

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Pada penelitian ini, peneliti melakukan review *paper* penelitian yang berkaitan dengan kebisingan, monitoring kebisingan knalpot kendaraan, dan sistem monitoring berbasis *Internet of Things*. Tahap review *paper* ini dilakukan sebagai acuan untuk merancang sistem prototype dan pemilihan penerapan implementasi sistem berbasis *Internet of Things*.

Penelitian oleh Nuraida, dengan judul “Prototype Alat Uji Kebisingan Dan Emsisi Gas Pada Knalpot Kendaraan Bermotor Menggunakan *Arduino Uno*”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kebisingan dan emisi gas pada knalpot kendaraan [6]. Pada penelitian tahun 2018, pengujian ditujukan untuk membantu mendeteksi kebisingan yang ada diruang kelas. Konsentrasi belajar sangat dipengaruhi oleh banyak faktor, salah satunya kebisingan [10].

Pada penelitian tahun 2019, dimana pengujian dilakukan dengan menggunakan motor honda beat tahun 2011 dengan jenis knalpot *standard* dan knalpot *Racing*. Pengujian suhu dengan menggunakan *thermo gun* sedangkan pengujian kebisingan menggunakan *sound level meter* [11]. Pada tahun 2019, Ervina dan timnya melakukan penelitian yang melibatkan perancangan alat yang menggunakan sensor suara untuk mendeteksi kebisingan dengan menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT). Mereka menggunakan platform IoT *Thingspeak* sebagai server untuk menampilkan dan menyimpan data. Penelitian ini difokuskan pada pengujian tingkat kebisingan di area kampus, dengan pengukuran dilakukan pada 7 titik di luar gedung kampus [12].

Penelitian lain tentang kebisingan yang dilakukan oleh Maulana dkk pada tahun 2021, hasil pengujian dari alat tersebut nantinya dapat mendeteksi kebisingan suara sekaligus memberi peringatan berupa teks dan audio [13]. Penelitian yang dilakukan oleh Jonathan Oktavianus tahun 2022, pada penelitian tersebut bertujuan untuk membantu pihak kepolisian meminimalisir jumlah pelanggaran lalu lintas terkait suara knalpot *racing* pada kendaraan roda dua yang dapat mengganggu kenyamanan pengendara lain. Hasil deteksi kebisingan nantinya akan menampilkan

output pada LCD. Jika sistem mendeteksi tingkat kebisingan tinggi maka pada LCD akan tampil pasal dan jumlah denda [14].

Penelitian lain mengenai larangan penggunaan knalpot racing juga telah dilakukan sebelumnya. Penelitian ini berjudul "Penerapan Pasal 285 Ayat 1 Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Terhadap Pengguna Knalpot Racing (Studi di Kepolisian Resor Malang Kota)". Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kepolisian Resor Malang Kota, khususnya bagian Satuan Lalu Lintas, telah menerapkan Pasal 285 ayat (1) Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan terhadap kendaraan, terutama sepeda motor, yang menggunakan knalpot *Racing*. Dalam penelitian ini, peneliti menjelaskan bagaimana pihak Kepolisian Resor Malang Kota secara aktif melakukan penegakan hukum terhadap penggunaan knalpot *racing* yang melanggar aturan. Dengan menerapkan Pasal 285 ayat (1) tersebut, mereka melakukan penindakan terhadap pengendara yang menggunakan knalpot *Racing* yang menghasilkan suara yang melampaui batas kebisingan yang ditentukan oleh undang-undang. Penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih baik tentang upaya penegakan hukum terhadap penggunaan knalpot *racing* dan dampaknya terhadap kebisingan lingkungan. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat meningkatkan kesadaran pengendara untuk menghormati peraturan dan menjaga lingkungan dari polusi suara yang disebabkan oleh knalpot *racing* yang tidak sesuai dengan ketentuan [15].

Tabel 2. 1 *Review* Perbandingan Penelitian Terdahulu

No	Tahun Jurnal	Penulis	Judul	Komponen yang digunakan	Hasil Penelitian	Perbedaan Penelitian
1	2018	Widianti dkk	Rancang Bangun Pengontrolan dan Monitoring Kebisingan Ruangan Berbasis Mikrokontroler AVR ATmega 8535	Mikrokontroler AVR 8535, display dot matrik, sensor suara	Hasil penelitian tersebut telah berhasil dalam memonitor tingkat kebisingan dengan menampilkan peringatan pada dot matrix ketika tingkat kebisingan yang terdeteksi melebihi 56 dB.	Pengukuran kebisingan pada ruang kelas
2	2019	Kosasih dkk	Pengaruh Penggunaan Knalpot Modifikasi Terhadap Suhu dan Kebisingan Suara Pada Sepeda Motor	<i>Sound level meter, thermometer</i>	Knalpot yang dimodifikasi menghasilkan suhu gas buang yang lebih rendah daripada knalpot standar, namun tingkat kebisingannya lebih tinggi. Meskipun tingkat kebisingannya lebih bising daripada knalpot standar, namun tetap berada dalam batas maksimal yang diizinkan.	Pengukuran menggunakan <i>sound level meter</i>
3	2021	Maulana dkk	Rancang Bangun Alat Pendeteksi Dan Pemberi Peringatan Kebisingan Suara Berbasis Arduino (Studi Kasus: Perpustakaan Universitas Amikom Purwokerto)	<i>Arduino</i> , modul MP3 Player Catalex YX5300, <i>speaker</i>	Setelah dilakukan pengujian, hasilnya menunjukkan bahwa semua fungsi berjalan dengan baik dan sesuai yang diharapkan. Hasil pengujian tersebut mencakup kemampuan alat untuk mendeteksi dan menampilkan nilai desibel serta	Pengukuran kebisingan di kampus secara menyeluruh serta menggunakan <i>platform iot thingspeak</i>

