

## IMPLEMENTASI SISTEM SIARAN FM STEREO PLUS *DATA-TEXT* SCA (*SUBSIDIARY COMMUNICATION AUTHORIZATION*)

Suryo Novantara<sup>1</sup>, Heroe Wijanto<sup>2</sup>, Basuki Rahmat<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknologi Telkom, Bandung  
<sup>1</sup>[mail@snoventara.port5.com](mailto:mail@snoventara.port5.com), <sup>2</sup>[hrw@stttelkom.ac.id](mailto:hrw@stttelkom.ac.id), <sup>3</sup>[bas@stttelkom.ac.id](mailto:bas@stttelkom.ac.id)

### Abstrak

Dengan ditertibkannya frekuensi siaran FM (*Frequency Modulation*) dalam spasi kanal 200 kHz, maka suatu sinyal siaran FM stereo yang hanya memerlukan lebar-pita frekuensi 112 kHz ( $2 \times 56$  kHz multiplex pita-dasar FM stereo termodulasi secara *narrow band* FM) akan memberikan ruang spektral sisa selebar sekitar 94 kHz pada setiap spasi kanal. Penyisipan informasi lain pada ruang sisa spasi kanal tersebut biasa disebut SCA (*Subsidiary Communication Authorization*), yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan alokasi spektral FM.

Penelitian ini mengusulkan penyisipan informasi berupa sinyal Data-Text digital termodulasi FSK (*Frequency Shift Keying*) sebagai fasilitas siaran tambahan. Informasi Data-Text diperoleh dari deretan kode biner serial berkecepatan 1200 bps yang dibangkitkan dari port RS-232 komputer. Sinyal FSK Data-Text tersebut dimodulasikan ke *subcarrier* 67 KHz untuk selanjutnya digabungkan dengan sinyal-sinyal multiplex audio stereo. Seluruh sinyal komposit dipancarkan dalam modulasi *narrow-band* FM dengan frekuensi *carrier* sesuai alokasi siaran FM 88 – 108 MHz. Sinyal tambahan ini perlu dijaga agar tidak terjadi tumpang-tindih spektral dengan sinyal matriks audio stereo melalui BPF (*Band Pass Filter*) pada frekuensi tengah 67 kHz dan bandwidth 13,4 kHz. Untuk proses demodulasi sinyal FSK-Data-Text SCA dapat digunakan rangkaian PLL (*Phase-Locked Loop*). Untuk tampilan Data-Text digunakan LCD.

**Kata kunci :** SCA, multiplex audio stereo, FSK-Data-Text, *narrow band* FM, LCD

### Abstract

As the frequency allocation of FM (*Frequency Modulation*) broadcasting services has been regulated in 200 kHz channel spacing arrangement, a stereophonic FM broadcasting signal with 112 kHz ( $2 \times 56$  kHz multiplexed FM stereo base band modulated in *narrow-band* FM) bandwidth will give a 94 kHz remainder in each channel spacing. Inserting another information in the remainder of channel spacing, usually named SCA (*Subsidiary Communication Authorization*), will increase efficiency of the FM spectral allocation.

The inserted information proposed in this research is the FSK (*Frequency Shift Keying*) modulated Data-Text service signal as an additional broadcasting facility. The Data-Text information is 1200 bps serial binary code sequence generated by RS-232 computer port. The FSK Data-Text is modulated to 67 kHz and combined with stereo multiplexed audio signal. The all of composite signal is transmitted in narrow band FM modulation on a carrier FM broadcasting service allocation between 88 – 108 MHz. This signal needs filtering by a BPF (*Band Pass Filter*) which has 13,4 kHz bandwidth on 67 kHz centre frequency to avoid overlapping with stereo matrix audio signal. The SCA FSK-Data-Text signal could be demodulated using a PLL (*Phase-Locked Loop*) circuit. An LCD is used to display the Data-Text.

**Keywords:** SCA, stereo multiplexed audio, FSK-Data-Text, narrow band FM, LCD

### 1. Pendahuluan

Semakin meningkatnya kebutuhan informasi aktual pada masyarakat saat ini, disertai mobilitas yang tinggi, membutuhkan perangkat yang bisa menyediakan informasi *real time* namun murah dan *portable*. Penambahan fasilitas *Data-Text* pada perangkat radio penerima siaran FM merupakan satu alternatif untuk menjawab persoalan ini.

