

## TRANSMISI DATA DAN SUARA MELALUI SATU PEMBAWA MODULASI AMPLITUDO JALUR SISI GANDA PEMBAWA DITEKAN (AMDSBSC)

Hardiarto Soeharto H.\*, Sudjadi\*\*, Ajub Ajulian Z.\*\*

**Abstrak:** Modulasi amplitudo ada berbagai jenis salah satunya AMDSBSC dan SSBSC. Pada AMDSBSC terdapat dua spektrum frekuensi yaitu LSB dan USB yang kedua berisi sinyal informasi yang sama. Hal ini merugikan karena lebar bidang frekuensi yang dibutuhkan menjadi dua kali sinyal informasi. Pada AMSSBSC lebar bidang frekuensi untuk transmisi sinyal informasi adalah setengah dari lebar bidang frekuensi AMDSBSC. Dengan demikian pada pada lebar bidang frekuensi AMDSBSC terdapat kekosongan bidang frekuensi yang dapat digunakan untuk informasi yang lain. Pada makalah ini dibuat suatu sistem yang dapat mengirimkan dua sinyal informasi yang berbeda yaitu sinyal audio dan data dengan menggunakan satu frekuensi pembawa dengan menggunakan metode *independent sideband* yaitu dengan cara menerapkan AMSSBSC pada LSB dan USB ditambah dengan suatu rangkaian penjumlah sehingga lebar bidang AMDSBSC ini dapat digunakan untuk dua sinyal informasi yang berbeda secara simultan dan masing-masing jalur tidak mempengaruhi jalur lainnya.

### I. Pendahuluan

Dunia telekomunikasi telah semakin berkembang dengan berbagai macam alternatif sistem pentransmisi dengan memperhitungkan efisiensi dan unjuk kerja sistem. Selama ini terdapat berbagai jenis modulasi yang ditawarkan salah satunya adalah modulasi amplitudo.

Pada modulasi amplitudo dalam hal ini modulasi amplitudo jalur sisi ganda (AMDSB) terdapat tiga spectrum pita frekuensi pada transmisinya. Ketiga spektrum frekuensi ini adalah jalur sisi bawah yang biasa juga disebut dengan LSB (*Lower Side Band*), jalur sisi atas atau biasa disebut dengan USB (*Upper Side Band*) dan jalur sisi tengah atau sinyal pembawa (*carrier*). Dari ketiga pita spektrum frekuensi yang telah disebutkan di atas bagian USB dan LSB merupakan pita frekuensi yang dipengaruhi oleh sinyal informasi yang bisa berupa sinyal suara atau audio atau bisa juga data sedangkan frekuensi tengah atau sinyal pembawa tidak terpengaruh oleh sinyal informasi.

Pada modulasi amplitudo terdapat jenis modulasi yang disebut dengan SSB atau *single sideband* pada modulasi ini hanya salah satu pita spektrum frekuensi yang digunakan untuk pentransmisi informasi (LSB atau USB).

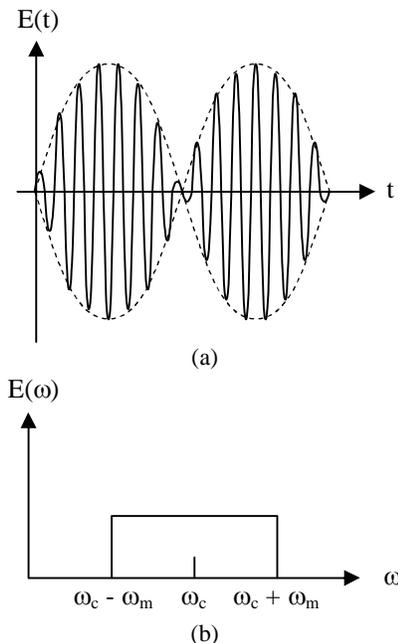
Pada tugas akhir ini penulis bermaksud memanfaatkan pita spektrum pada AMDSBSC untuk pentransmisi dua jenis sinyal informasi yang berbeda dengan menggunakan satu carrier yaitu data dan suara/audio. Hal ini dapat meningkatkan efisiensi sistem dari segi penggunaan pita karena sistem yang semula digunakan untuk mengirimkan satu sinyal informasi yaitu suara atau audio kini dapat menjadi sistem yang bisa digunakan untuk mengirimkan dua jenis sinyal informasi sekaligus yaitu suara atau audio pada bagian jalur sisi bawah (LSB) dan sinyal data yang berupa gelombang sinyal biner atau kotak yang ditumpangkan pada pita frekuensi jalur sisi atas.

