

**PERANCANGAN SISTEM PENGENDALI DAN MONITORING KECELAKAAN
MOBIL BERBASIS *VEHICULAR AD HOC NETWORK* (VANET)
MENGUNAKAN SENSOR *LIMIT SWITCH* DAN *ROTARY ENCODER***

***CONTROL DESIGN SYSTEM AND MONITORING CAR ACCIDENT
BASED VEHICULAR AD HOC NETWORK (VANET) USING LIMIT SWITCH SENSOR
AND ROTARY ENCODER***

Agus Virgono¹, Unang Sunarya², Siti Walidah Jauhariah³

Prodi S1 Sistem Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

¹avirgono@telkomuniversity.ac.id, ²unangsunarva@telkomuniversity.ac.id, ³sitiwalidah@students.telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Sekitar 90% kematian akibat kecelakaan di jalan terjadi di negara-negara berkembang dengan usia antara 5-44 tahun (WHO, 2011). Hal tersebut kemungkinan terjadi disebabkan karena kesalahan manusia (*human error*), struktur jalan, cuaca, dan struktur kendaraan. Oleh karena hal-hal tersebut, maka diperlukan adanya suatu teknologi baru yang berguna sebagai pemberi informasi kecelakaan agar tidak terjadi kecelakaan lalu lintas, khususnya kecelakaan beruntun. Teknologi yang sedang berkembang saat ini dan berhubungan dengan informasi kecelakaan kendaraan adalah *Vehicular Ad Hoc Network* (VANET). Dalam penelitian ini jenis kecelakaan yang di definisikan adalah jenis kecelakaan *rear-end* (*Re*); kendaraan menabrak dari belakang atau depan kendaraan lain yang bergerak searah. Tujuan dan manfaat dari penelitian ini adalah terciptanya *prototype* robot mobil yang dapat mendeteksi terjadinya kecelakaan dan sebagai pengirim informasi kecelakaan untuk mencegah terjadinya kecelakaan beruntun. Dari hasil pengujian dengan menggunakan *wireless nRF24L01*, robot mobil pertama berhasil mengirimkan informasi kecelakaan sebelum robot mobil kedua (robot mobil yang ada dibelakangnya) menabrak robot mobil pertama. Karena, delay maksimal untuk robot mobil pertama mengirimkan informasi kecelakaan adalah 600 ms dengan memperhitungkan kecepatan robot mobil kedua dan jarak antar robot mobil, yaitu dengan kecepatan mobil 60cm/s dan jarak antar kendaraan 100 cm.

Kata kunci : *Vehicular Ad Hoc Network (VANET), Rear-end, Prototype*

Abstract

About 90% of deaths from traffic accidents occur in developing countries between the ages of 5-44 years (WHO, 2011). This can happen because of human error (*human error*), the structure of the road, weather, and the structure of the vehicle. Because of these things, it is necessary to have a new technology that is useful as a conduit of information to prevent traffic accidents. The new technology at this time and associated with a vehicle accident information is *Vehicular Ad Hoc Network (VANET)*. *VANET* basic purpose is to promote communication between the vehicles so, that it can be used as a traffic information system intelligent traffic. In this study, the type of accident that is defined is the type of traffic accidents *Rear End (Re)*; the vehicle rammed from the back or in front of another vehicle in the same direction. The path of the vehicle is assumed as the highway with a one-way system. The purpose and benefits of this final project is the creation of a *prototype* robot car that can detect the occurrence of accidents and as sender of the accident information to prevent accidents. The results is the first robot car managed to send accident information prior to the second robot car (robot car in tow) robot crashed into the first car. Because, the maximum delay for the first robot car sends crash information is 600 ms by taking into account the speed of robot cars and the distance between the car robot, with the car speed 60 cm/s and distance between vehicles of 100 cm.

Keywords: *Vehicular Ad Hoc Network (VANET), Limit Switches, Rotary Encoder, rear, wireless modules nRF24L0*

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Data yang dikelurakan PBB menyebutkan pada setiap tahun sekitar 1,3 juta orang atau setiap hari sekitar 3.000 orang meninggal dunia akibat kecelakaan di jalan. Sekitar 90% kematian akibat kecelakaan di jalan terjadi di negara-negara berkembang dengan usia antara 5 – 44 tahun (WHO, 2011).

