

SIMULASI Pengereman *EMERGENCY* PADA KERETA API MELEWATI SINYAL BERINDIKASI BERHENTI BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO

(Simulation Of Emergency Braking On The Train Pass The Indicated Stop Signal Based On The Arduino Uno Microcontroller)

Sigit Harjanto¹, Endah Fitriani²
Fakultas Teknik, Universitas BinaDarma Palembang
Jalan Jendral Ahmad Yani No.12 Palembang
Sur-el : sigit165@gmail.com, endahfitriani@binadarma.ac.id

Abstract: *The emergency braking simulation on train passes to indicated stop signal based on the arduino uno microcontroller. The main signal installed of laser transmitter sensors and laser receivers as a train detector passes through the main signal, if the train passes the indicated signal to run then the train can pass through the signal at normal speed or according to the procedure. But if the train "passes" the indicated stop signal then the train will be automatically stopped by the sensor contained in the main signal which has been coupled with the relay driver to the power system on the train facilities. It is regulated on a selector (switch), a speed regulator with a potentiometer, a digital voltmeter for the interface, an lcd as the viewer of the incident is happening and a buzzer as a warning siren. A system is useful for improving safety and security on train travel*

Keyword : *Arduino Uno 328p Microcontroller, Laser Transmitter, Laser Receiver, LCD, Buzzer, Train, stop, emergency, braking,*

Abstrak: Simulasi Pengereman *Emergency* Pada Kereta Api Melewati Sinyal Berindikasi Berhenti Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. Pada sinyal utama di pasang sensor laser transmitter dan laser receiver sebagai pendeteksi kereta api yang melewati sinyal utama, jika kereta api melewati sinyal berindikasi berjalan maka kereta api dapat melewati sinyal tersebut dengan kecepatan normal atau sesuai prosedur. Namun jika kereta api 'melewati' sinyal yang berindikasi berhenti. Maka kereta api akan diberhentikan otomatis oleh sensor yang terdapat pada sinyal utama. Yang telah dirangkaikan dengan driver relay ke sistem tenaga pada sarana kereta api. Diatur melalui selektor (switch), pengatur kecepatan dengan potensiometer, voltmeter digital untuk antarmuka, LCD sebagai penampil insiden yang sedang terjadi dan buzzer sebagai sirine peringatan. Sebuah sistem yang berguna untuk meningkatkan keselamatan dan keamanan dalam perjalanan kereta api.

Kata kunci : *Mikrokontroler Arduino Uno 328p, Sensor Laser Transmitter, Sensor Laser Receiver , LCD, Buzzer, kereta api , berhenti, emergency, pengereman*

1. PENDAHULUAN

Kereta Api adalah sarana perkeretaapian dengan tenaga gerak, baik berjalan sendiri maupun dirangkaikan dengan sarana perkeretaapian lainnya, yang akan ataupun sedang bergerak di jalan rel yang terkait dengan perjalanan kereta api (peraturan dinas 16A jilid 1). Jenis kereta api yang dirancang untuk tujuan tertentu bisa

terdiri dari kombinasi satu atau lebih dari lokomotif dan gerbong kereta terpasang, atau beberapa unit yang digerakkan sendiri.

Semakin berkembangnya zaman maka angkutan moda transportasi masal kereta api sangat diminati masyarakat karena mampu menempuh jarak tempuh yang jauh dengan waktu yang relatif singkat, untuk itulah sistem keamanan dan pelayanan pada sarana dan prasarana kereta api terus ditingkatkan.