### II. Dasar Teori

#### II.1. Penjelasan Umum Modulasi Amplitudo

Modulasi amplitudo merupakan suatu cara memodulasi atau mengubah-ubah amplitudo sinyal pembawa berfrekuensi tinggi dengan suatu sinyal pemodulasi, sehingga amplitudo sinyal pembawa akan berubah-ubah sesuai dengan bentuk sinyal informasi atau sinyal modulasi.

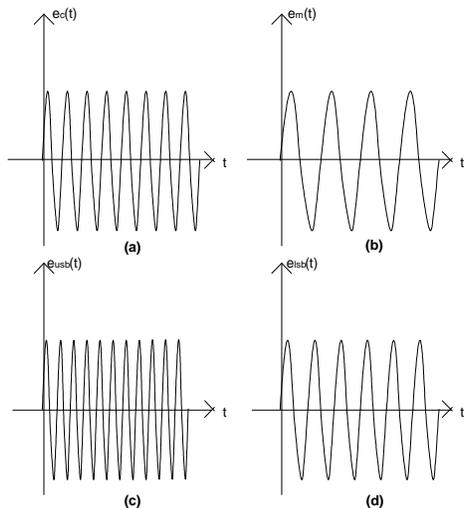
Ada beberapa jenis modulasi amplitudo antara lain adalah modulasi amplitudo jalur sisi ganda pembawa ditekan (AMDSBSC) dan modulasi amplitudo jalur sisi tunggal pembawa ditekan (AMSSBSC). AMSSBSC dibagi lagi menjadi dua yaitu AMSSBSCUSB dan AMSSBSCLSB.



Gambar 1. AMDSBSC; (a) Bentuk sinyal; (b) spektrum

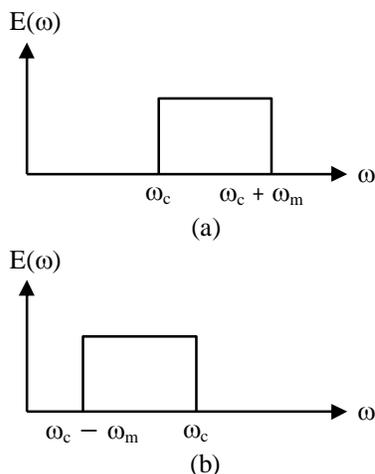
Pada AMDSBSC terdapat dua spektrum frekuensi yaitu jalur sisi bawah (LSB) dan jalur sisi atas (USB). Kedua spektrum ini dipengaruhi oleh frekuensi informasi dan lebar bidang frekuensi untuk AMDSBSC adalah dua kali lebar sinyal informasi.

Sinyal AMSSBSCUSB memiliki frekuensi yang merupakan hasil penjumlahan frekuensi pembawa dengan sinyal informasi ( $f_c + f_m$ ). Sedangkan untuk sinyal AMSSBSCLSB memiliki frekuensi sebesar frekuensi pembawa dikurangi frekuensi sinyal informasi ( $f_c - f_m$ ).



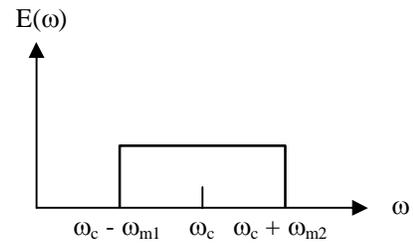
Gambar 2. Sinyal modulasi SSB; (a) sinyal pembawa; (b) sinyal pemodulasi; (c) sinyal AM SSBUSB; (d) sinyal AM SSLSB

Sinyal AMSSBSC memiliki lebar bidang setengah lebar bidang AMDSBSC. Bentuk spektrum sinyal AMSSBSC ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3. Spektrum sinyal AMSSBSC; (a) Spektrum AMSSBSCUSB; (b) Spektrum AMSSBSCLSB

Pengembangan selanjutnya dalam penerapan SSB ini adalah penggunaan bidang frekuensi dari AM untuk lebih dari satu sinyal informasi dengan demikian maka satu sinyal pembawa atau *carrier* dari AM dapat mengirimkan dua macam sinyal informasi yang berbeda sekaligus secara simultan. Model sistem seperti ini disebut dengan sistem AMISB (*Amplitude Modulation Independent Sideband*). Pada model AMISB sinyal AMSSBSCUSB dengan sinyal informasi tertentu dan sinyal AMSSBSCLSB dengan sinyal informasi yang lain dijumlahkan sehingga spektrum sinyalnya menjadi seperti pada Gambar 4.

