



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**Pendeteksi Kecepatan Kendaraan Menggunakan Modul Laser  
dan LDR Light Detection Sensor**

*Vehicle Speed Detector Using Laser Module and LDR Light  
Detection Sensor*

**MAKALAH PROYEK UAS SISTEM BENAM 1**

**Teuku Alif Rafi Akbar**

**1806195223**

**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**DEPOK**

**JULI 2021**

## ABSTRAK

Nama : Teuku Alif Rafi Akbar  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul : Pendeteksi Kecepatan Kendaraan Menggunakan Modul Laser dan *LDR Light Detection Sensor*

Setiap negara memiliki UU atau Undang-Undang tersendiri untuk meregulasi batas kecepatan bagi kendaraan, baik roda dua maupun roda empat. Indonesia tentu saja memiliki UU ini, sehingga pengemudi bisa menyesuaikan kondisi kecepatan dengan kondisi jalanan yang dilewatinya. Hal ini diatur dalam Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 111 Tahun 2015 Tentang Tata Cara Penetapan Batas Kecepatan, pemerintah berusaha untuk memberikan batasbatas kecepatan yang dapat ditempuh oleh pengemudi dalam mengendarai kendaraannya. Meskipun dalam prakteknya, pelanggaran batas kecepatan acapkali terjadi, entah karena terburu-buru, atau karena tidak terlihat oleh pihak berwajib.

UPT PLK dan UPT K3L telah menetapkan batas kecepatan maksimal di dalam kampus menjadi 30 km/jam. Jalan-jalan di lingkaran UI dirancang maksimal 30 km/jam, mengingat kondisi jalan yang konturnya naik turun dan banyak kelokan. Jalan rawan berlubang dan perilaku pengendara yang tidak taat lalu lintas. Dalam kaitan itulah batas kecepatan maksimum yang ditetapkan harus dipatuhi oleh semua pengendara kendaraan bermotor sehingga kecelakaan lalu lintas bisa diminimalkan. Dengan kecepatan maksimal 30 km/jam, apabila terjadi hal-hal yang tidak terduga di persimpangan atau pejalan kaki di sekitarnya masih bisa mengantisipasi, kendaraan masih bisa dipaksa berhenti dan akan mengurangi angka kecelakaan di dalam kampus.

Dengan perancangan prototipe ini, diharapkan dapat membantu pihak dari UPT PLK dan UPT K3L UI dalam menetapkan regulasi kecepatan untuk lingkungan sekitar UI. Prototipe ini menggunakan perangkat Arduino sebagai mikrokontroler, dibantu dengan menggunakan modul laser dan sensor LDR untuk mendeteksi sinar dari laser tersebut. Perubahan nilai yang ditangkap oleh laser bergantung pada pancaran sinar laser, jika tertutup oleh kendaraan, maka nilai akan ditangkap dan data waktu pelintasan kendaraan akan dicatat. Hal ini diaplikasikan ke dua titik, dengan pembatasan jarak sehingga dapat menghitung kecepatan dari kendaraan melalui persamaan kinematika dasar. Ketika kecepatan kendaraan yang melalui sensor terlalu cepat, maka buzzer akan menyala dengan sendirinya dan nilai kecepatan kendaraan akan ter-*display* secara otomatis pada LCD yang digunakan.

Kata Kunci: kendaraan, kecepatan, modul laser, sensor penangkap cahaya LDR

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1. Rumusan Masalah .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Gambaran Proyek.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3. Tujuan Proyek.....</b>	<b>3</b>
<b>1.4. Batasan Masalah .....</b>	<b>3</b>
<b>1.5. Konsep Pengukuran Masalah .....</b>	<b>5</b>
<b>BAB 2 RANCANGAN SISTEM DAN SPESIFIKASI DESAIN .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1. Spesifikasi Perangkat.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.1. Perangkat Keras.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.2. Perangkat Lunak .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2. Arsitektur Sistem .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3. Algoritma .....</b>	<b>21</b>
<b>2.3.1. Algoritma Sistem.....</b>	<b>21</b>
<b>2.3.1. Program Alat .....</b>	<b>22</b>
<b>BAB 3 PENGUKURAN DAN HASIL.....</b>	<b>25</b>
<b>3.1. Prosedur Perhitungan .....</b>	<b>2Error! Bookmark not defined.</b>
<b>3.2. Hasil Perhitungan .....</b>	<b>28</b>
<b>3.3. Analisis Kinerja Sistem .....</b>	<b>29</b>
<b>BAB 4 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>30</b>
<b>4.1. Kesimpulan .....</b>	<b>30</b>
<b>4.2. Saran .....</b>	<b>30</b>

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Rumusan Masalah

Batas kecepatan digunakan di sebagian besar negara untuk menetapkan kecepatan maksimum, rata-rata, atau minimum yang sah di mana kendaraan diizinkan untuk melakukan perjalanan di bentangan jalan tertentu. Batas kecepatan biasanya ditunjukkan pada rambu-rambu jalan yang menyatakan kecepatan maksimum, rata-rata atau minimum yang diperbolehkan dalam kilometer per jam (km/jam) dan/atau mil per jam (mph). Batas kecepatan umumnya ditetapkan oleh pembuat undang-undang di pemerintah nasional atau provinsi dan ditegakkan oleh polisi nasional atau regional dan otoritas kehakiman. Batas kecepatan juga dapat bervariasi, atau terkadang tidak ada, seperti di sebagian besar jalan raya Jerman.

Ada sejumlah alasan untuk pengaturan kecepatan di jalan raya. Hal ini sering dilakukan untuk meningkatkan keselamatan jalan dan mengurangi kematian lalu lintas. *The World Health Organization* (WHO) telah mengidentifikasi sejumlah langkah-langkah pengendalian kecepatan untuk mengurangi kecelakaan di jalan. Ini didasarkan pada laporan WHO yang memperkirakan 1,2 juta orang yang tewas akibat kecelakaan di seluruh dunia dan 50.000 orang mengalami cedera di jalan pada tahun 2004.

Istilah *Overspeeding* sudah tidak asing lagi untuk didengar bagi berbagai kalangan, dimana pengendara kendaraan menggunakan kendaraan melebihi batas kecepatan yang telah diatur dalam perundang-undang yang ada di negara tersebut. Salah satu tempat yang sudah terdapat regulasi terkait pembatasan kecepatan tersebut adalah daerah universitas, maupun pemukiman warga. Batas dari kecepatan yang ditetapkan adalah 30 km/h. Salah satunya diaplikasikan ke Kawasan lalu lintas yang ada dalam Universitas Indonesia, UPT PLK dan UPT K3L telah menetapkan batas kecepatan maksimal di dalam kampus menjadi 30km/jam. Jalan-jalan di lingkaran UI dirancang maksimal 30 km/jam, mengingat kondisi jalan yang konturnya naik turun dan banyak kelokan.

Terdapat beberapa Tindakan alternatif yang sudah dilakukan untuk mengendalikan batas kecepatan kendaraan yang melintas di sekitar UI saat ini, yaitu dengan pengadaan polisi tidur, alat pembatas kecepatan atau markah kejut yang merupakan bagian jalan yang ditinggikan berupa tambahan aspal atau semen yang dipasang melintang di jalan untuk pertanda memperlambat laju/kecepatan kendaraan, namun alternatif ini masih belum efisien pengaplikasiannya dalam mengatasi *speeding-limit* di Kawasan UI itu sendiri.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dilakukan penelitian dan perancangan prototipe ini dengan inovasi untuk mengadakan sensor kecepatan kendaraan bagi pengendara yang melintasi Kawasan UI untuk kendaraan roda empat maupun roda dua. Prototipe ini dilengkapi dengan buzzer aktif, sinar laser dan juga sensor cahaya LDR sehingga dapat mendeteksi kecepatan kendaraan yang melewati tempat pemasangan prototipe ini, bila terjadi *overspeeding*, maka buzzer akan berbunyi dan dijadikan sebagai isyarat bahwa pengendara tersebut telah melanggar batas kecepatan yang ada.

## 1.2. Gambaran Proyek

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah batas kecepatan terkait dan merancang suatu inovasi berupa prototipe alat yang dapat digunakan dan dikembangkan pada masa mendatang adalah dengan menggunakan teknologi Arduino, modul laser, dan juga sensor penangkap cahaya dengan LDR. Rancangan sistem ini akan dibuat dalam bentuk *prototype* perangkat keras yang selanjutnya akan diuji efektivitasnya. Perangkat ini dibuat untuk mengembangkan sistem berbasis mikrokontroller, dimana perangkat dapat mendeteksi kecepatan dari kendaraan yang melewati tempat pengaplikasian prototipe tersebut serta dapat menjadi isyarat untuk mengetahui apakah kendaraan tersebut melanggar atau tidak.

Prototipe ini dibuat dengan menempatkan modul laser dan juga sensor pendeteksi cahaya pada beberapa titik di Kawasan jalanan UI yang tersambung dengan sebuah Arduino. Modul laser dan sensor pendeteksi cahaya menggunakan LDR digunakan untuk mendeteksi apabila mobil tersebut melewati titik pengaplikasian tersebut, dan sebagai titik untuk melakukan pencatatan data berupa waktu akses dari kendaraan tersebut. Selanjutnya Ketika kendaraan sudah melewati dua titik tersebut yang diberikan jarak sekitar 5 sampai dengan 8 meter, sistem akan mengklasifikasikan waktu yang ditempuh pada titik pertama dan titik kedua, dan melakukan perhitungan untuk total waktu yang ditempuh kendaraan diantara kedua titik tersebut menggunakan persamaan kinematika ( $v = s/\Delta t$ ). Apabila kendaraan yang digunakan ternyata menggunakan kecepatan melebihi standar yang sudah ditetapkan, maka akan terdapat buzzer yang berbunyi untuk mengirimkan *alert* kepada petugas untuk mengindikasikan terjadinya pelanggaran. Penjelasan mengenai algoritma dari prototype akan dijelaskan pada sub-bab algoritma yang tersedia pada bab berikutnya.

