

TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN SISTEM OTOMATISASI PENCATATAN HOUR METER RENTAL MOBIL BERBASIS ARDUINO UNTUK PENINGKATAN VALIDITAS DATA PEMAKAIAN KONSUMEN

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

PRATAMA AULIA MUHID
2107220030



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2026**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Pratama Aulia Muhid
NPM : 2107220030
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Pencatatan Hour Meter
Rental Mobil Berbasis Arduino Untuk Peningkatan Validitas
Data Pemakaian Konsumen
Bidang ilmu : Sistem Kendali

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 9 Mei 2026

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I

Noorly Evalina, S.T., M.T

Dosen Pembanding I / Penguji

Dr. Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T

Dosen Pembanding II / Peguji

Rahmat Fauzi Siregar S.T., M.T

Program Studi Teknik Elektro

Ketua,

Dr. Elvy Sahnur Nasution, S.T., M.Pd

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Pratama Aulia Muhid
Tempat / Tanggal Lahir : Sei Rotan / 14 Maret 2003
NPM : 2107220030
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Pencatatan Hour Meter Rental Mobil Berbasis Arduino Untuk Peningkatan Validitas Data Pemakaian Konsumen

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 9 Mei 2026



Saya yang menyatakan,

Pratama Aulia Muhid

ABSTRAK

Validitas data pemakaian kendaraan pada industri rental mobil merupakan aspek penting dalam menentukan akurasi perhitungan biaya dan efektivitas operasional. Sistem pencatatan konvensional yang masih dilakukan secara manual berpotensi menimbulkan kesalahan, keterlambatan, hingga manipulasi data. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem hour meter otomatis berbasis Arduino yang mampu mencatat durasi operasional kendaraan secara akurat dan real-time tanpa intervensi manual. Metode penelitian dilakukan melalui perancangan sistem menggunakan mikrokontroler Arduino yang diintegrasikan dengan sensor pendeteksi kondisi ON–OFF kendaraan, modul RTC, serta media penyimpanan digital berupa SD card. Sistem bekerja dengan mendeteksi aktivitas kendaraan dan secara otomatis mencatat serta menyimpan durasi pemakaian dalam bentuk data digital. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi yang tinggi dengan nilai error sebesar 0,20% pada berbagai variasi durasi pengujian. Selain itu, sistem memiliki waktu respon yang cepat dengan rata-rata 0,73 detik dalam mendeteksi kondisi kendaraan. Pengujian stabilitas menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara konsisten tanpa kehilangan data meskipun dilakukan pengujian berulang. Dengan demikian, sistem hour meter berbasis Arduino ini terbukti mampu meningkatkan validitas, akurasi, dan transparansi data pemakaian kendaraan, serta meminimalkan potensi manipulasi dalam proses pencatatan pada bisnis rental mobil.

Kata kunci: hour meter, Arduino, rental mobil, sensor, pencatatan otomatis

ABSTRACT

The validity of vehicle usage data in the car rental industry is a crucial aspect in determining cost accuracy and operational efficiency. Conventional recording systems that rely on manual input are prone to errors, delays, and potential data manipulation. Therefore, this study aims to design and develop an Arduino-based automatic hour meter system capable of recording vehicle operating duration accurately and in real time without manual intervention.

The research method involves system design and implementation using an Arduino microcontroller integrated with vehicle ON–OFF detection sensors, a Real Time Clock (RTC) module, and a digital storage medium in the form of an SD card. The system works by detecting vehicle activity and automatically recording and storing usage duration in digital format.

The results show that the system achieves a high level of accuracy with a consistent error rate of 0.20% across various testing durations. In addition, the system demonstrates a fast response time with an average of 0.73 seconds in detecting vehicle conditions. Stability testing indicates that the system operates reliably without data loss, even under repeated ON–OFF conditions.

In conclusion, the Arduino-based hour meter system is effective in improving the validity, accuracy, and transparency of vehicle usage data, while minimizing the potential for manipulation in car rental operations.

Keywords: hour meter, Arduino, car rental, sensors, automatic recording

KATA PENGANTAR



Dengan nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, Puji syukur kita ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia dan hidayah-Nya kepada kita semua sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal Tugas Akhir ini yang berjudul “RANCANG BANGUN SISTEM OTOMATISASI PENCATATAN HOUR METER RENTAL MOBIL BERBASIS ARDUINO UNTUK PENINGKATAN VALIDITAS DATA PEMAKAIAN KONSUMEN”. Sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam kesempatan yang berbahagia ini, dengan segenap hati. Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah banyak memberikan motivasi kepada kami didalam penyusunan proposal Tugas Akhir ini, terutama kepada :

1. Kedua orang tua yang selalu mendo'akan dan memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai kepada kami semua sehingga kami dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
2. Bapak Dr. Agussani, M.A.P, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Dr. Ade Faisal, M.sc, P.hd, selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Affandi S.T., M.T., selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Ibu Dr. Elvy Sahnur Nasution S.T., M.Pd., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Bapak Benny Oktrialdi, ST., MT., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Dosen Pembimbing yang senantiasa membimbing saya dalam penulisan proposal Tugas Akhir.
9. Dosen penguji yang juga senantiasa memberikan masukan yang terbaik dalam penulisan ini sehingga menjadikan proposal tugas akhir ini lebih baik lagi.
10. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
11. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro Satu Angkatan.

Proposal Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa yang akan datang. Akhirnya kami mengharapkan semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi diri pribadi dan para pembaca terkhusus bagi dunia kontruksi Teknik Elektro serta kepada Allah SWT , kami serahkan segalanya demi tercapainya keberhasilan yang sepenuhnya. Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, 09 Mei 2026

Pratama Aulia Muhid
2107220030

DAFTAR ISI

HALAMA PENGESAHAN	i
SURAT PENYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Tinjauan Pustaka Relevan	5
2.2. Mikrokontroller	8
2.3. Sensor	22
2.4. Real Time Clock.....	23
2.5. Buzzer.....	24
2.6. LCD	26
BAB 3 METODE PENELITIAN	28
3.1 Konsep Dasar Alat.....	28
3.2 Alat dan Bahan	28
3.3 Diagram Blok Alat	29
3.4 Flowchart Alat.....	30
3.5 Metode Penelitian.....	31
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Pembuatan Alat	42
4.2 Pengujian Sistem Hour Meter	49
4.3 Pembahasan	55

BAB 5	PENUTUP	59
	5.1 Konsep Dasar Alat.....	59
	5.2 Alat dan Bahan	60

DAFTAR PUSTAKA

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Dalam industri transportasi, khususnya pada sektor penyewaan kendaraan atau rental mobil, validitas data pemakaian kendaraan merupakan salah satu aspek krusial yang berperan langsung terhadap efektivitas operasional dan akurasi perhitungan biaya sewa. Umumnya, sistem pencatatan pemakaian kendaraan masih bergantung pada metode konvensional, seperti pencatatan waktu manual berdasarkan jadwal peminjaman dan pengembalian kendaraan. Praktik ini membuka celah terhadap ketidakakuratan data akibat keterlambatan pengembalian, pemakaian melebihi waktu sewa, bahkan potensi manipulasi baik dari sisi konsumen maupun pihak internal rental.

Permasalahan ini menjadi semakin kompleks seiring meningkatnya permintaan akan layanan rental jangka pendek dan jangka panjang, serta meningkatnya kebutuhan akan transparansi dalam transaksi berbasis waktu. Dalam hal ini, keberadaan sistem pencatatan yang otomatis, akurat, dan berbasis real-time menjadi kebutuhan mendesak. Salah satu solusi yang dapat diimplementasikan secara efisien dan ekonomis adalah sistem hour meter otomatis berbasis teknologi mikrokontroler seperti Arduino, yang mampu mencatat durasi operasional mesin kendaraan secara aktual, berdasarkan sinyal elektronik atau getaran dari mesin kendaraan.

Teknologi Internet of Things (IoT) dan mikrokontroler kini telah memungkinkan pengembangan sistem cerdas yang terintegrasi dengan sensor dan modul pencatat data. Dengan mengombinasikan sensor getaran, sensor tegangan dari ACC kendaraan, modul RTC (Real Time Clock), dan media penyimpanan digital (SD card module), sistem dapat dibangun untuk merekam waktu aktif kendaraan secara akurat dan otomatis. Sistem ini mampu mencatat secara tepat kapan mesin kendaraan dinyalakan, berapa lama beroperasi, serta menyimpan data tersebut secara berkala untuk kebutuhan audit, penagihan, atau pengelolaan armada.

Keunggulan utama dari sistem hour meter berbasis Arduino adalah kemampuannya untuk menghilangkan intervensi manusia dalam proses pencatatan,

sehingga memperkecil potensi kesalahan maupun kecurangan. Selain itu, data yang dihasilkan bersifat digital, dapat diverifikasi, dan kompatibel dengan sistem informasi manajemen rental yang lebih besar. Hal ini secara langsung berkontribusi terhadap peningkatan validitas data, efisiensi kerja, dan akuntabilitas pengelolaan bisnis rental mobil.

Dengan demikian, pengembangan sistem otomatisasi pencatatan hour meter ini tidak hanya merepresentasikan inovasi teknis dalam penerapan mikrokontroler di dunia nyata, tetapi juga menjawab kebutuhan nyata industri transportasi akan transparansi, efisiensi, dan keandalan sistem informasi operasional. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar penerapan lebih luas dalam sektor rental, kendaraan operasional perusahaan, bahkan sistem monitoring kendaraan dinas pemerintah.

1.2.Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang diambil pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana merancang sistem pencatatan hour meter kendaraan rental berbasis Arduino secara otomatis dan akurat?
2. Bagaimana sistem dapat mencatat durasi pemakaian mesin kendaraan tanpa intervensi manual?
3. Bagaimana sistem menyimpan data pemakaian agar dapat diakses sebagai referensi valid untuk proses penagihan?
4. Bagaimana sistem dapat digunakan untuk meningkatkan validitas dan transparansi data pemakaian konsumen?

1.3.Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup yang dibatasi pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Fokus pada Sistem Otomatisasi Pencatatan Jam Pemakaian (Hour Meter)
Penelitian ini hanya membahas perancangan dan implementasi sistem otomatis yang mencatat waktu operasional kendaraan (durasi pemakaian) secara akurat menggunakan mikrokontroler Arduino

2. Sensor Input Terbatas pada Deteksi Penggunaan Mobil Sistem menggunakan parameter dasar seperti getaran mesin, arus listrik, atau status kontak mobil sebagai input untuk menentukan apakah kendaraan sedang digunakan.
3. Pencatatan data hour meter dilakukan secara otomatis dan disimpan dalam memori lokal seperti SD card. Sistem ini tidak mencakup koneksi real-time berbasis IoT atau server berbasis cloud.
4. Penelitian ini tidak secara mendalam membahas aspek keamanan data, enkripsi, atau pengamanan perangkat keras dari manipulasi pihak luar.

1.4.Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Merancang dan membangun sistem pencatatan hour meter kendaraan berbasis Arduino yang bekerja secara otomatis.
2. Mengintegrasikan sensor pendeteksi waktu aktif kendaraan dengan sistem Arduino.
3. Menyimpan data durasi pemakaian dalam bentuk digital dan dapat diakses kembali.
4. Menyediakan sistem yang dapat meningkatkan validitas data dan mengurangi manipulasi dalam pencatatan pemakaian rental mobil

1.5.Manfaat Penelitian

Adapun manfaat pada penelitian ini adalah

Manfaat Praktis :

1. Meningkatkan keakuratan pencatatan waktu pemakaian mobil rental.
2. Memudahkan pemilik rental dalam memverifikasi durasi penggunaan kendaraan.
3. Menghindari kerugian akibat pencatatan manual yang tidak valid.

Manfaat Akademis :

1. Menjadi referensi pengembangan sistem IoT sederhana untuk otomasi pencatatan data.
2. Mendorong integrasi teknologi mikroprosesor di sektor transportasi.

Manfaat Ekonomis :

1. Mengurangi potensi kecurangan dari pengguna maupun petugas.
2. Memberikan dasar penagihan yang lebih transparan dan dapat diverifikasi.

1.6.Sistematika Penulisan

Sistematik penulisan disusun sedemikian rupa sehingga konsep penulisan proposal menjadi berurutan dalam kerangka alur pemikiran yang mudah dan praktis. Sistematik tersebut disusun dalam bentuk bab-bab yang saling berkaitan satu sama lain, yaitu:

- BAB 1 : Pendahuluan
- BAB 1 : Berisikan latar blekang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan penelitian
- BAB 2 : Tinjauan Pustaka
- BAB 2 : Beriskan studi literatur dimana diawali dengan tinjauan pustaka kemudian dilanjutkan dengan teori – teori terkait yang pernah dibuat pada peneliti sebelumnya mengenai judul penelitian
- BAB 3 : Metodologi Penelitian
- BAB 3 : Berisikan waktu dan tempat, prosedur penelitian, dimensi dan komponen alat, instrumen pengumpul data
- BAB 4 : Pengujian dan analisis penelitian
- BAB 4 : berisikan penyajian hasil yang diberikan dari analisa alat.
- BAB 5 : Kesimpulan dan saran

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka Relevan

Banyaknya penderita penyakit kardiovaskular di Indonesia menjadi salah satu faktor yang mengharuskan penderita memantau kondisi jantungnya secara berkala. Namun harga peralatan medis yang digunakan untuk memantau kondisi detak jantung tidaklah murah. Proses pemantauannya pun bersifat klinis dan umumnya dilakukan oleh tenaga medis. Salah satu cara yang paling mudah untuk memantau kondisi detak jantung yaitu menggunakan metode palpasi. Pengukuran detak jantung menggunakan metode palpasi memerlukan alat pendukung stopwatch yang berfungsi sebagai pengukur waktu. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan stopwatch sebagai alat pendukung pengukuran detak jantung menggunakan metode palpasi. Penelitian ini dilakukan melalui lima langkah, yaitu mendesain stopwatch, menyiapkan komponen, merangkai stopwatch, mengkalibrasi stopwatch, dan mengukur detak jantung. Stopwatch yang dirancang menunjukkan tingkat akurasi yang sangat baik dengan tingkat kesalahan sebesar 0% untuk waktu pengukuran 10, 15, 20, 30, dan 60 detik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa stopwatch yang dirancang dapat digunakan sebagai alat pendukung untuk mengukur waktu pada saat mengukur detak jantung menggunakan metode palpasi. Stopwatch yang dirancang hendaknya dilakukan kalibrasi secara berkala setiap kali akan mengukur detak jantung agar tingkat akurasi atau ketepatan waktu pada stopwatch dapat stabil. Stopwatch ini dapat memudahkan penderita penyakit kardiovaskular untuk memantau kondisi jantungnya secara mandiri dengan biaya yang terjangkau. (Mantasia et al., 2021)

Tujuan dari tugas akhir ini adalah (1) Mengetahui cara merancang suatu rangkaian pengatur waktu otomatis untuk peralatan listrik rumah tangga menggunakan mikrokontroler ATmega16, (2) Untuk mengetahui cara kerja alat pengatur waktu otomatis untuk peralatan listrik rumah tangga menggunakan mikrokontroler ATmega16. Penelitian ini adalah penelitian rancang bangun untuk mengamati On-Off-

nya peralatan listrik rumah tangga dengan pengatur waktu yang telah diatur sebelumnya.