Terlebih lagi saat akan melewati sinyal berindikasi berhenti atau Semboyan 7, maka seorang masinis harus bisa memberhentikan Kereta Api nya di depan sinyal tersebut. Semboyan 7 adalah posisi dimana sinyal kereta api dalam kondisi tidak aman untuk dilalui kereta api. Saat ini penggunaan Arduino sudah banyak dikenal di kalangan mahasiswa dan teknisi, dikarenakan kemajuan ilmu komputer yang sudah merambah pada setiap bagian dari bidang profesi manusia. Arduino adalah nama keluarga papan mikrokontroler yang awalnya dibuat oleh perusahaan *Smart Project* (Abdul Kadir, 2015). Pengaplikasian Arduino pada sistem pengereman *emergency* di kereta api membuat pengereman secara otomatis bekerja sendiri dengan penggabungan sensor dan sistem yang tidak begitu rumit sehingga menciptakan suatu sistem pelayanan dan keamanan kereta api yang tinggi. Pada pembahasan tugas akhir ini membahas mengenai system pengereman *Emergency*, yaitu suatu mekanisme pengoperasian udara yang keluar pada *brake pipe* lebih cepat sehingga penurunan tekanan udaranya pun menjadi lebih cepat dan membuat pengereman lebih cepat, sebagai langkah untuk meminimalisir tingkat kesalahan dari sumber daya manusia (masinis) dan upaya dalam meningkatkan sistem keamanan dan pelayanan,

Berdasarkan dari latar belakang di atas maka dapat di ambil suatu rumusan masalah, yaitu: bagaimana membuat simulasi sistem pengereman *emergency* pada kereta api saat melewati sinyal yang berindikasi tidak aman

atau berhenti Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno

Untuk penulisan menjadi terarah, penulis membatasi masalah yang akan dibahas hanya pada simulasi pengereman *emergency*, sensor, komponen dan alat pada kereta api melewati sinyal berindikasi berhenti berbasis mikrokontroler arduino uno

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Prasarana Kereta Api

Persinyalan kereta api merupakan seperangkat fasilitas yang berfungsi untuk memberikan isyarat berupa bentuk, warna atau cahaya yang ditempatkan pada suatu tempat tertentu dan memberikan isyarat dengan arti tertentu untuk mengatur dan mengontrol pengoperasian kereta api oleh Masinis Kereta Api .



(Sumber :https://upload.wikimedia.org/wikipedia/id/thumb/1/10/Semboyan_KA-07.JPG/220px-Semboyan_KA-07.JPG)

Gambar 1. Sinyal keluar Mekanik Semboyan 7

2.2 Sarana Kereta Api

Lokomotif adalah bagian dari rangkaian kereta api di mana terdapat mesin untuk menggerakkan kereta api. Biasanya lokomotif terletak paling depan dari

rangkaian kereta api. Operator dari lokomotif disebut masinis. Masinis menjalankan kereta api berdasarkan perintah dari pusat pengendali perjalanan kereta api melalui sinyal yang terletak di pinggir jalur rel. Jenis lokomotif berdasarkan mesin :

- a) Lokomotif uap. Merupakan cikal bakal mesin kereta api. Uap yang dihasilkan dari pemanasan air yang terletak di ketel uap digunakan untuk menggerakkan torak atau turbin dan selanjutnya disalurkan ke roda. Bahan bakarnya biasanya dari kayu bakar atau batu bara.
- b) Lokomotif diesel mekanis. Menggunakan mesin diesel sebagai sumber tenaga yang kemudian ditransfer ke roda melalui transmisi mekanis. Lokomotif ini biasanya bertenaga kecil dan sangat jarang karena keterbatasan kemampuan dari transmisi mekanis untuk dapat mentransfer daya.
- c) Lokomotif diesel elektrik. Pada Lokomotif ini Mesin diesel dipakai untuk memutar generator agar mendapatkan energi listrik. Listrik tersebut dipakai untuk menggerakkan motor listrik besar yang langsung menggerakkan roda.
- d) Lokomotif diesel hidraulik. Lokomotif ini menggunakan tenaga mesin diesel untuk memompa oli dan selanjutnya disalurkan ke perangkat hidraulik untuk menggerakkan roda. Lokomotif ini tidak sepopuler lokomotif diesel elektrik karena perawatan dan kemungkinan terjadi problem besar.
- e) Lokomotif listrik. Lokomotif ini adalah lokomotif yang paling populer. Prinsip

kerjanya hampir sama dengan lokomotif diesel elektrik, tetapi tidak menghasilkan listrik sendiri. Listriknnya diperoleh dari kabel transmisi di atas jalur kereta api. Jangkauan lokomotif ini terbatas hanya pada jalur yang tersedia jaringan transmisi listrik penyuplai tenaga.