## 1.3. Tujuan Proyek

Tujuan dari proyek ini adalah sebagai berikut:

1. Mendesain sebuah prototipe alat untuk mendukung sistem keamanan berkendara pada daerah Universitas Indonesia yang otomatis berbasis mikrokontroller Arduino menggunakan modul laser dan *LDR Light Detection Sensor*.
2. Pemenuhan tugas akhir dari mata kuliah sistem benam 1.
3. Menerapkan teknologi sebagai salah satu solusi yang dapat menyelesaikan masalah pada kehidupan sehari-hari, terutama dalam lingkungan kampus, diantaranya batas kecepatan kendaraan di lingkungan kampus UI.

## 1.4. Batasan Permasalahan

Terdapat beberapa aspek dan dampak dari proyek *Vehicle Speed Detector* berbasis *microcontroller* yang perlu diperhatikan, diantaranya

### 1.4.1 *Economic or financial*

- ✓ *Cost Efficient*: Alat didesain agar menggunakan biaya seminimal mungkin sehingga dapat memberikan manfaat yang besar dengan biaya yang minimal bagi stakeholder yang terpengaruh.

- ✓ *Durability*: Durabilitas dari alat akan berdampak pada masa penggunaan alat yang lama sehingga meminimalisir biaya reparasi ataupun peremajaan alat.

#### **1.4.2 *Environmental***

- ✓ Cuaca: Alat yang dihasilkan dari perancangan prototype ini harus memiliki ketahanan terhadap perubahan cuaca dan mampu bertahan dalam cuaca yang buruk seperti hujan, dan badai.

#### **1.4.3 *Sustainability***

- ✓ Alat didesain sehingga memiliki siklus guna yang panjang.
- ✓ Ketersediaan material atau komponen material yang mendukung penggunaan peralatan ini dan layanan perbaikan harus tersedia
- ✓ Penggunaan alat dan bahan pada penelitian ini harus dipilah terlebih dahulu untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan.

#### **1.4.4 *Manufacturability***

- ✓ Kualitas: Bahan dan material yang digunakan memiliki kualitas yang baik, mudah terpengaruh oleh faktor luar, dan tahan lama sehingga tidak cepat rusak dalam waktu singkat.
- ✓ Mudah untuk dicari: Bahan dan material yang digunakan harus tersedia secara komersial dan mudah diakses sehingga dapat dengan mudah ditemukan jika terjadi kerusakan alat.
- ✓ Standar Keamanan: Harus memenuhi standar yang berlaku untuk setiap bagian struktural peralatan dan desain perancangan.
- ✓ Pengukuran Desain: Pembuatan alat didasarkan pada perhitungan, seperti posisi sensor yang digunakan untuk menentukan kecepatan, jarak dari ruas jalan agar laser dapat memancarkan sinarnya kepada sensor pendeteksi cahaya sehingga menjadi akurat untuk pengambilan data waktu tempuh untuk masing-masing sensor.

#### **1.4.5 *Ethicality***

- ✓ Perancangan alat dilakukan tanpa adanya plagiarisme.
- ✓ Melakukan *patent search* secara komersial untuk menghindari pelanggaran hak paten terhadap suatu perusahaan ataupun investor.
- ✓ Bertanggung jawab atas pembuatan alat yang baik, berguna, serta dapat diandalkan untuk masyarakat (kontribusi untuk masyarakat).

#### **1.4.6 *Health and safety***

- ✓ *Safety*: Unit harus dapat dioperasikan tanpa membahayakan pengguna. Pengoperasian alat sebisa mungkin terkesan *harmless* sehingga membuat pengguna alat merasa aman dan nyaman.
- ✓ *Ease of Use*: Unit yang dirancang mudah untuk digunakan terutama dengan pelatihan kurang dari lima belas menit untuk orang dewasa agar memenuhi aspek efisiensi.
- ✓ *Ergonomics*: Ergonomi adalah ilmu, teknologi dan seni untuk menserasikan peralatan, mesin, sistem, organisasi dan lingkungan pada kemampuan, kebolehan dan batasan manusia sehingga diperoleh kondisi kerja dan lingkungan yang sehat, aman, nyaman dan efisien sehingga tercapai produktivitas setinggi – tingginya. Alat yang akan dirancang harus memenuhi

aspek ergonomis sesuai dengan yang tertera pada Permenaker No. 5 Tahun 2018.

- ✓ Untuk menjunjung tinggi nilai keselamatan, alat ini perlu memiliki standarisasi secara menyeluruh terutama pada komponen yang ada pada alat tersebut. Standarisasi yang dimaksud antara lain:
  - ISO/IEC 29182-2:2013 tentang *Information technology — Sensor networks: Sensor Network Reference Architecture (SNRA) — Part 2: Vocabulary and terminology*
  - ISO/IEC 30128:2014 tentang *Information technology — Sensor networks — Generic Sensor Network Application Interface*

#### **1.4.7 Social**

- ✓ Dalam hal ini alat yang digunakan harus ramah lingkungan dan tidak mengganggu kenyamanan orang lain. Selain itu, saat menguji prototipe, mengurangi gangguan semaksimal mungkin saat uji coba berlangsung agar menguntungkan semua pihak.
- ✓ Perlu diperhatikan kemungkinan terjadinya beberapa pemutusan hubungan kerja (PHK) yang menyebabkan beberapa karyawan akan mengalami pengangguran.

#### **1.4.8 Political**

- ✓ Perlu adanya perizinan untuk kerja sama dengan Direktorat Pengelolaan dan Pemeliharaan Fasilitas (DPPF) UI, PLK UI, serta pihak yang terkait karena sistem transportasi yang didalamnya termasuk plat kendaraan merupakan hal yang diatur pada Undang – Undang negara Indonesia.

### **1.5. Konsep Pengukuran Masalah**

Pengukuran kecepatan dengan menggunakan prototype ini dilakukan dengan beberapa konsep yang harus dipahami. Konsep pertama adalah bagaimana pemasangan kedua sensor yang digunakan dan juga bagaimana sensor dapat mendeteksi keberadaan dari objek (kendaraan) yang melewati sensor tersebut, dan data apa yang bisa didapatkan ketika terjadi hal seperti itu. Pertama, kedua sensor yang digunakan harus dipasangkan dengan jarak diantara kedua sensor (sekitar 3-8 meter) dikarenakan kendaraan umumnya memiliki Panjang sedemikian rupa, hal ini menjadi parameter untuk menentukan kecepatan melalui persamaan kinematika ( $s = v * \Delta t$ ).

Komponen yang digunakan sebagai sensor pada prototype ini adalah modul laser dan sensor pendeteksi cahaya, dimana Ketika terdapat objek yang melewati keduanya, maka pancaran sinar dari laser akan terhalangi oleh objek tersebut selama periode tertentu, dan sensor akan terhalangi sehingga sensor menunjukkan nilai 'HIGH' selama periode tersebut. Ketika objek sudah melalui kedua alat tersebut, sinar dari laser akan terpancarkan kembali kepada sensor cahaya tersebut, dan kondisi dari sensor akan menunjukkan nilai 'LOW'. Selama sensor mengalami kondisi 'HIGH', periode akan dicatat melalui fungsi 'millis()' sehingga diketahui waktu yang dibutuhkan objek untuk melewati sensor secara menyeluruh.

Dari parameter yang sudah kita ketahui dan data yang sudah didapat, prototype akan dapat mengelola data tersebut menggunakan parameter yang sudah ditentukan untuk menemukan kecepatan dari kendaraan yang melalui jalan tersebut. Kecepatan

dapat ditentukan dengan menghitung berapa waktu total yang dibutuhkan kendaraan tersebut untuk melewati kedua sensor yang sudah dipasangkan dengan jarak yang sudah ditentukan, sehingga melalui persamaan kinematika dasar, prototype dapat melakukan perhitungan dan menampilkan hasil kecepatan kendaraan dalam satuan km/jam. Hasil ini akan di display pada LCD yang nantinya akan menjadi layer utama untuk melihat kecepatan dari kendaraan tersebut dapat dibilang *overspeeding* atau normal. Pada lingkungan Kampus Universitas Indoensia, batas kecepatan yang harus dipatuhi adalah 30 km/jam.

Percobaan yang akan dilakukan untuk operasional dari prototype yang sudah dibuat nantinya akan dibuat dalam dua kondisi, yaitu apabila kecepatan kendaraan sedang dalam kategori *overspeeding* ( $> 30$  km/jam) atau dalam kategori normal ( $< 30$  km/jam). Ketika termasuk dalam kategori *overspeeding* maka dapat dikatakan bahwa telah terjadi pelanggaran dan buzzer akan diaktivasi sebagai indicator untuk memberitahu petugas yang sedang berjaga. Ketika dalam kategori normal, maka tidak terjadi pelanggaran dan kondisi buzzer akan non aktif sehingga tidak perlu ada pengecekan, namun nilai dari kecepatan akan tetap direcord pada LCD.



## BAB 2

### RANCANGAN SISTEM DAN SPESIFIKASI DESAIN

#### 2.1. Spesifikasi Perangkat

Dalam mendesain prototipe ini, terdapat dua klasifikasi dari perangkat yang digunakan, diantaranya terdapat perangkat keras dan perangkat lunak. Berikut penjelasan dari masing-masing klasifikasi berdasarkan komponen yang digunakan selama membuat prototipe alat.

##### 2.1.1. Perangkat Keras

Berikut merupakan perangkat yang digunakan dalam mendesain prototipe dari *Vehicle Speed Detector*, diantaranya untuk perangkat keras adalah:

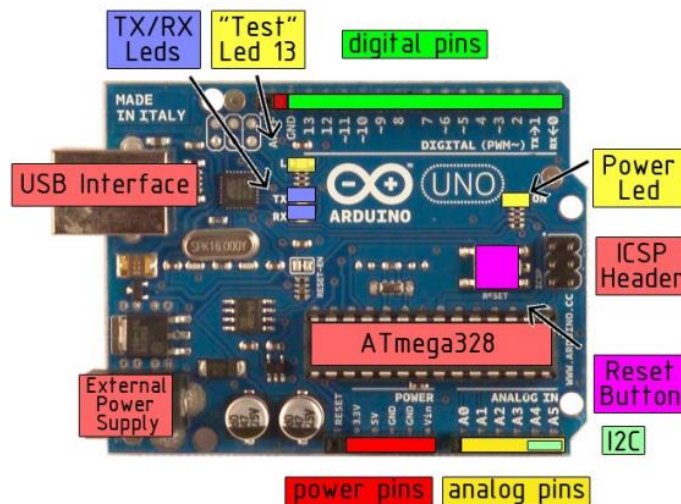
###### 2.1.1.1. *Arduino Uno*

Arduino Uno adalah salah satu development kit mikrokontroler yang berbasis pada ATmega28. Arduino Uno R3 adalah seri terakhir dan terbaru dari seri Arduino USB. Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya.

