

Rancang Bangun Prototipe Alat Pengukur Kecepatan Kendaraan Dengan Sensor Infra Merah

Aji Nuryaman¹, Edi Mulyana², Rina Mardiaty³

^{1,2,3}UIN Sunan Gunung Djati Bandung

Jalan A.H. Nasution No. 105 Cibiru Bandung, telp (022) 7800525 /fax. (022) 7802844

ajinuryaman@gmail.com¹, edim@uinsgd.ac.id², r_mardiaty@uinsgd.ac.id³

Abstrak—Sistem ini dirancang untuk mengukur kecepatan kendaraan yang melintas di jalan. Sistem ini terdiri dari dua pasang sensor, sensor yang digunakan adalah infra merah dan photodiode. Dua buah sensor ini berfungsi sebagai saklar pada rangkaian. Apabila cahaya pada sensor terhalang, maka sensor akan memberikan respon kepada mikrokontroler untuk mengaktifkan dan mematikan timer dan menjalankan counter. Besar nilai kecepatan yang didapat adalah hasil bagi antara jarak kedua sensor dengan waktu tempuh kendaraan untuk melewati kedua sensor. Batas minimum kecepatan yang akan terukur adalah sebesar 20 m/s kecepatan dibawah 20 m/s akan dianggap sebagai kecepatan normal, nilai kecepatan akan ditampilkan melalui Liquid Crystal Display (LCD). Selain itu nilai kecepatan dengan otomatis akan masuk ke Microsoft Excel sehingga memudahkan pengguna untuk mengolah data dari hasil kecepatan yang telah diukur. Berdasarkan hasil pengujian alat yang telah dibandingkan dengan hasil perhitungan secara manual didapatkan persentase kesalahan sebesar 0.89 %. Hal ini menunjukkan bahwa keakuratan prototipe alat pengukur kecepatan kendaraan dengan sensor infra merah ini sudah cukup baik.

Kata Kunci : infra merah, photodiode, mikrokontroler, LCD, kecepatan

1. Pendahuluan

Alat pengukur kecepatan berfungsi untuk mengukur seberapa cepat kendaraan yang melintas di jalan [1]. Berdasarkan Permenhub No. 111 Tahun 2015, batas kecepatan di jalan tol luar kota tidak boleh lebih dari 100 Km/jam. Sedangkan kecepatan di jalan tol dalam kota berkisar antara 60 Km sampai 80 Km/jam. Adapun untuk kecepatan kendaraan di jalan arteri dalam kota berkisar 40 Km/jam, sedangkan kecepatan di jalan pemukiman maksimal 30 Km/jam [2]. Faktanya masih banyak pengguna kendaraan yang tidak mematuhi peraturan lalu lintas, terutama mengenai kecepatan kendaraan itu sendiri [2].

Saat ini sudah terdapat alat untuk mengukur kecepatan kendaraan yaitu *Speed Gun*, prinsip kerjanya yaitu dengan cara mengarahkan *Speed Gun* tersebut ke target atau kendaraan yang akan diukur. Akan tetapi sampai saat ini khususnya di Indonesia penggunaan *Speed Gun* masih terbatas untuk mengawasi kendaraan yang melewati batas kecepatan di jalan bebas hambatan atau jalan tol. Selain itu para peneliti telah melakukan beberapa perancangan mengenai alat pengukur kecepatan kendaraan diantaranya yaitu alat pengukur laju kecepatan kendaraan menggunakan sensor *Light Dependent Resistor* (LDR) berbasis mikrokontroler Atmega32 [3]. Hasil dari pengukuran kecepatan itu sendiri akan dikirimkan ke perangkat penerima melalui modul *Bluetooth* [3].

Berdasarkan studi literatur, dengan menempatkan titik-titik pantau pengukur kecepatan kendaraan di jalan yang dianggap rawan pelanggaran, namun minim akan pengawasan dari pihak terkait, diharapkan mampu menekan tingkat pelanggaran batas kecepatan. Selain itu hasil dari pengukuran kecepatan bisa dijadikan data awal oleh pihak terkait untuk menempatkan petugas dititik atau jalan yang dianggap rawan pelanggaran batas kecepatan.

Untuk merealisasikan ide pembuatan alat untuk mengukur kecepatan kendaraan tentunya harus memahami teknik pengukuran kecepatan dan perancangan peralatan pengukur kecepatan itu sendiri, sehingga bisa dimanfaatkan oleh pihak terkait untuk meningkatkan pengawasannya di jalan yang dianggap rawan terjadi pelanggaran batas kecepatan kendaraan. Serta sebagai wujud penerapan teknologi untuk menjamin keamanan para pengguna jalan. Pada penelitian ini dirancang dan dibuat suatu prototipe alat pengukur kecepatan kendaraan dengan menggunakan sensor infra merah.

Perangkat ini terdiri dari tiga bagian utama yaitu sensor, prosesor, dan display[4]. Serta aplikasi tambahan untuk menyimpan dan mengolah data dari hasil pengukuran kecepatan. Bagian sensor terdiri dari infra merah dan photodiode, dua buah sensor ini berfungsi sebagai saklar pada rangkaian. Kemudian sensor akan memberikan respon kepada mikrokontroler atau prosesor untuk mengaktifkan dan menonaktifkan *timer*, prosesor yang digunakan adalah Arduino Mega 2560.

Pada saat kendaraan melewati sensor pertama, maka rangkaian akan aktif dan *timer* akan mulai menghitung waktu tempuh. Kemudian ketika kendaraan melewati sensor kedua, *timer* akan dinonaktifkan disaat itu pula mikrokontroler akan melakukan proses *counter* atau perhitungan antara jarak yang telah ditentukan dibagi dengan waktu tempuh. Hasil dari perhitungan itu akan ditampilkan pada display berupa *Liquid Crystal Display* (LCD).

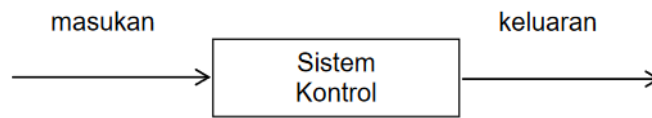
Bagian terakhir yaitu pengolah data, disini aplikasi yang digunakan adalah Microsoft Excel yang dipadukan dengan aplikasi PLX-DAQ. Microsoft Excel berfungsi sebagai tempat penyimpanan data dan pengolah data. Sedangkan aplikasi PLX-DAQ itu sendiri berfungsi untuk mengirim data dari Arduino ke Microsoft Excel. Kemudian agar pengguna dapat memantau data dari kecepatan kendaraan yang diukur tanpa harus mendatangi lokasi titik pengukuran, pengguna dapat memanfaatkan sebuah aplikasi yang bernama Teamviewer. Dengan aplikasi ini pengguna dapat memantau bahkan mengendalikan perangkat komputer lain selama kedua perangkat terhubung ke jaringan internet. Disini aplikasi Teamviewer dipasang di perangkat Android untuk memantau data kecepatan yang sedang diukur.

Makalah penelitian ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut: Bagian 1 adalah pendahuluan yang menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, posisi penelitian, dan kerangka berpikir. Bagian 2 adalah menjelaskan mengenai konsep teori-teori pendukung tentang sensor infra merah, photodiode, arduino, dan *Liquid Crystal Display* (LCD), Bagian 3 adalah metode penelitian yang menjelaskan tentang objek penelitian, variabel, metode penelitian, metode pengumpulan data dan metode analisis data yang digunakan penulis dalam menyelesaikan dan memaparkan hasil penelitian. Bagian 4 adalah perancangan dan implementasi yang menjelaskan tentang alur dan diagram blok dari masing-masing bagian sistem. Bagian 5 adalah hasil penelitian yang menjelaskan tentang hasil penelitian dan analisis dari hasil pengujian dan pengambilan data. Bagian 6 adalah kesimpulan yang menjelaskan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

2. Sekilas tentang Sistem Kendali, Sensor, Mikrokontroler, Photodiode, dan LCD

2.1. Sistem Kontrol

Sistem kontrol adalah suatu cara atau metode yang dipelajari dari kebiasaan-kebiasaan manusia pada saat melakukan pekerjaan[6]. Sistem kontrol juga dapat diartikan sebagai proses pengaturan atau pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran, dimana manusia membutuhkan suatu pengamatan kualitas dari apa yang telah mereka kerjakan[6]. Sehingga memiliki karakteristik sesuai dengan yang diharapkan. Perkembangan teknologi menyebabkan manusia selalu terus belajar untuk mengembangkan dan mengoperasikan pekerjaan-pekerjaan kontrol yang semula dilakukan oleh manusia menjadi serba otomatis. Dalam aplikasinya, sistem kontrol memegang peranan penting dalam teknologi, sehingga dengan demikian akan meningkatkan kinerja suatu sistem secara keseluruhan, dan pada akhirnya memberikan keuntungan bagi manusia yang menerapkannya[6]. Sistem kontrol juga memiliki tujuan atau sasaran tertentu. Sasaran sistem kontrol adalah untuk mengatur keluaran dalam suatu kondisi atau keadaan yang telah ditetapkan oleh masukan melalui elemen sistem kontrol[6].

