

SISTEM PENGENDALIAN KERETA API SAAT TERJADI BENCANA BANJIR, GEMPA BUMI DAN TANAH LONGSOR

RAILWAY CONTROL SYSTEM WHEN FLOOD DISASTER, EARTHQUAKE AND LANDSLIDE DISASTER

Dharmajati Hamzah¹, Ahmad Sugiana², Angga Rusdinar³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹dharmajati.hamzah005@gmail.com,²sugianaa@telkomuniversity.ac.id,³anggarusdinar@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Bencana alam pada jalur kereta api merupakan suatu kejadian yang sangat tidak diinginkan bagi pengguna transportasi kereta api. Bencana alam yang terjadi antara lain banjir, tanah longsor dan gempa bumi. Selain itu bencana alam juga dapat mengakibatkan kerugian besar baik kerugian materil maupun immaterial. Permasalahan di atas dapat diantisipasi dengan adanya sistem pengendalian kereta api saat terjadi bencana alam. Sistem ini akan bekerja secara otomatis ketika mendapat notifikasi yang aktif saat terjadi bencana dari stasiun terdekat dan akan menampilkan pada *dashboard* lokomotif. Pada tugas akhir kali ini akan dilakukan perancangan dan pembuatan sistem pengendalian kereta api saat terjadi bencana alam, yang berfungsi sebagai sistem notifikasi dan sistem *emergency* saat terjadi bencana. Sistem ini aktif ketika modul GSM menerima notifikasi dari stasiun terdekat bahwa terjadi bencana alam dan menampilkan level bencana tersebut pada *dashboard* lokomotif. Kemudian mikrokontroler mengolah data dan akan langsung mengendalikan laju kereta api. Tugas akhir kali ini bertujuan untuk menghasilkan sistem pengendalian kereta api saat terjadi bencana banjir, gempa bumi dan tanah longsor. Pengiriman SMS menggunakan SIM 800L dengan *provider* Telkomsel, mendapatkat *delay* rata- rata 3,64 detik.

Kata Kunci : *GSM, Mikrokontroler, Tachometer, kendaraan.*

Abstract

The natural disaster on the railway is a highly undesirable event for railroad users. Natural disaster that occur include floods, landslides and earthquakes. In addition, natural disasters can also cause big losses both material and immaterial losses. The above problems can be anticipated by the existence of train control system when natural disaster occur. This system will work automatically when it gets active notifications during a disaster from the nearest station and will display on the locomotive's dashboard. In this final project will be design and manufacture of railway control system during natural disaster, which function as notification system and emergency system in the event of disaster. This system is active when the GSM module receives notification from the nearest station that a natural disaster occurs and displays the disaster level on the locomotive's dashboard. Then the microcontroller process the data and will directly control the train rate. This final project aims to produce railway control system during flood, earthquake and landslide. Sending SMS using an SIM800L with Telkomel provider, gets an average delay of 3.64 seconds.

Keywords: *GSM, Microcontroller, Tachometer, Vehicle.*

1. Pendahuluan

Kereta api adalah salah satu transportasi darat yang paling banyak digunakan oleh para penumpang untuk bepergian ke suatu tempat. Banyak kelebihan kereta api sebagai transportasi darat jika dibandingkan dengan transportasi darat lainnya. Karena kelebihan inilah tidak heran jika kereta api paling banyak digunakan oleh para penumpang untuk bepergian ke suatu tempat. Semakin banyaknya pengguna jasa kereta api ini dan naiknya harga tiket, maka dibutuhkan peningkatan pelayanan bagi para pengguna jasa kereta api.

Namun berbagai macam bencana alam sebagaimana yang kita ketahui sering terjadi di Indonesia. Bencana alam tersebut dapat berupa gempa bumi, banjir dan tanah longsor yang dapat mengganggu proses perjalanan kereta api. Berikut ini ada beberapa cara untuk menanggulangi masalah diatas, salah satunya informasi dari media massa tentang kejadian hari ini sebelum keberangkatan kereta. Maka untuk melindungi kereta api yang sedang dalam perjalanan dari bencana alam perlu alat pengendalian atas peberitahuan bencana alam dini, agar kereta api aman dan nyaman dalam perjalanan.

