

BAB 2 DASAR TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Penelitian Anton Respati, Sutariyani, dan Yobel Caesar membahas tentang prototipe monitoring ketinggian air sebagai pendeteksi dini banjir berbasis IOT. Penelitian ini dilakukan dengan mengembangkan alat untuk memantau ketinggian air sungai menggunakan aplikasi Telegram bot. Alat ini menggunakan NodeMCU sebagai mikrokontroler untuk mengkoordinasikan fungsi sistem, sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai monitor ketinggian air, kamera ESP32 sebagai monitoring video sungai yang mengalir, layar LCD 16x2, LED dan Buzzer sebagai notifikasi informasi alat, dan aplikasi Telegram bot android yang berisi menu perintah monitoring yang diunduh dan diinstal pada *smartphone*. Hasil dari penelitian ini, dapat memberikan informasi berupa ketinggian air yang diterapkan pada sungai. Alat ini menyediakan data berupa live video streaming yang dapat diakses melalui jaringan lokal, dan otomatis saat air sungai melewati ambang batas bahaya [6].

Penelitian Yogi Wahyudi, Mahar Faiqurrahman, dan Diah Rizqiwati membahas tentang sistem pendeteksian banjir berbasis IOT. Untuk meminimalisir dampak buruk ketika terjadi banjir maka dibuat sistem monitoring ketinggian air dan prediksi banjir. Sistem ini mengukur aliran dan ketinggian air di sungai menggunakan sensor *Water flow* dan ultrasonik. Data hasil olahan dikirim ke server melalui protokol HTTP menggunakan modul komunikasi WiFi ESP8266. Pengujian QoS pada modul komunikasi ESP 8266 sebagai perangkat komunikasi data. Untuk memprediksi banjir digunakan algoritma C4.5 yang mengklasifikasi status air sungai yaitu normal, siaga dan bahaya. Berdasarkan hasil pengujian QoS yang dilakukan dengan modul komunikasi ESP8266 didapatkan nilai rata-rata *packet loss* 0,1%, *delay* rata-rata 0,8 ms dan *throughput* rata-rata 482 bps yang dikur pada jarak 5-30meter dari node sensor ke server. Sistem ini memberikan peringatan dan informasi kepada pengguna melalui alarm sms *gateway* ketika ketinggian air mencapai batas normal [7].

Penelitian Fuad Dwi Hanggara dan Rama Dani Eka Putra membahas tentang pemantauan ketinggian air secara online jika terjadi bencana. Pemantauan

ini menggunakan perangkat lunak yang memanfaatkan *Internet of Things* (IoT) untuk memberikan laporan ketinggian air secara *real time*. Alat pendeteksi pada penelitian ini menggunakan komponen yang terdiri dari Sensor Ultrasonik HC-SR 04 untuk memperkirakan batas ketinggian air dan Arduino UNO R3 sebagai pengolah hasil tangkapan kemudian mengirimkan data secara *wireless* ke aplikasi *ThingsSpeak* sehingga dapat dibaca baik di *smartphone* maupun *website*. Sensor ultrasonik akan di uji tingkat sensitivitas untuk membaca ketinggian air dalam kondisi aman maupun tidak aman. Hasil pengujian kemudian dibandingkan dengan notifikasi yang ditampilkan pada layar LCD. Hasil dari perancangan ini menunjukkan bahwa menampilkan ketinggian air dalam waktu 2 detik dan menerima pembacaan secara *real time* pada *smartphone* pengguna melalui *platform* Thingspeak [8].

Penelitian Achmad Muzaki, Ahmad Nurhadi, Azhuri Nurdiansyah, dan Galih Wicaksana membahas tentang monitoring ketinggian air secara online sebagai informasi awal tentang banjir. Monitoring ini menggunakan teknologi Internet of things (IoT) untuk memberikan informasi ketinggian secara *real time*. Pada penelitian ini menggunakan komponen *Water Level Sensor* dan NodeMCU ESP8266 untuk mengukur ketinggian air dan hasil pembacaannya ditampilkan pada layar *smartphone*. Data langsung dapat di akses perangkat *smartphone* melalui aplikasi BLYNK. *Water Level Sensor* mendekteksi ketinggian air, setelah itu NodeMCU memproses nilai sensor. Pada saat yang sama, NodeMcu mengirimkan data ketinggian air ke *smartphone* dengan aplikasi Blynk yang telah terpasang melalui jaringan wifi. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah sistem pendeteksi ketinggian air yang dapat menunjukkan tingkat keamanan serta dapat memberikan notifikasi. Oleh karena itu, sistem monitoring berguna untuk memberikan informasi awal terjadinya banjir [9].

Penelitian Moh. Fikullah Habibi membahas tentang sistem monitoring deteksi dini untuk daerah rawan banjir berbasis Arduino. Sistem ini dapat membantu warga di sekitar kawasan untuk mencegah banjir dini melalui pemanfaatan teknologi IOT. Sistem ini dirancang menggunakan *Water level sensor* ketinggian air untuk menghitung debit atau ketinggian air. ESP 8266 adalah modul wifi yang menghubungkan arduino ke internet. Sensor kelembapan untuk

memantau kondisi udara di sekitar kawasan. Hasil pengujian *water sensor* menunjukkan bahwa sensor memiliki eror terbesar yakni 3,3 sedangkan eror terkecil 0 terendah yakni 0%. Hasil pengujian sensor *ultrasonik* menunjukkan nilai eror terbesar yakni 2,5% sedangkan eror terendah yakni 0%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pengiriman data arduino uno R3 tidak stabil sehingga terjadi kesalahan dari waktu ke waktu, bahkan sering terjadi kesalahan pada awal pengiriman data [10].

Penelitian Ragil Alfiki dan Yudi Kurniawan membahas tentang rancang bangun deteksi dini banjir studi kasus di komplek safari, jurang mangu. Rancang bangun monitoring dan deteksi dini banjir menggunakan sensor ultrasonik berbasis nodemcu esp8266 dengan kendali telegram. Metode yang digunakan untuk rancang bangun monitoring terdiri dari Observasi, Wawancara, kajian literatur dan desain sistem. Pengguna yang menggunakan alat ini harus memiliki aliran listrik (*powerbank* / listrik) dan juga koneksi internet. Alat akan menampilkan informasi ketinggian air di layar dan mengirimkan informasi ke warga di bot telegram. Hasil dari rancang bangun monitoring dan deteksi dini banjir dimaksudkan untuk memudahkan penyebaran informasi terkait banjir kepada warga [11].