Kinerja pengatur waktu otomatis ini yaitu akan menonaktifkan (Off) alat rumah tangga listrik yang sedang aktif (On) sesuai dengan pengaturan waktu yang dimasukkan melalui keypad oleh pengguna. Pengatur waktu otomatis untuk peralatan listrik rumah tangga menggunakan mikrokontroler ATmega16 sebagai pengontrolnya, keypad 3x4 sebagai media penginputan data timer oleh pengguna dan Relay 7A 240VAC sebagai kontak pemutus dan penghubung arus listrik. Sebagai output digunakan sebuah LCD (Liquid Crystal Display) untuk menampilkan informasi tentang data waktu (jam sekarang), data waktu alat akan non aktif (dead), dan data waktu menit (range antara waktu sekarang dan waktu alat akan di non aktifkan). Buzzer sebagai indikator bunyi suara ketika alat telah non aktif. Desainnya dirancang dalam bentuk persegi panjang P(18cm) x L(9cm) x (5cm). Penelitian ini menghasilkan alat yang dapat mengontrol lamanya waktu penggunaan alat listrik rumah tangga, dari hasil penelitian alat pengatur waktu otomatis ini dapat menonaktifkan peralatan listrik rumah tangga seperti lampu neon, kipas angin dan lainnya sesuai data waktu yang dimasukkan oleh pengguna. Alat listrik rumah tangga akan nonaktif setelah data timer yang dimasukkan oleh pengguna telah tiba waktunya dan yang menghitung lamanya waktu tersebut adalah mikrokontroller. Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa penerapan sistem mikrokontroller ATmega16, keypad 3x4, LCD 16x2, baterai Cmos, IC DS1307 dan relay 7A 240VAC dianggap telah tepat dalam sistem pengendalian pengatur waktu otomatis. (Muhammad Ikhwan Ardiansyah, 2020)

Waktu reaksi menjadi salah satu pembahasan dalam Analisis Desain Kerja dan Ergonomi. Waktu reaksi digunakan untuk mengukur kinerja kerja seorang pekerja. Seseorang yang bereaksi cepat ketika diberi rangsangan, menunjukkan bahwa orang tersebut memiliki kinerja yang tinggi. Dengan demikian, tinggi atau rendahnya kinerja seseorang diukur berdasarkan cepat atau lambatnya seseorang dalam bereaksi terhadap rangsangan tersebut. Penelitian ini akan membahas tentang bagaimana merancang dan membangun pengatur waktu reaksi berbasis mikrokontroler dengan input berupa keypad yang dilengkapi dengan perangkat penyimpanan data. (Setiorini, 2014)

Dalam pembelajaran fisika di sekolah banyak dijumpai hambatan teknis dan nonteknis misalnya siswa sulit memahami fisika, sehingga fisika menjadi mata pelajaran yang tidak disukai siswa. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk melakukan kajian fisika yang relevan dengan percobaan materi gerak lurus dan merancang serta menerapkan smart timer sebagai alat pengukur waktu dan kecepatan untuk media pembelajaran materi gerak lurus. Hasil perancangan dalam penelitian ini terdiri atas empat komponen utama, yaitu: mikrokontroler ATmega 8, dua sensor fotodiode, lintasan aluminium dengan panjang 1,5 meter, dan benda yang bergerak, yaitu mobil mainan dan bola. Berdasarkan hasil kalibrasi diperoleh kesalahan perhitungan waktu dari smart timer terhadap stopwatch maksimum sebesar 1,13%, sedangkan kesalahan perhitungan waktu dari smart timer terhadap pasco photogate maksimum sebesar 1,08%. Berdasarkan hasil pengukuran smart timer terhadap pasco photogate menggunakan lintasan hasil rancangan pada percobaan instantaneous versus average velocity kesalahan perhitungan waktu maksimum sebesar 1,04% dan kesalahan perhitungan kecepatan maksimum sebesar 0,76%, pada percobaan kinematics on an inclined plane kesalahan perhitungan waktu maksimum sebesar 4,65%. Berdasarkan persentase kesalahan perhitungan yang telah diperoleh menunjukkan bahwa smart timer sebagai alat pengukur waktu dan kecepatan layak digunakan untuk media pembelajaran materi gerak lurus, karena nilai yang terukur pada smart timer akurat dan mendekati nilai yang terukur pada alat keluaran pasco scientific. (Talakua et al., 2024)

Pemeliharaan atau yang biasa disebut dengan maintenance merupakan suatu fungsi kegiatan dalam suatu perusahaan yang sama pentingnya dengan fungsi- fungsi kegiatan lain. Menjadi hal yang menarik apabila setiap penggunaan suatu peralatan dapat diketahui lama waktu penggunaannya. Dalam penelitian ini running hour diukur menggunakan hour meter dikendalikan dengan sebuah mikrokontroler Arduino uno R3, antarmuka I2C (Inter Integrated Circuit) dengan RTC (Real Time Clock) DS1307 sebagai sumber informasi waktu dan sensor suhu DS18B20. Data hasil pengukuran ditampilkan dengan sebuah modul LCD (Liquid Crystal Display) 20×4, web server thingspeak dan aplikasi android yang di hubungkan oleh modul GSM900A. Alat ini

sudah dicoba dan dapat bekerja pada pada alat berat seperti vibro HAMM. Data yang ditampilkan berupa informasi suhu kerja, tanggal, jam kerja alat serta notifikasi alert ketika suhu kerja melebihi batas yang sudah ditentukan. (Istiyono & Firasanto, 2024)

2.2.Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah system komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu chip IC, sehingga sering disebut single chip microcomputer. Mikrokontroler merupakan system computer yang mempunyai satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik (Chamim 2010). Elemen mikrokontroler tersebut diantaranya adalah:

- a. Pemroses (processor)
- b. Memori,
- c. Input dan output Kadangkala

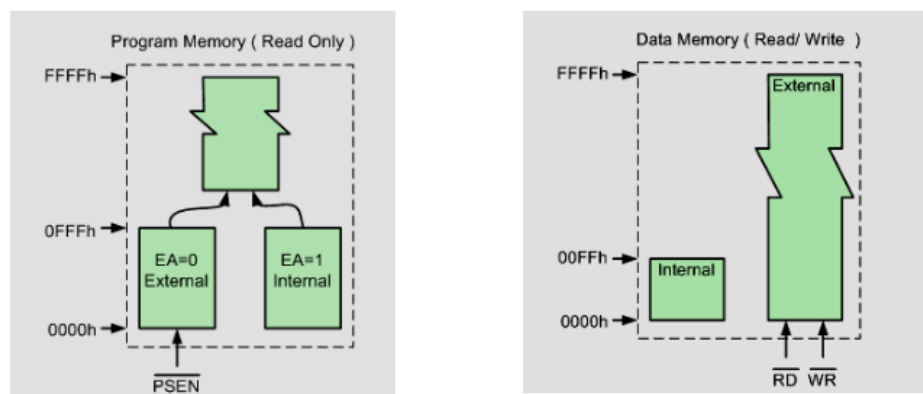
Kadangkala pada microcontroller ini beberapa chip digabungkan dalam satu papan rangkaian. Perangkat ini sangat ideal untuk mengerjakan sesuatu yang bersifat khusus, sehingga aplikasi yang diisikan ke dalam komputer ini adalah aplikasi yang bersifat dedicated. Jika dilihat dari harga, microcontroller ini harga umumnya lebih murah dibandingkan dengan komputer lainnya, karena perangkatnya relatif sederhana.

Microcontroller telah banyak digunakan di industri, walaupun penggunaannya masih kurang dibandingkan dengan penggunaan Programable Logic Control (PLC), tetapi microcontroller memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan PLC. Ukuran microcontroller lebih kecil dibandingkan dengan suatu modul PLC sehingga peletakannya dapat lebih flexible. Microcontroller telah banyak digunakan pada berbagai macam peralatan rumah tangga seperti mesin cuci. Sebagai pengendali sederhana, microcontroller telah banyak digunakan dalam dunia medik, pengaturan lalu lintas, dan masih banyak lagi. Contoh alat ini diantaranya adalah komputer yang digunakan pada mobil untuk mengatur kestabilan mesin, alat untuk pengatur lampu lalu lintas.

Secara teknis hanya ada 2 mikrokontroler yaitu RISC dan CISC, dan

Masing - masing mempunyai keturunan/keluarga sendiri - sendiri. RISC kependekan dari Reduced Instruction Set Computer : instruksi terbatas tapi memiliki fasilitas yang lebih banyak CISC kependekan dari Complex Instruction Set Computer : instruksi bisa dikatakan lebih lengkap tapi dengan fasilitas secukupnya. Tentang jenisnya banyak sekali ada keluarga Motorola dengan seri 68, keluarga MCS51 yang diproduksi Atmel, Philip, Dallas, keluarga PIC dari Microchip, Renesas, Zilog. Masing - masing keluarga juga masih terbagi lagi dalam beberapa tipe. Jadi sulit sekali untuk menghitung jumlah mikrokontroler. Yang perlu diketahui antara satu orang dengan orang lain akan berbedadalam hal kemudahan dalam mempelajari. Jika Anda terbiasa dengan bahasa pemrograman BASIC Anda bisa menggunakan mikrokontroler BASIC Stamp, jika Anda terbiasa dengan bahasa pemrograman JAVA Anda bisa menggunakan Jstamp, jika Anda terbiasa dengan bahasa pemrograman C++ bisa Anda manfaatkan untuk keluarga MCS51 dan masih banyak lagi.

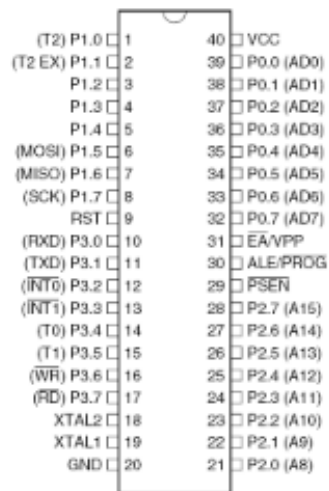
Mikrokontroler mempunyai ruang alamat tersendiri yang disebut memori. Memori dalam mikrokontroler terdiri atas memori program dan memori data dimana keduanya terpisah, yang memungkinkan pengaksesan data memori dan pengalamatan 8 bit, sehingga dapat langsung disimpan dan dimanipulasi oleh mikrokontroler dengan kapasitas akses 8 bit. Program memori tersebut bersifat hanya dapat dibaca (ROM/EPROM). Sedangkan untuk data memori kita dapat menggunakan memori eksternal (RAM).



Gambar 2.1. Ruang Alamat Memori

(Sumber : Chanim, 2010)

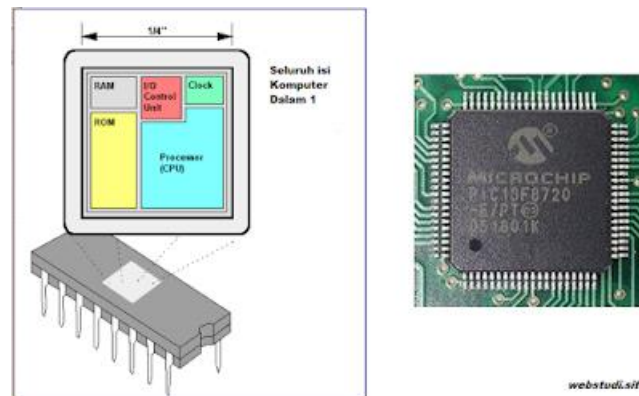
Di dalam mikrokontroler terdapat register - register yang memiliki fungsi yang khusus (Special Function Register). Sebagai contoh, untuk keluarga MCS-51 memiliki SFR dengan alamat 80H sampai FFH. Skema dari sebuah mikrokontroler dapat dilihat dari contoh berikut :



Gambar 2.2. Skema Mikrokotroller

(Sumber : Chanim, 2010)

Mikrokontroler adalah sistem komputer yang dikemas dalam sebuah Integrated Circuit (IC). Dimana didalam IC terdapat komponen-komponen penting yang ada pada komputer pada umumnya seperti komputer Central Processing Unit (CPU), RAM, ROM, Port IO. Berbeda dengan PC yang umumnya dirancang untuk digunakan secara umum, mikrokontroler sendiri biasanya dirancang hanya untuk mengerjakan tugas atau fungsi yang khusus saja (special purpose) yaitu mengontrol sistem tertentu.



Gambar 2.3. Mikrokontroller

(Sumber : Chanim, 2010)

Orang-orang juga menyebut Mikrokontroller sebagai Embedded Mikrokontroller, hal ini tidak terlepas dari posisi mikrokontroller yang embedded system atau menjadi satu bagian dengan perangkat sistem atau suatu sistem yang lebih besar. Secara sederhana Mikrokontroller dapat diartikan sebagai suatu sistem komputer yang dikemas dalam IC, dimana sebelum digunakan harus diisi suatu program atau perintah terlebih dahulu sehingga mikrokontroller hanya dapat berjalan bila telah diisi suatu perintah atau program terlebih dahulu.

Suatu peralatan atau perangkat elektronik tentunya memiliki ciri khas tertentu yang membedakannya dengan perangkat lain. Adapun cirikhas mikrtokontroller adalah :

- Kemampuan CPU Yang Tidak Terlalu Tinggi Berbeda dengan CPU, umumnya mikrokontroller sederhana hanya dapat melakukan atau memproses beberapa perintah saja, meskipun saat ini telah banyak dibuat mikrokontroller dengan spesifikasi yang lebih canggih tapi tentunya belum dapat menyamai kemampuan CPU dalam memproses data dari perangkat lunak.
- Mikrokontroller Memiliki Memori Internal Yang Kecil Tentu bagi Anda yang sering melihat mikrokontroller, maka dapat melihat jumlah memori internal dari mikrokontroller terbilang kecil. Umumnya sebuah mikrokontroller hanya berisikan ukuran Bit, Byte atau Kilobyte.

- Mikrokontroler dibekali Memori Non-Volatile Dengan adanya memori non-volatile pada mikrokontroler maka perintah yang telah dibuat dapat dihapus ataupun dibuat ulang, selain itu dengan penggunaan memori non-volatile maka memungkinkan data yang telah disimpan dalam mikrokontroler tidak akan hilang meskipun tidak disuplai oleh power supply (Catu daya).
- Perintah Relatif Sederhana Dengan kemampuan CPU yang tidak terlalu tinggi maka berimbas pada kemampuan dalam melakukan pemrosesan data yang tidak tinggi pula. Meskipun begitu, mikrokontroler terus dikembangkan menjadi canggih contohnya mikrokontroler yang digunakan untuk melakukan pengolahan sinyal dan sebagainya.
- Program/Perintah Berhubungan Langsung Dengan Port I/O , Salah satu komponen utama mikrokontroler adalah Port I/O, Port input maupun output I/O memiliki fungsi utama sebagai jalan komunikasi. Sederhanya Port I/O membangun komunikasi antara piranti masukan dan piranti keluaran.

2.2.1. Jenis – Jenis Mikrokontoller

1) Mikrokontroler AVR (Vegard's Risc Processor)

Mikrokontroler AVR adalah mikrokontroler Risc 8 bit, jenis mikrokontroler yang paling banyak digunakan dalam bidang elektronika dan instrumentasi. Ini adalah jenis mikrokontroler yang dieksekusi dalam 1 siklus clock, adapun jenis mikrokontroler AVR dibagi kedalam 4 kelas yaitu keluarga ATmega, keluarga AT90Sxx, keluarga ATtiny dan AT86RFxx, pengelompokan ini didasarkan pada penggunaan atau fungsinya, memori dan peripheral.

2) PIC

PIC adalah bagian dari mikrokontroler tipe RISC, awalnya PIC dibuat dengan menggunakan teknologi General Instrument 16 bit CPR yakni CP1600 dengan tujuan pembuatan yakni demi meningkatkan performa sistem I/O. PIC saat ini telah dilengkapi dengan komunikasi serial dan EPROM, kernel motor dll, selain itu juga dilengkapi dengan memori program dari 512 word sampai 32 word. 1 word sama dengan 1 intruksi menurut bahasa assembly yang bermacam-macam dari 12 - 16 bit

yang mana tergantung dari PICMicro. PIC termasuk jenis mikrokontroler yang lumayan populer dikalangan para developer karena harganya yang relatif murah, disamping itu ketersediaan database aplikasi yang melimpah, penggunaannya yang umum digunakan serta dapat diprogram ulang melalui serial port pada komputer.

3) Mikrokontroler AT89S52

Mikrokontroler AT89S52 adalah versi pengembangan dari mikrokontroler AT89C51. Kelebihan yang dimiliki mikrokontroler AT89S52 yakni adanya flash memori 8K bytes, kapasitas RAM 256 byte dengan 2 data pinter 16 bit.

Berikut ini spesifikasinya :

- 1) Cocok dengan jenis mikrokontroler tipe MCS51
- 2) Dengan adanya 8K Bytes ISP flash memori maka meningkatkan kemampuan baca/tulis hingga 1000 kali
- 3) 32 Jalur I/O yang dapat diprogram ulang
- 4) 256 X 8 bit RAM internal dengan 8 sumber interrupt
- 5) Memiliki Tegangan kerja 4-5 V dengan rentang 0-33MHz
- 6) Memiliki mode pemrograman In System Programmable yang fleksibel (Byte dan Page Mode)

4) Mikrokontroler ATmel91 Series

Jenis kelompok Mikrokontroler Atmel lain yang umumnya terdapat dipasaran yaitu AT90, Tiny & Mega series - AVR, Atmel AVR32, Atmel AT89 series, dan MARC4

5) MCS51 Series

Beberapa tipe Mikrokontroler MCS51 series yaitu :

8031 - tidak memiliki ROM internal

8051 - 4K ROM internal

8751 - 4K EPROM/OTP

8951 - 4K EPROM/MTP

ukuran ROM; '51(4K), '52(8K), '54(16K), '58(32K)

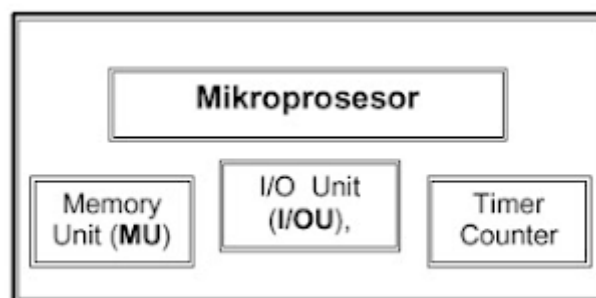
80C51 - In System Programmable (ISP)

89C2051 - kemasan20-pin

Pada dasarnya perbedaan mikrokontroler dan mikroprosesor ada pada kata "kontroler" pada mikrokontroler dan "Prosesor" pada mikroprosesor. Dari perbedaan kata ini saja kita sudah tahu apa perbedaan dasar antara mikrokontroler dan mikroprosesor. Dari perbedaan dua kata tersebut maka dapat kita asumsikan perbedaan dasar dari mikrokontroler dan mikroprosesor. Mikrokontroler berarti Pengedali Kecil lalu mikroprosesor berarti Pengolah Kecil. Pertanyaannya apa yang diolah atau dikendalikan ? tentu saja adalah program/data atau perintah yang diberikan/dimasukkan, dari sini tentunya sudah bisa didapat gambaran sederhana perbedaan dari kedua perangkat tersebut.