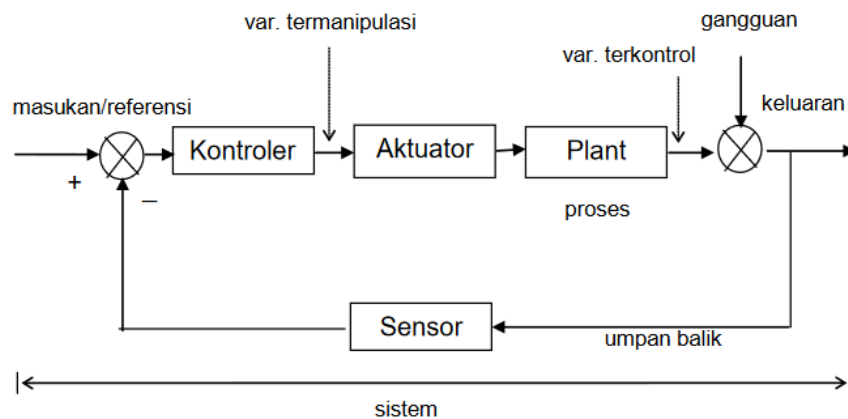


Gambar 1. Diagram Umum Sistem Kontrol[6]

Dengan adanya sasaran ini, maka kualitas keluaran yang dihasilkan tergantung dari proses yang dilakukan dalam sistem kontrol ini. Untuk memperjelas beberapa keterangan yang terdapat dalam sistem kontrol, berikut adalah beberapa istilah yang sering digunakan dalam sistem kontrol[6]:

1. Sistem (*system*) adalah kombinasi dari komponen-komponen yang bekerja bersama-sama membentuk suatu obyek tertentu.
2. Variabel terkontrol (*controlled variable*) adalah suatu besaran (quantity) atau kondisi (condition) yang terukur dan terkontrol. Pada keadaan normal merupakan keluaran dari sistem.
3. Variabel termanipulasi (*manipulated variable*) adalah suatu besaran atau kondisi yang divariasikan oleh kontroler sehingga mempengaruhi nilai dari variabel terkontrol.
4. Kontrol (*control*) – mengatur, artinya mengukur nilai dari variabel terkontrol dari sistem dan mengaplikasikan variabel termanipulasi pada sistem untuk mengoreksi atau mengurangi deviasi yang terjadi terhadap nilai keluaran yang dituju.
5. Plant (*Plant*) adalah sesuatu obyek fisik yang dikontrol.
6. Proses (*process*) adalah sesuatu operasi yang dikontrol. Contoh : proses kimia, proses ekonomi, proses biologi, dll.
7. Gangguan (*disturbance*) adalah sinyal yang mempengaruhi terhadap nilai keluaran sistem.
8. Kontrol umpan balik (*feedback control*) adalah operasi untuk mengurangi perbedaan antara keluaran sistem dengan referensi masukan.
9. Kontroler (*controller*) adalah suatu alat atau cara untuk modifikasi sehingga karakteristik sistem dinamik (*dynamic system*) yang dihasilkan sesuai dengan yang kita kehendaki.
10. Sensor adalah peralatan yang digunakan untuk mengukur keluaran sistem dan menyatakannya dengan sinyal masukan sehingga bisa dilakukan suatu operasi hitung antara keluaran dan masukan.
11. Aksi kontrol (*control action*) adalah besaran atau nilai yang dihasilkan oleh perhitungan kontroler untuk diberikan pada plant (pada kondisi normal merupakan variabel termanipulasi).
12. Aktuator (*actuator*), adalah suatu peralatan atau kumpulan komponen yang menggerakkan *plant*.

Gambar 2 memberikan penjelasan terhadap beberapa definisi istilah di atas.



Gambar 2. Sistem Kontrol Secara Lengkap[6]

2.2. Sensor

Sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya[7]. Sensor dan transduser merupakan peralatan atau komponen yang mempunyai peranan penting dalam sebuah sistem pengaturan otomatis. Ketepatan dan kesesuaian dalam memilih sebuah sensor akan sangat menentukan kinerja dari sistem pengaturan secara otomatis[7].

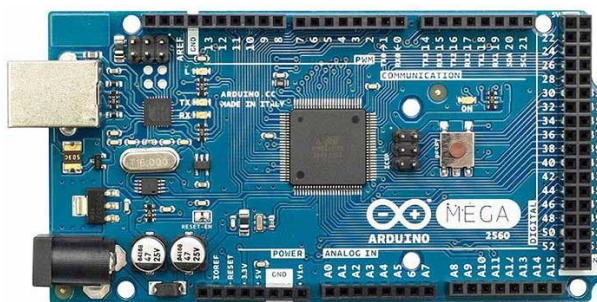
Prinsip kerja suatu sensor ditentukan oleh bahan sensor utama yang dipakai yang berkaitan erat dengan macam besaran yang diindera. Prinsip kerja sensor[8]:

1. Prinsip Fotovoltaik besaran yang diindera adalah cahaya. Cahaya yang diubah menjadi tegangan antara dua bahan berbeda susunannya.
2. Prinsip Piezoelektris besaran yang diindera menyebabkan perubahan tegangan V dan muatan Q yang ditimbulkan oleh sejenis kristal.
3. Prinsip Elektromagnetik besaran yang diindera mengubah fluks magnetis yang kemudian mengibas suatu tegangan.
4. Prinsip Kapasitif perubahan besaran yang diindera menyebabkan perubahan kapasitas.
5. Prinsip Induktif perubahan besaran yang diindera menyebabkan perubahan induktif.
6. Prinsip Fotokonduktif besaran yang diindera mengubah hantaran (*conductive*) atau rambatan (*resistance*) bahan semi penghantar melalui perubahan cahaya yang mengenai bahan tersebut.
7. Prinsip Reluktif besaran yang diindera diubah menjadi perubahan tegangan ac sebagai akibat perubahan lintasan reluktan diantara dua atau lebih komponen ketika rangsangan ac diterapkan pada sistem kumparan tersebut.
8. Prinsip Potensiometer besaran yang diindera diubah menjadi perubahan menjadi perubahan kedudukan kontak geser pada suatu elemen hambatan.
9. Prinsip Resistif perubahan besaran yang diindera diubah menjadi perubahan hambatan suatu elemen.
10. Prinsip Ukur Regangan besaran yang diindera diubah menjadi perubahan hambatan sebagai akibat adanya regangan, biasanya pada dua atau empat cabang suatu jembatan *Wheatstone*.
11. Prinsip Termoelektris besaran yang diindera adalah suhu dan transduser bekerja atas dasar efek *Seebeck*, efek *Thomson* atau efek *Peltier*.