Hal tersebut kemungkinan terjadi disebabkan karena kesalahan manusia (*human error*), struktur jalan, cuaca, dan struktur kendaraan. Oleh karena hal-hal tersebut, maka diperlukan adanya suatu teknologi baru yang berguna sebagai pemberi informasi kecelakaan agar tidak terjadi kecelakaan lalu lintas, khususnya kecelakaan beruntun. Teknologi yang sedang berkembang saat ini dan berhubungan dengan informasi kecelakaan kendaraan adalah *Vehicular Ad Hoc Network* (VANET). Tujuan dasar VANET adalah untuk mendukung komunikasi antar kendaraan sehingga dapat digunakan sebagai sistem informasi trafik lalu lintas yang cerdas. Komunikasi ini dapat dilakukan langsung antar kendaraan (*vehicle to vehicle*) atau dengan adanya infrastruktur untuk berkomunikasi.

Pada penelitian Tugas Akhir ini akan dilakukan perancangan *prototype* sebuah robot mobil yang dapat mendeteksi kecelakaan kendaraan dengan menggunakan dua buah sensor *Limit Switch* dan *Rotary Encoder* atau *Optocoupler* dan pengiriman sistem informasi kecelakaan antar kendaraan menggunakan modul *wireless* NRF2401 sebagai modul sistem pengirim data kecelakaan. Dalam penelitian ini jenis kecelakaan yang di definisikan adalah jenis kecelakaan *rear-end* (*Re*); kendaraan menabrak dari belakang atau depan kendaraan lain yang bergerak searah. Sedangkan untuk jalur kendaraan di asumsikan sebagai jalan bebas hambatan (jalan tol) dengan sistem satu arah. Tujuan dan manfaat dari penelitian ini adalah terciptanya *prototype* robot mobil yang dapat mendeteksi terjadinya kecelakaan dan sebagai pengirim informasi kecelakaan untuk mencegah terjadinya kecelakaan beruntun.

1.2. Tujuan

Tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah :

1. Merancang dan mengimplementasi robot mobil dengan menggunakan sensor *limit switch* sebagai sensor yang mendeteksi terjadinya jenis kecelakaan tabrak depan dan belakang (*Rear End*).
2. Melakukan implementasi pengiriman data kecelakaan robot mobil berupa informasi kecelakaan dengan menggunakan *wireless*

nRF24L01 dengan tujuan agar tidak terjadi tabrakan beruntun.

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Jenis robot mobil yang digunakan adalah robot *chassis* 2WD dengan menggunakan dua buah robot mobil.
2. Mikrokontroler yang digunakan adalah modul *Arduino Uno* dan *Motor Driver* L298 dengan modul *wireless* NRF24L01.
3. Dalam Tugas Akhir ini sensor *Limit Switch* dan *Rotary Encoder/Optocoupler* hanya digunakan pada satu mobil sebagai asumsi robot mobil yang mengalami kecelakaan dan pengirim data kecelakaan.
4. Karena tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah untuk menghindari terjadinya kecelakaan beruntun, maka salah satu robot mobil diharuskan mengalami kecelakaan sesuai dengan skenario yang telah ditetapkan.
5. Kecelakaan hanya diasumsikan sebagai kecelakaan dalam satu jalur (jalur searah) dengan batas maksimal jarak 1 kilometer.
6. Jenis kecelakaan pada robot mobil hanya didefinisikan sebagai jenis kecelakaan *rear-end* (*Re*); jenis kecelakaan pada kendaraan yang menabrak dari belakang atau depan kendaraan lain yang bergerak searah.
7. Kecepatan pada *prototype* robot mobil dirancang sebagai kecepatan dengan gerak lurus beraturan, tidak adanya perubahan kecepatan pada robot mobil yang mengalami kecelakaan.
8. Tidak memperhatikan gangguan dari luar sistem transportasi mobil.

1.4. Metoda Penelitian

Langkah yang dilakukan dalam proses pengerjaan Tugas Akhir adalah :

1. Studi Literatur
Mencari dan mengumpulkan berbagai referensi dari buku, jurnal, artikel, halaman *web* resmi dan sumber lain yang berhubungan dengan judul penelitian Tugas Akhir.
2. Perancangan
Merancang desain dan merealisasikan robot mobil untuk mendeteksi terjadinya kecelakaan dan pengiriman informasi kecelakaan.
3. Pengujian
Melakukan pengujian terhadap robot mobil yang telah dibuat pada sistem yang telah ditentukan. Dan pengujian maksimal dan minimal *delay* pengirim informasi kecelakaan.

4. Analisis

Menganalisa hasil pengujian yang telah ditentukan yaitu menganalisa minimal dan maksimal *delay* pengirim informasi kecelakaan serta maksimal jarak pengiriman data kecelakaan.

5. Keluaran yang Diharapkan

Keluaran yang diharapkan adalah robot mobil dapat mendeteksi terjadinya kecelakaan serta mengirim informasi kecelakaan sekaligus mengambil kesimpulan dari hasil pengujian.