Setiap 14 pin digital pada arduino uno dapat digunakan sebagai input dan output, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalwrite()`, dan `digitalRead()`. Fungsi fungsi tersebut beroperasi di tegangan 5 volt, Setiap pin dapat memberikan atau menerima suatu arus maksimum 40 mA dan mempunyai sebuah resistor pull-up (terputus secara default) 20-50 k $\Omega$ . Berikut gambar dari Arduino uno, beserta lokasi dari masing-masing pin fungsionalnya, dapat dilihat pada gambar 2.1. dan gambar 2.2.



Gambar 2.1. Arduino Uno



Gambar 2.2. Arsitektur dari Arduino Uno

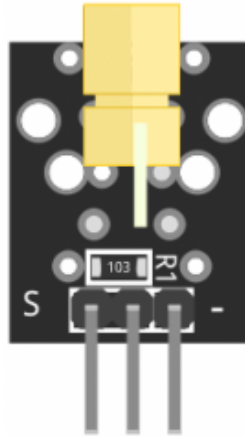
Berikut, adalah datasheet untuk Arduino uno:

Summary	
Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz

Gambar 2.3. Datasheet dari Arduino Uno

#### 2.1.1.2. *Laser Module*

Pada proyek ini, digunakan modul laser KY-008 sebagai pemancar sinar laser menuju ke sensor pendeteksi cahaya dengan LDR. Modul Pemancar Laser KY-008 untuk Arduino adalah alat yang dapat memancarkan sinar laser merah berbentuk titik. Modul pemancar Laser KY-008 terdiri dari kepala dioda laser merah 650nm dan sebuah resistor. Modul laser ini memiliki cangkupan yang baik (hingga 5 meter) sehingga sangat optimal untuk diaplikasikan pada jalanan umum yang diinginkan. Modul laser ini digunakan sebagai indicator apakah *LDR Light Detection Sensor* dapat mendeteksi kehadiran objek yang melaluinya atau tidak, berikut adalah gambar dari modul laser terkait:



Gambar 2.4. Modul Laser KY-008

Berikut adalah table datasheet untuk penggunaan Modul Laser KY-008:

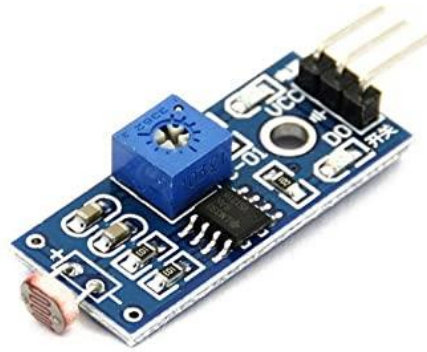
Operating Voltage	5V
Output Power	5mW
Wavelength	650nm
Operating Current	less than 40mA
Working Temperature	-10°C ~ 40°C [14°F to 104°F]
Dimensions	18.5mm x 15mm [0.728in x 0.591in]

Tabel 2.1. Datasheet Modul Laser KY-008

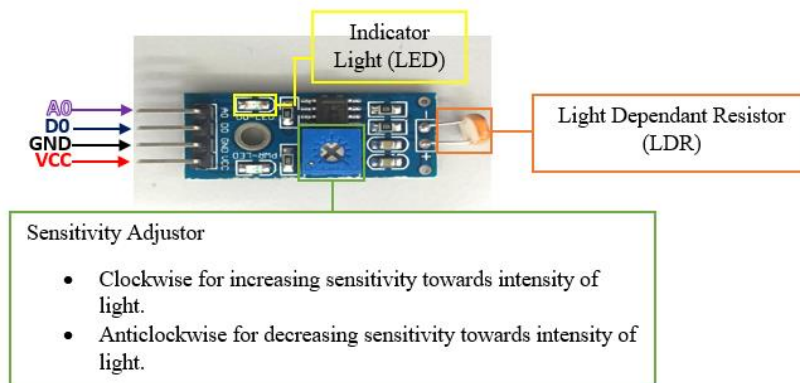
#### 2.1.1.3. *LDR Light Detection Sensor*

Modul sensor LDR digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya. Ini terkait dengan pin output analog dan pin output digital yang masing-masing diberi label sebagai AO dan DO di papan tulis. Saat ada cahaya, resistansi LDR akan menjadi rendah sesuai dengan intensitas cahaya. Semakin besar intensitas cahaya, semakin rendah resistansi LDR. Sensor ini memiliki kenop potensiometer yang dapat diatur untuk mengubah sensitivitas LDR terhadap cahaya. Sensor ini dapat menjangkau hingga kisaran 5 meter, dikarenakan laser dapat memancarkan sejauh jarak tersebut, sehingga lebih optima untuk digunakan pada intergrasi ke jalan yang diinginkan.



Pertimbangan mengapa pada perancangan prototype ini menggunakan sensor *LDR Photosensitive Light Sensor* adalah karena pengaplikasiannya yang akan digunakan pada jalan yang memiliki ruas sekitar 3-5 meter. Sensor lain yang bisa digunakan untuk mendeteksi cahaya lainnya dan kehadiran objek antara lain terdapat sensor infrared, namun sensor Infrared memiliki keterbatasan, dimana sensor infrared hanya mampu beroperasi hingga 30cm, dan sensor Infrared memiliki keterbatasan yaitu sangat mudah terpengaruh terhadap lingkungan sekitar (cahaya dari matahari, dari kendaraan itu sendiri, dsb). Hal tersebut menjadi alasan utama mengapa penerapan sensor *LDR Photodetective Light Detection Sensor* akan memiliki kinerja yang lebih optimal dibandingkan IR sensor pada umumnya. Berikut adalah gambar dari sensor LDR yang digunakan, dan spesifikasi dan konfigurasi pin dari sensor LDR pendeteksi cahaya pada Gambar 2.5. – Gambar 2.7



Gambar 2.5. *Photosensitive LDR Light Sensor*



Gambar 2.6. Struktur Pin dari *Photosensitive LDR Light Sensor*

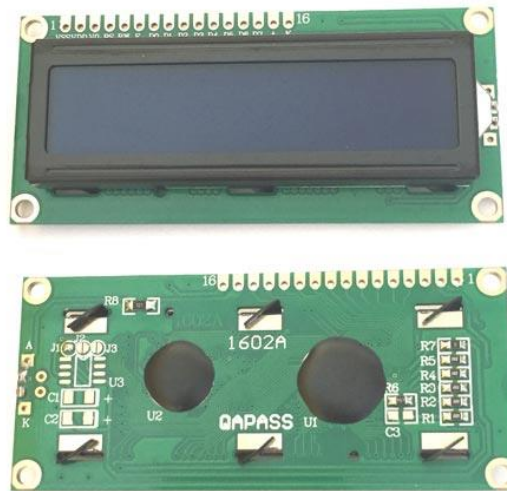
Pin	Description	Function
VCC	+3.3V~+5V	Connect to +3.3V ~ +5V
GND	0V	Connect to Ground
D0	Digital Output	<ol style="list-style-type: none"> <li>Output Signal: HIGH <ul style="list-style-type: none"> <li>• Surrounding intensity of light reaches the pre-set level. (Set by sensitivity adjustor)</li> <li>• LED status: ON</li> </ul>  </li> <li>Output Signal: LOW <ul style="list-style-type: none"> <li>• Surrounding intensity of light does not reach the pre-set level. (Set by sensitivity adjustor)</li> <li>• LED status: OFF</li> </ul>  </li> </ol>
A0	Analog Output	Analog output varies due to intensity of light.

Gambar 2.7 Konfigurasi penggunaan pin *Photosensitive LDR Light Sensor*

#### 2.1.1.4. 16X2 LCD Display Module

Modul LCD sangat umum digunakan di sebagian besar proyek yang disematkan, alasannya karena harganya yang murah, ketersediaan, dan ramah pemrogram. Sebagian besar dari kita akan menemukan tampilan ini dalam kehidupan kita sehari-hari, baik di PC atau kalkulator. Penampilan dan pinouts telah divisualisasikan di atas sekarang mari kita sedikit teknis.

LCD 16x2 dinamakan demikian karena; memiliki 16 Kolom dan 2 Baris. Ada banyak kombinasi yang tersedia seperti, 8x1, 8x2, 10x2, 16x1, dll. Namun yang paling banyak digunakan adalah LCD 16x2. Jadi, itu akan memiliki (16x2=32) total 32 karakter dan setiap karakter akan dibuat dari 5x8 Pixel Dots. Karakter tunggal dengan semua Piksennya ditunjukkan pada gambar di bawah ini. Berikut adalah gambar dari 16x2 *LCD Module* dan table konfigurasi pin dari Modul LCD 16x2.



