

# DESAIN PERANGKAT-KERAS KOMPONEN PENDUKUNG PENGEMBANGAN RADAR SEKUNDER UNTUK TRACKING TIGA DIMENSI TRAYEKTORI UJI COBA ROKET

Darjat \*)

## Abstract

*This paper represent the part of research grant and cooperate by LAPAN which is planned to do by three year. Topic executed by is " Development of Secondary Radar For The Tracking Of Three Dimension Trajectory Test-Drive The National Rocket".*

*In first year of research focussed at desain and making of component of hardware of producer of radio frequency 900 MHZ. Technological Development of rocket is not quit of other technology, one of them is secondary radar. Communications of radio data overcome through the secondary radar need a component hardware capable to awaken the radio frequency as according to wanted job frequency.*

*This article study about method of hardware desain transceiver which usually implementation by PLL ( Phase Locked Loop) or underlayer modulation locked by the phase to arrange the VCO ( Voltage Controlled Oscillator) what is used. Component used by is IC transceiver RFM12BP integrating all function of radio frequency in single chip*

*Prototype which is being developed by to build the transceiver FSK use the unit microcontroller , crystal, capacitor and antenna; separated. Obtained by result that system of radio frequency developed by earn the implementation for the system of secondary radar ably stable frequency at specified frequency arrangement.*

*Key word: Secondary radar, PLL, VCO, RFM12BP, FSK, Transceiver*

## Pendahuluan

Frekuensi sinyal sangat diperlukan dalam komunikasi data dengan menggunakan frekuensi radio. Radar sekunder dikembangkan untuk deteksi jarak pandang roket terhadap stasiun bumi atau stasiun pengamat. Frekuensi yang digunakan adalah harus tertentu seperti halnya frekuensi yang digunakan untuk lalulintas pesawat komersial di udara.

Untuk keperluan pengembangan ini diperlukan suatu perangkat-keras yang mampu membangkitkan frekuensi sesuai dengan yang diinginkan. Metoda yang akan digunakan adalah dengan menggunakan chip tunggal (*Integrated Chip*) yang sudah mengintegrasikan fungsi komponen frekuensi radio dan komponen tersebut adalah RFM12BP.

Komponen tersebut mudah untuk didapatkan dipasaran dengan biaya yang murah, dalam mengaplikasikan komponen tersebut tidak sulit. Komponen tersebut hanya membutuhkan mikrokontroler sebagai pusat pembangkit frekuensi radio sekaligus sebagai pengirim dan penerima data, osilator, kapasitor dan antena yang terpisah.

Tulisan ini membahas desain perangkat-keras yang akan digunakan untuk mendukung sistem radar sekunder, sehingga mampu diaplikasikan untuk deteksi jarak pandang roket terhadap stasiun bumi.

## Dasar Radar

Radar

Radar adalah suatu sistem elektromagnetik untuk penempatan dan pendeteksian dalam memantulkan

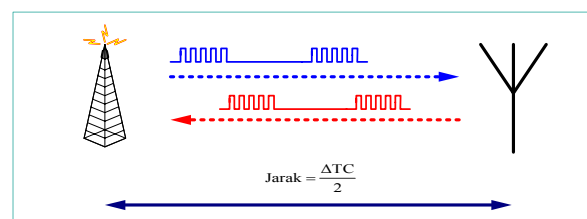
objek seperti pesawat terbang, pesawat ruang angkasa, kapal laut, sarana angkutan, orang, lingkungan natural, dan termasuk roket. Radar beroperasi dengan memancarkan energi ke dalam ruang dan mendeteksi sinyal gema (echo) yang dipantulkan oleh objek atau target.

Energi yang dipantulkan yang kembali ke radar tidak hanya menandai adanya kehadiran suatu target, tetapi dengan membandingkan sinyal gema yang diterima dengan sinyal yang ditransmisikan, penempatannya dapat ditentukan bersama dengan informasi target yang lain.

Radar dapat melaksanakan fungsinya pada jarak dekat atau jauh dan dibawah kondisi-kondisi yang tidak dapat dilalui oleh optik dan sensor inframerah. Ia dapat bekerja dalam kegelapan (darkness), kabut tipis (haze), kabut (fog), hujan (rain), dan salju (snow). Kemampuannya untuk mengukur jarak dengan ketelitian tinggi dan dalam semua kondisi cuaca (weather) adalah atribut yang paling penting.