Penelitian Dedi Satria, Saifuddin Yana, Rizal Munadi, dan Saumi Syahreza membahas tentang sistem peringatan dini banjir *real time* berbasis web. Sistem peringatan dini banjir ini mengirimkan informasi ketinggian banjir melalui internet menggunakan modul Ethernet sebagai web server, sensor ultrasonik HC-SR04, mikrokontroler Arduino sebagai pemroses data ketinggian air, Ethernet shield dan *wireless router* dapat mengirimkan data ketinggian air ke pengguna menggunakan browser internet. Informasi yang ditampilkan berupa data ketinggian air dan kondisi banjir meliputi kondisi aman, waspada dan bahaya. Kerja prototipe dimulai dengan sensor ultrasonik yang mendeteksi ketinggian air di dalam pipa. Selain itu, data ketinggian yang ditangani oleh mikrokontroler Arduino Uno diintegrasikan ke dalam *ethernet shield* sebagai *web server*. Untuk mengakses sistem informasi peringatan dini, pengguna mengakses alamat *website* menggunakan nomor IP dari *web server* dan dalam hal ini IP yang digunakan adalah 192.168.0.4. Informasi yang dihasilkan oleh akses alamat IP menghasilkan

web informasi banjir. Berdasarkan hasil perancangan, sistem peringatan dini banjir secara *real time* berbasis *web* berjalan sesuai dengan yang diharapkan [12].

Penelitian Buhori Muslim, Alharia Dinata, dan Yogi Isro membahas tentang pengukur arus dan ketinggian air sungai yang dapat membantu mendeteksi debit sungai dan ketinggian air dari jarak jauh menggunakan SMS (*Short Message Service*) di *handpone*. Perangkat yang digunakan untuk membangun pengukur arus dan ketinggian air sungai dengan *SMS Gateway* berbasis *arduino* adalah modul GSM, sensor ultrasonik, sensor *Water flow*, *arduino uno* dan aplikasi *arduino IDE* yang berfungsi untuk memasukan program pada *Arduino*. Metode pengembangan sistem pada penelitian ini adalah *Rapid Application Development (RAD)* dan tahapanya adalah perencanaan kebutuhan, *workshop* desain dan implementasi. Cara kerja alat ini adalah memberikan informasi tentang kuat arus dan ketinggian air sungai dengan fasilitas *SMS Gateway* dan pengguna dapat mengetahui informasi tentang kuat arus dan ketinggian air sungai melalui SMS yang terdapat pada *handphone* pada waktu yang telah ditentukan, sehingga pengguna mengetahui kuat arus dan ketinggian air untuk memprediksi saat terjadi bencana [13].

Penelitian Sumarudin, Mohammad Yani, Willy Permana, dan Faisal Amri membahas tentang sistem peringatan dini dan pemantauan banjir berbasis Internet of Things di sungai cimanuk. Dari Sistem ini, masyarakat dapat memperoleh status aliran air sungai secara *realtime* untuk mitigasi dampak banjir di Kawasan sungai. Sensor yang digunakan untuk mengukur ketinggian air sungai HC-SR04, *Arduino UNO* adalah mikrokontroler yang berfungsi mengolah data dari GPS. *GSM SIM900A* adalah alat komunikasi pengirim data dari GPS melalui koneksi *GPRS*, *Water flowsensor* berfungsi membaca debit air. Setelah dilakukan pengujian sistem monitoring, hasil dari sistem dengan menggunakan mikrokontroler *Arduino uno* dan *GSM/GPRS SIM900a* menunjukkan bahwa operator dapat dengan mudah mencari data atau informasi secara efektif dan efisien serta diperoleh data ketinggian dan debit air setiap 15 menit. Dari hasil penelitian yang didapatkan sistem dapat berjalan dengan baik dan sistem mampu membaca ketinggian sungai dan debit air [14].

Penelitian Aditya Rahman Alfaridzi, Ekki Kurniawan, dan Ahmad Sugiana membahas tentang sistem pemantauan ketinggian air berbasis IoT Blynk yang telah terintegrasi dengan media sosial twitter. Sistem pemantauan ketinggian air berbasis IoT ini diimplementasikan dengan sensor ultrasonik, modul Esp8266, Arduino Mega. Modul Esp8266 mentransmisikan data dari Arduino mega ke IoT *Blynk*. Sensor ultrasonik membaca jarak yang dipantulkan pada air, kemudian data yang diperoleh dari sensor ultrasonik di proses oleh Arduino mega, Esp8266 mengirim data yang telah diproses oleh Arduino mega ke IoT *Blynk*. Alat ini mengidentifikasi level status air yaitu aman, bahaya, dan siaga. Hasil perancangan ini berhasil diuji saat pengujian transmisi data IoT menggunakan Modul Wi-Fi didapatkan nilai *delay* sebesar 11 detik, nilai *delay* pada saat mengirim data ke twitter per 10 detik sebesar 1.16 detik dan *packet loss* 0% saat pengiriman data setiap per 5 detik sebesar 1.17 dan *packet loss* sebesar 6.66%, pada saat mengirim data per 3 detik sekali sebesar 1 detik dan *packet loss* sebesar 50% [15].

Tabel 2.1 Analisis Penelitian

No	Judul, Peneliti, Tahun Terbit	Masalah, Solusi, Metode	Perbedaan dengan penelitian yang sudah dilakukan
1	Judul: prototype sistem monitoring ketinggian air sebagai pendeteksi dini banjir berbasis IOT Peneliti: Anton Respati P, Sutariyani, Yobel Cesar Adhi Kristyo Aji	Masalah: pemantauan air yang mampu memberikan efektifitas kerja bagi pekerja serta pengawasan pada aktifitas air <i>Metode:</i> NodeMCU, sensor ultrasonik HC-SR04, Aplikasi android Telegram bot Solusi: Dengan menggunakan sistem monitoring ketinggian air	Penelitian ini menggunakan 3 <i>Water flowtype</i> YF-DN50 G2 untuk mengukur debit air, sensor ultrasonik JSN-SR04T untuk mengukur ketinggian air dan menggunakan aplikasi MQTT <i>dashboard</i> sebagai pesan relitime.