Gambar 2.8. Modul LCD 16 x 2

Pin Number	Pin Name	Description
1	Vss (Ground)	Ground pin connected to system ground
2	Vdd (+5 Volt)	Powers the LCD with +5V (4.7V – 5.3V)
3	VE (Contrast V)	Decides the contrast level of display. Grounded to get maximum contrast.
4	Register Select	Connected to Microcontroller to shift between command/data register
5	Read/Write	Used to read or write data. Normally grounded to write data to LCD
6	Enable	Connected to Microcontroller Pin and toggled between 1 and 0 for data acknowledgement
7	Data Pin 0	Data pins 0 to 7 forms a 8-bit data line. They can be connected to Microcontroller to send 8-bit data. These LCD's can also operate on 4-bit mode in such case Data pin 4,5,6 and 7 will be left free.
8	Data Pin 1	

9	Data Pin 2	
10	Data Pin 3	
11	Data Pin 4	
12	Data Pin 5	
13	Data Pin 6	
14	Data Pin 7	
15	LED Positive	Backlight LED pin positive terminal
16	LED Negative	Backlight LED pin negative terminal

Tabel 2.2 Konfigurasi Pin *16X2 LCD Module*

#### 2.1.1.5. *I2C module*

*Inter Integrated Circuit* atau sering disebut I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didisain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I2C Bus dapat dioperasikan sebagai *Master* dan *Slave*. *Master* adalah piranti yang memulai transfer data pada I2C Bus dengan membentuk sinyal Start, mengakhiri transfer data dengan membentuk sinyal Stop, dan membangkitkan sinyal clock. *Slave* adalah piranti yang dialamati master.

Modul *Serial Interface I2C* ini digunakan untuk mempermudah koneksi LCD 16x2 ke papan mikrokontroler atau Arduino yang digunakan. Dengan menggunakan modul ini dapat banyak pin, sehingga hanya 2 pin saja yang digunakan untuk mengendalikan LCD 16x2 pada arduino. Berikut adalah gambar dari modul I2C yang digunakan, pada gambar 3.9.



Gambar 2.9. *Serial Interface I2C Module*

Keunggulan dari penggunaan modul ini, apabila dihubungkan dengan modul LCD 16x2 adalah dapat mempermudah koneksi LCD 16x2 dengan Arduino yang digunakan dikarenakan hanya menggunakan 2 pin SDA dan SCL, serta pin VCC dan GND sebagai sumber tegangannya.

Berikut adalah spesifikasi singkat dari modul I2C ini, diantaranya:

- ✓ Voltage: 5V
- ✓ Device address: 0x20



✓ Ukuran board: 41.5mm x 19mm x 15.3mm

Berikut terdapat gambar yang menyatakan konfigurasi dan deskripsi penggunaan pin dari modul I2C ini, pada gambar 3.10.

Pin #	Name	Type	Description
1	GND	Power	Supply & Logic ground
2	VCC	Power	Digital I/O 0 or RX (serial receive)
3	SDA	I/O	Serial Data line
4	SCL	CLK	Serial Clock line
A0	A0	Jumper	Optional address selection A0 - see below
A1	A1	Jumper	Optional address selection A1 - see below
A2	A2	Jumper	Optional address selection A2 - see below
Backlight		Jumper	Jumpered - enable backlight, Open - disable backlight
Contrast		Pot	Adjust for best viewing

Gambar 2.10. Konfigurasi dan Deskripsi dari Pin Modul I2C

#### 2.1.1.6. *Jumper Wires*

Kabel jumper adalah kabel yang digunakan sebagai penghubung antar komponen yang digunakan dalam membuat perangkat prototype. Kabel jumper bisa dihubungkan ke controller seperti Arduino uno melalui bread board. Kabel jumper akan ditancapkan pada pin yang terdapat pada Arduino Uno sesuai dengan fungsional yang diinginkan dari Arduino kepada komponen lainnya yang digunakan dalam merancang prototype.

Sesuai kebutuhannya kabel jumper bisa di gunakan dalam bermacam-macam versi, contohnya seperti versi *male to female*, *male to male* dan *female to female*. Karakteristik dari kabel jumper ini memiliki panjang antara 10 sampai 20 cm. Jenis kabel jumper ini jenis kabel serabut yang bentuk housingnya bulat. Dalam merancang sebuah desain rangkain elektronik, maka dibutuhkan sebuah kabel yang digunakan untuk menghubungkannya. Kabel jumper ini sangat wajib ada dalam penelitian ini. Berikut bentuk dari kabel jumper pada Gambar 3.11.



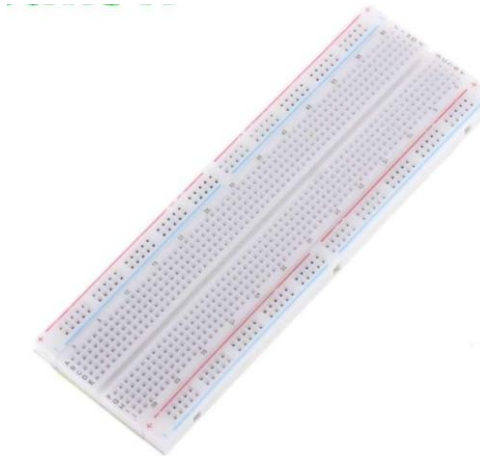
Gambar 2.11. Kabel Jumper (*male to female, male to male dan female to female*)

#### 2.1.1.7. ***Project Board (Bread Board)***

*Project board* merupakan papan proyek yang difungsikan sebuah sirkuit elektronika sebagai dasar konstruksi dan prototype suatu rangkain elektronika. *Project board* atau sering disebut *bread board*, banyak digunakan dalam merangkai komponen karena penggunaan yang menancapkan ke papan proyek dan tidak perlu melalui tahap penyolderan. Sehingga dapat digunakan kembali dengan mengganti kabel yang berbeda jika terdapat kesalahan atau kerusakan pada kebel yang tertancap pada *project board*.

*Project board* memiliki lima klip pengunci pada setiap setengah barisnya, ini berlaku pada semua jenis dan ukuran *project board*. Dengan begitu, kita hanya dapat menghubungkan lima komponen pada satu bagian atau setengah dari satu baris pada *project board*. Pada *project board* juga terdapat angka dan huruf, ini berfungsi untuk memudahkan penelitian dalam merangkai perangkat prototype yang dibuat. Sirkuit rangkaian yang dibuat mungkin saja rumit dan cukup kompleks dan bisa saja akan terjadi sebuah kesalahan pada rangkaian yang bisa berpengaruh pada kerusakan komponen. Untuk itu dengan memahami fungsi dan cara kerja *project board* akan meminimalisir kesalahan dalam rangkaian komponen elektronika. Berikut adalah gambar dari *project board* yang digunakan untuk mendesain prototype ini, pada Gambar 3.12.





Gambar 2.12. *Project Board 830 Point Solderless PCB*

#### 2.1.1.8. *Piezoelectric Active Buzzer*

Sebuah buzzer atau pager adalah audio yang perangkat sinyal, yang mungkin bersifat mekanik, elektromekanik, atau piezoelektrik (*piezo* untuk pendek). Sebuah piezoelektrik elemen mungkin didorong oleh beresilasi sirkuit elektronik atau lainnya sinyal audio source, didorong dengan penguat audio piezoelektrik. Suara yang biasa digunakan untuk menunjukkan bahwa tombol telah ditekan adalah klik, dering, atau bip. Buzzer/beeper piezoelektrik juga bergantung pada resonansi rongga akustik atau resonansi Helmholtz untuk menghasilkan bunyi bip yang dapat didengar. Berikut merupakan buzzer piezoelectric yang digunakan dalam mendesain prototype ini, pada gambar 2.13.



Gambar 2.13. *Piezoelectric Buzzer*

Konfigurasi pin dari buzzer ini dapat dilihat pada table dibawah ini:

Pin Number	Pin Name	Description
1	Positive (Red)	Identified by (+) symbol or longer terminal lead. Can be powered by 6V DC
2	Negative (Black)	Identified by short terminal lead. Typically connected to the ground of the circuit

Tabel 2.3. Konfigurasi pin pada buzzer piezzoelectric

Berikut spesifikasi dari buzzer piezoelectric yang digunakan untuk prototype yang dibuat:

- ✓ Rated voltage = 12V DC
- ✓ Operation voltage = 6-24V DC
- ✓ Rated current = < 30mA
- ✓ Sound output = > 90 dB
- ✓ Resonant freq = 3000 +/- 500 Hz
- ✓ Operating temp = -20C s/d +60C
- ✓ Storage temp = -20C s/d +70C

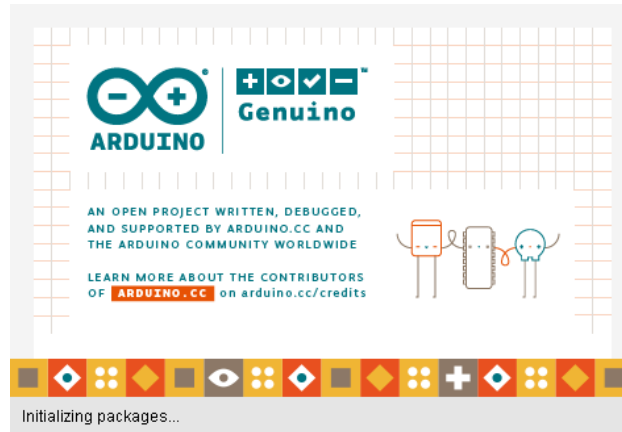
### **2.1.2. Perangkat Lunak**

Berikut merupakan perangkat yang digunakan dalam mendesain prototipe dari Vehicle Speed Detector, diantaranya untuk perangkat lunak adalah:

#### **2.1.2.1. Arduino IDE**

Arduino IDE merupakan kependekan dari *Arduino Integrated Development Environment* yang merupakan software untuk melakukan penulisan program, compile serta upload program ke board arduino. Arduino IDE ini berguna sebagai *text editor* untuk membuat, mengedit, dan juga mevalidasi kode program. bisa juga digunakan untuk meng-upload ke board Arduino. Kode program yang digunakan pada Arduino disebut dengan istilah Arduino “sketch” atau disebut juga *source code arduino*, dengan ekstensi file *source code* ‘.ino’. Arduino menggunakan bahasa pemrograman C yang dimodifikasi, dapat disebut dengan bahasa pemrograman *C for Arduino*.

Bahasa pemrograman arduino sudah dirubah untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. Didalam arduino sendiri sudah terdapat IC mikrokontroler yang sudah ditanam program yang bernama *Bootloader*. Fungsi dari *bootloader* tersebut adalah untuk menjadi penengah antara *compiler* arduino dan mikrokontroler. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA yang dilengkapi dengan library C/C++ (*wiring*), yang membuat operasi input/output lebih mudah. Berikut adalah gambar dari aplikasi yang digunakan (Arduino IDE) pada Gambar 2.14. dan Gambar 2.15.