Dengan ditambahkannya fasilitas tampilan *Data-Text*, berbagai informasi dapat ditampilkan tanpa mengganggu informasi audio yang sedang disiarkan. Pendengar bisa menikmati kejernihan suara radio FM-nya sambil membaca informasi terbaru pada tampilan layar LCD (*Liquid Crystal Display*). Pada penelitian ini, perangkat penerima

*Data-Text* dirancang untuk dapat ditambahkan pada semua jenis perangkat radio penerima FM, baik stereo maupun mono, baik yang baru maupun tua.

### 2. Sistem SCA

#### 2.1. Layanan-Layanan SCA

Sebenarnya *default* cara penggunaan perangkat penerima siaran radio FM “hanya untuk didengar” dan “tidak untuk dilihat”. Namun dengan pengelolaan kandungan informasi yang baik, maka tambahan informasi Data-Text akan menyebabkan perangkat penerima siaran radio FM menjadi menarik pula untuk dilihat. Termasuk dalam situasi tertentu, seperti pada perangkat penerima radio FM

yang dipasang di mobil dan sedang dikendarai pada kondisi lalu lintas jalan yang mengalami kemacetan.

Pengguna dapat memperoleh berbagai informasi aktual, seperti perkembangan harga saham dan valuta asing, berita ekonomi politik dan sosial, berita olah raga, jadwal penerbangan, bursa jual beli barang, lowongan pekerjaan, atau acara-acara hiburan. Dapat juga kandungan Data-Text merupakan informasi yang terkait dengan program radio yang sedang disiarkan, misalnya lirik lagu yang sedang diputar, daftar *request* lagu, ataupun kuis interaktif.

Secara umum, sinyal SCA berisikan salah satu dari layanan-layanan berikut:

a. *Background Music* (Musik Latar)

merupakan layanan yang paling banyak dijumpai pada penggunaan SCA, yaitu stasiun radio mengirimkan musik tambahan secara terus-menerus pada *band* SCA dan tidak pernah disela oleh penyiar ataupun iklan.

b. *Radio Reading Services* (Berita Cetak)

untuk membantu para tuna netra untuk mengetahui informasi-informasi dari koran, majalah, buku, dan media cetak lainnya yang dibacakan oleh operator layanan ini.

c. *Foreign Language Services* (Bahasa Asing)

ditujukan agar pengguna dapat dengan mudah memahami apa yang disampaikan oleh penyiar. Layanan semacam ini mirip dengan layanan dua-bahasa (*bilingual*) pada siaran televisi.

d. *Data Transmissions* (Pengiriman Data)

mengirimkan beragam informasi data digital: data pasar saham (*stock market data*), berita kejadian terbaru (*breaking news*), pengontrol stasiun pengulang (*FM Repeater/Translator Station Commands*), peringatan bahaya (*Early Alert System - EAS*), dan sebagainya. Pada penerima harus dilengkapi *decoder* untuk mendapatkan informasi yang diinginkan.

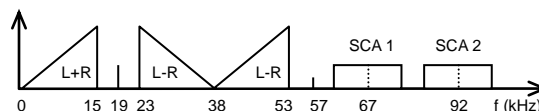
Beberapa referensi menyebutkan bahwa layanan informasi tambahan SCA dapat ditempatkan pada frekuensi 67 KHz dan atau 92 KHz pada *base band* sistem FM<sup>[9]</sup>. Pada penelitian ini hanya akan digunakan frekuensi 67 kHz. Layanan serupa sudah diterapkan untuk pengiriman data *VoiceMail* ke pelanggan melalui stasiun pemancar radio FM<sup>[1]</sup>.

**2.2. Pembangkitan Sinyal Data-Text SCA.**

Sinyal *SCA* (*Subsidiary Communications Authorization*) adalah sinyal *subcarrier* tambahan yang dipancarkan bersama dengan sinyal informasi utama dari suatu pemancar FM. Gambar 1 memperlihatkan sinyal pita-dasar komposit FM stereo dengan informasi SCA.