2. Dasar Teori

2.1. Robot Mobil Roda Tiga (*Robot Car Chassis Three Wheels*)

Robot mobil roda tiga adalah *prototype* robot mobil yang dirancang agar dapat mendeteksi kecelakaan dan dapat mengirim informasi kecelakaan. Dengan struktur mekanik robot mobil yang sudah sesuai dengan perancangan alat-alat pendukung penelitian Tugas Akhir, seperti penempatan *rotary encoder/ optocoupler, limit switch*, dan *hardware* lainnya. Ukuran dari robot mobil adalah 22 cm x 14 cm x 10 cm. Dan skala perbandingan pada mobil sebenarnya yakni 1:14 dengan berat 400 gram. Robot mobil memiliki tiga roda, dengan spesifikasi dua roda yang bersifat aktif dan satu roda belakang yang bersifat pasif. Catu daya yang digunakan pada motor adalah 3V – 6V.

2.2. Sensor *Limit Switch*

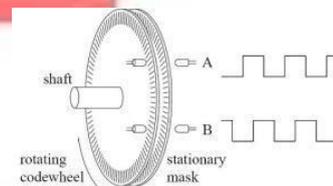
Limit switch merupakan jenis saklar yang dilengkapi dengan katup yang berfungsi menggantikan tombol. Prinsip kerja limit switch sama seperti saklar Push ON yaitu hanya akan menghubungkan pada saat katupnya ditekan pada batas penekanan tertentu yang telah ditentukan dan akan memutus saat katup tidak ditekan. Limit switch termasuk dalam kategori sensor mekanis yaitu sensor yang akan memberikan perubahan elektrik saat terjadi perubahan mekanik pada sensor tersebut. Penerapan dari limit switch adalah sebagai sensor posisi suatu benda (objek) yang bergerak.

Prinsip kerja *limit switch* diaktifkan dengan penekanan pada tombolnya pada batas/daerah yang telah ditentukan sebelumnya sehingga terjadi pemutusan atau penghubungan rangkaian dari rangkaian tersebut. *Limit switch* memiliki dua kontak yaitu NO (*Normally Open*) dan kontak NC (*Normally Close*) dimana salah satu kontak akan aktif jika tombolnya tertekan. Konstruksi dan simbol *limit switch* dapat dilihat seperti gambar di bawah.

2.3. Sensor *Rotary Encoder*

Incremental encoder terdiri dari dua track atau single track dan dua sensor yang disebut channel A

dan B. Ketika poros berputar, deretan pulsa akan muncul di masing-masing channel pada frekuensi yang proporsional dengan kecepatan putar sedangkan hubungan fasa antara channel A dan B menghasilkan arah putaran. Dengan menghitung jumlah pulsa yang terjadi terhadap resolusi piringan maka putaran dapat diukur. Untuk mengetahui arah putaran, dengan mengetahui channel mana yang leading terhadap channel satunya dapat kita tentukan arah putaran yang terjadi karena kedua channel tersebut akan selalu berbeda fasa seperempat putaran (*quadrature signal*). Seringkali terdapat output channel ketiga, disebut INDEX, yang menghasilkan satu pulsa per putaran berguna untuk menghitung jumlah putaran yang terjadi.



Gambar 2.1. Incremental Rotary Encoder

2.3. Arduino Uno

Arduino Uno merupakan *board mikrokontroler* yang menggunakan ATmega328 sebagai otaknya. Arduino memiliki 14 digital input / output pin (6 dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, 16 MHz resonator keramik, koneksi USB, jack listrik, header ICSP, dan tombol reset. Uno berbeda dari semua papan sebelumnya dalam hal itu tidak menggunakan chip driver FTDI USB-to-serial. Arduino Uno memiliki kompatibilitas terhadap berbagai shield tambahan baik shield keluaran asli dari arduino, atau buatan pabrikan lainnya. Arduino Uno dapat menggunakan catuan dari baterai atau langsung dari port USB.

2.4. Motor Driver

Kegunaan dari driver motor adalah untuk mengatur kecepatan robot mobil. Driver motor yang digunakan adalah chip driver motor L298N. Driver motor dengan jenis ini memungkinkan untuk menggerakkan dua DC motor secara bersamaan, dengan keluaran arus sebesar 2A.

Konfigurasi Pin kontrol dari driver motor dfrobot ini adalah sebagai berikut :

- a. M1, M2 : Motor Signal Pin
- b. E1, E2 : Motor Enable Pin (PWM Kontrol)

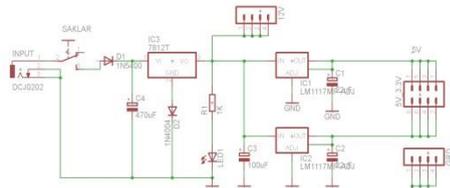
Pada Motor Signal Pin jika diberi logika 0, maka motor akan berputar arah maju, jika diberi logika 1 maka motor akan berputar arah mundur.