Solusi untuk masalah diatas peneliti ingin merancang suatu system pada kereta api menggunakan informasi dari peringatan dini bencana alam dengan pengontrolan kecepatan kereta api. Hasil perancangan dan pembuatan system jni diharapkan dapat membantu mengurangi dampak dari bencana alam dalam kereta api.

2. Dasar Teori dan Metode

Dalam pengerjaan penelitian ini, penelitian yang dilakukan oleh peneliti yaitu;

2.1. Bencana dan Jenisnya

Pengertian bencana menurut Coburn A W bencana alam adalah suatu kejadian atau serangkaian kejadian yang mengakibatkan adanya korban atau kerusakan, kerugian harta benda, infrastruktur, pelayanan-pelayanan penting atau sarana kehidupan pada satu skala yang berada di luar kapasitas normal^[9].

Bencana banjir merupakan bencana yang sering melanda Indonesia, curah hujan di atas normal dan adanya pasang naik air laut merupakan penyebab utama terjadi banjir. Selain itu faktor manusia juga berperan penting, seperti penggunaan lahan yang tidak tepat, pembuangan sampah ke dalam sungai, pembangunan pemukiman di daerah dataran banjir, dsb.

Gempa Bumi adalah peristiwa bergetarnya bumi akibat pelepasan energi dalam bumi secara tiba-tiba yang ditandai dengan patahnya lapisan batuan pada kerak bumi. Akumulasi energi penyebab terjadinya gempa bumi dihasilkan dari pergerakan lempeng-lempeng tektonik. Energi yang dihasilkan dipancarkan ke segala arah berupa gelombang gempa bumi sehingga efeknya dapat dirasakan sampai kepermukaan^[10].

Longsor merupakan salah satu jenis gerakan massa tanah atau batuan, ataupun pencampuran keduanya, menuruni atau keluar lereng akibat dari terganggunya kestabilan tanah atau batuan yang menyusun lereng tersebut. Tanah longsor terjadi karena ada gangguan kestabilan pada tanah / batuan penyusun lereng.

2.2. Sensor Encoder Counter

Sensor ini digunakan untuk mengubah gerakan linier atau putaran menjadi sinyal digital, dimana sensor putaran memonitor gerakan putar dari suatu alat. Sensor ini terdiri dari 2 bagian yaitu; pertama, penyandi rotari (mentransmisikan jumlah tertentu dari pulsa untuk masing masing gelombang) dan kedua penyandi absolut (yang melengkapi kode binary tertentu untuk masing masing posisi sudut).

2.3. Modul GSM

Modul GSM adalah peralatan yang didesain supaya dapat digunakan untuk aplikasi komunikasi dari mesin ke mesin atau dari manusia ke mesin. Modul GSM merupakan peralatan yang digunakan sebagai mesin dalam suatu aplikasi. Dalam aplikasi yang dibuat harus terdapat mikrokontroler yang akan mengirimkan perintah kepada modul GSM berupa *AT command* melalui antarmuka sebagai komponen penghubung. Modul GSM merupakan bagian dari pusat kendali yang berfungsi sebagai *transceiver*. Modul GSM mempunyai fungsi yang sama dengan sebuah telepon seluler yaitu mampu melakukan fungsi pengiriman dan penerima SMS. Dengan adanya sebuah modul GSM maka aplikasi yang dirancang dapat dikendalikan dari jarak jauh dengan menggunakan jaringan GSM sebagai media akses.

2.4. Mikrokontroler

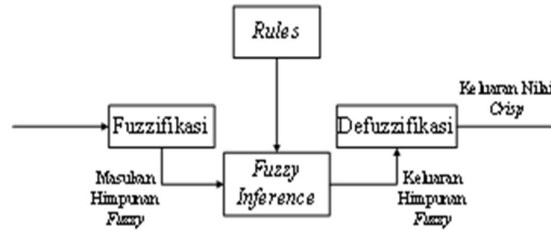
Mikrokontroler adalah sebuah *chip* yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program di dalamnya. Umumnya terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), Memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti *Analog-to-Digital Converter* (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya. Kelebihan utama dari mikrokontroler adalah tersedianya RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran *board* mikrokontroler menjadi ringkas.

