Penerima FM straight

Rangkaian penerima FM yang digunakan ditala pada frekuensi 86Mhz, yaitu sama dengan frekuensi yang dipancarkan oleh modul pemancar, maka sinyal yang

dikirimkan oleh bagian pemancar dapat diterima oleh penerima.

3.7 FSK DEMODULATOR



Gambar 7 Rangkaian FSK demodulator

FSK demodulator yang digunakan berupa IC XR2211. Data yang diterima penerima FM sebelum diteruskan ke mikrokontroler harus diubah terlebih dahulu parameternya dari parameter frekuensi menjadi tegangan. FSK Demodulator merupakan kebalikan dari FSK modulator yaitu merubah sinyal sinusoidal menjadi sinyal digital.

Pengubahan sinyal oleh demodulator dilakukan dengan membandingkan dengan frekuensi tengah (f_0). Frekuensi yang lebih besar dari frekuensi tengah akan menghasilkan *output* logika *high*, sedangkan frekuensi yang kurang dari frekuensi tengah akan menghasilkan *output* logika *low*. Penentuan nilai frekuensi tengah dihitung dengan persamaan :

$$f_0 = \sqrt{f_1 \cdot f_2}$$

$$f_0 = \sqrt{1100 \cdot 2200}$$

$$f_0 = \sqrt{2420000}$$

$$f_0 = 1555 \text{ Hz}$$

Nilai f_1 dan f_2 berturut-turut adalah 1100 Hz dan 2200 Hz sehingga didapatkan nilai f_0 sebesar :

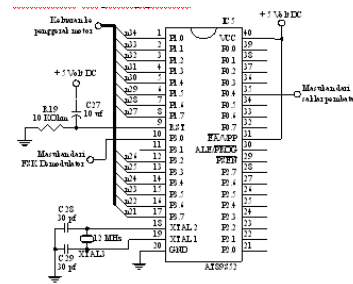
Diketahui f_0 sebesar 1625 Hz, $R18$ sebesar $18 \text{ K}\Omega$ ($18 \cdot 10^3 \text{ Ohm}$), $C26$ sebesar 27 nF ($27 \cdot 10^{-9} \text{ F}$) maka didapatkan $TRP4$ sebesar : $5,8 \text{ K}\Omega$

3.8 MIKROKONTROLLER 2

Mikrokontroler 2 ini bekerja jika mendapatkan perintah dari mikrokontroler 1, sebagian besar mikrokontroler ini bekerja untuk menjalankan penggerak motor DC. Untuk membatasi gerak robot, mikrokontroler ini mendapatkan masukan dari saklar pembatas.

Fungsi port yang digunakan antara lain untuk:

- Port 3.0 (pin 10) digunakan sebagai masukan data digital dari FSK demodulator.
- Port 2.0 – port 2.7 (pin 21 – pin 28) dan port 0.4 – port 0.7 (pin 32 – pin 35) digunakan sebagai masukan dari saklar pembatas.
- Port 1.0 – port 1.7 (pin 1 – pin 8) dan port 3.2 – port 3.7 (pin 12 – pin 17) digunakan sebagai keluaran ke penggerak Motor DC.



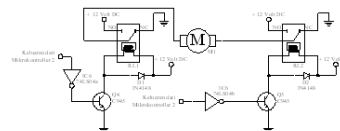
Gambar 8 Rangkaian Mikrokontroler 2

No.	Masukan data di port 3.0	Port yang aktif untuk penggerak robot, aktif = 0, tak aktif = 1	Keterangan
1	11111011	P1.0	Robot maju
2	11110111	P1.1	Robot mundur
3	11111010	P1.0 & P1.2	Robot maju berbelok ke kanan
4	11111001	P1.0 & P1.3	Robot maju berbelok ke kiri
5	11110110	P1.1 & P1.2	Robot mundur berbelok ke kanan
6	11110101	P1.1 & P1.3	Robot mundur berbelok ke kiri
7	11101110	P1.4	Lengan robot berputar ke kanan
8	11101101	P1.5	Lengan robot berputar ke kiri
9	11011110	P1.6	Lengan 1 robot naik
10	11011101	P1.7	Lengan 2 robot turun
11	10111110	P3.2	Pergelangan 1 robot naik
12	10111101	P3.3	Pergelangan 2 robot turun
13	01111110	P3.4	Pergelangan penjepit pada robot berputar ke kanan
14	01111101	P3.5	Pergelangan penjepit pada robot berputar ke kiri
15	10011110	P3.6	Penjepit pada robot merapatkan japitnya
16	10011101	P3.7	Penjepit pada robot meregangkan japitnya

Gambar 9. Tabel masukan dari rangkaian saklar pengarah.