No	Tahun Jurnal	Penulis	Judul	Komponen yang digunakan	Hasil Penelitian	Perbedaan Penelitian
					memberikan peringatan berupa teks dan suara jika terjadi kebisingan di dalam ruangan Perpustakaan Universitas AMIKOM Purwokerto.	
4	2022	Nuraida dkk	Prototype Alat Uji Kebisingan Dan Emisi Gas Pada Knalpot Kendaraan Bermotor Menggunakan Arduino Uno	<i>Arduino Uno</i> , Sensor MQ-2, adaptor, kabel jumper, LCD	Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat yang dikembangkan dapat mendeteksi emisi gas dan kebisingan pada knalpot motor. Sensor suara pada alat tersebut memiliki waktu respon sekitar 2-3 detik, sedangkan sensor MQ2 memiliki waktu respon sekitar 5-6 detik lebih	Jenis sensor suara yang digunakan serta tampilan <i>output</i> sistem menggunakan LCD.
5	2022	Jonathan Octavianus	Rancang bangun sistem pendeteksi kebisingan knalpot pada kendaraan bermotor sesuai aturan yang berlaku untuk membantu kinerja kepolisian berbasis <i>Internet of Things</i> pada kendaraan bermotor sesuai aturan yang berlaku untuk membantu kinerja kepolisian	Sensor GY-Max4466, Mikrokontroler Node MCU ESP 8266,LCD	<i>Output</i> dari deteksi kebisingan akan ditampilkan pada layar LCD. Jika sistem mendeteksi tingkat kebisingan yang tinggi, informasi tentang pasal dan jumlah denda akan ditampilkan pada layar LCD.	Jenis sensor yang digunakan.

2.2 DASAR TEORI

Dalam bab ini, akan disampaikan penjelasan mengenai dasar teori yang menjadi acuan dalam pengembangan penelitian ini. Beberapa teori yang akan digunakan yaitu sebagai berikut:

2.2.1 Definisi Kebisingan

Istilah kebisingan digunakan untuk menggambarkan keadaan ketika terdapat sumber bunyi yang ditimbulkan oleh suatu kegiatan tertentu pada waktu tertentu yang tidak disengaja dan dapat mencegah gangguan di sekitarnya. Menurut organisasi kesehatan dunia (WHO), kebisingan dapat dicirikan sebagai sinyal yang tidak lagi diperlukan dan berdampak negatif pada kualitas hidup, kesehatan manusia [16]. Kebisingan berasal dari kata bising yang berarti suara yang dihasilkan oleh gelombang suara dengan intensitas dan frekuensi yang tidak pasti. Sedangkan kebisingan sendiri merupakan efek yang tidak diinginkan yang disebabkan oleh aktivitas manusia atau kegiatan alam [17].

Tabel 2. 2 Standar Baku Kebisingan

Peruntukan Kawasan atau Lingkungan Kesehatan	Tingkat Kebisingan dB(A)
A. Peruntukan Kawasan	
1. Kawasan Pemukiman	55
2. Perdagangan dan Jasa	70
3. Perkantoran dan Perdagangan	65
4. Ruang Terbuka Hijau	50
5. Industri	70
6. Pemerintahan dan Fasilitas Umum	60
7. Rekreasi	70
8. Khusus	
a. Bandar Udara	
b. Stasiun Kereta Api	60
c. Pelabuhan Laut	70
d. Cagar Budaya	
B. Lingkungan Kegiatan	
1. Rumah Sakit atau sejenisnya	55
2. Sekolah atau sejenisnya	55
3. Tempat Ibadah atau sejenisnya	55

Definisi kebisingan menurut beberapa ahli:

1. Kebisingan menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja tahun 1999

Menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja (KEP-51/MEN/1999), kebisingan merujuk pada semua suara yang tidak diinginkan yang berasal dari mesin-mesin pabrik yang terletak di suatu lokasi tertentu dan dapat menyebabkan gangguan pada pendengaran. [18].

2. Kebisingan menurut Tigor

Kebisingan merujuk pada suara yang muncul di lingkungan kerja yang dapat membahayakan individu yang terpapar. Paparan suara bising dapat menyebabkan rasa sakit atau gangguan pendengaran. Suara bising juga dianggap sebagai polusi suara yang berpotensi membahayakan pendengarannya. Salah satu sumber kebisingan yaitu suara knalpot kendaraan. Knalpot kendaraan menghasilkan berbagai jenis suara, baik itu dari knalpot standar maupun knalpot yang telah dimodifikasi menjadi knalpot *racing*. [19].

