

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sampah

Sampah merupakan suatu benda atau bahan yang tidak lagi digunakan oleh manusia dan akhirnya dibuang. Stigma yang melekat pada masyarakat terkait sampah sering kali menyebabkan persepsi negatif terhadapnya. Banyak orang menganggap bahwa semua sampah itu menjijikkan, kotor, dan tidak layak untuk diperhatikan. Akibatnya, banyak dari mereka percaya bahwa sampah harus dibakar atau dibuang dengan cara yang sesuai. Namun, menyadari bahwa segala aktivitas manusia pasti menghasilkan sampah adalah penting bagi kita untuk lebih peduli dan bertanggung jawab dalam mengelolanya. Semua orang harus berperan serta dalam mengatasi masalah sampah ini, bukan hanya tanggung jawab pemerintah daerah, tetapi juga tanggung jawab setiap individu.

Menurut World Health Organization (WHO), pengertian sampah adalah segala sesuatu yang tidak digunakan, tidak dipakai, tidak disenangi, atau benda yang dibuang dan berakar dari kegiatan manusia, tidak terjadi dengan sendirinya. Seiring dengan penambahan jumlah penduduk yang signifikan, produksi sampah meningkat secara drastis, terutama sampah rumah tangga. Sampah rumah tangga meliputi berbagai jenis limbah yang berasal dari kegiatan sehari-hari di rumah, seperti kemasan, plastik, kertas, dan sebagainya, namun tidak termasuk kotoran atau sampah khusus.

Peningkatan jumlah sampah yang terus menerus menjadi perhatian serius bagi kita semua. Dampak negatif dari ketidakpedulian terhadap sampah dapat merusak lingkungan sekitar, mengancam kehidupan hewan, merusak ekosistem alami, dan menyebabkan polusi udara dan air yang membahayakan kesehatan manusia. Oleh karena itu, upaya pencegahan dan pengelolaan sampah menjadi sangat penting. Mengurangi, mendaur ulang, dan memilah sampah adalah langkah awal yang dapat diambil untuk mengurangi dampak negatif sampah terhadap lingkungan. Edukasi dan kesadaran masyarakat tentang pentingnya mengelola sampah dengan benar juga perlu ditingkatkan [6].

2.1.1 Membuang Sampah Sembarangan

Permasalahan sampah yang terjadi di suatu kawasan melibatkan berbagai faktor yang kompleks dan saling terkait. Salah satu masalah utamanya adalah tingginya laju timbulan sampah akibat pola konsumsi yang tidak terkendali. Masyarakat sering kali tidak mempertimbangkan dampak dari perilaku membuang sampah sembarangan dan kurangnya kesadaran tentang pentingnya mengelola sampah dengan benar.

Kepedulian masyarakat yang masih rendah terhadap masalah sampah menjadi hambatan dalam menciptakan lingkungan yang bersih dan sehat. Beberapa individu cenderung suka membuang sampah sembarangan karena terbiasa dengan perilaku buruk ini, yang seolah-olah telah menjadi norma di sekitar mereka. Meskipun ada tempat-tempat yang sudah disediakan untuk pembuangan sampah, masih banyak yang enggan atau malas untuk memanfaatkannya.

Akibat dari perilaku membuang sampah sembarangan ini menjadi semakin serius ketika musim hujan tiba. Sampah yang berserakan dapat menyumbat sistem drainase dan saluran air, menyebabkan banjir yang merusak lingkungan dan infrastruktur. Dampak buruk ini kemudian menciptakan lingkungan yang tidak sehat dan berpotensi menyebabkan penyakit serta kerugian ekonomi bagi masyarakat setempat [7].

2.1.1.1 Aktivitas Manusia dalam Perilaku Membuang Sampah Sembarangan

Aktivitas manusia dalam membuang sampah sembarangan merupakan langkah krusial dalam upaya pengelolaan sampah yang holistik dan terpadu. Sampah yang dihasilkan dari berbagai aktivitas manusia, termasuk dari sektor domestik, komersial, pertanian, industri, dan kimia, menjadi faktor penting yang menyumbang terhadap masalah lingkungan yang semakin memburuk.

Penting untuk menyadari bahwa sebagian besar masyarakat di suatu kecamatan masih menghadapi tantangan dalam membuang sampah dengan benar, bahkan ada yang secara rutin membuang sampah ke bantaran sungai atau lokasi

terlarang lainnya. Sumber sampah yang berasal dari alam seperti daun, tangkai, bunga, buah, dan pohon kering juga ikut menyumbang, tetapi lebih menonjol lagi adalah sampah dari aktivitas manusia seperti plastik, kertas, seng, karet, selulosa, dan sisa makanan, yang mana sampah tersebut dikemas dalam kantong plastik lalu di buang kesembarangan tempat

Perilaku membuang sampah sembarangan ini memiliki dampak yang serius pada lingkungan dan kesehatan masyarakat. Pengumpulan sampah yang tidak teratur dapat menyebabkan kerusakan lingkungan, mencemari air dan tanah, mengganggu ekosistem, serta merusak keindahan estetika kota. Selain itu, sampah yang berserakan juga dapat menjadi sumber penyebaran penyakit dan mengakibatkan banjir ketika sistem drainase tersumbat oleh sampah.

Terkadang, perilaku membuang sampah sembarangan ini dianggap sebagai suatu hal yang lumrah, bahkan ketika diingatkan akan pentingnya mengelola sampah dengan baik, beberapa individu justru merasa marah atau tidak peduli. Fenomena ini menunjukkan adanya perluasan kesadaran dan pendidikan mengenai pentingnya pengelolaan sampah yang baik dalam masyarakat.

Mengidentifikasi aktivitas manusia dalam membuang sampah sembarangan penting karena dapat meningkatkan kesadaran masyarakat, meningkatkan efektivitas pengelolaan sampah, mencegah kerusakan lingkungan, dan meningkatkan kesehatan masyarakat secara keseluruhan. Dengan pemahaman yang lebih mendalam tentang perilaku ini, dapat dilakukan upaya kolaboratif dari berbagai pihak untuk mengubah perilaku membuang sampah sembarangan menjadi perilaku yang lebih bertanggung jawab terhadap lingkungan [8] [9].

2.2 *Images Processing*

Image processing adalah suatu metode yang digunakan untuk memproses gambar dalam bentuk 2 dimensi image processing dapat juga dikatakan segala operasi untuk memperbaiki, menganalisa, atau mengubah suatu gambar. Konsep dasar pemrosesan suatu objek pada gambar menggunakan pengolahan citra diambil dari kemampuan indera penglihatan manusia yang selanjutnya dihubungkan dengan kemampuan otak manusia. Dalam sejarahnya, pengolahan citra telah diaplikasikan

dalam berbagai bentuk, dengan tingkat kesuksesan cukup besar. Seperti berbagai cabang ilmu lainnya, pengolahan citra menyangkut pula berbagai gabungan cabang-cabang ilmu, diantaranya adalah optik, elektronik, matematika, fotografi, dan teknologi computer. Pada umumnya, objektifitas dari pengolahan citra adalah mentransformasi atau menganalisis suatu gambar sehingga informasi baru tentang gambar dibuat lebih jelas.

2.2.1 Pengelolaan *Image Processing*

Pengolahan citra digital merupakan sebuah teknologi *visual* yang digunakan untuk mengamati dan menganalisis suatu objek tanpa berhubungan langsung dengan objek yang diamati tersebut. Teknologi ini dapat digunakan untuk mengevaluasi mutu suatu produk tanpa merusak produk itu sendiri atau dikenal dengan istilah *non-destructive evaluation* (NDE). Proses pengolahan citra digital dan analisisnya, banyak menggunakan persepsi visual. Data masukan dan keluaran yang dihasilkan oleh proses ini adalah dalam bentuk citra. Citra yang digunakan adalah citra digital, karena citra jenis ini dapat diproses oleh komputer digital.

Citra digital diperoleh secara otomatis dari sistem penangkapan citra digital dan membentuk suatu matriks yang menyatakan intensitas cahaya pada suatu himpunan diskrit dari suatu titik atau citra masukan diperoleh melalui suatu kamera yang di dalamnya terdapat suatu alat digitasi yang mengubah citra masukan berbentuk analog menjadi *citra digital*. Alat digitasi ini dapat berupa penjelajahan *silod-state* yang menggunakan matriks sel yang sensitif terhadap cahaya yang masuk, dimana citra yang direkam maupun sensor yang digunakan mempunyai kedudukan atau posisi yang tetap alat masukan citra yang umum digunakan adalah kamera dimana sensor citra dari alat ini menghasilkan keluaran berupa citra analog sehingga dibutuhkan proses digitasi dengan menggunakan alat digitasi seperti yang telah disebutkan diatas. Komponen utama dari perangkat keras pengolahan citra secara digital adalah komputer dan alat peraga. Komputer tersebut bisa dari jenis komputer multiguna khusus yang dirancang untuk pengolahan citra digital. Pengolahan citra pada umumnya dilakukan dari *pixel* yang sifatnya paralel *pipe lined*.