2.3. Mikrokontroler

Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis Arduino dengan menggunakan chip ATmega2560[9]. Board ini memiliki pin I/O yang cukup banyak, sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART (serial port hardware). Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah oscillator 16 Mhz, sebuah port USB, power jack DC, ICSP header, dan tombol reset. Board ini sudah sangat lengkap, sudah memiliki segala sesuatu yang dibutuhkan untuk sebuah mikrokontroler. Dengan penggunaan yang cukup sederhana, anda tinggal menghubungkan power dari USB ke PC anda atau melalui adaptor AC/DC ke jack DC. Pemrograman *board* Arduino Mega 2560 dilakukan dengan menggunakan *Arduino Software (IDE)*. *Chip* Atmega2560 yang terdapat pada Arduino Mega 2560 telah diisi program awal yang sering disebut *bootloader*. *Bootloader* tersebut yang bertugas untuk memudahkan anda melakukan pemrograman lebih sederhana menggunakan *Arduino Software*, tanpa harus menggunakan tambahan *hardware* lain[9].

Arduino Mega 2560 memiliki jumlah pin terbanyak dari semua papan pengembangan Arduino. Mega 2560 memiliki 54 buah digital pin yang dapat digunakan sebagai input atau output, dengan menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Pin-pin tersebut bekerja pada tegangan 5V, dan setiap pin dapat menyediakan atau menerima arus sebesar 20mA, dan memiliki tahanan pull-up sekitar 20-50k ohm (secara *default* dalam posisi *disconnect*). Nilai maximum adalah 40mA, yang sebisa mungkin dihindari untuk menghindari kerusakan *chip* mikrokontroler[9].



Gambar 3. Papan board ArduinoMega 2560[9]

Beberapa pin memiliki fungsi khusus[9]:

1. Serial, memiliki 4 serial yang masing-masing terdiri dari 2 pin. Serial 0 : pin 0 (RX) dan pin 1 (TX). Serial 1 : pin 19 (RX) dan pin 18 (TX). Serial 2 : pin 17 (RX) dan pin 16 (TX). Serial 3 : pin 15 (RX) dan pin 14 (TX). RX digunakan untuk menerima dan TX untuk transmit data serial TTL. Pin 0 dan pin 1 adalah pin yang digunakan oleh chip USB-to-TTL ATmega16U2.
2. *External Interrupts*, yaitu pin 2 (untuk interrupt 0), pin 3 (interrupt 1), pin 18 (interrupt 5), pin 19 (interrupt 4), pin 20 (interrupt 3), dan pin 21 (interrupt 2). Dengan demikian Arduino Mega 2560 memiliki jumlah interrupt yang cukup melimpah : 6 buah. Gunakan fungsi `attachInterrupt()`.
3. PWM: Pin 2 hingga 13 dan 44 hingga 46, yang menyediakan output PWM 8-bit dengan menggunakan fungsi `analogWrite()`.
4. SPI : Pin 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), dan 53 (SS) mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan *SPI Library*.
5. LED : Pin 13. Pada pin 13 terhubung *built-in* led yang dikendalikan oleh digital pin no 13.
6. TWI : Pin 20 (SDA) dan pin 21 (SCL) yang mendukung komunikasi TWI dengan menggunakan *Wire Library*.

Arduino Mega 2560 R3 memiliki 16 buah input analog. Masing-masing pin analog tersebut memiliki resolusi 10 bits (jadi bisa memiliki 1024 nilai). Secara default, pin-pin tersebut

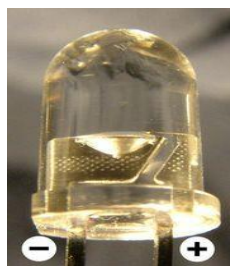
diukur dari ground ke 5V, namun bisa juga menggunakan pin AREF dengan menggunakan fungsi `analogReference()`.

Beberapa in lainnya pada *board* ini adalah[9]:

1. AREF. Sebagai referensi tegangan untuk input analog.
2. Reset. Hubungkan ke LOW untuk melakukan reset terhadap mikrokontroler. Sama dengan penggunaan tombol *reset* yang tersedia.

2.4. Sensor Infra Red

Inframerah merupakan cahaya yang tidak tampak. Jika dilihat dengan dengan spektroskop cahaya maka radiasi cahaya infra merah akan nampak pada spektrum elektromagnet dengan panjang gelombang di atas panjang gelombang cahaya merah[10]. Dengan panjang gelombang ini maka cahaya infra merah ini akan tidak tampak oleh mata namun radiasi panas yang ditimbulkannya masih terasa/dideteksi. Pada dasarnya komponen yang menghasilkan panas juga menghasilkan radiasi infra merah termasuk tubuh manusia maupun tubuh binatang. Cahaya infra merah, walaupun mempunyai panjang gelombang yang sangat panjang tetap tidak dapat menembus bahan-bahan yang tidak dapat melewati cahaya yang nampak sehingga cahaya infra merah tetap mempunyai karakteristik seperti halnya cahaya yang nampak oleh mata[10]. Komponen yang dapat menerima infra merah ini merupakan komponen yang peka cahaya yang dapat berupa dioda (photodiode) atau transistor (phototransistor)[11].



Gambar 4. LED Infra Merah[11]

2.5. Photodiode

Photodiode adalah jenis diode yang berfungsi mendeteksi cahaya[10]. Photodiode merupakan sensor cahaya semikonduktor yang dapat mengubah besaran cahaya menjadi besaran listrik. Photodiode merupakan sebuah diode dengan sambungan pn yang dipengaruhi cahaya dalam kerjanya. Cahaya yang dapat dideteksi oleh photodiode ini mulai dari cahaya infra merah, cahaya tampak, ultra ungu sampai dengan sinar-X.



Gambar 5. Photodiode[10]

Prinsip kerja dari photodiode jika sebuah sambungan-pn dibias maju dan diberikan cahaya padanya maka pertambahan arus sangat kecil sedangkan jika sambungan pn dibias mundur arus akan bertambah cukup besar[12]. Cahaya yang dikenakan pada photodiode akan mengakibatkan terjadinya pergeseran foton yang akan menghasilkan pasangan *electron-hole* di kedua sisi dari sambungan. Ketika elektron-elektron yang dihasilkan itu masuk ke pita konduksi maka elektron-elektron itu akan mengalir ke arah positif sumber tegangan sedangkan *hole* yang dihasilkan mengalir ke arah negatif sumber tegangan sehingga arus akan mengalir di dalam rangkaian. Besarnya pasangan elektron ataupun *hole* yang dihasilkan tergantung dari besarnya intensitas cahaya yang dikenakan pada photodiode[12].

2.6. Liquid Cristal Display (LCD)

Liquid Cristal Display (LCD) adalah salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*[13]. LCD berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik[14].



Gambar 6. Liquid Cristal Display (LCD)[13]

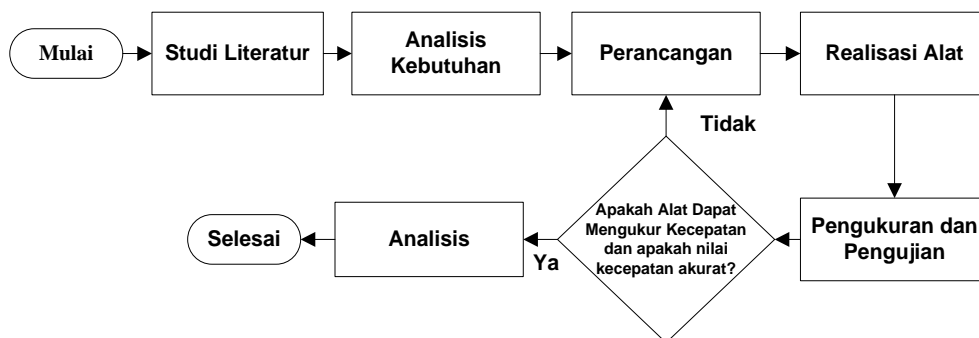
LCD adalah modul penampil yang banyak digunakan karena tampilannya menarik[14]. LCD yang paling banyak digunakan saat ini ialah LCD M1632 *refurbish*. LCD M1632 merupakan modul LCD dengan tampilan 2x16 (2 baris x 16 kolom) dengan konsumsi daya rendah[14]. Modul tersebut dilengkapi dengan mikrokontroler yang didesain khusus untuk mengendalikan LCD. Mikrokontroler HD44780 buatan Hitachi yang berfungsi sebagai pengendali LCD memiliki *Character Generator Read Only Memory* (CGROM), *Character Generator Random Access Memory* (CGRAM), dan *Display Data Random Access Memory* (DDRAM). LCD yang umum, ada yang panjangnya hingga 40 karakter (2x40 dan 4x40), dimana kita menggunakan DDRAM untuk mengatur tempat penyimpanan karakter tersebut[14].