Jika ditinjau lebih dalam berdasarkan fungsinya, mikroprosesor atau umumnya dikenal lebih luas dengan nama Central Processing Unit (CPU), berguna dalam pengambilan dan kalkulasi data, melakukan perhitungan serta manipulasi data, dan menyimpan hasil pemrosesan atau perhitungan dari data tersebut sehingga dapat diperlihatkan hasilnya pada monitor. Adapun mikrokontroler sendiri berguna dalam mengontrol perangkat atau sistem berdasarkan data yang tersimpan pada Read Only Memory (ROM).

Mikrokontroler dibangun dari beberapa komponen berikut yaitu Central Processing Unit (CPU) : ALU, CU dan Register, RWM, ROM, I/O seri, I/O paralel, counter-timer, serta rangkaian clock dalam 1 chip tunggal.



Gambar 2.4. Blok Diagram Mikro Kontroller

(Sumber : Chanim, 2010)

2.2. Arduino

Pendiri atau pembuat dari Arduino adalah Massimo Banzi dan David Cuartielles, warga negara Ivrea, Italia. Awalnya mereka memberi nama proyeknya dengan sebutan

Arduin. Kemudian nama proyek tersebut diubah menjadi Arduino yang berarti “teman yang kuat” atau dalam versi bahasa Inggrisnya dikenal dengan sebutan “Hardwin”. Tujuan dibuatnya Arduino adalah untuk memudahkan pengguna dalam berinteraksi dengan lingkungannya dengan menggunakan mikrokontroler AVR. Ada beberapa yang terlibat dalam pengembangan Arduino seperti seniman sekaligus programmer asal Kolombia bernama Hernando Barragain (wiring). Software IDE (Integrated Development Environment). Arduino dibuat oleh Casey Reas dan Ben Fry, serta beberapa programmer lainnya juga terlibat seperti Tom Igoe, Gianluca Martino, David Mellis, dan Nicholas Zambett. Mereka mengembangkan Arduino dengan bootloader dan software yang user friendly sehingga menghasilkan sebuah board mikrokontroler yang bersifat open source yang bisa dipelajari dan dikembangkan oleh siapa pun, baik itu mahasiswa, pelajar, profesional, pemula, penggemar elektronika maupun penggemar robotik di seluruh dunia. Pembuatan Arduino sendiri dimulai pada tahun 2005 dan sejak awal dilepaskan di pasar sampai dengan bulan Mei 2011, lebih dari 300.000 unit Arduino telah terjual. Arduino merupakan papan-tunggal mikrokontroler serba guna yang bisa diprogram dan bersifat open-source. Platform Arduino sekarang ini menjadi sangat populer dengan penambahan jumlah pengguna baru yang terus meningkat. Hal ini karena kemudahannya dalam penggunaan dan penulisan kode program. Tidak seperti kebanyakan papan sirkuit pemrograman sebelumnya, arduino tidak lagi membutuhkan perangkat keras terpisah (disebut programmer atau downloader) untuk memuat atau meng-upload kode baru ke dalam mikrokontroler. Cukup dengan menggunakan kabel USB untuk memulai menggunakan Arduino (Dr. Muhammad Yusro,. MT., 2016).

Arduino ialah sebuah single board yang memiliki pin power, input/output digital, analog, mikrokontroler, RAM (Random Access Memory), EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), Komunikasi Serial seperti SPI(Serial Peripheral Interface), UART(Universal Anynchronous Receiver-Transmitter) dan I2C(Inter Integrated Circuit), ROM(Random Only Memory), serta USB type B yang digunakan untuk meng-upload program ke Arduino. Arduino sendiri merupakan perkembangan dari sebuah Atmega (mikrokontroler), untuk mengaktifkan pin

input/output digital ataupun analog Arduino harus diprogram terlebih dahulu dengan menggunakan bahasa program seperti bahasa BASIC, Python, C dan Arduino. Arduino mempunyai bahasa pemrograman sendiri yaitu bahasa pemrograman Arduino. Bahasa pemrograman Arduino merupakan implementasi dari bahasa C dan C++ yang sudah disederhanakan dengan sedemikian mungkin. Sehingga para pengguna dapat lebih mudah untuk berinteraksi dengan Arduino. Arduino memiliki software sendiri bernama Arduino IDE. Dengan menggunakan software tersebut, kita dapat memberikan instruksi kepada Arduino sesuai apa yang kita inginkan.

Arduino merupakan perangkat keras sekaligus perangkat lunak yang memungkinkan siapa saja melakukan pembuatan prototype suatu rangkaian elektronika yang berbasis mikrokontroler dengan mudah dan cepat. Dari sisi perangkat lunak, Arduino IDE adalah tool yang bermanfaat untuk menuliskan program (yang secara khusus dinamakan sketsa di Arduino), mengompilasinya, dan sekaligus mengunggahnya ke papan Arduino

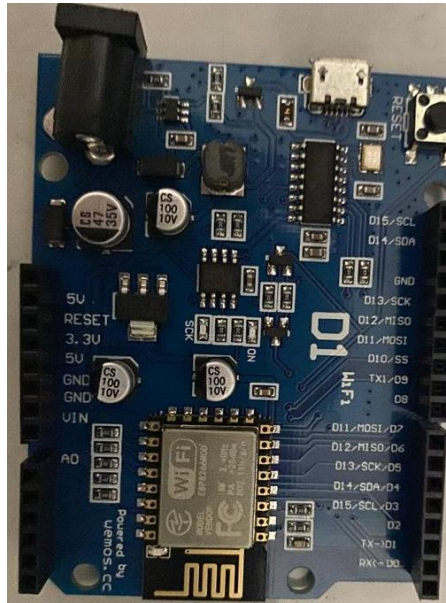
Menurut (Kadir 2013) Arduino Uno adalah salah satu produk berlabel arduino yang sebenarnya adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler ATmega328 (sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer). Piranti ini dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga yang kompleks. Pengendalian LED hingga pengontrolan robot dapat diimplementasikan dengan menggunakan papan berukuran relatif kecil ini. Bahkan dengan penambahan komponen tertentu, piranti ini bisa dipakai untuk pemantauan kondisi pasien di rumah sakit dan pengendalian alat-alat di rumah. (Sumber: B. Gustomo, 2015)

Kemudian pada penelitian yang dilakukan oleh (Pasaribu, Reza, 2021) Arduino UNO adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada AT mega 328. Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output (6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya

dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya. “Uno” berarti satu dalam bahasa Italia dan dinamai untuk menandakan keluaran (produk) Arduino 1.0 selanjutnya. Arduino UNO dan versi 1.0 akan menjadi referensi untuk versi-versi Arduino selanjutnya. Arduino UNO adalah sebuah seri terakhir dari board Arduino USB dan model referensi untuk papan Arduino, untuk suatu perbandingan dengan versi sebelumnya.

Tabel 2.1. *Index Board Arduino*

Mikrokontroler	Atmega328
Tegangan Pengoprasian	5V
Tegangan input yang disarankan	7 – 12 V
Batas tegangan input	6 – 20 V
Jumlah pin I/O digital	14 (6 diantaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah pin input analog	6
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA
Memori Flash	32KB (Atmega328), sekitar 0,5KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2KB (Atmega328)
EEPROM	1KB (Atmega328)
Clock Speed	16Mhz



Gambar 2.5. Arduino Uno

Hardware arduino uno memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- a. 14 pin *IO Digital* (pin 0–13) Sejumlah pin digital dengan nomor 0–13 yang dapat dijadikan *input* atau *output* yang diatur dengan cara membuat program IDE.
- b. 6 pin Input Analog (pin 0–5) Sejumlah pin analog bernomor 0–5 yang dapat digunakan untuk membaca nilai input yang memiliki nilai analog dan mengubahnya ke dalam angka antara 0 dan 1023.
- c. 6 pin Output Analog (pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11) Sejumlah pin yang sebenarnya merupakan pin digital tetapi sejumlah pin tersebut dapat diprogram kembali menjadi pin output analog dengan cara membuat programnya pada IDE.

Papan Arduino Uno dapat mengambil daya dari USB port pada komputer dengan menggunakan USB charger atau dapat pula mengambil daya dengan menggunakan suatu AC adapter dengan tegangan 9 volt. Jika tidak terdapat power supply yang melalui AC adapter, maka papan Arduino akan mengambil daya dari USB port. Tetapi apabila diberikan daya melalui AC adapter secara bersamaan dengan USB port maka papan Arduino akan mengambil daya melalui AC adapter secara otomatis.

Arduino Uno merupakan salah satu *board* dari keluarga Arduino. Ada beberapa macam arduino bard seperti Arduino Nano, Arduino Pro Mini, Arduino Mega, Arduino Yun, dll. Namun yang paling populer adalah Arduino Uno. Arduino Uno R3 adalah seri terakhir dan terbaru dari seri Arduino USB. Modul ini sudah dilengkapi dengan berbagai hal yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler untuk bekerja, tinggal colokkan ke power suply atau sambungkan melalui kabel USB ke PC, Arduino Uno ini sudah siap bekerja. Arduino Uno board memiliki 14 pin digital *input/output*, 6 analog input, sebuah resonator keramik 16 MHz, koneksi USB, colokan power input, *ICSP header*, dan sebuah tombol reset.

Berikut spesifikasi teknis dari Arduino Uno R3 board

- a) Mikrokontroler ATmega328
- b) Catu Daya 5V
- c) Tegangan Input (rekomendasi) 7-12V
- d) Tegangan Input (batasan) 6-20V
- e) Pin *I/O Digital* 14 (dengan 6 PWM output)
- f) Pin Input Analog 6
- g) Arus DC per Pin I/O 40 mA
- h) Arus DC per Pin I/O untuk PIN 3.3V 50 mA
- i) Flash Memory 32 KB (ATmega328) dimana 0.5 KB digunakan oleh *bootloader*
- j) SRAM 2 KB (ATmega328)
- k) EEPROM 1 KB (ATmega328)
- l) *Clock Speed* 16 MHz

Sebagaimana kita ketahui, dengan sebuah mikrokontroler kita dapat membuat program untuk mengendalikan berbagai komponen elektronika. Dan fungsi Arduino Uno ini dibuat untuk memudahkan kita dalam melakukan prototyping, memprogram mikrokontroler, membuat alat-alat canggih berbasis mikrokontorler. Memprogram Arduino sangat mudah, karena sudah menggunakan bahasa pemrograman tingkat

tinggi C++ yang mudah untuk dipelajari dan sudah didukung oleh library yang lengkap.

Arduino Uno board didukung oleh software Arduino IDE (Integrated Development Environment). Dengan Arduino IDE inilah kita melakukan pemrograman, melakukan kompilasi program, debugging dan proses download ke Arduino boardnya. Dengan sekali klik, program yang sudah kita buat langsung tercompile dan terdownload ke mikrokontroler yang ada di Arduino Board. Dan Arduino akan langsung bekerja sesuai dengan program yang keinginan kita. Ada banyak sekali yang bisa dibuat dengan mudah dengan Arduino :

- a) Lampu flip-flop, lampu Lalu-lintas
- b) Robot pintar; line follower, maze solver, pencari api, dll
- c) Mengontrol motor stepper,
- d) Mendeteksi suhu dan mengatur suhu ruang,
- e) Jam digital
- f) Timer alarm
- g) display LCD, dan masih banyak lagi contoh yang lainnya.

Arduino Uno dan ekosistemnya punya kelebihan-kelebihan yang membuat hobi elektronika menjadi lebih mudah dan menyenangkan, antara lain:

1. Pengembangan project mikrokontroler akan menjadi lebih dan menyenangkan. tinggal colok ke USB, dan tidak perlu membuat downloader untuk mendownload program yang telah kita buat.
2. Didukung oleh Arduino IDE, bahasa pemrograman yang sudah cukup lengkap librarynya.
3. Terdapat modul yang siap pakai/shield yang bisa langsung dipasang pada board Arduino
4. Dukungan dokumentasi yang bagus dan komunitas yang solid

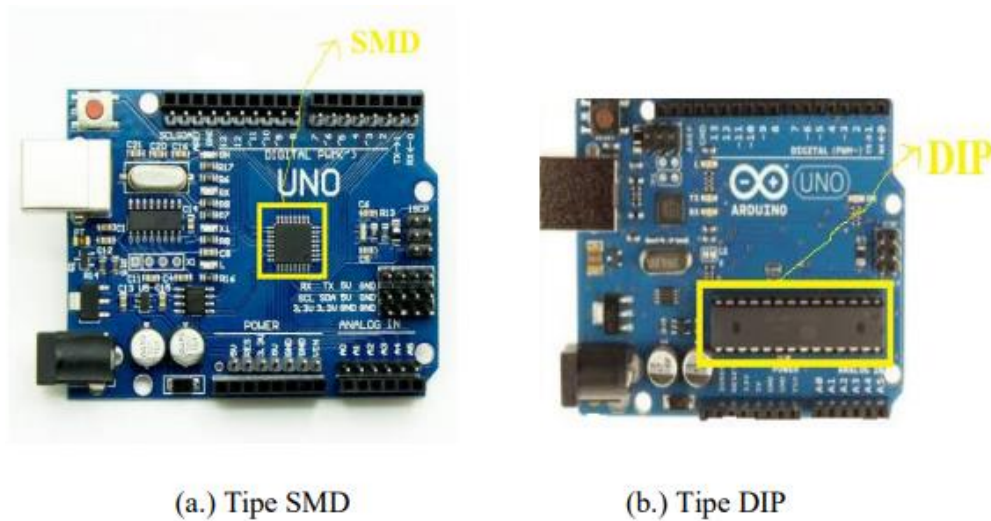
2.2.1. Jenis – Jenis Arduino

Saat ini ada bermacam-macam bentuk papan Arduino yang disesuaikan dengan peruntukannya seperti diperlihatkan berikut ini:

- a. Arduino USB: Menggunakan USB sebagai antar muka pemrograman atau komunikasi komputer. Contoh: Arduino Uno, Arduino Duemilanove, Arduino Diecimila, Arduino NG Rev. C, Arduino NG (Nuova Generazione), Arduino Extreme dan Arduino Extreme v2, Arduino USB dan Arduino USB v2.0.
- b. Arduino Serial: Menggunakan RS232 sebagai antar muka pemrograman atau komunikasi komputer.
- c. Arduino Mega : Papan Arduino dengan spesifikasi yang lebih tinggi, dilengkapi tambahan pin digital, pin analog, port serial dan sebagainya. Contoh: Arduino Mega, Arduino Mega 2560.
- d. Arduino Fio : Ditujukan untuk penggunaan nirkabel.
- e. Arduino LilyPad: Papan dengan bentuk yang melingkar. Contoh: LilyPad Arduino 00, LilyPad Arduino 01, LilyPad Arduino 02, LilyPad Arduino 03, LilyPad Arduino 0.
- f. ArduinoBT : Mengandung modul bluetooth untuk komunikasi nirkabel.
- g. Arduino Nano dan Arduino Mini: Papan berbentuk kompak dan digunakan bersama breadboard. Contoh: Arduino Nano 3.0, Arduino Nano 2.x, Arduino Mini 04, Arduino Mini 03, Arduino Stamp 02.