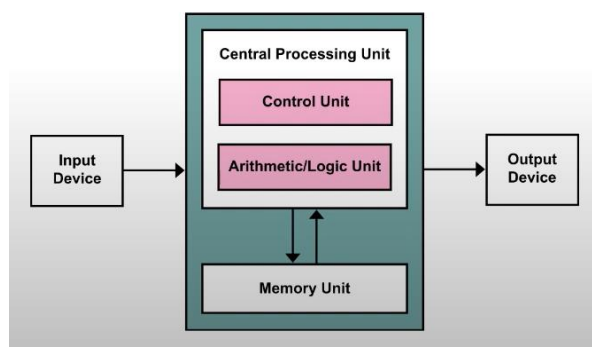
Gambar 2.14. Interface saat proses *booting* dari Arduino IDE



Gambar 2.15. Tampilan utama dari Arduino IDE sebagai *Text Editor*

## 2.2. Arsitektur Sistem

Arsitektur system dari prototype yang dibuat mengikuti referensi dari *Von Neumann Architecture*, dimana arsitektur-nya dapat dilihat pada Gambar 2.16. berikut



Gambar 2.16. *Von Neumann Architecture*

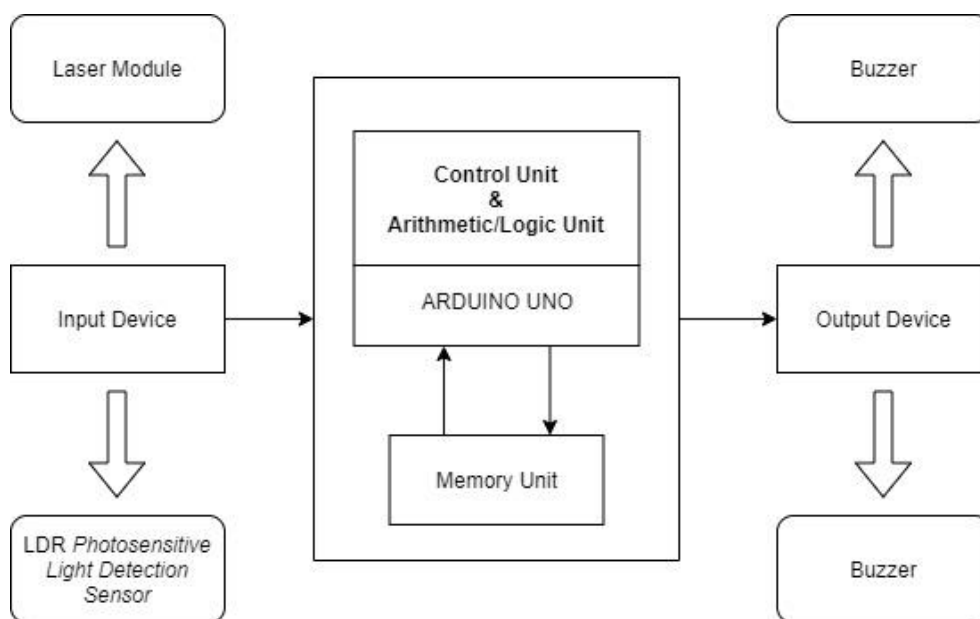
Dengan menggunakan referensi berikut, dapat kita ketahui bahwasannya pada prototipe ini terdapat tiga komponen utama yang digunakan untuk merealisasikan perancangan proyek ini secara *real*.

Pada *Input device* yang digunakan adalah modul laser dan *LDR Photosensitive Light Detection Sensor* untuk mendeteksi perubahan nilai 'HIGH' dan 'LOW' untuk menentukan waktu yang dibutuhkan objek untuk melewati kedua sensor tersebut.

Pada *Control Unit* dan *Arithmetic/Logic Unit* menggunakan Arduino UNO sebagai *main processing unit*, dimana pada Arduino dijadikan sebagai tempat untuk menyimpan data waktu yang didapat dari sensor, lalu mengolahnya dengan parameter jarak yang sudah ditentukan, dan melakukan perhitungan sehingga didapatkan nilai kecepatan dari objek yang melewati kedua sensor tersebut.

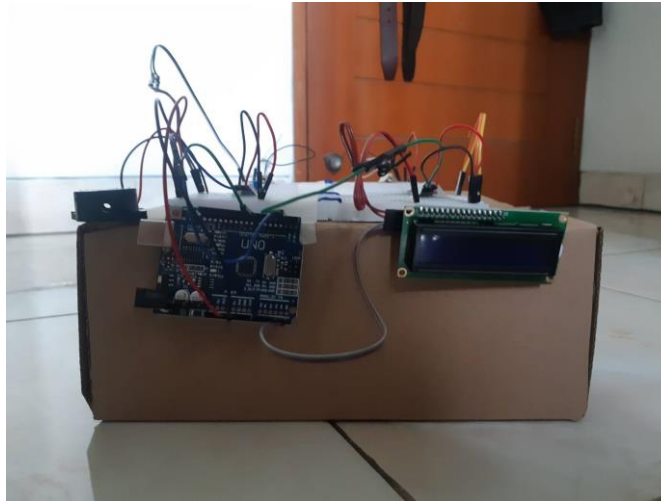
Pada *Output Unit*, digunakan buzzer dan LCD sebagai alat yang dijadikan sebagai indicator untuk pengguna (nantinya dapat digunakan untuk aparat keamanan lalu lintas yang ada pada lingkungan kampus UI) sebagai warning atau informasi, dan nilai dari kecepatan akan didisplay melalui LCD 16x2 yang digunakan. Apabila terjadi pelanggaran ataupun kondisi *overspeeding*, LCD akan menampilkan kecepatannya dan buzzer akan menyala aktif secara otomatis. Jika tidak terjadi pelanggaran, maka LCD akan menampilkan kecepatan tersebut dan buzzer akan tetap dalam kondisi mati sehingga tidak perlu untuk melakukan hal yang berlebihan.

maka dapat dibuat arsitektur system untuk prototipe ini adalah sebagai berikut pada Gambar 2.17.

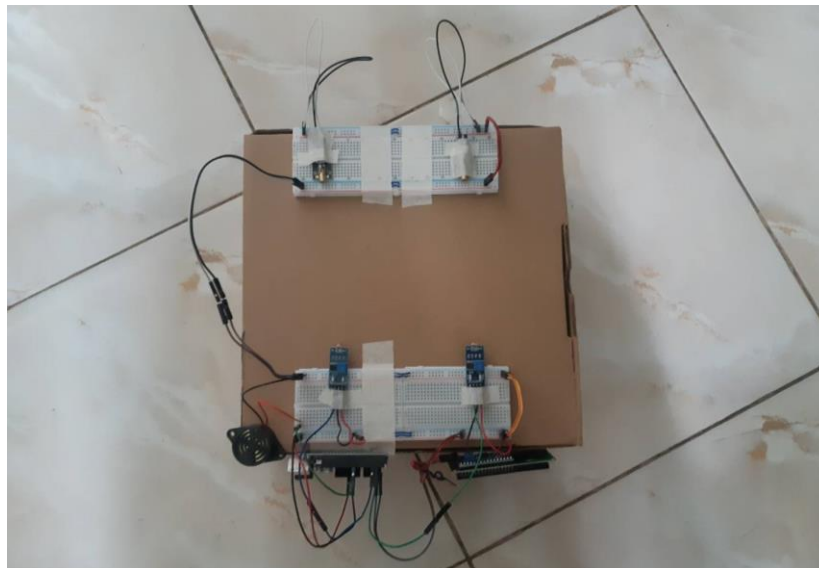


Gambar 2.17. Arsitektur Sistem Prototipe yang dirancang

Desain dari arsitektur prototipe ini akan dikerjakan menggunakan komponen yang sudah disebutkan pada Bab 1, dan berikut adalah hasil pengerjaan dari prototipe ini yang dapat dilihat pada Gambar 2.18. dan Gambar 2.19.