Pada frekuensi 20 Hz sampai dengan 15 kHz terdapat sinyal informasi audio utama, yang merupakan hasil penjumlahan sinyal audio kanan

dan kiri (L+R). Pada frekuensi 19 kHz terdapat *pilot tone* yang dimanfaatkan oleh perangkat penerima siaran FM untuk demodulasi sinyal tambahan stereo (*stereo subcarrier*). *Stereo subcarrier* ini berada pada frekuensi 23 kHz sampai dengan 53 kHz yang mengandung informasi selisih antara audio kanan dan kiri (L-R) yang dimodulasikan secara AM-DSB-SC (*Amplitude-Modulation Double-Side-Band Suppressed-Carrier*). Pada frekuensi 57 kHz terdapat informasi RDS (*Radio Data System*). Sedangkan *SCA subcarrier* ditempatkan pada frekuensi 67 kHz dan 92 kHz<sup>[9]</sup>. Kedua pita SCA ini dapat digunakan salah satu maupun keduanya.



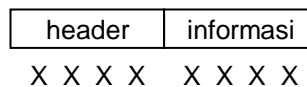
Gambar 1. Sinyal Komposit FM Stereo Plus SCA

Multipleks pita-dasar stereo FM (pita-dasar L+R, sisi ganda L-R pada subcarrier 38 kHz, dan pilot tone 19 KHz) merupakan teknik pengolahan sinyal audio standar yang dilakukan untuk menjamin kompatibilitas sinyal siaran agar dapat diterima oleh baik oleh perangkat penerima FM *monophonic* maupun oleh penerima FM *stereophonic*.

**3. Implementasi Sistem SCA**

**3.1. Pemancar FM Plus Data-Text SCA**

Penambahan sinyal SCA yang mengandung informasi *Data-Text* ke dalam sistem pemancar FM stereo dilakukan oleh *SCA Data-Text Generator*. Informasi digital *Data-Text* diperoleh dari port RS-232 sebuah komputer yang kemudian disesuaikan oleh rangkaian *RS-232 Voltage Converter*, sehingga aman diterima oleh rangkaian modulator FSK.



Gambar 2. Format Frame *Data-Text* 8 bit

Format *frame Data-Text* 8 bit dibagi menjadi dua blok, masing-masing terdiri dari 4 bit data, yaitu satu blok *header* dan satu blok informasi sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 2. Adapun perhitungan penentuan *bit-rate* data yang ditransmisikan untuk layanan SCA ini adalah sebagai berikut :

- 8 topik berita, masing-masing topik maksimal 80 karakter. Jika setiap 16 karakter ditampilkan di LCD selama 2 detik, maka untuk 80 karakter ditampilkan dalam 10 detik, dan *refresh* data dilakukan 10 detik untuk setiap topik.
- Karakter total untuk 8 topik:  
8 × 80 karakter = 640 karakter