2.2.2. Arduino UNO R3

Pada perancangan dan pembuatan penelitian ini digunakan jenis Board Arduino Uno R3. Dipasaran jenis arduino ini memiliki 2 tipe bentuk Atmega yaitu Arduino Uno SMD dan Arduino Uno DIP. Bentuknya dapat dilihat pada gambar 2.2 Tipe Atmega Arduino Uno R3 dibawah ini. Untuk gambar yang a merupakan tipe SMD(kiri) dan b merupakan tipe DIP(kanan).



(a.) Tipe SMD

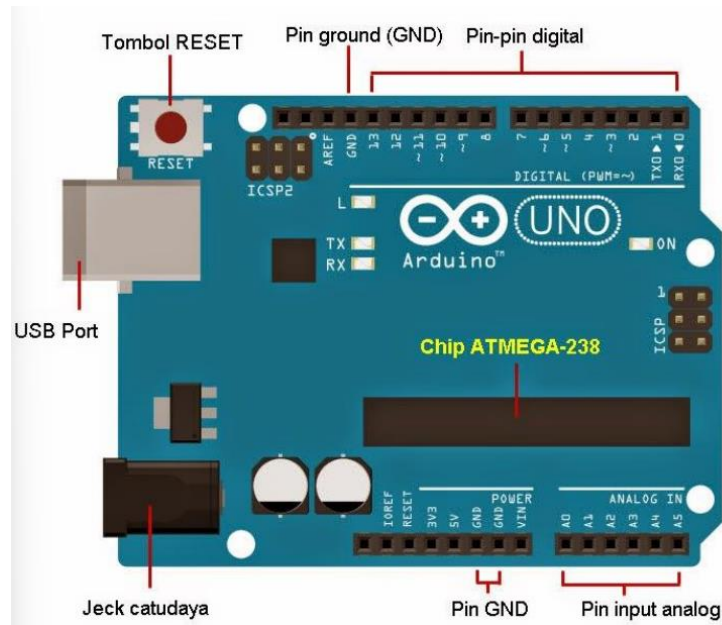
(b.) Tipe DIP

Gambar 2.6 Arduino UNO R3

Bisa kita bandingkan dari gambar jenis Arduino Uno R3 yang DIP tersebut dengan Arduino Uno R3 SMD bahwa secara hardware perbedaannya tidak jauh berbeda dari keduanya. Untuk yang SMD ketika kita akan memasukkan sketch program ke Arduino, maka akan terjadi error saat proses upload. Mengapa hal itu dapat terjadi? Arduino yang menggunakan IC Mikrokontroler dengan teknologi SMD, membutuhkan sebuah driver tambahan yaitu driver CH340. Berbeda dengan jenis yang satunya, sudah ditanamkan driver dari pabrikan sehingga ketika Anda memasukkan kabel USB ke personal computer atau laptop secara otomatis akan terdeteksi oleh komputer Anda.

Jika dilihat dari datasheet Arduino Uno R3 itu sendiri, Arduino tersebut memiliki pin masukan/keluaran sebanyak 14 pin yang terhitung dari 0 – 13 pin, analog sebanyak 6 pin yang terhitung dari 0 – 5 pin. Selain itu, arduino tersebut menyediakan 3 pin sumber antara lain seperti sumber eksternal melalui jack yang berkisaran dari 7 – 12V DC, sumber melalui USB dimana selain memberikan sumber sekaligus dapat upload program kedalam arduino dan yang ketiga untuk memberikan sumber ke arduino dapat melalui pin yang tercetak dibagian papan arduino uno r3 yang tertulis bernama Vin, Vin dapat menerima tegangan hanya 5V DC. Jika pemberian tegangannya lebih dari 5V DC, maka akan merusak papan tersebut.

Arduino mempunyai beberapa fitur yang dapat digunakan untuk keperluan tertentu. Sedangkan untuk mengaktifkannya arduino harus dihubungkan ke power. Berdasarkan poin-poin diatas, maka dapat dilihat bahwa arduino uno memiliki 14 pin digital, 6 pin PWM, 6 pin analog, pin Rx dan Tx yang dapat digunakan untuk menghubungkan arduino uno dengan dunia luar. Dibawah ini merupakan bagian-bagian dari arduino uno r3 yang dapat dilihat pada gambar 2.3 bagian-bagian arduino uno r3.



Gambar 2.6 Bagian – bagian Arduino R3

Dibawah ini penjelasan dari setiap fitur yang telah disediakan oleh Arduino Uno R3 sebagai berikut :

- A. **Sumber Daya.** Arduino UNO dapat disuplai melalui koneksi USB atau dengan sebuah power supply eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis, supply eksternal (nonUSB) dapat diperoleh dari sebuah adaptor AC ke DC atau battery. Adaptor dapat dihubungkan dengan mencolokkan sebuah center-positif plug yang panjangnya 2,1 mm ke power jack dari board. Kabel lead dari sebuah battery dapat dimasukkan ke dalam header/kepala pin Ground (Gnd) dan pin Vin dari konektor power. Board Arduino UNO dapat beroperasi pada sebuah supply eksternal 6 sampai 20 Volt. Jika di supply dengan yang lebih kecil dari 7 V, kiranya pin 5 Volt mungkin mensuplai kecil dari 5 Volt dan board Arduino UNO

bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan suplai yang lebih dari besar 12 Volt, voltage regulator bisa kelebihan panas dan membahayakan board Arduino UNO. Jangkauan yang direkomendasikan adalah 7 sampai 12 Volt. Pin tegangan yang tersedia pada papan Arduino uno sebagai berikut :

- VIN adalah tegangan masuk untuk papan arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal. Kita dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika memberi tegangan untuk papan melalui jack power, kita bisa mengakses/mengambil tegangan melalui pin ini.
- 5V adalah sebuah pin yang mengeluarkan tegangan ter-regulator 5 Volt, dari pin ini tegangan sudah diatur dari regulator yang tersedia (built-in) pada papan. Arduino dapat diaktifkan dengan sumber daya baik berasal dari jack power DC(7-12 Volt), konektor USB (5 Volt), atau pin Vin pada papan. Memberikan tegangan melalui pin 5V atau 3,3V secara langsung dapat merusak papan Arduino.
- 3V3 sebuah pin yang menghasilkan tegangan 3,3 Volt. Tegangan ini dihasilkan oleh regulator yang terdapat pada papan (on-board). Arus maksimum yang dihasilkan adalah 50 mA.
- GND adalah pin Ground atau 0.
- IOREF pin ini berfungsi untuk memberikan referensi tegangan yang beroperasi pada mikrokontroler. Sebuah shield dikonfigurasi dengan benar untuk dapat membaca pin tegangan IOREF dan memilih sumber daya yang tepat atau mengaktifkan tegangan (voltage) pada output untuk bekerja pada tegangan 5 volt atau 3,3 volt.

B. Mikrokontroler yang dipasang di papan arduino uno menggunakan keluarga Atmega328p, instruksi yang telah diprogram akan disimpan ke dalam chip tersebut. Di dalam Atmega tersebut terdapat CPU, ROM, RAM dan lain sebagainya.

C. Input dan Output Digital. Arduino uno memiliki 14 pin digital yang dapat digunakan sebagai input ataupun output, untuk mengaktifkan pin tersebut pada arduino dapat menggunakan fungsi program pinMode(), digitalWrite() dan digitalRead(). Pin-pin tersebut beroperasi pada tegangan 5 Volt DC. Setiap pin

dapat memberikan atau menerima suatu arus maksimum 50 mA dan mempunyai sebuah resistor pull-up. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus, seperti pin 0 dan 1 berfungsi sebagai komunikasi serial, pin 2 dan 3 sebagai eksternal interupsi sedangkan pada pin 3,5,6,9,10,11 memiliki tanda (~) menunjukkan bahwa pin tersebut digunakan untuk PWM (Pulse Width Modulation)

- D. Input Analog. Arduino uno mempunyai 6 pin analog yang dapat digunakan untuk membaca nilai tegangan dari 0 – 5 volt DC, untuk mengaktifkan pin tersebut, dapat menggunakan fungsi program analog Read() . Selain itu, pin tersebut dapat difungsikan sebagai pin input ataupun output digital. Untuk pin A4 dan A5 digunakan untuk komunikasi I2C atau TWI.
- E. Reset. Tombol reset yang berada di papan arduino digunakan untuk me-reset program kembali ke nilai 0 lagi, tombol tersebut tidak akan menghapus program yang telah di upload kedalam. Ketika tombol ini ditekan maka hanya akan mengulang program dari awal setelah program sudah dijalankan.

Panjang dan lebar maksimum dari PCB Arduino UNO masing-masingnya adalah 2.7 dan 2.1 inci, dengan konektor USB dan power jack yang memperluas dimensinya. Empat lubang sekrup memungkinkan board untuk dipasangkan ke sebuah permukaan atau kotak. Sebagai catatan, bahwa jarak antara pin digital 7 dan 8 adalah 160 mil. (0.16"), bukan sebuah kelipatan genap dari jarak 100 mil dari pin lainnya.

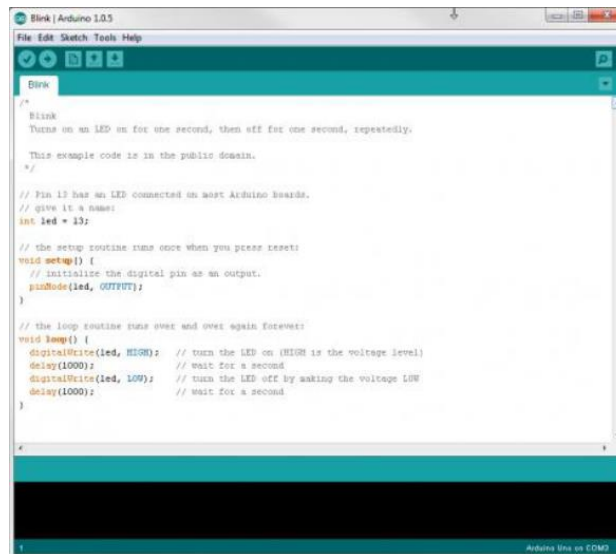
2.2.3. Software

Software arduino yang digunakan adalah driver dan IDE, walaupun masih ada beberapa software lain yang sangat berguna selama pengembangan arduino. Integrated Development Environment (IDE), suatu program khusus untuk suatu komputer agar dapat membuat suatu rancangan atau sketsa program untuk papan Arduino. IDE arduino merupakan software yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan java. IDE arduino terdiri dari :

1. Editor Program Sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*.

2. Compiler Berfungsi untuk kompilasi sketch tanpa unggah ke board bisa dipakai untuk pengecekan kesalahan kode sintaks sketch. Sebuah modul yang mengubah kode program menjadi kode biner bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa processing.
3. Uploader Berfungsi untuk mengunggah hasil kompilasi sketch ke board target. Pesan error akan terlihat jika board belum terpasang atau alamat port COM belum terkonfigurasi dengan benar. Sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memory didalam papan arduino

2.2.4. Program Arduino Ide



```

Blink | Arduino 1.0.5
File Edit Sketch Tools Help
Blink
/*
 * Blink
 * Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.
 *
 * This example code is in the public domain.
 */
// Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards.
// give it a name:
int led = 13;

// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  pinMode(led, OUTPUT);
}

// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000);             // wait for a second
  digitalWrite(led, LOW);  // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000);             // wait for a second
}
  
```

Gambar 2.6. Tampilan Program Arduino
(Kadir 2013)

Kode Program Arduino biasa disebut sketch dan dibuat menggunakan bahasa pemrograman C. Program atau sketch yang sudah selesai ditulis di Arduino IDE bisa langsung dicompile dan diupload ke Arduino Board. Secara sederhana, sketch dalam Arduino dikelompokkan menjadi 3 blok (lihat gambar di atas):

1. *Header*
2. *Setup*
3. *Loop*

Header

Pada bagian ini biasanya ditulis definisi-definisi penting yang akan digunakan selanjutnya dalam program, misalnya penggunaan library dan pendefinisian variable. Code dalam blok ini dijalankan hanya sekali pada waktu compile. Di bawah ini contoh code untuk mendeklarasikan variable led (integer) dan sekaligus di isi dengan angka 13.

```
int led = 13
```

Setup

Di sinilah awal program Arduino berjalan, yaitu di saat awal, atau ketika power on Arduino board. Biasanya di blok ini diisi penentuan apakah suatu pin digunakan sebagai input atau output, menggunakan perintah pinMode. Inisialisasi variable juga bisa dilakukan di blok ini

```
// the setup routine runs once when you press reset:
```

```
void setup() { // initialize the digital pin as an output.
pinMode(led, OUTPUT); }
```

OUTPUT adalah suatu makro yang sudah didefinisikan Arduino yang berarti = 1. Jadi perintah di atas sama dengan pinMode(led, 1);

Suatu pin bisa difungsikan sebagai *OUTPUT* atau *INPUT*. Jika difungsikan sebagai output, dia siap mengirimkan arus listrik (maksimum 100 mA) kepada beban yang disambungkannya. Jika difungsikan sebagai *INPUT*, pin tersebut memiliki impedance yang tinggi dan siap menerima arus yang dikirimkan kepadanya.

Loop

Blok ini akan dieksekusi secara terus menerus. Apabila program sudah sampai akhir blok, maka akan dilanjutkan dengan mengulang eksekusi dari awal blok. Program akan berhenti apabila tombol *power* Arduino di matikan. Di sinilah fungsi utama program Arduino kita berada.

```
void loop() {
digitalWrite(led, HIGH); // nyalakan LED
delay(1000); // tunggu 1000 milidetik
digitalWrite(led, LOW); // matikan LED
```

```
delay(1000); // tunggu 1000 milidetik }
```

Perintah `digitalWrite(pinNumber,nilai)` akan memerintahkan arduino untuk menyalakan atau mematikan tegangan di `pinNumber` tergantung nilainya. Jadi perintah di atas `digitalWrite(led,HIGH)` akan membuat pin nomor 13 (karena di header dideklarasikan `led = 13`) memiliki tegangan = 5V (HIGH). Hanya ada dua kemungkinan nilai `digitalWrite` yaitu HIGH atau LOW yang sebetulnya adalah nilai integer 1 atau 0. Kalau sudah dibuat program diatas, selanjutnya kita ambil kabel USB yang diikutsertakan pada saat membeli Arduino, pasang ke komputer dan board arduino, dan upload programnya. Lampu LED yg ada di Arduino board kita akan kelap-kelip. Sekedar informasi, sebuah LED telah disediakan di board Arduino Uno dan disambungkan ke pin 13.

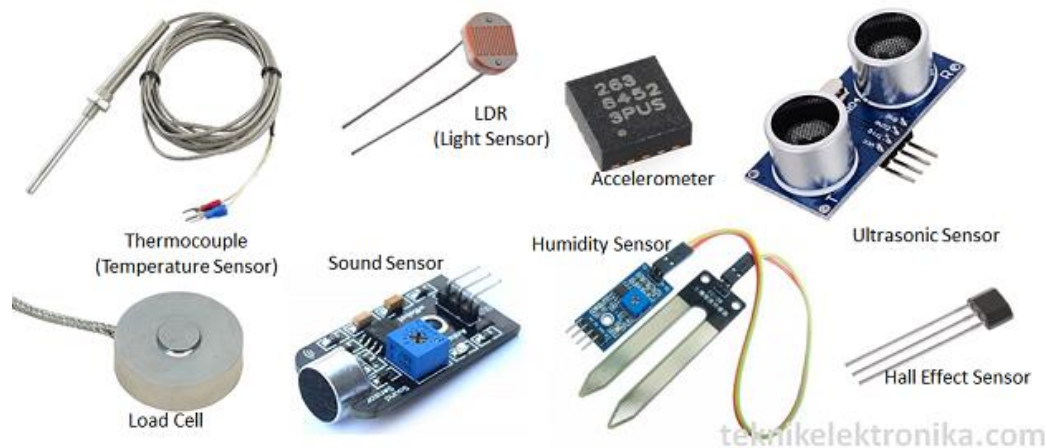
Menurut (Ratnasari and Senen 2017) Arduino merupakan sistem mikrokontroler yang relatif mudah dan cepat dalam membuat aplikasi elektronika maupun robotika. Hardware maupun software Arduino adalah open source. Arduino menggunakan chip AVR ATmega 168/328 yang memiliki fasilitas PWM, komunikasi serial, ADC, timer, interrupt, SPI dan I2C, sehingga Arduino bisa digabungkan bersama modul atau alat lain dengan protokol yang berbeda-beda. Walaupun bahasa pemrograman Arduino adalah bahasa C/C++, tetapi dengan penambahan library dan fungsi-fungsi standar membuat pemrograman Arduino lebih mudah dipelajari. Tersedia library yang sangat banyak untuk menghubungkan Arduino dengan macam- macam sensor, aktuator maupun modul komunikasi. Dengan bahasa yang lebih mudah dan adanya library dasar yang lengkap, maka mengembangkan aplikasi elektronik relatif lebih mudah.