No	Judul, Peneliti, Tahun Terbit	Masalah, Solusi, Metode	Perbedaan dengan penelitian yang sudah dilakukan
	Tahun: 2022	berbasis IOT memberikan informasi berupa ketinggian air melalui android	
2	Judul: Sistem Iot Untuk Deteksi Bencana Banjir Menggunakan Algoritma C4.5 Dan Modul Komunikasi ESP 8266 Peneliti: Yogi Wahyudi, Mahar Faiqurahman, Diah Risqiwati Tahun: 2020	Masalah: Minimnya sistem monitoring banjir, sehingga masyarakat tidak mempunyai persiapan untuk mengantisipasi ketika terjadi banjir <i>Metode:</i> sensor <i>Water flow</i> , sensor ultrasonik, ESP 8266, Algoritma C4.5 Berbasis Web Dan SMS <i>Gateway</i> Solusi: Dikembangkan sistem monitoring yang lebih efektif dan efisien dari cara mengamati secara manual kondisi sungai	Penelitian ini menggunakan 3 <i>Water flow</i> tipe YF-DN50 G2 untuk mengukur debit air, sensor ultrasonik JSN-SR04T untuk mengukur ketinggian air dan menggunakan aplikasi MQTT <i>dashboard</i> sebagai pesan relatiime.
3	Judul: Purwarupa Perangkat Deteksi Dini Banjir Berbasis <i>Internet Of Things</i> Peneliti: Fuad Dwi Hanggara,	Masalah: diperlukan sebuah perangkat pengindraan dini untuk mengawasi ketinggian air secara daring sebagai laporan <i>Metode:</i> sensor ultrasonik HC-SR04, Arduino UNO	Penelitian ini menggunakan 3 <i>Water flow</i> tipe YF-DN50 G2 untuk mengukur debit air, sensor ultrasonik JSN-SR04T untuk mengukur ketinggian air dan menggunakan aplikasi MQTT <i>dashboard</i> sebagai

No	Judul, Peneliti, Tahun Terbit	Masalah, Solusi, Metode	Perbedaan dengan penelitian yang sudah dilakukan
	Rama Dani Eka Putra Tahun: 2021	R3, aplikasi <i>ThingsSpeak</i> Solusi: Upaya untuk meminimalisasi korban jiwa dan kerugian banjir. oleh sebab itu diperlukan sebuah perangkat pengindraan dini terhadap ketinggian air	pesan relatiime.
4	Judul: Perancangan Sistem Deteksi Banjir Berbasis Iot Peneliti: Achmad Muzakky, Ahmad Nurhadi, Ashuri Nurdiansyah, Galih Wicaksana, Istiadi Tahun: 2018	Masalah: diperlukan sebuah perangkat untuk monitoring level air secara online sebagai informasi dini terhadap terjadinya banjir <i>Metode:</i> Node MCU ESP8266, water level sensor, BLYNK Solusi: diperlukan sebuah perangkat untuk monitoring level air secara online untuk meminimalisasi kerugian dan korban banjir	Penelitian ini menggunakan 3 <i>Water flow</i> tipe YF-DN50 G2 untuk mengukur debit air, sensor ultrasonik JSN-SR04T untuk mengukur ketinggian air dan menggunakan aplikasi MQTT <i>dashboard</i> sebagai pesan relatiime.
5	Judul: Rancang Bangun Sistem Monitoring Deteksi Dini Untuk Kawasan Rawan Banjir	Masalah: permasalahan banjir yang meresahkan. Khususnya pada banjir di wilayah dataran rendah dan daerah yang terdapat banyak	Penelitian ini menggunakan 3 <i>Water flow</i> tipe YF-DN50 G2 untuk mengukur debit air, sensor ultrasonik JSN-SR04T untuk mengukur ketinggian air dan

No	Judul, Peneliti, Tahun Terbit	Masalah, Solusi, Metode	Perbedaan dengan penelitian yang sudah dilakukan
	<p>Berbasis Arduino</p> <p>Peneliti: Moh. Fikullah Habibi</p> <p>Tahun: 2018</p>	<p>sungai-sugai.</p> <p><i>Metode:</i> mikrokontroler berbasis <i>ATmega 328</i>, Sensor DHT11, Sensor Ultrasonik HC-SR04, <i>Water Level</i> Sensor <i>K-0135</i></p> <p>Solusi: membuat alat untuk memantau kondisi lingkungan untuk Kawasan rawan banjir dengan memanfaatkan teknologi nirkabel</p>	<p>menggunakan aplikasi MQTT <i>dashboard</i> sebagai pesan relatiime.</p>
6	<p>Judul:</p> <p>Rancang Bangun Monitoring dan Deteksi Dini Banjir Menggunakan Sensor Ultrasonik berbasis NodeMcu Esp8266 Dengan Kendali Telegram</p> <p>Peneliti: Ragil Alfikki, Yudi Kurniawan</p> <p>Tahun: 2023</p>	<p>Masalah: komplek safari terdapat masalah curah hujan yang <i>extrime</i>, banjir kiriman dari sungai, dan banjir akibat tersumbatnya saluran pembuangan</p> <p><i>Metode:</i> sensor ultrasonik, nodemcu esp8266, kendali telegram.</p> <p>Solusi: rancang bangun monitoring dan deteksi dini banjir untuk memberikan kemudahan dalam proses penyebaran informasi terkait banjir kepada warga.</p>	<p>Penelitian ini menggunakan 3 <i>Water flow</i> untuk mengukur debit air, sensor ultasonik untuk mengukur ketinggian air dan menggunakan aplikasi MQTT <i>dashboard</i> sebagai pesan relatiime.</p>