Radar Sekunder

Pada dasarnya radar sekunder secara teori adalah sama dengan prinsip radar secara umum (seperti dijelaskan pada poin a dan b). Gambar dibawah menunjukkan sistem radar sekunder.



Gambar 2.1 Sistem radar sekunder

\*) Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Undip

Pada stasiun bumi terdapat perangkat pemancar dan penerima, pemancar akan mengirimkan pulsa radar dalam frekuensi tertentu. Pulsa tersebut akan diterima oleh transponder dan setelah transponder menerima pulsa maka transponder akan mengirimkan pulsa ke stasiun bumi, transponder terdiri atas pemancar dan penerima.

Jarak antara stasiun bumi dan transponder akan diketahui dengan adanya perbedaan waktu antara sinyal yang dikirim dan diterima kembali oleh stasiun bumi. Sehingga persamaan matematisnya dapat ditulis sebagai berikut:

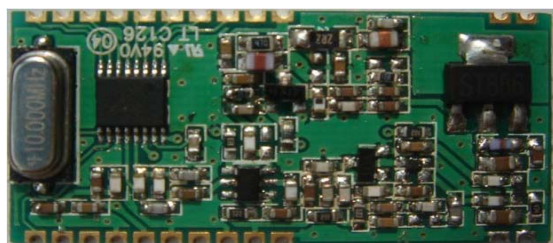
$$\text{Jarak} = \frac{\Delta T C}{2}$$

dimana :  $\Delta T$  adalah sinyal tunda (delay signal) atau perbedaan waktu sinyal antara yang dikirimkan dan yang diterima kembali stasiun bumi.

$C$  adalah kecepatan gelombang radio di atmosphere ( $3 \times 10^8$  MHz)

### RFM12BP

RFM12BP merupakan modul transceiver yang beroperasi pada *ISM band (Industrial, Science, and Medical Band)* yang diimplementasikan dengan PLL (*Phase Locked Loop*) atau modulasi kalang terkunci fasa. Sehingga modul ini memiliki kestabilan frekuensi transceiver. RFM12BP bekerja dengan modulasi FSK pada rentang frekuensi 315/433/868/915MHz.



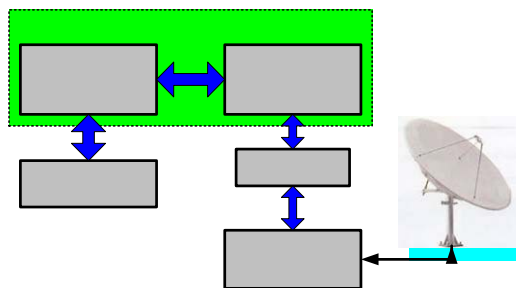
Gambar 3.1 Modul transceiver RFM12BP

RFM12BP didukung sistem SPI (*Serial Programmable Interface*) yang digunakan untuk berkomunikasi dengan sistem mikrokontroler untuk mengatur parameter yang akan digunakan dalam transceiver. Modul transceiver ini adalah ISM band berbiaya rendah yang diimplementasikan dengan daya keluaran 500 mW.

### Desain Komponen Wireless 900 MHz

#### Desain Perangkat-Keras

Dalam desain perangkat-keras ini terdiri atas modul Transceiver RFM12BP dan mikrokontroler AT 8535, dan untuk menambah jangkauan pada sisi output antenna ditambahkan amplifiier dengan daya 10 Watt. Gambar 4.1 menunjukkan diagram blok desain perangkat-keras dalam penelitian ini.



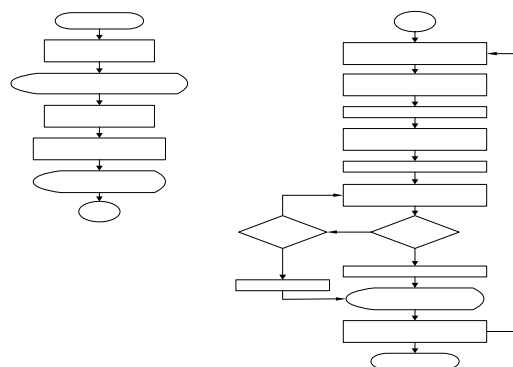
Gambar 4.1 Desain Perangkat-keras RF 900 MHz

Gambar 4.1 menunjukkan suatu desain perangkat-keras penghasil frekuensi radio 900 MHz. Modul RFM12BP bekerja pada frekuensi yang dapat diatur yaitu dalam jangkauan 902-928 MHz, sedangkan mikrokontroler difungsikan untuk mengatur parameter-parameter agar dapat membangkitkan frekuensi kerja dan mengirim atau menerima data, mikrokontroler juga dapat dihubungkan kekomputer atau DSP (*Digital Signal Processing*) untuk keperluan pengolahan data lebih lanjut.

