

Implementasi Data Kirim dan Terima dari Reed Solomon Code pada Controller Area Network

Wisnu Kartika

Departemen Teknik Elektro
dan Teknologi Informasi
Universitas Gadjah Mada
Yogyakarta, Indonesia
wisnukartika_te07@mail.ug
m.ac.id

I Wayan Mustika

Departemen Teknik Elektro
dan Teknologi Informasi
Universitas Gadjah Mada
Yogyakarta, Indonesia
mustika@gmail.com

Agus Bejo

Departemen Teknik Elektro
dan Teknologi Informasi
Universitas Gadjah Mada
Yogyakarta, Indonesia
agusbj@ugm.ac.id

Abstract-Controller Area Network is often disturbed by Electromagnetic Interference. CAN can be found on industrial and automobile. The process to eliminate EMI can be done with Reed Solomon code. Reed Solomon code which is used in this research is RS (31,27). The Reed Solomon code operates with encoding and decoding process. This research will discuss about decoding process of RS code. The result on this research is the information which is received same as with transmitter's information.

Keywords-Controller Area Network, Reed Solomon codes, Decoder.

Abstrak-Pada Controller Area Network sering diganggu oleh *Electromagnetic Interference*. CAN sudah banyak ditemui pada dunia industri dan otomotif. Proses untuk mengatasi EMI dapat dilakukan dengan sandi Reed Solomon. Sandi RS yang digunakan adalah RS (31, 27). Sandi RS bekerja dengan prinsip encoding dan decoding. Penelitian ini membahas mengenai proses decoding dari sandi RS. Hasil dari penelitian adalah informasi yang diterima oleh penerima sama dengan informasi yang dikirim.

Kata kunci-Controller Area Network, Sandi Reed Solomon, Decoder.

I. PENDAHULUAN

Pada komunikasi digital, ada beberapa metode untuk mengatasi *error*. Salah satu metode yang paling umum digunakan adalah *Forward Error Correction* (FEC). Metode ini bekerja dengan cara mengatasi *error* pada penerima. Metode FEC biasa digunakan pada komunikasi *broadcast* [1].

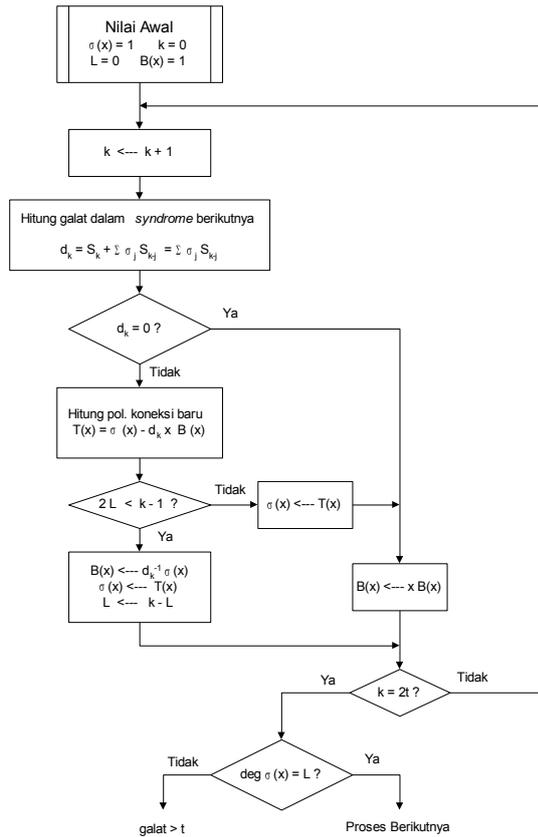
Untuk mengatasi *error* juga dapat digunakan metode *channel coding*. Metode ini dapat melakukan proses koreksi *error* [2]. Dengan menambahkan *parity bit* pada data informasi.

Channel coding dengan sandi Reed Solomon diterapkan dalam berbagai macam sistem jaringan. Sandi Reed Solomon ini digunakan pada jaringan komunikasi data[3]. Jaringan yang sering menggunakan *channel coding* adalah jaringan *multi cast* atau *broadcast* atau *point to multipoint* [4][5]. *Broadcast* adalah transmisi data dari satu sumber ke beberapa *node* penerima[6]. Jika terjadi *error* pada media (dalam hal ini media udara) maka pada penerima akan dilakukan proses koreksi *error* oleh sandi Reed Solomon[7].