No	Judul, Peneliti, Tahun Terbit	Masalah, Solusi, Metode	Perbedaan dengan penelitian yang sudah dilakukan
7	<p>Judul: Sistem peringatan dini banjir secara <i>real time</i> berbasis web menggunakan Arduino dan etherhernet</p> <p>Peneliti: Dedi Satria, Syaifuddin Yana, Rizal Munadi³, Saumi Syahreza Tahun: 2017</p>	<p>Masalah: Banjir merupakan kerap melanda wilayah di Indonesia beberapa tahun terakhir ini. Bencana banjir juga telah menjadi perhatian secara nasional oleh pemerintah. Telah banyak korban bencana banjir yang telah kehilangan nyawa dan harta benda</p> <p>Metode: sensor ultrasonik HC-SR04, Mikrokontroler ATMEGA238, Modul Ethernet, Wireless Router</p> <p>Solusi: membangun sistem peringatan dini banjir yang dapat mengirimkan informasi ketinggian banjir via internet menggunakan modul ethernet sebagai web server</p>	<p>Penelitian ini menggunakan 3 <i>Water flow</i>tipe YF-DN50 G2 untuk mengukur debit air, sensor ultasonik JSN-SR04T untuk mengukur ketinggian air dan menggunakan aplikasi MQTT <i>dashboard</i> sebagai pesan relatime.</p>
8	<p>Judul: <i>Prototype</i> Pengukur Tinggi Rendah Permukaan & Arus Air Sungai Memprediksi Kemungkinan Banjir</p>	<p>Masalah: DAS Lematang juga memiliki potensi kerugian diantaranya disebabkan arus deras dapat menghanyutkan apa pun , volume dan ketinggian permukaan air</p>	<p>Penelitian ini menggunakan 3 <i>Water flow</i>tipe YF-DN50 G2 untuk mengukur debit air, sensor ultasonik JSN-SR04T untuk mengukur ketinggian air dan menggunakan aplikasi MQTT <i>dashboard</i> sebagai pesan relatime.</p>

No	Judul, Peneliti, Tahun Terbit	Masalah, Solusi, Metode	Perbedaan dengan penelitian yang sudah dilakukan
	<p>Peneliti: Buhori Muslim1, Alharia Dinata, Yogi Isro Mukti</p> <p>Tahun: 2021</p>	<p>dapat menyebabkan banjir</p> <p>Metode: modul GSM, sensor Ultrasonik, sensor Water flow, arduino uno, SMS Gateway</p> <p>Solusi: menghasilkan <i>prototype</i> pengukur arus dan ketinggian air sungai yang dapat membantu untuk mengetahui dalam memantau arus dan ketinggian air sungai dari jarak jauh</p>	
9	<p>Judul: Sistem Pemantauan dan Peringatan Dini Potensi Banjir Sungai Cimanuk Berbasis Internet of Things</p> <p>Peneliti: A Sumarudin, Mohammad Yani, Willy Permana Putra, Faisal Amri, Paska</p>	<p>Masalah: sungai cimanuk memiliki potensi bencana banjir. Pada tahun 2014 terjadi banjir bandang didaerah indramayu dan salah satu penyebabnya meluapnya sungai cimanuk ini</p> <p>Metode: sensor <i>Water flow</i>, sensor ultrasonik HC-SR04, GSM SIM900A, arduino uno,</p> <p>Solusi: untuk meminimalisir korban dan kerugian akibat bencana dari sungai cimanuk perlu dibuat</p>	<p>Penelitian ini menggunakan 3 <i>Water flow</i>tipe YF-DN50 G2 untuk mengukur debit air, sensor ultasonik JSN-SR04T untuk mengukur ketinggian air dan menggunakan aplikasi MQTT <i>dashboard</i> sebagai pesan relatime.</p>

No	Judul, Peneliti, Tahun Terbit	Masalah, Solusi, Metode	Perbedaan dengan penelitian yang sudah dilakukan
	Tahun: 2017	sebuah alat monitoring sungai berbasis IoT (<i>internet of things</i>) yang terhubung ke server	
10	Judul: Iot <i>BLYNK</i> Untuk Sistem Monitoring Pendeteksi Dini Banjir Sungai Citarum Terintegrasi Media Sosial Peneliti: Aditya Rahman Alfaridzi1, Ekki Kurniawan2, Ahmad Sugiana Tahun: 2020	Masalah: banyaknya dampak kerugian yang terjadi karena adanya bencana alam banjir ini yang melanda kawasan sungai Citarum. Metode: sensor <i>Water flow</i> , sensor ultrasonik HC-SR04, GSM SIM900A, arduino uno, Solusi: membuat suatu sistem monitoring dan peringatan dini bahaya banjir melalui teknologi IoT yang terintegrasi dengan media sosial	Penelitian ini menggunakan 3 <i>Water flow</i> tipe YF-DN50 G2 untuk mengukur debit air, sensor ultrasonik JSN-SR04T untuk mengukur ketinggian air dan menggunakan aplikasi <i>MQTT dashboard</i> sebagai pesan reltime.

2.2 Dasar Teori

Sungai adalah aliran air alami terbentuk akibat siklus hidrologi, dalam kehidupan manusia sejak zaman dahulu sungai telah memegang peranan penting. Ketersediaan air dan aliran sungai menarik orang untuk tinggal di sekitarnya, selain itu karena potensi kesuburannya. Sungai membawa manfaat yang luar biasa bagi kehidupan seperti irigasi, sumber air dan transportasi. Banyak manfaat bagi masyarakat sekitar sungai untuk bertahan hidup. Di sungai, kecepatan aliran disebabkan oleh perbedaan ketinggian atau bisa disebabkan oleh curah hujan yang tinggi. Kecepatan aliran air tergantung pada ukuran dan kemiringan sungai. Pada

penelitian ini akan dilakukan pendataan berdasarkan ketinggian permukaan air dan kecepatan aliran air serta kondisi sungai.

2.2.1 Banjir

Banjir adalah kondisi ketika aliran air melebihi kapasitas normal dari saluran-saluran aliran, seperti sungai, danau, atau sistem drainase, sehingga menyebabkan air meluap ke area yang biasanya tidak tergenang. Banjir yang meningkat pesat di daerah rawan banjir, menyebabkan kerusakan harta benda, namun dampaknya terhadap kehidupan manusia relatif dapat dicegah dengan adanya sistem pemantauan. Banjir dapat disebabkan oleh kecepatan atau volume air yang mengalir pada sungai melebihi atau diatas kapasitas alirannya. Pada sebuah Sungai jika terdapat indikasi kenaikan debit yang tidak semestinya atau signifikan maka bisa dikatakan bahwa terdapat indikasi terjadinya banjir.