Penggunaan sensor di perangkat-perangkat elektronik ini telah diaplikasikan di hampir semua bidang di kehidupan kita sehari-hari mulai dari perangkat pribadi, layanan kesehatan, keamanan, industri, hiburan, transportasi, militer, alat rumah tangga hingga ke sektor pertanian. Dengan semakin besarnya penggunaan Sensor di dalam Teknologi masa kini, pengetahuan tentang sensor ini menjadi sangat penting dan wajib kita pahami apa sebenarnya yang dilakukan oleh sensor serta jenis-jenis sensor tersebut.

Sensor adalah perangkat yang digunakan untuk mendeteksi perubahan besaran fisik seperti tekanan, gaya, besaran listrik, cahaya, gerakan, kelembaban, suhu, kecepatan dan fenomena-fenomena lingkungan lainnya. Setelah mengamati terjadinya perubahan, Input yang terdeteksi tersebut akan dikonversi mejadi Output yang dapat dimengerti oleh manusia baik melalui perangkat sensor itu sendiri ataupun ditransmisikan secara elektronik melalui jaringan untuk ditampilkan atau diolah menjadi informasi yang bermanfaat bagi penggunanya.

2.3. Sensor

Sensor pada dasarnya dapat digolong sebagai Transduser Input karena dapat mengubah energi fisik seperti cahaya, tekanan, gerakan, suhu atau energi fisik lainnya menjadi sinyal listrik ataupun resistansi (yang kemudian dikonversikan lagi ke tegangan atau sinyal listrik).



Gambar 2.7. Macam – Macam Sensor

(Ratnasari and Senen 2017)

Sensor-sensor yang digunakan pada perangkat elektronik pada dasarnya dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori utama yaitu :

1. Sensor Pasif dan Sensor Aktif
2. Sensor Analog dan Sensor Digital

Sensor Pasif adalah jenis sensor yang dapat menghasilkan sinyal output tanpa memerlukan pasokan listrik dari eksternal. Contohnya Termokopel (*Thermocouple*)

yang menghasilkan nilai tegangan sesuai dengan panas atau suhu yang diterimanya sedangkan sensor aktif adalah jenis sensor yang membutuhkan sumber daya eksternal untuk dapat beroperasi. Sifat fisik Sensor Aktif bervariasi sehubungan dengan efek eksternal yang diberikannya. Sensor Aktif ini disebut juga dengan Sensor Pembangkit Otomatis (*Self Generating Sensors*).

Sensor Analog adalah sensor yang menghasilkan sinyal output yang kontinu atau berkelanjutan. Sinyal keluaran kontinu yang dihasilkan oleh sensor analog ini sebanding dengan pengukuran. Berbagai parameter Analog ini diantaranya adalah suhu, tegangan, tekanan, pergerakan dan lain-lainnya. Contoh Sensor Analog ini diantaranya adalah akselerometer (accelerometer), sensor kecepatan, sensor tekanan, sensor cahaya dan sensor suhu. Sedangkan sensor digital Sensor Digital adalah sensor yang menghasilkan sinyal keluaran diskrit. Sinyal diskrit akan non-kontinu dengan waktu dan dapat direpresentasikan dalam "bit". Sebuah sensor digital biasanya terdiri dari sensor, kabel dan pemancar. Sinyal yang diukur akan diwakili dalam format digital. Output digital dapat dalam bentuk Logika 1 atau logika 0 (ON atau OFF). Sinyal fisik yang diterimanya akan dikonversi menjadi sinyal digital di dalam sensor itu sendiri tanpa komponen eksternal. Kabel digunakan untuk transmisi jarak jauh. Contoh Sensor Digital ini diantaranya adalah akselerometer digital (digital accelerometer), sensor kecepatan digital, sensor tekanan digital, sensor cahaya digital dan sensor suhu digital.

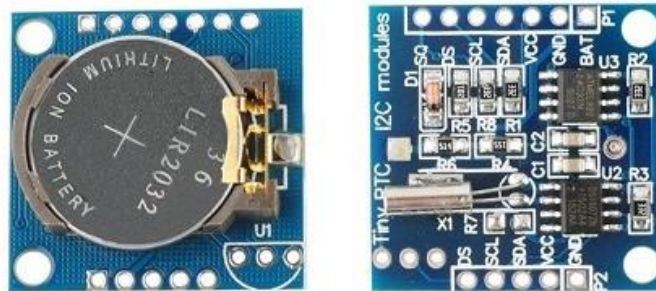
2.4. Real Time Clock

Real Time Clock (RTC) merupakan chip dengan fungsi sebagai penunjuk waktu sesuai pada saat waktu tersebut.[7] Chip ini biasanya ditemukan berpasangan dengan sebuah baterai. Sehingga, jika sebuah sistem yang menggunakan chip ini dimatikan atau mengalami power down, maka RTC dapat tetap berfungsi sehingga ketika sistem dihidupkan kembali, waktu yang ditampilkan tetap sesuai dengan waktu aslinya dan bukan melanjutkan waktu ketika sistem tersebut dimatikan. Pada sistem yang dibangun, chip ini digunakan untuk menampilkan informasi waktu yang nantinya direkam dengan modul microSD logger secara periodik pada waktu yang telah

ditentukan. Beberapa model chip RTC bisa ditemukan di pasaran yakni DS12C887, DS1302, DS3234, dan yang digunakan pada sistem ini, DS1307.

2.4.1. RTC DS1307

RTC DS1307 merupakan modul RTC yang dapat menampilkan informasi waktu dengan satuan detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, dan tahun. chip RTC ini juga dapat menampilkan waktu dalam format 12 jam dan juga 24 jam. Penghitungan bulan dibatasi hingga 31 hari dan akan otomatis berpindah ke bulan selanjutnya untuk setiap bulan yang memiliki jumlah hari kurang dari 31 hari. Begitu juga dengan tahun kabisat. chip ini memiliki batas informasi waktu hingga tahun 2100 Masehi.



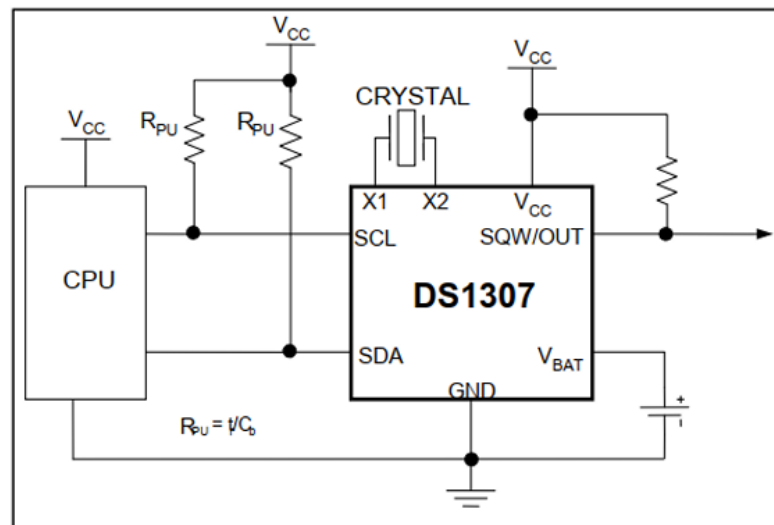
Gambar 2.8 RTC DS1307

Tabel 2.1 Spesifikasi RTC DS1307

No	Parameter	Spesifikasi
1	Tipe IC	Real Time Clock (RTC) DS1307
2	Tegangan Operasi	4,5 V – 5,5 V
3	Tegangan Backup (Baterai)	2,0 V – 5,5 V
4	Arus Operasi Aktif	±1,5 mA
5	Arus Mode Backup	< 500 nA
6	Antarmuka Komunikasi	I2C (Two Wire Interface)
7	Format Waktu	24 jam atau 12 jam (AM/PM)
8	Format Data	BCD (Binary Coded Decimal)
9	Akurasi Waktu	Bergantung pada kristal 32.768 kHz
10	Frekuensi Kristal	32.768 kHz
11	Fitur Kalender	Tanggal, hari, bulan, tahun (otomatis koreksi tahun kabisat hingga 2100)
12	RAM Internal	56 byte non-volatile RAM

No	Parameter	Spesifikasi
13	Pin Output Gelombang Kotak	1 Hz, 4 kHz, 8 kHz, 32 kHz (programmable)
14	Rentang Suhu Operasi	0°C hingga +70°C
15	Paket IC	DIP 8-pin atau SOIC 8-pin

Selain itu, DS1307 ini juga mampu mendeteksi putusnya suplai tegangan. Sehingga ketika sistem mengalami power down, maka chip ini akan secara otomatis berpindah menggunakan suplai tegangan dari baterainya dan pencatatan waktu tetap berfungsi sebagaimana mestinya. Dengan konsumsi daya yang sangat kecil (± 500 nA), chip ini mampu bertahan cukup lama dengan baterai 3 Voltnya.



Gambar 2.9 Diagram Sircuit RTC

2.5. Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronik yang berfungsi mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi electromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah dan polaritas

magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Buzzer biasa digunakan sebagai indicator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm). Oleh karena itu buzzer banyak digunakan sebagai alarm peringatan karena suara yang di keluarkannya sangatlah bisung ditelinga.



Gambar 2.10 Buzzer

Sejarah singkatnya, efek piezoelectric ditemukan pertama kali oleh dua orang ahli fisika (Pierre Curie dan Jacques Curie) berkebangsaan Perancis tahun 1880. Setelah itu, penemuan tersebut mulai populer pada tahun 1970-an ketika telah dikembangkan di Jepang dan dinamakan Piezo Electric Buzzer. Cara kerja buzzer ini adalah ketika tegangan listrik dialirkan ke komponen piezoelectric, maka akan terjadi gerakan mekanis yang kemudian diubah menjadi bunyi sehingga bisa didengar oleh manusia menggunakan resonator dan diafragma. Karena ukurannya yang relatif ringan, rangkaian buzzer piezo mudah digerakkan bila dibandingkan dengan speaker. Hanya dengan menggunakan output dari IC TTL, piezo buzzer sudah bisa digerakkan. Frekuensi yang mampu dihasilkan oleh piezo buzzer ialah antara 1 – 5 kHz hingga 100kHz pada aplikasi ultrasound. Tegangan yang diperlukan untuk mengoperasikan buzzer ialah 3 – 12 Volt. Rangkaian buzzer bunyi piezoelectric bisa langsung dihubungkan ke Arduino pada impedansi kurang dari 10 ohm. Apabila lebih besar dari

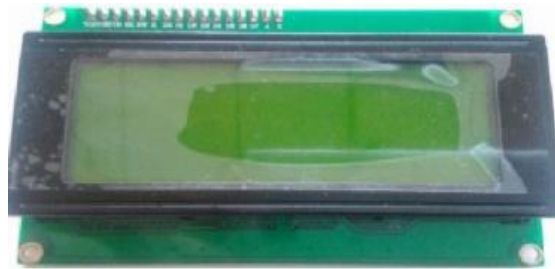
itu, buzzer memerlukan driver untuk mengangkat arus hingga bisa masuk ke buzzer. Untuk membuat driver sendiri, kita membutuhkan rangkaian transistor. Komponen yang diperlukan untuk membuat driver ialah transistor NPN BC547, resistor 100 ohm, dan buzzer.

Secara umum, pada skema buzzer ada komponen utama Timer IC NE555. Kemudian LDR yang berfungsi sebagai penerima cahaya yang masuk. Apabila cahaya yang diterima terlalu terang, maka tingkat resistensi LDR akan rendah sehingga arus listrik tidak teralirkan mencapai buzzer. Sedangkan pada tingkat cahaya rendah, tingkat resistensi LDR akan tinggi sehingga mampu mengalirkan listrik mencapai buzzer. Bersamaan dengan resistensi LDR yang tinggi, IC akan mendorong buzzer sehingga bunyi yang dihasilkan buzzer bisa terdengar serta mendeteksi adanya bahaya.

Buzzer Listrik adalah sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. Pada umumnya, Buzzer yang merupakan sebuah perangkat audio ini sering digunakan pada rangkaian antimaling, Alarm pada Jam Tangan, Bel Rumah, peringatan mundur pada Truk dan perangkat peringatan bahaya lainnya. Jenis Buzzer yang sering ditemukan dan digunakan adalah Buzzer yang berjenis Piezoelectric, hal ini dikarenakan Buzzer Piezoelectric memiliki berbagai kelebihan seperti lebih murah, relatif lebih ringan dan lebih mudah dalam menggabungkannya ke Rangkaian Elektronika lainnya. Buzzer juga termasuk dalam Transduser yang sering disebut dengan Beeper.

2.6. LCD

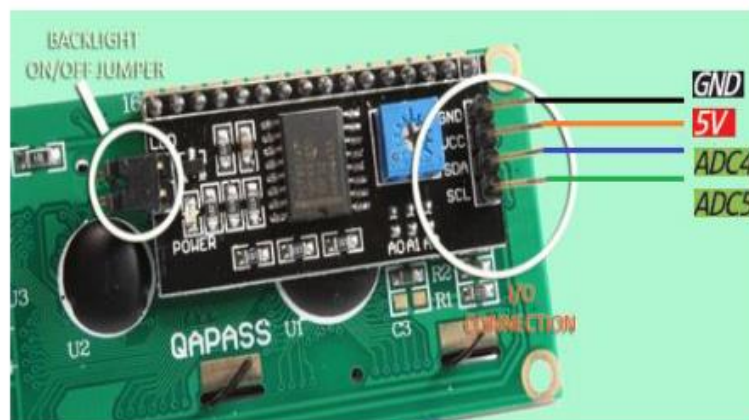
LCD juga dapat diartikan sebagai lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan). Lapisan sandwich memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horizontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan (Yohanes C et al., 2018).



Gambar 2.11. Gambar LCD

Sumber : (Mario et al., 2018)

LCD dapat melakukan monitoring jarak dekat, dimana LCD merupakan salah satu komponen elektronika yang dapat menampilkan suatu data, baik karakter, huruf, maupun grafik. LCD akan menampilkan data hasil pembacaan sensor arus, tegangan, dan detektor fasa. LCD juga akan menampilkan hasil perhitungan daya yang digunakan (Mario et al., 2018). Sedangkan menurut (Ratnasari & Senen, 2017) LCD (Liquid Crystal Display) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD bisa memunculkan gambar atau tulisan dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (pixel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya. (Evalina et al., 2022)



Gambar 2.12. Konfigurasi PIN LCD

Sumber : (Ratnasari and Senen, 2017)

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam waktu selama 5 bulan terhitung dari tanggal 2 Mei 2025 sampai 2 November 2025. Dimulai dengan persetujuan proposal ini sampai selesai penelitian. Penelitian diawali dengan kajian awal (tinjauan pustaka), merancang program alat dalam penelitian ini, pengambilan data, terakhir kesimpulan dan saran.

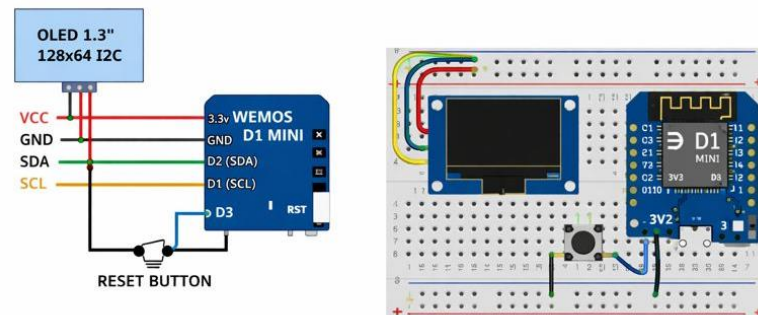
Adapun rincian waktu penelitian dapat dilihat pada tabel jadwal penelitian berikut ini :

No.	Uraian	Bulan Ke-				
		1	2	3	4	5
1.	Kajian literatur					
2.	Penyusunan proposal penelitian					
3.	Penulisan Bab 1 s/d Bab 3					
4.	Seminar proposal penelitian					
4.	Perancangan Alat					
5	Pengujian Alat					
6.	Seminar hasil penelitian					
7.	Sidang akhir					

Penelitian dilaksanakan pada Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

3.2. Konsep Dasar Alat

Konsep dasar perancangan alat adalah seperti pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Konsep Dasar Alat

Dari gambar 3.1 dapat dilihat beberapa komponen untuk menjadi suatu alat yaitu hour meter untuk sistem perentalan mobil. Dimana komponen utama pada alat ini yang bekerja sebagai sistem mikrokontroller adalah arduino, arduino dibantu dengan RTC sebagai alat penghubung dengan jam dunia. Dimana alat ini dapat menghitung jam walaupun alat dalam keadaan mati. Kemudian hasil bacaan hour meter akan ditampilkan pada LCD untuk melihat berapa lama mobil dipakai konsumen.