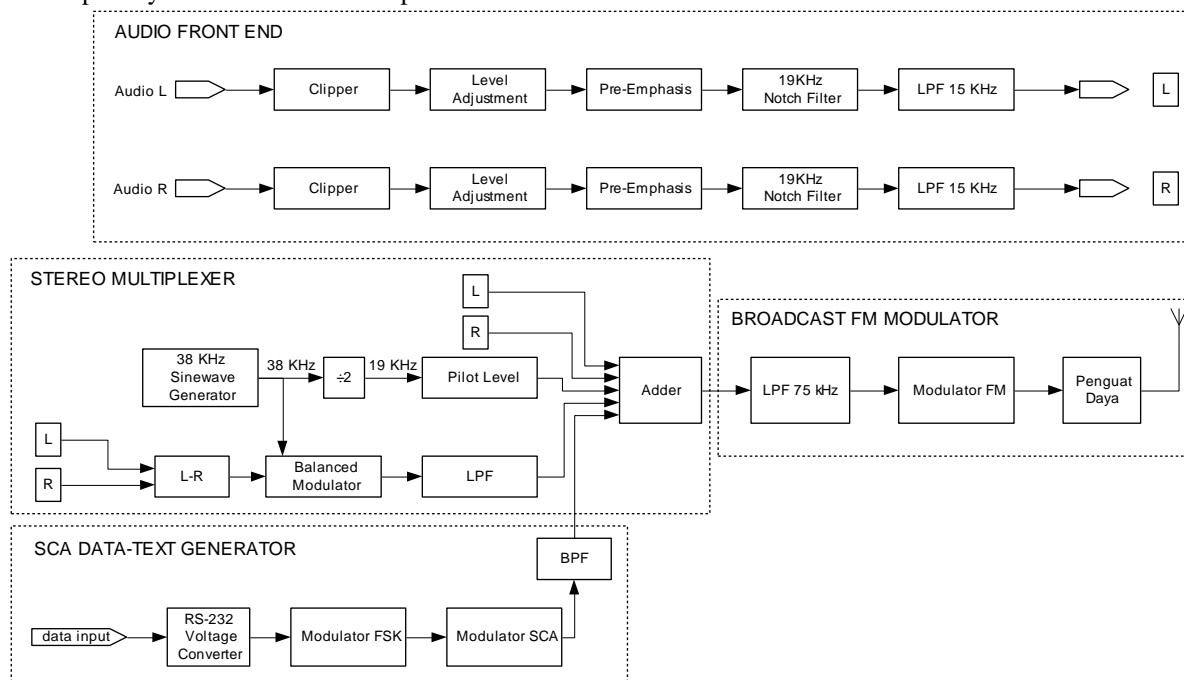
- Tiap karakter terdiri 8 bit, masing-masing dikirimkan dalam dua *frame* maka jumlah *frame* yang dibutuhkan adalah:  $640 \times 2 = 1280$  frame.
- *bit-rate* minimum yang dibutuhkan adalah:  $1280 \times 8 \text{ bit} / 10 \text{ detik} = 1024 \text{ bps}$ .
- Sebagai penyesuaian dengan kecepatan standar *port* serial komputer dan juga kemampuan *chip* modulator FSK, maka *bit-rate* data yang digunakan adalah 1200 bps.

Aliran Data-Text serial di atas dimodulasikan menurut standar BELL.202, yaitu secara FSK 1200 bps pada frekuensi *mark* 1200 Hz dan frekuensi *space* 2200 Hz, sehingga menghasilkan sinyal FSK dengan lebar-pita 3,4 kHz. Pada penelitian ini, implementasi Modulator FSK menggunakan *chip* TCM3105 dari Texas Instruments.

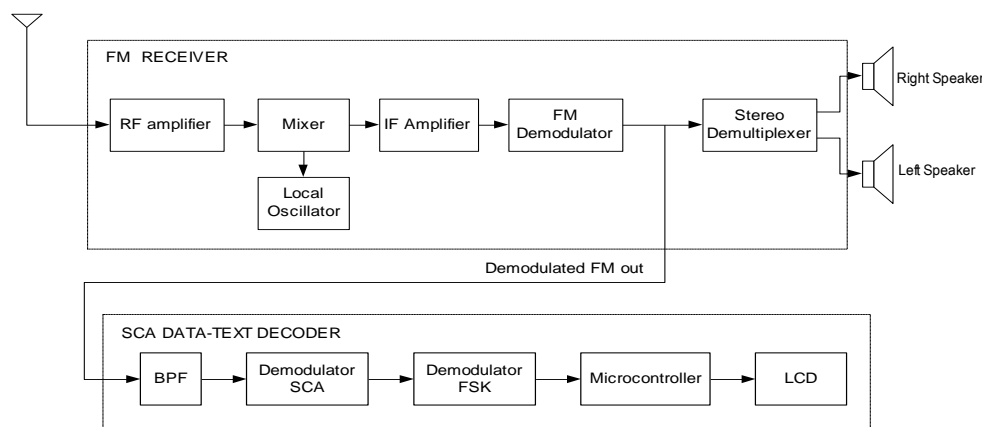
Selanjutnya dilakukan proses modulasi SCA terhadap sinyal FSK Data-Text pada frekuensi

*subcarrier* 67 kHz untuk selanjutnya digabungkan dengan sinyal-sinyal multipleks audio stereo (pita-dasar L+R, sisi ganda L-R pada *subcarrier* 38 kHz, dan *pilot tone* 19 KHz). Untuk implementasi modulator SCA digunakan *chip* VCO 566 dengan konstanta modulasi  $k_f = 6,6 \text{ kHz/Volt}$ . Dengan masukan berupa sinyal audio FSK yang memiliki lebar-pita dan frekuensi maksimum  $f_m = 3,4 \text{ kHz}$  dan amplitudo 0,5 Volt, maka lebar-pita sinyal SCA yang dihasilkan adalah  $2 \times (0,5 \text{ Volt} \times 6,6 \text{ kHz/Volt} + 3,4 \text{ kHz}) = 13,4 \text{ kHz}$ , yang pada *subcarrier* 67 kHz berarti menempati pita SCA 60,3 – 73,7 kHz.