Penjelasan mengenai memori yang digunakan mikrokontroler internal LCD adalah sebagai berikut[13]:

1. *Character Generator Read Only Memory*(CGROM) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan pembuat *Liquid Cristal Display*(LCD) tersebut sehingga pengguna tinggal mangambilnya sesuai alamat memorinya dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM.
2. *Character Generator Random Access Memory*(CGRAM) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan.
3. *Display Data Random Access Memory*(DDRAM) merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada.

3. Metoda Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini meliputi berbagai tahapan, berikut tahapan-tahapan penelitiannya :



Gambar 7. Flow Chart Tahapan Penelitian

3.1. Studi Literatur

Studi literatur digunakan untuk memperoleh data dari buku-buku literatur dan sumber-sumber kajian ilmiah lainnya yang berhubungan dengan masalah yang akan dibahas sehingga data yang didapatkan akurat dan dapat dibuktikan secara ilmiah.

3.2. Analisis Kebutuhan

Dalam penelitian ini pada tahap awal, akan dilakukan analisis kebutuhan untuk menentukan apa saja yang diperlukan untuk membuat prototipe alat pengukur kecepatan dengan menggunakan sensor infra merah berbasis mikrokontroler Arduino. Kebutuhan tersebut bisa berupa studi literatur dan lain-lain.

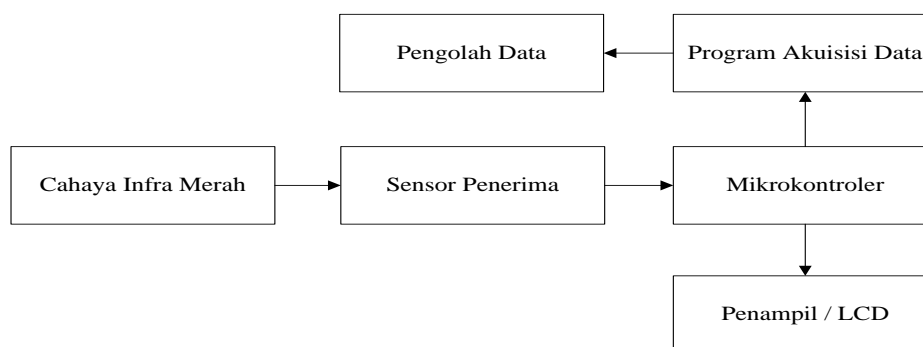
Dalam penelitian ini tentunya dibutuhkan komponen penyusun serta perangkat yang diperlukan untuk menunjang penelitian ini. Berikut adalah tabel analisis kebutuhannya :

Tabel 1. Kebutuhan *Hardware* dan *Software*

Objek	Kebutuhan		Bahasa
	Hardware	Software	
Mikrokontroler Arduino	<i>Personal Computer</i> (PC) / Laptop	Prosesor Dua Core atau di atasnya	Windows, MAC, atau Linux
		RAM 2 GB atau di atasnya	
	Arduino Mega 2560		ARDUINO IDE 1.8.2
	Kabel USB		USB <i>Driver</i> (CH341SER)
Sensor Infra Merah	LED Infra Merah	-	-
Penerima sensor Infra Merah	Photodioda	-	-
LCD	LCD M1632 (tampilan 16x2)	-	-
Objek	Kebutuhan		Bahasa
	Hardware	Software	
Aplikasi untuk komunikasi antara Arduino dan Microsoft Excel atau program akuisisi data	<i>Personal Computer</i> (PC)/ Laptop	Parallax/ PLX-DAQ	C
Aplikasi untuk memantau serta mengendalikan PC/ Laptop yang digunakan untuk media pengukuran kecepatan	Perangkat Android	Teamviewer	-

3.3. Perancangan

Setelah melakukan analisis kebutuhan, maka pada tahap ini akan dilakukan perancangan alat berdasarkan spesifikasi yang diinginkan. Berikut adalah blok diagramnya :



Gambar 8. Blok Diagram Sistem Secara Keseluruhan

Berdasarkan blok diagram diatas, berikut adalah penjelasan singkat mengenai fungsi dari tiap-tiap blok.

1. Cahaya infra merah dalam alat ini berfungsi untuk memberi kondisi logika satu kepada sensor penerima.
2. Sensor penerima berfungsi untuk mengetahui apakah cahaya infra merah tertutup oleh benda atau tidak atau dengan kata lain sebagai pendeteksi cahaya. Sensor penerima ini adalah photodiode.
3. Mikrokontroler adalah pusat kendali pada alat ini. Arduino akan mengubah input dari sensor kemudian mengolahnya yang akan menghasilkan nilai kecepatan.
4. LCD digunakan untuk menampilkan nilai kecepatan dari kendaraan yang diukur.
5. Program Akuisisi Data yang digunakan adalah Parallax/ PLX-DAQ, program ini berfungsi untuk mengkoneksikan mikrokontroler dengan pengolah data.
6. Pengolah Data yang digunakan adalah Microsoft Excel yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan dan pengolahan data.

3.4 Realisasi Alat

Setelah melakukan perancangan alat yang akan dibuat, maka langkah selanjutnya adalah realisasi alat. Tahap ini dilakukan dengan merealisasikan hasil perancangan rangkaian dalam bentuk hardware berupa prototipe yaitu dengan mengaplikasikannya langsung pada sistem. Tahap realisasi ini dilakukan untuk mencapai hasil yang telah dirancang sebelumnya sehingga alat tersebut dapat digunakan.

3.5 Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah pada proses perancangan yang telah dibuat sesuai dengan hasil yang diinginkan atau tidak. Untuk mengetahuinya ada beberapa proses pengujian yang akan dilakukan.

1. Pengujian blok sensor infra merah, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan daya pancar cahaya infra merah ke photodiode. Karena pada blok ini sangat menentukan inputan yang akan diproses oleh mikrokontroler.
2. Pengujian blok sensor penerima, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah cahaya infra merah tertutup oleh benda atau tidak. Dengan kata lain hal ini dilakukan untuk menguji kinerja dari komponen photodiode.
3. Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan untuk mengetahui apakah sensor pengirim cahaya dan penerimanya dapat bekerja dengan baik serta dapat memberikan inputan kepada mikrokontroler atau tidak. Pada mikrokontroler inputan dari sensor akan diolah untuk menentukan hasil kecepatan yang didapat dari hasil pembagian jarak dan

waktu serta akan dibandingkan dengan hasil perhitungan manual. Kemudian pengujian pada LCD untuk mengetahui apakah hasil pemrosesan dari mikroprosesor dapat ditampilkan atau tidak. Pengujian selanjutnya pada aplikasi PLX-DAQ dilakukan untuk mengetahui apakah mikrokontroler dapat terhubung ke Microsoft Excel atau tidak. Sedangkan pengujian terakhir adalah pada pengolahan data atau Microsoft Excel, apakah data yang diterima dapat diolah atau tidak.