3.3. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan alat ukur digital ini adalah sebagai berikut :

- a. RTC

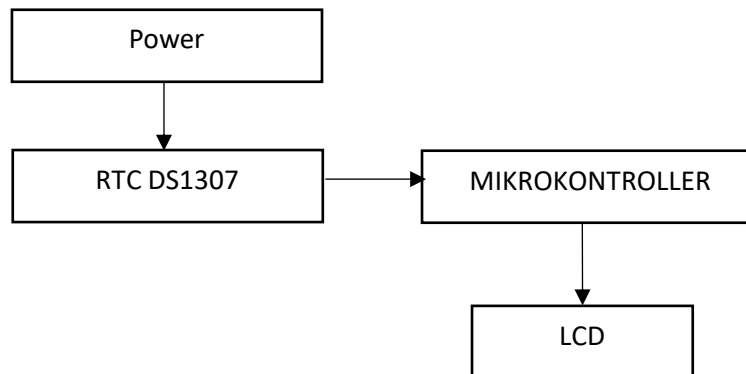
sebagai jam waktu nyata (Real Time Clock) yang berfungsi untuk mencatat waktu dan tanggal secara akurat, bahkan saat perangkat utama (seperti Arduino atau Raspberry Pi) dimatikan atau kehilangan daya. DS1307 juga memiliki fitur-fitur lain seperti kemampuan untuk menyimpan data dalam memori non-volatile dan output gelombang kotak yang dapat diprogram
- b. LCD

Sebagai output atau penampil ketika RTC menghitung waktu penggunaan mobil pada konsumen
- c. Kabel Jumper

Sebagai penghubung antara perangkat 1 dan lainnya

3.4. Diagram Blok Alat

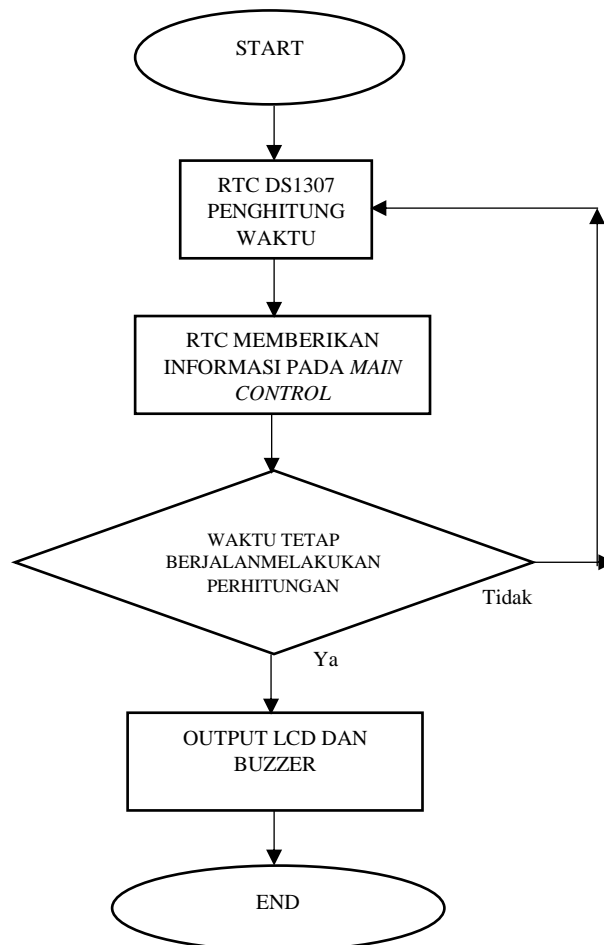
Adapun diagram blok alat yang akan dibuat adalah sebagai berikut :



Gambar 3.2. Diagram Blok Alat

3.5. Flowchart Alat

Adapun flowchart dari alat yang akan dirancang adalah sebagai berikut :



Gambar 3.3 Flowchart Alat

3.6. Metode Penelitian

Adapun metode pengujian alat yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Setelah alat ukur hour meter yang dirancang berhasil dibuat, maka tahap selanjutnya adalah menguji tingkat akurasi dari alat yang sudah jadi.
2. Adapun proses pengujian dilakukan dengan cara melakukan beberapa kali pengukuran waktu
3. Hasil dari alat yang telah dibuat dibandingkan dengan pembacaan dengan alat yang telah dibeli yaitu stopwatch
4. Kemudian hasil dari bacaan sensor dan output keluaran yang dihasilkan dari lcd dan buzzer
5. Maka akan dapat dilihat tingkat margin error oleh alat yang telah dibuat.
6. Apabila tingkat margin error rendah maka alat yang dibuat dapat dikatakan berhasil, namun apabila tingkat margin error tinggi maka diperlukan perbaikan dan evaluasi terhadap alat untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dalam pengukuran

BAB 4

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Pembuatan Alat

Pembuatan suatu sistem otomatisasi memerlukan tahapan yang terstruktur dan sistematis agar alat yang dihasilkan dapat bekerja sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Dalam penelitian ini, proses pembuatan alat dilakukan berdasarkan perencanaan yang matang, mulai dari tahap persiapan hingga tahap implementasi sistem. Setiap tahapan dirancang untuk memastikan bahwa sistem pencatatan hour meter berbasis Arduino yang dibangun memiliki tingkat akurasi, keandalan, serta kestabilan yang baik dalam mencatat durasi pemakaian kendaraan rental mobil.

Tahapan pembuatan alat disusun dengan mempertimbangkan aspek teknis perangkat keras dan perangkat lunak secara terintegrasi. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan sistem yang mampu bekerja secara otomatis, meminimalkan kesalahan pencatatan, serta meningkatkan validitas data pemakaian kendaraan. Oleh karena itu, uraian berikut menjelaskan secara rinci tahapan-tahapan pembuatan alat yang dilakukan dalam penelitian ini, mulai dari proses persiapan hingga alat siap digunakan.

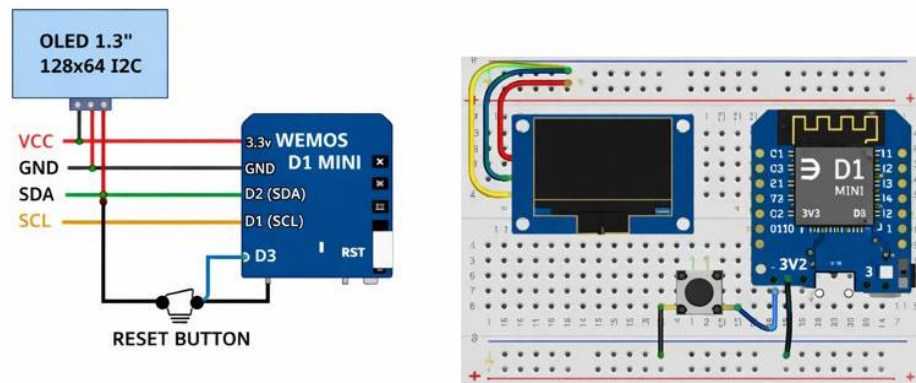
1. Persiapan

Tahap persiapan merupakan tahap awal dalam pembuatan sistem otomatisasi pencatatan hour meter kendaraan rental berbasis Arduino. Pada tahap ini dilakukan identifikasi permasalahan yang sering terjadi pada pencatatan waktu pemakaian kendaraan secara manual, seperti ketidakakuratan data dan potensi manipulasi pencatatan. Selain itu, dilakukan studi literatur terkait konsep hour meter, prinsip kerja mikrokontroler Arduino, serta sensor yang digunakan untuk mendeteksi kondisi kendaraan aktif. Hasil dari tahap persiapan ini digunakan sebagai dasar dalam menentukan kebutuhan sistem, spesifikasi teknis, dan konsep kerja alat yang akan dibangun.

2. Perancangan Sistem

Tahap perancangan sistem bertujuan untuk merancang alur kerja dan struktur sistem secara menyeluruh. Pada tahap ini ditentukan bagaimana

sistem bekerja mulai dari kendaraan dinyalakan hingga data waktu pemakaian ditampilkan dan disimpan. Perancangan mencakup penentuan hubungan antara sensor, mikrokontroler Arduino, LCD, buzzer, serta sumber daya. Diagram blok sistem dan diagram alir (flowchart) disusun untuk memberikan gambaran aliran data dan logika kerja sistem sebelum proses perakitan dilakukan.



Gambar 4.1 Rangkaian Alat

Gambar 4.1 menunjukkan rangkaian sistem tampilan menggunakan OLED 1,3 inci beresolusi 128×64 yang terhubung dengan mikrokontroler Wemos D1 Mini melalui komunikasi I2C. OLED berfungsi sebagai media tampilan informasi, sedangkan Wemos D1 Mini berperan sebagai pengendali utama yang memproses dan mengirimkan data ke layar melalui pin SDA dan SCL, sehingga rangkaian menjadi lebih sederhana dan efisien.

Catu daya OLED diperoleh dari pin 3.3V dan GND pada Wemos D1 Mini. Selain itu, rangkaian dilengkapi tombol reset yang dihubungkan ke pin RST dan GND untuk mengembalikan sistem ke kondisi awal saat terjadi gangguan atau kesalahan program. Secara keseluruhan, rangkaian ini dirancang sederhana, stabil, dan mendukung keandalan sistem pencatatan berbasis mikrokontroler..



Gambar 4.2 Design 3D Alat

Gambar 4.2 menampilkan desain casing alat pencatat waktu (timer rental) yang dirancang menggunakan perangkat lunak Fusion 360. Casing ini berfungsi sebagai pelindung sekaligus wadah bagi rangkaian elektronik sistem hour meter berbasis Arduino. Pada bagian depan casing terdapat lubang untuk layar tampilan yang digunakan menampilkan informasi waktu pemakaian kendaraan secara digital.

Desain casing dibuat dengan bentuk sederhana dan kokoh agar mudah dipasang serta aman digunakan di lingkungan kendaraan. Pada sisi samping terdapat tombol yang berfungsi sebagai input pengguna, sedangkan bagian belakang dilengkapi jalur kabel untuk koneksi daya dan sistem. Secara keseluruhan, desain casing ini mendukung aspek fungsional, keamanan, dan kerapian alat dalam penerapan sistem pencatatan hour meter rental mobil.

3. Perancangan Perangkat Keras

Tahap perancangan perangkat keras dilakukan dengan menentukan komponen-komponen yang digunakan serta konfigurasi rangkaian sistem. Pada tahap ini ditentukan jenis Arduino yang digunakan, sensor pendeteksi kondisi kendaraan aktif, modul LCD sebagai media tampilan, buzzer sebagai indikator, serta sumber catu daya sistem. Setiap komponen dirancang agar saling terhubung dengan benar sesuai dengan fungsi masing-masing, sehingga sistem dapat bekerja secara stabil dan aman saat dioperasikan.

4. Perancangan Perangkat Lunak

Tahap perancangan perangkat lunak dilakukan dengan menyusun program yang akan dijalankan pada mikrokontroler Arduino. Program dirancang untuk membaca input dari sensor, melakukan perhitungan waktu pemakaian kendaraan secara otomatis, menampilkan hasil perhitungan pada LCD, serta mengaktifkan buzzer sesuai kondisi tertentu. Logika pemrograman disusun agar sistem hanya menghitung waktu saat kendaraan dalam kondisi aktif dan berhenti menghitung ketika kendaraan mati, sehingga data yang dihasilkan sesuai dengan kondisi pemakaian sebenarnya.

Adapun program yang disusun adalah sebagai berikut :

```
#include <Arduino.h>
#include <U8g2lib.h>
#include <Wire.h>
// OLED SH1106 128x64 I2C
U8G2_SH1106_128X64_NONAME_F_HW_I2C u8g2(
  U8G2_R0,
  U8X8_PIN_NONE,
  D1, // SCL
  D2 // SDA
);
// Tombol reset
#define BTN_RESET D3
// ===== TIMER =====
unsigned long lastMillis = 0;
unsigned long seconds = 0;
unsigned int minutes = 0;
unsigned int hours = 0;
// ===== BUTTON LOGIC =====
unsigned long lastButtonTime = 0;
unsigned long lastPressTime = 0;
uint8_t pressCount = 0;
#define REQUIRED_PRESSES 3
#define PRESS_TIMEOUT 1500
#define DEBOUNCE_DELAY 200
void drawCenterText(const char* text, uint8_t y) {
  uint16_t w = u8g2.getStrWidth(text);
```

```

    u8g2.drawStr((128 - w) / 2, y, text);
}
void resetTimer() {
    seconds = 0;
    minutes = 0;
    hours = 0;
    lastMillis = millis();
}
void setup() {
    Serial.begin(9600);
    pinMode(BTN_RESET, INPUT_PULLUP);
    u8g2.begin();
}
void loop() {
    // ===== BUTTON TRIPLE PRESS =====
    bool btnPressed = (digitalRead(BTN_RESET) == LOW);
    if (btnPressed && (millis() - lastButtonTime > DEBOUNCE_DELAY)) {
        lastButtonTime = millis();
        // Hitung press
        pressCount++;
        lastPressTime = millis();
        if (pressCount >= REQUIRED_PRESSES) {
            resetTimer();
            pressCount = 0; // reset counter setelah reset timer
        }
    }
    // Timeout jika jeda terlalu lama
    if (pressCount > 0 && (millis() - lastPressTime > PRESS_TIMEOUT)) {
        pressCount = 0;
    }
    // ===== TIMER =====
    if (millis() - lastMillis >= 1000) {
        lastMillis = millis();
        seconds++;
        if (seconds >= 60) {
            seconds = 0;
            minutes++;
        }
        if (minutes >= 60) {

```

```

    minutes = 0;
    hours++;
}
if (hours > 999) {
    hours = 999;
}
}
// ===== DISPLAY =====
u8g2.clearBuffer();
u8g2.setFont(u8g2_font_6x12_tf);
drawCenterText("  TIMER RENTAL  ", 12);
drawCenterText(" ARDUINO MINI PROJECT", 26);
char timeBuffer[12];
sprintf(timeBuffer, "%lu:%02u:%02lu", hours, minutes, seconds);
u8g2.setFont(u8g2_font_logisoso20_tf);
uint16_t timeWidth = u8g2.getStrWidth(timeBuffer);
u8g2.drawStr((128 - timeWidth) / 2, 56, timeBuffer);
u8g2.sendBuffer();
}

```

5. Perakitan Alat

Tahap perakitan alat dilakukan dengan menggabungkan seluruh komponen perangkat keras sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Proses perakitan meliputi pemasangan Arduino, sensor, LCD, buzzer, serta sumber daya pada papan rangkaian. Setiap koneksi diperiksa untuk memastikan tidak terjadi kesalahan pemasangan yang dapat menyebabkan sistem tidak bekerja atau mengalami kerusakan. Setelah perakitan selesai, alat siap untuk dilakukan pengujian awal.



Gambar 4.3 Gambar Alat

6. Pengujian dan Kalibrasi

Tahap pengujian dan kalibrasi bertujuan untuk memastikan bahwa alat yang telah dirakit dapat bekerja sesuai dengan perancangan. Pada tahap ini dilakukan pengujian fungsi setiap komponen, seperti sensor, LCD, dan buzzer, serta pengujian keseluruhan sistem dalam mencatat waktu pemakaian kendaraan. Kalibrasi dilakukan dengan membandingkan hasil pencatatan waktu sistem dengan alat ukur pembanding berupa stopwatch untuk mengetahui tingkat akurasi dan margin error sistem.

7. Evaluasi dan Penyempurnaan Alat

Tahap evaluasi dan penyempurnaan dilakukan berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan. Jika ditemukan kesalahan atau ketidaksesuaian hasil pengukuran, maka dilakukan perbaikan baik pada rangkaian maupun pada program Arduino. Tahap ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi, kestabilan, dan keandalan sistem sebelum alat dinyatakan siap digunakan sebagai sistem pencatatan hour meter kendaraan rental.

8. Implementasi Alat

Tahap implementasi merupakan tahap akhir dari proses pembuatan alat. Pada tahap ini, sistem yang telah diuji dan disempurnakan diterapkan pada kendaraan rental untuk digunakan dalam pencatatan waktu pemakaian kendaraan secara nyata. Data yang dihasilkan oleh sistem digunakan sebagai acuan pencatatan durasi pemakaian kendaraan, sehingga dapat

meningkatkan validitas dan transparansi data bagi pihak penyedia jasa rental dan konsumen.