2.5. Modul Wireless NRF24L01

Modul Wireless NRF24L01 adalah sebuah modul komunikasi jarak jauh yang memanfaatkan pita gelombang RF 2.4GHz ISM (Industrial,

Scientific and Medical). Modul ini menggunakan antarmuka SPI untuk berkomunikasi. Tegangan kerja dari modul ini adalah 3V DC. NRF24L01 memiliki baseband logic Enhanced ShockBurst™ hardware protocol accelerator yang support “high-speed SPI interface for the application controller”. NRF24L01 memiliki true ULP solution, yang memungkinkan daya tahan baterai berbulan-bulan hingga bertahun-tahun.

2.6. Catu Daya



Gambar 2.2 Catu Daya

Catu daya adalah suatu alat atau perangkat elektronik yang berfungsi untuk merubah arus AC menjadi arus DC untuk memberi daya suatu perangkat keras lainnya. Pada perubahan daya terdapat empat jenis proses yang telah dikenal yaitu sistem pengubahan daya AC ke DC, DC ke DC, DC ke AC, dan AC ke AC. Masing-masing sistem pengubahan memiliki keunikan aplikasi tersendiri, tetapi ada dua yang implementasinya kemudian berkembang pesat dan luas yaitu sistem pengubahan AC ke DC (DC catu daya) dan DC ke DC (DC-DC converter). Pada prinsipnya output tegangan rangkaian catu daya tergantung dari tipe IC Voltage regulator yang digunakan. Jika suatu rangkaian membutuhkan tegangan output dengan polaritas positif terhadap ground maka IC Vreg yang digunakan adalah type IC 78xx. dan jika diinginkan output tegangan berpolaritas negatif terhadap ground, Type IC Vreg yang digunakan adalah type IC 79xx.

Daftar komponen yang digunakan untuk catu daya adalah :

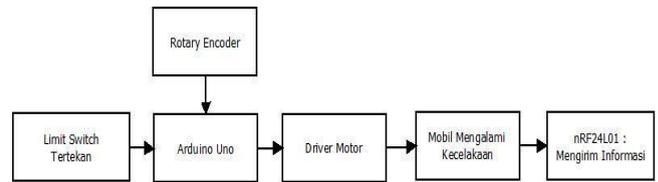
- IC1 = IC LM1117 5V
- IC2 = IC LM1117 3.3V
- IC3 = IC 7812T
- R1 = Resistor 1 K
- D1 = Dioda 1N5004
- D2 = Dioda 1N4004
- C3 = Kapasitor 100 uF
- C1 dan C2 = Kapasitor 22 uF

3. Pembahasan

3.1. Deskripsi Umum Sistem

Pada sistem *prototype* robot mobil deteksi kecelakaan dirancang dengan menggunakan dua buah robot mobil roda tiga, mobil pertama dirancang untuk dapat mendeteksi terjadinya kecelakaan, dengan memasang dua buah jenis sensor yang sesuai dengan jenis kecelakaan *Rear-end* (Re), yaitu jenis kecelakaan yang menabrak dari arah depan atau

belakang pada kendaraan yang bergerak secara searah. Sedangkan mobil kedua dirancang untuk menerima informasi terjadinya kecelakaan. Berikut ini merupakan blok diagram dari perancangan system:



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

Desain mekanis pada *prototype* robot mobil adalah robot mobil dipasang sensor *limit switch* dan *optocoupler*. Sensor *limit switch* yang dipasang pada robot mobil sebanyak empat masing-masing tiga *limit switch* dipasang pada bagian depan robot mobil dan satu buah *limit switch* dipasang satu buah *limit switch*, digunakan untuk membaca data kecelakaan pada robot mobil. Selain *limit switch*, *optocoupler* juga digunakan untuk membaca jarak yang telah ditempuh oleh robot mobil untuk kemudian digunakan sebagai data kirim robot mobil saat terjadi kecelakaan. Robot mobil menggunakan Arduino Uno sebagai kontroler utama pada sistem.