(Sumber : http://3.bp.blogspot.com/-9okjCdeujdA/UXI8OI4yM9I/Bz02-WO28bE/s1600/IMG_3464.JPG)

Gambar 2. Lokomotif CC 206

2.3 Catu Daya

Secara umum istilah catu daya (*power supply*) biasanya berarti suatu sistem penyearah *filter (rectifier)*, dimana rangkaian ini mengubah tegangan bolak-balik yang berasal dari tegangan sumber PLN menjadi tegangan searah yang murni. Agar tegangan keluaran catu daya (*power supply*) lebih stabil, dapat digunakan suatu komponen IC yang disebut dengan IC regulator, misalnya LM 78XX. Hal ini memungkinkan keluaran DC catu daya (*power supply*) dapat dibentuk sesuai kebutuhan.

2.3.1 Transformator

Transformator adalah alat listrik yang dapat menaikkan atau menurunkan tegangan listrik AC dari satu atau lebih rangkaian ke rangkaian listrik yang lain, melalui suatu

gandengan magnet dan berdasarkan prinsip listrik induksi elektromagnet. Prinsip induksi elektromagnetis yaitu dimana perbandingan tegangan antara sisi primer dan sisi sekunder berbanding lurus dengan perbandingan jumlah lilitan dan berbanding terbalik dengan perbandingan arusnya. (Mike Tooley, 2002) Dibawah ini fisik transformator.



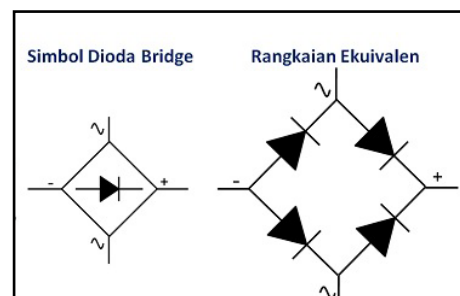
(Sumber : <https://robu.in/product/adjustable-transformator/> diakses tgl. 11/07/2018)

Gambar 3 Bentuk Fisik Transformator

Transformator terdiri dari 3 komponen pokok yaitu : kumparan pertama (primer) yang bertindak sebagai *input*, kumparan kedua (sekunder) yang bertindak sebagai *output*, dan inti besi yang berfungsi untuk memperkuat medan magnet yang dihasilkan. Prinsip kerja suatu transformator adalah ketika kumparan primer dihubungkan dengan sumber tegangan bolak-balik, perubahan arus listrik pada kumparan primer menimbulkan medan magnet yang berubah. Medan magnet yang berubah diperkuat oleh adanya inti besi dan dihantarkan inti besi ke kumparan sekunder, sehingga pada ujung-ujung kumparan sekunder akan timbul ggl induksi. Efek ini dinamakan induktansi timbal-balik (*mutual inductance*).

2.3.2 Dioda Bridge

Dioda Bridge (*Bridge Diode*) atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan Dioda Jembatan adalah jenis dioda yang berfungsi sebagai penyearah arus bolak-balik (*Alternating Current/AC*) menjadi arus searah (*Direct Current/DC*). Dioda Bridge pada dasarnya merupakan susunan dari empat buah Dioda yang dirangkai dalam konfigurasi rangkaian jembatan (*bridge*) yang dikemas menjadi satu perangkat komponen yang berkaki empat. Dua kaki Terminal dipergunakan sebagai Input untuk tegangan/arus listrik AC (bolak balik) sedangkan dua kaki terminalnya lagi adalah terminal Output yaitu Terminal Output Positif (+) dan Terminal Output Negatif (-). (Mike Tooley, 2002)



(Sumber : Febriadi Santosa : 2013)

