

PEMBUATAN ALAT SIMULASI PENGONTROLAN DAN
PENDETEKSI *TIMMING* DAN *TEMPERATURE*



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan
Pendidikan Diploma Tiga (D-3) Program Studi Perawatan Alat Berat

Jurusan Teknik Mesin

Politeknik Negeri Ujung Pandang

Febrian Dwi Mundi 344 20 022

Krisna Excel Ranggina 344 20 036

Muhammad Zul Asaad Natsir 344 20 038

PROGRAM STUDI D-3 PERAWATAN ALAT BERAT

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

MAKASSAR

2023

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan tugas akhir ini dengan judul "Pembuatan Alat Simulasi Pengontrolan dan Pendeteksi *Timing* dan *Temperature* oleh: Febrian Dwi Mundi 34420022, Krisna Excel Ranggina 34420036, Muhammad Zul Asaad Natsir 34420038 dinyatakan layak untuk diujikan.

Makassar.....2023

Pembimbing I



Ir. Yosrihard Basengan, M.T.
NIP 196212181988031003

Pembimbing II



Peri Pitriadi, S.S.T., M.T.
NIP 199104092019031010

Mengetahui,

Ketua Prodi

Departemen Teknik Elektronika
Fakultas Teknik
Universitas Islam Makassar



Muhammad Iswar, S.S.T., M.T.
NIP 197904082005011001

HALAMAN PENERIMAAN







Pada hari ini, Agustus 2023, Panitia Ujian Sidang Laporan Tugas Akhir telah menerima dengan baik Hasil Tugas Akhir Oleh Mahasiswa :

Febrian Dwi Mundi	344 20 022
Krisna Excel Ranggina	344 20 036
Muhammad Zul Asaad Natsir	344 20 038

Dengan judul tugas akhir ” Pembuatan Alat Simulasi Pengontrolan dan Pendeteksi *Timing dan Temperature*”

Makassar, Agustus 2023

Tim Penguji Ujian Sidang Laporan Tugas Akhir:

1.Dr. Ir. Simon Ka'ka,M.T.	Ketua	
2.Muh. Iqbal M,S.T.,M.Eng.	Sekretaris	()
3.Mukhtar, S.Pd.,M.Eng.	Anggota	()
4.Drs. Mastang,M.Hum.	Anggota	()
6.Ir. Yosrihard Basongan, M.T.	Pengarah 1	()
5.Peri Pitriadi, S.ST.,M.T.	Pengarah 2	()

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kekuatan, rahmat dan karunia-Nya kepada penulis. Karena atas izin dan berkat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan ini dengan judul “Pembuatan Alat Simulasi Pengontrolan dan Pendeteksi *Timing* dan *Temperature*.”

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini penulis mendapat banyak bimbingan, dorongan, dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga penulis yang senantiasa membantu dan memberikan motivasi tiada henti serta dukungan moril maupun material kepada penulis sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Ir. Ilyas Mansur, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Dr. Ir. Syaharuddin Rasyid, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, atas segala dukungan moral yang selama ini di berikan.
4. Muhammad Iswar. S,ST.,M.T. selaku Ketua Program Studi Perawatan Alat Berat.
5. Ir. Yosrihard Basongan, M.T. sebagai pengarah 1 yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan

Laporan tugas akhir ini.

6. Peri Pitriadi S.S.T.,M.T. sebagai pengarah 2 yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan Laporan tugas akhir ini.

7. Seluruh dosen pengajar dan staf pengawai Program Studi Teknik Perawatan Alat Berat Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis.

8. Rekan-rekan mahasiswa, khususnya kelas 3 Jurusan Teknik Mesin Program Studi D-3 Perawatan Alat Berat yang telah memberikan bantuan dan dukungannya.

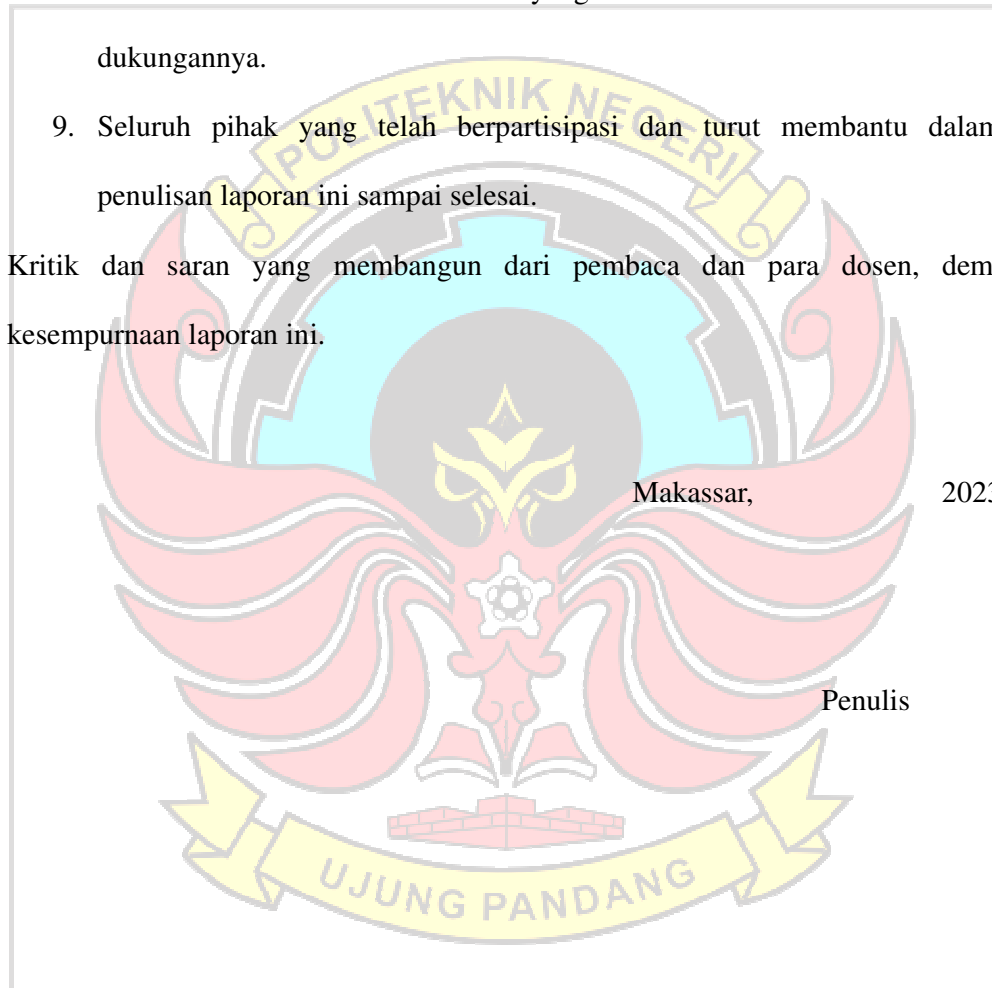
9. Seluruh pihak yang telah berpartisipasi dan turut membantu dalam penulisan laporan ini sampai selesai.

Kritik dan saran yang membangun dari pembaca dan para dosen, demi kesempurnaan laporan ini.

Makassar,

2023

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENERIMAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
SURAT PERNYATAAN.....	xiii
RINGKASAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Lingkup Kegiatan.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6

2.1 Defenisi Alat Simulasi Pendeteksi <i>Timing</i> dan <i>Temperature</i>	6
2.2 <i>Electrik</i> Dan <i>Electronik</i> Sistem.....	6
2.3 <i>Input Component</i>	9
2.4 <i>Fuel Flow Meter</i>	12
2.5 <i>Fuel Level Sensor</i>	13
2.6 <i>Ultrasonic Fuel Level Sensor</i>	15
2.7 Jenis-jenis Sensor Pada Alat Simulasi	17
2.8 <i>Timing Pengjeksian Fuel</i>	23
2.9 <i>Duty Cycle</i>	26
2.10 Cara Mengukur <i>Duty Cycle</i> Dengan <i>Multimeter Digital</i>	27
2.11 <i>Arduino</i>	28
BAB III METODE KEGIATAN	36
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	36
3.2 Alat yang Digunakan.....	37
3.3 Rancangan Alat Simulasi Pengontrolan dan Pendeteksi <i>Timing</i> Dan <i>Temperature</i>	41
3.4 Rangkaian Pengontrolan dan Pendeteksi <i>Timing</i> Dan <i>Temperature</i>	42
3.5 Pengujian Alat.....	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	46

4.1 Alat Simulasi Pengontrolan Dan Pendeteksi Timming Dan Temperatur	46
4.2 Simulasi Speed Timming Sensor	48
4.3 Simulasi Sensor Suhu Dht11.....	55
4.4 Program Simulasi Sensor Suhu Dht 22.....	57
4.5 Sensor Ultrasonic	59
4.6 Simulasi Sensor Pir	61
BAB V PENUTUP.....	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Monitoring System.....	9
Gambar 2. 2 Instalation Fuel Flow Meter	13
Gambar 2. 3 <i>Fuel Level Sensor</i> Berbasis <i>Resistor</i>	14
Gambar 2. 4 <i>Fuel Level Sensor</i> Berbasis Kapasitif.....	15
Gambar 2. 5 <i>Fuel Level Sensor</i> Berbasis <i>Ultrasonic</i>	16
Gambar 2. 6 <i>Frekuensi Perubahan Temperature</i>	16
Gambar 2. 7 Sensor Suhu DHT 11.....	17
Gambar 2. 8 Sensor <i>Ultrasonic</i> HC-SR04.....	18
Gambar 2. 9 <i>IR Speed sendor module</i>	19
Gambar 2. 10 <i>Speed Sensor</i>	20
Gambar 2. 11 <i>Passive Speed Sensor</i>	21
Gambar 2. 12 Sinyal Keluaran <i>Passive Speed Sensor</i>	22
Gambar 2. 13 <i>Sensor Pir</i>	22
Gambar 2. 14 <i>Crankshaft Speed Sensor Position</i>	23
Gambar 2. 15 Letak <i>Crankshaft Speed Sensor Position</i>	24
Gambar 2. 16 <i>Sensor Pressure</i>	25
Gambar 2. 17 Prinsip kerja <i>cogwheel crankshaft</i> – pasangan sensor CKP.....	25
Gambar 2. 18 Siklus Kerja dan Pengukuran <i>Duty Cycle</i>	27
Gambar 2.19 Hasil Pengukuran <i>Duty Cycle</i>	28
Gambar 2. 20 Arduino Uno.....	29
Gambar 2. 21 Arduino IDE.....	32
Gambar 2. 22 Motor DC	33
Gambar 2. 23 LCD.....	33
Gambar 2. 24 LED	34
Gambar 2. 25 <i>Breadboard</i>	34
Gambar 2. 26 Kabel <i>Jumper</i>	35
Gambar 3. 1 Rancangan Alat Simulasi <i>Timming</i> dan <i>Temperature</i>	41
Gambar 3. 2 Rangkaian Sensor Suhu.....	42
Gambar 3. 3 Rangkaian <i>Sensor Buzzer And Circuit</i>	42

Gambar 3. 4 Rangkaian Sensor Jarak	42
Gambar 3. 5 Tampilan Program Arduino IDE	43
Gambar 4. 1 Alat Simulasi Pengontrolan Dan Pendeteksi <i>Timing</i> Dan <i>Temperature</i>	47
Gambar 4. 2 Rangkaian <i>Timing Speed Sensor</i>	48
Gambar 4. 3 Hasil Rangkaian <i>Timing Speed Sensor</i>	51
Gambar 4. 4 Pengecekan Koding <i>Timing Speed Sensor</i>	51
Gambar 4.5 Tampilan PWM <i>Speed Timing Sensor</i>	52
Gambar 4. 6 Rangkaian Sensor <i>Temperature</i> DHT 11.....	55
Gambar 4. 7 pengecekan Koding <i>Sensor Temperature</i> DHT 11	56
Gambar 4. 8 <i>On/Off Sensor Temperature</i> DHT 11.....	56
Gambar 4. 9 Rangkain <i>sensor temperature</i> DHT 22	57
Gambar 4. 10 Hasil Rangkain <i>Sensor Temperatur</i> DHT 22.....	58
Gambar 4. 11 Pengecekan Koding Sensor Temperatur DHT 22.....	58
Gambar 4. 12 On/Of Sensor <i>Temperature</i> DHT	59
Gambar 4. 13 Rangkain Sensor <i>Ultrasonic</i>	59
Gambar 4. 14 Pengecekan Koding Sensor <i>Ultrasonic</i>	61
Gambar 4. 15 Rangkaian Sensor PIR.....	61
Gambar 4. 16 Pengecekan Koding Sensor PIR.....	62
Gambar 4. 17 <i>On/Off</i> Sensor PIR.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Bagian Arduino	29
Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Kegiatan.....	36
Tabel 3. 2 Alat yang Digunakan.....	37
Tabel 3. 3 Bahan yang Digunakan	38
Tabel 4. 1 <i>On/Off Speed Timing Sensor</i>	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tahap rancangan pembuatan.....	67
Lampiran 2 Tahap Pembuatan Rangkain Komponen.....	68
Lampiran 3 Tahap Perakitan Komponen.....	69



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Febrian Dwi Mundi

Nim : 344 20 022

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini yang berjudul “Pembuatan Alat Simulasi Pengontrolan Dan Pendeteksi *Timing* dan *Temperature*” merupakan gagasan dan hasil karya sendiri dengan arahan komisi pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut diatas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2023



Febrian Dwi Mundi

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Krisna Excel Ranggina

Nim : 344 20 036

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini yang berjudul “Pembuatan Alat Simulasi Pengontrolan Dan Pendeteksi *Timing* dan *Temperature*” merupakan gagasan dan hasil karya sendiri dengan arahan komisi pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut diatas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2023



Krisna Excel Ranggina

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Zul Asaad Narsir

Nim : 344 20 038

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini yang berjudul “Pembuatan Alat Simulasi Pengontrolan Dan Pendeteksi *Timing* dan *Temperature*” merupakan gagasan dan hasil karya sendiri dengan arahan komisi pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut diatas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2023



Muhammad Zul Asaad Narsir

PEMBUATAN ALAT SIMULASI PENGONTROLAN DAN PENDETEKSI *TIMMING* DAN *TEMPERATURE*

RINGKASAN

Kurangnya pemahaman Mahasiswa dalam mengetahui pembelajaran *electric* dan *electronic system*. bagian utama pada engine alat berat ini sering terjadi batasan kinerja dalam hal kecepatan dan waktu *respons* pada saat penyemprotan bahan bakar, serta temperature pada engine.

Untuk mengatasi masalah tersebut, akan dibuat alat simulasi pengontrolan dan pendeteksi *timing* dan *temperature* agar mempermudah mahasiswa dalam mengetahui waktu kecepatan dan *respons* penyemprotan bahan bakar. Pembuatan alat ini dimulai dari tahap perancangan, pembuatan dan perakitan. Selanjutnya, setelah dilakukan perakitan akan dilanjutkan dengan tahap pengujian, hasilnya menunjukkan bahwa alat ini dapat bekerja dengan baik. Alat ini dapat melakukan pembacaan putaran kecepatan waktu penyemprotan bahan bakar dan juga melakukan pembacaan temperature pada ruangan.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kinerja sistem *electric* dan *elektronik* pada alat berat sering kali memiliki batasan kinerja dalam hal kecepatan dan waktu *respons*. Dalam banyak aplikasi, seperti komunikasi nirkabel, pemrosesan data *real-time*, atau sistem kendali, *timing* yang tepat sangat krusial untuk memastikan keberhasilan operasi sistem. Keandalan dan keamanan peningkatan suhu engine pada alat berat, dapat menyebabkan kerusakan fisik pada perangkat *electric* dan *elektronik* atau bahkan menyebabkan kegagalan sistem. Oleh karena itu, penting untuk memantau dan mengontrol suhu perangkat agar tetap berada dalam rentang yang aman dan optimal.

Desain alat simulasi pengembangan sistem *electric* dan *elektronik* pada alat berat, pengujian terhadap berbagai kondisi *timing* dan *temperatur* akan membantu untuk memahami kinerja perangkat dan menemukan titik-titik kelemahan atau over-performansi yang dapat dioptimalkan. Dan Pengujian alat simulasi *timing* dan *temperatur* dilakukan sebagai bagian dari proses sistem. Ini memastikan bahwa sistem berfungsi dengan benar dalam berbagai kondisi operasional yang mungkin terjadi di lingkungan nyata. Optimisasi energi beberapa sistem dan perangkat elektronik dapat dioptimalkan untuk konsumsi daya yang lebih rendah dengan mengatur *timming* dan *temperatur* secara cerdas.

Dalam praktiknya, pembelajaran tentang sensor dan sinyal sering menghadapi kendala yang signifikan, terutama dalam proses identifikasi langsung. Salah satu masalah utama adalah keterbatasannya alat praktek yang tersedia, sehingga menyulitkan dalam melaksanakan praktikum. Berikut adalah masalah yang dapat timbul dalam pembelajaran tentang sensor dan sinyal keterbatasan alat dan sumber daya, kurangnya perangkat keras dan peralatan yang memadai dapat membatasi kemampuan untuk melakukan eksperimen dan simulasi langsung dengan sensor. Hal ini dapat menghambat pemahaman mendalam tentang cara kerja sensor dan sinyal keluarannya.

Pengadaan alat dan peralatan berkualitas seringkali memerlukan biaya yang cukup besar. Sulit untuk memenuhi kebutuhan pengajaran dan pembelajaran yang optimal. Kurangnya keterampilan teknis dan pengetahuan dalam bidang sensor dan sistem elektronik dapat menyulitkan dalam memberikan pembelajaran yang efektif kepada Mahasiswa.