4.2. Pengujian Sistem Hour Meter

Setelah proses perancangan dan pembuatan alat sistem otomatisasi pencatatan hour meter berbasis Arduino selesai dilakukan, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian terhadap alat yang telah dibangun. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja, akurasi, dan keandalan sistem dalam mencatat durasi waktu pemakaian kendaraan rental mobil secara otomatis. Melalui proses pengujian, dapat diketahui sejauh mana sistem bekerja sesuai dengan perancangan serta apakah alat mampu memenuhi tujuan penelitian yang telah ditetapkan.

Pengujian alat dilakukan secara bertahap dengan beberapa jenis pengujian yang mencakup aspek pengukuran waktu, respon sensor, stabilitas pencatatan jangka panjang, serta ketahanan sistem terhadap kondisi kendaraan yang sering mengalami ON dan OFF. Setiap pengujian dilakukan dengan prosedur yang terkontrol dan menggunakan alat ukur pembanding untuk memperoleh data yang objektif. Hasil dari pengujian ini selanjutnya dianalisis untuk menentukan tingkat akurasi sistem dan sebagai dasar evaluasi serta penyempurnaan alat sebelum dinyatakan layak digunakan.

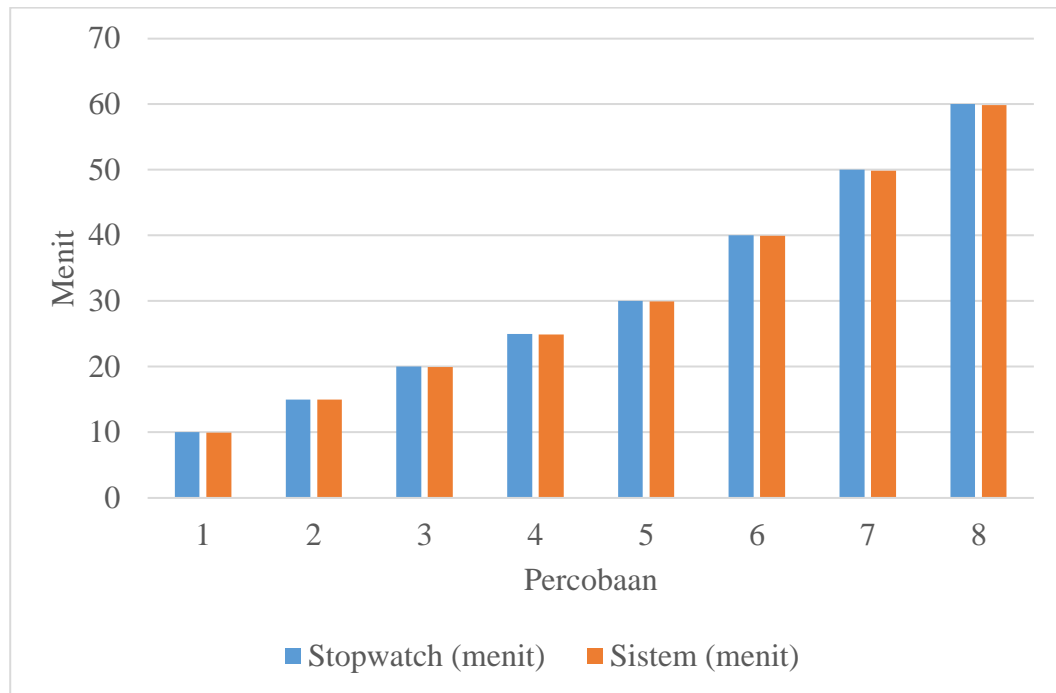
4.2.1. Pengujian Pengukuran Waktu

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi sistem hour meter berbasis Arduino dalam mencatat durasi waktu pemakaian kendaraan dengan membandingkannya terhadap alat ukur standar berupa stopwatch.

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Pengukuran Waktu

No	Stopwatch (menit)	Sistem (menit)	Selisih (menit)	Error (%)
1	10	9,98	0,02	0,2
2	15	14,97	0,03	0,2
3	20	19,96	0,04	0,2
4	25	24,95	0,05	0,2
5	30	29,94	0,06	0,2
6	40	39,92	0,08	0,2

No	Stopwatch (menit)	Sistem (menit)	Selisih (menit)	Error (%)
7	50	49,9	0,1	0,2
8	60	59,88	0,12	0,2



Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Stopwatch dan Alat

Rumus Error

$$\text{Error (\%)} = \frac{|\text{Waktu Stopwatch} - \text{Waktu Sistem}|}{\text{Waktu Stopwatch}} \times 100\% \dots\dots\dots(4.1)$$

Contoh Perhitungan

$$\text{Error} = \frac{|10 - 9,98|}{10} \times 100\% = 0,20\% \dots\dots\dots(4.2)$$

Berdasarkan Tabel 4.1, dapat dilihat hasil pengujian pengukuran waktu yang membandingkan pencatatan durasi waktu antara sistem hour meter berbasis Arduino dengan alat ukur standar berupa stopwatch. Pengujian dilakukan sebanyak delapan kali percobaan dengan variasi waktu mulai dari 10 menit hingga 60 menit. Hasil pengujian menunjukkan bahwa terdapat selisih waktu yang relatif kecil antara pembacaan stopwatch dan sistem, dengan nilai selisih yang meningkat seiring bertambahnya durasi pengujian. Namun demikian, nilai error yang dihasilkan pada setiap percobaan tetap konstan sebesar 0,2%, yang menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi yang baik dan konsisten.

Pada Gambar 4.4, ditampilkan grafik perbandingan antara hasil pengukuran waktu menggunakan stopwatch dan hasil pencatatan oleh sistem. Grafik menunjukkan bahwa nilai waktu yang dicatat oleh sistem mengikuti pola yang hampir sama dengan nilai waktu pada stopwatch. Perbedaan tinggi batang grafik antara kedua pengukuran sangat kecil, sehingga secara visual dapat disimpulkan bahwa sistem mampu mencatat durasi waktu pemakaian kendaraan dengan akurat. Kesamaan tren antara kedua grafik juga menegaskan bahwa sistem bekerja secara stabil dan dapat diandalkan untuk pencatatan waktu pemakaian kendaraan rental.

4.2.2. Pengujian Respon Sensor

Setelah dilakukan pengujian akurasi pengukuran waktu, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian terhadap respon sensor yang digunakan dalam sistem. Pengujian ini penting untuk memastikan bahwa sensor mampu mendeteksi perubahan kondisi kendaraan secara cepat dan tepat, baik saat kendaraan dinyalakan (ON) maupun dimatikan (OFF). Respon sensor yang baik akan sangat berpengaruh terhadap ketepatan sistem dalam memulai dan menghentikan pencatatan waktu pemakaian kendaraan.

Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Pengukuran Waktu

No	Kondisi	Waktu Respon (detik)
1	ON	0,8
2	OFF	0,6
3	ON	0,9
4	OFF	0,7
5	ON	0,8
6	OFF	0,6

Rumus Rata-rata Respon

$$\text{Rata-rata} = \frac{\sum \text{Waktu Respon}}{n} \dots\dots\dots(4.1)$$

Perhitungan

$$\text{Rata-rata} = \frac{0,8 + 0,6 + 0,9 + 0,7 + 0,8 + 0,6}{6} = 0,73 \text{ detik}$$

Berdasarkan Tabel 4.2, ditunjukkan hasil pengujian waktu respon sensor dalam mendeteksi kondisi kendaraan saat dinyalakan (ON) dan dimatikan (OFF). Pengujian dilakukan sebanyak enam kali percobaan dengan kondisi ON dan OFF secara bergantian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu respon sensor berada pada rentang 0,6 hingga 0,9 detik, dengan rata-rata waktu respon yang relatif singkat.

Waktu respon saat kondisi kendaraan ON cenderung sedikit lebih lama dibandingkan dengan kondisi OFF. Hal ini disebabkan oleh proses awal pendeteksian sinyal ketika kendaraan mulai dinyalakan. Meskipun demikian, selisih waktu respon tersebut masih tergolong kecil dan tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap pencatatan durasi waktu pemakaian kendaraan. Dengan waktu respon yang cepat dan stabil, sensor dinilai mampu mendukung kinerja sistem hour meter dalam mendeteksi kondisi kendaraan secara andal.

Sensor memiliki waktu respon rata-rata 0,73 detik, sehingga sistem dapat mendeteksi perubahan kondisi kendaraan dengan cepat tanpa menyebabkan kesalahan pencatatan waktu yang signifikan.

4.2.3. Pengujian Stabilitas Pencatatan Jangka Panjang

Setelah sistem diuji dari sisi akurasi pengukuran waktu dan respon sensor, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian stabilitas pencatatan dalam jangka waktu yang panjang. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa sistem hour meter berbasis Arduino mampu bekerja secara konsisten dan stabil ketika digunakan secara terus-menerus. Dengan adanya pengujian ini, dapat diketahui apakah sistem mengalami penyimpangan pencatatan atau penurunan kinerja seiring bertambahnya durasi penggunaan.

Tabel 4.3 Data Hasil Stabilitas Pencatatan Jangka Panjang

Durasi Uji	Stopwatch (menit)	Sistem (menit)	Selisih (menit)
1 jam	60	59,88	0,12
2 jam	120	119,76	0,24
3 jam	180	179,64	0,36

Rumus Error Jangka Panjang

$$\text{Error (\%)} = \frac{\text{Selisih}}{\text{Waktu Stopwatch}} \times 100\% \dots\dots\dots(4.2)$$

Contoh Perhitungan

$$\text{Error} = \frac{0,36}{180} \times 100\% = 0,20\%$$

Berdasarkan hasil pengujian stabilitas pencatatan jangka panjang yang ditunjukkan pada tabel, sistem hour meter berbasis Arduino diuji secara kontinu dengan durasi 1 jam, 2 jam, dan 3 jam. Pada pengujian 1 jam, waktu yang tercatat pada stopwatch adalah 60 menit, sedangkan sistem mencatat waktu sebesar 59,88 menit, sehingga diperoleh selisih sebesar 0,12 menit. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan pencatatan waktu dengan penyimpangan yang sangat kecil pada durasi penggunaan awal.

Selanjutnya, pada pengujian dengan durasi 2 jam, stopwatch menunjukkan waktu 120 menit dan sistem mencatat 119,76 menit dengan selisih 0,24 menit. Peningkatan selisih ini sebanding dengan bertambahnya waktu pengujian, namun nilainya masih tergolong kecil dan menunjukkan bahwa sistem tetap bekerja secara konsisten tanpa adanya lonjakan kesalahan pencatatan yang signifikan.

Pada pengujian dengan durasi terpanjang, yaitu 3 jam, stopwatch mencatat waktu 180 menit sementara sistem mencatat 179,64 menit dengan selisih sebesar 0,36 menit. Perhitungan error dilakukan dengan membandingkan selisih terhadap waktu standar stopwatch, sehingga diperoleh nilai error sebesar 0,20%. Nilai error ini tergolong rendah dan menunjukkan bahwa sistem hour meter memiliki tingkat stabilitas pencatatan yang baik meskipun digunakan dalam jangka waktu yang panjang.

Secara keseluruhan, hasil pengujian stabilitas pencatatan jangka panjang menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara andal dan stabil dengan tingkat kesalahan yang relatif kecil. Hal ini membuktikan bahwa sistem layak digunakan untuk pemantauan durasi operasional kendaraan atau peralatan secara terus-menerus tanpa mengalami penurunan kinerja yang berarti.

4.2.4. Pengujian Ketahanan Sistem terhadap ON–OFF Berulang

Setelah dilakukan pengujian akurasi pengukuran waktu, respon sensor, serta stabilitas pencatatan jangka panjang, tahap pengujian selanjutnya difokuskan pada aspek ketahanan sistem terhadap kondisi operasional yang dinamis. Dalam penggunaan nyata, sistem tidak hanya bekerja secara kontinu, tetapi juga sering mengalami kondisi hidup (ON) dan mati (OFF) secara berulang, baik disengaja maupun akibat faktor eksternal seperti pemutusan sumber daya atau pengoperasian kendaraan.

Oleh karena itu, diperlukan pengujian ketahanan sistem terhadap ON–OFF berulang untuk mengetahui kemampuan sistem hour meter berbasis Arduino dalam mempertahankan kinerja, keandalan pencatatan waktu, serta kestabilan fungsi sensor dan mikrokontroler setelah mengalami siklus hidup-mati secara berulang. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem tidak mengalami gangguan, kehilangan data pencatatan, maupun penurunan performa akibat proses ON–OFF yang dilakukan secara terus-menerus, sehingga sistem dapat dinyatakan layak dan aman digunakan dalam kondisi operasional sebenarnya.

Tabel 4.4 Pengujian Ketahanan Sistem terhadap ON–OFF Berulang

Jumlah ON–OFF	Stopwatch (menit)	Sistem (menit)	Selisih (menit)
5 kali	25	24,95	0,05
10 kali	50	49,9	0,1
15 kali	75	74,85	0,15

Rumus Error

$$\text{Error (\%)} = \frac{\text{Selisih}}{\text{Waktu Stopwatch}} \times 100\% \dots\dots\dots(4.3)$$

Contoh Perhitungan

$$\text{Error} = \frac{0,15}{75} \times 100\% = 0,20\%$$

Tabel 4.4 menunjukkan hasil pengujian ketahanan sistem terhadap operasi ON–OFF yang dilakukan secara berulang sebanyak 5 kali, 10 kali, dan 15 kali. Pengujian ini membandingkan waktu yang diukur menggunakan stopwatch dengan

waktu yang tercatat pada sistem untuk mengetahui selisih dan tingkat kesalahan (error). Pada pengujian 5 kali ON–OFF, waktu stopwatch tercatat 25 menit, sedangkan sistem menunjukkan 24,95 menit dengan selisih 0,05 menit. Pada 10 kali ON–OFF, waktu stopwatch 50 menit dan sistem 49,9 menit dengan selisih 0,1 menit. Selanjutnya, pada 15 kali ON–OFF, waktu stopwatch 75 menit dan sistem 74,85 menit dengan selisih 0,15 menit. Persentase error dihitung menggunakan rumus $\text{Error (\%)} = (\text{Selisih} / \text{Waktu Stopwatch}) \times 100\%$. Sebagai contoh, pada pengujian 15 kali ON–OFF diperoleh nilai error sebesar $(0,15/75) \times 100\% = 0,20\%$. Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun frekuensi ON–OFF meningkat, selisih waktu yang terjadi relatif kecil dan persentase error berada pada tingkat yang sangat rendah, sehingga sistem dapat dinyatakan memiliki akurasi dan kestabilan yang baik dalam pengoperasian berulang.

4.3. Pembahasan

1. Merancang dan membangun sistem pencatatan hour meter kendaraan berbasis Arduino yang bekerja secara otomatis

Perancangan sistem hour meter berbasis Arduino dilakukan dengan pendekatan sistem terintegrasi yang menggabungkan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) untuk mencatat durasi waktu aktif kendaraan secara otomatis. Berdasarkan hasil pengujian akurasi pengukuran waktu, sistem menunjukkan tingkat kesalahan yang sangat kecil dan konsisten sebesar 0,20% pada berbagai variasi durasi pengujian, mulai dari 10 menit hingga 60 menit. Bahkan pada pengujian stabilitas jangka panjang hingga 3 jam, nilai error tetap berada pada angka yang sama tanpa menunjukkan adanya deviasi yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa algoritma pencatatan waktu yang ditanamkan pada Arduino mampu bekerja secara presisi dan stabil.

Selain itu, dalam pengujian ketahanan ON–OFF berulang, sistem tetap menunjukkan kinerja yang konsisten meskipun mengalami siklus hidup dan mati hingga 15 kali. Tidak ditemukan gangguan fungsi, reset sistem yang tidak terkontrol, maupun penyimpangan pencatatan waktu yang drastis. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dirancang telah

berhasil dibangun sesuai spesifikasi perancangan, mampu bekerja otomatis tanpa intervensi manual, serta memiliki reliabilitas yang baik untuk diaplikasikan pada kendaraan rental secara nyata.

2. Mengintegrasikan sensor pendeteksi waktu aktif kendaraan dengan sistem Arduino

Integrasi sensor dengan Arduino merupakan komponen kunci dalam memastikan sistem mampu mendeteksi kondisi kendaraan secara real-time. Berdasarkan hasil pengujian respon sensor, diperoleh waktu respon dalam rentang 0,6 hingga 0,9 detik dengan rata-rata 0,73 detik. Waktu respon ini tergolong cepat dan menunjukkan bahwa sensor mampu mendeteksi perubahan kondisi kendaraan (ON dan OFF) secara akurat tanpa jeda yang mengganggu pencatatan waktu.