Gambar 4 Simbol dan Rangkaian Ekuivalen Dioda Bridge

3.5 Arduino Uno

Arduino Uno R3 merupakan papan sirkuit berbasis mikrokontroler Atmega328. IC (integrated circuit) ini memiliki 14 input/output digital (6 output untuk PWM), 6 analog input, resonator kristal keramik 16 MHz, Koneksi USB, soket adaptor, pin header ICSP, dan tombol reset. Hal inilah yang dibutuhkan untuk mensupport

mikrokontrol secara mudah terhubung dengan kabel power USB atau kabel power supply adaptor AC ke DC atau juga battery. Arduino Uno R3 memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lainnya. Atmega328 menyediakan UART TTL (5V) untuk komunikasi serial, yang tersedia di pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah Atmega8U2 sebagai saluran komunikasi serial melalui USB dan sebagai port virtual com untuk perangkat lunak pada komputer. Firmware "8 U2 22 menggunakan driver USB standar COM, dan tidak ada driver eksternal yang diperlukan. Perangkat lunak Arduino terdapat monitor serial yang memungkinkan digunakan memonitor data tekstual sederhana yang akan di kirim melalui chip USB-to-serial dengan koneksi USB ke komputer (Abdul Kadir, 2015)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

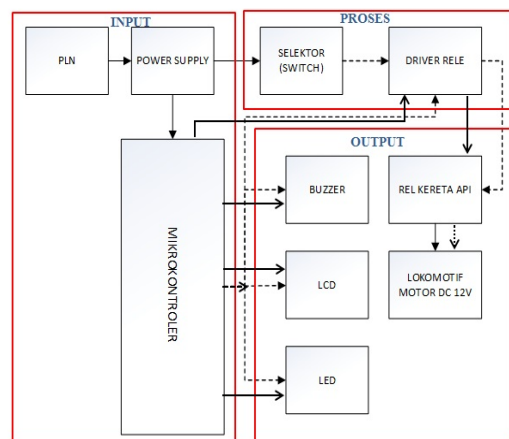
3.1 Desain Alat

Perancangan merupakan tahap terpenting dalam pembuatan alat, sebab dengan merancang dapat diketahui komponen yang akan digunakan agar alat dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Langkah dalam perancangan ini terbagi atas dua bagian utama, yaitu bagian perancangan *Software* meliputi semua tahap yang berhubungan dengan *coding*, instal aplikasi dan *input program* dan untuk *Hardware* sendiri adalah rangkaian, pemilihan komponen, pemasangan komponen, serta

pengujian alat. Selanjutnya perancangan mekanik meliputi perakitan alat dan perancangan mekanik alat. Langkah-langkah tersebut dikerjakan secara teratur agar mencapai hasil yang maksimal.

3.2 . Blok Diagram Rangkaian

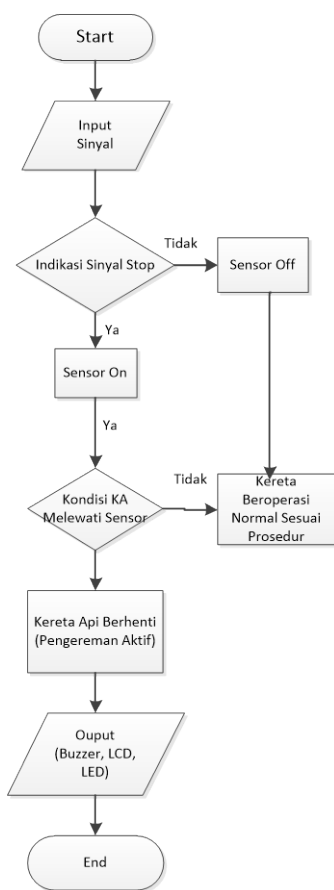
Blok diagram rangkaian merupakan salah satu bagian terpenting dalam perancangan peralatan elektronik, karena dari diagram blok dapat diketahui prinsip kerja secara keseluruhan dari rangkaian elektronik yang dibuat. Cara kerja dari alat ini adalah ketika kereta api melewati sinyal berindikasi berjalan maka kereta api dapat melewati sinyal tersebut dengan kecepatan normal atau sesuai prosedur namun jika kereta api melewati sinyal yang berindikasi berhenti maka kereta api akan berhenti di sinyal masuk melalui prosedur standar, tapi jika kereta api 'melewati' sinyal yang berindikasi berhenti maka kereta api akan diberhentikan otomatis oleh sensor yang terdapat pada sisi tiang yang telah terintegrasi dengan sistem tenaga pada kereta api, dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5 Blok Diagram Rancang Bangun sistem Pengereman *Emergency*