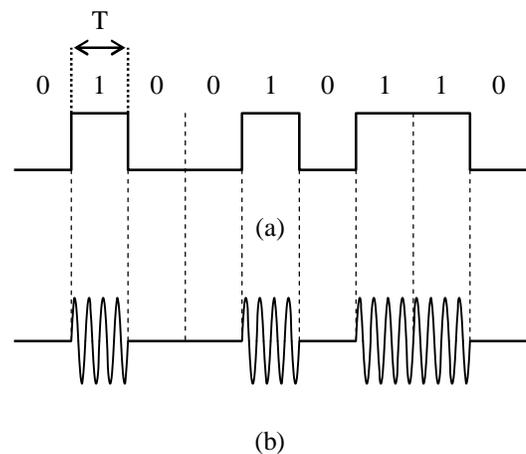


Gambar 4. Spektrum frekuensi sinyal AMISB

## II.2. Komunikasi Data Biner Penyelarasan Mati Hidup (On-Off Keyed = OOK)

Jika suatu urutan pulsa biner, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5(a) menghidupkan pembawa beramplitudo A, 0 mematikan pembawa (Gambar 5(b)) maka sinyal yang terbentuk adalah merupakan sinyal OOK.

Lebar bidang transmisi OOK adalah  $1/T$  dimana T adalah lebar pulsa biner yang membentuk sinyal OOK. Dengan kata lain lebar bidang transmisi sinyal OOK sama dengan kecepatan bit data yang ditransmisikan.



Gambar 5. Sinyal OOK; (a) Pulsa-pulsa biner; (b) Sinyal OOK

## III. Perangkat Sistem

Pada tugas akhir ini perangkat sistem yang dibuat ada dua yaitu pemancar dan penerima. Blok diagram lengkap masing-masing perangkat ini digambarkan pada Gambar 6 dan Gambar 7.

### III.1. Blok Pemancar

Blok Pemancar ini terdapat dua bagian yaitu bagian untuk data dan bagian untuk audio dan sinyal keluaran dari kedua bagian ini kemudian diberikan ke suatu rangkaian penguat penjumlah untuk kemudian ditransmisikan ke penerima.

Pembangkit frekuensi yang terdapat pada pengirim dan penerima adalah merupakan osilator kristal dengan frekuensi kristal 3 MHz yang kemudian dibagi frekuensinya untuk menghasilkan frekuensi 150 KHz dan 15 KHz, dan terakhir masing-masing sinyal frekuensi ini diubah ke bentuk gelombang sinus.

Pembangkit bit data acak merupakan suatu rangkaian yang membangkitkan deretan bit-bit secara acak untuk menghasilkan simulasi NRZ.

### III.1.1. Blok Bagian Audio

1. Tapis lolos rendah audio; tapis ini berfungsi membatasi frekuensi masukan audio .
2. Penggeser fase  $90^\circ$  jalur lebar audio; Blok ini berfungsi mempertahankan beda fase  $90^\circ$  pada lebar jalur frekuensi audio.
3. Pemodulasi Setimbang 1 dan 2; blok ini berfungsi membangkitkan sinyal AMDSBSC.
4. Penguat penjumlah; blok ini menjumlahkan masing-masing keluaran pemodulasi setimbang 1 dengan pemodulasi setimbang 2 untuk menghasilkan sinyal AMSSBSCLSB.