2.5. Motor Shield

Driver Motor Shield DC ini dapat langsung dicolokkan ke mikrokontroler Arduino untuk mengontrol kecepatan PWM dan mode PLL, menggunakan *jumper* untuk beralih.

2.6. Metode Kendali Fuzzy

Fuzzy Logic Controller merupakan metode kendali yang menyerupai logika berpikir manusia dalam ketidakpastian mengambil suatu keputusan (samar). *Fuzzy logic* pertama kali diperkenalkan oleh Dr. Lutfi Zadeh pada tahun 1965 tentang teori himpunan fuzzy^[25]. Dimana *fuzzy logic* menggantikan kebenaran logika boolean (0 atau 1) dengan tingkat kebenaran. Sehingga nilai keputusan yang diambil tidak hanya 0 atau 1 tetapi terdapat sebuah nilai di antara keduanya, daerah inilah yang dianggap samar.

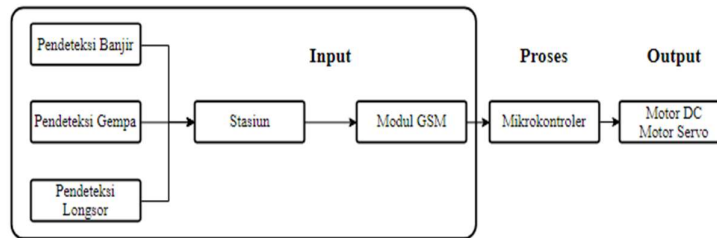


Pada gambar di atas dapat dijelaskan proses FLC yaitu Fuzzifikasi dan pemetaan *rules* dijadikan sebagai *input fuzzy inference* setelah itu hasil dari proses *fuzzy inference* diubah dengan proses defuzzifikasi.

3. Perancangan Sistem

3.1. Desain Sistem

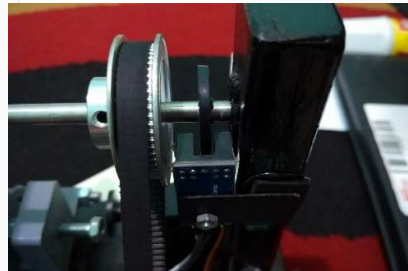
Pada diagram blok dibawah ini dapat dijelaskan bahwa sistem pengendalian kecepatan kereta api, terjadi jika ada sebuah bencana disekitar jalur kereta api yang berpotensi membahayakan. Maka sensor akan bekerja ketika mendapat notifikasi pemberitahuan taspat pada wilayah itu yang dikirim menggunakan GSM sehingga kecelakaan dapat diantisipasi.



Pada diagram blok diatas dapat dijelaskan bahwa sistem ini terbagi menjadi dua bagian yaitu sistem notifikasi dan sistem *emergency*. Pada gambar diatas dapat dijelaskan bahwa sistem diberi masukan sebuah notifikasi untuk memberi tahu bencana yang terjadi didepan dan juga golongan bencana tersebut. Sedangkan pada setiap bencana terbagi menjadi 3 indikator lampu yaitu merah untuk zona bahaya, kuning untuk zona hati-hati dan hijau untuk zona aman. Kecuali untuk bencana tanah longsor hanya ada 2 indikator lampu yaitu kuning dan merah