Pada bagian *decoding* meliputi komputasi sindrom, perhitungan *Berlekamp Massey Algorithm* (BMA), dan *error locator polynomial*. Perhitungan BMA dapat dijabarkan dalam Gambar 1 berikut ini.

Sandi RS menggunakan operasi XOR. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh peneliti [8] telah dilakukan perhitungan pada bagian *encoder*. Sandi RS yang akan dihitung adalah RS (31, 27). Data siap dikirim melalui media[9]. Setelah dikirim melalui media maka akan diterima oleh penerima. Perhitungan selanjutnya adalah perhitungan komputasi sindrom[10]. Hasil dari komputasi sindrom akan digunakan untuk menghitung algoritma BMA[11]. Kemudian hasil dari perhitungan algoritma BMA berupa *error locator* akan digunakan untuk mencari letak *error*. Peneliti menghitung *error magnitude*. Peneliti melakukan perhitungan terakhir adalah proses pemulihan informasi.

Paper ini akan dibagi menjadi beberapa bagian. Penjelasan mengenai CAN akan dibahas pada Bab II. Usulan skema dibahas pada Bab III. Hasil akan dibahas pada bab IV. Kesimpulan akan dibahas pada Bab V.



Gambar 1 Diagram Alir Berlekamp Massey Algorithm

II. Controller Area Network

Controller Area Network (CAN) adalah sebuah sistem yang menggunakan topologi bus untuk menghubungkan antar device. Dapat juga digunakan untuk proses transfer data[12].

SOF 1 bit	Arbitration 12 bits	Control 6 bits	Data Field 64 bits	CRC 16 bits	ACK 2 bits	EOF 7 bits	IFS 3 bits
--------------	------------------------	-------------------	-----------------------	----------------	---------------	---------------	---------------

Gambar 2 Format Frame CAN Standard [1]

Saat ini CAN digunakan untuk beberapa aplikasi pada kendaraan seperti transfer data antara sensor dan actuator pada automobile. Kemampuan CAN saat ini sedang diuji untuk menjadikan aman dan efisien serta latency, data rate yang tinggi[13], kekebalan terhadap noise dan kemampuan memperbaiki error. Beberapa faktor yang mengurangi efisiensi CAN sistem bus ialah error yang disebabkan oleh EMI, stop and wait retransmission yang tidak efisien, bit overhead yang tinggi, sebuah sistem broadcast yang membutuhkan retransmission jika ada node yang mengalami flag error, dan panjang CAN bus.

Saat ini CAN digunakan pada automobile. Teknologi CAN ini digunakan pada mobil premium. Selain CAN ada 2 teknologi lain yaitu LIN (Local Interconnect Network)

dan Flexray. CAN digunakan pada sistem steering, braking, dan device lain. LIN memiliki kelebihan dan kelemahan yaitu harga lebih murah dari pada CAN tetapi kecepatannya lebih lambat daripada CAN [3]. Flexray memiliki kelebihan dan kelemahan yaitu harga lebih mahal daripada CAN tetapi kecepatannya lebih cepat daripada CAN[14]. Peneliti memilih menggunakan CAN.

Tabel 1 Perbandingan LIN, CAN dan Flexray[3]

	LIN	CAN	Flexray
Kecepatan	low	medium	tinggi
Kabel	low	medium	tinggi
Harga	low	medium	tinggi

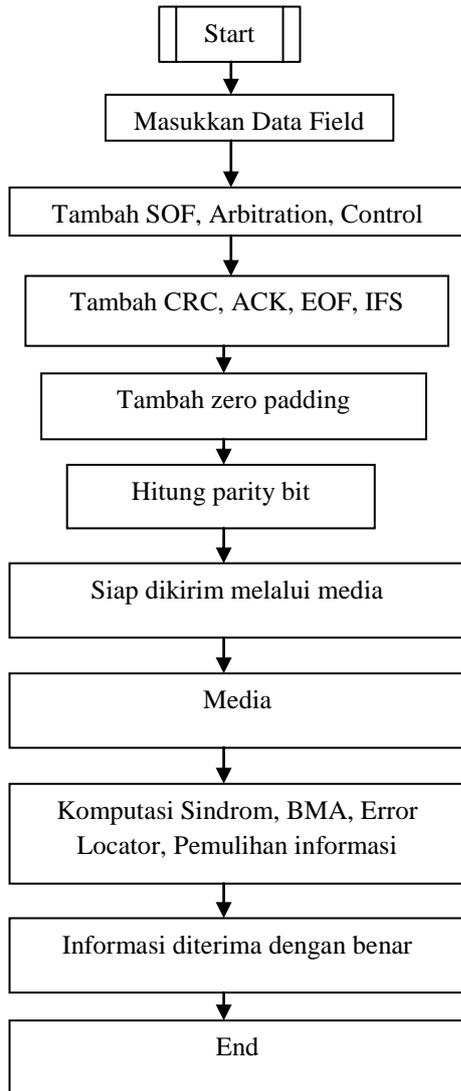
Pada penelitian sebelumnya dan terdahulu disebutkan bahwa antara penerapan CAN sebenarnya pada automobile tidak ada simulator yang dapat menyamainya baik itu MATLAB maupun NS2.