Tabel 2. 3 Tingkat Bising Rata-Rata Biasa [20]

No	Jenis Bising	Nilai Bising (dB)
1	Kendaraan di jalan raya	76
2	Ruang tenang	40
3	Jalan pemukiman yang tenang	48
4	Lalu lintas kota pada jam sibuk	90

2.2.2 Sensor KY-038

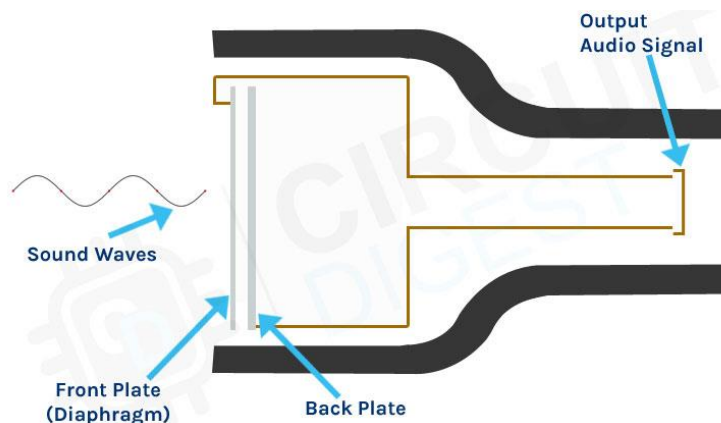
Sensor dalam konsepnya merupakan sebuah perangkat yang memiliki fungsi untuk mengubah efek non-elektrik menjadi sinyal listrik. Sensor LDR, sensor suara, sensor suhu, dan sensor pH yaitu beberapa contoh sensor yang sering digunakan dalam berbagai aplikasi [21]. Sensor suara yaitu sebuah perangkat yang berfungsi untuk mengubah gelombang suara menjadi sinyal listrik. Prinsip kerja sensor suara ini tergantung pada respons membran sensor terhadap intensitas gelombang suara yang diterimanya. Ketika gelombang suara yang diterima semakin kuat, membran pada sensor suara akan bergetar dan menghasilkan sinyal listrik yang sesuai [22]. Contoh dari sensor suara yaitu sensor suara KY-038.



Gambar 2. 1 Sensor KY-038

Sensor KY-038 merupakan salah satu komponen elektronik yang dapat digunakan dengan *Arduino*. Fungsinya yaitu untuk mendeteksi kebisingan atau suara di sekitarnya. Sensor ini memiliki sensitivitas tinggi dan dapat diatur menggunakan potensiometer yang terdapat pada modulnya. KY-038 menggunakan jenis mikrofon berbasis kapasitor yang disebut *Electret Condenser Microphone* (ECM). Mikrofon ini menggunakan elektret sebagai penyimpan muatan listrik dan menghasilkan tegangan sebagai respons terhadap perubahan tekanan suara.

Penggunaan ECM pada sensor KY-038 memungkinkan deteksi suara dengan akurasi dan sensitivitas tinggi. Sensor ini cocok digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk pengenalan suara, pemrosesan audio, dan proyek pengaktifan suara. KY-038 memiliki dua pin *output*, yaitu pin *output* analog dan pin *output* digital.



Gambar 2. 2 Diagram Fungsional Sensor KY-038

Pada Gambar 2.2, sensor KY-038 memiliki mikrofon kondensator yang terdiri dari dua pelat logam yang bermuatan. Pelat pertama disebut diafragma atau pelat depan, sementara pelat kedua disebut pelat belakang mikrofon. Kedua pelat ini membentuk kapasitor secara bersama-sama. Ketika gelombang suara mencapai diafragma mikrofon, diafragma mulai bergetar, mengubah jarak antara kedua pelat. Pergerakan diafragma dan perubahan jarak ini menghasilkan sinyal listrik yang sesuai dengan suara yang diambil oleh mikrofon. Sinyal ini kemudian diproses oleh op-amp yang ada pada modul sensor [23].

Sensor KY-038 memiliki dua komponen utama, yaitu mikrofon sebagai elemen perekam suara dan OP-Amp yang berfungsi untuk menguatkan sinyal suara. Mikrofon akan menerima sinyal suara dan mengirimkannya ke OP-Amp untuk diperkuat sebelum dikirim ke pin *output* sebagai sinyal listrik. Sinyal listrik tersebut dapat diolah oleh mikrokontroler untuk mengendalikan perangkat lain.

Sensor KY-038 menghasilkan tegangan analog yang berubah seiring dengan intensitas suara yang terdeteksi. Tegangan *output* ini dapat dibaca oleh pin *input* analog pada *Arduino* dan kemudian diubah menjadi nilai digital menggunakan analog-to-digital *converter* (ADC) pada mikrokontroler. Rentang tegangan *output* analog biasanya berkisar antara 0V hingga sekitar 5V, tergantung pada tingkat suara yang terdeteksi.

Jangkauan sensor KY-038 secara umum bisa mencapai sekitar 3-5 meter, tergantung pada kekuatan suara yang diterima. Namun, jangkauan ini dapat berbeda-beda tergantung pada lingkungan sekitar dan kondisi penggunaan [24].

Tabel 2. 4 Spesifikasi Sensor KY-038

Tegangan Operasi	4-6 Volt DC
<i>Microphone</i>	<i>Electret Condenser</i>
Pin <i>Output</i>	Analog <i>output</i> dan Digital <i>Ouput</i> (TTL)
Komparator	LM393
Sensitivitas	<i>Adjustable</i> melalui potensiometer
LED	<i>Input</i> LED dan <i>Output</i> LED

2.2.3 INTERNET OF THINGS (IOT)

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah pengembangan terbaru dalam dunia internet yang mewujudkan revolusi dalam komputasi dan komunikasi yang panjang dan berkelanjutan. Konsep IoT merujuk pada koneksi yang berkembang antara berbagai perangkat pintar, mulai dari peralatan elektronik hingga sensor yang terhubung ke jaringan internet. Dengan adanya IoT, perangkat-perangkat ini dapat saling berkomunikasi dan berbagi data secara langsung, memungkinkan pengontrolan dan pemantauan yang lebih efisien serta interaksi yang lebih seamless antar perangkat. Dengan potensi yang luas, IoT memiliki dampak yang signifikan dalam berbagai sektor, termasuk *smart home*, *smart city*, industri, pertanian, kesehatan, dan transportasi, membawa berbagai manfaat seperti penghematan energi, peningkatan efisiensi, dan solusi yang lebih cerdas dalam menjawab tantangan sosial dan ekonomi [25].