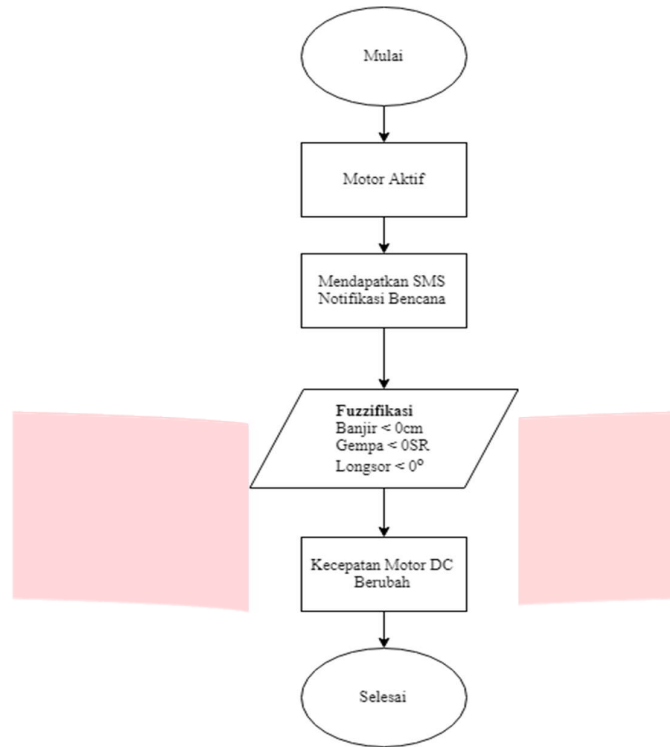
3.2. Desain Tata Letak

Perancangan tata letak sistem pengendalian kereta api saat terjadi bencana untuk meletakkan *encoder counter* dekat dengan roda sedangkan mikrokontroler dan modul gsm berada pada *dashboard* lokomotif. Peletakan sistem dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



3.3. Desain Perangkat Lunak

Pada bagian ini akan menjelaskan tentang perangkat lunak yang dibutuhkan sistem serta perancangan *Fuzzy Logic Controller* yang akan digunakan pada sistem ini. Berikut ini merupakan *flowchart* atau desain dari perangkat lunak:

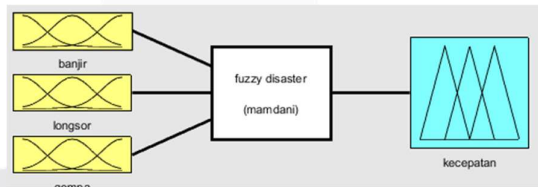


3.4. Perancangan Fuzzy Logic

Pada tugas akhir ini penulis akan menggunakan metode *fuzzy logic controller* untuk mengatur kecepatan kereta api yang akan dibuat. Ada beberapa metode *fuzzy logic* untuk memecahkan suatu masalah pada sistem. Namun pada tugas akhir ini yang digunakan ialah metode Mamdani. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Metode ini sering juga dikenal dengan nama Metode Max-Min. Pada metode Mamdani ini, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah *fuzzy* dan mengaplikasikannya ke *output* dengan operator OR (*union*). Untuk mendapatkan *output*, diperlukan 3 tahapan :

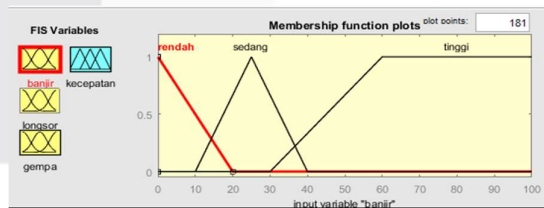
1) Fuzzifikasi

Pada metode Mamdani, baik variabel *input* maupun variabel *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*. Pada tugas akhir ini terdapat 3 buah variabel *input* dan 1 buah variabel *output*.



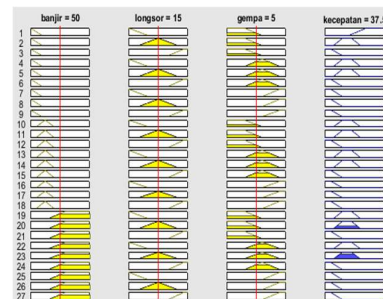
2) Fuzzy Inference

Setelah mendapatkan nilai *fuzzy* dari proses fuzzifikasi maka selanjutnya mengolah nilai tersebut berdasarkan aturan (*IF – THEN RULES*) yang paling sesuai.



3) Defuzzifikasi

Proses defuzzifikasi merupakan proses untuk mengubah *output* yang berupa nilai *fuzzy* ke dalam nilai tegas (*crisp*). Berdasarkan perancangan di atas didapat :