3.9 PENGGERAK MOTOR DC

Motor DC yang digunakan untuk menggerakkan robot secara mekanik tidak dapat langsung dihubungkan ke mikrokontroler karena motor DC membutuhkan daya yang besar sedangkan mikrokontroler tidak dapat mensuplay daya yang besar, maka diperlukan rangkaian penggerak motor DC.



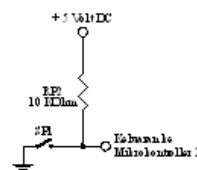
Gambar 10 rangkaian penggerak motor DC.

No.	Masukan dari mikrokontroler 2		Relay		Motor DC akan
	Di Q4	Di Q5	RL1	RL2	
1	Low (0)	Low (0)	Aktif	Aktif	Tak berputar
2	Low (0)	High (1)	Aktif	Tak aktif	Berputar
3	High (1)	Low (0)	Tak aktif	Aktif	Berputar berbeda arah
4	High (1)	High (1)	Tak aktif	Tak aktif	Tak berputar

Gambar 11. Tabel kebenaran rangkaian penggerak motor DC.

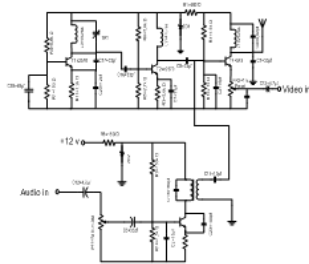
3.10 LIMIT SWITCH

Saklar pembatas yang digunakan berupa saklar batas (limit switch). Cara kerja dari rangkaian saklar pembatas adalah sebagai berikut, apabila saklar batas SP1 tidak tertekan (tak aktif) maka akan dikirimkan logika high ke mikrokontroler 2, apabila saklar batas SP1 tertekan (aktif) maka akan dikirimkan logika low ke mikrokontroler 2.



Gambar 12. Rangkaian saklar pembatas.

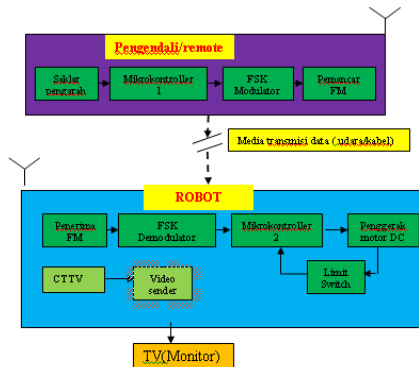
3.11 VIDEO SENDER



Gambar 13. rangkaian video sender.

Pesawat pemancar TV pada prinsipnya terdiri atas: pembangkit gelombang pembawa (osilator RF), osilator subpembawa 5,5 MHz, modulator FM untuk sinyal suara, dan modulator AM untuk sinyal video, dan penguat RF.

4. Perancangan

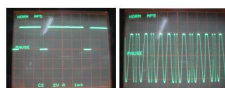


Gambar14. Diagram blok sistem secara keseluruhan

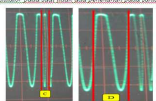
Urutan kerja alat ini adalah perintah yang diterima mikrokontroller 1 dari saklar pengarah akan dimodulasi secara digital oleh FSK modulator yang kemudian akan diolah oleh pemancar FM untuk dipancarkan melalui antenna. Sinyal yang diterima oleh penerima FM melalui antenna akan didemodulasi oleh FSK demodulator dan akan diolah oleh mikrokontroller 2 untuk menggerakkan robot melalui penggerak motor DC, gerak robot akan dibatasi oleh limit switch. Robot akan dilengkapi oleh CCTV dan Vidio sender untuk memonitor.

4. HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Modulator



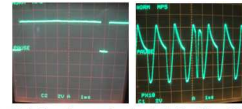
Gambar 4.1a hasil pengukuran sinyal masukan dan Gambar 4.1b sinyal keluaran pada rangkaian FSK modulator pada saat tidak ada pemrosesan pada saklar penerima.



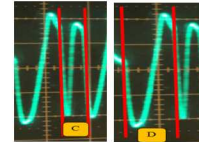
Gambar 4.1c hasil pengukuran sinyal masukan logika low pada FSK modulator dan Gambar 4.1d hasil pengukuran sinyal keluaran logika high pada FSK modulator.

Gambar 15. hasil keluaran Mikrokontrol1 dan Pemancar

Demodulator



Gambar 4.2a hasil pengukuran sinyal masukan dan Gambar 4.2b sinyal keluaran pada rangkaian FSK demodulator pada saat tidak ada pemrosesan pada saklar penerima.



Gambar 4.2c hasil pengukuran sinyal masukan logika low pada FSK demodulator dan Gambar 4.2d hasil pengukuran sinyal masukan logika high pada FSK demodulator pada saat tidak ada pemrosesan.

Gambar 16. hasil keluaran Mikrokontrol 2 dan Penerima

Menghitung Periode dan Frekuensi Space:

Logika Low :

Dik: Jumlah kotak : 0,4 div
Time/div : 1 ms/div

Maka di dapatkan :

$$T = 0,4 \text{ div} \times 1 \text{ ms/div} = 4 * 10^{-4} \text{ s}$$

$$\text{frekuensi Space (fs)} : 1 / T = 1 / 4 * 10^{-4} \text{ s} = 2.500 \text{ Hz}$$

Logika High :

Dik: Jumlah kotak : 0,8 div
Time/div : 1 ms/div

Maka di dapatkan :

$$T = 0,8 \text{ div} \times 1 \text{ ms/div} = 8 * 10^{-4} \text{ s}$$

$$\text{frekuensi mark (fm)} : 1 / T = 1 / 8 * 10^{-4} \text{ s} = 1250 \text{ Hz}$$

Dari hasil pengukuran antara frekuensi Space logika High maupun Logika low yang ada di FSK modulator maupun di FSK demodulator memiliki kesamaan nilai yaitu Logika Low sebesar 25.000 Hz sedangkan Logika high sebesar 12.500 Hz.

Pemeriksaan No	Sinyal pada FSK modulator	Sinyal pada FSK demodulator	
		Masukan	Keluaran
1	11111011 (9)		
2	11110111 (4)		
3	11111010 (13)		
4	11111000 (2)		
5	11110110 (14)		
6	11110101 (24)		
7	11101110 (15)		
8	11101101 (25)		
9	10011110 (16)		

Gambar 17. hasil keluaran Keseluruhan

Berdasarkan hasil pengukuran Antara sinyal masukan FSK modulator dan sinyal keluaran FSK demodulator memiliki kesamaan bentuk gelombang dan frekuensi walaupun memiliki perbedaan pada amplitudonya.

Terlihat jelas terdapat cacat sinyal masukan pada FSK demodulator disebabkan karena frekuensi yang digunakan berdekatan dengan frekuensi stasiun radio FM (Radio Broadcast) yang memiliki kekuatan sinyal lebih

besar, sehingga bisa terjadi *noise* pada sinyal masukan FSK *demodulator* dari penerima FM.

pengujian dalam jarak yang berbeda ketika penekanan saklar pengarah no 3.

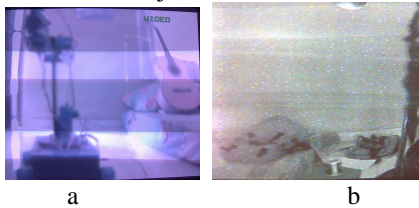
Penerimaan pemancar	saklar	Sinyal pada FSK demodulator	
		Mencikan	Klik kanan
Jarak 7 meter			
Jarak 7 meter			
Jarak 7 meter			
Jarak 7 meter			

Gambar 18. hasil keluaran demodulator dalam jarak tertentu

Semakin jauh jarak antara pemancar dan penerima maka hasil yang didapat akan semakin tidak baik, dikarenakan oleh pemancar tidak mampu memancarkan dan sinyal pemancar terganggu oleh pemancar lain yang lebih kuat.