Pembelajaran tentang komponen elektronik, terutama sensor dan sinyalnya, pada alat berat, merupakan hal yang sangat penting dalam pendidikan dan pelatihan bagi para operator dan teknisi. Alat peraga elektronik digunakan sebagai sarana untuk memvisualisasikan dan mempelajari rangkaian elektronik khususnya sensor. Peningkatan pemahaman tentang cara kerja sensor dan bagaimana mendeteksi sinyal keluaran pada alat berat menjadi sangat krusial mengingat perkembangan teknologi yang pesat dalam industri alat berat. Sebagian besar kontrol pada alat berat modern saat ini menggunakan sistem elektronik yang canggih, sehingga pemahaman yang mendalam tentang

sensor menjadi keterampilan yang sangat diperlukan. Pembuatan alat simulasi pengontrolan dan pendeteksi *timing* dan *temperature* didasarkan pada kebutuhan untuk memvisualisasikan dan mempelajari rangkaian elektronik khususnya sensor seperti mengukur (*pulse width modulation*) PWM dan *Duty Cycle* pada alat berat.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut adalah rumusan masalah terkait dengan pembuatan alat simulasi pengontrolan dan pendeteksian *timing* dan *temperature* pada alat berat berbasis Arduino, Berdasarkan latar belakang, maka perumusan permasalahan belum ada alat simulasi untuk melatih mahasiswa dalam menguasai keterampilan dan juga pemahaman tentang kinerja mesin pada waktu penyemprotan bahan bakar pada alat berat dan juga dapat mengembangkan keterampilan dalam merancang, membangun dan memprogram perangkat elektronik berdasarkan mikrokontroler Arduino. yang digunakan untuk mengukur (*pulse width modulation*) PWM *duty cycle* khususnya pada sensor pendeteksi *timing* serta *temperature* pada alat berat.

1.3 Lingkup Kegiatan

Terkait dengan luasnya pembahasan pengontrol dan pendeteksi *timing* dan *temperature*, maka dibatasi cakupan ruang lingkup kegiatan ini, yakni membuat alat simulasi yang dapat mereplikasi kondisi pengontrolan dan pendeteksian *timing* dan *temperature* pada *engine* alat berat.

1.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan Kegiatan Melatih mahasiswa dalam menguasai keterampilan dan juga pemahaman tentang kinerja mesin pada waktu penyemprotan bahan bakar pada alat berat dan juga dapat mengembangkan keterampilan dalam merancang, membangun dan memprogram perangkat *electric* dan *electronic* berdasarkan mikrokontroler Arduino.

Adapun manfaat tugas akhir yang ingin dicapai yaitu:

- a. peningkatan pemahaman kosep media pembelajaran berupa alat simulasi memungkinkan mahasiswa dan teknisi untuk memahami konsep pengontrolan dan pendeteksi *timming* dan *temperature* pada *system electric* dan *electronic* alat berat secara lebih mendalam. Mereka dapat melihat interaksi komponen, aliran sinyal, dan *respons system* dalam lingkup virtual yang aman.
- b. Pengembangan keterampilan praktis: Simulasi memungkinkan mahasiswa dan teknisi untuk mengembangkan keterampilan praktis dalam mengoperasikan, mengatur, dan memahami sistem *electric* dan *electronic* alat berat. Mereka dapat berlatih mengkonfigurasi pengontrolan *timing* dan *temperature* tanpa perlu mengakses alat fisik.
- c. Efisiensi dalam pembelajaran dan pelatihan: Alat simulasi mengurangi ketergantungan pada perangkat fisik dan lingkungan lapangan. Mahasiswa dan teknisi dapat mengakses simulasi kapan saja, memungkinkan mereka untuk belajar dan berlatih tanpa harus menunggu situasi tertentu di lapangan atau laboratorium.

- d. Pengurangan risiko dan kerusakan: Dalam lingkungan simulasi, tidak ada risiko kerusakan pada peralatan fisik yang mahal dan *kompleks*. Mahasiswa dan teknisi dapat menjalankan eksperimen dan menguji berbagai skenario tanpa khawatir merusak peralatan sebenarnya.
- e. Pengembangan kemampuan *troubleshooting*: Simulasi dapat menampilkan situasi masalah yang mungkin muncul pada sistem elektrik dan elektronik alat berat. Mahasiswa dan teknisi dapat melatih kemampuan *troubleshooting* mereka dengan mencari dan mengatasi masalah dalam lingkungan simulasi yang realistis.
- f. Pemantauan performa dan kinerja Sistem: Melalui alat simulasi, mahasiswa dan teknisi dapat memantau kinerja sistem, mengevaluasi responsnya terhadap perubahan *timing* dan *temperatur*, serta mengoptimalkan pengaturan untuk mencapai kinerja terbaik.
- g. Pemahaman teknologi terkini: Simulasi dapat mencakup teknologi terkini dalam pengontrolan dan pendeteksian *timing* serta *temperatur*. Ini membekali mahasiswa dan teknisi dengan pengetahuan tentang tren terbaru dalam industri alat berat.
- h. Aksesibilitas dan skalabilitas: Simulasi dapat diakses oleh banyak orang secara bersamaan, memungkinkan pengajaran dan pelatihan dalam skala yang lebih luas. Mahasiswa dan teknisi dari berbagai tempat dapat mengaksesnya dengan mudah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Defenisi Alat Simulasi Pendeteksi Timming dan Temperature

Simulasi atau simulator merupakan suatu alat yang digunakan sebagai media pembelajaran yang mempunyai bentuk dan fungsi sama seperti alat atau unit yang aslinya. Penggunaan alat simulasi sebagai sarana pembelajaran merupakan salah satu metode pembelajaran yang sangat baik guna mengetahui komponen, fungsi, dan cara kerja dari alat atau unit tersebut Menurut Sriyono (1992: 299) Dimana alat simulasi pada system mesin alat berat adalah perangkat atau perangkat lunak yang dirancang khusus untuk mensimulasikan operasi dan kinerja mesin alat berat seperti Excavator, Bulldoser, atau alat konstruksi lainnya. Simulasi semacam ini memungkinkan operator atau teknisi untuk berlatih, menguji, atau memahami cara mengoperasikan mesin ini tanpa risiko pada dunia nyata. Alat simulasi ini dapat mencakup kontroler fisik yang mensimulasikan kinerja pada kecepatan dan waktu penyemprotan bahan bakar pada alat berat.

2.2 *Elektrik dan Elektronik System*

1. Pengertian *Elektrik*

Elektrik adalah suatu energi, bahkan energi listrik begitu memegang peranan penting bagi kehidupan kita. Listrik adalah suatu muatan yang terdiri dari muatan positif dan muatan negatif. Arus listrik merupakan muatan listrik yang bergerak dari tempat yang berpotensi tinggi ke tempat berpotensi

rendah, melewati suatu penghantar listrik. Media penghantar listrik salah satunya ialah media yang terbuat dari bahan logam, yaitu *elektron* bebas berpindah dari satu atom ke atom logam berikutnya, sedangkan pada media air *elektron* dibawa oleh *elektrolit* yang terkandung dalam media air tersebut.

Arus listrik terdiri dari dua jenis yaitu arus listrik searah (*direct current* = DC) dan arus listrik bolak-balik (*alternative current* = AC). Arus listrik DC merupakan arus listrik yang mengalir secara terus menerus kesatu arah. Arus DC dipakai dalam *industry* yang menggunakan proses elektrolisa, misalnya pemurnian dan pelapisan atau penyepuhan logam, Pitriadi, Peridkk. (2023).

2. Elektronik *Component*

Komponen elektronik pada alat berat dapat dibagi menjadi tiga kategori utama yaitu komponen *input*, komponen *output*, dan komponen kontrol. Berikut penjelasan lebih lanjut mengenai ketiga kategori tersebut:

- **Komponen *Input***

Sensor: Sensor-sensor pada alat berat mendeteksi dan mengukur parameter fisik seperti suhu, tekanan, kecepatan, putaran, level, dan lain sebagainya. Contohnya, sensor suhu mesin, sensor tekanan hidrolis, sensor posisi *throttle*, sensor kecepatan kendaraan, dan sebagainya.

Switch: *Switch* digunakan untuk memberikan sinyal *input on/off* atau mengaktifkan fungsi tertentu pada alat berat. Contohnya, tombol *start/stop*, saklar pengoperasian lampu, saklar pengoperasian *wiper*, dan sebagainya.

- *Komponen Output*

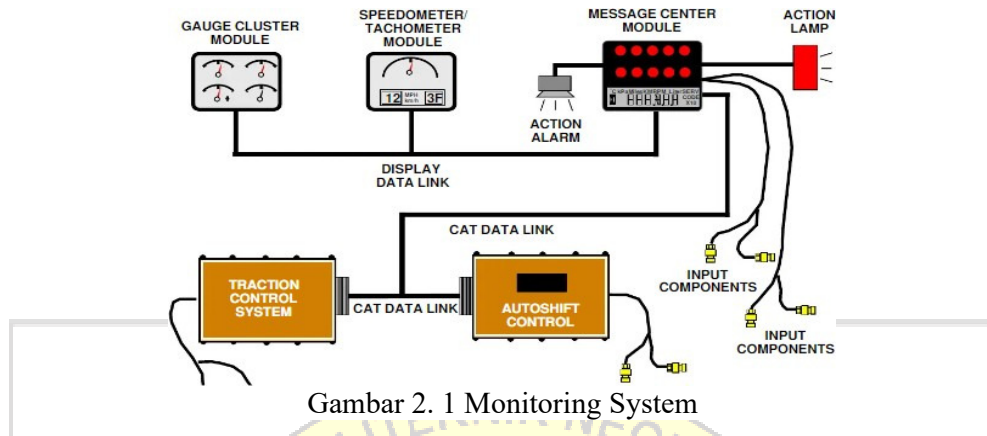
Aktuator: Aktuator pada alat berat meliputi *solenoid valve*, aktuator hidrolik, aktuator elektrik, dan sebagainya. Contohnya, *solenoid valve* untuk pengontrolan aliran bahan bakar, aktuator hidrolik untuk menggerakkan alat gali, dan sebagainya.

Lampu: Lampu pada alat berat digunakan untuk penerangan atau sebagai indikator. Ini termasuk lampu depan, lampu belakang, lampu indikator, dan lampu peringatan.

- *Komponen Kontrol*

ECU (*Electronic Control Unit*): ECU adalah otak elektronik dari alat berat. Ini menerima *input* dari sensor dan mengirimkan sinyal kontrol ke aktuator untuk mengatur kinerja alat berat secara keseluruhan. ECU juga dapat mengontrol sistem-sistem seperti sistem injeksi bahan bakar, sistem pengereman, sistem pendinginan, dan lain sebagainya.

Panel Kontrol: Panel kontrol pada alat berat berfungsi sebagai antarmuka pengguna yang memungkinkan operator untuk mengontrol dan memantau berbagai fungsi dan parameter alat berat. Ini meliputi tampilan informasi, tombol kontrol, tuas pengendali, dan indikator status, Pitriadi, Peri dkk. (2023).



2.3 Input Component

Komponen *input* digunakan untuk memonitor dan mendapatkan informasi. Komponen *input* merubah parameter fisik seperti kecepatan, tekanan, posisi *flow*, atau level *fluid* menjadi sinyal elektronik. *Electronic Control System* menggunakan sinyal elektronik (*Input information*) untuk memonitor kondisi *engine* dan *machine* serta menentukan sinyal *output* yang sesuai. Komponen *input* pada alat berat terdiri dari sensor, *switch*, dan *sender* menurut, Issac.(2021).Sensor

2.3.1 Sensor: Sensor adalah komponen yang digunakan untuk mendeteksi dan mengukur parameter fisik atau kondisi tertentu dalam alat berat. Sensor mengubah parameter tersebut menjadi sinyal listrik yang dapat dibaca oleh sistem elektronik. Berikut beberapa jenis sensor yang umum digunakan pada alat berat:

1. Sensor Suhu (*Temperature Sensor*): Sensor suhu digunakan untuk mengukur suhu di berbagai bagian alat berat, seperti suhu mesin, suhu pendingin, suhu *transmisi*, dan lain sebagainya. Sensor suhu dapat berupa *termistor*, *thermocouple*, atau sensor suhu berbasis *inframerah*.

2. Sensor Tekanan (*Pressure Sensor*): Sensor tekanan digunakan untuk mengukur tekanan dalam sistem hidrolis, sistem udara, sistem pendingin, dan lain sebagainya. Sensor tekanan dapat berupa sensor tekanan *absolut*, sensor tekanan *diferensial*, atau sensor tekanan *gauge*.
3. Sensor Kecepatan (*Speed Sensor*): Sensor kecepatan digunakan untuk mengukur kecepatan alat berat atau komponen-komponen tertentu seperti roda, poros, atau komponen berputar lainnya. Sensor kecepatan dapat berupa sensor *hall effect*, sensor optik, atau sensor induksi *magnetik*.
4. Sensor Level (*Level Sensor*): Sensor level digunakan untuk mengukur level atau ketinggian zat seperti bahan bakar, oli, air, atau cairan lainnya dalam tangki atau kompartemen alat berat. Sensor level dapat berupa sensor *kapasitif*, sensor *ultrasonik*, atau sensor penuh *konduktifitas*.
5. Sensor Posisi (*Position Sensor*): *Sensor* posisi digunakan untuk mengukur posisi *relatif* suatu komponen atau bagian pada alat berat. Sensor posisi dapat berupa *potensiometer*, sensor *hall effect*, atau sensor optik.
6. Sensor Kelembaban (*Humidity Sensor*): Sensor kelembaban digunakan untuk mengukur tingkat kelembaban udara di sekitar alat berat. Sensor kelembaban dapat berupa sensor kapasitif, sensor resistif, atau sensor termal.
7. Sensor Gas Buang (*Exhaust Gas Sensor*): Sensor gas buang digunakan untuk memantau kandungan gas buang seperti kandungan oksigen,

kandungan karbon dioksida, dan lain sebagainya. Sensor gas buang umumnya digunakan dalam sistem kontrol emisi pada alat berat.

8. Sensor Gerak (*Motion Sensor*): Mendeteksi gerakan atau perubahan aktivitas dalam suatu lingkungan. Contoh: sensor *inframerah pasif* (PIR), sensor *mikrofon*, sensor *ultrasonik*. Signal elektronik me-representasikan parameter yang diukur. Signal tersebut akan dimodulasi dalam tiga metode, yaitu:

- *Frequency modulation* yang me-representasikan parameter menjadi *frequency level*
- *Pulse width modulation* (PWM) me-representasikan parameter menjadi *duty cycle* (0%- 100%)
- *Analog modulation* me-representasikan parameter menjadi *voltage level*.

2.3.2 Switch: Switch atau saklar adalah komponen yang digunakan untuk memberikan sinyal *on/off* atau mengaktifkan fungsi tertentu pada alat berat. *Switch* dapat berupa saklar mekanis, saklar *elektromagnetik*, atau saklar elektronik. Beberapa contoh *switch* pada alat berat meliputi:

1. Tombol *Start/Stop*: Digunakan untuk menghidupkan atau mematikan mesin alat berat.
2. Saklar Pengoperasian Lampu: Digunakan untuk mengontrol lampu utama, lampu sein, atau lampu indikator pada alat berat.
3. Saklar Pengoperasian *Wiper*: Digunakan untuk mengontrol sistem penghapus kaca atau *wiper* pada alat berat.

4. Saklar Pengoperasian Sistem Alarm: Digunakan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan sistem alarm keselamatan pada alat berat.

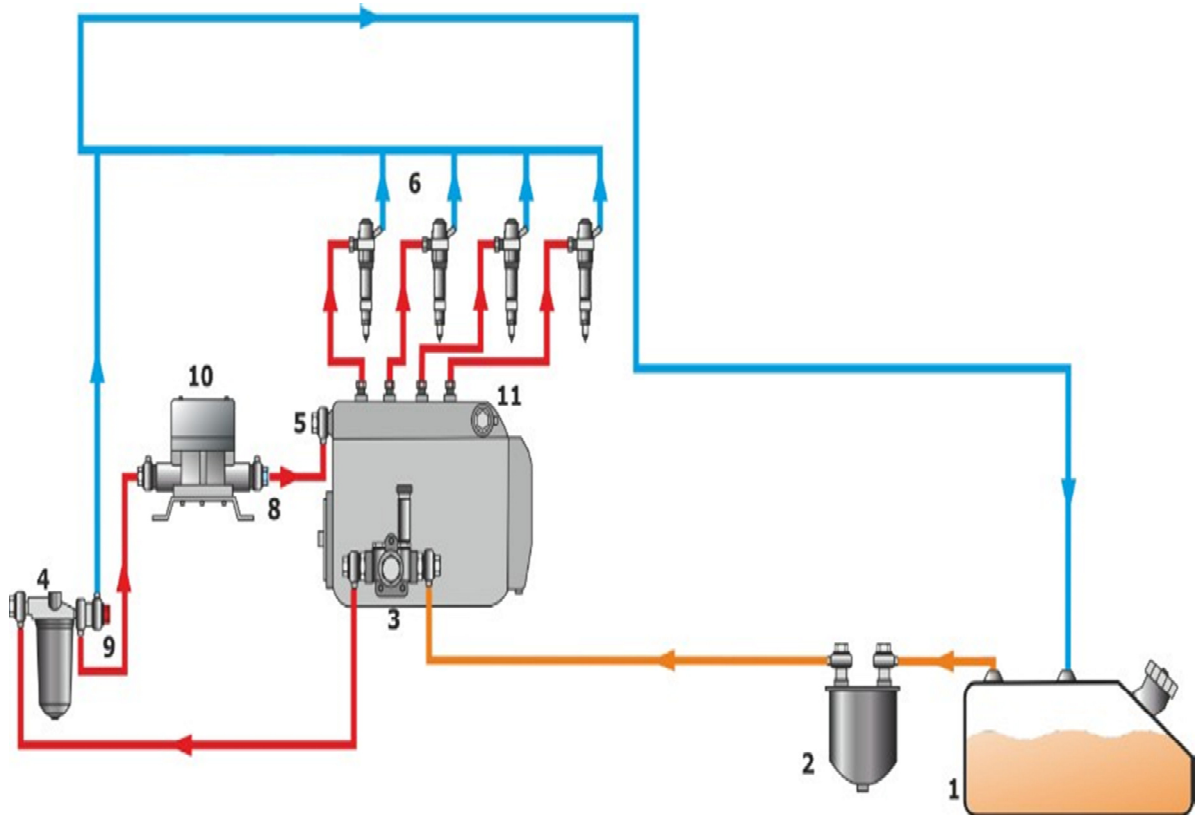
2.3.3 Sender: Sender adalah jenis khusus dari sensor yang mengirimkan sinyal listrik berdasarkan parameter tertentu. Sender sering digunakan dalam pengukuran dan pemantauan level, tekanan, suhu, dan posisi. Sender umumnya bekerja dengan mengubah parameter fisik menjadi perubahan resistansi atau tegangan yang dapat dideteksi oleh sistem elektronik. Contoh sender yang sering digunakan pada alat berat adalah sender level bahan bakar atau sender suhu pendingin.