3.5. Konversi Data

RPM ke KM/h

Untuk mendapatkan nilai RPM ke Km/h, menggunakan persamaan (3-1) sebagai berikut :

$$Kecepatan = RPM \times Diameter \times 0.00185 \tag{3-1}$$

maka, merujuk pada persamaan di atas,

$$Kecepatan = 160(RPM) \times 16(cm) \times 0.00185 = 7.73Km/h$$

Perbandingan Kecepatan Kereta Api dengan *Prototype*

Untuk mendapatkan nilai perbandingan, menggunakan persamaan (3-2) sebagai berikut :

$$\frac{a1}{b1} = \frac{a2}{b2} \tag{3-2}$$

maka, merujuk pada persamaan di atas,

a1 = 76,9km/h (maks)

a2 = 15km/h (maks)

$$\frac{76,9}{b1} = \frac{15}{b2}$$

$$b1 = (b2 \times 76,9) \div 15$$

$$b1 = 76,9 \cdot b2 \div 15$$

$$b1 = 5,12 \cdot b2$$

4. Pengujian dan Analisa

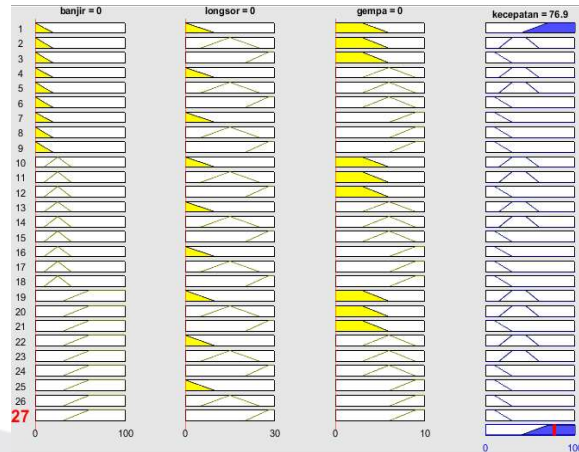
4.1. Pengujian Kecepatan Dengan *Fuzzy Logic*

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui berapa kecepatan kereta api yang diharapkan saat terjadi bencana. Pada pengujian kali ini penulis menggunakan metode *fuzzy logic*. Ada beberapa contoh hasil pengujian yaitu :

- **Saat Tidak Ada Bencana**

Pada saat tidak terjadi bencana pada, kereta api melaju dengan asumsi kecepatan normal sebesar 76.9 Km/h.

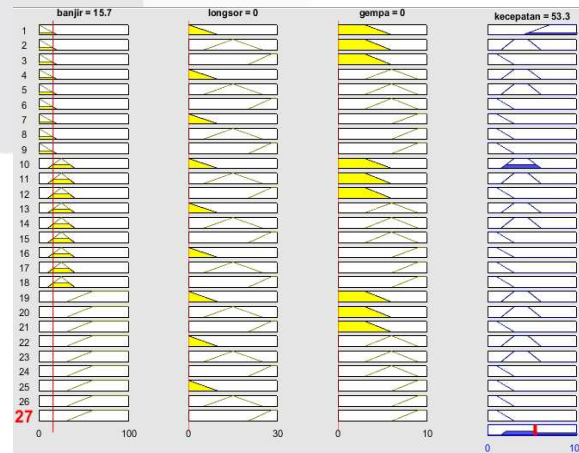
```
RPM: 506
Kecepatan: 15.2610 Km/h
Banjir: 0.00
Longsor: 0.00
Gempa Bumi: 0.00
Fuzzy Output: 76.93
```



- **Saat Banjir**

Pada saat terjadi bencana banjir dengan keterangan ketinggian banjir = 15.7 cm, berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode *fuzzy logic* didapatkan bahwa kecepatan kereta api adalah 53.3 Km/h.

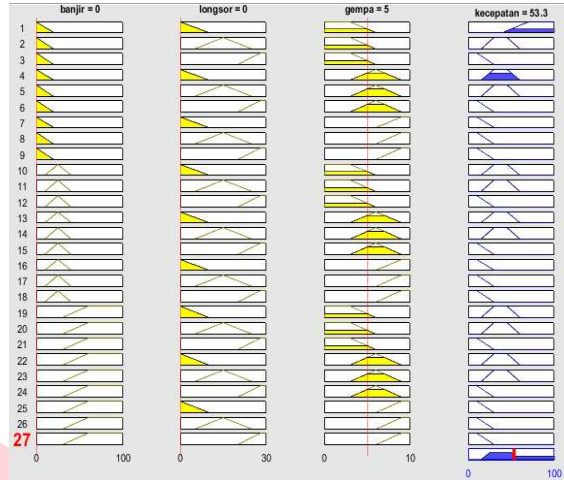
```
RPM: 358
Kecepatan: 10.662 Km/h
Banjir: 15
Longsor: 0.00
Gempa Bumi: 0.00
Fuzzy Output: 53.3
```



• **Saat Gempa Bumi**

Pada saat terjadi bencana gempa bumi dengan keterangan kekuatan gempa = 5SR, berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode *fuzzy logic* didapatkan bahwa kecepatan kereta api adalah 53 Km/h.