Banjir juga dapat dipengaruhi oleh aktivitas manusia seperti membuang sampah di selokan atau sungai dan pembangunan yang mengurangi ruang terbuka hijau. Selain itu, faktor perubahan alam seperti intensitas curah hujan sangat besar. Oleh karena itu, perlu dibuat alat pendeteksi banjir sebagai salah satu upaya pencegahan dini banjir [4]. Informasi peringatan dini banjir mengacu pada empat tingkat peringatan sebagai berikut:

- a. Normal (siaga 4), kondisi aman yaitu keadaan berbahaya rata-rata harian yang diketahui dari berbagai data ilmiah, termasuk pengalaman atau data historis tentang mengenai perilaku fenomena berbahaya.
- b. Waspada (siaga 3), peningkatan ancaman dan risiko yang ditunjukkan oleh hasil data, menunjukkan aktivitas berbahaya di atas rata-rata dalam kondisi normal.
- c. Siaga (siaga 2), ancaman dan risiko meningkat secara signifikan, tetapi masih dapat dikendalikan sehingga setiap kali keadaan darurat mencapai puncaknya, semua sumber daya dapat segera dikerahkan untuk melakukan penyelamatan, evakuasi dan perlindungan harta benda. Tindakan yang diambil adalah memindahkan asset ke lokasi aman yang paling dekat dengan skenario ancaman serta memastikan bahwa semua peralatan dan sistem pengamanan dan penyelaman berfungsi dengan baik.

- d. Awas (siaga 1), tingkat bahaya dan risiko sangat tinggi sehingga mengancam masyarakat. Aksi ini merupakan upaya evakuasi [14].

2.2.2 Curah Hujan

Curah hujan adalah hujan yang turun di suatu wilayah dalam waktu tertentu. Curah hujan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jarak dari sumber air, suhu tanah dan air, arah angin, garis lintang, ketinggian dan luas daratan. Hujan terjadi ketika air laut, sungai, dan danau menguap di bawah pengaruh sinar matahari hingga dan membentuk awan. Semakin banyak uap air yang terkandung di dalam awan, maka awan mulai berubah warna menjadi kelabu. Pada musim hujan, curah hujan yang tinggi akan menyebabkan banjir di sungai dan jika melebihi tebing sungai akan terjadi banjir [15].

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan dalam suatu satuan waktu tertentu, yang biasanya dinyatakan dalam mm/jam, mm/hari, mm/tahun, dan sebagainya ; yang berturut-turut sering disebut hujan jam-jaman, harian, tahunan, dan sebagainya. Biasanya data yang sering digunakan untuk analisis adalah nilai maksimum, minimum dan nilai rata-ratanya. Cara Perhitungan Curah Hujan Daerah, Curah hujan yang diperlukan untuk menyusun suatu rancangan pemanfaatan air adalah curah hujan rata-rata di daerah yang bersangkutan, bukan hanya pada satu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah atau daerah dan dinyatakan dalam mm [27].

2.2.3 Internet of Thing (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah kemajuan teknologi menuju masa depan cloud dan komunikasi, dimana peningkatan tersebut bergantung pada kemajuan teknis dan dinamis di berbagai bidang. *Internet of Things* berkembang pesat dan berperan penting dalam meningkatkan kualitas hidup. Pada dasarnya, IoT menghubungkan semua perangkat ke komputer yang terhubung ke jaringan lokal atau internet [4]. Berikut manfaat menggunakan IoT adalah sebagai berikut [8] :

- a. Menjamin validitas perangkat IoT saat mengirim keandalan mengirim paket dengan bandwidth yang kecil. Analisis dilakukan untuk mendapatkan informasi data yang akurat tentang segala sesuatu.
- b. Meningkatkan penggunaan perangkat dan teknologi yang lebih efisien dan fungsional.

- c. Memberikan informasi nyata dan meningkatkan efisiensi pengolahan sumber daya.

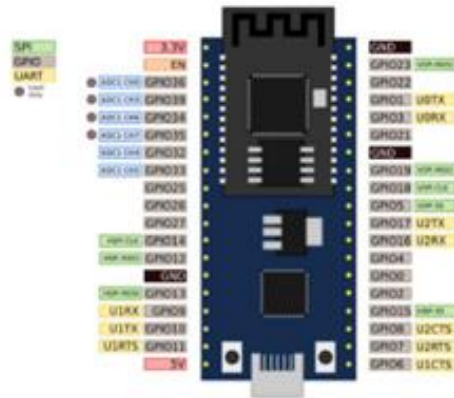
2.2.4 Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler adalah sistem mikroprosesor yang di dalamnya sudah terdapat prosesor , Read Only Memory (ROM), *Random Acces Memory* (RAM), antar muka *input-output (I/O interface)*, jam, dan perangkat internal lain yang terhubung dan terorganisir dengan baik oleh pabrik pembuatnya dan dikemas dalam chip siap pakai. Jenis mikrokontroler yang digunakan dalam penelitian ini adalah ESP32. ESP32 adalah chip tunggal yang terhubung dengan Wi-Fi dan Bluetooth yang dirancang dengan teknologi daya rendah. ESP32 dapat berfungsi sebagai sistem mandiri yang lengkap, mengurangi tumpukan komunikasi pada prosesor aplikasi utama [16]. ESP32 terintegrasi dengan saklar antena bawaan, penguat daya, tingkat kebisingan rendah, dan modul manajemen daya. Selain ESP32 yang digunakan di perangkat seluler, aplikasi IoT juga berfungsi di lingkungan industry [5]. berikut spesifikasi dari Mikrokontroler ESP 32 :

Tabel 2.2 Spesifikasi Mikrokontroler ESP 32 [5]

Spesifikasi	Keterangan
CPU	Tensilica Xtensa LX6 32 bit Dual-core di 160/240Mhz
SRAM	520 Kb
FLASH	2 Mb
Tegangan	2.2-3.6 V
Arus Kerja	80Ma
Program	C, C++, Phyton,dll
Wi-fi	802.11 b/g/n
Bluetooth	4.2BR/edr + ble
UART	3
GPIO	32
SPI	4
I2C	2
PWM	8
ADC	18 (12-bit)
DAC	2 (8-bit)

Jika dilihat dari spesifikasi pada table, maka mikrokontroler ESP32 dapat dijadikan pilihan untuk digunakan pada alat peraga mikrokontroler karena mikrokontroler ini memiliki *interface* yang lengkap, juga memiliki WiFi yang terintegrasi pada mikrokontroler sehingga sangat cocok untuk digunakan. Berikut *pin out* pada ESP32:



Gambar 2.1 Pin out pada ESP32 [5]