3.6 Hasil Pengujian dan Analisis

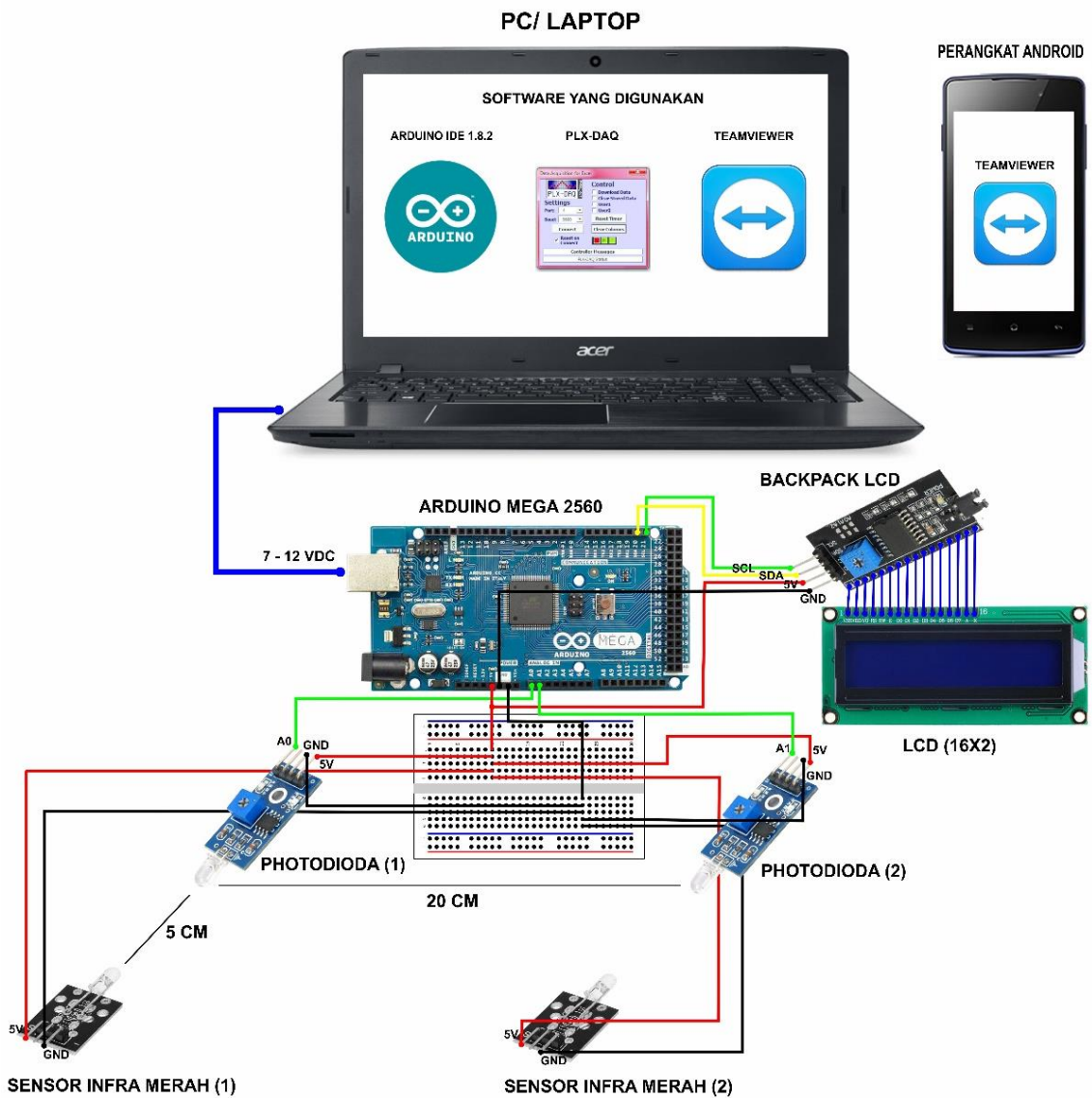
Hasil pengujian yang dilaporkan adalah pengujian sistem yang telah dibuat, pada tahapan ini akan diketahui sistem yang direncanakan sesuai dengan spesifikasi dan tujuan awal. Pengujian sistem ini dilakukan dengan menjalankan rancang bangun sistem secara keseluruhan, dimulai dari pengidentifikasian sensor infra merah yang kemudian meneruskan instruksi ke mikrokontroler untuk menjalankan fungsi *timer* dan *counter*, hasil kecepatan akan tampil pada LCD. Kemudian mikrokontroler meneruskan data yang terdeteksi ke pengolah data melalui aplikasi PLX-DAQ yang dapat dimonitor dari jarak jauh dengan aplikasi Teamviewer yang terhubung ke jaringan internet.

Analisis yang akan dilakukan adalah dengan membandingkan hasil perhitungan kecepatan alat pengukur kecepatan ini dengan hasil perhitungan manual.

4. Perancangan Dan Implementasi

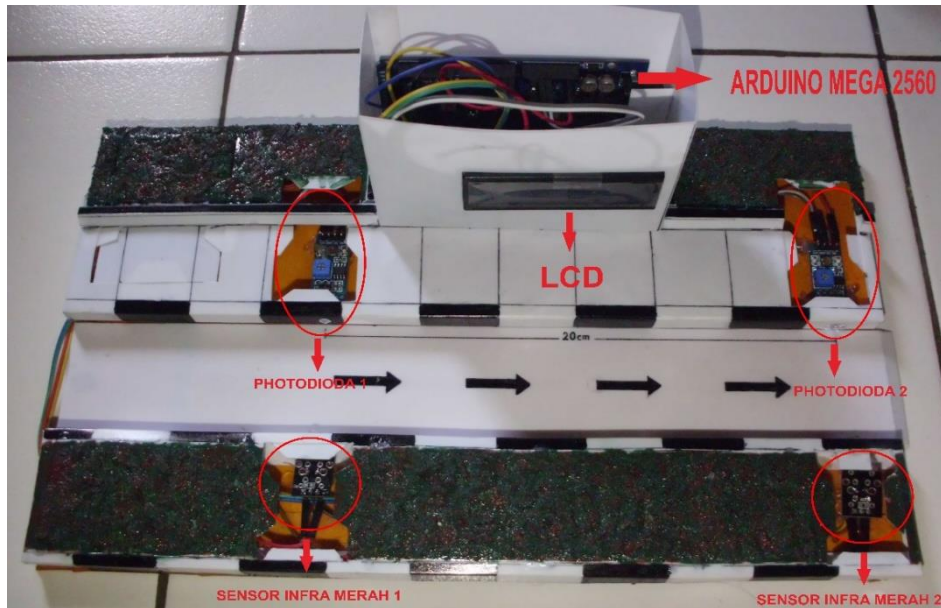
4.1 Perancangan dan Implementasi Alat

Gambar rancangan prototipe alat pengukur kecepatan kendaraan ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Rancangan prototipe alat pengukur kecepatan kendaraan dengan sensor infra merah

Gambar implementasi dari hasil perancangan prototipe alat pengukur kecepatan kendaraan dengan sensor infra merah ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Prototipe alat pengukur kecepatan kendaraan dengan sensor infra merah

4.1.1 Personal Computer (PC) atau Laptop

Personal Computer (PC) atau laptop adalah sumber tegangan DC 7 – 12 volt yang berfungsi menyalurkan tegangan atau sebagai power supply untuk kebutuhan mikrokontroler, sensor, dan *Liquid Crystal Display* (LCD). Fungsi *power supply* pada PC atau laptop sebenarnya bisa juga digantikan oleh *power supply* lain, hanya saja karena pada penelitian kali ini PC atau laptop tidak hanya menjadi sumber tegangan tetapi berfungsi juga sebagai pengolah data dari hasil pengukuran kecepatan.

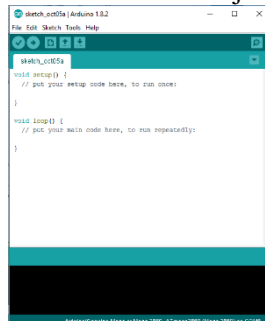
4.1.2 Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini adalah :

- Arduino IDE 1.8.2
- Parallax / PLX-DAQ
- TeamViewer

4.1.2.1 Arduino IDE 1.8.2

Arduino IDE adalah salah satu software yang berguna untuk memprogram mikrokontroler, pada penelitian ini mikrokontroler yang akan diprogram oleh software Arduino IDE adalah Arduino Mega 2560. Tampilan Arduino IDE 1.8.2 ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Tampilan Arduino IDE 1.8.2

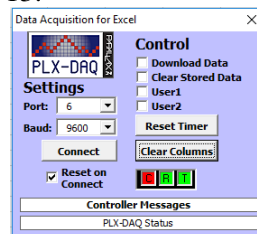
Gambar 11 menunjukkan tampilan project baru pada Arduino IDE. Pada penelitian ini akan dibuat suatu program untuk menghitung waktu tempuh dan kecepatan dari suatu kendaraan. Penulisan program ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Penulisan program

4.1.2.2 Parallax / PLX-DAQ

Parallax / PLX-DAQ adalah salah satu software yang berfungsi sebagai program akuisisi data. Akuisisi data adalah proses sampling dari kondisi nyata dan konversi dari sampel yang dihasilkan menjadi nilai numerik digital yang dapat dimanipulasi oleh komputer. Dengan software Parallax, data dari mikrokontroler akan langsung ditampilkan di sheet Microsoft Excel. Tampilan software PLX-DAQ ditunjukkan pada Gambar 13.