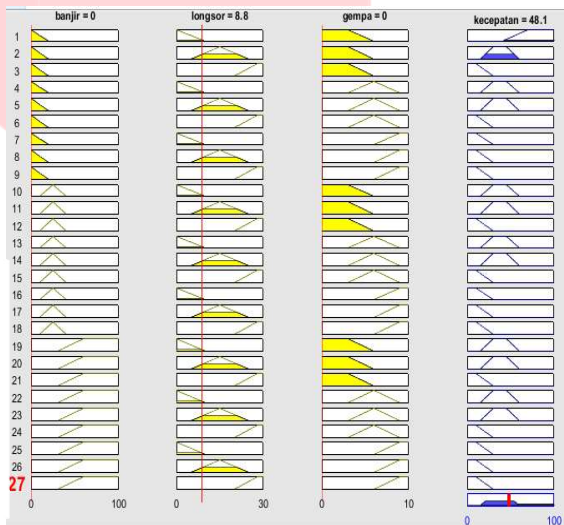
RPM: 358
 Kecepatan: 10.662 Km/h
 Banjir: 0.00
 Longsor: 0.00
 Gempa Bumi: 5
 Fuzzy Output: 53.3



• **Saat Longsor**

Pada saat terjadi bencana tanah longsor dengan keterangan kemiringan tanah = 8.8 derajat, berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode *fuzzy logic* didapatkan bahwa kecepatan kereta api adalah 48.1 Km/h.

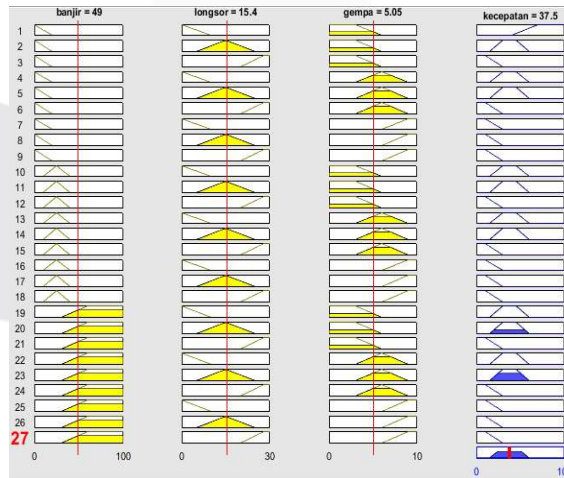
RPM: 325
 Kecepatan: 9.621 Km/h
 Banjir: 0.00
 Longsor: 8.8
 Gempa Bumi: 0.00
 Fuzzy Output: 48.1



• **Saat Semua Bencana Terjadi**

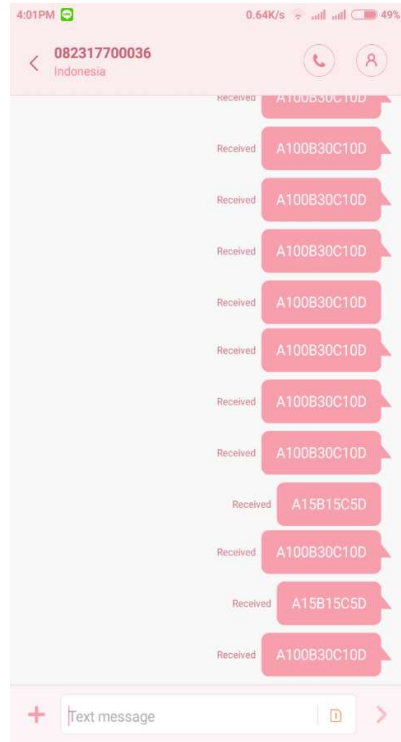
Pada saat terjadi bencana, dengan keterangan ketinggian banjir = 40cm, tanah longsor = 15.40 dan gempa bumi = 5 SR berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode *fuzzy logic* didapatkan bahwa kereta api melaju dengan kecepatan 37.5 Km/h.

RPM: 253
 Kecepatan: 7.541 Km/h
 Banjir: 50
 Longsor: 15
 Gempa Bumi: 5
 Fuzzy Output: 37.5



4.2. Pengujian SMS

Pada pengujian ini dilakukan pengiriman SMS secara terus menerus pada transmitter Arduino Uno. Setelah dilakukan pengiriman SMS, kemudian di hitung *delay* setiap pengiriman SMS. Dari 35 kali percobaan pengiriman SMS didapat *delay* paling besar dalam pengiriman sebesar 4 detik, *delay* paling kecil dalam pengiriman SMS sebesar 3 detik, dengan rata-rata *delay* pengiriman SMS sebesar 3,64 detik.



No.	Tanggal	Waktu	Selisih
1	17/09/2018	18.40.37	
2	17/09/2018	18.40.40	3
3	17/09/2018	18.40.44	4
4	17/09/2018	18.40.47	3
5	17/09/2018	18.40.51	4
6	17/09/2018	18.40.55	4
7	17/09/2018	18.40.58	3
8	17/09/2018	18.41.02	4
9	17/09/2018	18.41.06	4
10	17/09/2018	18.41.09	3
11	17/09/2018	18.41.13	4
12	17/09/2018	18.41.17	4
13	17/09/2018	18.41.20	3
14	17/09/2018	18.41.24	4
15	17/09/2018	18.41.27	3
16	17/09/2018	18.41.31	4
17	17/09/2018	18.41.35	4
18	17/09/2018	18.41.38	3
19	17/09/2018	18.41.42	4
20	17/09/2018	18.41.45	3
21	17/09/2018	18.41.49	4
22	17/09/2018	18.41.53	4
23	17/09/2018	18.41.56	3
24	17/09/2018	18.42.00	4
25	17/09/2018	18.42.04	4
26	17/09/2018	18.42.07	3
27	17/09/2018	18.42.11	4
28	17/09/2018	18.42.14	3
29	17/09/2018	18.42.18	4
30	17/09/2018	18.42.22	4
31	17/09/2018	18.42.25	3
32	17/09/2018	18.42.29	4
33	17/09/2018	18.42.32	4
34	17/09/2018	18.42.36	4
35	17/09/2018	18.42.40	4
Rata-rata delay			3,64706

5. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada sistem peringatan tanah longsor pada jalur kereta api, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem pengendalian kereta api saat terjadi bencana, dirancang menggunakan satu buah mikrokontroler, satu buah modul GSM, motor DC, motor servo, *encoder counter* dan satu buah *motor shield*. Dimana sensor *encoder counter rotary* diletakkan di dekat roda yang berputar. Pada saat terjadi bencana, stasiun pusat akan mengirimkan pesan, dan diterima oleh modul GSM pada lokomotif. Kemudian data akan diolah oleh mikrokontroler untuk menentukan kecepatan kereta api yang aman.
2. Untuk mendapatkan hasil kecepatan yang aman pada kereta api, penulis menggunakan metode *fuzzy logic*. Dengan menggunakan 3 buah *input* pada proses fuzzifikasi dan menggunakan 27 *rules*, sehingga dapat menentukan hasil kecepatan dari setiap bencana.
3. Rata – rata *delay* pengiriman informasi menggunakan SMS sebesar 3,64 detik.

DAFTAR REFERENSI

[1] Maulana, Ilham dkk.(2016). *Model Monitoring Kecepatan Kendaraan Menggunakan Sensor LM393 dan GSM Shield Berbasis Arduino*. Bogor. Universitas Pakuan.

[2] Munandar, Aris dkk. (2016). *Sistem Pengereman Otomatis Menggunakan Logika Fuzzy Berbasis Mikrokontroler*. Bandung. Universitas Komputer Indonesia.