3.3 Flowchart Rangkaian

Perancangan software memegang peranan penting dalam hal pengelolaan keseluruhan program. Inti dari perancangan software ini adalah LCD, buzzer dan pergerakan motor pada Lokomotif yang mendapatkan arus dari roda. Berikut ini adalah diagram alir (*flowchart*) rancang bangun sistem pengereman *emergency* kereta api melewati sinyal berindikasi berhenti berbasis arduino pada gambar 3.2.



Gambar 6 Flowchart Rangkaian

3.4 Perancangan Rangkaian Catu daya 5V dan 12V

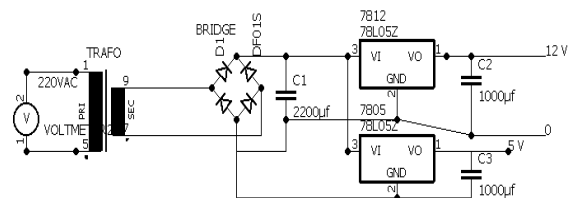
Catu daya berfungsi sebagai penyedia sumber tegangan dan arus listrik untuk rangkaian yang mengubah arus AC

menjadi arus DC. Catu daya yang digunakan pada rangkaian ini adalah sebesar 5V yang digunakan untuk suply tegangan pada tiang sinyal, dimana Rangkaian catudaya terdiri dari komponen-komponen sebagai berikut.

Tabel 3.1 Komponen catudaya dan fungsinya

NO	Komponen	Fungsi
1	Transformator	Menurunkan tegangan 220 V ke 5 V dan 12 V
2	Dioda	Menyearahkan tegangan AC menjadi tegangan DC
3	Kapasitor 100µF	Memperkecil tegangan ripple pada dioda
4	IC Regulator 7805	Menstabilkan tegangan 5V
5	IC Regulator 7812	Menstabilkan tegangan 12V

Gambar 7 merupakan gambar rangkaian catu daya 5 V dan 12 V



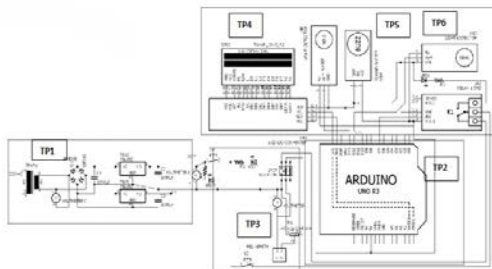
Gambar 7 Rangkaian Catu Daya

3.5 Rangkaian Sensor Laser & Receiver

Rangkaian sensor Laser merupakan komponen sensor yang digunakan untuk inputan lokomotif sehingga medeteksi kereta api yang melewati sinyal yang berindikasi berhenti dan membuat kereta api berhenti. Dalam rangkaian lokomotif ini menggunakan 1 buah sensor Laser yang diletakan pada tiang sinyal utama. Sensor Laser sendiri bekerja dengan cara menghambat tegangan dengan nilai resistansi yang diberikan saat ada sinar inframerah menyinari, Berubahnya tegangan dapat dijadikan masukan analog seperti logika HIGH dan LOW

3.6 Pengukuran

Setelah rancang bangun alat selesai dikerjakan, untuk mengetahui apakah perakitan dari alat tersebut sesuai dengan yang direncanakan, maka dapat dilakukan pengukuran dan menganalisa alat yang telah dirakit. Adapun tujuan pengukuran adalah untuk mengetahui tingkat efisiensi keberhasilan alat yang dibuat dengan melakukan perhitungan dari hasil pengukuran yang didapat, serta dapat menganalisa dan membuat kesimpulan mengenai alat yang dibuat. Pada pengukuran, perhitungan dan analisa dapat diketahui tingkat keberhasilan alat yang dibuat dan dapat dijadikan acuan pada proses pengembangan alat selanjutnya.