III. Usulan Skema

Pada penelitian [1] untuk RS (31,27) hanya disimulasikan dengan MATLAB, maka pada paper ini akan dilakukan analisis matematis. Untuk skenario 1 digunakan m = 5 dan n = 31 (n merupakan panjang codeword), maka dipilih k = 27 (k merupakan panjang kata pesan atau informasi). Maka (n, k) = (31, 27). Karena akan di encode menggunakan k sebanyak 27 simbol maka akan diproses 27 simbol x5 bit = 135 bit. Maka pada CAN frame (yang memiliki panjang bit standard 111) ditambah 24 bit zero (dikenal dengan teknik zero padding) agar sama dengan 135 bit. Pada skenario ini akan diproses setiap satu simbol dari LSB (Least Significant Bit). Maka banyaknya simbol yang dapat dikoreksi ialah (31-27)/2 = 2 symbol (t=2) [1].

Dari diagram alir pada Gambar 3 dapat dijelaskan bahwa proses perhitungan dimulai dengan memasukkan data field. Kemudian ditambah Start Of Frame (SOF), Arbitration, dan Control bit. Pada bagian akhir data field ditambahkan Cyclic Redundancy Check (CRC), Acknowledgement (ACK), End of Frame (EOF) dan Inter Frame Space (IFS) bit. Kemudian ditambah zero padding. Penambahan zero padding ini mengikuti banyaknya simbol dari RS code yang digunakan. RS code yang digunakan pada penelitian ini adalah 27 simbol. Kemudian data dikirim melalui media. Kemudian data diterima pada penerima yang kemudian akan dihitung komputasi sindrom, algoritma Berlekamp Massey dan

menemukan *error locator*. Setelah itu maka informasi akan dipulihkan.



Gambar 3 Diagram Alir

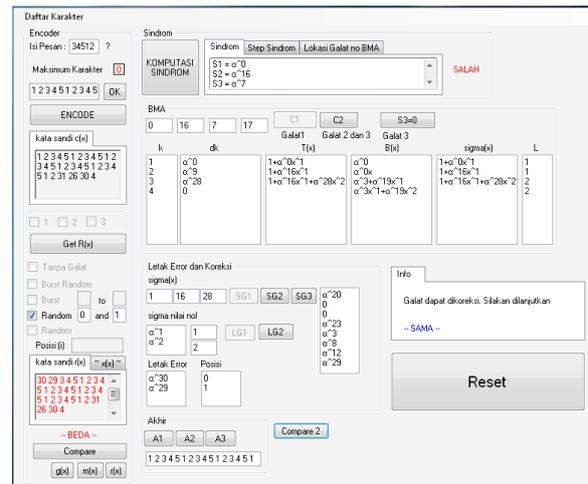
IV. Hasil Dan Pembahasan

Untuk RS Code (31, 27) sudah ada hasil hingga perhitungan *syndrome* yang telah dilakukan pada paper [8]. Dengan nilai *integer* informasi ialah 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2.

Hasil perhitungan algoritma BMA adalah sebagai berikut $1 + \alpha^{16}x + \alpha^{28}x^2$.

Kemudian hasil perhitungan BMA ini digunakan untuk menentukan letak *error*. Dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwa letak *error* adalah α^1 dan α^2 .