Citra adalah representasi visual dari objek atau adegan dalam bentuk gambar. Citra dibagi menjadi dua jenis utama: citra kontinu (sinyal analog) dan citra diskrit (citra digital). Citra kontinu dihasilkan oleh sistem optik yang menerima sinyal analog, seperti kamera analog. Citra diskrit dihasilkan melalui proses digitalisasi dari citra kontinu, seperti kamera digital atau scanner. Proses digitalisasi memungkinkan penyimpanan, pemrosesan, dan analisis gambar menggunakan komputer. Kedua jenis citra ini memiliki peran penting dalam pengolahan gambar dan komputer, memungkinkan penggunaan yang lebih canggih dan inovatif.

Citra digital memiliki tujuan utama untuk memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau komputer melalui teknik pengolahan citra, termasuk pemanfaatan citra seperti dalam image compression. Selain itu, citra digital digunakan untuk pengenalan pola, di mana komputer mengenali dan menginterpretasi objek dalam citra secara otomatis. Penting juga melakukan pemilihan citra ciri (feature image) yang optimal untuk analisis lebih lanjut. Selain itu, citra digital juga dapat dikompresi atau direduksi untuk tujuan penyimpanan data yang lebih efisien [10].

2.3 Computer Vision

Computer vision adalah ilmunya yang bertujuan untuk memberikan kemampuan yang serupa dengan sistem kerja pada komputer. Secara khusus *computer vision* berusaha untuk mengembangkan metode yang mampu meniru salah satu kemampuan yang paling menakjubkan dari sistem visual manusia, yaitu, menyimpulkan karakteristik dunia nyata 3D murni menggunakan cahaya dipantulkan ke mata dari berbagai objek.

Computer vision adalah bidang ilmu komputer yang membahas bagaimana komputer memungkinkan untuk melihat, mengenali, dan memproses gambar dengan analisis yang sama seperti mata manusia, kemudian memberikan pengetahuan yang sesuai. *Computer vision* memiliki konsep seperti menanamkan kecerdasan manusia ke dalam komputer. Proses pengolahan informasi dari gambar dalam konsep *computer vision*, dapat dibagi menjadi tiga tahap yaitu *preprocessing*, ekstraksi fitur dan klasifikasi/identifikasi. *Computer vision* bidang

yang berhubungan dengan bagaimana komputer dapat mengembangkan pemahaman tingkat tinggi dengan menafsirkan informasi yang ada dalam gambar digital. Pengembangan *computer vision* membuat kemajuan besar dalam beberapa tahun terakhir, terutama karena keberhasilan pembelajaran mendalam, sub-bidang machine learning. Teknik ini telah menunjukkan ruang lingkup yang sangat besar di berbagai bidang seperti dunia kesehatan, pendidikan, dan bidang-bidang lainnya. Beberapa implementasi dari *computer vision* diantaranya:

1. Pendeteksi Objek, yaitu proses mendeteksi contoh objek semantik dari kelas tertentu (seperti manusia, pesawat terbang, atau burung) yang diperoleh dari sebuah gambar digital atau video. Proses pendeteksian objek dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode seperti CNN. Proses pendeteksi objek menggunakan *computer vision* bisa dilihat pada **Gambar 2.1**.



Gambar 2.1 Proses Pendeteksi Objek dengan *Computer Vision*

2. Pengenalan Wajah, yaitu salah satu aplikasi *computer vision* yang sangat populer dengan minat komersial yang cukup besar. Berbagai sistem pengenalan wajah berdasarkan ekstraksi fitur buatan tangan telah diusulkan. Dalam proses pengenalan wajah, ekstraktor fitur mengekstrak fitur dari wajah

yang disejajarkan untuk mendapatkan representasi dimensi rendah, berdasarkan sistem klasifikasi sistem akan membuat prediksi.

3. Pengenalan perilaku dan aktivitas objek, Banyak penelitian tentang pengenalan aktivitas manusia berdasarkan teknik deep learning telah diusulkan dalam literatur dalam beberapa tahun terakhir. Deep learning digunakan untuk deteksi dan pengenalan peristiwa secara kompleks dalam video. Proses pengenalan dimulai dengan aktivitas yang menonjol digunakan untuk mendeteksi dan melokalisasi peristiwa, dan kemudian deep learning diterapkan pada fitur yang telah dilatih sebelumnya untuk mengidentifikasi dan menyesuaikan dengan peristiwa yang menjadi dasar.
4. Estimasi Pose Manusia, adalah implementasi computer vision untuk menentukan posisi sendi manusia dari gambar, urutan gambar, gambar kedalaman, atau data kerangka seperti yang disediakan oleh perangkat keras penangkap gerakan. Estimasi pose manusia adalah tugas yang sangat memiliki tantangan yang lebih besar, karena berbagai macam siluet dan penampilan manusia, pencahayaan yang sulit, dan latar belakang yang berantakan. Sebelum era deep learning, estimasi pose didasarkan pada deteksi bagian tubuh, misalnya melalui struktur gambar[6].

2.3.1 Vision Sensing

Vision sensing adalah teknologi yang menggunakan sensor untuk mengambil data visual, seperti citra atau video, dan mengolahnya untuk mendapatkan informasi yang berguna. Berbagai aplikasi vision sensing telah ditemukan dan menghadirkan manfaat yang besar dalam berbagai bidang. Salah satu aplikasi utama dari vision sensing adalah dalam bidang keamanan dan pengawasan, di mana algoritma vision sensing dapat digunakan untuk klasifikasi orang, menghitung dan melacak orang, serta mendeteksi keberadaan orang di bangunan pintar atau area publik.

Selain itu, vision sensing juga terkait erat dengan *computer vision*, yang merupakan bidang ilmu yang bertujuan untuk memberikan kemampuan pada komputer agar dapat "melihat" dan memahami dunia visual seperti manusia. *Vision sensing* dan *computer vision* telah mengalami kemajuan pesat dengan menerapkan

teknik pembelajaran mesin untuk menyelesaikan tantangan dunia nyata yang kompleks.

Sensor visual dalam vision sensing berfungsi sebagai perangkat untuk mengambil data visual dari lingkungan sekitar. Data visual yang diperoleh dari sensor ini kemudian digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti identifikasi objek dalam citra, deteksi wajah, dan pengukuran warna buah. Selain itu, *vision sensing* juga dapat digunakan untuk menentukan keberadaan, orientasi, dan akurasi suatu objek, memberikan kontribusi penting dalam berbagai sistem pengenalan dan pelacakan.

2.4 Machine Learning

Pembelajaran mesin (ML) adalah studi ilmiah tentang algoritma dan model statistik yang digunakan sistem komputer untuk melakukan tugas tertentu tanpa menggunakan instruksi eksplisit, dengan mengandalkan pola dan inferensi sebagai gantinya. Itu dikenal sebagai bagian dari kecerdasan buatan. Algoritma pembelajaran mesin membangun model matematika berdasarkan data sampel, yang dikenal sebagai "*data training*", untuk membuat prediksi atau keputusan tanpa diprogram secara eksplisit untuk melakukan tugasnya.

Algoritma pembelajaran mesin digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti penyaringan email dan visi komputer, di mana sulit atau tidak mungkin untuk mengembangkan algoritma konvensional untuk melakukan tugas secara efektif. Pembelajaran mesin terkait erat dengan statistik komputasi, yang berfokus pada membuat prediksi menggunakan komputer. Studi tentang optimasi matematika memberikan metode, teori dan domain aplikasi ke bidang pembelajaran mesin. Penambangan data adalah bidang studi dalam pembelajaran mesin, dan berfokus pada analisis data eksplorasi melalui pembelajaran tanpa pengawasan [11].