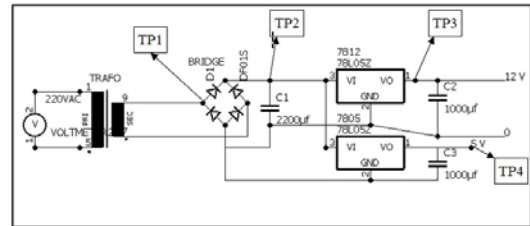
Gambar 8 Titik Pengukuran dalam Skema Rangkaian

Titik pengukuran pada alat ini terdiri dari beberapa bagian dimana pada setiap titik pengukuran memiliki fungsi masing-masing. Pembagian titik pengukuran tersebut dapat dilihat pada gambar 8.

Pengukuran Pada Catu Daya

Pengukuran tegangan pada catu daya terdapat lima titik pengukuran. Tiap-tiap titik pengukuran dilakukan untuk mengetahui tegangan searah yang masih terdapat *ripple*-nya hingga menghasilkan *ouput* tegangan searah murni dan hampir tidak terdapat

ripple-nya. Adapun titik pengukurannya pada gambar 4.2 dibawah ini



Gambar 9 Titik Pengukuran Catu Daya

Hasil pengukuran tegangan pada Catu daya dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini:

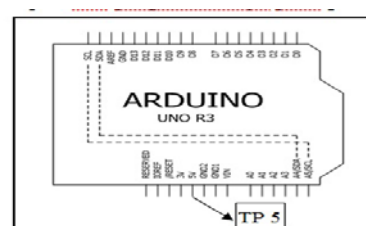
Tabel 2 Hasil Pengukuran Catu Daya

No	Titik Pengukuran	Banyak Pengukuran (Volt)					Rata-Rata
		1	2	3	4	5	
1	Vrms (Vac)	12,6	12,8	12,5	12,6	12,7	12,64
2	TP1 (Vdc)	12,3	12,2	12,5	12,4	12,6	12,32
3	TP2 (Vdc)	12,4	12,6	12,7	12,4	12,6	12,54
4	TP3 (Vdc)	12,3	12,2	12,4	12,2	12,3	12,26
5	TP4 (Vdc)	5,1	5,4	5,2	5,3	5,07	5,214

Berdasarkan tabel 2 tegangan DC yang telah melewati IC regulator 7805 berkisar antara 5,07V hingga 5,4V. Sedangkan yang melewati IC regulator 7812 menghasilkan tegangan output antara 12,2V sampai 12,4 V

Pengukuran pada Arduino Uno

Pada titik pengukuran ke-2 yaitu tegangan pada *output* Mikrokontroler Arduino UNO. Adapun titik pengukurannya pada gambar dibawah ini :



Gambar 10 Titik Pengukuran Mikrokontroler Arduino UNO

Hasil pengukuran tegangan *output* Mikrokontroler Arduino dapat dilihat pada tabel 3.

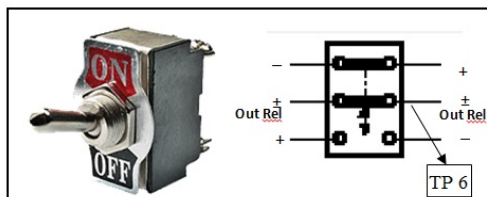
Tabel 3 Hasil Pengukuran Tegangan Output Arduino

No	Titik Pengukuran	Banyak Pengukuran (Volt)					Rata-rata
		1	2	3	4	5	
1	TP5	4,71	4,8	4,87	4,75	4,7	4,77

Dari pengukuran tegangan *output* pada Mikrokontroler Arduino UNO didapatkan hasil rata – rata sebesar 4,77 V. Mikrokontroler masih dapat bekerja dengan baik karena masih berada pada rentang tegangan yang sesuai.