Konsep *Internet of Things (IoT)* mulanya dikenalkan pada tahun 1999. Istilah IoT terdiri dari dua kata, yaitu "Internet" sebagai pengatur konektivitas, dan "*Things*" yang menggambarkan mengenai suatu objek atau suatu perangkat. Dengan cara sederhana, "*Things*" memiliki kemampuan untuk mengumpulkan data dan mengirimkannya melalui Internet. Pada dasarnya, IoT yaitu proses menterjemahkan objek sehingga dapat mengirimkan data melalui jaringan. Selain itu, konsep IoT juga melibatkan gagasan tentang objek sehari-hari yang terhubung ke Internet dan dapat berkomunikasi dengan perangkat lain [26].

Internet of Things (IoT) telah banyak dimanfaatkan sebagai pengembangan untuk meningkatkan kecerdasan akses perangkat di berbagai sektor, seperti sektor lingkungan, sektor rumah sakit, sektor umum, sektor keamanan, dan sektor transportasi. Dalam konteks ini, IoT memungkinkan penggunaan perangkat elektronik yang umum seperti modul *Arduino* dan modul ESP untuk mengembangkan solusi IoT. *Arduino* menjadi salah satu modul yang populer digunakan dalam pengembangan proyek IoT, memberikan kemudahan dalam menghubungkan berbagai sensor dan perangkat lainnya. Di sisi lain, modul ESP juga sering digunakan karena memiliki kemampuan koneksi Wi-Fi yang memungkinkan integrasi dengan jaringan internet secara langsung. Kedua modul tersebut memberikan fleksibilitas dan kesempatan untuk mengembangkan berbagai aplikasi dan solusi IoT yang inovatif. Dengan perkembangan yang terus berlanjut,

IoT terus menjadi bidang yang menarik untuk eksplorasi dan implementasi dalam berbagai sektor kehidupan [27].

Internet of Things (IoT) memiliki tujuan utama untuk mengintegrasikan hubungan antara perangkat dengan perangkat, perangkat dengan pengguna (manusia), dan pengguna dengan pengguna secara lancar dan terhubung. Ada lima fungsi dasar yang terdapat pada perangkat IoT, yaitu:

1. *Tagging* (Identifikasi): Fungsi ini digunakan untuk mengidentifikasi suatu aktivitas atau transaksi dengan tujuan mengumpulkan data yang terkait dengan aktivitas tersebut.
2. *Monitoring*: Fungsi ini bertujuan untuk memantau aktivitas yang terjadi dan mengidentifikasi adanya aktivitas yang tidak biasa atau anomali berdasarkan data yang diterima dari proses identifikasi sebelumnya.
3. *Tracking*: Fungsi ini digunakan untuk melacak lokasi suatu objek atau perangkat dengan tujuan mengetahui posisi dan pergerakan perangkat tersebut.
4. *Control*: Fungsi ini bertujuan untuk memberikan kontrol atau pengendalian terhadap suatu aktivitas atau data yang konsisten. Dengan kontrol yang tepat, pengguna dapat mengatur dan mengelola perangkat IoT sesuai dengan kebutuhan dan preferensi.
5. *Analisis*: Fungsi ini digunakan untuk menganalisis data yang telah dikumpulkan dan memberikan informasi yang dapat dipahami dan bernilai dari aktivitas atau data yang diperoleh. Melalui analisis data, pengguna dapat mendapatkan wawasan dan pemahaman yang lebih dalam mengenai tren, pola, atau insight yang terkait dengan penggunaan perangkat IoT tersebut.

Secara keseluruhan, fungsi-fungsi dasar ini memungkinkan perangkat IoT untuk beroperasi secara efektif, memberikan pengalaman yang terhubung dan dapat disesuaikan untuk pengguna, serta memanfaatkan data yang dikumpulkan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang aktivitas dan lingkungan yang terkait. [26].



Gambar 2. 3 Konsep *Internet of Things*

Teknologi IoT dapat mencakup informasi yang diambil secara realtime ataupun berkala mengenai lingkungan yang ada disekitaran objek yang kemudian akan diubah menjadi data yang sesuai untuk dapat ditransmisikan melalui jaringan dan dikirimkan ke pusat data [28].

2.2.4 ESP32-CAM

ESP32-CAM merupakan *board* pengembangan berbasis ESP32 *low-cost* dengan dilengkapi kamera *onboard* yang berukuran kecil sehingga *board* ini banyak digunakan untuk aplikasi IoT. ESP32-CAM sudah terintegrasi dengan WiFi, *Bluetooth*. Kamera yang digunakan merupakan kamera bawaan mikrokontroler ESP32-CAM dengan seri kamera OV2640 yang memiliki resolusi 2 megapiksel [29].



Gambar 2. 4 Tampilan *Board* ESP32-CAM

Mikrokontroler ESP32-CAM merupakan mikrokontroler kembangan dari ESP8266. ESP32 tidak seperti pendahulunya yaitu ESP8266, ESP32 memiliki lebih banyak antarmuka. ESP32 dirilis oleh *Espressif Systems* pada tahun 2016. Mikrokontroler ESP32 memiliki jalur penghubung khusus untuk menghubungkan kamera OV2640, slot untuk kartu memori microSD dan *chip* ESP32-S itu sendiri.