Dalam diagram di atas daya dibawa ke Amplifier dari injektor DC melalui kabel frekuensi radio. Amplifier ini didesain untuk bekerja pada frekuensi radio 902 - 928 MHz mode *Time Division Duplex (TDD)*, perangkat ini dilengkapi dengan kecepatan tinggi (*high speed*) switch TX/RX yang mendeteksi sinyal kirim dan men-switch ke mode kirim dalam 600 ns.

#### Desain Perangkat-Lunak

Desain perangkat-lunak ini diperlukan untuk mengatur parameter-parameter yang ada pada modul frekuensi radio RFM12BP secara program. Dalam pembuatan perangkat-lunak ini dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu bagian pengirim sinyal dan penerima sinyal. Flowchartnya diperlihatkan oleh Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Flowchart transceiver RFM12BP

Flowchart pada Gambar 4.2 merupakan desain perangkatlunak pada mikrokontroler untuk mengaktifkan fungsi pemancar dan penerima pada modul transceiver RFM12BP. Fungsi pemancar dan penerima akan bekerja secara bergantian dalam hal ini frekuensi uplink dan downlink dibedakan. Proses awal adalah inisialisasi untuk baudrate dengan komputer dan inisialisasi port RFM12B, selanjutnya inisialisasi peng-

gunaan frekuensi kerja. Program utamanya adalah mode mengaktifkan pemancar (Tx) dan mode penerima (Rx).

### Pembahasan

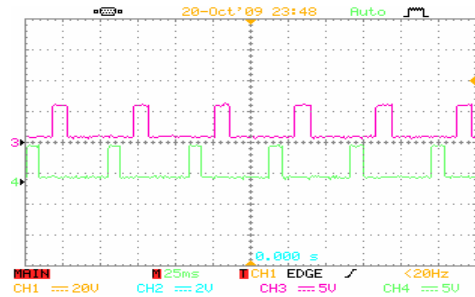
Pengujian dilakukan dengan protipe yang telah dibuat dalam PCB yang terdiri dari komponen sesuai dengan desain pada Gambar 4.1 dan algoritma program sesuai dengan Gambar 4.2. Uji coba dilakukan dengan cara menghadapkan dua transceiver dengan jarak yang dapat berubah-ubah. Dalam pengamatan sinyal yang dikirimkan dan sinyal yang diterima dilakukan dengan menggunakan komputer untuk melihat karakter data yang diterima, osiloskop untuk melihat sinkronisasi antara data yang dikirim dengan data yang diterima, dan spektrum analyzer digunakan untuk mengetahui kebenaran dari frekuensi kerja yang digunakan.



Gambar 5.1 Prototipe dalam PCB untuk menghasilkan sinyal radio

Prototipe pada Gambar 5.1 merupakan desain rangkaian dalam PCB yang telah berhasil mengeluarkan frekuensi sesuai dengan frekuensi kerja yaitu pada frekuensi 900 MHz.

Hasil pengamatan dengan osiloskop



Gambar 5.2 Pengamatan sinyal dengan osiloskop

Pada Gambar 5.2 menunjukkan bahwa antara data yang dikirim (sinyal hijau) dengan data yang di terima (sinyal merah) sudah sinkron. Data yang diterima berada pada level tegangan yang sama dengan bentuk gelombang sesuai dengan bentuk gelombang masukan.

Hasil pengamatan dengan komputer

Pengamatan juga dilakukan dengan komputer untuk membandingkan karakter yang diterima dengan

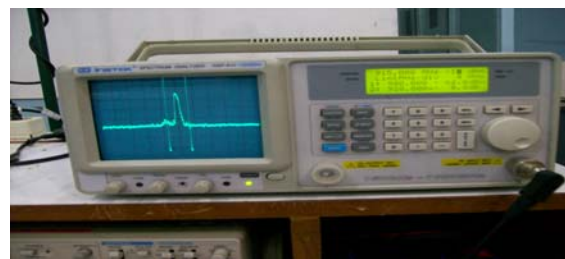
sinyal yang ada pada osiloskop Gambar 5.3 berikut hasil yang diperoleh atau ditangkap oleh komputer



Gambar 5.3 Data yang diterima oleh komputer

Karakter data yang dikirimkan oleh transceiver utama dan diterima oleh transceiver pada sisi bagian yang lain kemudian dipancarkan kembali ke transceiver utama, selanjutnya dikoneksikan ke komputer. Informasi yang diterima oleh komputer menunjukkan data yang sama dengan yang dikirimkan dan yang diamati oleh osiloskop.