Pengujian CCTV menggunakan Video Sender

Hasil yang di terlihat sisi CCTV cukup baik bila tanpa video sender (menggunakan Kabel), tetapi sebaliknya ketika menggunakan Video sender maka hasil yang didapat kurang memuaskan. Walaupun begitu CCTV ini memiliki kemampuan yang cukup baik yaitu di lengkapi infra merah untuk bekerja di malam hari.



Gambar 19a pengujian CCTV tanpa Video sender dan Gambar 19b pengujian CCTV menggunakan Video

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

1. Dari hasil perancangan alat yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa semua pengendalian robot menggunakan Modulasi FSK dapat berjalan sesuai yang direncanakan sebanyak 16 intruksi, yaitu: Data Output yang dipancarkan oleh FM – FSK sesuai dengan tombol *remote control* yang ditekan. Keadaan disekitar robotpun dapat dipantau melalui televisi.
2. Untuk mengetahui bahwa pemancar FM telah bekerja dengan baik adalah dengan memutar inti koker pada oscillator sampai derau pada radio FM hilang atau sampai indikator tuning menyala. Pemancar FM berfungsi sebagai alat pengiriman data yang dikirim dari FSK modulator dan telah diproses oleh mikrokontroler. Jarak maksimal yang di dapatkan antara pemancar ke penerima ialah ± 5 meter dan memiliki $V_{pp} = 8\text{Volt}$, oleh sebab itu,

Tingkat jarak mempengaruhi kualitas pengiriman data. Semakin jauh jarak pengiriman data semakin besar data yang rusak dan hilang.

3. IC *modulator* dan *demodulator* FSK XR2206 dan XR2211 memiliki kinerja yang baik dengan frekuensi *space* (fs) sebesar 2500 Hz dan frekuensi *mark* (fm) sebesar 1250 Hz.
4. Terdapat 7 buah motor DC yang digunakan pada perancangan robot ini, Dua buah motor DC dihubungkan dengan roda dan digunakan sebagai penggerak robot, 1 motor untuk berputar kanan kiri, 2 motor untuk lengan naik turun, 1 motor untuk pergelangan dan 1 untuk penjepit. Waktu tanggap (*respon time*) untuk mengaktifkan motor DC dari *remote control* maksimal 10 detik (dalam kondisi terburuk).
5. *Supply* kamera TV yang digunakan lebih baik terpisah dengan *supply* yang digunakan oleh mikrokontroler dan rangkaian elektronika lainnya. Hal ini bertujuan untuk memperbaiki mutu gambar yang ditangkap.
6. CCTV 208 C, cukup baik di gunakan karena di lengkapi infra merah untuk bekerja di malam hari, dan Video sender ini memiliki jangkauan yang cukup panjang sebesar 10 meter.

5.2 Saran

1. Jika ingin bisa memantau dengan jarak yang jauh maka di perlukan pemancar yang baik dan memiliki penguat yang besar. Dan untuk mempermudah pencarian sinyal di penerima maka gunakanlah penerima digital dengan penguat yang besar semakin kecil kemungkinan data yang rusak atau hilang.
2. Motor DC dengan tipe RS360SH ini baik di gunakan untuk lengan tapi sebaliknya jika di gunakan di roda maka haruslah diganti yang memiliki kecepatan yang lebih cepat.
3. IC *modulator* dan *demodulator* FSK XR2206 dan XR2211 sangat baik di gunakan di dalam komunikasi jarak yang jauh.

Daftar pustaka:

1. Setiawan Budi, F, Modul *Praktikum Dasar Telekomunikasi*, Unika Soegijapranata, 1997.
2. <http://www.elektroindonesia.com/elektro/elek29.html>, No 29, Januari 2000
3. Hartanto, D., "Pemancar FM 12 Watt : Bagian 1" <http://www.bogor.net/idkf/idkf-1/community-broadcasting/pemancar>, 1.03.2001
4. Endra Pitowarno, Robotika, penerbit Andi, Yogyakarta, 2006
5. Malvino, Prinsip-prinsip Elektronika, Penerbit Erlangga, Jilid I, 1995