2.4.1 Metode Algoritma Machine Learning

1. Supervised Learning

Algoritma pembelajaran yang diawasi membangun model matematika dari serangkaian data yang berisi input dan output yang diinginkan. Data tersebut dikenal sebagai *data training*, dan terdiri dari serangkaian contoh *training*. Setiap

contoh *training* memiliki satu atau lebih input dan output yang diinginkan, juga dikenal sebagai sinyal pengawasan. Dalam model matematika, setiap contoh *training* diwakili oleh array atau vektor, kadang-kadang disebut vektor fitur, dan data *training* diwakili oleh sebuah matriks. Melalui optimalisasi berulang fungsi objektif, algoritma pembelajaran terawasi mempelajari fungsi yang dapat digunakan untuk memprediksi output yang terkait dengan input baru. Fungsi yang optimal akan memungkinkan algoritma untuk menentukan output dengan benar untuk input yang bukan bagian dari data *training*. Algoritma yang meningkatkan akurasi output atau prediksi dari waktu ke waktu dikatakan telah belajar untuk melakukan tugas itu.

2. *Unsupervised Learning*

Unsupervised learning adalah jenis pembelajaran mesin yang mencari pola yang sebelumnya tidak terdeteksi dalam kumpulan data tanpa label yang sudah ada sebelumnya dan dengan minimal pengawasan manusia. Berbeda dengan pembelajaran terawasi yang biasanya menggunakan data berlabel manusia, pembelajaran tanpa pengawasan, juga dikenal sebagai swasusun memungkinkan pemodelan kepadatan probabilitas atas input. Ini membentuk salah satu dari tiga kategori utama pembelajaran mesin, bersama dengan pembelajaran yang diawasi dan diperkuat. Pembelajaran semi-diawasi, varian terkait, memanfaatkan teknik yang diawasi dan tidak diawasi.

Dua metode utama yang digunakan dalam pembelajaran tanpa pengawasan adalah komponen utama dan analisis kluster. Analisis Cluster digunakan dalam pembelajaran tanpa pengawasan untuk mengelompokkan, atau mengelompokkan, kumpulan data dengan atribut bersama untuk mengekstrapolasi hubungan algoritmik. Analisis cluster adalah cabang pembelajaran mesin yang mengelompokkan data yang belum diberi label, diklasifikasikan atau dikategorikan. Pendekatan ini membantu mendeteksi titik data anomali yang tidak cocok dengan kelompok mana pun.

3. *Semi-Supervised Learning*

Semi-Supervised Learning adalah pendekatan pembelajaran mesin yang menggabungkan sejumlah kecil data berlabel dengan sejumlah besar data yang

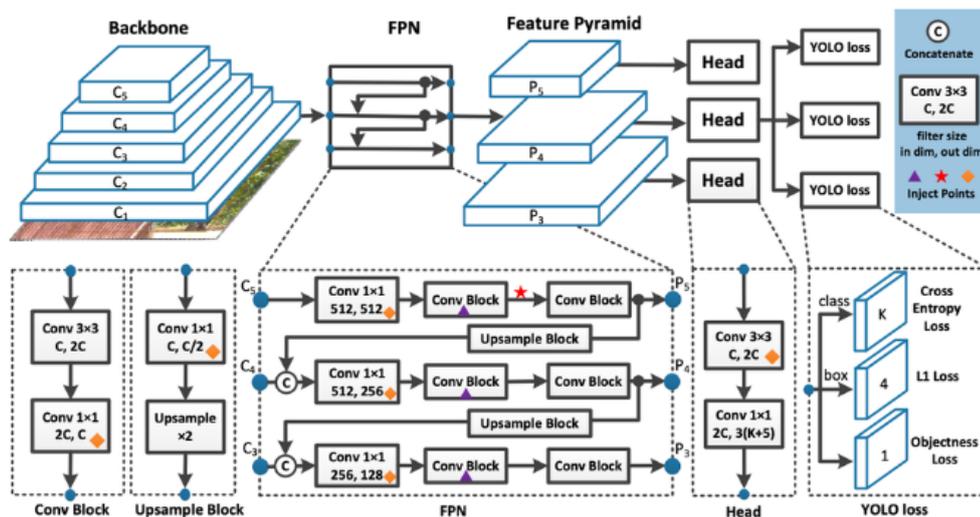
tidak berlabel selama *training*. Pembelajaran semi-diawasi berada di antara pembelajaran tanpa pengawasan (tanpa data *training* yang berlabel) dan pembelajaran yang diawasi (dengan hanya data *training* yang berlabel).

4. *Reinforcement Machine Learning*

Reinforcement machine learning adalah algoritma yang mempunyai kemampuan untuk berinteraksi dengan proses belajar yang dilakukan, algoritma ini akan memberikan poin (*reward*) saat model yang diberikan semakin baik atau menguraangi poin (*error*) saat model yang dihasilkan semakin buruk. Salah satu penerapan yang sering dijumpai yaitu pada mesin pencari.

2.5 Metode YOLO (*You Only Look Once*)

You Only Look Once (YOLO) adalah sebuah metode deteksi objek yang dikembangkan pada tahun 2015 oleh Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick, dan Ali Farhadi. Metode ini merupakan salah satu teknik *deep learning* dalam bidang visi komputer yang paling terkenal dan sering digunakan pada saat ini. YOLO mempunyai keunggulan karena mampu menghasilkan prediksi deteksi objek secara cepat dan akurat.



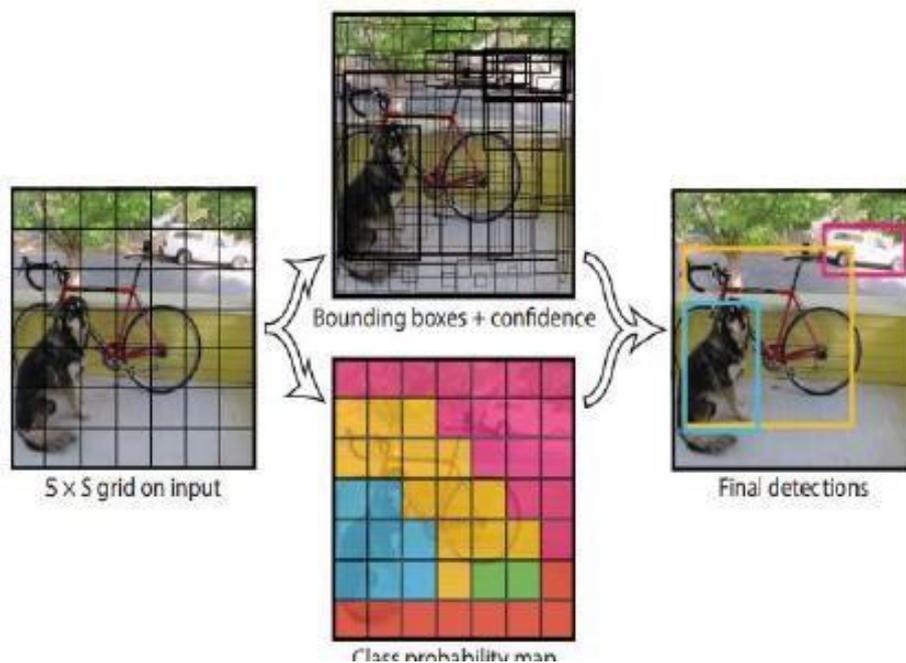
Gambar 2.2 YOLO

YOLO menggunakan arsitektur *convolutional neural network* (CNN) yang memungkinkan masing-masing lapisan untuk mengekstrak fitur dari gambar secara

bertahap. Selain itu, YOLO menggunakan metode grid cell untuk membagi gambar menjadi beberapa bagian yang lebih kecil. Setiap grid cell akan memberikan prediksi lokasi dan kelas objek pada kotak pembatas atau bounding box yang terkait dengan grid cell tersebut. Arsitektur YOLO dapat dilihat dilihat pada **Gambar 2.2**

YOLO menggunakan arsitektur CNN dengan 24 lapisan dan dilatih menggunakan dataset COCO (Common Objects in Context). Setiap lapisan pada arsitektur YOLO bertanggung jawab untuk mengekstrak fitur dari gambar secara bertahap. Selain itu, YOLO juga menggunakan teknik grid cell untuk membagi gambar menjadi beberapa bagian yang lebih kecil. Setiap grid cell akan memberikan prediksi lokasi dan kelas objek pada kotak pembatas atau bounding box.

Algoritma YOLO merupakan algoritma deep learning untuk deteksi objek yang menggunakan pendekatan berbeda dari algoritma lain, yaitu menerapkan sebuah jaringan syaraf tunggal pada keseluruhan citra. YOLO merupakan salah satu state-of-the-art object detection algorithm yang membagi citra masukan ke dalam suatu grid berukuran $S \times S$. Ukuran dari grid cell tersebut tergantung pada input size yang digunakan pada suatu arsitektur. Pada YOLO, jika input size 416×416 , maka ukuran grid size adalah 13×13 , 26×26 , dan 52×52 . Setiap sel bertugas untuk memprediksi objek yang ada di dalam sel tersebut dengan bounding box beserta confidence yang merupakan nilai probabilitas keberadaan suatu objek pada bounding box tersebut. Kemudian, setelah bounding box seperti yang terlihat pada **Gambar 2.3**, lalu dipetakan, YOLO akan memprediksi kelas dari objek yang terdapat pada bounding box tersebut beserta probabilitasnya, sehingga terbentuklah *class probability map* [12].