Gambar yang ditangkap oleh kamera dapat disimpan pada kartu SD dalam format JPEG. Pada saat menghubungkan modul ke komputer, diperlukan sebuah adaptor dari UART ke USB. Kamera OV2640 memberikan kemampuan untuk mendapatkan dan menganalisis gambar objek yang ada di dalam ruangan, karena mikrokontroler yang bekerja dengan protokol tingkat rendah [30].

Tabel 2. 5 Spesifikasi ESP32-CAM

Spesifikasi	
Model modul	ESP32-CAM
<i>Package</i>	DIP-16
Ukuran	27*40.5*4.5(± 0.2) mm
<i>SPI Flash</i>	<i>Default</i> 32 Mbit
RAM	520KB SRAM +4M PSRAM
<i>Bluetooth</i>	<i>Bluetooth</i> 4.2 BR/EDR dan BLE standar
Wi-Fi	802.11 b/g/n
<i>Interface</i>	UART, SPI, I2C, PWM
TF Card	<i>Maximum support</i> 4G
<i>I/O port</i>	9
<i>UART baudrate</i>	<i>Default</i> 115200 bps
Format gambar <i>output</i>	JPEG (OV2640 <i>support only</i>), BMP, <i>GRAYSCALE</i>
<i>Spectrum range</i>	2412 ~2484MHz
Antena	<i>Onboard</i> PCB antenna, <i>gain</i> 2dBi
<i>Transmit Power</i>	802.11b: 17 \pm 2 dBm (@11Mbps) 802.11g: 14 \pm 2 dBm (@54Mbps) 802.11n: 13 \pm 2 dBm (@MCS7)
Keamanan	WPA/WPA2/WPA2- <i>Enterprise</i> /WPS
<i>Power Supply Range</i>	5V

2.2.5 Arduino Uno

Arduino merupakan suatu perangkat elektronika berbasis mikrokontroler yang bersifat *open source*, sehingga siapapun dapat menggunakan dan mengembangkan dengan gratis. *Arduino* terbagi menjadi dua bagian yaitu perangkat keras (berupa modul atau *board Arduino* yang telah dirancang khusus

agar mudah digunakan dan dapat digunakan) serta perangkat lunak dirancang secara sederhana agar dapat mudah digunakan. *Software Arduino* dilengkapi dengan *library* [31].



Gambar 2. 5 Tampilan *Board Arduino*

Arduino Uno merupakan *board* pengembangan yang menggunakan *chip* mikrokontroler ATmega328 sebagai pusat kendali. Pada *Arduino Uno*, terdapat 14 pin I/O digital dan 6 pin masukan analog yang dapat digunakan untuk menghubungkan sensor, aktuator, dan perangkat lainnya. Mikrokontroler bekerja pada frekuensi 16 MHz, yang memberikan kecepatan pemrosesan yang cukup untuk berbagai aplikasi. Selain itu, *Arduino Uno* dilengkapi dengan konektor USB yang memungkinkan pengguna untuk menghubungkannya ke komputer untuk mengunggah kode program dan berkomunikasi dengan perangkat lain. Terdapat juga jack untuk power supply, yang memungkinkan pengguna untuk memberikan daya pada *Arduino Uno* melalui kabel USB atau menggunakan *power supply* eksternal. Dalam penggunaan daya, jika proyek atau aplikasi membutuhkan daya yang lebih dari 500 mA, disarankan untuk menggunakan *power supply* eksternal untuk memastikan bahwa *Arduino Uno* memiliki pasokan daya yang cukup stabil dan tidak terjadi kekurangan daya yang dapat mempengaruhi kinerja sistem. Secara keseluruhan, *Arduino Uno* menyediakan *platform* yang fleksibel dan mudah digunakan untuk pengembangan berbagai proyek elektronik dengan dukungan *input-output* yang cukup, konektivitas USB, dan kemampuan untuk menerima daya dari sumber yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi [31].

Adapun data teknik dari *Arduino Uno* yaitu [31] :

- Mikrokontroler: Atmega328

- Tegangan Operasi: 5V
- Tegangan *input*: 7V – 12V
- Tegangan *input (limit)*: 6V – 20V
- Pin digital I/O: 14 (6 diantaranya pin PWM)
- Pin analog *input*: 6
- Arus DC setiap pin I/O: 40 mA
- Arus DC untuk pin 3.3V: 150 mA
- *Flash Memory*: 32 KB dengan 0.5 KB digunakan untuk *bootloader*
- *EEPROM*: 1 KB
- Kecepatan pewaktuan: 16 Mhz

Kelebihan dari *Arduino Uno* dibandingkan dengan mikrokontroler lainnya yaitu:

- a. IDE *Arduino* merupakan *multiplatform* yang dapat dijalankan diberbagai sistem operasi seperti: *windows*, *mac* dan *linux*. Hal ini memungkinkan pengguna dengan berbagai preferensi sistem operasi untuk menggunakan lingkungan pengembangan yang sama dan tidak terbatas oleh batasan platform tertentu.
- b. Bersifat *open source*, sehingga pengguna bisa *men-download software* dan gambar rangkaian tanpa harus membayar ke pembuat *Arduino*. Sifat *open source* ini mendukung komunitas yang luas dan beragam, memungkinkan para pengembang untuk berbagi proyek, memberikan kontribusi, dan memodifikasi sesuai kebutuhan
- c. Selain itu, *Arduino Uno* menonjol dengan harga relatif lebih murah dibandingkan dengan beberapa alternatif mikrokontroler lainnya dengan fitur serupa. Harga yang terjangkau ini membuatnya menjadi pilihan populer bagi pemula dan proyek-proyek berbiaya rendah. Kelebihan lainnya yakni bahwa *Arduino Uno* sangat mudah untuk dikembangkan, baik secara perangkat keras maupun perangkat lunak. *Arduino Uno* memiliki ekosistem yang luas dengan banyaknya *shield* dan modul eksternal yang kompatibel, serta dukungan dari komunitas yang ramah dan banyak tutorial online yang dapat membantu pemula dalam mempelajari dan mengembangkan proyek mereka. Dengan desain yang *user-friendly*, dokumentasi yang kaya, dan

sumber daya yang melimpah, *Arduino Uno* dapat dengan cepat menjadi platform favorit bagi banyak orang yang tertarik dalam bidang elektronika dan pemrograman [32].