Pada bagian akhir generator ini ditambahkan rangkaian BPF untuk meredam sinyal-sinyal yang berada di luar pita SCA, kemudian keluarannya digabungkan dengan sinyal multipleks FM stereo. Keseluruhan sinyal komposit akhirnya dipancarkan dalam modulasi *narrow-band* FM dengan frekuensi *carrier* sesuai alokasi siaran FM 88 – 108 MHz.



Gambar 3. Pemancar FM Stereo Plus Generator Data-Text SCA



Gambar 4. Penerima FM Stereo Plus Dekoder Data-Text SCA

Perancangan dan realisasi pemancar FM stereo perlu dilakukan dengan tepat sehingga menghasilkan kualitas suara yang sangat bagus. Keberhasilan perancangan dan realisasi sangat didukung oleh penggunaan rangkaian *clipper*, pembangkitan sinyal *pilot tone* yang bersih, dan penggunaan modulator FM yang stabil<sup>[5]</sup>. Secara skematik, perangkat Pemancar FM Stereo Plus Generator Data-Text SCA ditunjukkan di Gambar 3.

### 3.2. Penerima FM Plus Data-Text SCA

Perangkat tambahan (*SCA Data-Text decoder*) dipasang pada radio penerima siaran FM untuk mengekstraksi sinyal *SCA Data-Text* dari *baseband* FM, yaitu keluaran demodulator FM pada radio penerima, dan kemudian mengubahnya menjadi tulisan yang ditampilkan pada LCD. Proses pertama yang dilakukan adalah memisahkan sinyal SCA dari sinyal komposit stereo dengan menggunakan BPF. Kedua, mendemodulasi sinyal SCA ini dengan rangkaian yang menggunakan *chip* PLL 564 menjadi sinyal audio FSK. Ketiga, mendemodulasikan sinyal FSK dengan rangkaian yang menggunakan *chip* TCM3105 menjadi data digital. Dan yang terakhir, data digital ini diolah serta kemudian ditampilkan dalam bentuk text pada LCD. Secara skematik, perangkat Penerima Siaran FM Stereo Plus Dekoder Data-Text SCA diperlihatkan pada Gambar 4.

*Liquid Crystal Display* (LCD) sebagai layar peraga pada perangkat penerima dipadukan dengan menggunakan *microcontroller* PicMicro produksi Microchip. LCD dilengkapi dengan chip pengontrol HD44780 dari Hitachi sehingga menyederhanakan tugas *microcontroller* untuk mengendalikan LCD<sup>[3]</sup>.

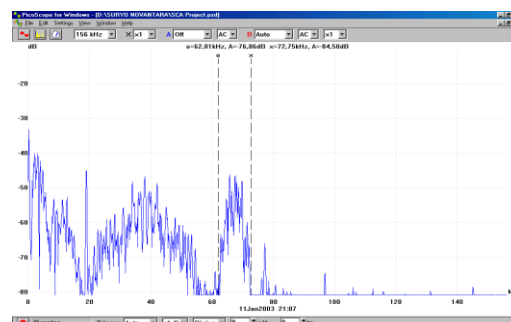
LCD yang digunakan adalah WM-C1602M untuk menampilkan karakter 16 kolom  $\times$  2 baris dengan format *character set standard ASCII*, sehingga kompatibel dengan *character set* yang dikirim dari Generator *Data-Text*. LCD ini dikendalikan oleh *chip* HD44780 yang mampu menampung sementara sebanyak 80 karakter untuk kemudian ditampilkan layar tampilan. Sebuah *Microcontroller* 8 bit diperlukan untuk mengolah sinyal *SCA Data-Text* agar dapat ditampilkan pada LCD adalah PIC16F84 dari Microchip yang dilengkapi *memory* jenis Flash/EEPROM dengan kemampuan *In-Circuit Serial Programming* (ICSP).