Gambar 2.18. Tampak Samping dari Prototipe

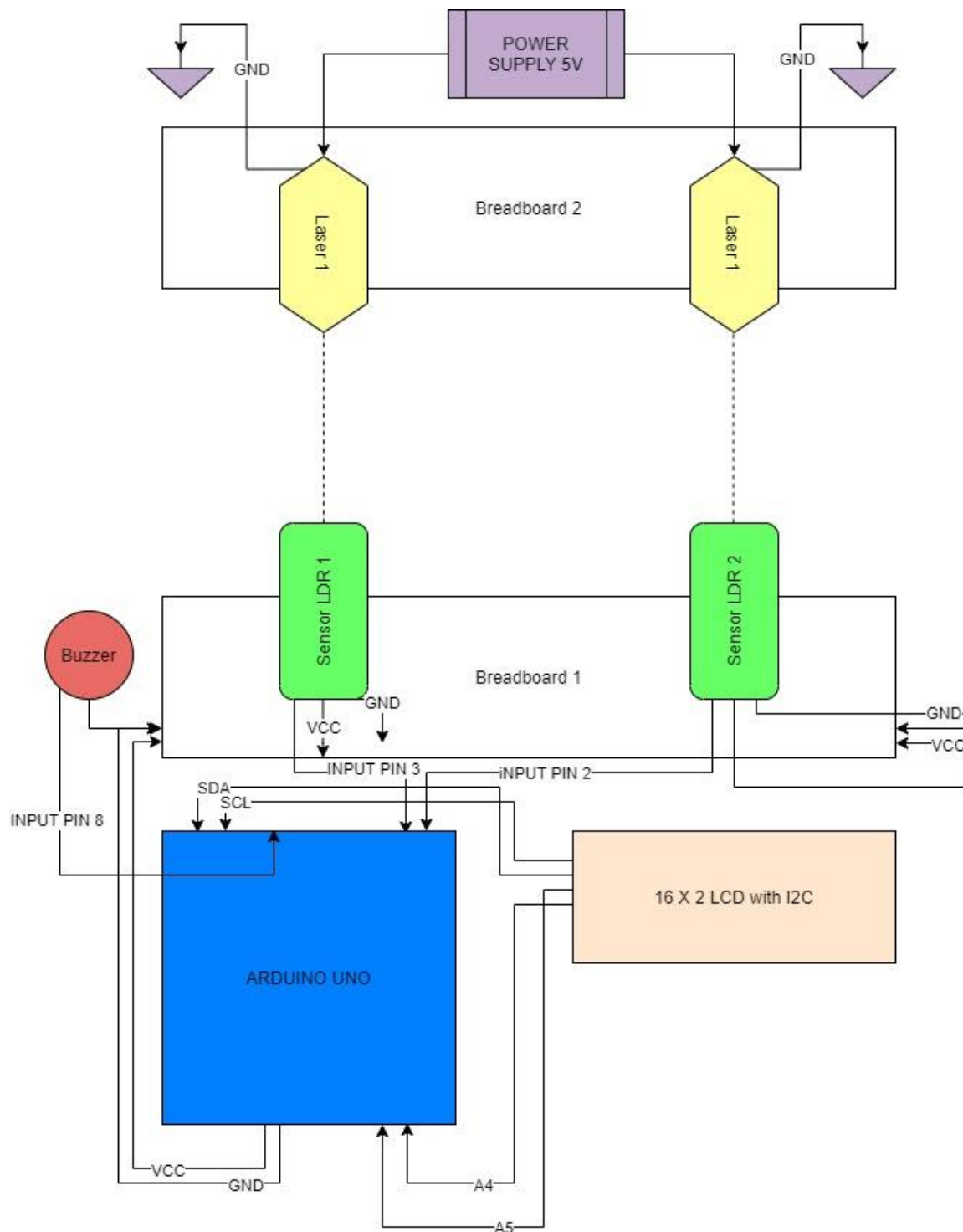


Gambar 2.19. Tampak Atas dari Prototipe

Hasil dari arsitektur system ini dirangkai dengan menggunakan keterangan berikut:

1. Input dari sensor 1 yang dihubungkan ke pin 3 digital PWM Arduino
2. Input dari sensor 2 yang dihubungkan ke pin 2 digital PWM Arduino
3. Output untuk buzzer dihubungkan ke pin 8 digital PWM Arduino
4. Pin SDA dan SCL dari modul I2C yang sudah dihubungkan pada LCD 16x2 dihubungkan ke pin A4 dan A5 pada analog input Arduino UNO
5. Seluruh pin VCC dihubungkan dengan pin 5volt yang ada pada Arduino uno yang dihubungkan melalui *breadboard*
6. Seluruh pin GND dihubungkan dengan pin GND yang terdapat pada Arduino uno yang dihubungkan melalui *breadboard*

Penjelasan lebih lengkap untuk penggunaan pin dijelaskan pada Sub-Bab berikutnya, untuk diagram untuk proyeksi pembuatan dari rangkaian secara kasar, dapat diperlihatkan pada Gambar 2.20. seperti berikut:



Gambar 2.20. Diagram Penyusunan Rangkaian

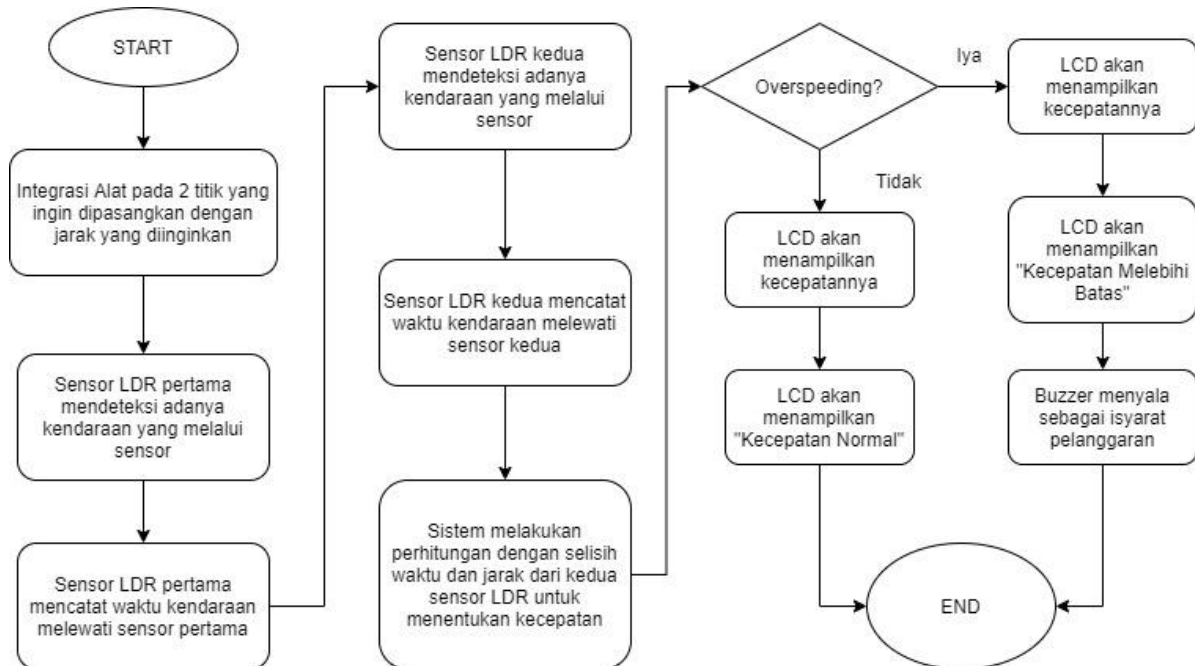
Setelah melakukan upload program yang digunakan, Arduino akan dijalankan sebagai prototipe untuk uji coba pada mata kuliah system benam 1. Koneksi pada prototipe ini seluruhnya menggunakan kabel jumper, dengan bantuan dari 2 *breadboard* sebagai wadah untuk melakukan *wiring* dan menaruh komponen yang digunakan agar memiliki nilai estetika yang lebih baik dibandingkan dengan pemasangan penuh pada Arduino uno sendiri.

### 2.3. Algoritma dan Program Prototype

Algoritma dan pemrograman dari prototype yang dibuat akan dijelaskan sebagai berikut:

#### 2.3.1. Algoritma Operasional Prototype

Berikut adalah algoritma pengukuran yang digunakan untuk pengoperasian perangkat prototype yang dirancang, penjelasan singkat mengenai algoritma terdapat pada Gambar 2.21.



Gambar 2.21. Flowchart Cara Kerja dari Prototype

Algoritma dari perangkat tersebut dapat dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu:

#### Instalasi Alat

Instalasi dari alat perlu dilakukan pada dua titik yang ingin dijadikan sebagai tempat pengecekan kecepatan dari kendaraan yang melintas.

#### Pendeteksi Kendaraan yang Melintas

Pendeteksian dari kendaraan yang melintas akan dilakukan melalui deteksi dari sinar laser yang memancarkan sinarnya menuju kepada sensor pendeteksi cahaya yang memiliki LDR. Ketika suatu objek berupa kendaraan melintas melewati sensor cahaya LDR dan laser tersebut, maka akan terdapat waktu dimana nilai LDR menjadi mendekati '0' karena tidak mendapatkan cahaya, sehingga dapat dicatat periode atau waktu yang berlalu. Ketika objek menghalangi sinar laser kepada sensor pendeteksi cahaya yang memiliki LDR. Hal ini terjadi pada kedua sensor pendeteksi cahaya yang dipasangkan dengan jarak sekitar 5-8 meter dari masing-masing sensor pendeteksi cahaya.

#### Pengolahan Data dan Parameter Perhitungan

Setelah terdapat data waktu yang didapatkan Ketika objek melewati kedua sensor, perhitungan kecepatan kendaraan dapat dilakukan dengan membandingkan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk melewati kedua sensor dengan jarak yang sudah ditentukan (5-8 meter). Melalui persamaan kinematika ( $v = \frac{s}{\Delta t}$ ), kecepatan dapat ditentukan sebagai data yang akan di display pada layer LCD.

### Respon Alat

Respon dari alat memiliki dua kemungkinan, yaitu ketika terjadi *overspeeding* dan kecepatan normal. Kondisi *overspeeding* terjadi ketika kendaraan yang melalui kedua sensor yang sudah dipasangkan pada jalan tersebut melebihi 30 km per jam, hal ini mengacu pada peraturan batas kecepatan yang sudah ditetapkan oleh pihak PLK UI tentang batas kecepatan di lingkungan kampus. Buzzer akan menyala secara otomatis Ketika terjadi *overspeeding* sebagai respon dari alat dan indikasi bahwa terjadi pelanggaran untuk batas kecepatan oleh sebuah kendaraan yang melintas. Kondisi 'kecepatan normal' terjadi Ketika kendaraan yang melalui kedua sensor yang sudah dipasangkan di jalan tersebut memiliki kecepatan dibawah 30 km per jam, sehingga buzzer tidak perlu aktif dan menyala karena tidak ada pelanggaran yang terjadi.