- [3] Utomo, Joko. (2016). *Rancang Bangun Pengendalian Dan Monitoring Motor DC Menggunakan Komputer Berbasis Mikrokontroler*. Bandar Lampung. Universitas Lampung.
- [4] Adhadi, Aditya. (2011). *Sistem Monitoring dan Kontrol Kecepatan Motor DC secara Nirkabel untuk Jarak Jauh Dengan Kontroler PID*. Surabaya. PENS-ITS Sukolilo.
- [5] Budiarto, Agung. (2016). *Prototype Sistem Pengereman Kendaraan Dengan Fuzzy Logic Dan Sensor Kecepatan Berbasis Mikrokontroler ATmega8535*. Yogyakarta. Universitas Negeri Yogyakarta.
- [6] Susanti, Fitri dkk. (2009). *Jaringan Nirkabel*. Bandung. Politeknik Telkom.
- [7] Kurniawan, Uke dkk. (2012). *Fundamental Teknologi Selular LTE*. Bandung. Rekayasa Sains.
- [8] Arduino. *Arduino UNO*. <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>.
- [9] Coburn, A. W. dkk. (1994). *Mitigasi Bencana II*.
- [10] Coburn A. W., Spence R. J. S., Pomonis A. dkk. (1994). *Program Pelatihan Manajemen Bencana*. United Kingdom. Cambridge.
- [11] nyebarilmu.com!, "Tutorial Arduino Mengakses Modul GSM SIM800L." [Online]. Available : <https://www.nyebarilmu.com/tutorial-arduino-mengakses-modul-GSM-sim800/>. [Accessed: 19-Sept-2018].
- [12] Belajarrobot, "Spesifikasi dan Pengertian mikrokontroler arduino uno." [Online]. Available: <http://roboticbasics.blogspot.com/2016/01/spesifikasi-dan-pengertian-mikrokontroler-arduino-uno.html>. [Accessed: 20-Sept- 2018].
- [13] Jhon, "Analisis Mikrokontroler," *Anal. Mikrokontroler*, pp. 3–17.
- [14] Encoder, "Sensor Penyandi (Encoder)." [Online]. Available :<http://blog.unnes.ac.id/antosupri/sensor-penyandi-encoder/>. [Accessed : 27- Sept-2018].
- [15] Sinauarduino.com, "Mengenal Arduino Software (IDE)." [Online]. Available : <https://www.sinauarduino.com/artikel/mengenal-arduino-software-ide/>. [Accessed : 2-Okt-2-2018].
- [16] Easycalculation.com, "Conversion RPM Unit." [Online]. Available : <https://www.easycalculation.com/unit-conversion/rpm-conversion.php>. [Accessed : 1-Okt-2018].
- [17] Cyber-Code, "Mengenal Arduino Nano." [Online]. Available: <http://family-cybercode.blogspot.com/2016/01/mengenal-arduino-nano.html>. [Accessed: 23-Aug-2018].
- [18] <https://bits.mdmhazulhaque.io/arduino/receive-sms-from-sim900a-kit-using-arduino.html> [Diakses 12 Oktober 2018, 17.00.00WIB]
- [19] Manggala Putra. (2018). *Desain dan Implementasi Sistem Pengaman dan Emergensi Pada Sepeda Motor*. Bandung. Universitas Telkom.
- [20] L298P, Datasheets. <http://www.mantech.co.za/Datasheets/Products/EX029>.
- [21] Yuga Prasatyo Sampurno. (2018). *Sistem Peringatan Gempa Bumi Pada Jalur Kereta Api*. Bandung. Universitas Telkom.
- [22] Abdul Aziz Hartalita, (2018). *Sistem Peringatan Tanah Longsor Pada Jalur Kereta Bandung*. Universitas Telkom.
- [23] Instructables.com, "Arduino Motor Shield Tutorial." [Online]. Available: <https://www.instructables.com/id/Arduino-Motor-Shield-Tutorial/>. [Accessed: 5-Okt-2018]
- [24] Robotdyn, "Motor Shield 2A L298p for Arduino." [Online]. Available : <https://robotdyn.com/motor-shield-2a-l298p-2-motors-for-arduino.html>. [Accessed: 06-Okt-2018]
- [25] Kusumadewi. S dan H. Purnomo. (2004). *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Mendukung Keputusan*. Graha Ilmu, Yogyakarta.