### 4. Hasil Pengukuran dan Analisa

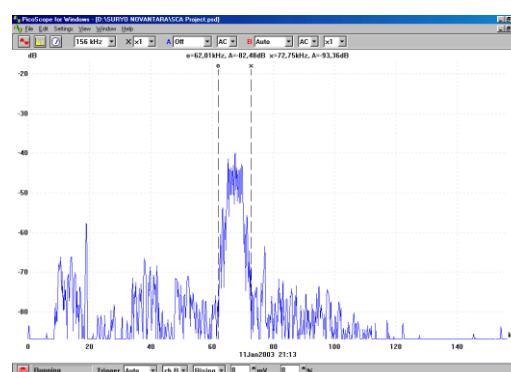
Pada Gambar 5 terlihat terdapat empat komponen sinyal, yaitu sinyal audio L+R pada frekuensi 20 Hz sampai dengan 15 kHz, sinyal *pilot tone* pada frekuensi 19 kHz, sinyal stereo L+R sisiganda *subcarrier* 38 kHz di frekuensi 23 – 53 kHz dan sinyal *SCA FSK-Data-Text* 67 kHz pada frekuensi 62 – 72,75 kHz. Sinyal *SCA Data-Text* menempati *bandwidth* yang lebih kecil dari alokasi

13,4 kHz yang diberikan. Ini cukup bagus, karena *guard band* antara sinyal multipleks stereo FM dengan sinyal *SCA Data-Text* menjadi lebih jauh dan memperkecil *overlapped* antara kedua sinyal.

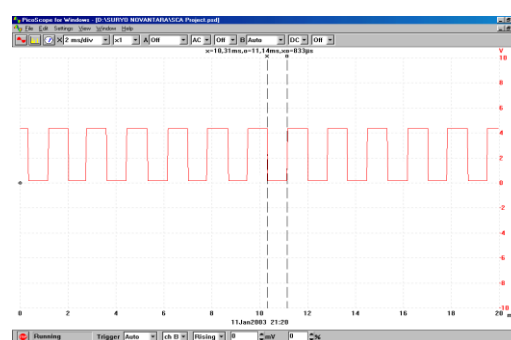
BPF SCA pada perangkat *Decoder* mengambil sinyal SCA ini sehingga didapatkan spektral sinyal yang tampak pada Gambar 6. Hasil pengukuran menunjukkan BPF SCA telah berhasil meredam sinyal yang berada diluar *band* SCA.



Gambar 5. Spektral Komposit Pita-Dasar Sinyal Multipleks Stereo FM Plus SCA



Gambar 6. Sinyal Ekstraksi SCA Keluaran BPF pada Dekoder di Perangkat Penerima



Gambar 7. Sinyal Data Digital Keluaran Demodulator FSK

Sinyal hasil akhir dari Dekoder *SCA Data-Text* berupa sinyal digital yang tampak di Gambar 7, dengan *bit-rate*: 1200 bps, level sinyal 0 Volt untuk *logic* '0' dan 5 Volt untuk *logic* '1'. Level ini sesuai untuk langsung diberikan ke *port* masukan pada *microcontroller* yang mengendalikan tampilan data ke layar LCD.

## 5. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil implementasi dan pengukuran Sistem Perangkat SCA, dapat disimpulkan bahwa sinyal audio masukan juga mengandung *noise* yang cukup mengganggu. Pengiriman data-text dengan kecepatan 1200 bps dapat dilakukan dengan *bandwidth* SCA selebar 13,4 kHz, pada frekuensi *carrier* 67 kHz. BPF SCA dengan frekuensi tengah sebesar 67 kHz sangat membantu mengurangi *overlapped* antara sinyal SCA dengan sinyal *subcarrier* multiplex stereo. Demodulator SCA yang diimplementasikan dari rangkaian PLL dapat mendemodulasi sinyal SCA dengan baik. Hal ini berdasarkan hasil pengukuran sinyal FSK yang dihasilkannya, sehingga sinyal FSK tersebut dapat di-recovery oleh demodulator FSK menjadi sinyal data digital tanpa adanya pelebaran maupun penyempitan bit data. Demodulator FSK mampu menghasilkan sinyal digital dengan baik walaupun sinyal FSK yang diterima dari demodulator SCA hanya mempunyai level maksimum 140 mVpp. Software sederhana yang ditanam pada perangkat SCA *Data-Text decoder* tidak mampu menangani adanya *error* pada data yang diterima. Proses pembuangan sinyal 19 kHz, pemotongan sinyal yang levelnya berlebihan, *pre-emphasis*, dan *low pass filter* pada *Audio Front End Circuit* mampu memperbaiki sinyal audio masukan sebelum diberikan pada rangkaian *stereo multiplexer*.