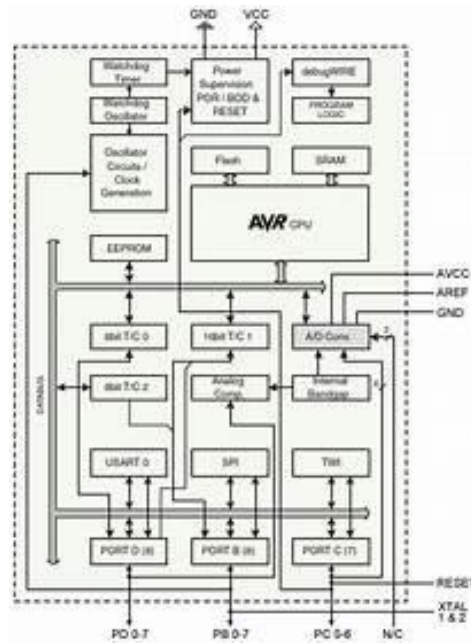
2.2.6 ATMEGA328

ATmega328 merupakan sebuah mikrokontroler yang memiliki berbagai fitur. Fitur-fitur tersebut antara lain: memori *flash* sebesar 32K byte yang dapat diprogram di dalam sistem dengan kemampuan membaca saat menulis, memori EEPROM sebesar 1K *byte*, dan memori SRAM sebesar 2K byte. Mikrokontroler ini juga dilengkapi dengan 23 jalur I/O tujuan umum dan 32 *register* kerja tujuan umum.

Selain itu, ATmega328P memiliki tiga *Timer/Counter* yang fleksibel dengan mode perbandingan, dan mendukung *interrupt* internal dan eksternal. Mikrokontroler ini juga dilengkapi dengan USART serial yang dapat diprogram, antarmuka serial 2-kawat berorientasi *byte*, dan *port* serial SPI.

ATmega328P juga memiliki ADC dengan 6 saluran 10-bit (8 saluran dalam paket TQFP dan QFN/MLF), dan *timer watchdog* yang dapat diprogram dengan osilator internal. Terdapat juga lima mode hemat daya yang dapat dipilih oleh perangkat lunak, seperti mode *idle* yang mematikan CPU namun membiarkan beberapa fitur lain tetap berfungsi, mode *power-down* yang membekukan osilator dan menonaktifkan fungsi *chip* lainnya, mode *power-save* yang mempertahankan timer asinkron sambil membiarkan perangkat lain tidur, mode pengurangan kebisingan ADC yang meminimalkan kebisingan saat konversi ADC, dan mode *standby* yang membiarkan osilator berjalan dengan konsumsi daya rendah.

Dengan fitur-fitur ini, ATmega328P dapat digunakan untuk berbagai aplikasi yang membutuhkan kontrol dan pemrosesan data dalam sistem yang efisien dan hemat daya.



Gambar 2. 6 Diagram Blok ATmega328

2.2.7 TELEGRAM

Di era digital saat ini, perkembangan media sosial digital telah mengalami kemajuan pesat, dan salah satu yang banyak digunakan yaitu Telegram. Sebelumnya, Telegram merupakan fasilitas yang dulu ada di kantor pos yang digunakan untuk mengirimkan pesan tulis secara cepat dalam jarak jauh. Namun, dengan pesatnya perkembangan teknologi, fasilitas tersebut tidak lagi digunakan dan tergantikan oleh metode yang lebih modern.

Saat ini, nama telegram diambil oleh sebuah *startup* yang mengembangkannya menjadi sebuah aplikasi populer yang banyak digunakan untuk berkomunikasi, berbagi informasi, dan melakukan interaksi sosial di dunia digital [33].

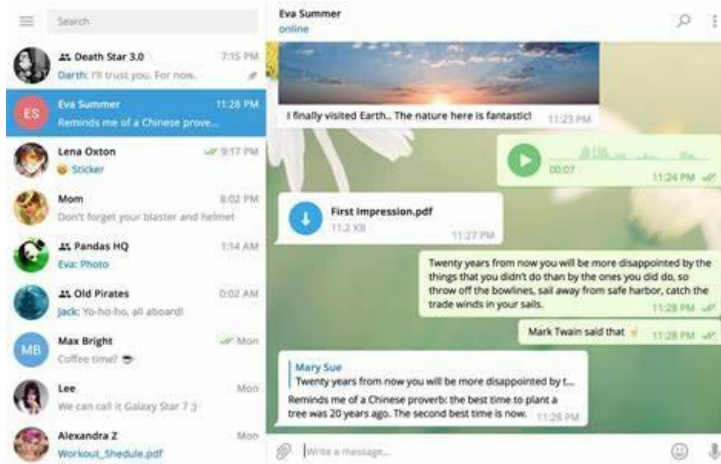
Telegram memiliki sejumlah kelebihan dibandingkan dengan aplikasi sosial media chat lainnya. Pertama, Telegram menawarkan tingkat keamanan yang tinggi, memberikan rasa aman bagi pengguna dalam berkomunikasi. Kedua, aplikasi ini menyediakan penyimpanan file berbasis *cloud*, memungkinkan pengguna untuk dengan mudah mengakses dan berbagi konten dari berbagai perangkat. Ketiga, Telegram memiliki batas file penyimpanan yang relatif besar, memfasilitasi pengiriman dan penerimaan file dalam ukuran yang lebih besar daripada