Berikut merupakan sistem kerja robot mobil:

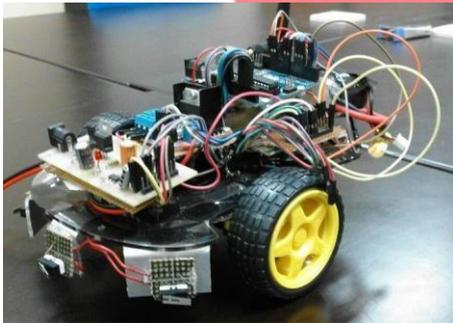
1. Robot mobil pertama berjalan searah dengan mobil kedua. Pada lintasan lurus dan searah, dengan memperhitungkan jarak mobil pertama dengan mobil kedua.
2. Robot mobil pertama akan diasumsikan mengalami kecelakaan *rear-end* (Re), mobil pertama mengalami benturan (tekanan) yang dibaca oleh sensor *limit switch*.
3. *Optocoupler* akan membaca jarak yang telah ditempuh oleh robot mobil.
4. Arduino Uno menjadi kontroler utama pada robot mobil. Arduino Uno akan mengolah data dari masukan sensor *limit switch* yaitu 0 dan 1; 0 adalah kondisi dimana *limit switch* tertekan dan 1 adalah kondisi dimana *limit switch* tidak tertekan.
5. Driver motor akan mengontrol dua buah motor DC sesuai dengan yang diberikan oleh Arduino Uno. Driver motor juga memberikan supply daya ke motor DC. Power supply di dapat dari baterai Lipo 7.4 V agar motor dapat berputar.
6. Ketika *limit switch* tertekan maka robot mobil diasumsikan mengalami kecelakaan, dan robot mobil akan berhenti.
7. *Wireless* NRF24L01 kemudian mengirim informasi kecelakaan kepada mobil kedua. Data yang dikirim adalah berupa peringatan

kecelakaan serta jarak yang ditempuh oleh kendaraan.

8. Robot mobil kedua akan mendapatkan informasi data kecelakaan berupa informasi jarak.

3.2. Desain dan Realisasi Sistem Mekanik

Robot mobil roda tiga memiliki berat 800 gram, dan robot mobil roda ini memiliki sistem dua buah roda penggerak yang terdapat pada tengah bagian robot mobil, roda ini memiliki sifat penggerak aktif, dan satu roda dibelakang dengan sistem gerak pasif. Pada bagian badan mobil, komponen *hardware* dapat diletakkan diatas badan *acrylic* untuk menempatkan komponen dan baterai.



Gambar 3.2. Realisasi Robot Mobil Pendeteksi Kecelakaan

3.3. Desain dan Implementasi Perangkat Keras

a. Arduino Uno

Perangkat Arduino yang digunakan pada robot mobil roda tiga adalah jenis Arduino Uno tipe R3. Arduino Uno menjadi perangkat utama (otak) dari semua input atau output perangkat yang digunakan dalam sistem kecelakaan robot mobil ini. Arduino Uno terhubung dengan driver motor dan catu daya. Sedangkan power yang digunakan oleh Arduino Uno diambil dari baterai Lipo yang telah diturunkan tegangannya oleh catu daya.

b. Motor DC / Driver Motor

Motor DC atau Driver Motor yang digunakan untuk sistem ini adalah modul L298 dan H- bridge Mosfet. Pemilihan Driver Motor ini karena driver ini mampu menangani beban hingga 4A pada tegangan 6V – 46V. Input dari motor driver ini berupa baterai Lipo 7.4 Volt untuk mensupply motor. Tegangan yang bekerja bisa mencapai 12V, tapi penggunaan tegangan pada sistem ini hanya menggunakan maksimal 7.4V.

c. Sensor Limit Switch

Sensor Limit Switch yang digunakan adalah *limit switch* dengan tipe KW5-OZ-11405L25. Sensor ini adalah input dari sistem dengan nilai analog ke Arduino yang

digunakan untuk mendeteksi kecelakaan pada robot mobil. Input dari *limit switch* berupa nilai 0 dan 1. Sensor ini dipasang pada robot mobil dengan jumlah empat sensor; tiga sensor pada bagian depan dan satu sensor pada bagian belakang.

d. Modul Wireless nRF24L01

Modul Wireless nRF24L01 adalah sebuah modul komunikasi jarak jauh yang memanfaatkan pita gelombang RF 2.4GHz ISM (Industrial, Scientific and Medical). Modul ini menggunakan antarmuka SPI untuk berkomunikasi. Tegangan kerja dari modul ini adalah 3V DC.

e. Rotary Encoder

Rotary encoder atau juga disebut encoder poros, adalah perangkat elektromekanis yang mengubah sudut posisi atau gerakan poros atau poros ke kode analog atau digital. *Rotary encoder* yang digunakan adalah tipe EC12 series.