### III.1.2. Blok Bagian Data

1. Tapis Lolos Rendah Data; tapis ini berfungsi manapis masukan data sehingga frekuensi harmonisa dari sinyal kotak dari sinyal NRZ data tidak ikut masuk ke sistem dan mengganggu bagian audio
2. Pemodulasi setimbang 3; blok ini membangkitkan sinyal OOK dari masukan data
3. Penggeser fase  $90^\circ$  data; blok ini menggeser fase sinyal OOK sebesar  $90^\circ$
4. Pemodulasi setimbang 4 dan 5; blok ini berfungsi membangkitkan sinyal AMDSBSC dari OOK
5. Penguat selisih; blok ini menguatkan selisih antara keluaran pemodulasi setimbang 4 dengan pemodulasi setimbang 5 sehingga menghasilkan sinyal AMSSBSCUSB

Seperti halnya pada pemancar blok penerima juga dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian penerima audio dan bagian penerima data.

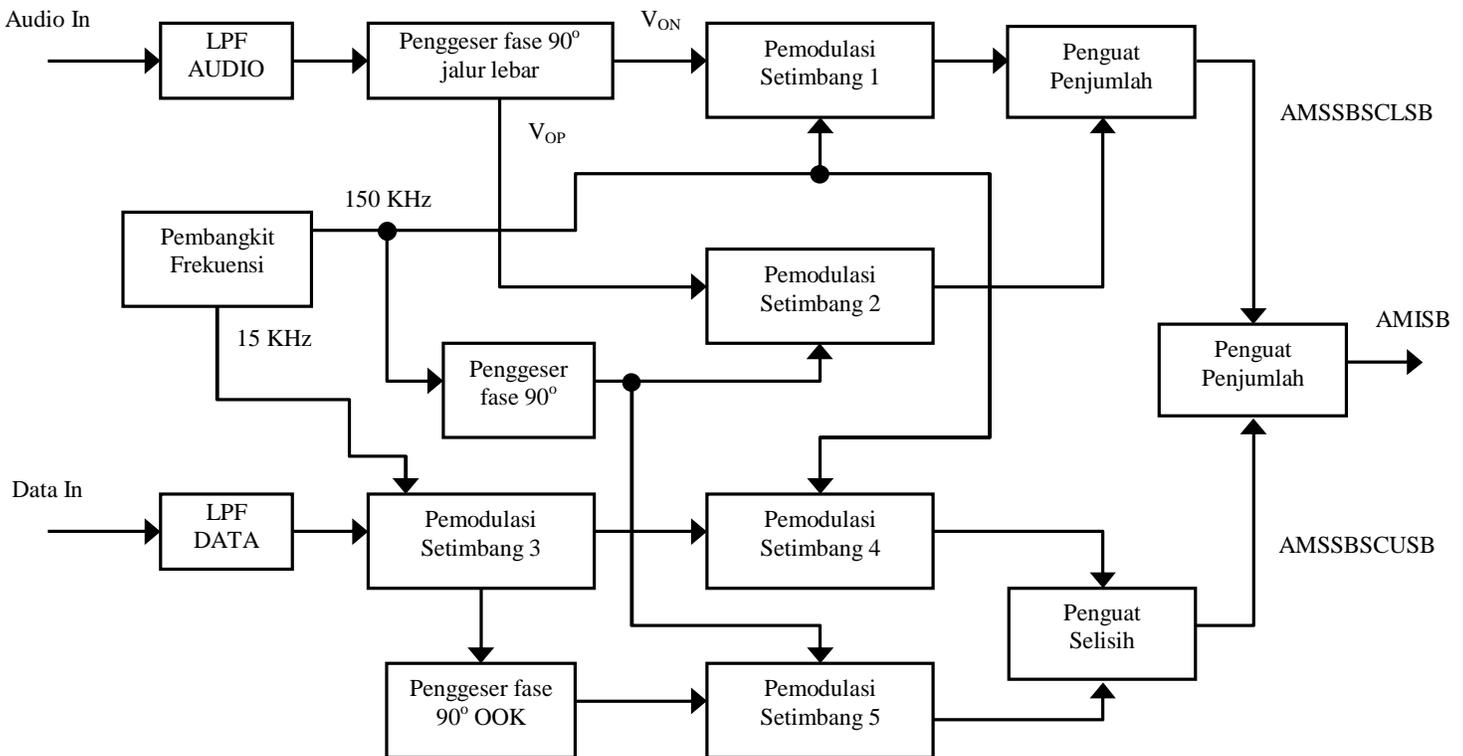
### III.2.1. Blok Bagian Audio

1. Tapis lolos pita AMSSBLSB; tapis lolos pita ini berfungsi melewatkan sinyal AMSSBSCLSB yang berisi sinyal informasi audio dan melemahkan sinyal AMSSBSCUSB.
2. Detektor Pengali; blok ini mengalikan sinyal AMSSBSCLSB dengan sinyal dari pembangkit frekuensi.
3. Tapis lolos rendah audio; tapis ini mempunyai spesifikasi yang sama dengan pada pemancar bagian audio.
4. Penguat audio; blok ini berfungsi memperkuat sinyal audio yang diterima dan menggerakkan speaker.

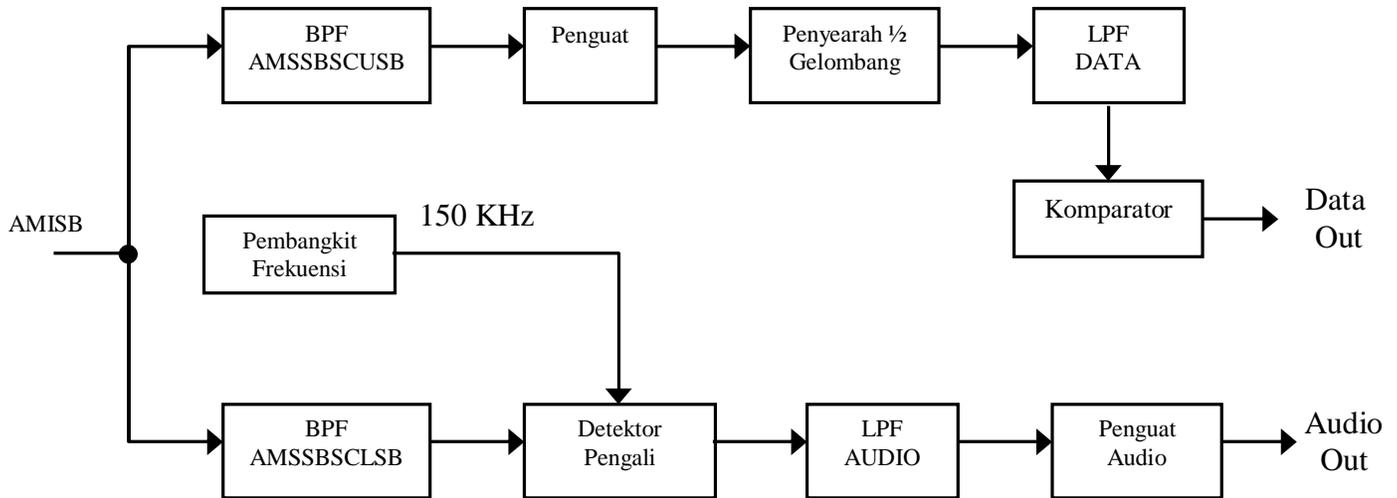
### III.2.2. Blok Bagian Data

1. Tapis lolos pita AMSSBSCUSB; tapis lolos pita ini berfungsi melewatkan sinyal AMSSBSCUSB yang berisi sinyal informasi audio dan melemahkan sinyal AMSSBSCLSB.
2. Penguat; blok ini berfungsi menguatkan keluaran dari tapis lolos pita AMSSBSCUSB sehingga pada menggerakkan dioda pada penyearah  $\frac{1}{2}$  gelombang.
3. Penyearah  $\frac{1}{2}$  gelombang; blok ini menyearahkan sinyal yang diterima dari penguat.
4. Tapis lolos rendah data; tapis ini mempunyai spesifikasi yang sama dengan pada pemancar.
5. Komparator; blok ini berfungsi membangun kembali bit-bit data, sehingga menjadi sesuai dengan masukan data pada sistem pemancar.

### III.2. Blok Penerima



Gambar 6. Diagram blok lengkap sistem pemancar



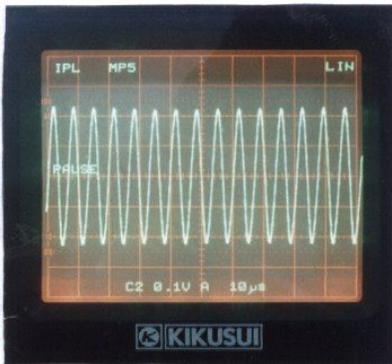
Gambar 7. Diagram Blok Lengkap Penerima

**IV. Hasil Pengujian**

**IV.1. Pengujian Pemancar**

Pengujian pada pemancar dilakukan dengan memperlihatkan hasil pembentukan sinyal-sinyal SSB dari masing-masing sinyal informasi (data dan suara) dan hasil penggabungan kedua sinyal SSB ini yang membentuk AMISB.

1. Bentuk sinyal AMSSBSCLSB dengan kandungan informasi audio



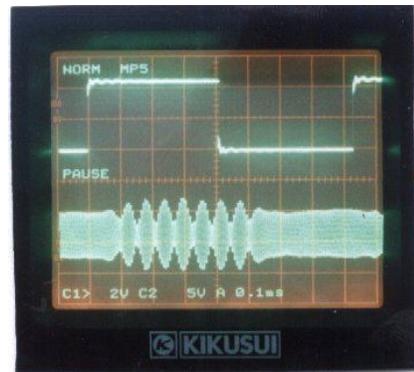
Gambar 8. Sinyal AMSSBSCLSB

2. Bentuk sinyal AMSSBSCUSB Dengan kandungan informasi sinyal OOK dari data



Gambar 9. Atas, sinyal data; bawah sinyal AMSSBSCUSB

3. Bentuk sinyal Hasil penggabungan dengan metode *independent sideband*.



Gambar 10. Atas, sinyal masukan data pada pemancar; bawah, sinyal hasil penggabungan (AMISB)

**IV.2. Hasil Pengujian Penerima**

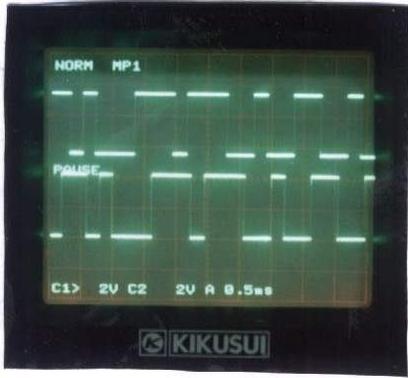
Hasil pengujian pada penerima dilakukan dengan memperlihatkan sinyal data dan suara hasil penerimaan.

1. Penerimaan sinyal audio untuk masukan sinyal audio pada pemancar 2 KHz dengan amplitudo 2 Vpp



Gambar 11. atas, sinyal keluaran detektor pengali (*product detector*), bawah sinyal keluaran audio

## 2. Penerimaan sinyal data



Gambar 12. atas, sinyal masukan data pada pemancar; bawah sinyal data hasil penerimaan pada penerima

## V. Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan, realisasi, pengujian dan analisis sistem pemancar dan penerima dari proyek tugas akhir ini, maka penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode *Independent sideband* dapat digunakan untuk mengirimkan dua sinyal yang berbeda secara simultan pada lebar bidang frekuensi AMDSB, dengan demikian maka metode *independent sideband* ini adalah merupakan suatu metode optimalisasi pemanfaatan lebar bidang AMDSB yang semula untuk satu sinyal informasi menjadi lebih dari satu sinyal informasi.
2. Sistem pemancar membutuhkan tapis lolos rendah pada bagian awal untuk membatasi frekuensi masukan sehingga lebar bidangnya menjadi tidak melebar, hal ini penting untuk lebar bidang frekuensi yang berdekatan dengan lebar bidang frekuensi informasi lain seperti pada AMISB ini.
3. Sinyal OOK yang dimodulasi dengan menggunakan sistem AMSSBSCUSB maka akan menghasilkan sinyal AMSSBSCUSB yang membentuk sinyal OOK juga dengan frekuensi lebih tinggi yang besarnya adalah frekuensi pembawa ditambah frekuensi OOK, sehingga pada penerima dapat langsung dimasukkan ke pendeteksi sinyal OOK untuk mendapatkan sinyal informasinya.
4. Pada penerima peranan tapis lolos pita sangat penting untuk mengurangi atau jika mungkin menghilangkan pengaruh antara jalur sisi yang satu dengan jalur sisi yang lain dimana informasi yang terkandung masing-masing jalur berbeda, sehingga distorsi akibat kebocoran jalur sisi yang berlawanan (*crosstalk*) dapat ditekan.

## VI. Saran

Untuk pemanfaatan dan pengembangan sistem ini lebih lanjut sehingga menghasilkan sistem yang lebih baik, maka penulis menyampaikan saran-saran sebagai berikut:

1. Model modulasi untuk data dapat digantikan dengan model modulasi lain yang mungkin lebih baik atau membutuhkan lebar bidang yang kecil untuk kecepatan data yang tinggi (sebagai contoh QAM).

## DAFTAR PUSTAKA

1. A Bruce Carlson, *Communications Systems – An Introduction to Signals and Noise in Electrical Communication*, Singapura, 1986.
2. Abdul Aleaf, *A Study of Te Crystal Oscillator for CMOS-COP*, Application Note 400, National Semiconductor, [www.national.com](http://www.national.com), 1986.
3. Albert Paul Malvino, Ph.D, Prof. M. Barmawi, Ph.D, M.O. Tjia, Ph.D, *Prinsip-prinsip Elektronika Jilid 1*, Edisi Ketiga, Erlangga, Jakarta, 1994.
4. Albert Paul Malvino, Ph.D, Prof. M. Barmawi, Ph.D, M.O. Tjia, Ph.D, *Prinsip-prinsip Elektronika Jilid 2*, Edisi Ketiga, Erlangga, Jakarta, 1994.
5. Arthur B. Williams, *Electronic Filter Design Handbook*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1981.
6. AS Pratisto, *Rangkaian Pilihan Serial Elex 1985*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 1997.
7. Charles A. Schuler, William L. McNamee, *Industrial Electronics And Robotics*, McGraw-Hill, Singapore, 1986.
8. Dennis Roddy, John Coolen, Kamal Idris, *Komunikasi Elektronika*, Jilid 1, Edisi ketiga, Erlangga, Jakarta, 1992.
9. Edwin Y. Setiawan, *Modulasi Amplitudo, Laporan Kerja Praktek di Laboratorium Teknik Elektro UNDIP*, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang, 2000.
10. Forrest Barker, *Communications Electronics - System, Circuits, and Devices*, Prentice Hall International, New York, 1987.
11. George Kennedy, *Electronic Communication System*, Edisi 3, McGraw-Hill Book Company, Singapura, 1984.
12. George R. Cooper, Clare D. Mc Gillem, *Modern Communication and Spread Spectrum*, McGraw-Hill International Editions, Singapura, 1986.
13. Herbert Taub, Donald L. Schilling, *Principles of Communication Systems*, Edisi kedua, Mc Graw-Hill, New York, 1971.
14. Jacob Millman, Herbert Taub, *Pulse, Digital And Switching Waveforms*, McGraw-Hill International Edition.
15. Jim Karki, *Understanding Operational Amplifier Specifications*, Texas Instrument, [www.ti.com](http://www.ti.com), 1998.
16. Leon W. Couch II, *Digital and Analog Communication Systems*, Edisi keempat, Mac Millan Publishing Company, New York, 1993.
17. Mischa Schwartz, Sri Jatno Wirjosuedirdjo Ph.D, *Transmisi Informasi, Modulasi dan Bising*, Edisi Ketiga, Erlangga, Jakarta, 1986.
18. *National Analog and Interface Product Databook*, National Semiconductor, 2001.
19. P.H. Smale, Ir. Chris Timoteus, *Sistem Telekomunikasi I*, Edisi 2, Erlangga, Jakarta, 1986.
20. Rahmat Arianto, ST, *Penguat Operasi (Operational Amplifier) Adonan Remah-remah Kuliah*.
21. Ron Mancini, Editor in Chief, *Opamp For Everyone, Design Reference*, Texas Instrument, [www.ti.com](http://www.ti.com), 2001
22. Ronald J. Tocci, *Digital Systems Principles And Applications, Fifth Edition*, Prentice-Hall International, Inc.
23. Sergio Franco, *Design With Operational Amplifier And Analog Integrated Circuits*, Edisi kedua, WCB/McGraw-Hill, Singapore, 1998.
24. Thomas Kugelstadt, *Active Filter Design Technique*, Texas Instrument, [www.ti.com](http://www.ti.com), 2001.