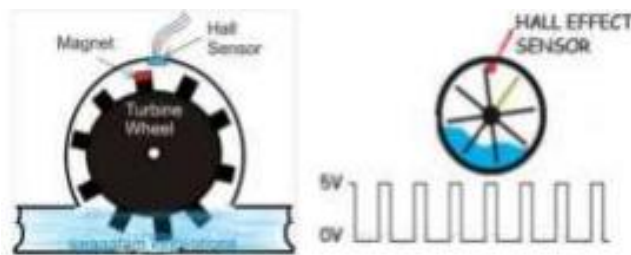
2.2.5 Sensor *Water flow* YF-DN50 G2

Sensor *Water flow* adalah sensor untuk menghitung debit air yang mengalir dengan menggerakkan baling-baling dalam satuan liter. Sensor *Water flow* ini terdiri dari katup plastik, rotor air dan sensor efek Hall. Rotor akan bergerak sesuai dengan kecepatan aliran air yang mengalir. Prinsip kerja dari sensor ini adalah dengan memanfaatkan penggunaan efek Hall. *Output* dari pulsa tegangan memiliki tingkat tegangan yang sama dengan *input* yang dimiliki frekuensi laju aliran air. Sinyal kemudian dapat diolah menjadi data digital oleh mikrokontroler [17]. Sensor waterflow ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Sensor *Water flow*

Prinsip kerja *Water flow* saat air yang mengalir akan melewati katup dan akan membuat rotor magnet berputar dengan kecepatan tertentu sesuai dengan tingkat aliran yang mengalir. Medan magnet yang terdapat pada rotor akan memberikan efek pada sensor efek hall dan itu akan menghasilkan sebuah sinyal pulsa yang berupa tegangan (*Pulse Width Modulator*). *Output* dari pulsa tegangan memiliki tingkat tegangan yang sama dengan *input* dengan frekuensi laju aliran air. Sinyal tersebut dapat diolah menjadi data digital melalui pengendali atau mikrokontroler [17]. Berikut Prinsip kerja dan tabel spesifikasi dari sensor *Water flow*:



Gambar 2.3 Prinsip kerja *Water flow* [17]

Tabel 2.3 Spesifikasi sensor *Water flow* [17]

Spesifikasi	Keterangan
Operasi Volt	DC 5~18V
Peruntukan saluran	Tertutup
Debit air yang dapat diukur	0 – 200 L/menit
Debit air max	200 L/m

Dimensi sensor (P x L x D)	92 mm x 68 mm x 2 inchi
Dimensi tempat kontroler	12 cm x 10 cm x 6 cm
Suhu min air	-25 ° C
Suhu max air	80 ° C

2.2.6 Sensor Ultrasonik JSN-SR04T

Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi ketinggian air di sungai. Sensor dapat dipasang di atas dan memancarkan gelombang ultrasonik ke permukaan air. Sensor ini menggunakan prinsip pantulan gelombang ultrasonik. Ketika gelombang ultrasonik dipancarkan dari sensor ini dan terdapat objek yang menyebabkan gelombang tersebut terpantul, maka sensor tersebut akan memberikan data ke mikrokontroler [18]. Berikut tabel spesifikasi dan gambar sensor ultrasonik:

Tabel 2.4 Spesifikasi sensor ultrasonic [18]

Parameter	Nilai
Tegangan kerja	3-5 V (DC)
Arus kerja	<8 Ma
Frekuensi kerja	40 kHz
Jarak maksimum	600 cm
Jarak minimum	20 cm
Sudut pengukuran	75 derajat
Ukuran produk	panjang42 x lebar29 x tinggi12 mm
Sinyal <i>output echo</i>	TTL <i>level signal</i> , proporsional

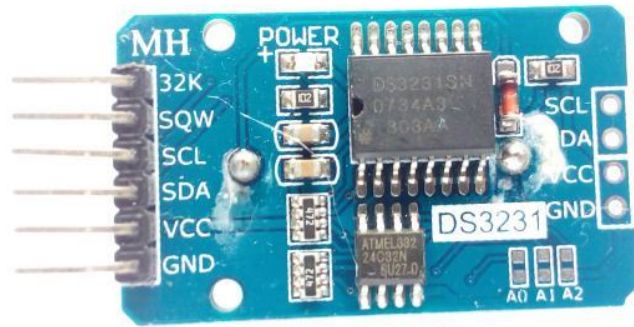


Gambar 2.4 Sensor ultrasonik [18]

2.2.7 RTC 3231

RTC DS3231 adalah IC real-time clock yang terintegrasi dengan sensor suhu. Perangkat ini menggunakan *input* baterai dan mempertahankan waktu yang akurat saat catu daya utama perangkat terganggu. Modul RTC DS3231 yang banyak ditemukan dilengkapi dengan baterai 3V CR2032 yang berfungsi sebagai baterai cadangan sehingga jika aliran listrik terganggu maka IC ini tetap menyimpan waktu. IC ini berkomunikasi dengan mikrokontroler melalui protokol interface I2C. Adapun spesifikasi dari modul RTC DS3231 adalah sebagai berikut:

- a) Dapat menyimpan data-data detik, menit, jam, bulan, hari dalam seminggu, dan tahun, dengan tahun valid
- b) Sensor suhu Digital dengan akurasi *output*: $\pm 3^{\circ} \text{C}$
- c) Dilengkapi baterai cadangan 3V
- d) Tegangan kerja: 3.3 – 5,55 V
- e) Antarmuka bus I2C, kecepatan transmisi maksimal 400 KHz (tegangan kerja 5V) [5]. Berikut gambar dari RTC DS3231:



Gambar 2.5 RTC DS3231 [5]

2.2.8 I2C

I2C adalah protokol *interface* yang dikembangkan oleh Philips Semiconductor dengan konsep dasar komunikasi dua arah antar IC menggunakan dua kabel. Protokol ini memungkinkan desain sistem untuk saling terkoneksi hingga 128 perangkat yang berbeda hanya dengan 2 jalur dua arah, satu untuk serial clock (SCL), dan satu untuk serial data (SDA) [5]. Berikut tabel spesifikasi dan gambar dari I2C:

Tabel 2.5 Spesifikasi I2C [5]

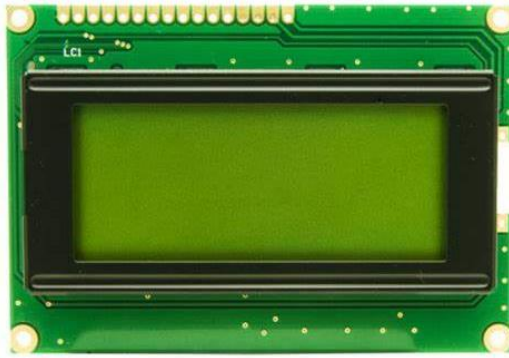
Spesifikasi	Keterangan
Power	DC 5V
Support LCD	LCD 1602 dan 2004 (LCD 16x2, LCD 20x4)
Kontrol Pin	SDA dan SCL
Built-in potensio	<i>Adjust brightness</i>
Built-in jumper	Non-aktifkan <i>backlight</i>
Dimensi	40x18mm
Berat	20 gram