Gambar 2.3 *Bounding Box*

Metode YOLO memiliki kelebihan dan kekurangan dalam mendeteksi objek pada gambar. Di antara kelebihanannya sebagai berikut :

1. Kecepatan

YOLO dapat melakukan deteksi objek pada gambar dengan cepat karena hanya membutuhkan satu kali feedforward pada jaringan neural network. Hal ini membuat YOLO cocok untuk digunakan pada sistem waktu-nyata yang memerlukan respon cepat.

2. Deteksi objek secara akurat

YOLO dapat mendeteksi objek dengan akurasi yang tinggi karena menggunakan arsitektur neural network yang mendalam (deep learning) dan menghasilkan prediksi lokasi dan kelas objek secara simultan.

3. Generalisasi yang baik

YOLO dapat digunakan untuk mendeteksi objek pada gambar dengan berbagai kondisi pencahayaan, orientasi objek, dan latar belakang gambar.

4. Kemampuan untuk mendeteksi objek dalam jumlah besar YOLO dapat mendeteksi objek dalam gambar.

Walaupun YOLO memiliki kelebihan yang menjanjikan dalam mendeteksi objek. Namun, YOLO juga memiliki beberapa kekurangan, seperti :

1. Keterbatasan dalam mendeteksi objek kecil
YOLO kurang efektif dalam mendeteksi objek yang sangat kecil, terutama jika objek tersebut memiliki rasio aspek yang tinggi.
2. Ketergantungan pada kualitas dataset jumlah besar dalam satu YOLO sangat bergantung pada kualitas dataset yang digunakan untuk pelatihan model, sehingga memerlukan dataset yang besar dan representatif untuk meningkatkan akurasi deteksi objek.

2.5.1 Precision, Recall, and Accuracy

Dalam pengenalan pola (pattern recognition) dan penemuan suatu informasi dalam suatu algoritma jaringan syaraf tunggal seperti algoritma YOLO. Perhitungan yang penting untuk mnguji kinerja sistem antara lain adalah Precision, Recall, Accuracy. Precision adalah tingkat ketepatan hasil prediksi yang diinginkan dengan yang direspon oleh sistem, Recall adalah tingkat keberhasilan sistem dalam menemukan kembali suatu informasi, Sedangkan Accuracy adalah tingkat perbandingan antar hasil prediksi dengan data yang sesungguhnya. Untuk masing-masing data yang diperoleh akan dikelompokkan menjadi beberapa kategori antara lain True Positive (TP), True Negative (TN), False Positive (FP), False Negative (FN) seperti pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Kategori Hasil Prediksi

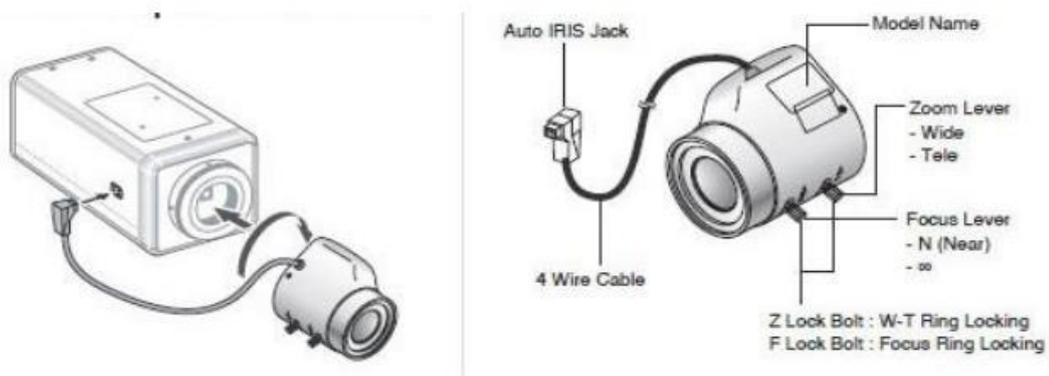
		Nilai Sebenarnya	
		True	False
Nilai Prediksi	True	TP (True Positive)	TN (True Negative)
	False	FP (False Positive)	FN (False Negative)

Persamaan untuk Precision, Recall, dan Accuracy memiliki relasi seperti pada **Tabel 2.1** menggunakan rumus :

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$$

2.6 Closed Circuit Television (CCTV)

Closed Circuit Television (CCTV) merupakan penggunaan kamera video untuk mentransmisikan signal video ke tempat spesifik, dalam beberapa set monitor. Sistem CCTV biasanya terdiri dari komunikasi antara kamera dan monitor. Seiring dengan perkembangan teknologi yang sangat pesat seperti saat ini, Teknologi CCTV modern terdiri dari sistem terkoneksi dengan kamera yang bisa digerakkan (diputar, ditekuk, dan di-zoom) serta dapat dioperasikan dari jarak jauh lewat ruang control, maupun melalui *Personal Computer* atau telepon genggam dan dapat dihubungkan dengan suatu jaringan baik LAN, *Wireless-LAN*, maupun internet, yang dapat melakukan pengawasan 24 jam non stop sesuai dengan keinginan pengguna. CCTV dapat dilihat **Gambar 2.4**.



Gambar 2.4 Camera CCTV

Banyak pendapat tentang fungsi CCTV dari kalangan-kalangan tertentu, bahkan dengan banyaknya peminat terhadap CCTV saat ini memunculkan ide kreatif untuk menjual CCTV yang bisa ditempatkan di rumah. Hal ini juga untuk menghindari maling atau perampok yang akan menghabisi barang-barang yang ada di rumah anda. Berikut adalah fungsi dan tujuan pemasangan kamera CCTV:

1. Pencegahan, pelaku kejahatan seringkali mengurungkan niat atau merasa takut ketika melihat adanya kamera CCTV yang dipasang. Peralnya, keberadaan kamera CCTV dapat menjadi bukti yang tercatat dengan baik untuk dilaporkan kepada pihak berwajib. Hal ini dapat berfungsi sebagai penghalang bagi mereka yang ingin melakukan kejahatan.
2. Pemantauan mudah, kamera CCTV memudahkan Anda dalam memantau atau mengawasi situasi dan kegiatan yang terjadi di area yang tercakup oleh kamera tersebut. Dengan adanya CCTV, Anda dapat langsung mengetahui jika ada orang asing yang memasuki area yang telah dipasang kamera CCTV.
3. Bukti, rekaman dari kamera CCTV dapat digunakan untuk menganalisis kasus kejahatan, perampokan, pembunuhan, dan lainnya. Dengan menggunakan hasil rekaman CCTV sebagai bukti, dapat diketahui dengan jelas siapa pelaku kejahatan tersebut. Semua kegiatan yang tercatat oleh CCTV dapat digunakan sebagai bukti dalam penyelidikan tindak kriminal. (sintasi disini File III(1))

1. Bagian-Bagian CCTV

CCTV terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu kamera, DVR (*Digital Video Recorder*), monitor, dan perangkat lunak. Kamera CCTV mengambil gambar dan merekam aktivitas yang terjadi di area yang diamati. Gambar yang ditangkap oleh kamera CCTV dikirim ke DVR untuk direkam dan disimpan. Monitor digunakan untuk menampilkan gambar yang ditangkap oleh kamera, sedangkan perangkat lunak digunakan untuk mengontrol dan mengelola sistem CCTV. Penjelasan tersebut bisa dijelaskan dalam poin berikut :

1. Kamera.(CCTV), Kamera berfungsi menangkap atau mengambil gambar dan mengubah menjadi sinyal listrik. yang terpasang di area-area/tempattempat yang akan diamati. Bila dilihat dari fungsinya kamera dapat dikategorikan sesuai kebutuhan dan keinginan seperti : *Standar, dome, pin hole*. Secara teknologi jenis kamera di dalam penggunaannya ada yang secara *wireless, outdoor* atau *indoor*, dan secara fungsinya ada yang bisa digerakkan (*pan, tilt, zoom / PTZ*).