kebanyakan aplikasi sejenis. Keempat, kapasitas grup telegram juga lebih besar, memungkinkan lebih banyak anggota dalam satu grup untuk berkomunikasi dan berinteraksi. Selanjutnya, fitur multiprofil di telegram memungkinkan pengguna untuk mengelola lebih dari satu profil dalam satu akun, menjadikannya lebih fleksibel dalam berkomunikasi di berbagai lingkungan. Terakhir, telegram memungkinkan pengiriman file dengan ukuran mencapai maksimum 1,5 GB per file, yang membuatnya menjadi pilihan yang ideal untuk berbagi foto, video, dan berbagai jenis file lainnya dalam ukuran besar [34].

Telegram bot merupakan salah satu fitur penting dan inovatif dalam platform *cloud* pada *Internet of Things* (IoT). Dengan menggunakan akun bot telegram, pengguna tidak perlu lagi memerlukan nomor telepon tambahan untuk mengaksesnya. Fungsinya sebagai antarmuka yang memungkinkan para pengembang untuk menjalankan kode pada server, dan inilah yang memungkinkan interaksi yang efisien antara pengembang dan perangkat atau sistem IoT melalui pesan-pesan yang dikirim melalui platform telegram. Adanya telegram bot, para pengembang memiliki kemampuan untuk dengan mudah mengontrol dan memantau perangkat IoT dari jarak jauh. Hal ini membuka peluang besar dalam mengelola sistem IoT secara praktis dan fleksibel, tanpa harus berada di dekat perangkat fisik tersebut. Selain itu, interaksi yang terjadi melalui pesan-pesan telegram dapat disesuaikan dengan kebutuhan, sehingga memberikan fleksibilitas yang tinggi dalam mengatur dan mengoptimalkan kinerja sistem IoT.

Berdasarkan fitur telegram bot yang dapat diandalkan, para pengembang memiliki cara yang lebih efisien dan efektif dalam mengintegrasikan IoT dengan platform *cloud*, serta meningkatkan kualitas pengalaman pengguna dalam mengontrol perangkat IoT mereka. Selain itu, penggunaan Telegram bot juga memberikan tingkat keamanan yang lebih baik karena pesan-pesan dapat dienkripsi dan aman dari akses tidak sah. Dengan berbagai keuntungan dan kemudahan yang ditawarkan, telegram bot menjadi pilihan yang tepat untuk mendukung

perkembangan dan pemanfaatan teknologi *Internet of Things* dalam berbagai aspek kehidupan, mulai dari rumah pintar hingga industri dan sektor bisnis lainnya [34].



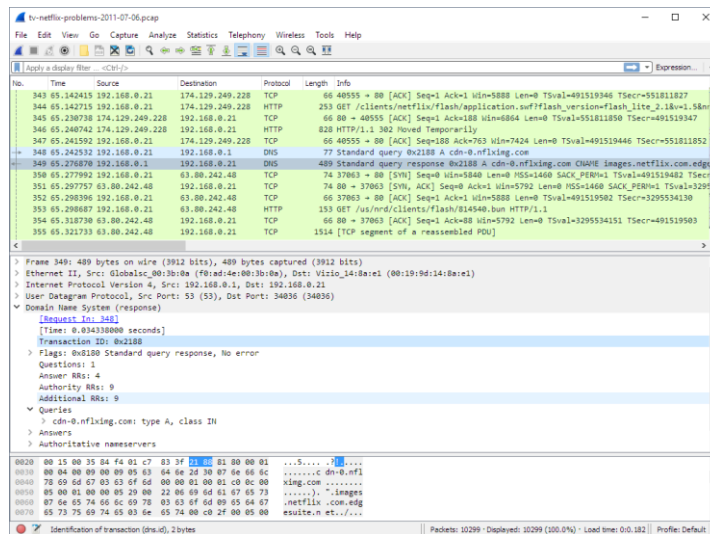
Gambar 2. 7 Tampilan Telegram

API bot telegram yaitu sebuah antarmuka berbasis HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) yang diciptakan untuk para pengembang yang ingin membuat bot telegram. Dengan menggunakan API Bot ini, siapa pun dapat membuat bot telegram yang dapat berinteraksi langsung dengan pengguna ketika pengguna mengirimkan perintah yang dapat diterima oleh bot. API Bot telegram menyediakan berbagai metode yang memungkinkan pengembang untuk melakukan berbagai tindakan, seperti mengirim pesan, meneruskan pesan, mengirim foto, mengirim audio, mengirim dokumen, mengelola *callback_data*, *callback_query*, *inline_keyboard*, dan banyak fitur lainnya. Dengan berbagai kemampuan ini, pengembang dapat mengatur interaksi dan respons dari bot secara lebih fleksibel dan sesuai dengan kebutuhan aplikasi atau layanan yang dikembangkan [35].