Gambar 2.6 I2C [19]

2.2.9 LCD 4x20

Layar LCD adalah salah satu komponen elektronik yang berfungsi untuk menampilkan sebuah data, baik karakter, huruf maupun grafik. LCD yang digunakan pada penelitian ini yaitu LCD dot matriks dengan jumlah karakter 4 x 20. LCD sangat berguna sebagai alat penampil yang selanjutnya akan digunakan untuk menampilkan status pengoperasian perangkat [20]. Berikut gambar tampilan dari LCD 4 x 20:



Gambar 2.7 LCD 4x20

2.2.10 Baterai Aki

Baterai adalah alat yang berfungsi untuk menyimpan arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya sebelum dapat digunakan untuk mengoperasikan beban. Ada berbagai jenis beban misalnya, beban berupa lampu LED 12 volt atau perangkat elektronik lainnya yang *input* nya membutuhkan listrik DC. Accu atau aki adalah salah satu komponen penting pada kendaraan umum. Selain berfungsi untuk menggerakkan sebuah moto , aki juga berperan menyimpan listrik sekaligus sebagai menstabilkan tegangan dan arus listrik suatu kendaraan [20]. Berikut gambar dari baterai aki:

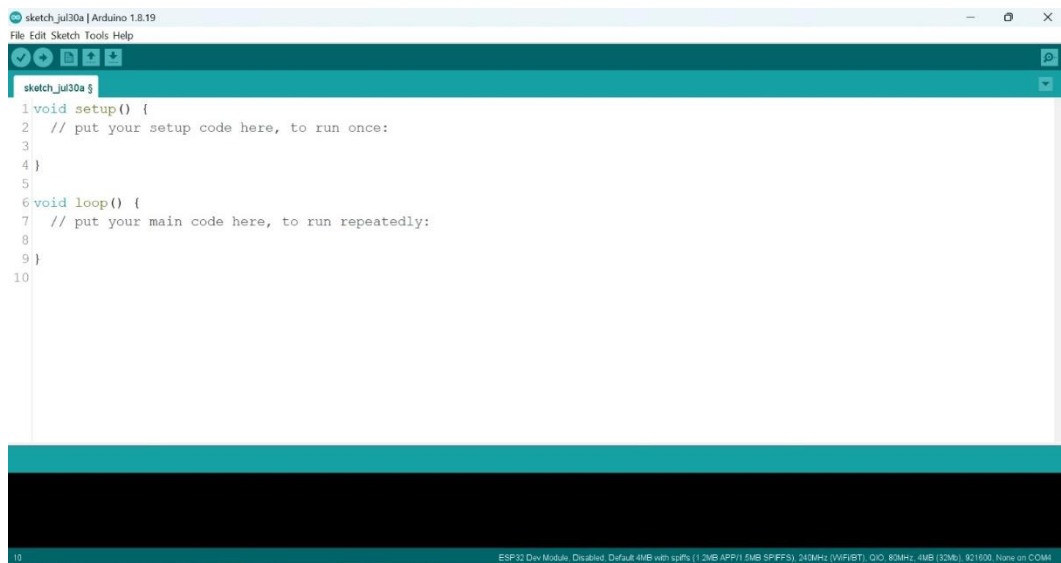


Gambar 2.8 Baterai aki [20]

2.2.11 Arduino IDE

Arduino IDE ini adalah program yang menuliskan kode sumber pada mikrokontroler arduino dan bahasa pemrogramannya sendiri merupakan gabungan dari bahasa C dan Java karena struktur bahasa pemrograman dan penggunaan *library* yang mirip dengan C dan Java [21]. *Software* Arduino IDE terdiri dari tiga bagian:

- a. *Uploader*, modul yang mengimpor kode biner kedalam memori mikrokontroler.
- b. Editor, modul untuk menulis dan mengedit program. Data program pada Arduino disebut *sketch*.
- c. *Compiler*, modul yang berfungsi mengubah bahasa pemrosesan (kode program) menjadi kode biner karena kode biner adalah satu-satunya Bahasa [21]. Berikut tampilan pada Arduino IDE:



```

sketch_ju30a | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help
sketch_ju30a $
1 void setup() {
2   // put your setup code here, to run once:
3
4 }
5
6 void loop() {
7   // put your main code here, to run repeatedly:
8
9 }
10
ESP32 Dev Module, Disabled, Default, 4MB with SPIFS (1.2MB APP), 5MB SPIFFS, 240MHz (WiFiBT, QIO, 80MHz), 4MB (32Mb), 921600, None on COM1

```

Gambar 2.9 Tampilan Arduino IDE

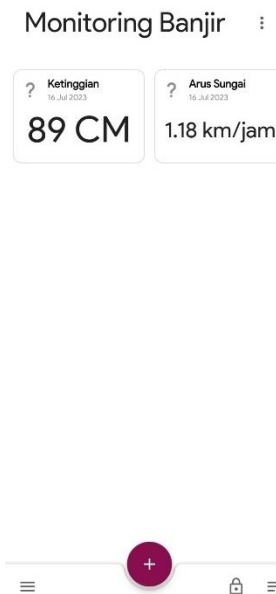
2.2.12 Protokol MQTT

Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) adalah protokol komunikasi data mesin ke mesin yang berada pada layer aplikasi. MQTT berkomunikasi dengan mengirimkan data pesan dengan ukuran yang relatif kecil yaitu hanya 2 *bytes* per tipe data, sehingga dapat bekerja di lingkungan yang dibatasi sumber daya seperti *bandwidth* rendah dan terbatasnya sumber daya listrik. Protokol MQTT dapat digunakan untuk mengimplementasikan konsep IoT [22]. Protokol MQTT menggunakan metode untuk komunikasinya sebagai berikut:

- a) *Publish* adalah cara perangkat mengirimkan datanya ke pelanggan. Biasanya editor ini adalah sebuah perangkat yang terhubung ke beberapa sensor.
- b) *Subscribe* adalah cara perangkat menerima berbagai jenis data dari publisher. Pelanggan dapat berupa aplikasi pemantau sensor dan sebagainya, pelanggan ini kemudian akan meminta data dari penerbit[22].