### 2.3.2. Program

Berikut adalah program yang dibuat menggunakan *software* Arduino IDE, yang akan dijelaskan secara fungsional dari masing-masing kodingan yang ada:

#### Inisialisasi Library yang digunakan

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
```

#### Deklarasi Variabel Berdasarkan Pin yang digunakan

```
int sen1 = 3; //output sensor 1 yang dihubungkan ke pin 3 digital PWM Arduino
int sen2 = 2; //output sensor 2 yang dihubungkan ke pin 2 digital PWM Arduino
int buzzer = 8; //output buzzer dihubungkan ke pin 8 digital PWM Arduino

int flag1 = 0; //digunakan untuk proses pembacaan waktu di sensor 1
int flag2 = 0; //digunakan untuk proses pembacaan waktu di sensor 2
int flag3 = 0; //digunakan untuk trigger aktivasi dari buzzer
```

#### Deklarasi Variabel yang digunakan untuk perhitungan kecepatan

```
float velocity_real = 0; //inisialisasi kecepatan awalnya 0 kmph
float time1; //waktu yang dicatat pada sensor 1
float time2; //waktu yang dicatat pada sensor 2
float diff; //perbedaan waktu yang ditempuh dari sensor 1 ke sensor 2
float jaraksensor = 8.0; //Asumsi jarak dari kedua sensor dalam satuan m.

int i = 0; // Untuk Prosedur Looping
float speed; //Variabel yang dicari tau dan di display pada LCD I2C
```



## Program Setup fungsional dari Alat yang digunakan untuk Perhitungan Kecepatan

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin();
  lcd.setCursor(2,0);
  lcd.print("Welcome To");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Speed Detector");
  delay(200);
  lcd.clear();

  pinMode(sen1,INPUT); //sensor LDR pertama sebagai input
  pinMode(sen2,INPUT); //sensor LDR kedua sebagai input
  pinMode(buzzer,OUTPUT); //buzzer sebagai output

  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Speed Measurement");
  delay(10);
}
```

## Main Program

```
void loop()
{
  // Pembacaan di sensor pertama
  if (digitalRead(sen1)==HIGH && flag1==0)
  {
    time1 = millis(); //Pembacaan waktu tempuh pada sensor 1
    flag1 = 1;
    Serial.println("Mobil melewati sensor 1");
    Serial.println(time1); //Print nilai waktu tempuh pada serial monitor
  }

  // Pembacaan di sensor kedua
  if (digitalRead(sen2)==HIGH && flag2==0)
  {
    time2 = millis(); //Pembacaan waktu tempuh pada sensor 2
    flag2 = 1;
    Serial.println("Mobil melewati sensor 2");
    Serial.println(time2); //Print nilai waktu tempuh pada serial monitor
  }

  if (flag1==1 && flag2==1)
  {
    if(time1 > time2)
    {
      diff = time1 - time2;
    }

    else if(time2 > time1)
    {
      diff = time2 - time1;
    }

    Serial.print("selisih waktu");
    Serial.println(diff); //Print nilai selisih waktu tempuh pada serial
monitor
    diff = diff/1000; //convert millisecond to second
    speed=(jaraksensor/diff); //Menggunakan rumus untuk mencari kecepatan ->
kecepatan = jarak / (selisih waktu)
    speed=speed*3600; //Konversi detik ke jam
    speed=speed/1000; //Konversi m ke km
    velocity_real=speed;
    Serial.print("Kecepatan:");
    Serial.println(velocity_real);
    flag1=0;
  }
```

```

        flag2=0;
        flag3=1;
    }

    lcd.clear(); //Melakukan clear layar LCD
    lcd.setCursor(0,0); //Melakukan clear layar LCD
    lcd.print("object speed = ");
    lcd.setCursor(3,1);

    lcd.print(velocity_real); //Melakukan print velocity_real ke layar LCD
    lcd.print(" km/h "); //Display nilai dengan km/h
    delay(300);

    lcd.setCursor(3,1);
    lcd.print(" ");
    delay(300);
    lcd.clear();

//Program Kondisi Overspeeding untuk membunyikan buzzer (v>30kmph)

    if(velocity_real > 30 && flag3 == 1)
    {
        digitalWrite(buzzer,HIGH);
        delay(500);
        digitalWrite(buzzer,LOW);
        delay(50);
        Serial.println(" ");
        Serial.println("Kecepatan Kendaraan:");
        Serial.println(velocity_real);
        Serial.println("BUZZER : ON");
        Serial.println("Kecepatan Melebihi Batas");
        delay (500);
        flag3=0;
    }

//Program Kondisi Normal (v<30kmph)

    else if(flag3==1)
    {
        Serial.println(" ");
        Serial.println("Kecepatan Kendaraan:");
        Serial.println(velocity_real);
        Serial.println("BUZZER : OFF");
        Serial.println("Kecepatan Normal");
        delay (500);
        digitalWrite(buzzer,LOW);
        speed = 0;
        flag3 = 0;
    }
}

```

## BAB 3

### PENGUKURAN DAN HASIL

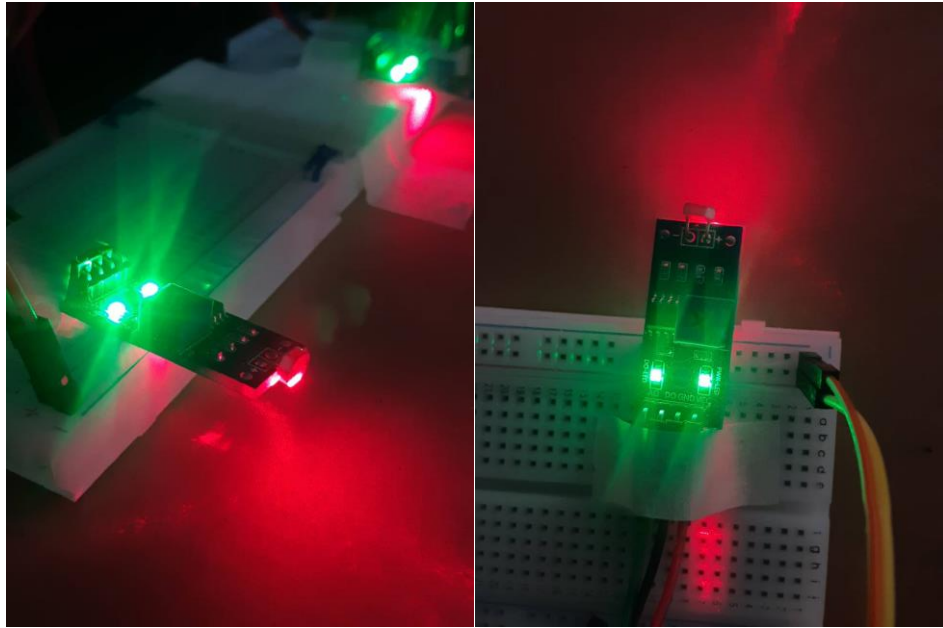
#### 3.1 Prosedur Pengukuran

Prosedur pengukuran yang dilakukan dalam menggunakan prototype yang dirancang sudah disesuaikan dan diaplikasikan sesuai dengan alur yang sudah ada pada algoritma yang dijelaskan pada Sub-Bab 2.3. dan penjelasan secara singkat oleh Gambar 2.17. Berikut adalah penjelasan secara prosedural:

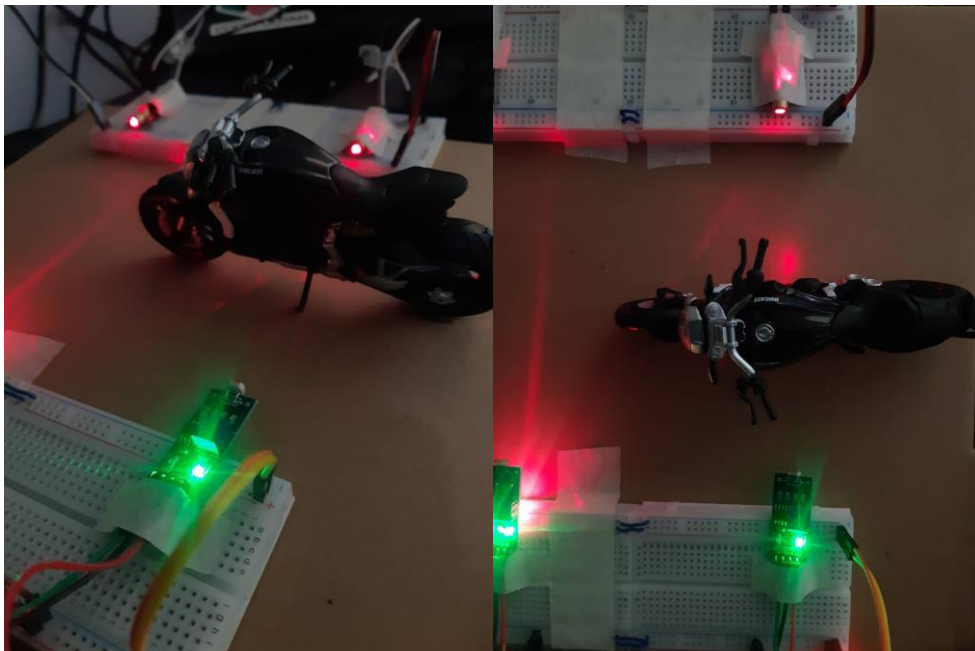
1. Komponen prototype, yaitu kedua sensor dan modul laser dipasangkan dengan diberikan jarak antar sensor maupun modul laser sekitar 3 sampai 8 meter (bebas tergantung situasi dan kondisi dari masing-masing jalan yang diaplikasikan). Pemasangan berjarak sebagai parameter jarak yang harus ditempuh kendaraan untuk deteksi kecepatannya. Prosedur ini dapat dilihat dari gambar berikut:



2. Program akan diupload menggunakan Arduino IDE menuju device Arduino Uno yang digunakan untuk dijalankan, lalu ketika Arduino dan komponen lainnya sudah diberikan sumber tegangan, prototype dapat mulai berjalan sesuai dengan fungsionalnya.
3. Objek yang melewati lajur yang sudah dipasangkan akan terdeteksi melalui kondisi kedua sensor, disaat dilewati, maka akan terjadi perubahan nilai dari sensor cahaya. Melalui perubahan ini, periode selama sensor berubah nilai dari 'LOW' menuju 'HIGH' dan kembali lagi menuju 'LOW' akan disimpan pada Arduino untuk dicatat selisih waktu selama kendaraan melalui lajur tersebut. Kondisi dari 'HIGH' atau 'LOW' direpresentasikan dengan jumlah LED yang aktif. Pada kondisi 'LOW', kedua LED indicator pada sensor akan aktif. Pada kondisi 'HIGH', salah satu LED indicator pada sensor akan mati, menunjukkan ada objek yang menghalangi sensor dari pancaran sinar laser. Berikut contoh ilustrasi kondisi Ketika sensor berada dalam kondisi 'HIGH' dan 'LOW', pada gambar berikut



Gambar 3.2. Kondisi Sensor Ketika Kondisi 'LOW'