2.4 *Fuel Flow Meter*

Fuel flow meter merupakan aplikasi dari beberapa jenis flow meter yang dapat mengukur konsumsi bahan bakar. flow meter digunakan untuk mengukur kuantitas cairan yang telah dipindahkan selama proses transfer. Mereka memiliki tampilan visual, yang dapat berupa mekanis atau digital, bagi pengguna untuk membaca pengukuran. *Flow* meter digunakan dalam berbagai aplikasi transfer fluida dan oleh karena itu meskipun selalu digunakan untuk mengukur fluida yang cara kerjanya sedikit berbeda. *Fuel flow* meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur konsumsi bahan bakar volumetrik, yaitu volume bahan bakar yang melewati saluran bahan bakar per satuan waktu.

Hasil pengukurannya diberikan dalam bentuk pembacaan meteran (sama seperti pada meteran air atau listrik). Berdasarkan informasi ini, *platform* pelacakan GPS dan telematika menghitung data berikut:

1. Konsumsi bahan bakar per periode waktu
2. Konsumsi bahan bakar rata-rata, misalnya, liter per 100 km/mil per galon (mpg)



1 - Fuel tank; 2 - Rough filter; 3 - Low pressure fuel pump; 4 - Fine filter; 5 - High pressure fuel pump; 6 - Injectors; 7 - Additional fine filter; 8 - Non-return valve; 9 - Bypass valve; 10 - DFM Fuel Flow Meter; 11 - Plug.

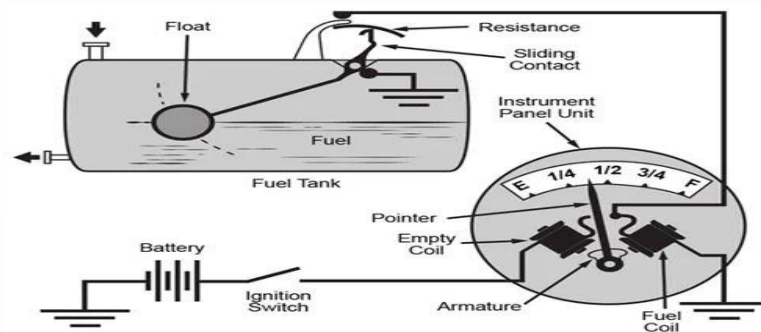
Gambar 2. 2 Instalation Fuel Flow Meter

2.5 Fuel Level Sensor

Sensor level bahan bakar berbasis Hall IC dikembangkan untuk menyediakan keandalan tinggi dan pengukuran level bahan bakar yang akurat untuk aplikasi otomotif dan alat berat. Sensor level bahan bakar (*Fuel Level*

Sensor/FLS) digunakan dalam semua mobil untuk menunjukkan tingkat bahan bakar. Berbagai metode digunakan untuk mengukur tingkat bahan bakar, seperti menggunakan *resistive film*, *resistor diskrit*, *kapasitif*, dan *ultrasonik*.

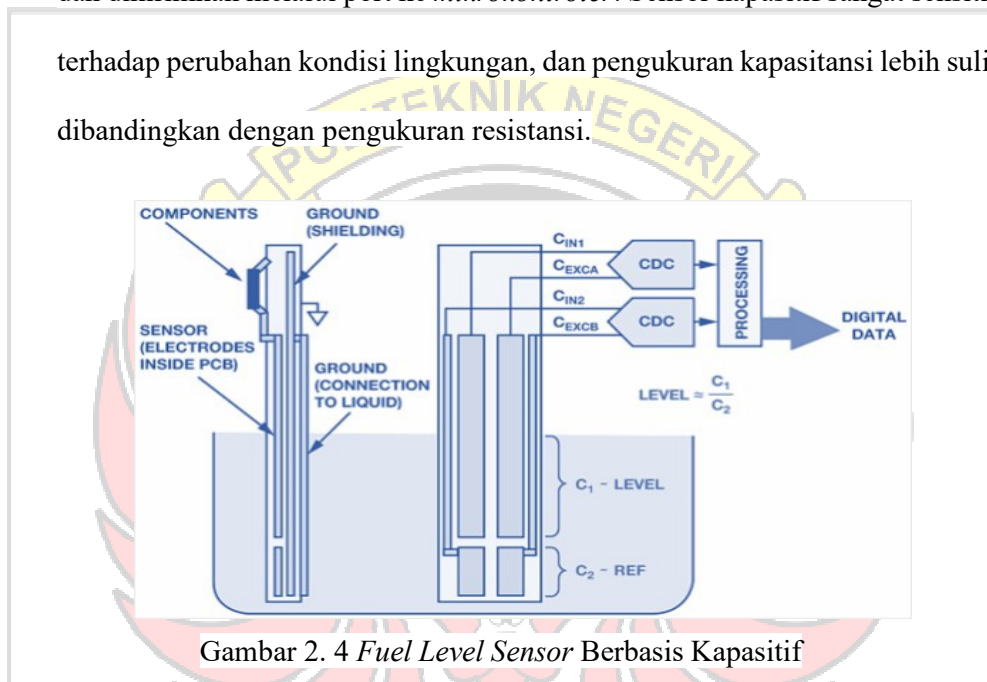
Sensor berbasis *resistif* paling umum digunakan untuk aplikasi ini. Sensor ini terhubung mekanik dengan benda apung yang bergerak naik atau turun tergantung pada tingkat bahan bakar. Saat benda apung bergerak, resistansi sensor berubah. Sensor ini merupakan bagian dari rangkaian keseimbangan arus pada sirkuit tampilan pengukur bahan bakar yang umumnya terdiri dari koil untuk menggerakkan jarum tampilan. Saat resistansi sensor bahan bakar berubah, posisi jarum berubah sebanding dengan arus yang mengalir dalam koil. Contoh umum FLS berbasis resistor. Kelemahan dari sensor berbasis kontak *resistif* adalah adanya aus dan keausan pada elemen sensor akibat kontak geser di dalamnya. Keausan ini menyebabkan penurunan umur sensor.



Gambar 2. 3 *Fuel Level Sensor* Berbasis *Resistor*

Prinsip dasar untuk sensing tingkat bahan bakar berbasis kapasitansi ditunjukkan pada gambar di bawah ini. Sebuah kapasitor berplat-paralel dengan plat yang melekat erat pada dinding luar tangki dan membentang hingga dekat bagian bawah tangki. Saat tingkat bahan bakar berubah, jumlah

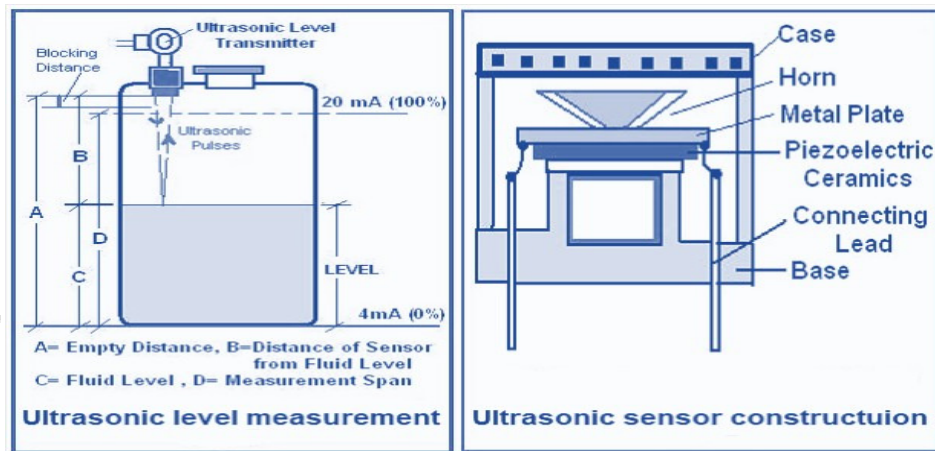
bahan dielektrik antara plat berubah, sehingga menghasilkan perubahan kapasitansi. Sebuah sensor kapasitansi kedua yang terletak di dekat bagian bawah berfungsi sebagai saluran referensi untuk menghasilkan pengukuran ratiometrik. Kapasitansi sensor dan referensi dikonversi menjadi data digital dan dikirimkan melalui port ke *mikrokontroler*. Sensor kapasitif sangat sensitif terhadap perubahan kondisi lingkungan, dan pengukuran kapasitansi lebih sulit dibandingkan dengan pengukuran resistansi.



Gambar 2. 4 Fuel Level Sensor Berbasis Kapasitif

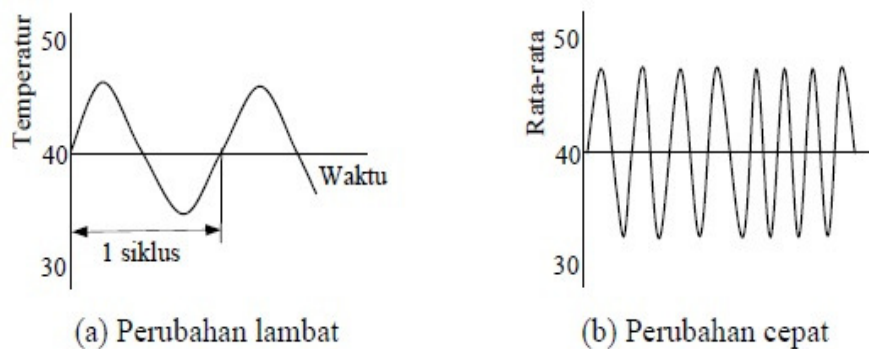
2.6 Ultrasonic Fuel Level Sensor

Gelombang *ultrasonik* mendeteksi objek dengan cara yang serupa dengan radar. *Ultrasonic* menggunakan gelombang suara, sedangkan radar menggunakan gelombang radio. Ketika sinyal pulsa *ultrasonik* diarahkan ke objek, ia dipantulkan oleh objek tersebut dan pantulan kembali ke pengirim. Jarak ke objek ditemukan berdasarkan waktu perjalanan pulsa *ultrasonik* yang dihitung. Dengan terus memantau waktu antara pantulan kembali pulsa, level cairan sebenarnya dapat diukur.



Gambar 2. 5 Fuel Level Sensor Berbasis Ultrasonic

Tanggapan waktu sensor (Respon Time) pada sensor menunjukkan seberapa cepat tanggapannya terhadap perubahan masukan. Sebagai contoh, instrumen dengan tanggapan frekuensi yang jelek adalah sebuah termometer merkuri. Masukannya adalah *temperatur* dan keluarannya adalah posisi merkuri. Misalkan perubahan *temperatur* terjadi sedikit demi sedikit dan kontinyu terhadap waktu, seperti tampak pada gambar (a) berikut.



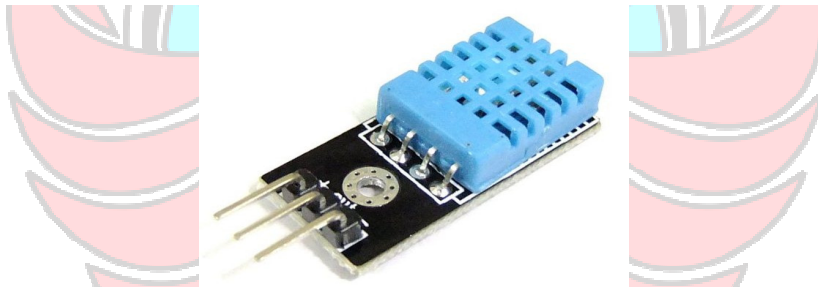
Gambar 2. 6 Frekuensi Perubahan Temperature

Frekuensi adalah jumlah siklus dalam satu detik dan diberikan dalam satuan *hertz* (Hz). 1 *hertz* berarti 1 siklus per detik, 1 *kilohertz* berarti 1000 siklus per detik. Pada *frekuensi* rendah, yaitu pada saat *temperatur* berubah

secara lambat, termometer akan mengikuti perubahan tersebut dengan “setia”. Tetapi apabila perubahan *temperatur* sangat cepat lihat gambar (b) maka tidak diharapkan akan melihat perubahan besar pada termometer merkuri, karena ia bersifat lamban dan hanya akan menunjukkan *temperatur* rata-rata. Frekuensi tertentu dengan daya keluaran pada frekuensi referensi. Ada bermacam cara untuk menyatakan tanggapan frekuensi sebuah sensor. Misalnya “satu milivolt pada 500 hertz”. Tanggapan frekuensi dapat pula dinyatakan dengan “decibel (db)”, yaitu untuk membandingkan daya keluar.

2.7 Jenis-Jenis Sensor Pada Alat Simulasi Pendeteksi Timming dan Temperature

1. Sensor *Thermal* (Sensor Suhu)

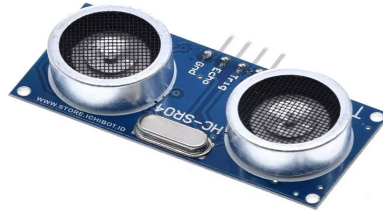


Gambar 2. 7 Sensor Suhu DHT 11

(Sumber : <https://thecityfoundry.com/sensor-suhu/>)

Jenis sensor DHT11 adalah jenis sensor suhu yang difungsikan untuk proses ukur suhu dan tingkat kelembapan udara. pekerjaan anda akan ringan dengan alat ini. Apalagi, sensor jenis ini memiliki spesifikasi thermistor NTC/*Negative Temperature Coefficient*.

2. Sensor *Ultrasonic*



Gambar 2. 8 Sensor *Ultrasonic* HC-SR04

(Sumber : <https://store.ichibot.id/product/sensor-ultrasonic-jarak-benda-hcsr04-hc-sr04-hcsr-hc-sr04/>)

Sensor Jarak adalah sebuah sensor yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran fisis / bunyi menjadi besaran listrik atau sebaliknya. Prinsip kerja sensor *ultrasonic* berdasarkan suatu gelombang suara yang dipantulkan sehingga dapat digunakan untuk mendefinisikan eksistensi atau jarak suatu benda dengan frekuensi tertentu. Sensor ini dikatakan *ultrasonic* karena menggunakan gelombang *ultrasonic* yang memiliki frekuensi diatas 20Khz, frekuensi tersebut tidak dapat didengar oleh manusia dan hanya dapat didengar oleh hewan seperti kucing, anjing, 46 lumba – lumba dan kelelawar.

Secara sederhana, sensor jarak akan menembakkan gelombang jarak, Jika gelombang tersebut menyentuh objek yang menghalanginya, maka gelombang tersebut akan dipantulkan kembali, kemudian sensor akan menghitung selisih antara waktu pengiriman dan waktu penerimaan gelombang yang dipantulkan tadi. Bentuk fisiknya seperti pada.

3. IR *Speed sensor module*



Gambar 2. 9 *IR Speed sendor module*

(Sumber : https://www.researchgate.net/figure/Sensor-Kecepatan-RPM-Sensor-kecepatan-atau-velocity-sensor-adalahsuatu-sensor_fig1_346631156)

Sensor kecepatan (RPM) Sensor kecepatan atau *velocity* sensor adalah suatu sensor yang dipakai untuk mendeteksi kecepatan gerak benda guna selanjutnya diolah kedalam format sinyal elektrik. Dalam kenyataannya ada sejumlah sensor yang dipakai untuk sekian banyak keperluan ini.

Speed Sensor pada mesin alat berat memiliki peran penting dalam memantau kecepatan putaran mesin atau komponen yang terkait dengan gerakan. Sensor ini bekerja dengan cara mendeteksi perubahan magnetik atau perubahan frekuensi untuk mengukur kecepatan putaran. *Speed Sensor* umumnya terletak di dekat komponen yang berputar, seperti roda gigi, poros engkol, atau poros transmisi. Sensor ini dapat berbentuk sensor Hall Effect yang menggunakan medan magnet atau sensor berbasis optik yang menggunakan pulsa cahaya untuk mendeteksi putaran



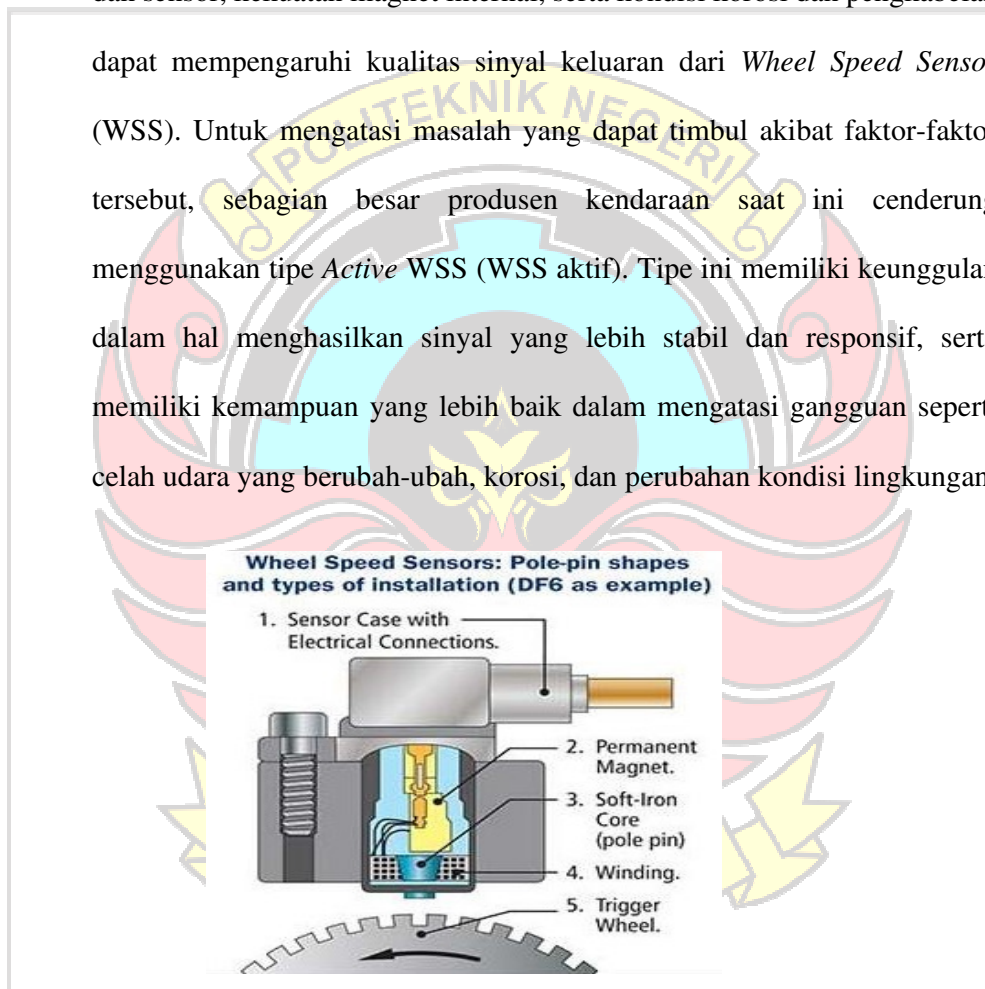
Gambar 2. 10 *Speed Sensor*

Setiap tipe sensor kecepatan memiliki peran dan fungsi yang berbeda dalam kendaraan. Pengetahuan teknisi tentang jenis-jenis sensor kecepatan ini penting untuk mendiagnosis dan memperbaiki masalah yang berkaitan dengan sistem kendaraan yang terkait.