2. *Image sensor*, bagian yang berfungsi menangkap gambar. Semakin tinggi resolusi dan kepekaannya (iluminasi) maka semakin baik kualitasnya. *Image sensor* yang sering digunakan berukuran 0.25”, 1.3”, 10 0.5”, dan 1”.
3. Lensa, berfungsi mengarahkan bayangan ke *image sensor*, jangkauan dan luasan daerah yang ingin diambil gambarnya disebut *focus*.
4. Monitor, berfungsi menampilkan gambar yang ditangkap oleh kamera, dengan sistem kerja yang mengubah sinyal listrik menjadi gambar yang dapat dilihat. Monitor untuk menampilkan kejadian secara live maupun *playback*.
5. *Multiplexer*, untuk mengatur tampilan dan perekaman gambar dari kamera ke sebuah monitor dan VCR.
6. *Digital Video Recorder (DVR)*, DVR Memiliki kemampuan sebagai multiplexer dan VCR, Dengan teknologi digital Komputer saat ini seluruh data dirubah dan diolah dalam bentuk digital, Teknologi DVR saat ini telah berbasis Personal Computer (PC) dengan spesifikasi dengan yang ada dipasaran saat ini [13].

2. Spesifikasi CCTV

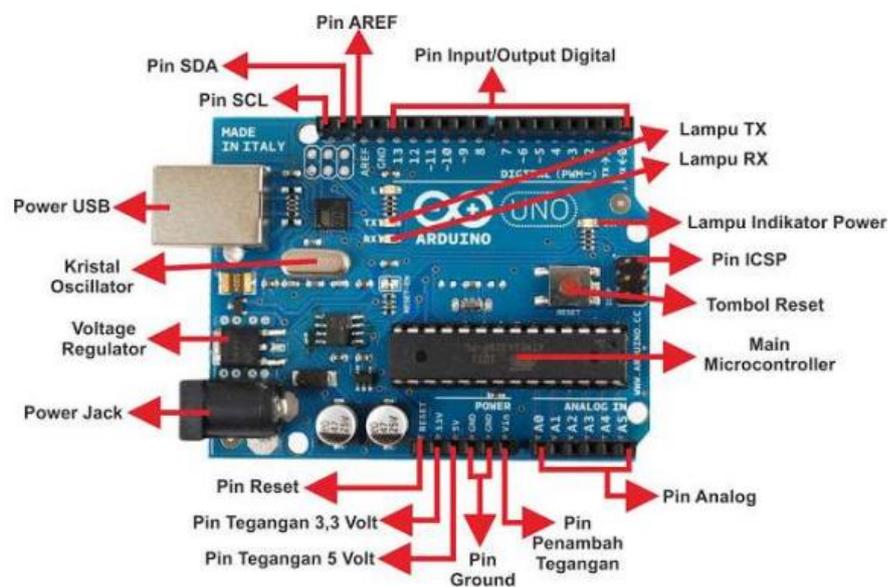
Spesifikasi dari CCTV yang digunakan dapat dilihat pada **Tabel 2.2** sebagai berikut:

Tabel 2.2 Spesifikasi CCTV

Spesifikasi	Detail
Resolution	4 MP
Image Sensor	1/3” Color CMOS
Image Compression	H.265
IR	Distance 10M
Audio	Build-in Mic & Speak
Micro SD Card	Up to 128GB
Connection	WiFi 2.4 GHz
Working Temperature	0 °C ~ 45 ° C
Working Humidity	10% - 95

2.7 Mikrokontroler Arduino Uno

Pendiri dari arduino adalah Massimo Banzi dan David Cuartiellez. Proyek Arduino berawal Dilvre, Italia pada tahun 2005. Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *Open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama, yaitu sebuah *chip* mikrokontroler dengan jenis *Advanced Versatile RISC* (AVR) dari perusahaan Atmel. Mikrokontroler itu sendiri adalah chip atau *intergrated circuit* (IC) yang bisa di program menggunakan komputer. Tujuan menamakan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut, dan kemudian menghasilkan output sesuai dengan yang di inginkan. Jadi, mikrokontroler sebagai “otak” input, output dan proses pada sebuah rangkaian elektroni [14]. **Gambar 2.5** menunjukkan contoh dari Arduino uno.



Gambar 2.5 Arduino Uno

Arduino Uno adalah salah satu jenis papan mikrokontroler berbasis ATmega328, dan Uno adalah istilah bahasa Italia yang artinya satu. Arduino Uno dinamai untuk menandai peluncuran papan mikrokontroler yang akan datang yaitu Arduino Uno Board 1.0. Papan ini mencakup pin-14 I / O digital, colokan listrik, i

/ ps-6 analog, resonator keramik-A16 MHz, koneksi USB, tombol RST, dan header ICSP. Semua ini dapat mendukung mikrokontroler untuk operasi lebih lanjut dengan menghubungkan papan ini ke komputer. Catu daya papan ini dapat dilakukan dengan bantuan adaptor AC ke DC, kabel USB, atau baterai. Artikel ini membahas tentang apa itu mikrokontroler Arduino Uno, konfigurasi pin, spesifikasi atau fitur Arduino Uno, dan aplikasi. Arduino Uno dapat mendeteksi lingkungan dari input. Di sini inputnya adalah berbagai macam sensor dan ini dapat mempengaruhi sekitarnya melalui pengontrolan motor, lampu, aktuator lain, dll. Proyek Arduino dapat berkomunikasi dengan perangkat lunak saat berjalan di PC [15].

Mikrokontroler ada pada perangkat elektronik di sekeliling kita. Misalnya, *handphone*, MP3 *player*, DVD, televisi, AC, dll. Mikrokontroler juga dipakai untuk keperluan mengendalikan robot. Baik robot mainan, maupun robot industri. Karena komponen utama Arduino adalah mikrokontroler, maka Arduino pun dapat diprogram menggunakan komputer sesuai kebutuhan. Bagian-bagian pada arduino diantaranya adalah:

1. Digital I/O, Arduino UNO memiliki 14 pin yang bisa digunakan untuk input dan output (input berupa sensor-sensor, dan output seperti LED, Speaker, Servo, dan sebagainya). Pin tersebut mulai dari 0 sampai 13, tapi khusus untuk pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11 dapat digunakan sebagai pin analog output. Arduino Uno dapat memprogram pin output analog dengan nilai 0-255, mewakili tegangan 0-5V.
2. Analog Input, Arduino UNO memiliki 6 pin yang bisa digunakan untuk input sensor analog, seperti sensor benda, sensor cahaya, sensor suhu dan sebagainya. Pin tersebut mulai dari 0 sampai 5. Nilai sensor dapat dibaca oleh program dengan nilai antara 0-1023, itu mewakili tegangan 0-5V.
3. USB, Arduino UNO adalah jenis Arduino yang dapat diprogram menggunakan USB tipe A to tipe B. Untuk yang tipe A disambungkan ke komputer, yang B dipasang ke Arduino UNO. USB ini sudah langsung tersambung ke power, jadi tidak diperlukan baterai atau yang lain saat melakukan pemrograman.

4. Power, Arduino UNO memiliki power 5V yang bisa digunakan untuk rangkaian, dan juga yang 3.3V, serta adanya ground.
5. ICSP 8, ICSP singkatan dari In-Circuit Serial Programming, fungsinya ketika ingin memprogram Arduino langsung, tanpa menggunakan Bootloader. Tapi kebanyakan pengguna Arduino tidak menggunakan ini, jadi tidak terlalu digunakan walaupun sudah disediakan.
6. Kristal, Chip Mikrokontroler adalah otak dari Arduino, dan kristal adalah jantungnya Arduino. Jantung Arduino ini dapat berdetak sebanyak 16 juta kali perdetik atau bisa disebut 16MHz. Mikrokontroler melakukan sebuah operasi untuk setiap detaknya Kristal.
7. Socket DC, Socket DC adalah tombol khusus yang ada pada Arduino, berfungsi ketika mengulang keposisi awal program yang digunakan.
8. Reset, Reset adalah tombol khusus yang ada pada Arduino, berfungsi ketika mengulang ke posisi awal program yang digunakan.

2.1.1 Spesifikasi Arduino Uno

Tabel 2.3 yang terlihat pada tabel di bawah ini adalah spesifikasi dari Arduino uno.