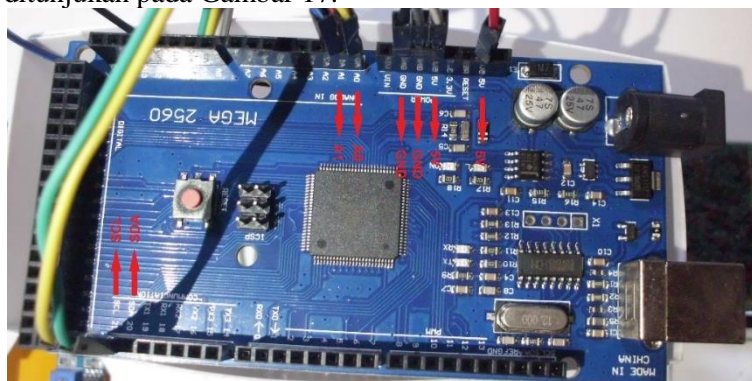


Gambar 13. Tampilan software PLX-DAQ

Gambar 13 menunjukkan tampilan awal pada software PLX-DAQ. Pada tampilan ini terlihat tombol *connect*, fungsi tombol ini adalah untuk menghubungkan dengan Arduino, sedangkan pada bagian *setting* kita sesuaikan dengan settingan di Arduino, port berapa dan berapa baudrate yang digunakan pada Arduino agar software PLX-DAQ ini dapat terkoneksi pada Arduino. Pada kondisi ini tampilan serial monitor pada Arduino IDE tidak dapat ditampilkan, karena port yang digunakan sedang terhubung dengan software PLX-DAQ. Tampilan software PLX-DAQ yang telah terhubung dengan Arduino ditunjukkan pada Gambar 14.

4.1.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini adalah Arduino Mega 2560. Arduino Mega 2560 akan diisikan program pengukur kecepatan dari software Arduino IDE. Tampilan dari mikrokontroler ditunjukkan pada Gambar 17.

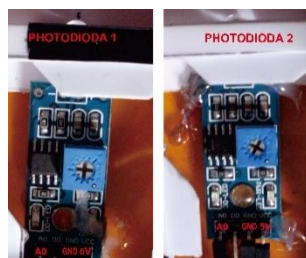


Gambar 17. Papan Arduino Mega 2560

Pada gambar terlihat pin yang digunakan pada Arduino Mega 2560 adalah pin *power* tegangan 5 volt, yang digunakan untuk input tegangan photodiode, sensor infra merah, dan *Liquid Crystal Display* (LCD). Kemudian pin analog input A0 dan A1 dihubungkan ke pin A0 photodiode, lalu pin *communication* SDA (20) dan SCL (21) pada Arduino dihubungkan pada pin SDA dan SCL pada LCD.

4.1.4 Photodiode

Photodiode berfungsi untuk mengetahui apakah cahaya infra merah tertutup oleh benda atau tidak. Pada Penelitian ini photodiode yang digunakan sebanyak dua buah. Tampilan photodiode ditunjukkan pada Gambar 18.



Gambar 18. Tampilan photodiode

Pada gambar terlihat pin VCC photodiode (1) dan (2) menerima input tegangan dari pin power Arduino sebesar 5 volt dan pin GND menerima inputan negatif dari Arduino. Kemudian pin A0 photodiode (1) sebagai pemberi sinyal output terhubung ke pin analog input A0 pada Arduino, sedangkan pin A0 photodiode (2) terhubung ke pin A1 pada Arduino. Keduanya berfungsi sebagai pemberi inputan untuk Arduino.

4.1.5 Sensor Infra Merah

Sensor infra merah berfungsi sebagai sumber cahaya atau inputan untuk photodiode. Pada Penelitian ini sensor infra merah yang digunakan sebanyak dua buah. Tampilan sensor infra merah ditunjukkan pada Gambar 19.

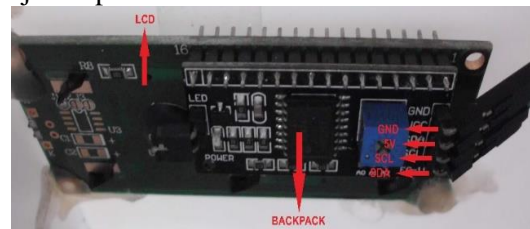


Gambar 19. Tampilan sensor infra merah

Pada gambar terlihat pin (S) infra merah menerima input tegangan dari pin power Arduino dan pin (-) infra merah menerima input dari pin GND Arduino. Hal ini berlaku untuk kedua sensor infra merah yang digunakan.

4.1.6 Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid Crystal Display (LCD) berfungsi sebagai modul penampil, LCD yang digunakan adalah LCD (16x2), pada LCD sudah dilengkapi dengan rangkaian *Backpack*. Tampilan LCD (16x2) dan *backpack* ditunjukkan pada Gambar 20.



Gambar 20. Tampilan LCD (16x2) dan Backpack

Pada gambar terlihat pin VCC pada LCD menerima input tegangan dari pin power Arduino sebesar 5 volt dan pin GND menerima inputan negatif dari Arduino. Kemudian pin SDA pada LCD dihubungkan dengan pin communication SDA pada Arduino, begitu pula dengan pin SCL pada LCD dihubungkan dengan pin SCL pada Arduino. Pada LCD nilai yang akan ditampilkan adalah waktu tempuh dan kecepatan dari kendaraan yang terukur, serta keadaan ketika kecepatan kendaraan dibawah 20 m/s. Tampilan nilai waktu dan kecepatan pada LCD ditunjukkan pada Gambar 21, sedangkan tampilan ketika kecepatan kendaraan dibawah 20 m/s ditunjukkan pada Gambar 22.



Gambar 21. Tampilan nilai waktu dan kecepatan pada LCD

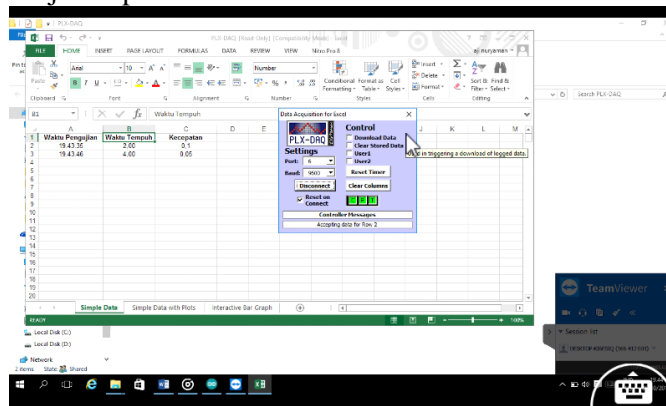


Gambar 22. Tampilan ketika kecepatan dibawah 20 m/s pada LCD

4.1.7 Perangkat Android

Perangkat Android digunakan untuk memantau data kecepatan yang sedang diukur. Dengan perangkat Android yang telah terpasang software TeamViewer kita dapat memantau nilai kecepatan yang sedang diukur bahkan mengendalikan PC atau laptop yang digunakan pada

Penelitian ini. Tampilan perangkat Android yang telah terpasang software TeamViewer sebagai perangkat monitoring ditunjukkan pada Gambar 23.



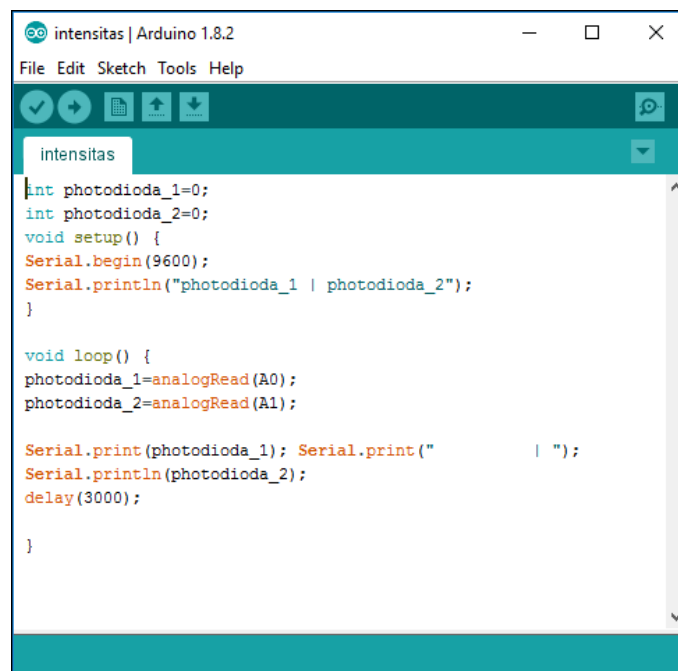
Gambar 23. Tampilan perangkat Android sebagai perangkat monitoring

5. Pengujian dan Analisis

Pada bab ini akan dibahas mengenai pengujian dan analisis dari sistem yang telah dirancang. Pengujian ini meliputi pengujian sensor infra merah dan photodioda dan pengujian sistem secara keseluruhan.

5.1.1 Pengujian sensor infra merah dan photodioda

Pengujian pada sensor infra merah dan photodioda dilakukan dengan menguploadkan program pengukur intensitas cahaya pada software Arduino IDE. Tampilan program pengukur intensitas cahaya ditunjukkan pada Gambar 24.



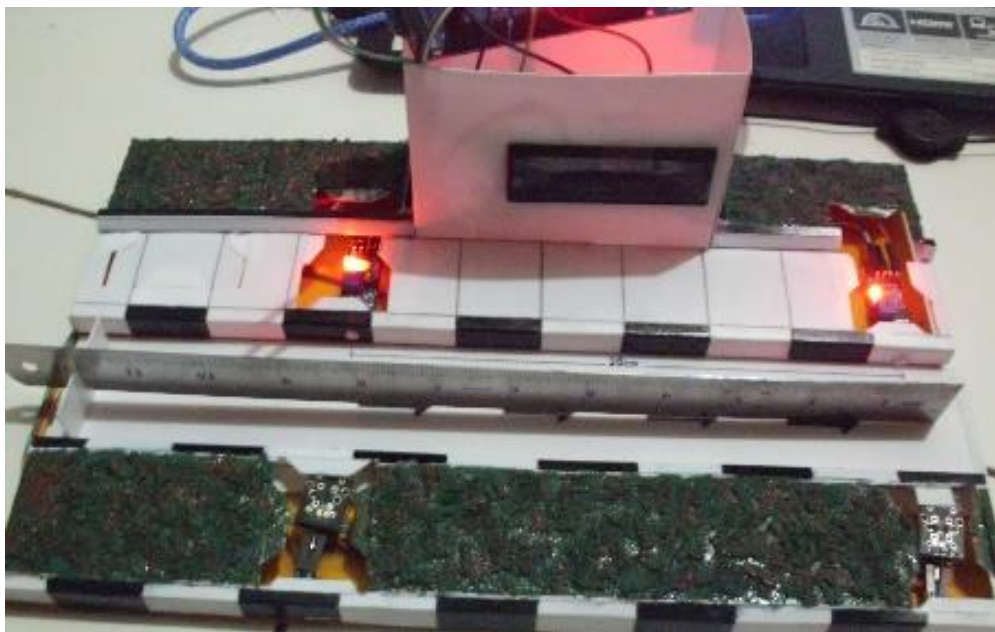
Gambar 24. Program pengukur intensitas cahaya

Pengujian dilakukan dengan cara menghadapkan sumber cahaya infra merah dengan photodioda dengan jarak 5 cm. Setelah itu akan dilihat berapa besar intensitas cahaya pada keadaan photodioda terkena sinar infra merah dan keadaan photodioda tidak terkena sinar infra merah atau dengan kata lain sinar infra merah terhalangi benda.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja dari photodioda, tampilan pengujian ditunjukkan pada Gambar 25 dan Gambar 26.



Gambar 25. Photodioda terkena sinar infra merah



Gambar 26. Photodioda tidak terkena sinar infra merah

Pada Gambar 25 dilakukan pengujian berapa besar intensitas cahaya yang diterima photodioda jika photodioda terkena cahaya infra merah. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian ke-1 pada sensor infra merah dan photodioda

No	Photodioda 1 (Å)	Photodioda 2 (Å)
1	485	349
2	485	348
3	485	345
4	484	349
5	484	349
6	484	347
7	484	350
8	485	347
9	485	349
10	485	348

Pada Gambar 26 dilakukan pengujian berapa besar intensitas cahaya yang diterima photodioda jika photodioda tidak terkena cahaya infra merah. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian ke-2 pada sensor infra merah dan photodioda

No	Photodioda 1 (Å)	Photodioda 2 (Å)
1	945	1006
2	945	1006
3	945	1006
4	944	1006
5	944	1005
6	944	1006
7	945	1006
8	944	1005
9	945	1006
10	944	1005

Berdasarkan hasil pengujian pertama dan kedua pada sensor infra merah dan photodioda kita dapat bandingkan bahwa, ketika photodioda terkena cahaya dari sensor infra merah maka resistansinya rendah. Sedangkan pada saat photodioda tidak terkena cahaya dari sensor infra merah maka resistansinya tinggi. Hal ini sesuai dengan sifat dari photodioda yaitu jika terkena cahaya maka resistansinya berkurang, sedangkan jika tidak terkena cahaya maka resistansinya meningkat.

5.1.2 Pengujian sistem secara keseluruhan

Pengujian kecepatan yang dilakukan pada sistem ini yaitu sebanyak 10 kali dengan menggunakan sebuah kendaraan mainan. Hasil pengujian kecepatan akan dibandingkan dengan hasil perhitungan secara manual. Pada perhitungan manual, jarak yang digunakan sebesar 0.0002 km. Sedangkan waktu tempuh yang digunakan diambil dari hasil pengukuran pada prototipe yang kemudian dikonversi kedalam satuan jam. Untuk analisa dan perhitungan secara manual adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Diketahui} & & : s &= 20 \text{ cm} = 0.0002 \text{ km} \\
 & & 1 \text{ detik} &= 0.000277 \text{ jam} \\
 & & 1 \text{ m/s} &= 3.6 \text{ km/jam} \\
 \text{Kecepatan (v)} & & = & \frac{\text{Jarak (km)}}{\text{Waktu (jam)}} & (1)
 \end{aligned}$$

- Dimana :
- s = jarak tempuh dari sensor 1 sampai sensor 2
 - t = waktu yang didapat dari pengujian alat kemudian dikonversi kedalam satuan jam
 - v = kecepatan yang didapat dari hasil perhitungan manual, yaitu hasil bagi dari jarak dengan waktu kemudian dikonversi kedalam satuan m/s

Hasil perhitungan kecepatan secara manual adalah sebagai berikut :