Walaupun terdapat sedikit perbedaan waktu respon antara kondisi ON dan OFF, selisih tersebut sangat kecil dan tidak berpengaruh signifikan terhadap akumulasi durasi pencatatan. Integrasi yang baik ini membuktikan bahwa komunikasi antara sensor dan mikrokontroler berjalan stabil, sehingga setiap perubahan status kendaraan langsung diproses oleh sistem. Dengan performa respon yang cepat dan konsisten, sistem mampu memulai dan menghentikan pencatatan waktu secara tepat sesuai kondisi aktual mesin kendaraan, sehingga mengurangi kemungkinan kesalahan akibat keterlambatan deteksi.

3. Menyimpan data durasi pemakaian dalam bentuk digital dan dapat diakses kembali

Sistem yang dirancang tidak hanya mencatat waktu, tetapi juga menyimpan data pemakaian secara digital sehingga dapat dijadikan sebagai arsip operasional. Hasil pengujian stabilitas jangka panjang menunjukkan bahwa data yang direkam tetap konsisten meskipun sistem beroperasi hingga 3 jam secara terus-menerus. Nilai selisih waktu meningkat secara proporsional terhadap durasi, namun persentase error tetap konstan di angka 0,20%, yang menandakan tidak adanya drift waktu yang signifikan dalam proses penyimpanan data.

Pada pengujian ketahanan ON–OFF berulang, sistem juga tidak mengalami kehilangan data atau gangguan pencatatan. Hal ini mengindikasikan bahwa mekanisme penyimpanan digital yang digunakan telah mampu menjaga integritas data selama sistem aktif maupun setelah mengalami siklus hidup-mati. Dengan kemampuan ini, data durasi pemakaian kendaraan dapat ditampilkan kembali, dianalisis, dan digunakan sebagai dasar perhitungan biaya sewa secara objektif. Keandalan penyimpanan digital ini menjadi fondasi penting dalam meningkatkan transparansi manajemen rental kendaraan.

4. Menyediakan sistem yang dapat meningkatkan validitas data dan mengurangi manipulasi dalam pencatatan pemakaian rental mobil

Salah satu permasalahan utama dalam sistem rental mobil konvensional adalah potensi manipulasi pencatatan waktu pemakaian yang dilakukan secara manual. Dengan sistem hour meter berbasis Arduino yang bekerja otomatis berdasarkan kondisi aktual kendaraan, pencatatan menjadi lebih objektif dan berbasis data nyata. Tingkat akurasi yang konsisten sebesar 0,20%, didukung respon sensor yang cepat serta kestabilan sistem dalam pengujian jangka panjang dan ON–OFF berulang, menunjukkan bahwa data yang dihasilkan dapat dipercaya.

Karena sistem mencatat waktu sejak kendaraan dinyalakan hingga dimatikan secara otomatis, peluang rekayasa data secara manual dapat diminimalkan. Data tersimpan secara digital dan tidak bergantung pada input manusia, sehingga mengurangi risiko kesalahan pencatatan maupun manipulasi untuk kepentingan tertentu. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya memenuhi aspek teknis keakuratan dan stabilitas, tetapi juga memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan validitas, transparansi, dan akuntabilitas pengelolaan operasional rental mobil.

BAB 5

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat ditarik pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sistem hour meter berbasis Arduino berhasil dirancang dan dibangun dengan kinerja yang akurat dan stabil.

Berdasarkan hasil pengujian pengukuran waktu, sistem menunjukkan tingkat kesalahan (error) yang konsisten sebesar 0,20% pada berbagai variasi durasi, mulai dari 10 menit hingga 60 menit, serta pada pengujian jangka panjang hingga 3 jam. Nilai error yang rendah dan konstan tersebut membuktikan bahwa sistem mampu bekerja secara presisi dalam mencatat durasi waktu aktif kendaraan secara otomatis sesuai dengan tujuan penelitian.

2. Integrasi sensor pendeteksi kondisi ON–OFF kendaraan dengan Arduino berjalan efektif dan responsif.

Hasil pengujian respon sensor menunjukkan waktu respon dalam rentang 0,6–0,9 detik dengan rata-rata 0,73 detik. Waktu respon yang cepat dan stabil ini memastikan sistem mampu memulai dan menghentikan pencatatan waktu secara tepat ketika kendaraan dinyalakan maupun dimatikan, sehingga mendukung keakuratan total durasi pemakaian.

3. Sistem mampu menyimpan dan menjaga konsistensi data pencatatan waktu dalam bentuk digital tanpa kehilangan data.

Pengujian stabilitas jangka panjang dan pengujian ON–OFF berulang hingga 15 kali menunjukkan bahwa sistem tetap bekerja dengan baik tanpa gangguan atau reset data yang tidak diinginkan. Persentase error tetap stabil sebesar 0,20%, yang menunjukkan bahwa mekanisme pencatatan dan penyimpanan data berlangsung secara konsisten dan andal untuk penggunaan berkelanjutan.

4. Berdasarkan hasil pengujian stabilitas jangka panjang dan ketahanan terhadap ON–OFF berulang, sistem hour meter berbasis Arduino

menunjukkan tingkat error yang sangat kecil dan kinerja yang konsisten. Hal ini membuktikan bahwa sistem mampu mencatat waktu operasional secara akurat dan stabil, baik dalam penggunaan terus-menerus maupun kondisi operasional dinamis. Dengan demikian, sistem ini efektif dalam meningkatkan validitas data serta meminimalkan potensi manipulasi pencatatan pemakaian rental mobil, sehingga data yang dihasilkan lebih akurat, transparan, dan dapat dipercaya.

5.2. Saran

1. Pengembangan sistem dengan fitur monitoring berbasis IoT. Untuk meningkatkan fungsionalitas sistem, disarankan agar hour meter dikembangkan dengan integrasi modul komunikasi seperti WiFi atau GSM sehingga data durasi pemakaian kendaraan dapat dipantau secara real-time melalui aplikasi atau dashboard berbasis web. Dengan demikian, pemilik rental dapat melakukan pengawasan jarak jauh serta memperoleh laporan penggunaan kendaraan secara otomatis dan terstruktur.
2. Penambahan sistem keamanan dan proteksi perangkat. Agar sistem lebih tahan terhadap gangguan kelistrikan kendaraan, disarankan untuk menambahkan rangkaian proteksi seperti voltage regulator yang lebih stabil, sekering (fuse), serta casing pelindung yang aman dari getaran dan panas mesin. Hal ini penting untuk menjaga keawetan perangkat dan memastikan sistem tetap berfungsi optimal dalam jangka panjang pada kondisi operasional kendaraan yang dinamis.
3. Pengujian lanjutan dalam durasi dan kondisi operasional yang lebih variatif.

Meskipun hasil pengujian menunjukkan akurasi dan stabilitas yang baik, disarankan dilakukan pengujian lanjutan dengan durasi yang lebih panjang serta pada berbagai jenis kendaraan dan kondisi penggunaan (misalnya suhu tinggi, getaran ekstrem, atau pemakaian harian intensif). Pengujian lanjutan ini bertujuan untuk memastikan reliabilitas sistem dalam berbagai situasi nyata dan sebagai dasar penyempurnaan lebih lanjut sebelum implementasi skala besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Anugrah, D. (2025). Rancang Bangun Stopwatch sebagai Alat Pendukung Pengukuran Detak Jantung menggunakan Metode Palpasi. *Jurnal Litek : Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika*, 22(1), 63–68. <https://doi.org/10.30811/litek.v22i1.66>
- Istiyono, Y. P., & Firasanto, G. (2024). Implementasi Sistem Monitoring Running Hour dan Temperature pada Alat Berat Vibro HAMM dengan Teknologi IoT. *EPIC Journal of Electrical Power Instrumentation and Control*, 7(1), 108–116. <https://doi.org/10.32493/epic.v7i1.39346>
- Mantasia, Nurhayati, & Yuniarti, Y. (2021). Rancang Bangun Pengatur Waktu Otomatis Untuk Peralatan Listrik Rumah Tangga. *Jetc*, 16(1), 12–21.
- Muhammad Ikhwan Ardiansyah. (2020). *Rancang Bangun Reaction Timer Dengan Keypad Dan Penyimpan Data*. 2, 73–80.
- Setiorini, I. (2014). Rancang Bangun Smart Timer Sebagai Alat Pengukur Waktu Dan Kecepatan Untuk Media Pembelajaran Gerak Lurus. *Jurnal Fisika*, 03(02), 53–59.
- Talakua, E., Hidayat, A. A., & Erwin Dhaniswara. (2024). Penerapan Hours Meter Berbasis Arduino Guna Monitoring Perawatan Ballast Water Treatment System. *KONSTELASI: Konvergensi Teknologi Dan Sistem Informasi*, 4(2), 1–12. <https://doi.org/10.24002/konstelasi.v4i2.10127>
- Chamim, Anna Nur Nazilah. 2010. “Penggunaan Mikrokontroller Sebagai Pendeteksi Posisi Dengan Menggunakan Sinyal Gsm.” *Jurnal Informatika* 4(1): 430–39.
- Fitriandi, A, E Komalasari, H Gusmedi - Jurnal Rekayasa dan, and undefined 2016. 2016. “Rancang Bangun Alat Monitoring Arus Dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler Dengan SMS Gateway.” *Academia.Edu* 10(2).
- Fransiscus, Harianto, Susijanto Tri Rasmana. 2016. “Rancang Bangun Alat Pembatas Arus Listrik Dan Monitoring Pemakaian Daya Pada Rumah Sewa Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno.” *Journal of Control and Network Systems* 5(1): 136–43.

- Iksan, Fahrudin Nur, and Gunawan Tjahjadi. 2018. "Perancangan Stop Kontak Pengendali Energi Listrik Dengan Sistem Keamanan Hubung Singkat Dan Fitur Notifikasi Berbasis Internet of Things (IoT)." *Jurnal Elektro* 11(2): 83–92.
- Kadir, Abdul. 2013. "Pengertian Arduino." *Arduino* (1): 6–21.
- Leny, Eno May. 2019. "Sistem Current Limiter Dan Monitoring Arus Serta Tegangan Menggunakan Sms Untuk Proteksi Pada Penggunaan Beban Rumah Tangga." *Jurnal Teknik Elektro* 08(1): 8.
- Mario, Boni P Lapanporo, and Muliadi. 2018. "Rancang Bangun Sistem Proteksi Dan Monitoring Penggunaan Daya Listrik Pada Beban Skala Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler ATmega328P." *ProQuest Dissertations and Theses* VI(01): 329.
- Nugroho, Nalaprana, and Sri Agustina. 2013. "Perancangan Setting Rele Proteksi Arus Lebih Pada Motor Listrik Industri." *Transmisi* 15(1): 40–46.
- Pasaribu, Faisal Irsan, and Muhammad Reza. 2021. "Rancang Bangun Charging Station Berbasis Arduino Menggunakan Solar Cell 50 WP." *R E L E (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro* 3(2): 46–55.
- Ratnasari, Titi, and Adri Senen. 2017. "Perancangan Prototipe Alat Ukur Arus Listrik Ac Dan Dc Berbasis Mikrokontroler Arduino Dengan Sensor Arus Acs-712 30 Ampere." *Jurnal Sutet* 7(2): 28–33.
- Risanty, Rita Dewi, and Lutfi Arianto. 2015. "Rancang Bangun Sistem Pengendalian Listrik Ruangan Dengan Menggunakan Atmega 328 Dan Sms Gateway Sebagai Media Informasi." *Jurnal Sistem Informasi* 7(2): 1–10.
- Taif, Muhammad, Muhammad Yunus Hi. Abbas, and Mohammad Jamil. 2019. "Penggunaan Sensor Acs712 Dan Sensor Tegangan Untuk Pengukuran Jatuh Tegangan Tiga Fasa Berbasis Mikrokontroler Dan Modul Gsm/Gprs Shield." *PROtek : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro* 6(1).
- Toyib, Rozali, and Juni Hidayatullah. 2016. "Aplikasi Remote Kontrol Cpu/Laptop Jarak Jauh Dengan Media Serial Handphone Dengan Mikrokontroler." *Pseudocode* 3(1): 50–60.
- Wilutomo, Resnu Mauliyana Mukti, and Teguh Yuwono. 2017. "Rancang Bangun Memonitor Arus Dan Tegangan Serta Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa

- Menggunakan Web Berbasis Arduino Due.” *Gema Teknologi* 19(3): 19.
- Yohanes C, Saghoa, Sherwin R.U.A. Sompie, and Novi M. Tulung. 2018. “Kotak Penyimpanan Uang Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno.” *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer* 7(2): 167–74.
- Daniel Alexander Octavianus Turang. 2015. "Pengembangan Sistem Relay Pengendalian Dan Penghematan Pemakaian Lampu Berbasis Mobile". Jurnal UPN Veteran Yogyakarta



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
Jl. Kapten Muchtar Basri No.3 Medan Telp. (061)6622400

LEMBAR ASISTENSI BIMBINGAN

NAMA : Pratama Aulia Muhid
NPM : 2107220030
JUDUL : RANCANG BANGUN SISTEM OTOMATISASI PENCATATAN HOUR
METER RENTAL MOBIL BERBASIS ARDUINO UNTUK
PENINGKATAN VALIDITAS DATA PEMAKAIAN KONSUMEN

No.	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
	10 / 1 - 2021	Perbaiki rumus rounded	Sud
	25 / 1 - 2021	Perbaiki letak Pustaka	Sud
	10 / 2 - 2021	Tambahkan analisis pengguna alat	x Sud
	6 / 3 - 2021	Perbaiki lampiran 4	x Sud
	7 / 4 - 2021	Acc Sudas	Sud

Dosen Pembimbing

7/4 - 2021
Acc Sudas

Noorly Evalina, ST., MT



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 174/SK/BAN-PT/Ak.Pp/PT/III/2024
 Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
 https://fatek.umsu.ac.id fatek@umsu.ac.id umsumedan umsumedan umsumedan

Nomor
Lamp
Hal

: 781/ IL.3-AU/ UMSU-07/ F/2025
 : -
 : Undangan Sidang Tugas Akhir
 Jurusan Teknik Elektro

Medan, 27 Syawal 1447 H
 15 April 2026 M

Kepada: **Yth.Sdr.**

1. Noorly Evalina S.T, M.T (Dosen Pembimbing)
 2. Dr. Faisal Irsan Pasaribu S.T, M.T (Dosen Penguji - I)
 3. Rahmat Fauzi Siregar S.T, M.T (Dosen Penguji - II)
- di-
Medan.

Bismillahirrahmanirrahim.
 Assalamu'alaikum Wr.Wb

Dengan hormat,sesuai dengan Rekomendasi Ka. Prodi Teknik Elektro Tanggal 14 April 2026 tentang dosen Pembimbing Tugas Akhir maka melalui surat ini kami mengundang Saudara untuk menghadiri **SIDANG** Tugas Akhir, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara atas nama mahasiswa yang tersebut di bawah ini:

Nama : Pratama Aulia Muhid
 NPM : 2107220030
 Jurusan : Teknik Elektro
 Judul Tugas Akhir : **Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Pencatatan Hour Meter Rental Mobil Berbasis Arduino Untuk Peningkatan Validitas Data Pemakaian Konsumen**

Insyallah akan dilaksanakan pada :
 Hari / tanggal : **Jumat /17 April 2026**
 Waktu : 09.30 WIB s/d Selesai
 Tempat : Fakultas Teknik UMSU
 Jalan Muktar Basri No.: 03 Medan.

Demikian undangan ini kami sampaikan atas perhatian saudara kami ucapkan terima kasih. Akhirnya selamat dan sejahteralah kita semua Amin.



Wassalam,
 Dekan

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PENULIS

Nama : Pratama Aulia Muhid
 NPM : 2107220030
 Tempat, Tanggal Lahir : Sei Rotan, 14 Maret 2003
 Jenis Kelamin : Laki-laki
 Alamat : Jln Gardu Dusun VII Desa Sei Rotan Kec.Percut Sei
 Tuan Ka. Deli Serdang , Sumatra Utara
 Agama : Islam
 Pekerjaan : Mahasiswa
 No. Telp : 083197747297
 Email : pratama13kekasi@kekasi.com

DATA DIRI ORANG TUA

Nama Ayah : Alm.Mislan, SST
 Agama : Islam
 Nama Ibu : Juli Senatri, Amd.Kep
 Agama : Islam
 Alamat : Jln Gardu Dusun VII Desa Sei Rotan Kec.Percut Sei
 Tuan Ka. Deli Serdang , Sumatra Utara

RIWAYAT PENDIDIKA

2009 - 2015 : SD Yayasan Baitul Aziz
 2015 - 2018 : SMP Yayasan Baitul Aziz
 2018 - 2021 : SMA Yayasan Baitul Aziz
 2021 - 2026 : S1 Teknik Elektro Universitas
 Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU)