

Pemanfaatan Modul OMAP-L138 untuk Pembangkitan *Line Coding* sebagai Modul Pembelajaran

Enceng Sulaeman[#], Griffani Megiyanto Rahmatullah, Rifa Hanifatunnisa, Ashari

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung
Jl. Gegerkalong Hilir, Ds. Ciwaruga, Kabupaten Bandung Barat, Indonesia
[#]enceng.sulaeman@polban.ac.id

Abstrak

Praktikum Sistem Komunikasi dan Teknik Transmisi Telekomunikasi yang selama ini dijalani di program studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Bandung dilakukan menggunakan instrumen secara *hands on* di laboratorium. Akan tetapi, performa praktikum semakin hari menjadi kurang maksimal karena performa dari instrumen yang digunakan menurun karena faktor usia. Salah satu solusi yang dapat dilakukan yaitu dengan menggunakan teknik pengolahan sinyal dan menerapkan konsep sistem komunikasi yang dipelajari pada *digital signal processor*. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan modul OMAP-L138 untuk pembangkitan *line coding* sebagai modul pembelajaran. Penelitian ini dilakukan secara bertahap yaitu diawali pembangkitan modulasi *pulse code modulation* (PCM) yang telah berjalan pada penelitian sebelumnya, dilanjutkan dengan pembangkitan *line coding* saat ini. Data yang dihasilkan pada penelitian sebelumnya diteruskan sebagai data masukan pada penelitian ini. Hasilnya adalah instrumen pengolahan data digital menjadi sinyal digital dalam bentuk *line coding* jenis unipolar yaitu NRZ dan RZ serta jenis bipolar yaitu AMI dan HDB-3 menggunakan prosesor OMAP L-138 yang berupa prototipe. Hasil dari penelitian ini merupakan representasi nilai data biner menjadi sinyal digital sesuai dengan jenis *line coding* telah sesuai berdasarkan teori yang berlaku dan juga sesuai berdasarkan proses pada diagram blok sistem.

Kata kunci: *line coding*, modul OMAP-L138, sistem komunikasi, *Pulse Code Modulation*

Abstract

Practicum of Communication Systems and Telecommunication Transmission Engineering which has been carried out at the Bandung State Polytechnic Telecommunication Engineering study program is carried out using hands-on instruments in the laboratory. However, the performance of the practicum is increasingly less than optimal because the performance of the instruments used decreases due to the age factor. One solution that can be done is to use signal processing techniques and apply the communication system concepts learned to the digital signal processor. This study aims to utilize the OMAP-L138 module for line coding generation as a learning module. This research was carried out in stages, starting with the generation of pulse code modulation (PCM) which has been running in previous studies, followed by the generation of the current line coding. The data generated in the previous research was continued as input data in this study. The result is a digital data processing instrument into a digital signal in the form of line coding with unipolar types, namely NRZ and RZ and bipolar types, namely AMI and HDB-3 using an OMAP L-138 processor in the form of a prototype. The result of this research is a representation of the value of binary data into a digital signal according to the type of line coding that is appropriate based on the applicable theory and is also appropriate based on the process on the system block diagram.

Keywords: *line coding*, OMAP-L138 module, communication system, *Pulse Code Modulation*

I. PENDAHULUAN

Pada proses komunikasi digital, informasi di representasikan ke dalam bit 0 (nol) dan 1 (satu) yang merupakan bilangan biner atau disebut juga sebagai data digital [1]. Data digital ini harus di

konversi ke dalam bentuk lain (dalam telekomunikasi dikonversi ke dalam bentuk sinyal) agar dapat ditransmisikan melalui saluran transmisi, dimana teknik konversi ini disebut dengan *line coding* [2]. *Line coding* dalam sistem telekomunikasi sering digunakan untuk transmisi

(transportasi) data digital, seperti dalam *pulse code modulation* (PCM) *signaling* yang direpresentasikan dalam berbagai format *serial bit signaling* [3].

Transmisi data digital berperan sangat penting karena informasi yang disampaikan seharusnya sesuai dengan apa yang dimaksudkan oleh pengirim. Maka dari itu, dalam dunia pendidikan khususnya proses pembelajaran pada Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Bandung harus memberikan pemahaman yang optimal kepada mahasiswa yang bersangkutan dalam hal yang berkaitan dengan proses transmisi digital ini. Beberapa mata kuliah yang juga mendukung transmisi digital terutama dalam pendidikan vokasi adalah sistem komunikasi analog, sistem komunikasi digital, saluran transmisi, dan teknik transmisi. Proses pembelajaran vokasi yang dilakukan adalah kegiatan laboratorium dengan tujuan untuk mengembangkan keterampilan praktik, kemampuan bekerja sama dan berkomunikasi dalam suatu kelompok, serta tanggung jawab terhadap hasil yang didapatkan. Dengan instrumen yang andal maka akan membantu peningkatan sumber daya manusia yang terampil dan unggul serta profesional. Namun, praktik secara *real* yang telah dilakukan menunjukkan kondisi yang berbeda akibat tidak andalnya instrumen pada saat praktikum di laboratorium. Ketidakandalan instrumen tersebut dikarenakan menurunnya performa instrumen akibat faktor usia. Hal tersebut berdampak pada pembelajaran praktikum yaitu proses pengukuran, pengujian fungsionalitas dan keandalan, serta pengembangan sistem komunikasi menjadi tidak maksimal. Dampak yang nyata adalah beberapa praktikum dengan materi *line coding* menjadi sulit dilakukan.

Salah satu solusi yang diusulkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah peningkatan keterampilan melalui instrumen baru yaitu instrumen *digital signal processor*. Instrumen tersebut dapat digunakan untuk menunjang materi praktikum sehingga pemahaman antara teori dan praktik menjadi maksimal. Instrumen tersebut juga memiliki keandalan untuk melakukan pengolahan data pada saat awal pengiriman sampai penerimaan. Penerapan kondisi nyata di lapangan juga dapat diterapkan seperti halnya pengkodean sinyal, penambahan derau, pengaruh panjang saluran, dan lainnya.

Beberapa penelitian mengenai simulator *line code* umumnya masih menggunakan alat bantu MATLAB dimana pelaksanaannya tidak mengolah sinyal asli. Salah satunya penelitian mengenai perancangan simulator *line coding* menggunakan *software* MATLAB berbasis *grapichal user*

interface (GUI) untuk mendukung pembelajaran system komunikasi di Politeknik Negeri Jakarta [4].

Penelitian lainnya yang berkaitan dengan pengembangan untuk modul praktikum yaitu membuat simulasi pengiriman komunikasi data dimulai dari unjuk kerja generator *clock* sampai dengan PCM [5]. Simulasi tersebut diimplementasikan pada kerja di laboratorium dengan parameter yang telah ditentukan. Hasil menunjukkan data pengujian *output* gelombang generator sampai dengan *output* sinyal PCM. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa pembuatan modul dan simulasi yang tepat akan membuat pemahaman terkait teori yang dipraktikkan akan menjadi lebih mudah untuk dimengerti.

Terdapat penelitian lainnya juga yang terkait secara tidak langsung mengenai pembuatan simulasi untuk modul praktikum. Salah satunya yaitu penelitian yang memanfaatkan sistem konversi *analog to digital converter* (ADC) dan *digital to analog converter* (DAC) untuk melakukan proses *input* suara manusia dan diproses menggunakan PCM serta *delta modulation* dan algoritma yang telah didesain untuk dapat dibaca di perangkat lunak [6]. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa dengan menggunakan Teknik PCM yang tepat dan algoritma yang sesuai akan membuat pengiriman data akan sampai dan dapat dimengerti ke tujuan.

Berdasarkan referensi tersebut, maka penelitian ini mempunyai tujuan yaitu membangkitkan *line coding* yang merupakan salah satu proses penting dalam transmisi komunikasi digital menggunakan *digital signal processor* tipe OMAP-L138. Pemilihan instrumen tipe OMAP-L138 dianggap memadai berdasarkan analisis kebutuhan yang sebelumnya dilakukan untuk menunjang pengolahan sinyal pada sistem komunikasi. Instrumen tersebut menjadi instrumen penting karena bertindak sebagai otak pengolahan sinyal pada saat akan mengirim dan menerima sinyal informasi.

Penelitian kali ini merupakan proses lanjutan dimana *output* pada penelitian sebelumnya mengenai pemrosesan tahapan modulasi yang dilakukan oleh Enceng, dkk [7], dimana hasil dari penelitian tersebut diolah dan dikodekan menjadi data digital yang akan diproses menjadi sinyal digital berdasarkan *line coding* berjenis unipolar yaitu *return to zero* (RZ) dan *non return to zero* (NRZ) serta jenis bipolar yaitu AMI dan HDB3 yang dilakukan menggunakan prosesor sinyal digital OMAP L-138. Penelitian yang dilakukan termasuk ke dalam rangkaian rencana penelitian untuk membuat modul praktikum yang akan membuat pemahaman sistem komunikasi menjadi

lebih jelas. Serta, penelitian yang ini juga diuji coba oleh sampel mahasiswa yang memberikan tanggapan mengenai keandalan dari modul praktikum yang dikembangkan.

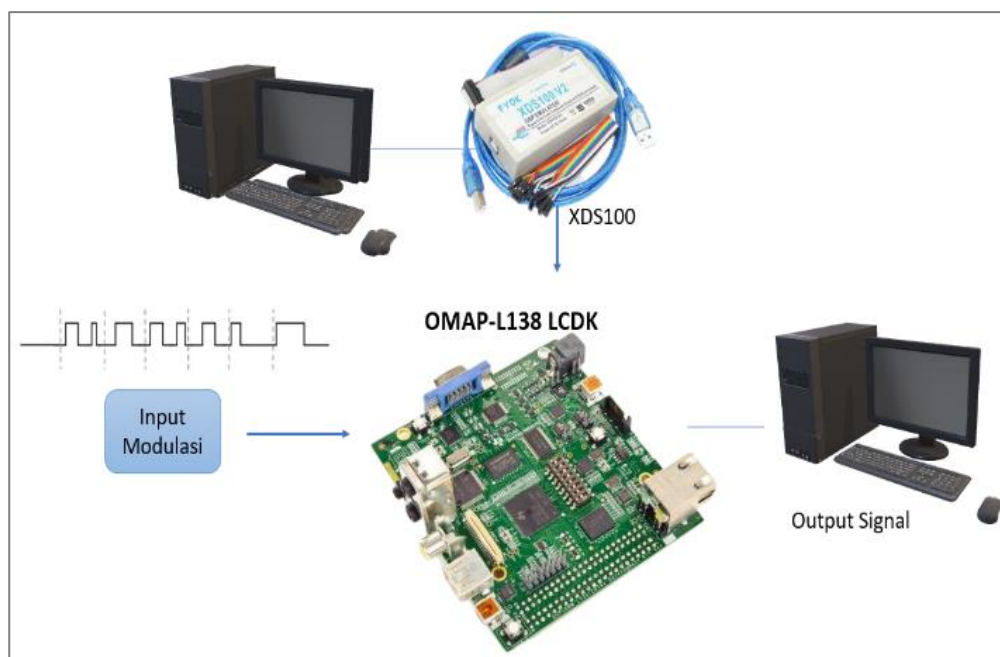
II. METODE PENELITIAN

Analisis kebutuhan praktikum teknik *line coding* untuk sistem komunikasi digital yang telah dilakukan adalah pertama, karena langkanya komponen-komponen aktif maupun pasif pada modul praktikum PCM Lucas-Nülle yang dimiliki oleh Laboratorium Dasar Telekomunikasi dan Laboratorium Transmisi jika terjadi kerusakan. Lalu yang kedua adalah kurang memadainya perangkat *pattern generator* di laboratorium sehingga proses belajar dan mengajar terhambat. Perangkat *pattern generator* dalam laboratorium transmisi digunakan juga pada laboratorium *high frequency* yang juga membuat jadwal praktikum menjadi tidak leluasa karena harus bergantian. Dalam kemajuan teknologi yang pesat saat ini, terdapat modul *digital signal processor* OMAP-L138 LCDK yang dapat dimanfaatkan untuk mengatasi masalah yang terjadi. Modul ini memiliki fungsi yang bervariasi dan kekinian sebagai pengganti teknologi modul-modul praktikum yang ada sebelumnya. Dengan mengintegrasikan modul OMAP-L138 LCDK dan XDS100v2 *emulator pod*, kita dapat melakukan berbagai fungsi dan implementasi pengolahan sinyal dengan pemanfaatan bahasa pemrograman MATLAB dan

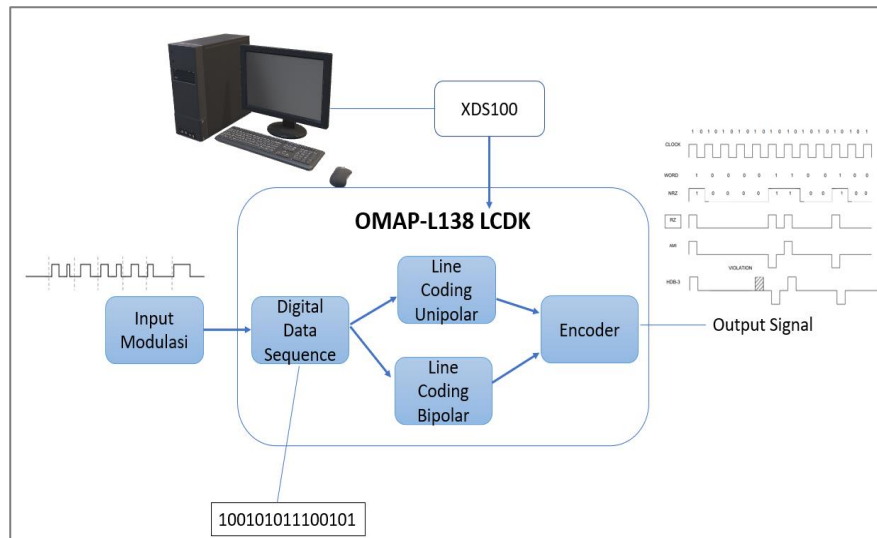
bahasa pemrograman C pada modul ini. Maka dari itu, untuk mengimplementasikan praktikum PCM menggunakan modul OMAP-L138 LCDK, perlu didesain proses-proses yang diperlukan untuk merealisasikan pembangkitan *line coding* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Ilustrasi yang ditampilkan pada Gambar 2 merupakan blok-blok yang diperlukan dalam merancang pembangkit *line coding* menggunakan OMAP-L138. Blok yang digunakan untuk mempelajari *line coding* ini meliputi *input* modulasi yaitu merupakan hasil dari penelitian sebelumnya mengenai modulasi PCM.

Lalu ukuran langkah kuantisasi dan amplitudo dari proses hasil modulasi PCM akan diatur menjadi jumlah tingkatan yang diperlukan untuk representasi ke data biner. *Line coding* yang dibahas merupakan pengkodean data digital ke sinyal digital yang merupakan dasar dalam transmisi telekomunikasi yang umumnya terdapat dua jenis yaitu unipolar dan bipolar. Data biner yang merupakan *digital data sequence* akan diproses sesuai dengan jenis *line coding* yang dituju. Lalu di-*encoding* menggunakan *encoder* dengan *output* sinyal digital dari jenis *line coding* tersebut. Terdapat emulator XDS100V2 yang bekerjasama dengan prosesor OMAP-L138 dalam proses *debugging*. Emulator ini dapat mempercepat proses *setting up* dan melakukan proses *debug* suatu *software*, serta membantu dalam memecahkan masalah potensial dalam *debugging* [8].



Gambar 1. Proses implementasi teknik *line coding* menggunakan modul OMAP L-138



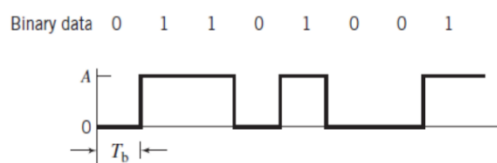
Gambar 2. Ilustrasi sistem

A. Sistem Komunikasi Digital

Sistem komunikasi digital merupakan suatu sistem komunikasi berbasis sinyal digital yang dapat mengalami perubahan secara tiba-tiba memiliki besaran 0 dan 1 (bit) [9]. PCM digunakan merupakan sinyal data dalam bentuk pulsa yang pada sistem komunikasi digital, PCM digunakan untuk merepresentasikan sinyal sampling analog secara digital [10].

B. Line Coding

Line coding merupakan proses konversi data digital menjadi sinyal digital yang dapat ditransmisikan melalui saluran transmisi [11]. Proses *line coding* ini secara umum merupakan proses pengkodean, dimana dalam sistem ini merupakan proses mengubah atau mengkodekan data digital ke dalam representasi sinyal digital yang dapat ditransmisikan ke saluran transmisi. Kategori *line coding* berdasarkan level sinyal terdiri dari unipolar dan bipolar yang memiliki jenis pengkodean masing-masing. Dalam telekomunikasi, NRZ dan RZ merupakan salah satu tipe *line coding*. Pada jenis NRZ, unipolar bit 0 dikodekan sebagai level tegangan nol untuk interval bit T second serta bit 1 dikodekan sebagai level tegangan positif untuk interval T second [12] yang direpresentasikan seperti pada Gambar 3.

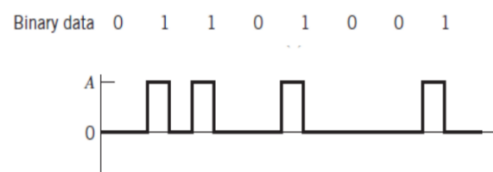


Gambar 3. Tampilan jenis *line coding* NRZ unipolar [3]

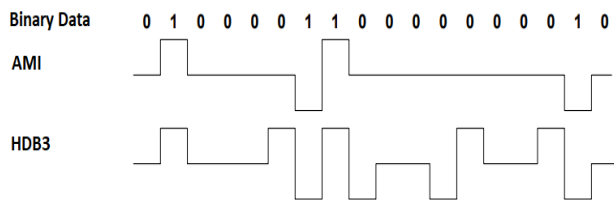
Terdapat masalah utama dalam jenis NRZ yaitu pada saat *clock* antara pengirim dan penerima tidak disinkronisasi, maka penerima tidak tahu kapan bit berakhir serta kapan bit berikutnya mulai. Solusinya yaitu menggunakan jenis *line coding* RZ unipolar dimana setiap simbol dipotong menjadi dua bagian. Bagian pertama simbol merupakan perwakilan nilai biner dan simbol lainnya selalu diatur ke nol, seperti pada Gambar 4.

Terdapat pengkodean *Alternative Mark Inversion* (AMI) yang merupakan teknik penyandian data yang terkenal [13], dimana menggunakan *bipolar pulse* yaitu menggunakan tiga level tegangan yaitu positif, nol, dan negatif. Pada bit 1 dikodekan dengan level tegangan positif atau negatif dimana bit 1 selanjutnya diwakili oleh polaritas yang berlawanan [14]. Oleh karena itu, AMI memiliki urutan bit 1 yang diwakili oleh urutan polaritas level pulsa dengan polaritas yang bergantian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.

Tetapi bipolar AMI tidak memiliki metode sinkronisasi pada bit nol yang berderet sangat panjang, maka terdapat variasi bipolar AMI yang dikembangkan untuk mengatasi masalah sinkronisasi pada deretan bit nol yang panjang, salah satunya adalah *High Density Bipolar - 3 Zeros* (HDB3) yang digunakan di Jepang dan Eropa [1].



Gambar 4. Tampilan jenis *line coding* RZ unipolar [3]



Gambar 5. Contoh pengkodean AMI dan HDB3 [1]

HDB3 digunakan untuk mengatasi kesalahan persepsi pada penerima apabila terdapat bit 0 yang berderet panjang, yang memungkinkan adanya loss sinkronisasi. Pada bagian penerima, terdapat dua pengertian untuk deretan bit 0 yang Panjang yaitu transmisi bit 0 atau merupakan hasil yang diterima ketika tidak adanya sinyal (transmisi selesai). Jika terdapat deretan bit 0 berturut-turut lebih dari 3 bit, maka pada bit 0 urutan keempat ditempatkan kode *violation* yang merupakan kode dengan polaritas yang sama dengan polaritas bit 1 sebelumnya seperti yang terlihat pada Gambar 5.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Hasil yang dilakukan penelitian ini melanjutkan proses dari penelitian sebelumnya [7]. Maka, berdasarkan ilustrasi sistem perancangan pada gambar sebelumnya, terdapat beberapa jenis *line coding* yang dapat diproses dalam sistem pembangkitan *line coding* ini. Proses pembangkitan tersebut berdasarkan nilai biner PCM (yang tampilannya seperti terdapat pada Gambar 4) dari data biner PCM yaitu deret nilai binernya 1 1 1 0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 1 0 0 1 seperti direpresentasikan pada Gambar 6. Data biner tersebut sudah mencakup jenis *line coding* yang diujikan agar terlihat hasilnya dapat sesuai dengan dasar teori.

Nilai biner tersebut diproses dengan beberapa jenis *line coding*, pertama merupakan jenis *line coding* unipolar yaitu NRZ. Hasil jenis NRZ ini sudah sesuai dengan teori bahwa setiap nilai data biner PCM yang diproses, maka tampilan sinyal

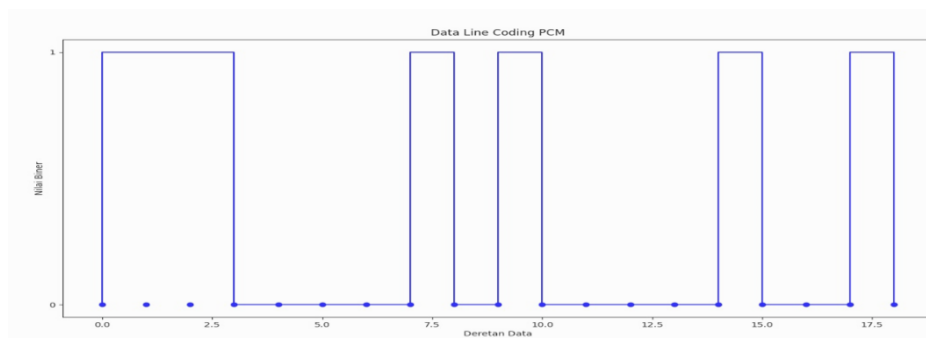
pembangkitan *line coding*-nya mengikuti satu periode *clock* penuh. Lalu terdapat RZ dimana terdapat perbedaan dengan jenis NRZ yaitu apabila yang diproses merupakan RZ, maka tampilan sinyal pembangkitan *line coding* tiap data biner bit "1" PCM -nya akan mengikuti setengah periode *clock* seperti yang tertera pada Gambar 7.

Jenis *line coding* selanjutnya merupakan bipolar dimana terdapat jenis AMI. Hasil pembangkitan *line coding* pada sistem ini sudah sesuai dengan teori seperti pada Gambar 8 yaitu terdapat tegangan nol dikodekan sebagai bit "0", tegangan positif atau negatif dikodekan sebagai pulsa positif dan pulsa negatif secara bergantian. Lalu jenis bipolar berikutnya merupakan HDB-3 dimana hasil pembangkitan *line coding*-nya juga sudah sesuai dengan teori, dimana aturannya adalah menambahkan kode-kode sisipan di setiap rentetan 3 bit "0" dari data biner PCM. Jika terdapat deretan bit "0" berturut-turut lebih dari 2, maka pada bit "0" ke 3 ditempatkan satu kode *violation*. Kode *violation* adalah kode yang berpolaritas sama dengan pulsa (bit "1") sebelumnya pada kode bipolar.

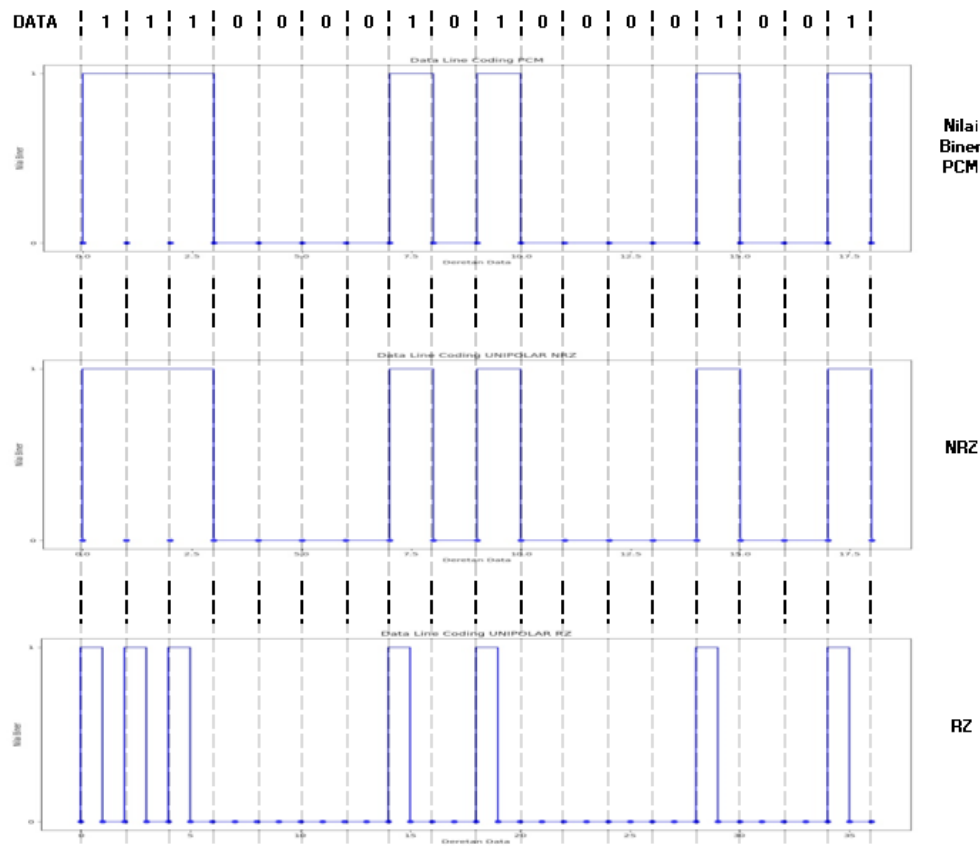
B. Analisis Umum

Analisis umum dilakukan untuk melakukan identifikasi dan validasi hasil penelitian terhadap teori dasar juga khususnya proses penggunaan alat. Identifikasi dan validasi hasil dilakukan berdasarkan teori dasar *line coding*, sedangkan validasi penggunaan yaitu hasil uji coba oleh beberapa sampel mahasiswa.

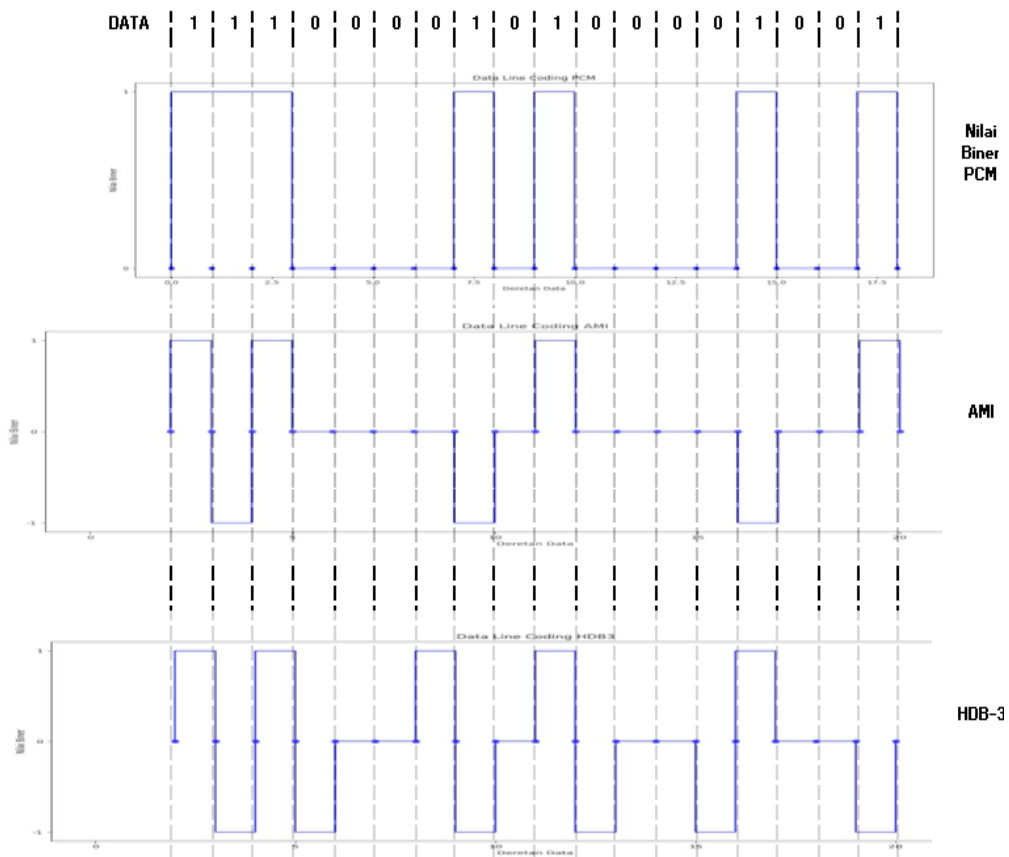
Pertama, hasil yang telah diuraikan menunjukkan bahwa tujuan penelitian yang dilakukan telah tercapai yaitu fungsionalitas sistem untuk melakukan pengolahan dan pengkodean data digital menjadi sinyal digital berdasarkan *line coding* berjenis unipolar yaitu RZ dan NRZ serta jenis bipolar yaitu AMI dan HDB3 yang dilakukan menggunakan prosesor sinyal digital OMAP L-138. Setiap blok diimplementasikan dan diproses secara berurutan sesuai dengan teori dasar *line coding*.



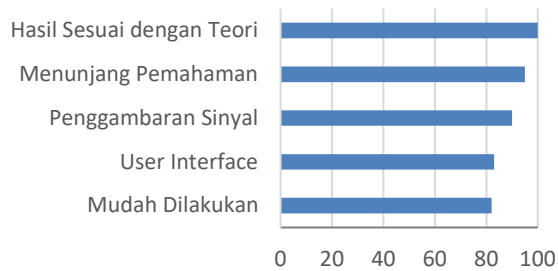
Gambar 6. Tampilan nilai biner PCM



Gambar 7. Tampilan hasil pembangkitan *line coding* unipolar



Gambar 8. Tampilan hasil pembangkitan *line coding* bipolar



Gambar 9. Hasil validasi survei penggunaan sistem

Berikutnya, sebagai bentuk validasi maka dilakukan survei untuk menentukan nilai keberhasilan alat yang disertai beberapa parameter penggunaan serta kemudahan pengoperasian yang dapat membantu pengguna memahami konsep *line coding* secara lebih jelas. Hasil tersebut ditunjukkan pada Gambar 9.