Untuk dapat dikembangkan menjadi suatu sistem yang lebih baik maka keterbatasan pada perancangan perlu diperbaiki dan beberapa masalah yang muncul dari hasil pengujian juga harus diatasi. Oleh karena itu perlu dilakukan penambahan blok *noise reduction* pada bagian *Audio Front End Circuit* untuk mengatasi adanya *noise* yang masuk bersamaan dengan sinyal audio. Perbaikan pada rangkaian LPF 15 kHz, 55 kHz dan 75 kHz perlu dilakukan agar diperoleh filter yang akurat serta memperkecil *noise* yang dimunculkan oleh rangkaian filter itu sendiri. Nilai  $k_f$  modulator FM perlu diperkecil, sehingga dapat menerima sinyal masukan dengan level yang lebih besar, namun tetap dapat dipertahankan kondisi *narrowband*. Hal ini bertujuan untuk menjaga nilai indeks modulasi  $\beta$  dengan sinyal masukan yang tidak terlalu kecil, sehingga level sinyal dimungkinkan cukup jauh dari level *noise*. Stabilitas frekuensi *carrier* pada modulator FM masih dapat ditingkatkan, serta perlu penambahan *gain* penguat daya untuk memperluas jangkauan pancarnya. *Bit rate* data dapat ditingkatkan lagi agar lebih banyak informasi yang dikirimkan, serta memungkinkan adanya pengiriman gambar. Untuk itu LCD pada perangkat *decoder* sebaiknya digunakan LCD jenis *graphic*, sehingga selain untuk menampilkan informasi gambar yang diterima, juga untuk membuat tampilan lebih menarik. Dapat ditambahkan kemampuan *error correction* pada Dekoder SCA, sehingga memperkecil kesalahan data yang diterima. Pada

perangkat Dekoder sebaiknya juga dilengkapi menu dan tombol *browser* sehingga lebih nyaman untuk digunakan, terutama apabila terdapat banyak topik berita yang diterima. Pengguna bisa memilih topik berita yang dibutuhkan dan juga bisa mengatur *setting* dari perangkat Dekoder dengan mudah. Pada perangkat Dekoder dapat ditambahkan *port* keluaran yang memungkinkan pengolahan data lebih lanjut.

## Daftar Pustaka

- [1] Clariti Telecommunications International, Ltd. *White Paper: CLARICAST Digital Wireless VoiceMail System*.
- [2] Huelsman, L. P., 1993, *Active and Passive Analog Filter Design: An Introduction*. Singapore. McGraw-Hill.
- [3] Illet, J., 1997, *How to Use Intelligent LCDs*, EPE Magazine.
- [4] Kugelstadt, T., 2001, *Excerpted from Op-Amps for Everyone. Chapter 16: Active Filter Design Techniques*, Texas Instruments.
- [5] Miller, G. M., 1993. *Modern Electronic Communication*, New Jersey, Prentice Hall.
- [6] Peacock, C., 2001, *Interfacing the Serial Port RS-232*, BeyondLogic.
- [7] Philips Semiconductors, 1992, *Datasheet NE/SE566: Function Generator*.
- [8] Philips Semiconductors, 1994, *Datasheet NE/SE564: Phase-locked loop*.
- [9] Roden, M. S., 1991, *Analog and Digital Communication Systems*, New Jersey, Prentice Hall International.
- [10] Texas Instruments, 1995, *Datasheet TCM3105: Single Chip Frequency-Shift-Keying Modem*.