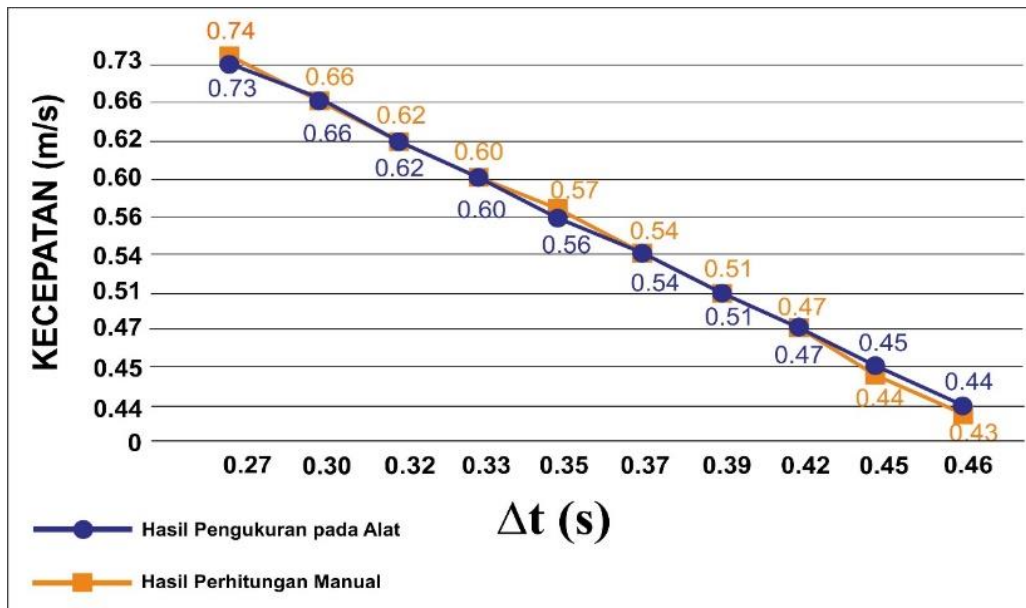
1. $0.0002 \text{ km}/0.0000914 \text{ jam} = 2.188 \text{ km/jam} = 0.607 \text{ m/s}$
2. $0.0002 \text{ km}/0.0001080 \text{ jam} = 1.851 \text{ km/jam} = 0.514 \text{ m/s}$
3. $0.0002 \text{ km}/0.0001024 \text{ jam} = 1.953 \text{ km/jam} = 0.542 \text{ m/s}$
4. $0.0002 \text{ km}/0.0001274 \text{ jam} = 1.569 \text{ km/jam} = 0.435 \text{ m/s}$
5. $0.0002 \text{ km}/0.0000886 \text{ jam} = 2.257 \text{ km/jam} = 0.626 \text{ m/s}$
6. $0.0002 \text{ km}/0.0001163 \text{ jam} = 1.719 \text{ km/jam} = 0.477 \text{ m/s}$
7. $0.0002 \text{ km}/0.0001246 \text{ jam} = 1.605 \text{ km/jam} = 0.445 \text{ m/s}$
8. $0.0002 \text{ km}/0.0000969 \text{ jam} = 2.063 \text{ km/jam} = 0.573 \text{ m/s}$
9. $0.0002 \text{ km}/0.0000747 \text{ jam} = 2.677 \text{ km/jam} = 0.743 \text{ m/s}$
10. $0.0002 \text{ km}/0.0000831 \text{ jam} = 2.406 \text{ km/jam} = 0.668 \text{ m/s}$

Berikut adalah hasil dari pengujian alat dan hasil perhitungan manual dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian alat dan hasil perhitungan manual

No	Hasil		
	WaktuTempuh (Δt)	Kecepatan	
	Hasil Pengukuran Pada Alat (s)	Hasil Pengukuran Pada Alat (m/s)	Hasil Perhitungan Manual (m/s)
1	0.33	0.6	0.607
2	0.39	0.51	0.514
3	0.37	0.54	0.542
4	0.46	0.44	0.435
5	0.32	0.62	0.626
6	0.42	0.47	0.477
7	0.45	0.45	0.445
8	0.35	0.56	0.573
9	0.27	0.73	0.743
10	0.30	0.66	0.668
	Rata – rata	0.558	0.563

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat perbedaan hasil kecepatan antara pengukuran menggunakan alat dan hasil perhitungan secara manual. Perbedaan hasil ini terjadi dikarenakan pada proses *counter* di mikrokontroler terjadi pembulatan angka, untuk lebih jelasnya akan ditunjukkan pada Gambar 27.



Gambar 27. Grafik Pengujian Alat

Dari hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 4 dapat dihitung persentase kesalahan pada hasil pengukuran kecepatan yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase kesalahan} &= \frac{\text{Hasil ukur} - \text{Hasil analisa}}{\text{Hasil ukur}} \times 100\% \quad (2) \\
 &= \frac{0.558 - 0.563}{0.558} \times 100\% = 0.89\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan persentase kesalahan yang telah didapat yaitu sebesar 0.89%, hal ini menunjukkan bahwa keakuratan prototipe alat pengukur kecepatan kendaraan ini sudah cukup baik.

6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang diperoleh dari prototipe alat pengukur kecepatan kendaraan dengan sensor infra merah, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada prototipe alat pengukur kecepatan kendaraan dengan sensor infra merah ini hanya akan mendeteksi dan menampilkan hasil kecepatan minimal sebesar 20 m/s atau lebih. Kecepatan dibawah 20 m/s dianggap kecepatan normal sehingga hasil pengukuran tidak akan dimasukkan sebagai data.
2. Nilai kecepatan didapat apabila kendaraan melewati sensor 1 sampai sensor 2, sebaliknya jika kendaraan melewati sensor 2 ke sensor 1 maka kecepatan tidak akan terdeteksi. Untuk mengetahui keakuratan dari prototipe alat pengukur kecepatan kendaraan ini hasil dari pengukuran dibandingkan dengan hasil kecepatan yang dihitung secara manual, dan didapat persentase kesalahan sebesar 0.89 %. Hal ini menunjukkan bahwa keakuratan prototipe alat pengukur kecepatan ini sudah cukup baik.

Daftar Pustaka

- [1] A. S. Syifa, "Purwarupa Pendeteksi Kecepatan Kendaraan dengan Sensor ULTRASONIC berbasis ARDUINO UNO R3," Universitas Gadjah Mada, 2014.
- [2] Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, "Sosialisasi Batas Kecepatan Kendaraan," 2017. [Online]. Available: <http://www.dephub.go.id/berita/baca/kemenhub-sosialisasikan-batas-kecepatan-kendaraan-di-jalanraya/?cat=QmVyaXRhfHN1Y3Rpb24tNjU=>. [Accessed 15 Oktober 2017].

- [3] Mulyawan, "Perancangan Alat Pengukur Kecepatan Kendaraan Menggunakan Mikrokontroler ATMEGA32 dan Modul BLUETOOTH DBM-01," Universitas Kristen Maranatha.
- [4] A. Vrileuis, "Pemantau Lalu Lintas dengan Sensor LDR Berbasis Mikrokontroler Atmega," Universitas Syiah Kuala, 2013.
- [5] Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi, "Aplikasi Mikrokontroler AT89C51 Pada Pengukur Kecepatan Kendaraan," Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, 2016.
- [6] A. Triwiyanto, "Konsep Umum Sistem Kontrol," Universitas Diponegoro, 2011.
- [7] E. Dasar, "Persyaratan Sensor dan Transducer," 2013. [Online]. Available: <http://elektronika-dasar.web.id/persyaratan-sensor-dan-transducer/>. [Accessed 9 November 2016].
- [8] E. Dasar, "Teori Dasar Sensor dan Transducer Elektronika," 2013. [Online]. Available: <http://elektronika-dasar.web.id/teori-sensor-dan-transducer-elektronika/>. [Accessed 9 November 2016].
- [9] Arduino, "Getting Started with Arduino and Genuino Mega2560," 2017. [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoMega2560>. [Accessed 5 Desember 2017].
- [10] Zona Elektro, "Teori Infra Merah dan Prinsip Infra Merah," 2013. [Online]. Available: <http://zoniaelektro.net/infra-merah-media-komunikasi-cahaya/>. [Accessed 19 Oktober 2016].
- [11] A. Munandi, "Mengenal Infra Merah (Infra Red)," 2016. [Online]. Available: <http://www.Hootronik.com/2013/03/mengenal-infra-merah-infra-red.html>. [Accessed 9 November 2016].
- [12] E. Dasar, "Sensor Photodiode," 2013. [Online]. Available: <http://elektronika-dasar.web.id/sensor-photodiode/>. [Accessed 9 November 2016].
- [13] E. Dasar, "LCD (Liquid Crystal Display)," 2013. [Online]. Available: <http://elektronika-dasar.web.id/lcd-liquid-crystal-display/>. [Accessed 9 November 2016].
- [14] E-Learning, "Teori Dasar Mikrokontroler LCD," 2010. [Online]. Available: <http://k0mput3r.web.id/2010/10/teori-dasar-mikrokontroler-lcd.html>. [Accessed 9 November 2016].