Tabel 2.3 Spesifikasi Arduino Uno

Spesifikasi	Detail
Tegangan Pengoperasian	5 V
Tegangan Input yang disarankan	7 – 12 V
Batas Tegangan Input	6 -20 V
Jumlah pin I/O digital	14 pin digital
Jumlah pin input analog	6 pin
Arus DC tiap pin I/O	40mA
Arus DC untuk pin 3,3 V	50mA
Memory Flash	32 KB (ATmega 328) sekitar 0,5 KB digunakan oleh bootloader

Spesifikasi	Detail
SRAM	2 KB (ATmega 328)
EFROM	1 KB (ATmega 328)
Clock speed	Hz

2.1.2 Prinsip Kerja Arduino Uno

Arduino Uno berfungsi sebagai papan pengembangan dengan mikrokontroler ATmega328P yang dapat diprogram untuk mengendalikan berbagai perangkat elektronik. Prinsip kerjanya berdasarkan pada pemrograman yang dilakukan oleh pengguna menggunakan bahasa pemrograman Arduino (biasanya menggunakan bahasa C/C++). Ketika Arduino Uno diberi daya melalui USB atau sumber tegangan eksternal, mikrokontroler ATmega328P akan mulai menjalankan program yang telah diunggah sebelumnya atau yang baru saja diunggah melalui kabel USB. Program ini berisi serangkaian instruksi yang ditulis oleh pengguna untuk mengendalikan perangkat yang terhubung ke pin-pi Arduino Uno.

Pengguna dapat menggunakan berbagai fungsi dan perpustakaan (library) yang telah disediakan oleh platform Arduino untuk mengendalikan perangkat seperti LED, sensor, motor, layar LCD, dan banyak lagi. Pengguna juga dapat menulis kode kustom sesuai dengan kebutuhan proyek mereka.

Arduino Uno berinteraksi dengan dunia luar melalui pin digital dan pin analog yang dapat diatur sebagai input atau output. Input dapat menerima sinyal dari sensor atau perangkat lain, sedangkan output dapat mengendalikan perangkat seperti motor atau LED. Prinsip kerja Arduino Uno yang sederhana dan fleksibel menjadikannya sangat populer di kalangan pekerja dunia elektronik, penggemar elektronik, dan bahkan dalam pendidikan untuk memperkenalkan konsep pemrograman dan elektronika kepada siswa dan pengajar [16].

2.8 Mini PC

Mini PC adalah kelas komputer *multi-user* yang dalam spectrum komputasi berada di posisi menengah dibawah kelas komputer *mainframe* dan sistem komputer *single-user* seperti komputer pribadi. Istilah komputer mini dalam era

sekarang ini sudah dianggap kuno dan diganti dengan istilah–istilah seperti komputer menengah IBM (*midrange system*). Komputer mini mempunyai kemampuan beberapa kali lebih besar jika dibandingkan dengan PC. Hal ini disebabkan karena *microprocessor* yang digunakan untuk memproses data memang mempunyai kemampuan jauh lebih unggul jika dibandingkan dengan *microprocessor* yang digunakan pada PC. Komputer mini pada umumnya dapat digunakan untuk melayani lebih dari satu pengguna. Contoh dari mini PC adalah Raspberry Pi, Cubie Board, Orange Pi, Banana Pi, dan lain sebagainya [17]. Berikut ini merupakan contoh dari mini pc seperti pada **Gambar 2.6**.



Gambar 2.6 Mini PC

2.8.1 Spesifikasi Mini PC

Spesifikasi dari Mini PC yang digunakan dapat dilihat pada **Tabel 2.4** sebagai berikut :

Tabel 2.4 Spesifikasi Mini PC

Spesifikasi	Detail
CPU	Intel HD Graphics 500
RAM	8 GB
Power Input Volt	12V

Spesifikasi	Detail
Power Adaptor	10V - 240V / 50 HZ – 60 HZ
Decoder Format	H.263,H.264,H.265,HD MPEG4
Video Format	3GP,AVI,FLV,MKV,MOV,MP4,MPG,OGG,VOB,WMV
Audio Format	AAC,AC3,APE,FLAC,M4A,MP2,MP3,WAV,WMA
Photo Format	BMP,GIF,JPEG,JPG,PNG,TIFF

2.9 Internet of Things (IoT)

Internet of Things atau dikenal juga dengan singkatan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terusmenerus yang memungkinkan kita untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan sensor jaringan dan aktuator untuk memperoleh data dan mengelola kinerjanya sendiri, sehingga memungkinkan mesin untuk berkolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara independen. Internet Of Things atau sering disebut IoT adalah sebuah gagasan dimana semua benda di dunia nyata dapat berkomunikasi satu dengan yang lain sebagai bagian dari satu kesatuan sistem terpadu menggunakan jaringan internet sebagai penghubung. misalnya CCTV yang terpasang di sepanjang jalan dihubungkan dengan koneksi internet dan disatukan di rung kontrol yang jaraknya mungkin puluhan kilometer. atau sebuah rumah cerdas yang dapat dimanage lewat smartphone dengan bantuan koneksi internet.

Pada dasarnya perangkat IoT terdiri dari sensor sebagai media pengumpul data,sambungan internet sebagai media komuniakasi dan server sebagai pengumpul informasi yang diterima sensor dan untuk analisa. Ide awal *Internet of Things* pertama kali dimunculkan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999 di salah satu presentasinya. Kini banyak perusahaan besar mulai mendalami *Internet of Things* sebut saja Intel, *Microsoft*, *Oracle*, dan banyak lainnya. Banyak yang memprediksi bahwa pengaruh *Internet of Things* adalah “ *the next big thing* ” didunia teknologi informasi, hal ini karena IoT menawarkan banyak potensi yang bisa digali. Contoh sederhana manfaat dan implementasi dari *internet of things* misalnya dalah kulkas

yang memberitahukan kepada pemiliknya via SMS atau *email* tentang makanan dan minuman apa saja yang sudah habis dan harus distok lagi [18].

2.10 Website

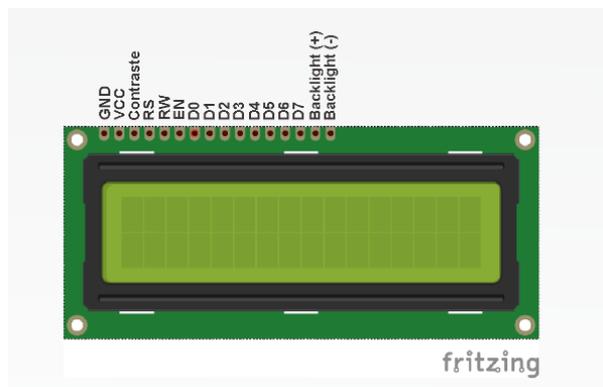
Sebuah situs web (sering pula disingkat menjadi situs saja, *website* atau *site*) adalah sebutan bagi sekelompok halaman web (*web page*), yang umumnya merupakan bagian dari suatu nama domain (*domain name*) atau subdomain di *World Wide Web* (WWW) di Internet. Sebuah web page adalah dokumen yang ditulis dalam format HTML (*Hyper Text Markup Language*), yang hampir selalu bisa diakses melalui HTTP, yaitu protokol yang menyampaikan informasi dari server website untuk ditampilkan kepada para pemakai melalui *web browser* baik yang bersifat statis maupun dinamis yang membentuk satu rangkaian bangunan yang saling terkait dimana masing-masing dihubungkan dengan jaringan-jaringan halaman (*hyperlink*).

Bersifat statis apabila isi informasi *website* tetap, jarang berubah, dan isi informasinya searah hanya dari pemilik *website*. Bersifat dinamis apabila isi informasi website selalu berubah-ubah, dan isi informasinya interaktif dua arah berasal dari pemilik serta pengguna *website*. Contoh *website* statis adalah berisi profil perusahaan, sedangkan *website* dinamis adalah seperti *Friendster*, *Multiply*, dll. Dalam sisi pengembangannya, *website* statis hanya bisa diupdate oleh pemiliknya saja, sedangkan *website* dinamis bisa diupdate oleh pengguna maupun pemilik. Halaman-halaman sebuah situs web diakses dari sebuah URL yang menjadi “akar” (root), yang disebut *homepage* (halaman induk; sering diterjemahkan menjadi “beranda”, “halaman muka”), dan biasanya disimpan dalam server yang sama. Tidak semua situs web dapat diakses dengan gratis. Beberapa situs web memerlukan pembayaran agar dapat menjadi pelanggan, misalnya situs-situs yang menampilkan pornografi, situs-situs berita, layanan surat elektronik (*e-mail*), dan lain-lain. *Website* ini dibuka melalui sebuah program penjelajah (Browser) yang berada di sebuah komputer. Program penjelajah yang bisa digunakan dalam computer diantaranya: IE (Internet Explorer), Mozilla, Firefox, Netscape, Opera dan yang terbaru adalah Google Chrome [19].

2.11 LCD (Liquid Crystal Display)

Liquid Crystal Display yang biasa disingkat LCD pada dasarnya adalah unit tampilan yang dibangun menggunakan teknologi *Liquid Crystal*. Ketika membangun proyek berbasis elektronik kehidupan nyata/dunia nyata, maka dibutuhkan media/perangkat untuk menampilkan nilai dan pesan keluaran [28].