Gambar 3.3. Kondisi Sensor Ketika Kondisi 'HIGH'

4. Arduino akan melakukan perhitungan melalui persamaan kinematika dari waktu yang sudah didapatkan, dan jarak yang sudah ditentukan sebagai parameter awal (jarak dari sensor pertama menuju sensor kedua) dan kecepatan akan diformatkan dalam satuan Km/jam. Berikut adalah gambar yang menggambarkan program perhitungan yang dilakukan oleh Arduino, pada gambar 3.4.

```

if (flag1==1 && flag2==1)
{
    if(time1 > time2)
    {
        diff = time1 - time2;
    }

    else if(time2 > time1)
    {
        diff = time2 - time1;
    }

    Serial.print("selisih waktu");
    Serial.println(diff);
    diff = diff/1000;           //convert millisecond to second
    speed=(jaraksensor/diff); //Menggunakan rumus untuk mencari kecepatan -> kecepatan = jarak / (selisih waktu)
    speed=speed*3600;          //Konversi detik ke jam
    speed=speed/1000;          //Konversi m ke km
    velocity_real=speed;
    Serial.print("Kecepatan:");
    Serial.println(velocity_real);
    flag1=0;
    flag2=0;
    flag3 = 1;
}

```

Gambar 3.4. Program Perhitungan Kecepatan oleh Arduino

5. Arduino akan melakukan pengecekan pada nilai kecepatan yang didapat, terdapat dua kondisi yang dijadikan sebagai acuan untuk respon dari Arduino (prototype ini). Kondisi *overspeeding* terjadi Ketika kendaraan melesat diatas 30 Km/jam sehingga memicu buzzer berbunyi sebagai indicator pelanggaran. Kondisi lainnya merupakan kondisi normal, Ketika kendaraan melesat dibawah 30 Km/jam sehingga tidak perlu ada respon dari buzzer dan indikasi bahwa hal tersebut merupakan pelanggaran. Berikut adalah hasil display nilai kecepatan pada LCD, pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Hasil Display Kecepatan pada LCD

6. Akan diuji kedua kondisi tersebut, dimana kondisi pertama adalah pengujian Ketika kecepatan kendaraan diatas 30km/jam dan kondisi kedua adalah pengujian Ketika kecepatan yang didapat dibawah dari 30 Km/jam. Setelah objek diketahui kecepatannya, maka akan ada respon dari prototipe berdasarkan kondisi yang ada, jika *overspeeding* buzzer akan meyalat untuk sesaat, jika normal maka buzzer akan tetap dalam keadaan non-aktif.

7. Analisis akan dilakukan terkait dengan kinerja dari system secara menyeluruh untuk memastikan pengembangan yang dapat dilakukan untuk tahap berikutnya.
8. Uji quality control juga harus dilakukan guna mengetahui apakah prototype ini bersifat realistis untuk diterapkan dan dapat diterapkan dalam berbagai aplikasi kedepannya.

### 3.2 Hasil Pengukuran

Pengukuran dilakukan untuk menguji dua kondisi yang terkait pada regulasi batas kecepatan yang diterapkan untuk lingkungan Universitas Indonesia, yaitu memiliki batas kecepatan 30 km/jam. Kondisi yang pertama adalah kondisi ‘normal’ dimana kecepatan dari kendaraan yang tertangkap tidak melebihi atau dibawah dari batas kecepatan yang sudah ditentukan, dan kondisi yang kedua adalah kondisi ‘*overspeeding*’ dimana kecepatan yang tertangkap diatas atau melebihi batas kecepatan yang sudah ditentukan. Melalui hasil uji coba prototipe, yang diprogram melalui Arduino IDE, berikut adalah hasil kecepatan yang didapat melalui *serial monitor* dengan menggunakan satuan ‘km/jam’, Pada gambar 3.6 dan Gambar 3.7

```
Kendaraan melewati sensor 1
29285.00
Kendaraan melewati sensor 2
31300.00
selisih waktu: 2015.00
Kecepatan: 14.29

Kecepatan Kendaraan:
14.29
BUZZER : OFF
Kecepatan Normal
```

Gambar 3.6. Hasil pada *Serial Monitor* untuk Kecepatan ‘Normal’.

```
Kendaraan melewati sensor 1
1352.00
Kendaraan melewati sensor 2
2022.00
selisih waktu: 670.00
Kecepatan: 42.99

Kecepatan Kendaraan:
42.99
BUZZER : ON
Kecepatan Melebihi Batas
```

Gambar 3.7. Hasil pada *Serial Monitor* untuk Kecepatan ‘*overspeeding*’.

Berdasarkan pengukuran kedua kondisi yang dilakukan, terdapat respon yang baik daripada buzzer yang digunakan, dimana pada kondisi *overspeeding* buzzer aktif selama beberapa saat menunjukkan bahwa terjadi pelanggaran kecepatan melewati

batas (seperti pada Gambar 3.7) dan LCD mendisplay nilai kecepatan yang melebihi batas tersebut. Untuk kondisi kecepatan ‘normal’ buzzer tidak melakukan error dalam merespon kondisi yang terjadi, yaitu buzzer dalam keadaan mati saat keadaan kecepatan ‘normal’.

### 3.3 Analisa Kinerja Sistem

Berdasarkan keseluruhan tahapan dalam mendesain, merancang, dan menguji prototipe yang sudah dibuat, terdapat beberapa nilai yang dapat dianalisis dalam kinerja system prototype, diantaranya adalah sebagai berikut:

Akurasi dari modul laser dan *LDR Photosensitive Light Sensor* dapat dikatakan sudah cukup optimal, namun diperlukan konstruksi yang sangat kokoh, dan stabil untuk menghadapi kemungkinan gangguan eksternal yang dapat terjadi seperti cuaca dan angin yang kencang. Hal ini menjadi perhatian dikarenakan kedua modul laser maupun modul sensor memiliki ukuran yang kecil dan sangat mudah untuk terjadi pergeseran yang dapat menyebabkan error pada pembacaan sensor yang dapat menyebabkan kegagalan untuk menjalankan system dan operasi dari prototype yang dibuat.

Konstruksi prototype dapat dikatakan sebagai sedikit kompleks dalam proses *wiring* dikarenakan modul sensor dan modul laser kedepannya akan diintegrasikan dengan posisi yang terpaut 5m, sehingga dibutuhkan 2 sumber listrik untuk melakukan operasi dari prototype, jika hanya menggunakan 1 sumber listrik, maka dibutuhkan penghubungan kabel yang dapat mengganggu jalanan, sehingga dapat dikatakan bahwa terdapat pengembangan yang perlu dilakukan untuk konstruksi umum dari prototype untuk bagian aplikasi dan integrasi pada jalanan umum.

Performa dalam memproses dan juga mendeteksi kendaraan yang melewati kedua sensor dapat dikatakan cukup baik untuk sebuah prototype, namun masih perlu pengembangan dan uji coba pada lapangan kerja yang nyata. Dikarenakan terdapat banyak faktor yang dapat membuat proses deteksi dari kendaraan dan pencatatan waktu tempuh melewati kedua sensor tersebut tidak akurat, beberapa kemungkinan juga dapat terjadi Ketika kendaraan yang melaju terlalu cepat sehingga Arduino yang digunakan tidak mampu melakukan pencatatan data waktu dari kendaraan tersebut karena adanya delay yang mungkin terjadi pada kabel.

## BAB 4

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 4.1 Kesimpulan

Secara keseluruhan, prototype ini sudah dikatakan berhasil dalam uji coba untuk prototype, namun masih perlu dan ada pengembangan lebih lanjut terutama untuk pengaplikasiannya di jalanan umum dan uji coba nyata pada kendaraan yang melaju dengan cepat ataupun pelan untuk mengetahui waktu respons yang ideal dari sensor dan juga pembacaan oleh mikrokontroler yang digunakan. Berikut kesimpulan yang dapat dijabarkan melalui poin-poin singkat:

1. Prototype berjalan dengan baik, dimana sensor dapat mendeteksi kendaraan yang melewati pada konstruksi miniatur yang sudah dibuat, mencatat data waktu yang dibutuhkan, perhitungan oleh Arduino uno yang baik, display nilai kecepatan yang ada pada LC, dan juga respon dari buzzer yang sesuai menurut dengan kondisi yang ada (*overspeeding* atau normal).
2. Pengolahan data oleh Arduino memiliki batas kecepatan respon, belum dapat memproses dan merespon jika kendaraan yang melalui memiliki kecepatan yang sangat tinggi (terdapat delay pada respons sensor ke Arduino).
3. Pengolahan data yang didapat (berupa periode melewati kedua sensor) dengan parameter yang sudah ditentukan (jarak antar kedua sensor) dapat digunakan untuk memproses data jarak dan waktu sehingga menjadi nilai kecepatan dengan persamaan kinematika berikut:

$$v = \frac{s}{\Delta t} (Km/Jam)$$

4. Ketidaktepatan yang mungkin terjadi saat pengaplikasian dan pengintegrasian prototipe pada jalanan umum (lingkungan UI) kemungkinan besar dapat disebabkan oleh faktor eksternal seperti cuaca, keadaan sekitar, kondisi angin yang ada, jatuhnya dedaunan dari pohon yang mungkin menghalangi sensor, dsb.

#### 4.2 Saran

Pengembangan dari proyek dan perancangan prototipe ini dapat dilakukan untuk masa kedepan, terutama untuk hal-hal seperti memperbaiki delay pada respons sensor ke Arduino, ketahanan dari komponen yang digunakan terhadap faktor eksternal yang mungkin terjadi pada lingkungan tempat pengaplikasian teknologi ini, serta membuat konstruksi realistis pada jalanan yang lebih baik dibandingkan dengan contoh miniature yang ada karena proses *wiring* sedikit kompleks. Pengembangan lainnya juga dapat dilakukan dengan menggunakan alat ataupun komponen tambahan untuk mempermudah dan memperkuat prototipe sehingga alat dapat bekerja dalam waktu yang lama dan tidak cepat rusak ataupun terpengaruh oleh kondisi sekitar.