2.2.8 WireShark

Wireshark merupakan alat atau perangkat lunak yang berfungsi sebagai *Network packet analyzer*, yang digunakan untuk menganalisis paket data dalam jaringan. Fungsinya yakni untuk menangkap dan menganalisis paket-paket jaringan dengan tujuan untuk menyajikan informasi yang terkandung dalam paket data secara mendetail dan lengkap. Dengan demikian, *Wireshark* membantu pengguna dalam memahami dan mendiagnosis masalah yang terjadi dalam jaringan. *Wireshark* dapat memungkinkan pengguna dapat melihat isi dari setiap paket data

yang berlalu-lalang dalam jaringan, termasuk informasi dalam *header* dan *payload*. Hal ini memungkinkan pemahaman lebih baik mengenai komunikasi antar perangkat dan protokol yang digunakan dalam jaringan tersebut. Selain itu, *Wireshark* juga memiliki kemampuan untuk melakukan pemantauan lalu lintas jaringan secara real-time, sehingga pengguna dapat mengobservasi aktivitas jaringan dalam waktu nyata. Secara keseluruhan, *Wireshark* merupakan alat yang sangat berguna untuk analisis jaringan, memberikan kemampuan untuk memeriksa dan memecahkan masalah jaringan dengan lebih efektif dan efisien [36].



Gambar 2. 8 Tampilan Wireshark

2.2.9 Quality Of Service (QoS)

Quality of service atau QoS merupakan masalah *internet working* yang mengacu ada serangkaian Teknik yang menjamin kinerja jaringan untuk memberikan layanan yang dapat diprediksi ke program aplikasi. Metode yang dikenal sebagai QoS (*Quality of Service*) digunakan untuk mengevaluasi kualitas jaringan dan bertujuan untuk menentukan karakteristik dan sifat layanan tertentu. Dengan menggunakan QoS, dilakukan usaha untuk menentukan dan memastikan bahwa layanan jaringan mencapai standar kualitas yang telah ditetapkan [36].

Pengujian QoS meliputi beberapa parameter, adapun parameter tersebut diantaranya:

- a) *Throughput*

Throughput merupakan ukuran sebenarnya dari kemampuan suatu jaringan dalam mengirimkan data. Meskipun *throughput* seringkali dikaitkan dengan *bandwidth*, sebenarnya *throughput* dapat dianggap sebagai *bandwidth* dalam kondisi nyata. Artinya, *throughput* mencerminkan seberapa efisien *bandwidth* tersebut digunakan dalam mengirimkan data secara aktual di dalam jaringan. Dalam situasi yang nyata, *throughput* dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti *delay* dan *packet loss*. Meskipun sebuah jaringan memiliki *bandwidth* yang tinggi, namun jika terjadi hambatan atau masalah lainnya, *throughput* dapat menurun secara signifikan, sehingga sebenarnya kemampuan jaringan untuk mengirimkan data tidak mencapai potensi penuh dari *bandwidth* yang tersedia. Cara menghitung *throughput* yaitu sebagai berikut:

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah Paket}}{\text{Waktu}} [37]. \quad (2.1)$$

Tabel 2. 6 Kategori *Throughput* [37]

Kategori <i>Throughput</i>	<i>Throughput</i> (bps)	Indeks
Sangat Bagus	100	4
Bagus	75	3
Sedang	50	2
Jelek	< 25	1

b) *Delay*

Delay (Latency) merupakan periode waktu yang diperlukan oleh data untuk melakukan perjalanan dari sumbernya hingga mencapai tujuan akhir. Semakin rendah *delay*, semakin cepat data mencapai tujuan dan semakin responsif jaringan tersebut. Oleh karena itu, dalam beberapa aplikasi yang memerlukan koneksi real-time, seperti panggilan suara atau video, *delay* yang rendah menjadi sangat penting untuk memastikan kualitas dan pengalaman pengguna yang baik. Pemahaman tentang faktor-faktor yang mempengaruhi *delay* membantu pengelola jaringan dalam mengoptimalkan kinerja dan mengatasi masalah yang mungkin terjadi. Perhitungan nilai *delay* dapat dilakukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Delay} = \frac{\text{Total delay}}{\text{Paket data yang diterima}} \quad (2.2)$$

Tabel 2. 7 Kategori *Delay* [37]

Kategori <i>Delay</i>	Besar <i>Delay</i> (ms)	Indeks
Sangat Bagus	< 150 ms	4
Bagus	150 ms s/d 300 ms	3

Sedang	300 s/d 450 ms	2
Jelek	>450 ms	1

c) *Packet loss*

Packet Loss merupakan suatu parameter yang mengindikasikan jumlah paket data yang hilang dalam jaringan. Hal ini dapat terjadi akibat tabrakan antar paket (*collision*) atau kemacetan lalu lintas data (*congestion*) di dalam jaringan. Kondisi ini dapat mempengaruhi semua aplikasi yang menggunakan jaringan, karena paket yang hilang harus dikirim ulang (retransmisi), yang pada akhirnya mengurangi efisiensi keseluruhan jaringan, meskipun *bandwidth* yang cukup tersedia untuk aplikasi tersebut. Rumus yang dapat digunakan untuk menghitung besarnya nilai *packet loss* sebagai berikut:

$$Packet\ Loss = \frac{\text{Paket yang dikirim} - \text{paket yang diterima}}{\text{paket yang dikirim}} \times 100 \quad [38]. \quad (2.3)$$

Tabel 2. 8 Kategori *Packet Loss* [37]

Kategori <i>Packet Loss</i>	Besar <i>Packet Loss</i> (%)	Indeks
Sangat Bagus	0	4
Bagus	3	3
Sedang	15	2
Jelek	25	1