Survey yang dilakukan menggunakan 5 parameter dan diberikan kepada 25 user dengan skala nilai 1-4 dengan nilai maksimum adalah 4. Hasil tersebut menunjukkan nilai yang baik untuk setiap kategorinya dikarenakan nilai setiap parameter berada di atas angka 80. Hal tersebut menunjukkan bahwa manfaat lain dari simulasi yang dilakukan yaitu dapat meningkatkan pemahaman lebih mendalam mengenai *line coding* berjenis unipolar yaitu RZ dan NRZ serta jenis bipolar yaitu AMI dan HDB3 yang dilakukan menggunakan prosesor sinyal digital OMAP L-138. Hal yang perlu ditingkatkan kembali berdasarkan survei tersebut adalah pada *user interface* juga tata cara penggunaan modul untuk melakukan pembelajaran khususnya pada pembangkitan *line coding*.

IV. KESIMPULAN

Pembuatan simulator yang mendukung dalam praktikum mempelajari pembangkitan *line coding* yang merupakan serangkaian proses PCM dengan memanfaatkan OMAP-L138 *digital signal processing* telah berhasil dilaksanakan sesuai dengan perancangan, dimana hasilnya terlampir. Saran penelitian berikutnya yaitu mengembangkan hasil proses PCM sampai dengan olah data berikutnya (proses demodulasi) sehingga penerima dapat menerima informasi yang dikirimkan secara jelas.

REFERENSI

[1] S. A. Kadir and Irmawati, "Rancang Bangun Penyandian Saluran HDB3 Berbasis FPGA," in

Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro & Informatika, Makassar, 2015.

- [2] S. R. Pingkan, D. Ariandi, and F. E. Ananda, "Perancangan Simulasi Encoder Line Coding Berbasis Graphical User Interface (GUI)," in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro*, 2021.
- [3] J. Abu-Ghalune and M. Alja'fari, "Parallel Data Transmission Using New Line Code Methodology," *International Journal of Networks and Communications*, pp. 98-101, 2016.
- [4] S. R. Pingkan, D. Ariandi, and F. E. Ananda, "Perancangan Simulasi Encoder Line Coding Berbasis Graphical User Interface (GUI)," in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro Volume 6*, 2021.
- [5] M. Adam and P. Harahap, "Unjuk Kerja Generator Clok Sinyal low pass filter, pam multiplexing pada Rangkaian Percobaan pulse code modulation (PCM) Aplikasi Pada Laboratorium Dasar Sistem Telekomunikasi," *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 51-57, 2020.
- [6] D. Sudaradjat, "Perbandingan Algoritma pengkodean Suara Manusia: Adaptive delta modulation and linear prediction coding," *Paradigma - Jurnal Komputer dan Informatika*, vol. 21, no. 1, pp. 23-28, 2019.
- [7] E. Sulaeman, Ashari, G. Megiyanto and R. Hanifatunnisa, "Pembangkitan Sinyal Pulse Code Modulation Berbasis OMAP-L138," *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, vol. 5, pp. 215-220, 2020.
- [8] A. Qustoniah and P. A. Nugroho, "DESAIN DAN APLIKASI SIMULASI MODULASI DIGITAL PADA HANDPHONE BERBASIS JAVA 2 MICRO EDITION (J2ME)," *Jurnal Ilmiah Widya Teknika*, vol. 22, pp. 40-46, 2014.
- [9] Slameta, *Diktat Kuliah Sistem Komunikaasi Digital*, Bandung: Polban, 2012.
- [10] K. Spilsted, *Pulse, code, modulation*. Bloomington, IN: AuthorHouse, 2014.
- [11] I. P. A. R. Sayoga, P. K. Sudiarta, and N. P. Sastra, "PENGEMBANGAN MODUL PRAKTIKUM UNTUK PERBANDINGAN UNJUK KERJA LINE CODING RZ DAN NRZ PADA JARINGAN FIBER OPTIK," *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 8, pp. 148-160, 2021.
- [12] I. Otung, *Digital Communications: Principles and systems*. London, United Kingdom: The Institution of Engineering and Technology, 2014. 2003.
- [13] S. Sathasivam and S. K. Rahamathulla, "Implementation of HDB3 Encoder Chip Design," *Indian Journal of Science and Technology*, vol. 5, 2016.
- [14] G. Fairhurst, "Alternate Mark Inversion (AMI)," 26 11 2020. [Online]. Available: <https://erg.abdn.ac.uk/users/gorry/course/physics/pages/ami.html>. [Accessed 21 07 2021].