LCD (*Liquid Crystal Display*) layar adalah modul layar elektronik yang digunakan dalam berbagai aplikasi. Layar LCD merupakan modul dasar yang digunakan bersama dengan perangkat masukan atau keluaran elektronik yang lain. LCD layar lebih banyak diminati dibandingkan layar 7 ruas (7 segment) karena fungsinya yang banyak digunakan, mudah untuk diprogram, tidak memiliki batasan untuk menampilkan karakter dan hanya juga dapat diprogram untuk menampilkan animasi yang diinginkan serta tampilan yang lebih jelas.



Gambar 2.7 Liquid Crystal Display

LCD 16x2 seperti **Gambar 2.7** Liquid Crystal Display di atas dapat menampilkan 16 karakter per baris dan memiliki 2 baris layar. Setiap karakter akan ditampilkan dalam 5x7 pixel matrix. LCD jenis ini memiliki dua register, yaitu perintah (*command*) dan data. Register arah berfungsi menyimpan perintah yang diberikan kepada LCD. *Command* adalah perintah yang diberikan untuk LCD untuk melakukan tugas yang telah ditetapkan seperti menganalisis perintah, menulis dan menghapus karakter, mengubah posisi cursor dan berbagai perintah lagi. Data register menyimpan data yang akan ditampilkan pada LCD. Data register pula

berfungsi untuk menyimpan data yang akan ditampilkan pada layar LCD. Data adalah nilai karakter ASCII yang akan ditampilkan pada LCD.

2.11.1 Struktur Dasar LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD atau *Liquid Crystal Display* pada dasarnya terdiri dari dua bagian utama yaitu bagian *Backlight* (Lampu Latar Belakang) dan bagian *Liquid Crystal* (Kristal Cair). LCD hanya merefleksikan dan mentransmisikan cahaya yang melewatinya. Oleh karena itu, LCD memerlukan *Backlight* atau Cahaya latar belakang untuk sumber cahayanya. Cahaya *Backlight* tersebut pada umumnya adalah berwarna putih. Sedangkan Kristal Cair (*Liquid Crystal*) sendiri adalah cairan organik yang berada diantara dua lembar kaca yang memiliki permukaan transparan yang konduktif. Bagian-bagian LCD atau *Liquid Crystal Display* diantaranya adalah :

- a. Lapisan Terpolarisasi 1 (Polarizing Film 1)
- b. Elektroda Positif (Positive Electrode)
- c. Lapisan Kristal Cair (*Liquid Crystal Layer*)
- d. Elektroda Negatif (Negative Electrode)
- e. Lapisan Terpolarisasi 2 (Polarizing film 2)

2.11.2 Prinsip Kerja LCD (*Liquid Crystal Display*)

Cahaya putih adalah cahaya terdiri dari ratusan cahaya warna yang berbeda. Ratusan warna cahaya tersebut akan terlihat apabila cahaya putih mengalami refleksi atau perubahan arah sinar. Artinya, jika beda sudut refleksi maka berbeda pula warna cahaya yang dihasilkan.

Backlight LCD yang berwarna putih akan memberikan pencahayaan pada Kristal Cair atau *Liquid Crystal*. Kristal cair tersebut akan menyaring *backlight* yang diterimanya dan merefleksikannya sesuai dengan sudut yang diinginkan sehingga menghasilkan warna yang dibutuhkan. Sudut Kristal Cair akan berubah apabila diberikan tegangan dengan nilai tertentu. Karena dengan perubahan sudut dan penyaringan cahaya *backlight* pada kristal cair tersebut, cahaya *backlight* yang sebelumnya adalah berwarna putih dapat berubah menjadi berbagai warna.

Jika ingin menghasilkan warna putih, maka kristal cair akan dibuka selebar-lebarnya sehingga cahaya backlight yang berwarna putih dapat ditampilkan sepenuhnya. Sebaliknya, apabila ingin menampilkan warna hitam, maka kristal cair harus ditutup serapat-rapatnya sehingga tidak ada cahaya *backlight* yang dapat menembus. Dan apabila menginginkan warna lainnya, maka diperlukan pengaturan sudut refleksi kristal cair yang bersangkutan.

2.11.3 Modul I2C (*Inter-Integrated Circuit*)

Modul I2C adalah sebuah standar komunikasi serial dua arah yang menggunakan dua saluran khusus, yaitu *Serial Clock* (SCL) dan *Serial Data* (SDA), untuk mengirim dan menerima data. Sistem I2C dirancang untuk menghubungkan beberapa perangkat elektronik dengan satu sama lain, sehingga memungkinkan pertukaran informasi secara efisien. Dalam sistem I2C, komunikasi antara perangkat dilakukan dengan mengatur arus listrik yang melewati saluran SCL dan SDA. Bentuk fisik dari I2C bisa dilihat pada **Gambar 2.8**.



Gambar 2.8 Modul I2C

Sinyal SCL digunakan sebagai pengatur waktu atau clock untuk mengatur kecepatan transfer data, sementara sinyal SDA berfungsi sebagai jalur data untuk mengirimkan atau menerima informasi. Sinyal-sinyal ini membawa informasi data antara perangkat I2C dengan pengontrolnya. Setiap perangkat yang terhubung dengan sistem I2C dapat berperan sebagai *Master* atau *Slave*. Perangkat *Master* adalah perangkat yang mengendalikan proses komunikasi dengan memulai dan mengakhiri transfer data dengan membentuk sinyal *Start* dan *Stop*. Selain itu, perangkat *Master* juga membangkitkan sinyal clock untuk mengatur kecepatan

transfer data. Di sisi lain, perangkat *Slave* adalah perangkat yang dialamatkan oleh perangkat *Master* dan menerima atau mengirimkan data sesuai dengan perintah yang diberikan oleh perangkat *Master*.

Dengan adanya sistem I2C, komunikasi antara perangkat elektronik menjadi lebih terstruktur dan terkoordinasi, sehingga memungkinkan pertukaran data yang efisien. Penggunaan I2C sangat umum dalam berbagai aplikasi, seperti dalam sistem mikrokontroler, sensor, modul komunikasi, dan banyak lagi. Dengan pemahaman tentang peran *Master* dan *Slave* dalam sistem I2C, pengembangan dan integrasi perangkat elektronik menjadi lebih lancar dan terorganisir [29].

2.8.3.1 Spesifikasi Modul I2C

Spesifikasi dari Modul I2C dapat dilihat pada **Tabel 2.5** sebagai berikut :

Tabel 2.5 Spesifikasi Modul I2C

Spesifikasi	Detail
Kecepatan Transfer Data	Mendukung berbagai kecepatan transfer data seperti 100 kbps, 400 kbps, 1 Mbps, atau lebih tinggi.
Jumlah Perangkat Terhubung	Dapat mendukung banyak perangkat terhubung dalam satu bus dengan alamat unik yang ditentukan oleh pengguna.
Mode Transfer Data	Mode transfer data half-duplex, di mana perangkat dapat mengirim atau menerima data, namun tidak secara bersamaan.
Konfigurasi Pin	Terdiri dari dua pin utama, yaitu SCL dan SDA, serta dapat memiliki pin tambahan seperti Vcc, GND, dan pin kontrol lainnya.
Protokol Komunikasi	Menggunakan protokol komunikasi dengan sinyal Start, Stop, dan Acknowledge (ACK/NACK) untuk mengatur dan mengonfirmasi transfer data.

Spesifikasi	Detail
Tipe Perangkat	Perangkat elektronik dapat berperan sebagai Master yang mengendalikan komunikasi atau sebagai Slave yang menanggapi perintah.
Kapabilitas Perangkat	Kecepatan maksimum transfer data dan jumlah perangkat yang dapat dihubungkan dipengaruhi oleh kemampuan perangkat yang digunakan.

2.8.3.2 Prinsip Modul I2C

Modul I2C (Inter-Integrated Circuit) bekerja berdasarkan prinsip komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran, yaitu Serial Clock (SCL) dan Serial Data (SDA). Prinsip kerja ini memungkinkan perangkat elektronik untuk saling berkomunikasi dengan efisien melalui bus I2C. Komunikasi dimulai dengan sinyal Start yang dihasilkan oleh perangkat Master, menandakan dimulainya transfer data. Selanjutnya, perangkat Master mengirimkan alamat perangkat Slave yang ingin diajak berkomunikasi. Setiap perangkat Slave memiliki alamat unik untuk identifikasi. Perangkat Slave yang ditemukan akan memberikan sinyal ACK sebagai konfirmasi, dan jika tidak ditemukan, sinyal NACK akan dikirim. Setelah itu, perangkat Master dapat mengirim atau menerima data dari perangkat Slave, dengan setiap byte data diikuti oleh sinyal ACK atau NACK sebagai konfirmasi. Setelah selesai transfer data, perangkat Master mengirimkan sinyal Stop untuk mengakhiri komunikasi. Prinsip kerja modul I2C yang sederhana namun efisien membuatnya menjadi pilihan yang umum digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk dalam pengembangan mikrokontroler, sensor, EEPROM, dan modul komunikasi.