2.2.13 MQTT Dashboard

MQTT Dashboard adalah aplikasi mobile yang bekerja pada *smart phone* Android, yang dapat digunakan untuk pengamatan data yang dikirim dari node sensor maupun *gateway* melalui protokol MQTT, dengan menyediakan representasi data secara grafis. Pada penelitian ini menggunakan MQTT dashboard sebagai broker untuk menampilkan data-data kecepatan dan ketinggian air Sungai [23]. Berikut gambar tampilan MQTT dashboard:



Gambar 2.10 Tampilan MQTT dashboard

2.2.14 QoS

QoS adalah istilah yang digunakan untuk mendefinisikan kemampuan suatu jaringan untuk memberikan tingkat jaminan layanan yang berbeda. Membuat jaringan yang mendukung QoS tidak semudah yang dibayangkan, berbagai aspek dan parameter penting untuk diperhatikan [15]. Dalam penelitian ini hanya menghitung *delay* QoS pada MQTT dashboard. Berikut parameter-parameter pada QoS:

a) *Throughput*

Throughput adalah nilai dari ukuran kecepatan transfer data efektif yang dikirim melalui jaringan dalam bit per second (bps). Throughput juga merupakan packet data yang berhasil di amati dalam interval waktu tertentu.

$$\text{Throughput} = \frac{\text{paket data diterima}}{\text{waktu pengiriman data}}$$

b) *Packet loss*

Packet loss ialah jumlah total paket hilang saat transmisi data karena terjadinya penumpukan paket dalam suatu jaringan. Berikut merupakan tabel standarisasi *packet loss*. Berikut tabel standarisasi *packet loss*:

Tabel 2.6 Standarisasi *packet loss* [15]

Kategori	Nilai <i>Packet loss</i>
Sangat Bagus	0
Bagus	3
Sedang	15
Buruk	25

$$Packet\ loss = \frac{(Paket\ dikirim - paket\ diterima)}{Paket\ dikirim} \times 100\%$$

c) *Delay*

Delay adalah waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak antara asal dan tujuan. *Delay* dapat dipengaruhi oleh media fisik, jarak, dan waktu pemrosesan yang lama. Berikut kategori *delay*:

Tabel 2.7 Kategori *delay* [24]

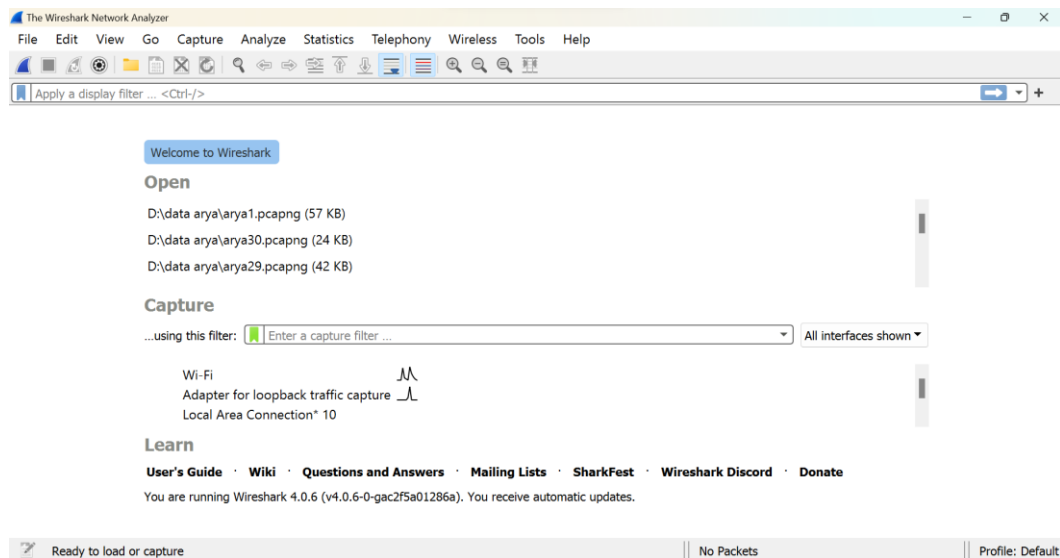
Kategori <i>Delay</i>	Besar <i>Delay</i>	Indeks
Sangat Bagus	<150ms	4
Bagus	150 s/d 300 ms	3
Sedang	300 s/d 450 ms	2
Buruk	>450 ms	1

$$Delay = \text{waktu paket dikirim} - \text{waktu paket diterima}$$

2.2.15 Wireshark

Wireshark adalah alat analisis paket sumber terbuka. Perangkat ini ditujukan untuk digunakan sebagai pemecah suatu permasalahan jaringan, analisis, perangkat lunak dan pengembangan protokol komunikasi, serta untuk pendidikan. Dari sekian banyak aplikasi Network Analyzer yang banyak digunakan oleh Network Administrator untuk menganalisis kinerja jaringan dan mengontrol lalu lintas data pada jaringan yang di kelola Wireshark. Wireshark

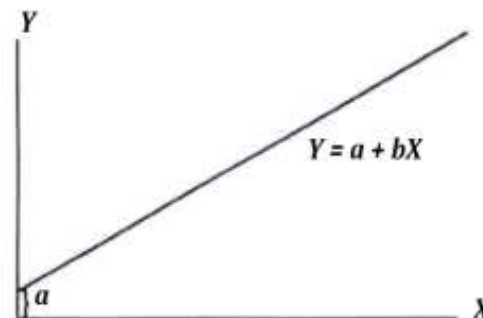
dapat menangkap paket di jaringan. Semua jenis paket informasi dalam format protokol yang berbeda akan dengan mudah ditangkap dan dianalisis [25].



Gambar 2.11 Tampilan Wireshark

2.2.16 Regresi linear

Persamaan regresi linier sederhana merupakan suatu model persamaan yang menggambarkan hubungan satu variabel bebas/ predictor (X) dengan satu variabel tak bebas/ response (Y), yang biasanya digambarkan dengan garis lurus, seperti pada Gambar 2.12 yang merupakan ilustrasi regresi linear [26].



Gambar 2.12 Ilustrasi regresi linier

Persamaan regresi linier sederhana secara matematik pada persamaan 2.1 [26]

$$Y = a + bx \quad (2.1)$$

Y = *Variable Response* atau *Variable Akibat (Dependent)*

X = *Variable Predictor* atau *Variable faktor penyebab (Independent)*

a= konstanta

b = koefisien regresi