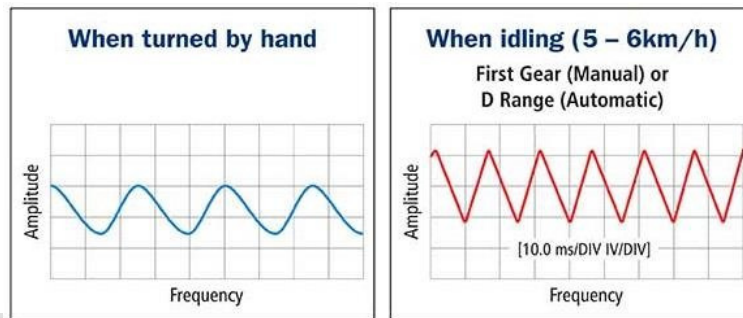
1. *Passive Speed Sensor Inductive analogue type*

WSS induktif (*inductive Wheel Speed Sensor*) adalah tipe sensor kecepatan yang umumnya terdiri dari gulungan kumparan yang mengelilingi inti besi lunak dan terhubung ke magnet permanen. Sensor ini tidak memerlukan catu daya eksternal untuk menghasilkan sinyal keluaran. Pada WSS induktif, terdapat roda pemicu yang terhubung ke poros yang berputar, biasanya pada roda kendaraan. Ketika roda pemicu berputar, gigi atau tonjolan pada roda tersebut mengubah medan magnet yang dihasilkan oleh magnet permanen. Perubahan medan magnet ini kemudian menginduksi arus bolak-balik pada gulungan kumparan yang mengelilingi inti besi lunak. Arus yang diinduksi ini merupakan hasil dari perubahan medan magnet dan sebanding dengan kecepatan putaran roda. Sinyal keluaran yang dihasilkan oleh sensor ini dapat berupa sinyal tegangan

bolak-balik (AC) atau sinyal frekuensi. Dalam hal konektivitas, WSS induktif umumnya menggunakan konektor dengan 2 terminal. Koneksi ini biasanya melibatkan terminal sinyal yang mengirimkan sinyal keluaran ke unit . faktor-faktor seperti bentuk gigi reluctor, celah udara antara reluctor dan sensor, kekuatan magnet internal, serta kondisi korosi dan pengkabelan dapat mempengaruhi kualitas sinyal keluaran dari *Wheel Speed Sensor* (WSS). Untuk mengatasi masalah yang dapat timbul akibat faktor-faktor tersebut, sebagian besar produsen kendaraan saat ini cenderung menggunakan tipe *Active WSS* (WSS aktif). Tipe ini memiliki keunggulan dalam hal menghasilkan sinyal yang lebih stabil dan responsif, serta memiliki kemampuan yang lebih baik dalam mengatasi gangguan seperti celah udara yang berubah-ubah, korosi, dan perubahan kondisi lingkungan.



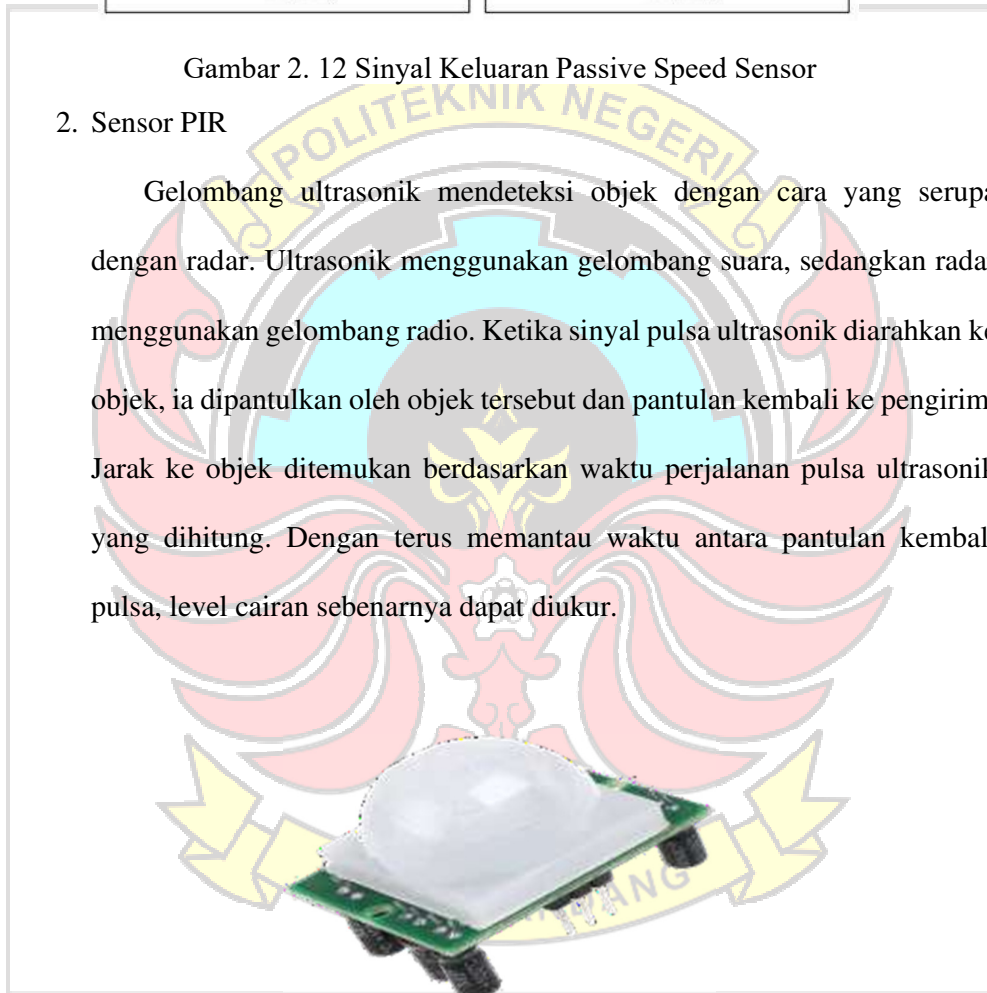
Gambar 2. 11 *Passive Speed Sensor*



Gambar 2. 12 Sinyal Keluaran Passive Speed Sensor

2. Sensor PIR

Gelombang ultrasonik mendeteksi objek dengan cara yang serupa dengan radar. Ultrasonik menggunakan gelombang suara, sedangkan radar menggunakan gelombang radio. Ketika sinyal pulsa ultrasonik diarahkan ke objek, ia dipantulkan oleh objek tersebut dan pantulan kembali ke pengirim. Jarak ke objek ditemukan berdasarkan waktu perjalanan pulsa ultrasonik yang dihitung. Dengan terus memantau waktu antara pantulan kembali pulsa, level cairan sebenarnya dapat diukur.

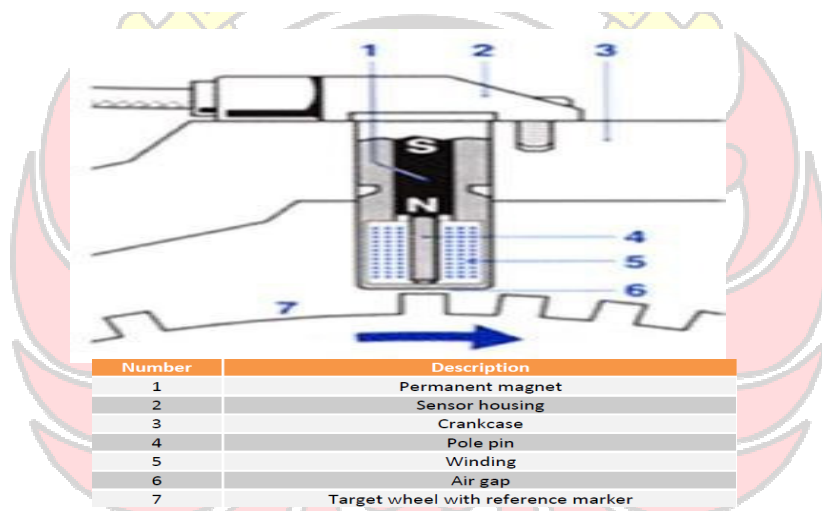


Gambar 2. 13 *Sensor Pir*

(Sumber : <https://www.hwlibre.com/id/sensor-pir/>)

2.8 *Timing Injection fuel*

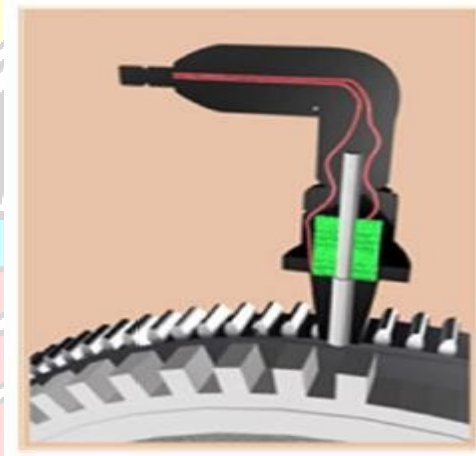
Sensor kecepatan poros engkol, juga disebut sensor kecepatan, digunakan untuk mengukur kecepatan poros engkol; menentukan posisi poros engkol (atau bahkan posisi silinder mesin). Kecepatan rotasi dihitung berdasarkan periode waktu sinyal sensor, mengikuti lintasan gigi roda gigi. Sinyal sensor kecepatan rotasi adalah salah satu nilai terpenting untuk sistem kontrol elektronik untuk pengoperasian mesin diesel.



Gambar 2. 14 *Crankshaft Speed Sensor Position*

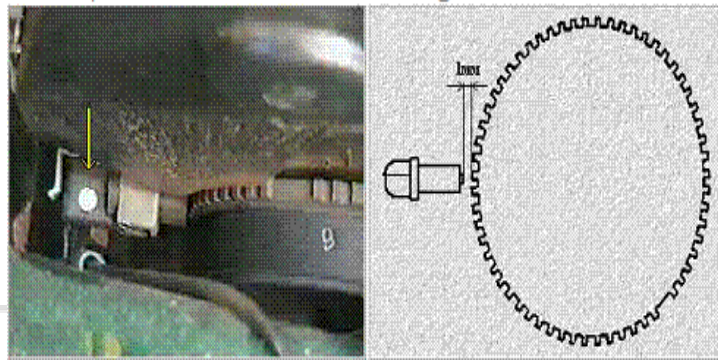
Jumlah gigi pada roda pulsa bergantung pada tujuan aplikasinya. Sebagai contoh, dalam sistem kontrol mesin diesel yang menggunakan katup solenoida, digunakan roda pulsa dengan 60 bagian, dengan jumlah gigi sebanyak 58. Terdapat sebuah celah besar yang berfungsi sebagai tanda referensi yang sesuai dengan posisi tertentu dari poros engkol, dan berperan dalam menyinkronkan unit kontrol. Tipe roda pulsa lainnya memiliki satu gigi per silinder. Sebagai contoh, pada mesin empat silinder, terdapat empat gigi yang mengeluarkan empat impuls dalam satu putaran. Bentuk geometris gigi dan ujung poros harus

saling cocok. Sistem pemrosesan sinyal mengubah tegangan keluaran menjadi pulsa sinusoidal dengan amplitudo variabel menjadi tegangan dengan pulsa persegi panjang dengan amplitudo konstan. Sinyal-sinyal ini kemudian diproses oleh unit kontrol mikroprosesor. Sensor ini ditempatkan berlawanan dengan gigi ring 60 gigi yang memiliki dua gigi telah dihilangkan untuk menentukan posisi TDC (*Top Dead Center*). Cincin gigi ini dipasang pada *flywheel*.



Gambar 2. 15 Letak *Crankshaft Speed Sensor Position*

Sensor induktif digunakan untuk mengukur putaran mesin dan menentukan posisi TDC (*Top Dead Center*). Informasi ini dikirimkan ke ECU (*Electronic Control Unit*) mesin untuk berbagai tujuan, seperti menentukan waktu penginjeksian bahan bakar, menghitung kecepatan dan jumlah bahan bakar yang akan diinjeksikan, serta mengontrol kecepatan idling.



Gambar 2. 16 *Sensor Pressure*



Gambar 2. 17 Prinsip kerja *cogwheel crankshaft* – pasangan sensor CKP

Celah udara harus ditempatkan antara sensor dan roda gigi dengan jarak sekitar $1 \text{ mm} \pm 0,4 \text{ mm}$. Untuk mencapai jarak yang tepat, pemilihan washer yang sesuai diperlukan (lihat Gambar a dan Gambar b). Roda gigi poros engkol dirancang sebagai piringan khusus yang biasanya memiliki 58 gigi setiap 6 derajat. Terdapat dua gigi yang sengaja dihilangkan untuk menghasilkan pulsa sinkronisasi (lihat Gambar 2 dan Gambar 3). Ketika poros engkol berputar, perubahan medan magnet diakibatkan oleh gigi roda gigi yang mendekati sensor, menghasilkan pulsa tegangan. Dengan melakukan sinkronisasi pulsa dari sensor CKP, pengontrol onboard dapat menentukan posisi dan kecepatan poros engkol serta menghitung momen yang tepat untuk mengendalikan

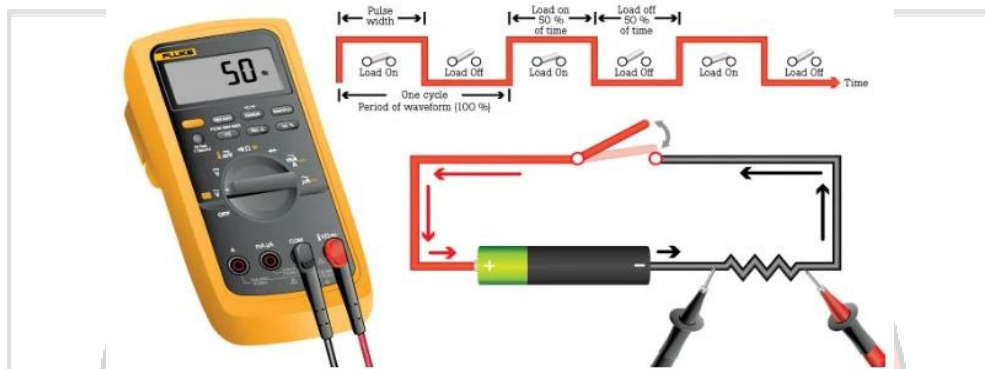
injektor bahan bakar dan momen yang tepat untuk memicu api. Gigi ke-20 setelah yang hilang pada roda gigi berada pada titik mati atas (TMA) silinder pertama dan keempat.

Roda gigi dapat terbuat dari logam, non-logam, atau dilapisi dengan peredam dengan insulasi karet. Selama pengoperasian mobil, roda gigi non-logam biasanya tidak mengalami keausan yang signifikan. Namun, perlu dihindari adanya partikel kecil atau kotoran yang masuk di antara gigi. Jika roda gigi dilengkapi dengan peredam, perlu memantau kondisi peredam untuk memastikan tidak ada kerusakan yang dapat menyebabkan masalah pada mesin. Saat melakukan perbaikan, perlu berhati-hati agar roda gigi tidak mengalami deformasi yang dapat merusak mesin. Pengamatan visual roda gigi dapat dilakukan dari sisi kanan roda depan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar c.

2.9 *Duty cycle*

Duty cycle atau siklus tugas adalah rasio antara waktu beban atau rangkaian dalam keadaan aktif (*ON*) dibandingkan dengan waktu beban atau rangkaian dalam keadaan non-aktif (*OFF*). Siklus tugas, sering juga disebut sebagai "faktor tugas," dinyatakan dalam persentase waktu *ON*. Misalnya, siklus tugas 60% mengindikasikan bahwa sinyal aktif (*ON*) selama 60% dari total waktu, sementara sisa 40% waktu sinyal berada dalam keadaan non-aktif (*OFF*). Banyak beban memiliki karakteristik di mana mereka berputar atau aktif dengan cepat dan dimatikan menggunakan sakelar elektronik yang bekerja dengan cepat. Sakelar elektronik ini secara akurat mengontrol daya

keluaran yang diberikan kepada beban. Operasi beban seperti mengatur kecerahan lampu, mengendalikan *output* elemen pemanas, atau mengatur kekuatan medan magnet pada kumparan dapat dikontrol menggunakan siklus kerja yang mengatur periode waktu *ON* dan *OFF* atau siklus per detik.