Titik Pengukuran Pada Selektor

Pada titik pengukuran ke-3 yaitu pada selektor, dimana selektor ini berfungsi untuk mengubah arah pada kereta api atau mengubah polaritas fasa. Titik Pengukuran pada selektor dapat di lihat pada berikut:



Gambar 11 Titik Pengukuran Selektor

Tabel 4 Hasil Pengukuran Tegangan TP 6

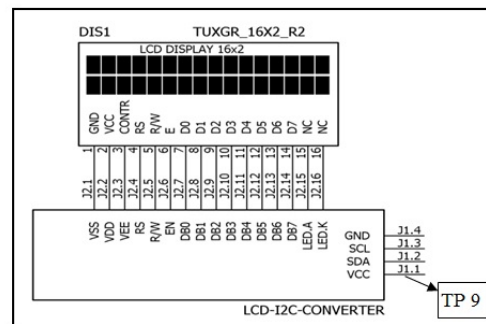
No	Titik Pengukuran	Banyak Pengukuran (Volt)					Rata-rata
		1	2	3	4	5	
1	Tegangan Sumber	12,13	12,24	12,4	12,2	12,3	12,26
2	Selektor (On)	10,5	10,56	10,48	10,4	10,56	10,5
3	Selektor (Off)	12,13	12,24	12,4	12,4	12,21	12,26

Tabel 4 menunjukkan bahwa hasil pengukuran tegangan selector pada saat power *on* berkisar antara 10,4 V hingga

10,56V. Dan pada saat power *off* berkisar antara 12,13 V sampai 12,24 V.

Pengukuran Pada LCD

Pada Titik Pengukuran 4 adalah tegangan pada LCD, dimana LCD berfungsi sebagai penampil tanggal dan waktu. Titik Pengukuran pada LCD dapat dilihat pada gambar 12 dibawah ini



Gambar 12 Titik Pengukuran LCD

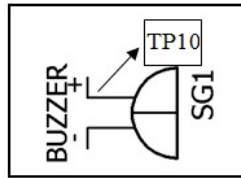
Tabel 5 Hasil Pengukuran Tegangan Pada TP 9

No	Titik Pengukuran	Banyak Pengukuran (Volt)					Rata-rata
		1	2	3	4	5	
1	LCD aktif	4,74	4,63	4,63	4,73	4,5	4,64

Dari pengukuran tegangan *output* pada LCD didapatkan hasil tegangan antara 4,5 V hingga 4,74 V, dengan nilai rata-rata 4,64 V.

Titik Pengukuran Pada Buzzer

Pada Titik Pengukuran 10 adalah tegangan pada *buzzer*, dimana *Buzzer* yang berfungsi sebagai memberi peringatan atau sirine,. Titik Pengukuran 10 dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 13 Titik Pengukuran Pada Buzzer

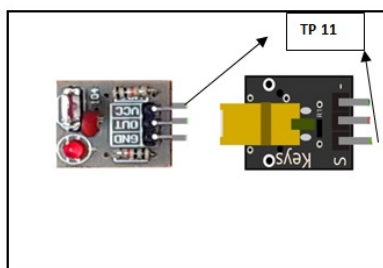
Tabel 6 Hasil Pengukuran Tegangan Buzzer

No	Titik Pengukuran	Banyak Pengukuran (Volt)					Rata-rata
		1	2	3	4	5	
1	Buzzer aktif	4,7	4,8	4,8	4,8	4,9	4,84

Dari pengukuran tegangan *output* pada Buzzer didapatkan hasil rata – rata sebesar 4,84 V, buzzer dalam keadaan baik karena masih dalam *range datasheet buzzer*.