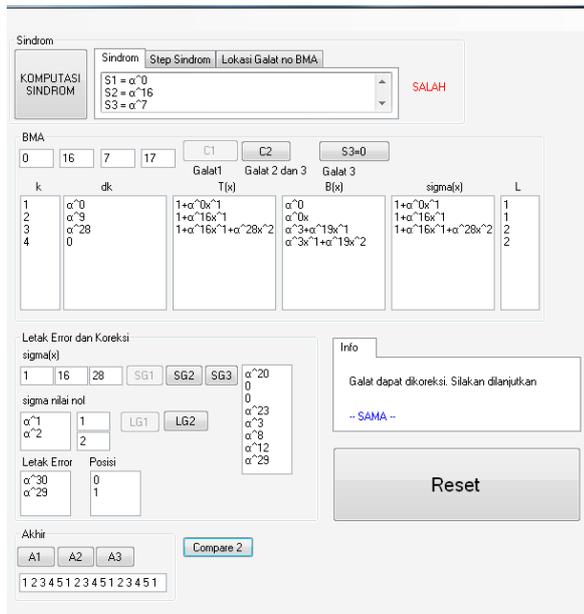
Kemudian dapat diketahui hasil akhir dari data yang diterima.



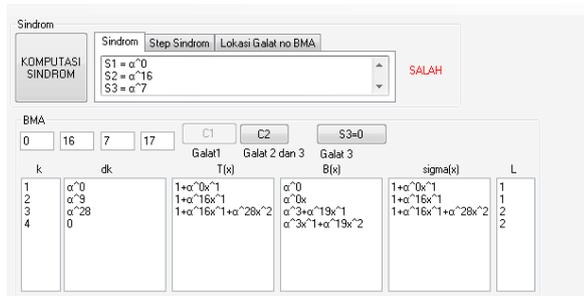
Gambar 4. Interface encoder dan decoder RS code



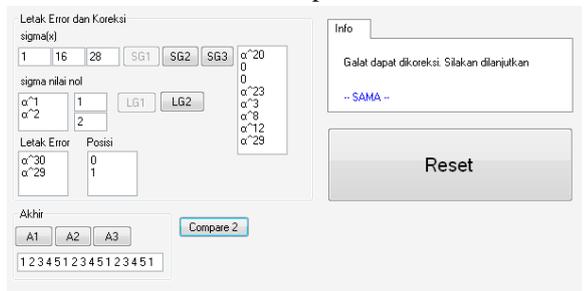
Gambar 5. Interface encoder



Gambar 6. Interface decoder



Gambar 7. Interface komputasi sindrome dan BMA



Gambar 8. Interface letak error dan koreksi

Peneliti memilih menggunakan RS (31, 27) dikarenakan supaya tidak mengubah format frame CAN standard.

Penjelasan Gambar 4 adalah sebagai berikut. Pada kolom isi pesan dimasukkan 27 simbol dengan rentang 1 sampai 5. Kemudian jika menekan tombol OK maka akan ditampilkan nilai yang dimasukkan. Jika tombol ENCODE ditekan maka akan dilakukan proses pembagian informasi yang dimasukkan dengan dengan generator polynomial yang kemudian ditampilkan pada box kata sandi $c(x)$. Kemudian peneliti memilih error yang dipilih Random dan pada box dimasukkan 0 dan 1 yang berarti akan ada error pada posisi 0 dan 1. Kemudian jika ditekan tombol Get $r(x)$ maka akan

muncul codeword yang telah ditambah dengan dua error pada box kata sandi $r(x)$. Kemudian jika ditekan tombol C yang berarti tombol compare maka akan ada tulisan BEDA. Hal ini maksudnya adalah bahwa untuk membandingkan data kata sandi sebelum terkena error dan setelah terkena error. Setelah menekan tombol KOMPUTASI SINDROM maka akan muncul hasil perhitungan sindrom yang akan ditampilkan dalam box sindrom. Nilai sindrom ini menjadi input bagi perhitungan BMA. Karena ada 2 error maka menekan tombol C2. Setelah didapatkan error locator polynomial dari perhitungan BMA maka akan dihitung Letak Error. Kemudian tombol SG2 berfungsi menampilkan nilai hasil substitusi. Kemudian bila hasil substitusi ada yang bernilai nol maka pangkat dari alpha dimasukkan pada box sigma nilai nol. Kemudian tombol LG2 berfungsi menampilkan letak error. Kemudian pada bagian Akhir jika ditekan tombol A2 maka akan didapatkan nilai yang berhasil dipulihkan. Dan ditekan tombol Compare 2 untuk membandingkan kata sandi hasil akhir setelah pemulihan dengan nilai kata sandi yang dikirimkan. Gambar 5 menunjukkan interface dari Encoder yang diperbesar. Gambar 6 menunjukkan interface decoder. Gambar 7 menunjukkan interface komputasi sindrom dan BMA. Gambar 8 menunjukkan interface Letak Error.