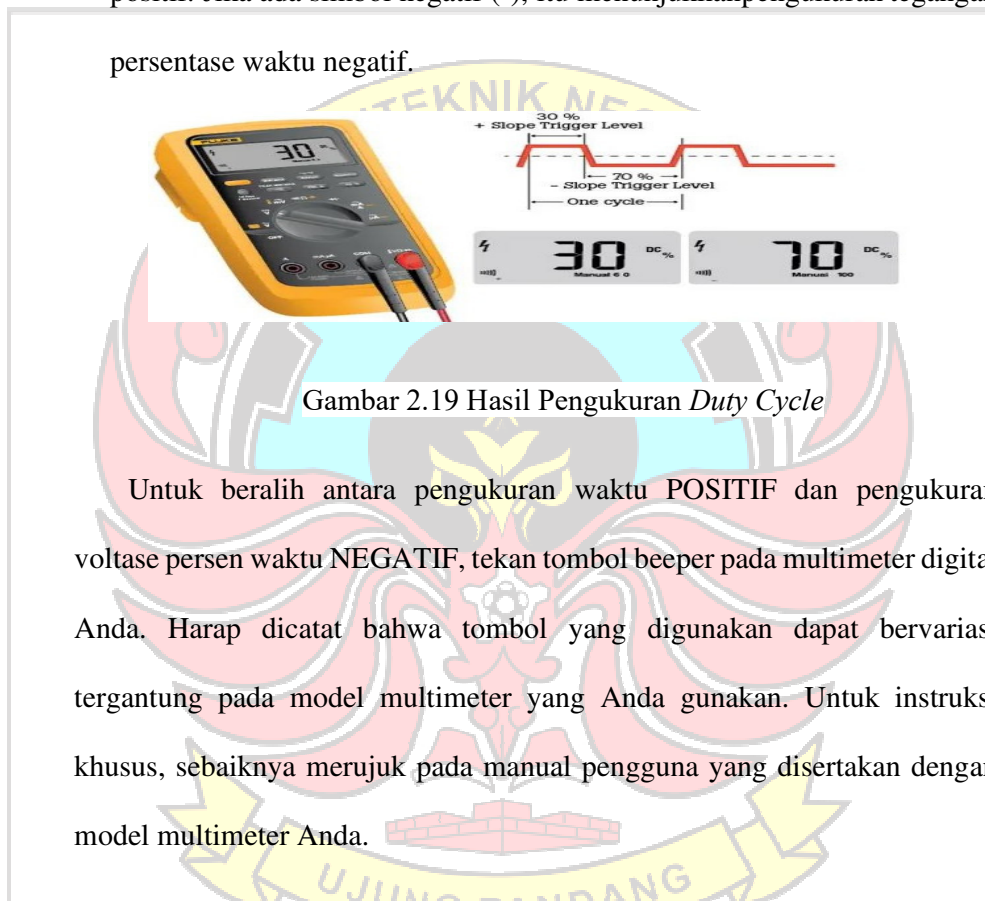


Gambar 2. 18 Siklus Kerja dan Pengukuran *Duty Cycle*

2.10 Cara Mengukur *Duty Cycle* dengan *Multimeter Digital*

1. Atur multimeter digital (DMM) untuk mengukur frekuensi. Langkah-langkahnya dapat bervariasi tergantung pada jenis multimeter yang digunakan. Biasanya, putar dial multimeter hingga mode pengukuran tegangan searah (dc V), dan tekan tombol Hz (hertz) untuk memilih mode pengukuran frekuensi. DMM akan siap untuk mengukur siklus tugas ketika tanda persen (%) muncul di sisi kanan layar multimeter.
2. Pertama-tama, sambungkan kabel uji hitam ke soket COM (common) pada multimeter.
3. Selanjutnya, masukkan kabel uji merah ke soket V Ω (volt ohm). Setelah selesai, lepaskan kabel uji dengan urutan yang terbalik, yaitu lepas terlebih dahulu, kemudian lepas kabel hitam.

4. Hubungkan ujung kabel uji ke sirkuit yang akan diuji, dengan kabel merah pada titik yang ingin diukur.
5. Baca pengukuran yang ditampilkan di layar multimeter. Jika ada simbol positif (+), itu menunjukkan pengukuran tegangan persentase waktu positif. Jika ada simbol negatif (-), itu menunjukkan pengukuran tegangan persentase waktu negatif.



Gambar 2.19 Hasil Pengukuran *Duty Cycle*

Untuk beralih antara pengukuran waktu POSITIF dan pengukuran voltase persen waktu NEGATIF, tekan tombol beeper pada multimeter digital Anda. Harap dicatat bahwa tombol yang digunakan dapat bervariasi tergantung pada model multimeter yang Anda gunakan. Untuk instruksi khusus, sebaiknya merujuk pada manual pengguna yang disertakan dengan model multimeter Anda.

2.11 Arduino

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (*datasheet*). 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 tersebut beroperasi ditegangan 5 Volt, setiap pin dapat memberikan atau menerima suatu arus maksimum 40mA dan mempunyai sebuah resistor pull-up (terputus secara default) 20-50 kOhm.



Gambar 2. 20 Arduino Uno

(Sumber : <https://podomorouniversity.ac.id/jenis-jenis-arduino>)

1. Bagian Bagian Arduino UNO

Tabel 2. 1 Bagian Arduino

Mikrokontroler	ATmega 328
Tegangan Pengoperasian	5 V
Tegangan Input yang disarankan	7 - 12 V
Batas Tegangan Input	6 – 20 V
Jumlah pin I/O digital	14 pin digital (6 diantaranya menyediakan keluaean PWM)
Jumlah pin input Analog	6 pin
Arus DC tiap pin I/O	40 mA

Arus DC untuk pin 3,3 V	50 mA
<i>Memory Flash</i>	32 Kb (ATmega 328) sekitar 0,5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2 Kb (ATMega 328)
EPROM	1 Kb (ATmega 328)
<i>Clock Speed</i>	16 MHz

2. Komunikasi

Arduino Uno memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan computer, Arduino Uno lain, atau mikrokontroler lain. ATmega3282 ini menyediakan UART TTL (5v) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX).

- *Input dan Output*

Input dan Output 3 Setiap 14 pin digital pada ArduinoUno dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, menggunakan fungsi *pinMode*, *digitalWrite*, dan *digitalRead*. *Input/output* dioperasikan pada 5 volt. Setiap pin dapat menghasilkan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki internal *pull-up resistor* 20-50 Kohms.

- *Catu Daya*

ArduinoUno dapat beroperasi melalui koneksi USB atau *power supply*. Dalam penggunaan *power supply* dapat menggunakan adaptor DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan dengan *jack adaptor* pada koneksi *port input supply*.

- Memory

Arduino memiliki 32 KB *flash memory* 4 untuk menyimpan kode, juga 2 KB yang digunakan untuk *bootloader*. Arduino memiliki 2 KB untuk SRAM dan 1 KB untuk EEPROM

- Komunikasi Serial

Komunikasi serial merupakan komunikasi data dengan pengiriman data satu persatu pada satuan waktu. *Transmisi* data pada komunikasi serial dilakukan per bit.

- Perangkat Lunak (Arduino Software)

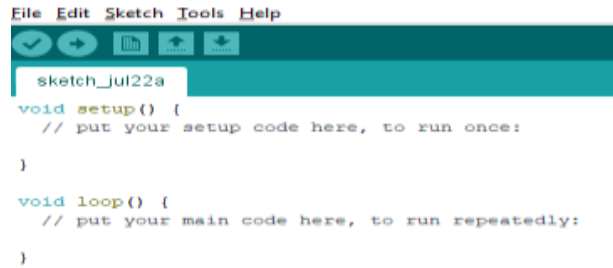
Lingkungan *open-source* Arduino atau Arduino IDE 5 memudahkan untuk menulis kode dengan *meng-upload* ke I/O board. Ini berjalan pada Windows, Mac OS X, dan Linux. Berdasarkan pengolahan, *avr-gcc*, dan perangkat lunak *open-source* lainnya.

3. Pemrograman

Arduino Uno dapat diprogram dengan perangkat lunak Arduino. Pilih ArduinoUno dari *Tool* lalu sesuaikan dengan *Microcontroller* yang digunakan. *Automatic Software Reset* Tombol *reset* Arduino Uno dirancang dengan cara yang memungkinkan untuk mengatur ulang oleh perangkat lunak yang berjalan pada computer yang terhubung

4. Arduino IDE

IDE (Integrated Development Environment) yang diperuntukan untuk membuat perintah atau source, code, melakukan pengecekan kesalahan, kompilasi, upload program, dan menguji hasil kerja Arduino melalui serial monitor.



```
File Edit Sketch Tools Help
sketch_jul22a
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}
```

Gambar 2. 21 Arduino IDE

Pada Gambar, Arduino IDE memiliki toolbars IDE yang memberikan akses instan ke fungsi fungsi yang penting, yaitu :

- Tombol *Verify*, untuk mengkompilasi program yang saat ini dikerjakan
- Tombol *Upload*, untuk mengkompilasi program dan mengupload ke papan Arduino
- Tombol *News*, menciptakan lembar kerja baru
- Tombol *Open*, untuk membuka program yang ada di *file system*
- Tombol *Save*, untuk menyimpan program yang dikerjakan
- Tombol *Stop*, untuk menghentikan serial number yang sedang dijalankan

5. Motor DC

Motor listrik DC adalah suatu perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau energi gerak. Bentuk dan *symbol* motor DC. Motor DC biasa juga disebut motor arus searah. Motor DC memerlukan tegangan arus searah untuk dapat menggerakkannya. Motor DC menghasilkan sejumlah putaran per menit atau biasanya dikenal dengan istilah RPM (Rotation per minute) dan dapat dibuat berputar searah jarum jam atau berlawanan dengan arah jarum jam jika diberikan polaritas dengan nilai terbalik



Gambar 2. 22 Motor DC

6. LCD

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah sebuah peralatan elektronik yang berfungsi untuk menampilkan output sebuah sistem dengan cara membentuk suatu citra atau gambaran pada sebuah layar. Secara garis besar komponen penyusun LCD terdiri dari kristal cair (*liquid crystal*) yang diapit oleh 2 buah *elektroda transparan* dan 2 buah *filter polarisasi (polarizing filter)*



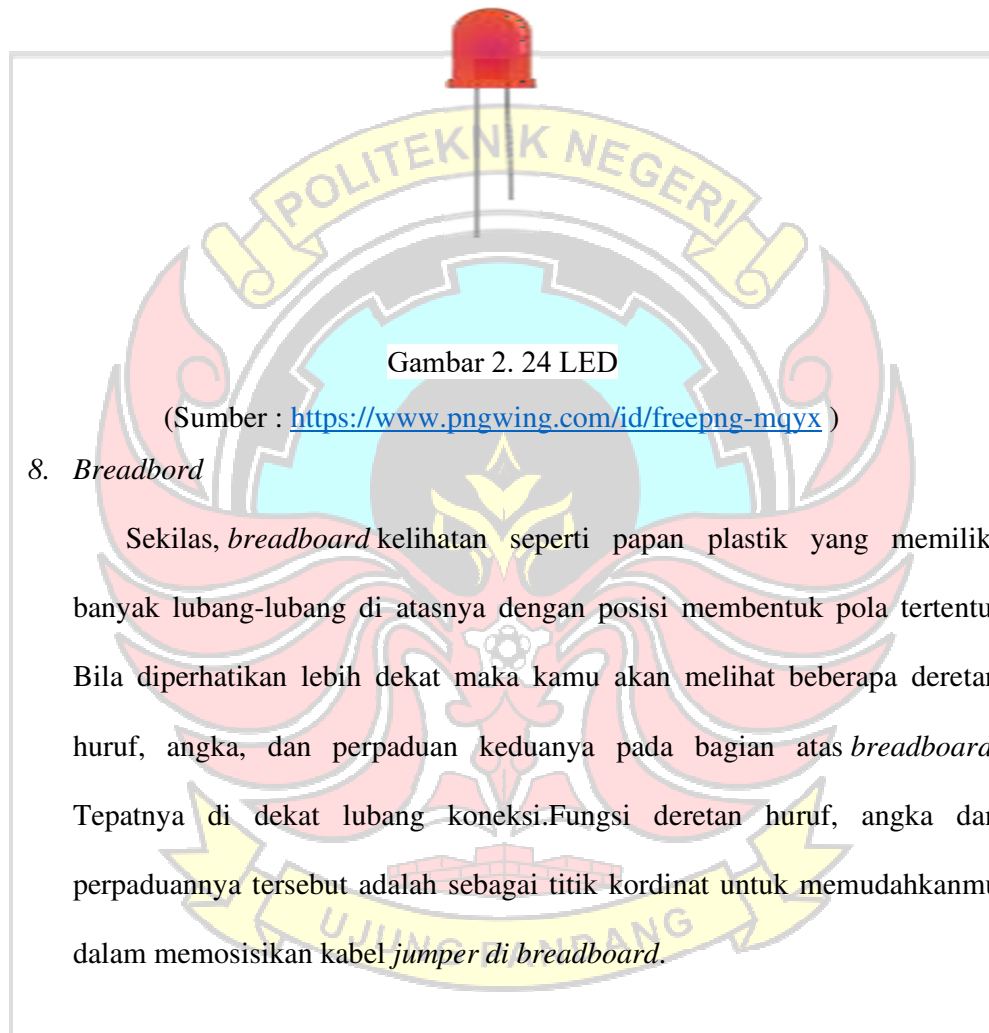
Gambar 2. 23 LCD

(Sumber : <https://kelasrobot.com/blog/2016/09/15/cara-simple-program-lcd-i2c-16x2-menggunakan-arduino/>)

7. LED

Light Emitting Diode atau sering disingkat dengan LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. LED merupakan keluarga Dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Warna-warna Cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada jenis bahan semikonduktor yang dipergunakannya. LED juga

dapat memancarkan sinar *inframerah* yang tidak tampak oleh mata seperti yang sering kita jumpai pada *Remote Control* TV ataupun *Remote Control* perangkat elektronik lainnya.



Gambar 2. 24 LED

(Sumber : <https://www.pngwing.com/id/freepng-mqyx>)

8. Breadbord

Sekilas, *breadboard* kelihatan seperti papan plastik yang memiliki banyak lubang-lubang di atasnya dengan posisi membentuk pola tertentu. Bila diperhatikan lebih dekat maka kamu akan melihat beberapa deretan huruf, angka, dan perpaduan keduanya pada bagian atas *breadboard*. Tepatnya di dekat lubang koneksi. Fungsi deretan huruf, angka dan perpaduannya tersebut adalah sebagai titik kordinat untuk memudahkanmu dalam memosisikan kabel *jumper* di *breadboard*.



Gambar 2. 25 Breadboard

(Sumber : <https://www.aldyrazor.com/2020/05/breadboard-arduino.html>)

9. Kabel *jumper*

Kabel *jumper* merupakan kabel elektrik yang mempunyai pin konektor di setiap ujungnya dan memungkinkan untuk menghubungkan dua komponen yang melibatkan Arduino tanpa memerlukan solder. Intinya, kegunaan kabel *jumper* ini digunakan sebagai konduktor listrik untuk menyambungkan rangkaian listrik.



Gambar 2. 26 Kabel *Jumper*

(Sumber : <https://www.aldyrazor.com/2020/04/kabel-jumper-arduino.html>)

BAB III

METODE KEGIATAN

3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan



Tempat Kegiatan Pembuatan alat simulasi Pengontrolan dan Pendeteksi *Timing* dan *Temperature* ini, dikerjakan di Bengkel Perawatan Alat Berat Politeknik Negeri Ujung Pandang. Adapun Waktu pelaksanaan pembuatan dimulai dari awal bulan Maret 2023 sampai bulan Juli 2023.

Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Kegiatan


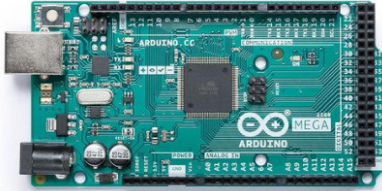



NO	KEGIATAN	BULAN															
		APRIL				MEI				JUNI				JULI			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studiliteratur																
2	Penyediaan alat dan komponen																
3	Tahap perakitan																
4	Tahap pembuatan rangkaian komponen																
5	Pemasangan komponen pada dudukan																
6	Uji Coba																






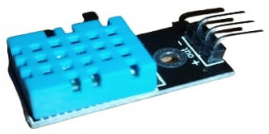

3.2 Alat yang digunakan



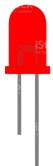

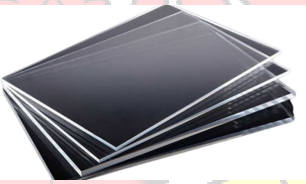

Tabel 3. 2 Alat yang Digunakan

1.	<i>Solder</i>	
2.	Timah	
3.	<i>Hot glue</i>	
4.	<i>Screw Driver Philips</i>	

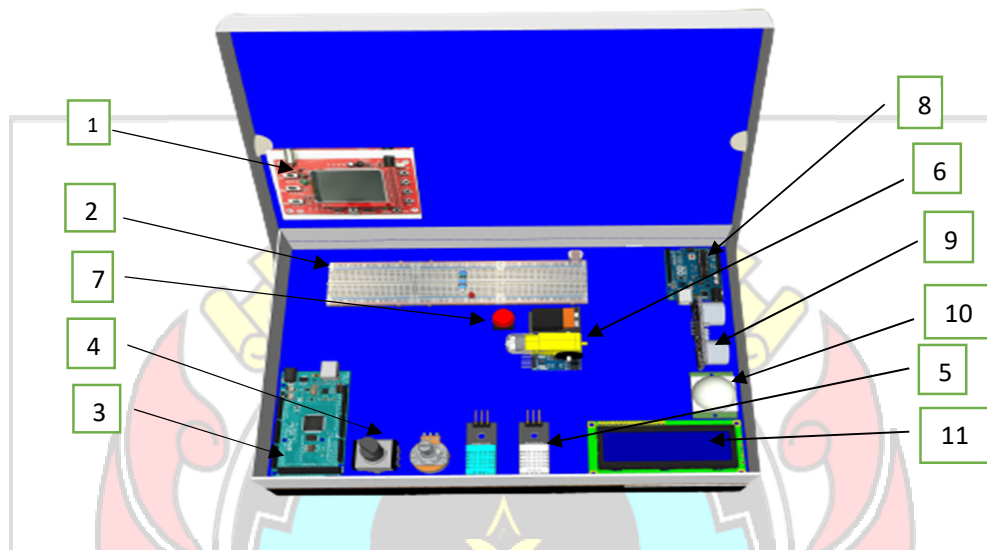
Tabel 3. 3 Bahan yang Digunakan

No.	Nama	Gambar	Jumlah
1.	<i>Arduino uno</i>		1
2.	<i>Arduino mega 2560</i>		1
3.	<i>Battery 9V</i>		1
4.	<i>Switch</i>		1
5.	<i>Buzzer</i>		1

6.	<i>Motor dc gear box</i>		1
7.	<i>Kabel jumper</i>		1
8.	LCD		1
9.	<i>Sensor pir</i>		1
10.	<i>Sensor ultrasonic</i>		1
11.	<i>Sensor temperature dht 11</i>		1
12.	<i>Sensor temperature dht22</i>		1