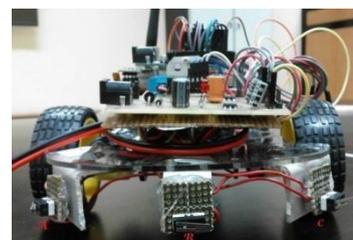
f. Catu Daya

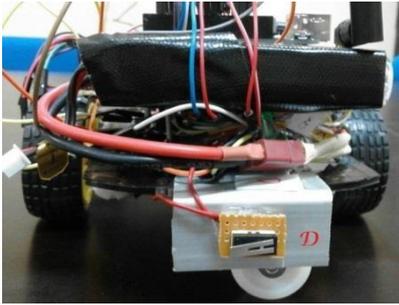
Catu daya adalah suatu alat atau perangkat elektronik yang berfungsi untuk merubah arus AC menjadi arus DC untuk memberi daya suatu perangkat keras lainnya. Daftar komponen yang digunakan untuk catu daya adalah :

- IC1 = IC LM1117 5V
- IC2 = IC LM1117 3.3V
- IC3 = IC 7812T
- R1 = Resistor 1 K
- D1 = Dioda 1N5004
- D2 = Dioda 1N4004
- C3 = Kapasitor 100 uF
- C1 dan C2 = Kapasitor 22 uF

3.4. Perancangan dan Implementasi Sensor Limit Switch

Perancangan sensor *limit switch* meliputi perancangan sensor untuk membaca input masukan yang akan diartikan sebagai data input kecelakaan. Tiga buah sensor *limit switch* dipasang pada bagian depan yang diasumsikan bahwa kendaraan mengalami kecelakaan tabrak depan, dan satu buah sensor *limit switch* yang dipasang pada bagian belakang yang diasumsikan bahwa kendaraan mengalami kecelakaan tabrak belakang.





Gambar 3.3. Pemasangan Sensor *Limit Switch* Pada Robot Mobil

Bagian pin pada sensor *limit switch* terhubung ke bagian ADC pada Arduino Uno. Berikut merupakan bagian konfigurasi pin Arduino untuk sensor *limit switch* :

- Sensor A : Terhubung ke pin ADC A0 pada Arduino Uno
- Sensor B : Terhubung ke pin ADC A1 pada Arduino Uno
- Sensor C : Terhubung ke pin ADC A2 pada Arduino Uno
- Sensor D : Terhubung ke pin ADC A3 pada Arduino Uno

4.1. Pengujian Sensor Limit Switch

Untuk mengetahui apakah *limit switch* telah bekerja sesuai dengan yang diinginkan maka dilakukan pengujian terhadap sensor *limit switch*. Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan rangkaian seperti diagram blok yang ditunjukkan dalam Gambar 4.1 berikut. *Supply* berfungsi untuk masukan tegangan *limit switch*. *Limit switch* akan berada di dalam dua kondisi yaitu saat tertekan dan saat tidak tertekan, jika tertekan maka tegangan keluaran dari sensor adalah 0 V, jika tidak tertekan maka tegangan keluaran adalah 4,87 V. Multimeter berfungsi untuk mengukur tegangan yang keluar dari sensor *limit switch*.

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, dapat diketahui bahwa sensor *limit switch* dapat meneruskan tegangan *supply* saat tidak aktif dan tidak meneruskan tegangan *supply* saat aktif, hal ini karena sensor *limit switch* yang digunakan adalah sensor *limit switch* aktif *low* atau memiliki tegangan 0 V saat aktif. Dari pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa sensor *limit switch* dapat bekerja dengan baik.

4.2. Pengujian *wireless* nRF24L01

Pengujian pada *wireless* nRF24L01 dilakukan untuk mengetahui pada jarak berapa *wireless* nRF24L01 masih dapat melakukan pengiriman data. Pengujian dilakukan dengan cara mengubah jarak antar *wireless* nRF24L01 dengan jarak dari 100 cm sampai dengan 3000 cm, berikut merupakan hasil dari pengujian *wireless* nRF24L01 :

Dari pengujian pada *wireless* nRF24L01 maka analisis yang diambil adalah bahwa jarak mempengaruhi proses pengiriman data. Semakin jauh jarak antar *wireless* nRF24L01 maka kemungkinan *wireless* tidak dapat terkirim menjadi lebih besar. Pada pengujian ini, jarak antara *wireless* satu dengan *wireless* yang lain ditetapkan untuk proses pengiriman data kecelakaan adalah 100 cm sampai 1000 cm.

Tabel 4.1. Pengujian nRF24L01

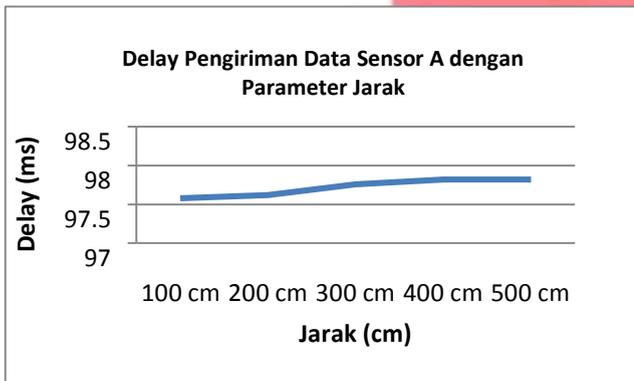
| Pengujian ke- | Jarak antar <i>wireless</i> nRF24L01 (cm) | Keterangan |
|---------------|---|---------------|
| 1 | 500 | Data Terkirim |
| 2 | 1000 | Data Terkirim |
| 3 | 1500 | Data Terkirim |
| 4 | 2000 | Data Terkirim |
| 5 | 2500 | Data Terkirim |
| 6 | 3000 | Data Terkirim |

4.3. Pengujian Delay Pengiriman dan Penerima Data pada Robot Mobil dengan Parameter Jarak

Pengujian delay kirim dan terima data dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui waktu rata-rata yang diperlukan robot mobil untuk mengirim informasi kecelakaan dan menerima informasi tersebut. Pengujian delay dilakukan pada skenario jarak antar robot mobil yang berbeda, yakni 100 cm sampai 500 cm dengan pengujian dilakukan oleh masing-masing sensor *limit switch* A, B, C, dan D sebanyak 10 kali. Data pengiriman akan mulai dikirim delaynya jika sensor *limit switch* tertekan untuk asumsi mobil mengalami kecelakaan dan mengirim informasi kecelakaan. Kecepatan kedua robot mobil diasumsikan sebagai kecepatan yang konstan sesuai dengan pengaturan kecepatan dan pengujian yang telah dilakukan pada robot mobil. Pengujian

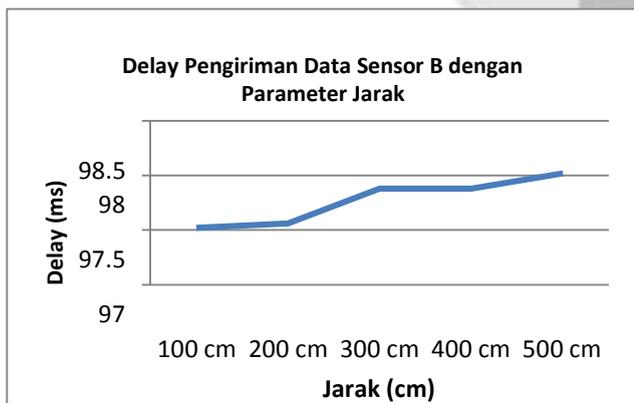
dilakukan pada keempat *limit switch* yang telah dipasang dan dilakukan sebanyak sepuluh kali.

Dari hasil pengujian pengiriman data kecelakaan pada sensor A terdapat maksimal delay pada masing-masing jarak, yaitu delay maksimal pada jarak 100 cm yaitu 98 ms, sedangkan delay maksimal pada jarak 200 cm sampai 500 cm yaitu 120 ms. Rata-rata delay pada jarak 100 cm adalah 97.6 ms sedangkan rata-rata delay pada jarak 200 cm sampai 500 cm adalah 102 ms.



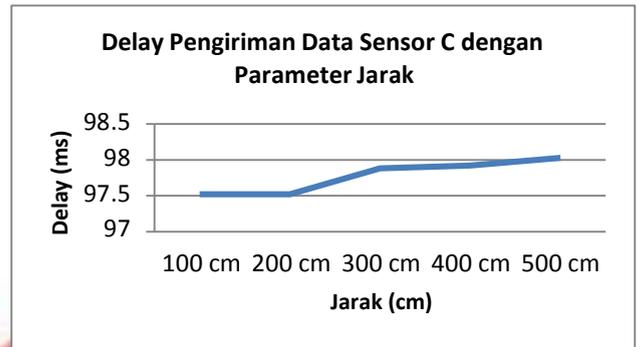
Gambar 3.4. Grafik Pengujian Informasi Kecelakaan pada Sensor A

Dari hasil pengujian pengiriman data kecelakaan pada sensor B terdapat maksimal delay pada masing-masing jarak, yaitu delay maksimal pada jarak 100 cm yaitu 100 ms, sedangkan delay maksimal pada jarak 200 cm sampai 500 cm yaitu 120 ms. Rata-rata delay pada jarak 100 cm adalah 97.6 ms sedangkan rata-rata delay pada jarak 200 cm sampai 500 cm adalah 102 ms.