V. Kesimpulan

Dari kedua penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa ada beberapa metode untuk melakukan perbaikan error. Metode yang telah digunakan oleh peneliti terdahulu ialah metode ARQ, HARQ, CRC, Cyclic code dan RS Code. Dengan menggunakan RS code untuk mengatasi error maka akan didapatkan hasil yang baik. Pada analisis matematis ini dapat diambil kesimpulan bahwa pada keluaran dari Encoder adalah sindrom. Dengan masukan 27 simbol maka akan didapatkan 31 simbol pada keluaran encoder yang siap dikirim. Keluaran encoder inilah yang akan digunakan untuk menghitung sindrom. RS code (31, 27) ini dapat mengatasi error 2 simbol. Hasil lain yang didapat adalah error yang mengenai informasi dapat dipulihkan.

Daftar Pustaka

- [1] H. M. Shabour, "Performance Enhancement of the Controller Area Network Protocol Using Reed-Solomon Codes," *International Conference on Computing, Electrical and Electronic Engineering IEEE*, pp. 512-517, 2013.
- [2] S. Kumar, "Bit Error Rate Analysis of Reed-Solomon Code for Efficient Communication System," *International Journal of Computer Applications*, vol. 30, no. 12, pp. 11-15, 2011.
- [3] I. Chent, C. Cheng, H. Jhengt, and C. Liu, "An Error-Correction Scheme with Reed-Solomon Codec for CAN Bus Transmission," *International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems*, pp. 7-11, 2011.
- [4] M. Jie, S. Min, and Z. Min, "New Application of Reed-Solomon Codes in China Mobile Multimedia Broadcasting

- System,” *IEEE Information Technology and Applications, 2009. IFITA '09. International Forum on*, pp. 2–5, 2009.
- [5] B. Rassouli and A. Olfat, “Spectrum sensing with energy detection under fast and slow multipath fading,” *2012 19th International Conference on Telecommunications (ICT)*, no. Ict, pp. 1–5, Apr. 2012.
- [6] S. T. J. Fenn, D. Taylor, and M. Benaissa, “The design of Reed-Solomon codecs over the dual basis,” vol. 26, pp. 383–391, 1995.
- [7] S. Smith, D. Taylor, and M. Benaissa, “Design automation of Reed-Solomon codecs using VHDL,” *Elsevier*, vol. 29, pp. 977–982, 1998.
- [8] W. Kartika, I. W. Mustika, and A. Bejo, “Implementasi Encoder Sandi Reed Solomon pada Controller Area Network,” in *Digital Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi ke-6 Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim*, 2015, no. 2, pp. 2–7.
- [9] D. Bleichenbacher, A. Kiayias, and M. Yung, “Decoding interleaved Reed – Solomon codes over noisy channels,” *Elsevier*, vol. 379, pp. 348–360, 2007.
- [10] K. C. Emani, K. Kam, M. Zawodniok, Y. R. Zheng, and J. Sarangapani, “IMPROVEMENT OF CAN BUS PERFORMANCE BY USING ERROR-CORRECTION CODES,” *Proceedings of IEEE Region 5 Technical Conference*, pp. 205–210, 2005.
- [11] H. Chang and C. B. Shung, “New Serial Architecture for the Berlekamp Massey Algorithm,” *IEEE Communications, IEEE Transactions on Volume: 47, Issue: 4*, vol. 47, no. 4, pp. 481–483, 1999.
- [12] W. L. Ng, C. K. Ng, N. K. Noordin, F. Z. Rokhani, and B. M. Ali, “Home Appliances Controller using Wireless Controller Area Network (WCAN) System,” *International Conference on Computer and Communication Engineering*, no. May, pp. 11–13, 2010.
- [13] S. Thale, V. Agarwal, and S. M. Ieee, “Controller Area Network (CAN) based Smart Protection Scheme for Solar PV , Fuel Cell , Ultra-Capacitor and Wind Energy System based Microgrid,” *IEEE Photovoltaic Specialists Conference (PVSC), 2012 38th*, no. LI, pp. 580–585, 2011.
- [14] F. Luo, Z. Chen, J. Chen, and Z. Sun, “Research on FlexRay Communication System,” in *IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC)*, 2008, pp. 1–5.