13.	<i>Holder batrey 9 volt</i>		1
14.	<i>Speed sensor</i>		1
15.	<i>LED</i>		1
16.	<i>Resistor</i>		1
17.	<i>Akrilik</i>		1
18.	<i>Koper</i>		1

3.3 Rancangan Alat Simulasi Pengontrolan Dan Pendeteksi Timming Dan Temperature

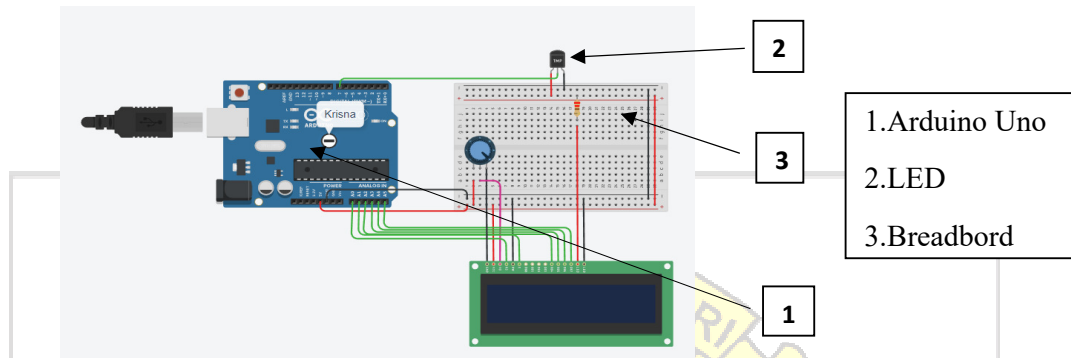


Gambar 3. 1 Rancangan Alat Simulasi *Timming* dan *Temperature*

KETERANGAN GAMBAR	
1.PWM	7.GearBox
2.Papan <i>BreadBoard</i>	8. <i>PushButton</i>
3.Arduino Mega	9.Arduino UNO
4. <i>Toggle Zwitch</i>	10.Sensor Ultrasonik
5.Sensor <i>Temperature</i>	11.Sensor PIR
6.Holder Baterai	12.LCD

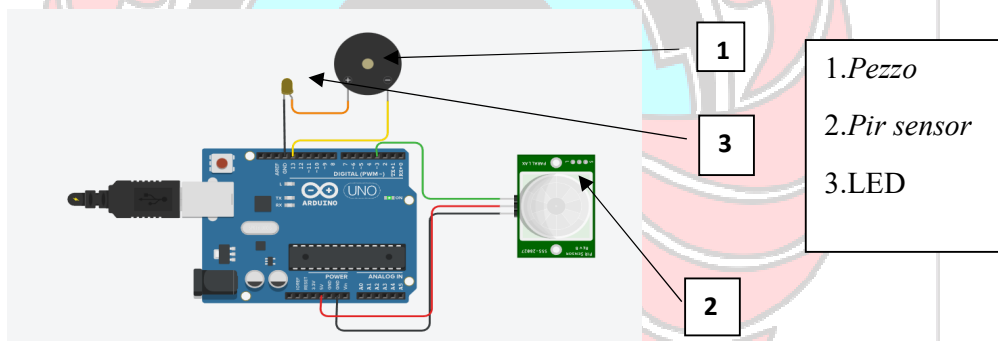
3.4 Rangkaian Pengontrolan dan Pendeteksi Timming Dan Temperature

1 Tampilan Sensor Suhu



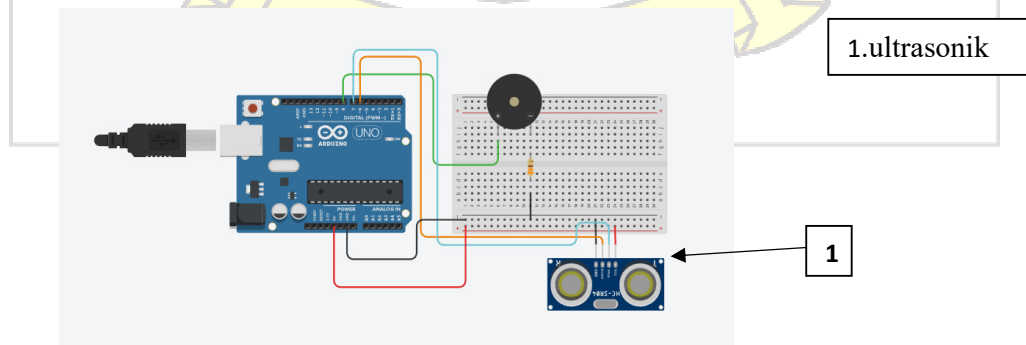
Gambar 3. 2 Rangkaian Sensor Suhu

2 Tampilan *Sensor Buzzer And Circuit*



Gambar 3. 3 Rangkaian *Sensor Buzzer And Circuit*

3 Tampilan Sensor Jarak



Gambar 3. 4 Rangkaian Sensor Jarak

Untuk mencapai hasil yang diharapkan, maka Pembuatan alat simulasi pengontrolan dan pendeteksi *Timing* dan *Temperature* ini dilakukan dengan prosedur kegiatan yang terdiri atas beberapa tahapan, yaitu sebagai berikut:

- Tahap Perancangan

Membuat gambar rancangan (gambar desain) dan perhitungan spesifikasi dimensi komponen-komponen yang akan dibuat.

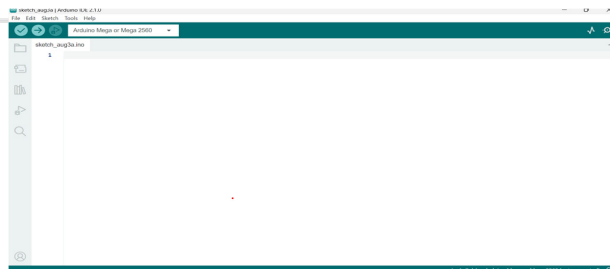
- Tahap Pembuatan Komponen

Setelah dilakukan tahap perancangan, maka tahapan berikutnya adalah tahap pembuatan. Tahap pembuatan Alat simulasi pengontrolan dan pendeteksi otomatis berbasis arduino ide ini, dilakukan berdasarkan pengelompokan komponen yang dibuat dan komponen standar. Hal ini dimaksudkan untuk memudahkan dalam proses pengerjaan dan perakitan alat pengontrolan dan pendeteksi secara otomatis berbasis arduino ide.

- Tahap Perakitan

Menyatukan semua komponen-komponen baik komponen standar maupun yang dibuat sehingga terwujudnya alat simulasi pengontrolan dan pendeteksi otomatis berbasis arduino ide

4 Pemrograman dengan Arduino IDE



Gambar 3. 5 Tampilan Program Arduino IDE

1. Buka Arduino IDE: Mulailah dengan membuka Arduino IDE pada komputer anda. Jika Anda belum menginstalnya, Anda dapat mengunduhnya dari situs resmi Arduino dan mengikuti petunjuk instalasinya.
2. Baca pengukuran yang ditampilkan di layar multimeter. Jika ada simbol positif (+), itu menunjukkan pengukuran tegangan persentase waktu positif. Jika ada simbol negatif (-), itu menunjukkan pengukuran tegangan persentase waktu negatif.
3. Tulis Kode: Gunakan editor teks Arduino IDE untuk menulis kode program Anda dalam bahasa pemrograman Arduino yang berbasis bahasa C++. Anda dapat menggunakan berbagai fungsi dan pustaka Arduino yang telah tersedia untuk membantu dalam pengembangan proyek Anda
4. Kompilasi: Setelah menulis kode, klik "*Sketch*" dan "*Verify/Compile*" untuk mengkompilasi kode Anda. Proses ini akan memeriksa sintaks dan memastikan tidak ada kesalahan dalam kode Anda.
5. Pilih Papan dan Port: Sebelum mengunggah kode ke papan Arduino, pilih tipe papan yang Anda gunakan dan port komunikasi yang terhubung ke papan. Anda dapat memilihnya melalui menu "*Tools*".
6. Unggah Kode: Setelah memilih papan dan port, klik "*Sketch*" dan "*Upload*" untuk mengunggah kode ke papan Arduino. Proses ini akan mengirimkan kode yang telah dikompilasi ke papan sehingga papan dapat menjalankan program Anda.
7. Monitor Serial (opsional): Jika kode Anda mencakup *output* melalui Serial Monitor, Anda dapat membuka Serial Monitor dengan mengklik "*Tools*" dan

"*Serial Monitor*". Ini memungkinkan Anda untuk melihat hasil atau pesan yang dihasilkan oleh program selama berjalan di papan Arduino.

8. Uji dan Perbaiki: Setelah mengunggah kode, uji proyek Anda dengan memastikan papan Arduino berfungsi seperti yang diharapkan. Jika ada masalah, periksa kode dan koneksi untuk menemukan dan memperbaiki kesalahan.

Pemrograman dengan Arduino IDE relatif mudah bagi pemula karena lingkungan pengembangan yang sederhana dan dukungan pustaka yang kaya. Setelah memahami dasar-dasar pemrograman Arduino, Anda dapat membuat berbagai proyek elektronik yang menarik dan berguna.

3.5 Pengujian Alat

1. Alat yang diuji yaitu *Temperature Sensor* berhasil melakukan pembacaan Suhu pada ruangan.
2. Rangkaian Sensor *buzzer* dan *circuit* berhasil mendeteksi Ketika ada suatu objek dengann merasakan perbedaan antara panas yang dipancarkan oleh pergerakan objek.
3. Sedangkan sensor jarak atau ultrasonic berhasil mendeteksi keberadaan suatu objek dengan mengirimkan gelombang suara dan mengukur gelombang suara Kembali.
4. Pendeteksi *Timing* menggunakan alat *speed sensor* dan motor *gearbox* dapat melakukan pembacaan putaran pada *gearbox* dimana hasil putaran tersebut dapat diartikan sebagai waktu penyemprotan, dimana katup pada *nozzle* terbuka dan tertutup pada waktu yang sudah ditentukan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Alat Simulasi Pengontrolan Dan Pendeteksi *Timing* Dan *Temperatur*

Alat simulasi pengontrolan dan pendeteksi *timing* dan *temperatur* yang telah diselesaikan adalah sebuah sistem yang dirancang untuk mereplikasi kondisi pengontrolan dan pendeteksian *timing* dan *temperatur* pada berbagai jenis peralatan. Alat simulasi ini memiliki beberapa komponen utama, antara lain:

1. Mikrokontroler Arduino: Alat simulasi menggunakan mikrokontroler Arduino sebagai otak pengendali. Arduino digunakan untuk mengambil data dari sensor-sensor yang terhubung, mengolah data tersebut, dan mengendalikan komponen-komponen lain dalam alat simulasi.
2. Sensor-sensor: Alat simulasi dilengkapi dengan sensor-sensor yang relevan untuk mengukur *timing* dan suhu. Sensor-sensor ini dapat berupa sensor suhu seperti sensor termokopel atau sensor suhu digital, dan sensor *timing* seperti sensor optik atau sensor proximity. Sensor-sensor ini memberikan data yang akurat mengenai *timing* dan suhu yang akan digunakan dalam proses pengontrolan dan pendeteksian.
3. Sistem kontrol: Alat simulasi memiliki algoritma kontrol yang telah dikembangkan secara khusus. Algoritma ini digunakan untuk mengatur *timing* dan pengendalian suhu berdasarkan data yang diterima dari sensor-sensor.

Sistem kontrol ini memastikan bahwa *timing* yang diinginkan dapat dicapai dengan akurasi yang tinggi, dan suhu tetap berada dalam rentang yang aman.

4. Layar monitor atau tampilan: Alat simulasi dilengkapi dengan layar monitor atau tampilan yang menampilkan informasi mengenai *timing* dan suhu yang sedang dikontrol dan dideteksi. Hal ini memungkinkan pengguna untuk memantau dan melacak kinerja alat simulasi dengan lebih mudah.
5. Antarmuka pengguna: Alat simulasi dilengkapi dengan antarmuka pengguna yang intuitif, seperti tombol-tombol atau layar sentuh, yang memungkinkan pengguna untuk mengatur parameter kontrol dan melihat data hasil pengukuran dengan mudah.

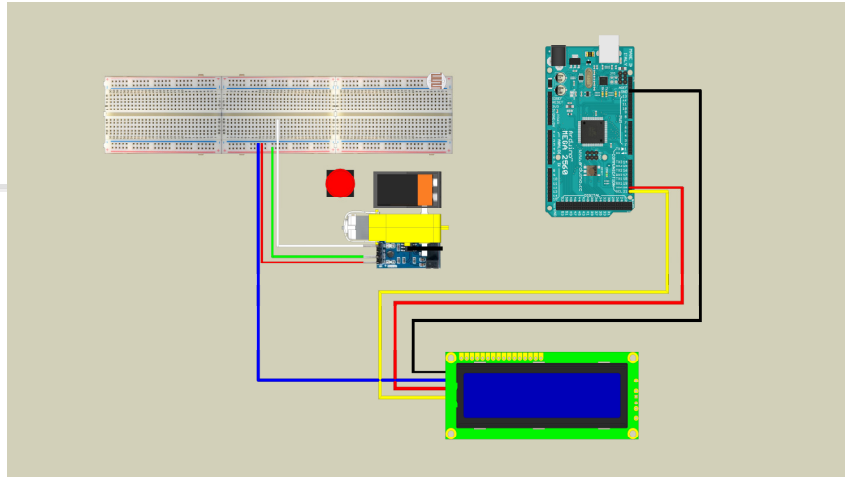
Alat simulasi pengontrolan dan pendeteksi *timing* dan *temperatur* ini telah diselesaikan dengan merancang, membangun, dan menguji sistem secara menyeluruh. Alat ini dapat digunakan sebagai alat bantu dalam pengembangan dan uji coba sistem pengontrolan dan pendeteksian *timing* dan *temperatur* pada berbagai jenis peralatan.



Gambar 4. 1 Alat Simulasi Pengontrolan Dan Pendeteksi *Timing* Dan *Temperature*

4.2 Simulasi *Timing Speed Sensor*

1. Tampilan *Timing Speed Sensor*



Gambar 4. 2 Rangkaian *Timing Speed Sensor*

2. Program IDE Simulasi *Speed Timing Sensor*

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C lcd (0x27, 16, 2);
const byte PulsesPerRevolution = 2;
const unsigned long ZeroTimeout = 100000;
const byte numReadings = 2;
volatile unsigned long LastTimeWeMeasured;
volatile unsigned long PeriodBetweenPulses = ZeroTimeout + 1000;
volatile unsigned long PeriodAverage = ZeroTimeout + 1000;
unsigned long FrequencyRaw;
unsigned long FrequencyReal;
unsigned long RPM;
unsigned int PulseCounter = 1;
unsigned long PeriodSum;

unsigned long LastTimeCycleMeasure = LastTimeWeMeasured;
unsigned long CurrentMicros = micros();
unsigned int AmountOfReadings = 1;
```



```

unsigned int ZeroDebouncingExtra;
unsigned long readings[numReadings];
unsigned long readIndex;
unsigned long total;
unsigned long average;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(2), Pulse_Event, RISING);
  delay(1000);
}
void loop() {
  LastTimeCycleMeasure = LastTimeWeMeasured;
  CurrentMicros = micros();
  if (CurrentMicros < LastTimeCycleMeasure) {
    LastTimeCycleMeasure = CurrentMicros;
  }
  FrequencyRaw = 10000000000 / PeriodAverage;
  if (PeriodBetweenPulses > ZeroTimeout - ZeroDebouncingExtra ||
  CurrentMicros - LastTimeCycleMeasure > ZeroTimeout - ZeroDebouncingExtra) {
    FrequencyRaw = 0; // Set frequency as 0.
    ZeroDebouncingExtra = 2000;
  } else {
    ZeroDebouncingExtra = 0;
  }
  FrequencyReal = FrequencyRaw / 10000;
  RPM = FrequencyRaw / PulsesPerRevolution * 60;
  RPM = RPM / 10000;
  total = total - readings[readIndex];
  readings[readIndex] = RPM;
  total = total + readings[readIndex];
  readIndex = readIndex + 1;
  if (readIndex >= numReadings) {
    readIndex = 0;
  }
}

```

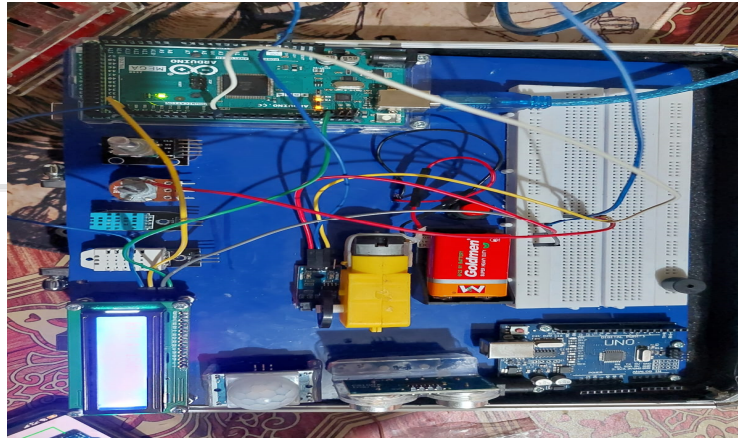
```

}
average = total / numReadings
Serial.print("Period: ");
Serial.print(PeriodBetweenPulses);
Serial.print("\tReadings: ");
Serial.print(AmountOfReadings);
Serial.print("\tFrequency: ");
Serial.print(FrequencyReal);
Serial.print("\tRPM: ");
Serial.print(RPM);
Serial.print("\tTachometer: ");
Serial.println(average);
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("RPM : ");
lcd.print(RPM);
lcd.print(" ");
}
void Pulse_Event() {
  PeriodBetweenPulses = micros() - LastTimeWeMeasured;
  LastTimeWeMeasured = micros();
  if (PulseCounter >= AmountOfReadings) {
    PeriodAverage = PeriodSum / AmountOfReadings;
    PulseCounter = 1;
    PeriodSum = PeriodBetweenPulses;

    int RemapedAmountOfReadings = map(PeriodBetweenPulses, 40000, 5000, 1,
10);
    RemapedAmountOfReadings = constrain(RemapedAmountOfReadings, 1, 10);
    AmountOfReadings = RemapedAmountOfReadings;
  } else {
    PulseCounter++;
    PeriodSum = PeriodSum + PeriodBetweenPulses;
  }
}
}

```

3. Tampilan Rangkaian *Timing Speed Sensor*



Gambar 4. 3 Hasil Rangkaian *Timing Speed Sensor*

4. Tampilan Koding dan *Upload* dengan Arduino IDE