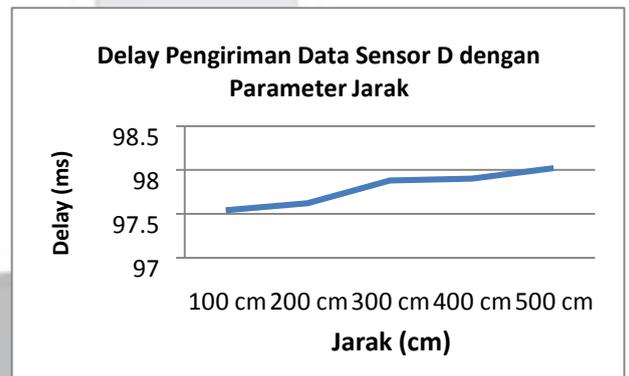
Gambar 3.5. Grafik Pengujian Informasi Kecelakaan pada Sensor B

Dari hasil pengujian pengiriman data kecelakaan pada sensor C terdapat maksimal delay pada masing-masing jarak, yaitu delay maksimal pada jarak 100 cm yaitu 100 ms, sedangkan delay maksimal pada jarak 200 cm sampai 500 cm yaitu 120 ms. Rata-rata delay pada jarak 100 cm adalah 97.7 ms sedangkan rata-rata delay pada jarak 200 cm sampai 500 cm adalah 102 ms.



Gambar 3.6. Grafik Pengujian Informasi Kecelakaan pada Sensor C

Dari hasil pengujian pengiriman data kecelakaan pada sensor D terdapat maksimal delay pada masing-masing jarak, yaitu delay maksimal pada jarak 100 cm yaitu 100 ms, sedangkan delay maksimal pada jarak 200 cm sampai 500 cm yaitu 120 ms. Rata-rata delay pada jarak 100 cm adalah 97.5 ms sedangkan rata-rata delay pada jarak 200 cm sampai 500 cm adalah 102 ms.



Gambar 3.7. Grafik Pengujian Informasi Kecelakaan pada Sensor D

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Sensor *limit switch* dapat bekerja 100% dengan baik. *Limit switch* yang dipasang pada robot mobil pertama berhasil mendeteksi jenis kecelakaan dengan baik. Karena pemilihan sensor didasarkan kepada jenis kecelakaan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu jenis kecelakaan *rear-end (re)*; jenis tabrak depan dan belakang pada kendaraan.
2. Robot mobil pertama dapat mengirim informasi kecelakaan dengan rata-rata delay 98.7 ms, dengan maksimal delay 120 ms pada jarak 100 cm antar robot mobil. Robot mobil kedua dapat menempuh jarak 30 cm dalam waktu satu detik

(30cm/s). Dari hasil pengujian, robot mobil pertama berhasil mengirimkan informasi kecelakaan sebelum robot mobil kedua (robot mobil yang ada dibelakangnya) menabrak robot mobil pertama. Karena, delay maksimal untuk robot mobil pertama mengirimkan informasi kecelakaan adalah 800 ms dengan memperhitungkan kecepatan robot mobil kedua dan jarak antar robot mobil, yaitu dengan kecepatan mobil 30cm/s dan jarak antar kendaraan 100 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] "*Limit Switch dan Saklar Push On*". Elektronika Dasar. 10 Juli 2012. Web. 04 Agustus 2015. <<http://elektronika-dasar.web.id/limit-switch-dan-saklar-push-on/>>
- [2] "*Over View Arduino Uno*". Arduino Uno. Web. 16 April 2015. <www.arduino.cc>
- [3] "*nRF24L01 Module and Datasheet*". Modul Wireless. 24 April 2015. Web. 20 Oktober 2015. <<http://lapantech.com/NRF24L01-PA-LNA-Wireless-Module>>
- [4] "*Rotary Encoder*". Pengenalan Rotary Encoder. 07 April 2014. Web. 06 Oktober 2015. <<http://www.geyosoft.com/2014/rotary-encoder>>
- [5] Sherali Zeadally, Ray Hunt, Yuh-Shyan Chen, Angela Irwin, Aamir Hassan. *Vehicular ad hoc networks (VANETS): status, results, and challenges*. 2010.
- [6] Nanok Adi Saputra¹, M. Zen Samson Hadi, Taufiqqurahman. Aplikasi Vehicular Adhoc Network Untuk Monitoring Kecelakaan Mobil di Jalan Raya. Surabaya.
- [7] Tsukasa.Watanabe¹, Hiroyuki.Fujimoto¹, Tadashi.Masuda², "Self-Calibratable Rotary Encoder", 2005
- [8] Borenstein, J; Everett, H. R. and Feng, L, Contributing authors: S. W. Lee and R. H. Byrne, "Where am I ? Sensors and Methods for Robot Positioning", Michigan, 1996.
- [9] Wiley, John. 2010. VANET: Vehicular Applications and Inter-Networking Technologies Hannes Hartenstein and Kenneth P Laberteaux