Pengamatan dengan Spektrum Analyzer



Gambar 5.4 Pengamatan Spektrum Analyzer pada frekuensi 900 MHz

Pada Gambar 5.4 terlihat bahwa data yang teramati merupakan gabungan sinyal informasi dan sinyal pembawa. Spektrum analyzer diatur pada jangkauan 900-928 MHz dan frekuensi kerjanya pada 915 MHz. Spektrum analyzer menunjukkan kestabilan pada frekuensi kerja yang digunakan.

### Kesimpulan

Pengembangan komponen pendukung radar sekunder adalah untuk mendapatkan suatu sistem penghasil frekuensi radio yang stabil dan dapat bekerja untuk sistem roket yang akan digunakan.

Sistem yang dibuat ini telah di uji dalam laboratorium Teknik Elektro Universitas Diponegoro, dari hasil pengujian menunjukkan bahwa sinyal yang diterima baik yang diamati oleh osiloskop maupun yang diamati oleh komputer dan Spektrum Analyzer merupakan sinyal yang sebenarnya dan sistem telah bekerja sesuai dengan frekuensi kerja.

Pengujian yang dilakukan ini baru sebatas jarak untuk  $\pm 30$  meter sampai  $\pm 1$  km, karena kondisi lapangan yang belum mendukung. Desain perangkat keras sistem yang dibuat ini didesain untuk jarak jauh dengan pertimbangan daya penguat (Amplifier yang dipakai 10 Watt). Sementara ini pengujian jarak-jauh belum dapat dilaksanakan dan sedang dipersiapkan untuk kelanjutannya.

#### Daftar Pustaka

1. A. H. Sayed, A. Tarighat, and N. Khajehnouri, "Networkbased wireless location: challenges faced in developing techniques for accurate wireless location information," *IEEE Signal Processing Magazine*, vol. 22, no. 4, pp. 24-40, 2005
2. Darjat, Winarno, Desember 2008, "*Perancangan Sistem Tracking 3 Dimensi untuk Trayektori Robot Pengangkut Barang*", Seminar Simposium Nasional RAPI VII 2008, Surakarta
3. Darjat, Yuli Christiyono, Arief Agung PM, "Perancangan Perangkat-Keras Transmitter pada Transmisi Data EKG dengan Modulasi FSK dan FM" Prosiding Seminar Nasional SNTKT UNTAR, Jakarta 2007
4. Darjat, Yuli Christiyono, Desyanto DR, "Perancangan Penerima Data EKG Menggunakan Modulasi Digital FSK dan Modulasi frekuensi (FM)" Prosiding Seminar Nasional TEKNOIN UII, Yogyakarta 2007
5. S. Guolin, C. Jie, G. Wei, and K. J. R. Liu, "Signal processing techniques in network-aided positioning: a survey of state-of-the-art positioning designs," *IEEE Signal Processing Magazine*, vol. 22, no. 4, pp. 12-23, 2005.
6. Iwan Setiawan, Darjat, Trias Andromeda, 22 Juli 2006, "*Sistem Kontrol Navigasi Robot Mobile Berpenggerak Diferensial Penjejak Trayektori Bezier*", Proceedings Seminar TEKNOIN 2006", Yogyakarta
7. <http://www.hoperf.com>
8. Peter Honold, "Secondary RADAR", Siemens 1976
9. Simon K and Shaun Quegan, "Understanding RADAR Systems", McGRAW-HILL 1992.
10. Wahyu Widada dan Sri Kliwati, "Desain Sistem Passive RADAR Radio UHF Untuk Aplikasi Uji Terbang Roket", Seminar Nasional SITIA ITS Surabaya April 2008.
11. Wahyu Widada dan Sri Kliwati, "Pengembangan RADAR Signal Generator untuk Tracking Long-Range Rocket Flight Test", Prosiding Seminar Nasional Teknologi, UTY 5 April 2008.