```
speedsensor | Arduino IDE 2.1.0
File Edit Sketch Tools Help
Arduino Mega or Mega 2560
speedsensor.ino
1 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
2 LiquidCrystal_I2C lcd (0x27, 16, 2);
3
4 const byte PulsesPerRevolution = 2;
5 const unsigned long ZeroTimeout = 100000;
6 const byte numReadings = 2;
7
8 volatile unsigned long LastTimeWeMeasured;
9 volatile unsigned long PeriodBetweenPulses = ZeroTimeout + 1000;
10 volatile unsigned long PeriodAverage = ZeroTimeout + 1000;
11 unsigned long FrequencyRaw;
12 unsigned long FrequencyReal;
13 unsigned long RPM;
14 unsigned int PulseCounter = 1;
15 unsigned long PeriodSum;
16
17 unsigned long LastTimeCycleMeasure = LastTimeWeMeasured;
18 unsigned long CurrentMicros = micros();
19 unsigned int AmountOfReadings = 1;
20 unsigned int ZeroDebouncingExtra;
21 unsigned long readings[numReadings];
22 unsigned long readIndex;
23 unsigned long total;
24 unsigned long average;
25 void setup() {
26   Serial.begin(9600);
27   lcd.init();
28   lcd.backlight();
```

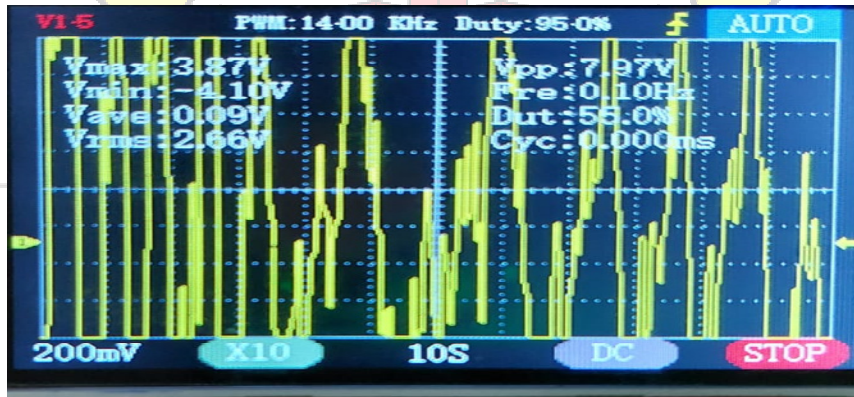
Gambar 4. 4 Pengecekan Koding *Timing Speed Sensor*

5. Posisi *on/off*

Tabel 4. 1 *On/Off Speed Timing Sensor*

RPM : 2286	Tachometer : 2307
RPM : 2286	Tachometer : 2307
RPM : 2327	Tachometer : 2286
RPM : 2271	Tachometer :2306
RPM : 2271	Tachometer :2299
RPM : 2268	Tachometer :2271
RPM : 2355	Tachometer :2269
RPM : 2329	Tachometer :2311
RPM : 2329	Tachometer :2342
RPM : 2364	Tachometer :2329
RPM : 2317	Tachometer :2346
RPM : 2317	Tachometer :2340
RPM : 2295	Tachometer :2317
RPM : 2355	Tachometer :2306
RPM : 2341	Tachometer :2325
RPM : 2341	Tachometer :2348
RPM : 2322	Tachometer :2341
RPM : 2379	Tachometer :2331
RPM : 2337	Tachometer :2350
RPM : 2337	Tachometer :2358
RPM : 2320	Tachometer :2337
RPM : 2322	Tachometer :2328
RPM : 2280	Tachometer :2321
RPM : 2280	Tachometer :2301

6. Tampilan PWM



Gambar 4.5 Tampilan PWM *Speed Timing Sensor*

Vmax : 3,87V	Vpp : 7,97V
Vmax : -4,10V	Fre : 0,10Hz
Vave : 0,09V	Dut : 55,0%
Vrms : 0,03V	Cyc : 0,000ms

Penjelasan : Dalam simulasi PWM *speed sensor* untuk *timing* injeksi bahan bakar pada *engine* dengan *duty cycle* 55% dan kecepatan putaran *engine* 2322 rpm serta frekuensi 0,10 Hz, kita dapat menggunakan algoritma simulasi berikut:

- Pengontrolan *Timing* dengan mengatur *Duty Cycle*:

Atur *duty cycle* pada 55%, yang berarti selama simulasi, pembukaan injektor akan aktif selama 55% dari satu siklus PWM dan tidak aktif selama 45% sisanya.

- Menghitung Durasi Pembukaan Injektor:

Durasi pembukaan injektor dapat dihitung berdasarkan *duty cycle* dan frekuensi PWM yang telah ditentukan. Durasi pembukaan injektor akan menentukan berapa lama bahan bakar diinjeksikan ke dalam ruang bakar mesin dalam setiap siklus. Durasi Pembukaan Injektor = $(Duty Cycle / 100) * (1 / Frekuensi PWM)$ detik Jadi, Durasi Pembukaan Injektor = $(55 / 100) * (1 / 0,10)$ detik = 0,55 detik atau 550 ms. Jadi durasi pembukaan injektor

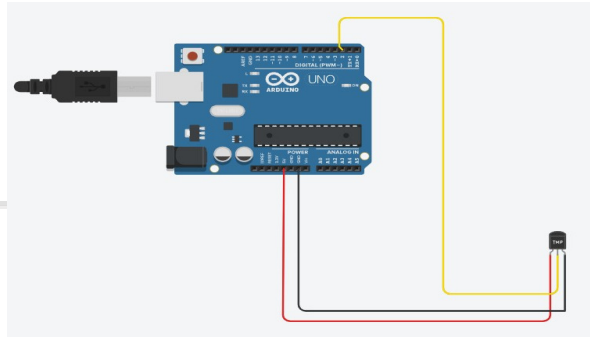
ini akan menjadi durasi yang digunakan dalam simulasi untuk memetakan injeksi bahan bakar ke dalam mesin.

- Simulasikan *Timing* Injeksi Bahan Bakar:

Dalam simulasi, gunakan data kecepatan mesin yang telah diberikan (2322 rpm) dan frekuensi PWM 0,10 Hz, serta implementasikan PWM simulasi dengan *duty cycle* 55% dan frekuensi 0,10 Hz. Selama simulasi, setiap siklus PWM aktif dengan durasi 550 ms akan mewakili satu siklus kerja mesin dengan durasi pembukaan injektor sekitar 550 ms. Selama injektor aktif, bahan bakar diinjeksikan ke dalam ruang bakar mesin selama durasi tersebut. Dengan menggunakan algoritma simulasi ini, kita dapat memetakan injeksi bahan bakar ke dalam mesin berdasarkan kecepatan putaran *engine* dan *duty cycle* PWM dengan frekuensi yang telah ditentukan. Namun, perlu diingat bahwa ini hanyalah simulasi dan dalam aplikasi nyata, kontrol *timing* injeksi bahan bakar pada *engine* akan menggunakan sensor-sensor khusus seperti CPS atau CMP untuk mendapatkan data yang akurat dan mengatur injeksi bahan bakar dengan tepat. Selalu lakukan validasi dan kalibrasi pada sistem sebelum mengimplementasikan *timing* injeksi bahan bakar pada *engine* secara langsung.

4.3 Simulasi Sensor Suhu DHT11

1. Tampilan Sensor Temperature DHT 11



Gambar 4. 6 Rangkaian Sensor *Temperature* DHT 11

2. Program IDE Simulasi Sensor DHT11

```
#include <DHT.h>

#define DHTPIN 2 // define pin data DHT11 (output) di pin 2 Arduino
#define DHTTYPE DHT11 // DHT 11

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE); // Inialisasi objek DHT

void setup() {
  Serial.begin(9600); // Inialisasi komunikasi serial pada 9600 bps
  dht.begin(); // Inialisasi sensor DHT11
}

void loop() {
  // Membaca data suhu dan kelembaban dari sensor DHT11
  float humidity = dht.readHumidity();
  float temperature = dht.readTemperature();

  // Memeriksa apakah pembacaan berhasil
  if (isnan(humidity) || isnan(temperature)) {
    Serial.println("Gagal membaca sensor DHT11!");
    return;
  }

  // Menampilkan data suhu dan kelembaban pada Serial Monitor
```

```

Serial.print("Suhu: ");
Serial.print(temperature);
Serial.print("°C, Kelembaban: ");
Serial.print(humidity);
Serial.println("%");

delay(2000); // Delay 2 detik sebelum pengukuran selanjutnya
}

```

3. Pengecekan Koding Dan *upload* Dengan Arduino IDE

```

sketch_jul15a | Arduino IDE 2.1.0
File Edit Sketch Tools Help
Arduino Mega or Mega 2560
sketch_jul15a.ino
1 #include <DHT.h>
2
3 #define DHTPIN 2 // define pin data DHT11 (output) di pin 2 Arduino
4 #define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
5
6 DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE); // Inisialisasi objek DHT
7
8 void setup() {
9   Serial.begin(9600); // Inisialisasi komunikasi serial pada 9600 bps
10  dht.begin(); // Inisialisasi sensor DHT11
11 }
12
13 void loop() {
14   // Membaca data suhu dan kelembaban dari sensor DHT11
15   float humidity = dht.readHumidity();
16   float temperature = dht.readTemperature();
17
18   // Memeriksa apakah pembacaan berhasil
19   if (isnan(humidity) || isnan(temperature)) {
20     Serial.println("Gagal membaca sensor DHT11!");
21     return;
22   }
23
24   // Menampilkan data suhu dan kelembaban pada Serial Monitor
25   Serial.print("Suhu: ");
26   Serial.print(temperature);
27   Serial.print("°C, Kelembaban: ");
28   Serial.print(humidity);

```

Gambar 4. 7 engecekan Koding *Sensor Temperature* DHT 11

4. Posisi *On/Off*

```

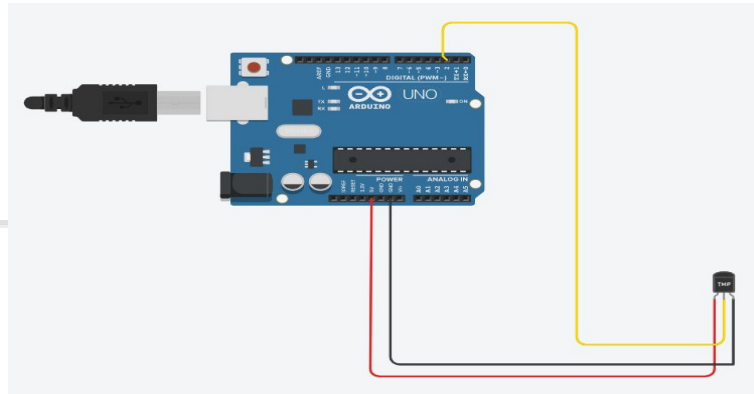
Output Serial Monitor X
Message (Enter to send message to 'Arduino')
Subaban: 52.80%
Suhu: 29.70°C, Kelembaban: 52.80%
Suhu: 29.70°C, Kelembaban: 52.80%
Suhu: 29.70°C, Kelembaban: 52.80%
Kelembaban: 52.80%
Suhu: 29.70°C, Kelembaban: 52.80%
Suhu: 29.70°C, Kelembaban: 52.80%
Suhu: 29.70°C, Kelembaban: 52.80%
Suhu: 29.70°C, Kelembaban: 52.80%
Suhu: 29.70°C, Kelembaban: 52.80%
Suhu: 29.70°C, Kelembaban: 52.80%
Suhu: 29.70°C, Kelembaban: 52.80%
Suhu: 29.70°C, Kelembaban: 52.80%
Suhu: 29.70°C, Kelembaban: 52.80%
Suhu: 29.70°C, Kelembaban: 52.90%
Suhu: 29.70°C, Kelembaban: 52.90%
Suhu: 29.70°C, Kelembaban: 53.00%
Suhu: 29.70°C, Kelembaban: 53.00%
Suhu: 29.70°C, Kelembaban: 52.90%
Suhu: 29.70°C, Kelembaban: 53.00%
Suhu: 29.70°C, Kelembaban: 53.00%
Suhu: 29.70°C, Kelembaban: 53.10%
Suhu: 29.70°C, Kelembaban: 53.10%
Suhu: 29.70°C, Kelembaban: 53.10%
Suhu: 29.70°C, Kelembaban: 53.00%
Suhu: 29.70°C, Kelembaban: 53.00%
Suhu: 29.70°C, Kelembaban: 53.00%

```

Gambar 4. 8 *On/Off Sensor Temperature* DHT 11

4.4 Program Simulasi Sensor Suhu dht 22

1. Tampilan Sensor Temperature DHT 22

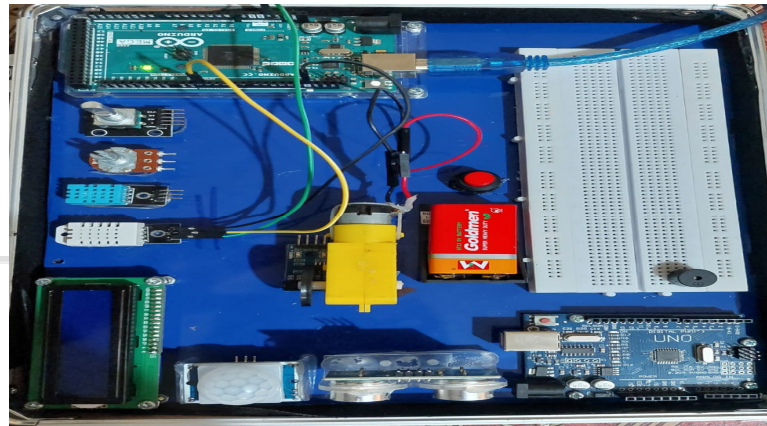


Gambar 4. 9 Rangkain sensor temperature DHT 22

2. Program IDE Simulasi Sensor DHT22

```
#include <DHT.h>
#define DHTPIN 2 // define pin data DHT22 (output) di pin 2 Arduino
#define DHTTYPE DHT22 // DHT 22
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE); // Inisialisasi objek DHT
void setup() {
  Serial.begin(9600); // Inisialisasi komunikasi serial pada 9600 bps
  dht.begin(); // Inisialisasi sensor DHT22
}
void loop() {
  // Membaca data suhu dan kelembaban dari sensor DHT22
  float humidity = dht.readHumidity();
  float temperature = dht.readTemperature();
  // Memeriksa apakah pembacaan berhasil
  if (isnan(humidity) || isnan(temperature)) {
    Serial.println("Gagal membaca sensor DHT22!");
    return;
  }
  // Menampilkan data suhu dan kelembaban pada Serial Monitor
  Serial.print("Suhu: ");
  Serial.print(temperature);
  Serial.print("°C, Kelembaban: ");
  Serial.print(humidity);
  Serial.println("%");
  delay(2000); // Delay 2 detik sebelum pengukuran selanjutnya
}
```

3. Tampilan Rangkaian Sensor DHT 22



Gambar 4. 10 Hasil Rangkain *Sensor Temperatur* DHT 22

4. Pengecekan Koding Dan Apload Dengan Arduino IDE