Titik Pengukuran pada Laser Transmitter dan Receiver

Pada Titik Pengukuran 11 ini adalah tegangan pada laser *Transmitter* dan *Receiver*, dimana laser *transmitter* yang berfungsi sebagai memberi sinyal atau cahaya kepada laser *receiver*,. Titik Pengukuran dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 14 Titik Pengukuran laser transmitter dan receiver

Tabel 7 Hasil Pengukuran Tegangan Pada Laser Transmitter dan Receiver

No	Titik Pengukuran	Banyak Pengukuran (Volt)					Rata-rata
		1	2	3	4	5	
1	Laser Transmitter	3,61	3,7	3,4	3,54	3,45	3,54
2.	Laser Receiver	4,82	4,65	4,76	4,78	4,83	4,768

Dari pengukuran tegangan *output* pada laser *transmitter* dan laser *receiver* didapatkan hasil rata – rata sebesar 3,54 V untuk laser *Transmitter* dan 4,768 untuk laser *Receiver*, sedangkan pada *datasheet* tegangan *output* pada laser *Transmitter* dan laser *Receiver* adalah 2,5 V - 5 V. Sehingga laser *Transmitter* dan laser *Receiver* dalam keadaan baik karena masih dalam *range datasheet Laser*

3.7 Analisa

Setelah melakukan pengukuran sebanyak lima kali dan menghitung setiap persentase kesalahan dari rata – rata di tiap titik pengukuran, maka dapat diambil analisa pada TP 1 adalah pengukuran *Catu Daya (Power Supply)* dimana pada TP1 ini terdiri dari 5 pengukuran yaitu pertama pengukuran *Vrms* yaitu *Root Mean Square* atau bentuk lain satuan tegangan AC dimana diukur pada *trafo* dengan mendapatkan nilai tegangan rata-rata 12,64 V_{AC}. *Trafo* yang digunakan pada alat ini yaitu *trafo* engkel / non CT 3 ampere.

TP2 adalah pengukuran pada Mikrokontroller Arduino UNO, dari hasil pengukuran didapat nilai tegangan output sebesar 4,77 V

TP3 adalah pengukuran Selektor (*switch*), dari pengukuran didapat nilai

tegangan rata-rata sebesar 12,26 V untuk tegangan tanpa beban atau *off* dan 10,5V untuk tegangan dengan beban *on*.

TP 4 adalah pengukuran pada LCD, dari pengukuran didapat nilai tegangan rata-rata sebesar 4,64 V

TP 5 adalah pengukuran pada *buzzer*, dari pengukuran didapat nilai tegangan rata-rata sebesar 4,84V. *buzzer* dalam keadaan baik karena masih dalam *range datasheet buzzer*.

TP 6 adalah pengukuran pada laser *Transmitter & Receiver* , dari pengukuran didapat nilai tegangan rata-rata sebesar 3,54 V dan 4,768 V. Sedangkan pada *datasheet* tegangan *output* pada laser *Transmitter & Receiver* adalah 2,5 - 5 V. Sehingga laser *Transmitter & Receiver* dalam keadaan baik karena masih dalam *range datasheet* laser *Transmitter & Receiver* .

3. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan pada Simulasi Pengereman *Emergency* Pada Kereta Api Melewati Sinyal Berindikasi Berhenti Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno maka dapat ditarik kesimpulan bahwa :

- a. Pada kecepatan normal jika kereta api berjalan melewati sinyal berindikasi berjalan maka kereta api akan tetap melaju melewati sensor dan dapat berhenti di emplasemen stasiun sesuai dengan prosedur.
- b. Jika pada keadaan sinyal berindikasi berhenti dan kereta api melewati sinyal masuk, maka kereta api akan mengalami *emergency* secara otomatis untuk itulah

mengapa sistem ini dapat di terapkan pada industri kereta api untuk meningkatkan sistem keamanan dan keselamatan sehingga tercipta perjalanan kereta api yang lancar, aman dan terkendali.

DAFTAR RUJUKAN

- Abdul Kadir, 2015, “*From Zero to a Pro : Arduino*”, Penerbit Andi , Yogyakarta
- Mike Tooley, 2002, “*Rangkaian Elektronik Prinsip dan Aplikasi*” Penerbit Erlangga