```
ju15a | Arduino IDE 2.1.0
Sketch Tools Help
Arduino Mega or Mega 2560
sketch_ju15a.ino
1 #include <DHT.h>
2
3 #define DHTPIN 2          macro DHTTYPE          DHT22 (output) di pin 2 Arduino
4 #define DHTTYPE         #define DHTTYPE DHT22
5
6 DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE); // Inisialisasi objek DHT
7
8 void setup() {
9   Serial.begin(9600);    // Inisialisasi komunikasi serial pada 9600 bps
10  dht.begin();           // Inisialisasi sensor DHT22
11 }
12
13 void loop() {
14   // Membaca data suhu dan kelembaban dari sensor DHT22
15   float humidity = dht.readHumidity();
16   float temperature = dht.readTemperature();
17
18   // Memeriksa apakah pembacaan berhasil
19   if (isnan(humidity) || isnan(temperature)) {
20     Serial.println("Gagal membaca sensor DHT22!");
21     return;
22   }
23
24   // Menampilkan data suhu dan kelembaban pada Serial Monitor
25   Serial.print("Suhu: ");
26   Serial.print(temperature);
27   Serial.print("°C, Kelembaban: ");
28   Serial.print(humidity);
```

Gambar 4. 11 Pengecekan Koding *Sensor Temperatur* DHT 22

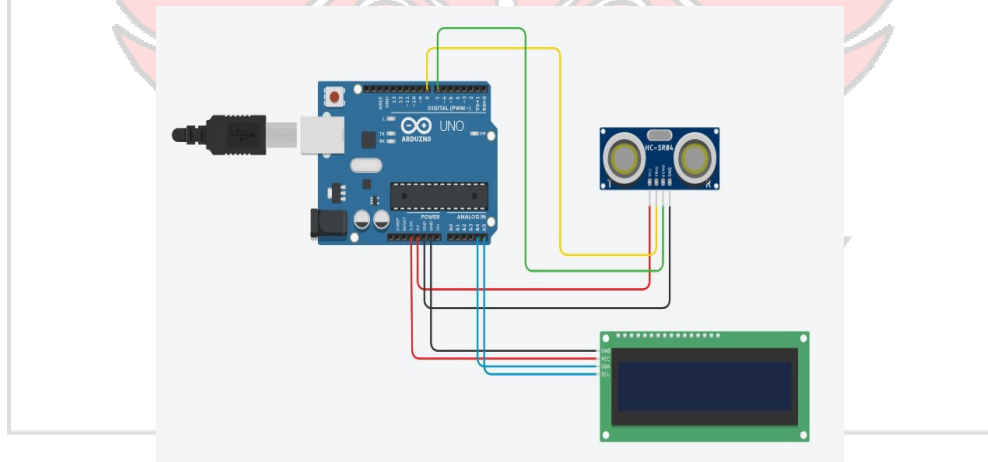
5. Posisi *On/Off*

Output Serial Monitor	
Message (Enter to send message to 'Arduino Mega	
Suhu: 28.00 °C,	Kelembaban: 67.00%
Suhu: 28.00 °C,	Kelembaban: 67.20%
Suhu: 28.10 °C,	Kelembaban: 67.70%
Suhu: 28.10 °C,	Kelembaban: 68.90%
Suhu: 28.00 °C,	Kelembaban: 69.00%
Suhu: 28.10 °C,	Kelembaban: 69.50%
Suhu: 28.10 °C,	Kelembaban: 69.80%
Suhu: 28.10 °C,	Kelembaban: 69.40%
Suhu: 28.10 °C,	Kelembaban: 68.60%
Suhu: 28.10 °C,	Kelembaban: 67.90%
Suhu: 28.10 °C,	Kelembaban: 67.10%
Suhu: 28.10 °C,	Kelembaban: 66.50%
Suhu: 28.10 °C,	Kelembaban: 66.30%
Suhu: 28.10 °C,	Kelembaban: 66.00%
Suhu: 28.10 °C,	Kelembaban: 65.60%
Suhu: 28.10 °C,	Kelembaban: 65.30%
Suhu: 28.10 °C,	Kelembaban: 64.90%
Suhu: 28.10 °C,	Kelembaban: 65.10%
Suhu: 28.10 °C,	Kelembaban: 65.30%
Suhu: 28.10 °C,	Kelembaban: 65.40%
Suhu: 28.10 °C,	Kelembaban: 65.70%
Suhu: 28.10 °C,	Kelembaban: 65.60%
Suhu: 28.10 °C,	Kelembaban: 65.80%
Suhu: 28.10 °C,	Kelembaban: 65.50%
Suhu: 28.10 °C,	Kelembaban: 65.10%
Suhu: 28.10 °C,	Kelembaban: 64.80%

Gambar 4. 12 On/Of Sensor Temperature DHT

4.5 Sensor *Ultrasonic*

1. Tampilan Sensor *Ultrasonic*



Gambar 4. 13 Rangkain Sensor *Ultrasonic*

2. Program IDE Simulasi Sensor Ultrasonic

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // I2C address 0x3F, 16 column and 2 row
int trigPin = 8; // TRIG pin
```

```

int echoPin = 7; // ECHO pin
float duration_us, distance_cm;
void setup() {
    lcd.begin(); // initialize the lcd
    lcd.backlight(); // open the backlight
    pinMode(trigPin, OUTPUT); // config trigger pin to output mode
    pinMode(echoPin, INPUT); // config echo pin to input mode
}
void loop() {
    // generate 10-microsecond pulse to TRIG pin
    digitalWrite(trigPin, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(trigPin, LOW);
    // measure duration of pulse from ECHO pin
    duration_us = pulseIn(echoPin, HIGH);
    // calculate the distance
    distance_cm = 0.017 * duration_us;
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0); // start to print at the first row
    lcd.print("Distance: ");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(distance_cm);
    lcd.print("cms");

    delay(500);
}

```

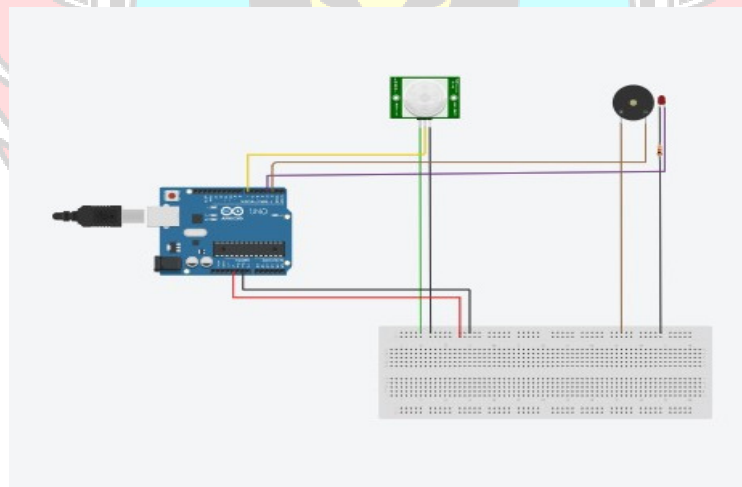
3. Pengecekan Koding Dan *upload* Dengan Arduino IDE

```
h_jul15a | Arduino IDE 2.1.0
File Sketch Tools Help
Arduino Mega or Mega 2560
sketch_jul15a.ino
1 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
2
3 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // I2C address 0x3F, 16 column and 2 rows
4
5 int trigPin = 8; // TRIG pin
6 int echoPin = 7; // ECHO pin
7
8 float duration_us, distance_cm;
9
10 void setup() {
11   lcd.begin(); // initialize the lcd
12   lcd.backlight(); // open the backlight
13   pinMode(trigPin, OUTPUT); // config trigger pin to output mode
14   pinMode(echoPin, INPUT); // config echo pin to input mode
15 }
16
17 void loop() {
18   // generate 10-microsecond pulse to TRIG pin
19   digitalWrite(trigPin, HIGH);
20   delayMicroseconds(10);
21   digitalWrite(trigPin, LOW);
22
23   // measure duration of pulse from ECHO pin
24   duration_us = pulseIn(echoPin, HIGH);
25
26   // calculate the distance
27   distance_cm = 0.017 * duration_us;
28 }
```

Gambar 4. 14 Pengecekan Koding Sensor *Ultrasonic*

4.6 Simulasi Sensor PIR

1. Tampilan Sensor PIR



Gambar 4. 15 Rangkaian Sensor PIR

2. Program IDE Simulasi Sensor PIR

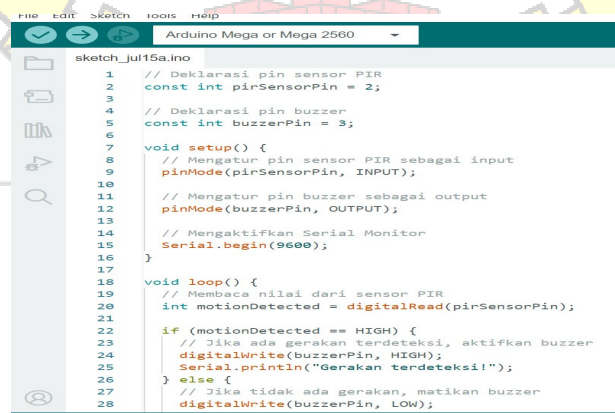
```
// Deklarasi pin sensor PIR
const int pirSensorPin = 2;
// Deklarasi pin buzzer
```

```

const int buzzerPin = 3;
void setup() {
  // Mengatur pin sensor PIR sebagai input
  pinMode(pirSensorPin, INPUT);
  // Mengatur pin buzzer sebagai output
  pinMode(buzzerPin, OUTPUT);
  // Mengaktifkan Serial Monitor
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  // Membaca nilai dari sensor PIR
  int motionDetected = digitalRead(pirSensorPin);
  if (motionDetected == HIGH) {
    // Jika ada gerakan terdeteksi, aktifkan buzzer
    digitalWrite(buzzerPin, HIGH);
    Serial.println("Gerakan terdeteksi!");
  } else {
    // Jika tidak ada gerakan, matikan buzzer
    digitalWrite(buzzerPin, LOW);
    Serial.println("Tidak ada gerakan.");
  }
  delay(1000); // Jeda 1 detik antara pembacaan sensor
}

```

3. Pengecekan Koding Dan *upload* Dengan Arduino IDE



```

File Edit Sketch Tools Help
Arduino Mega or Mega 2560
sketch_jul15a.ino
1 // Deklarasi pin sensor PIR
2 const int pirSensorPin = 2;
3
4 // Deklarasi pin buzzer
5 const int buzzerPin = 3;
6
7 void setup() {
8 // Mengatur pin sensor PIR sebagai input
9 pinMode(pirSensorPin, INPUT);
10
11 // Mengatur pin buzzer sebagai output
12 pinMode(buzzerPin, OUTPUT);
13
14 // Mengaktifkan Serial Monitor
15 Serial.begin(9600);
16 }
17
18 void loop() {
19 // Membaca nilai dari sensor PIR
20 int motionDetected = digitalRead(pirSensorPin);
21
22 if (motionDetected == HIGH) {
23 // Jika ada gerakan terdeteksi, aktifkan buzzer
24 digitalWrite(buzzerPin, HIGH);
25 Serial.println("Gerakan terdeteksi!");
26 } else {
27 // Jika tidak ada gerakan, matikan buzzer
28 digitalWrite(buzzerPin, LOW);

```

Gambar 4. 16 Pengecekan Koding Sensor PIR

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pembuatan alat simulasi pengontrolan dan pendeteksi *timing* dan *temperature* pada pembelajaran Elektrik dan Elektronik system alat berat timbul dari kebutuhan untuk memberikan pengalaman praktis kepada mahasiswa dalam memahami konsep dan teknologi yang terkait dengan pengendalian mesin alat berat. Beberapa alat berat mungkin tidak memiliki alat peraga atau peralatan pengukuran yang cukup untuk melihat secara langsung *output* dari sensor dalam bentuk PWM, yang sering digunakan dalam pengaturan *timing* dan *temperature* pada mesin modern.

5.2 Saran

Selama proses pembuatan Tugas Akhir yaitu "Pembuatan alat simulasi pengontrolan dan pendeteksi *timing* dan *temperature*", penulis masih memiliki beberapa kendala, baik menyangkut masalah teknis maupun masalah non-teknis. Oleh karena itu, penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Butuh LCD yang jauh lebih besar 20x22 cm
2. Menambahkan Sensor Infraret pada alat simulasi untuk menambah pendeteksi suhu pada benda
3. Menambahkan *Sensor digital tacometer speed*
4. Menambahkan *Arduino speed detector*
5. Menambahkan *sensor pressure 5 volt DC*

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, Risky. 2023. Sensor Suhu : Cara Kerja, Jenis, Pemanfaatannya, (online). (<https://thecityfoundry.com/sensor-suhu/>, diakses pada 21 Juli 2023)
- Aji, H, W.2015. Mudah Belajar Dengan ArduinoUno.Bandung Widya Media.Jakarta
- Djunaedi.Wildan Zulfikar.2019.*Pengembangan Modul Dan Trainer Mikrokontroler Interaktif*.Universitas Komputer Indonesia.
- domorouniversity.ac.id. 2020. Jenis-jenis Arduino, (online). (<https://podomorouniversity.ac.id/jenis-jenis-arduino> diakses pada 21 Juli 2023)
- Isaac.2021.Sensor PIR: semua yang perlu Anda ketahui, (online). (<https://www.hwlibre.com/id/sensor-pir/> diakses pada 21 Juli 2023)
- J. W. Dkk,2019. *Modul Belajar Arduino Uno*. Jombang: Universitas Hasyim Asy'ari.
- Pitriadi, Peri dkk. 2023. Buku Ajar Eletrik Dan Eletronik Pada Alat Berat. Makassar:CV Ainara.
- Pradana, Rahman.2017 *Sistem Keamanan Rumah Dengan Pemberitahuan Melalui SMS Berbasis Arduino*.STMIK AKAKOM Yogyakarta.
- Putra, M. I. H. 2018. Analisis Pemilihan Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Dan Timbunan Proyek Pembangunan Fakultas Hukum Uii Heavy Equipment Choice Analysis on Cut and Fill Work Of Uii Law Construction.
- Rahmat, Ajang. 2016. Cara Simple Program LCD i2C 16x2 Menggunakan Arduino, (online). (<https://kelasrobot.com/blog/2016/09/15/cara-simple-program-lcd-i2c-16x2-menggunakan-arduino/> diakses pada 21 Juli 2023)

Razor, Aldy. 2021. Breadboard Arduimo: Pengertian, Prinsip Kerja, dan Jenisnya, (online). (<https://www.aldyrazor.com/2020/05/breadboard-arduino.html> diakses pada 21 Juli 2023)

Razor, Aldy. 2021. Kabel Jumper Arduino : Pengertian, Fungsi, Juneis, dan Harga, (online). (<https://www.aldyrazor.com/2020/04/kabel-jumper-arduino.html> diakses pada 21 Juli 2023)

Salwa Hafifah Siregar.2022._2004105010036_review Jurnal.

Setiawan, I Putu D dkk. 2020. SENSOR MAGNET PADA SISTEM INSTRUMENTASI,(online). (https://www.researchgate.net/figure/Sensor-Kecepatan-RPM-Sensor-kecepatan-atau-velocity-sensor-adalahsuatu-sensor_fig1_346631156, diakses pada 21 Juli 2023)



LAMPIRAN

Lampiran 1 Tahap rancangan pembuatan



1.Pemotongan Akrilik



2.Pengukuran lebar dan panjang Stiker

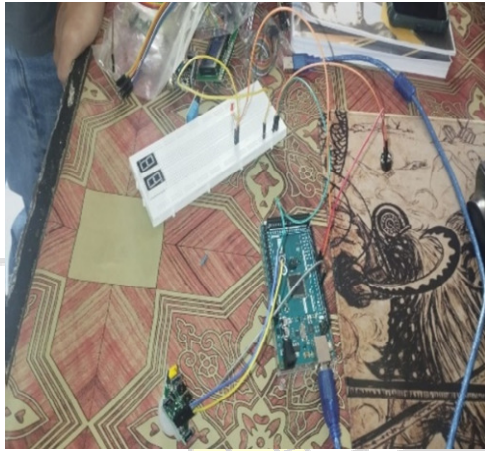


3.Penempelan Stiker Pada Akrilik

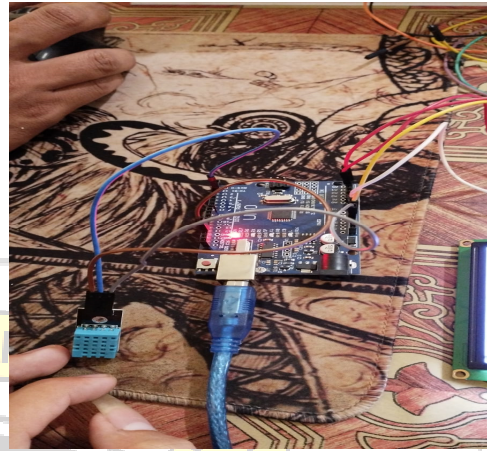


4.Pengeboran Baut Pada Akrilik

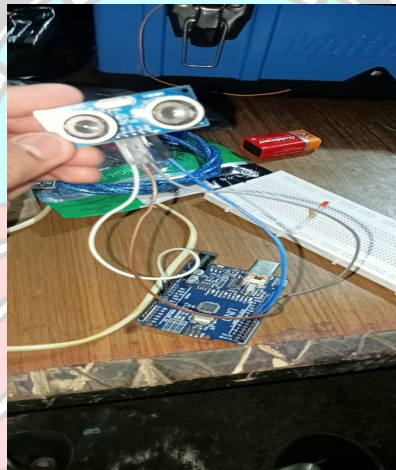
Lampiran 2 Tahap Pembuatan Rangkain Komponen



1. Merangkai Sensor PIR



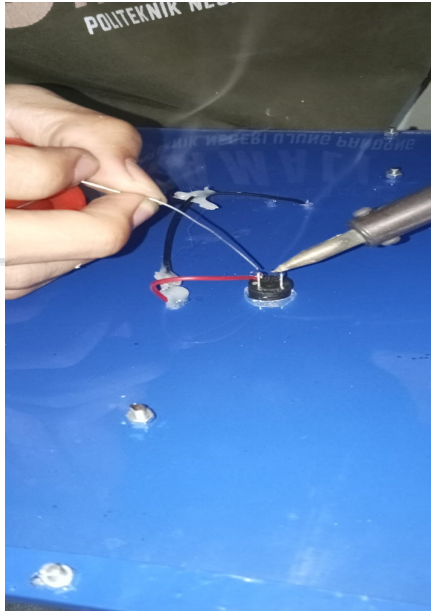
2. Merangkai Sensor Suhu



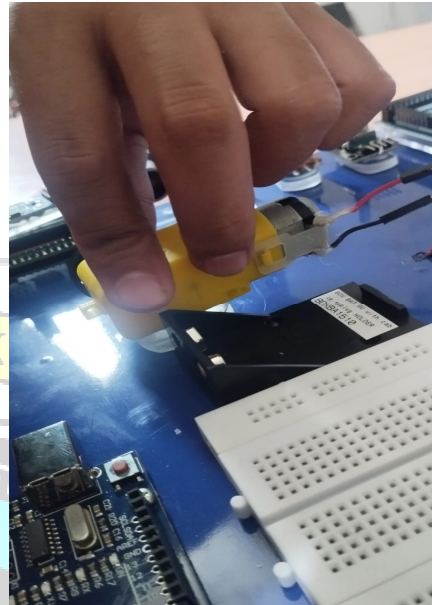
3. Merangkai Sensor Ultrasonik



Lampiran 3 Tahap Perakitan Komponen



1. Perakitan Kabel *Component*



2. Penempatan *Component*






3. Alat Simulasi Selesai

LEMBAR REVISI JUDUL TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa	: 1. Febrian Dwi Mundi	Stambuk :	34420022
	: 2. Krisna Excel Ranggina	Stambuk :	34420036
	: 3. Muhammad Zul Asaad Natsir	Stambuk :	34420038

Catatan Penguji :

No.	N a m a	Uraian	Tanda Tangan
1	Drs. Mastang, M.Hum	<ul style="list-style-type: none"> - Perbaiki penulisan (bawa koreksi dan buku pedoman) - Perbaiki daftar isi - Perbaiki tujuan pustaka sesuai urutan judul. - Definis simulasi - Samakan Rumusan masalah & tujuan penelitian - Tambahkan kutipan pada tujuan pustaka. - Hasil dan deskripsi - Daftar pustaka. 	
2.	Mulhtar	<ul style="list-style-type: none"> - Perbaiki penulisan sesuai panduan mulai dari judul hingga daftar pustaka - Ganti sensor yg presisi - kurang deskripsi. - Tambahkan keterangan pada grafik dan angka - angka. - kesimpulan 	<p style="text-align: right;">20/9/23</p> 
3.	Dr. Simon Ka'ka	<ul style="list-style-type: none"> - Lengkapi daftar pustaka sesuai dgn kutipan - Tampilan awal dan sensor lain terpelihandi LCD 	

Makassar,
Ketua/Sekretaris,



Dr. Ir. Simon Ka'ka, M.T.
NIP