2.12 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik HC-SR04 adalah suatu perangkat yang memanfaatkan gelombang ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan benda dengan memperkirakan jaraknya dari sensor ultrasonik HC-SR04. Prinsip kerjanya adalah mengubah sinyal

fisik berupa gelombang suara menjadi sinyal listrik, dan sebaliknya. Gelombang ultrasonik ini memiliki frekuensi sekitar 20.000 Hz, yang tidak dapat didengar oleh telinga manusia, namun dapat didengar oleh beberapa hewan seperti anjing, kelelawar, dan kucing.

Dalam penggunaannya, sensor ultrasonik mengirimkan gelombang ultrasonik ke suatu objek atau permukaan, kemudian sensor mendeteksi kembali gelombang yang dipantulkan oleh objek tersebut. Berdasarkan perbedaan waktu tempuh gelombang, sensor dapat menghitung jarak antara sensor dan objek.

Sensor ultrasonik ini umumnya digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek dalam jarak tertentu di depannya. Sensor ultrasonik mempunyai kemampuan mendeteksi objek lebih jauh terutama untuk benda-benda yang keras. Pada benda-benda yang keras yaitu yang mempunyai permukaan kasar gelombang ini akan dipantulkan lebih kuat daripada benda yang permukaannya lunak. Sensor ultrasonik ini terdiri dari rangkaian pemancar ultrasonik yang disebut *transmitter* dan rangkaian penerima ultrasonik disebut *receive*.

Sensor ini digunakan untuk mengukur jarak sistem dengan hambatan apapun dan memiliki empat pin, pin VCC untuk dihubungkan dengan catu daya +5V, GND untuk dihubungkan dengan pin ground Trig untuk memberikan pulsa pemicu ke sensor melalui pengontrol. Echo pin controller mengubah sinyal analog dari pin ini menjadi nilai digital berkisar antara 0-256 dengan cara menghubungkan pin ini dengan pin ADC [20]. Bentuk fisik dari sensor ultrasonic HC-SR04 bisa dilihat pada **Gambar 2.9**.



Gambar 2.9 Sensor Ultrasonik HC-SR04

2.12.1 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik HC-SR04

Prinsip kerja sensor HC-SR04 berupa ketika sinyal yang dipancarkan oleh transmitter dengan frekuensi dan durasi waktu tertentu. Sinyal tersebut diatas 20KHz. Untuk mengukur jarak benda, frekuensi umum yang digunakan adalah 40KHz. Sinyal yang dipancarkan merambat sebagai gelombang bunyi dengan kecepatan sekitar 340m/s. Ketika terkena suatu objek, maka sinyal akan dipantulkan oleh objek tersebut. Gelombang pantulan sampai ke receiver, maka sinyal akan diproses untuk menghitung jarak objek tersebut

2.12.2 Spesifikasi Sensor Ultrasonik HC-SR04

Spesifikasi dari sensor ultrasonik HC-SR04 dapat dilihat pada **Tabel 2.6** di bawah ini.

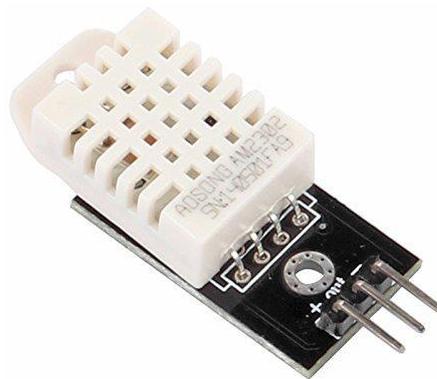
Tabel 2.6 Spesifikasi Sensor Ultrasonik HC-SR04

Parameter	Keterangan
Dimensi	45 mm (P) X 20 mm (L) X 15 mm (T)
Tegangan	5 VDC
Arus pada mode siaga	< 2 Ma
Arus pada saat deteksi	15 mA
Sudut efektif	<15°
Frekuensi suara	40 KHz
Jangkauan minimum	2 cm
Jangkauan maksimum	400 cm
Jangkauan sudut	30°
<i>Input trigger</i>	10 μ s minimum, pulsa level TTL
<i>Pulsa Echo</i>	Sinyal level TTL positif, lebar berbanding proporsional dengan jarak yang dideteksi

2.13 Sensor DHT22

Sensor DHT adalah *module* sensor yang berfungsi untuk mensensing objek suhu dan kelembaban yang memiliki output tegangan analog yang dapat diolah lebih lanjut menggunakan mikrokontroler. *Module* sensor ini tergolong kedalam elemen resistif seperti perangkat pengukur suhu seperti contohnya yaitu NTC. Kelebihan dari module sensor ini dibanding *module* sensor lainnya yaitu dari segi kualitas pembacaan data sensing yang lebih responsif yang memiliki kecepatan dalam hal sensing objek suhu dan kelembaban, data yang terbaca tidak mudah terinterferensi.

Sensor DHT pada umumnya memiliki fitur kalibrasi nilai pembacaan suhu dan kelembaban yang cukup akurat. Penyimpanan data kalibrasi tersebut terdapat pada memori program OTP yang disebut juga dengan nama koefisien kalibrasi. Sensor ini memiliki 4 kaki pin, dan terdapat juga sensor DHT dengan breakout PCB yang terdapat hanya memiliki 3 kaki pin [21]. **Gambar 2. 10** ini merupakan bentuk fisik dari sensor DHT 22.



Gambar 2. 10 Sensor DHT22

2.13.1 Prinsip Kerja DHT22 dan DHT22

Sensor DHT22 adalah sensor suhu dan kelembaban yang beroperasi dengan mengukur perubahan resistansi termistor dan kapasitansi elemen kapasitif. Untuk mengukur suhu, sensor termistor yang sensitif terhadap suhu lingkungan digunakan. Ketika suhu naik, resistansi termistor akan menurun, dan ketika suhu turun, resistansi akan meningkat. Sementara itu, untuk mengukur kelembaban relatif, sensor higrometer menggunakan elemen kapasitif yang dapat menyerap air

dari udara, menyebabkan perubahan kapasitansi sesuai dengan kelembaban udara di sekitarnya. Semakin tinggi kelembaban, semakin banyak air yang diserap oleh elemen kapasitif, yang menyebabkan kapasitansinya meningkat. Sensor DHT22 kemudian mengonversi data analog dari sensor-sensor tersebut menjadi sinyal digital menggunakan penguat sinyal dan konverter analog-to-digital. Hasil pengukuran suhu dan kelembaban tersebut kemudian dikirimkan dalam bentuk sinyal digital melalui protokol komunikasi satu kabel (*single-wire digital*), yang memungkinkan perangkat lain seperti mikrokontroler untuk mengakses data secara mudah. Dengan prinsip kerja ini, DHT22 menawarkan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan DHT11 dan banyak digunakan dalam aplikasi yang memerlukan pemantauan suhu dan kelembaban yang presisi.

2.13.2 Spesifikasi Sensor DHT22

Spesifikasi dari sensor DHT22 dapat dilihat pada **Tabel 2.7** yang bisa dilihat di bawah ini.

Tabel 2.7 Spesifikasi DHT22

Spesifikasi	DHT22
Rentang Pengukuran Suhu	-40°C hingga 80°C
Ketelitian Pengukuran Suhu	±0,5°C
Rentang Pengukuran Kelembaban	0% hingga 100% RH (<i>Relative Humidity</i>)
Ketelitian Pengukuran Kelembaban	±2% RH
Tegangan Kerja:	3V hingga 6V DC
Komunikasi	<i>Single-Wire Digital</i> (Output berupa data digital)
Kecepatan Baca	Sekitar 0,5 kali per detik

2.14 Sensor MQ7

Sensor MQ-7 merupakan sensor gas yang digunakan untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO) dalam kehidupan sehari-hari. Sensor gas MQ7 ini

mempunyai kelebihan sensitifitas yang tinggi terhadap karbon monoksida (CO), stabil, dan usia pakai yang lama. Penyesuaian sensitivitas sangat diperlukan. Disarankan kalibrasi pendeteksian untuk CO 200 ppm di udara. Terdapat 2 output pada sensor ini yaitu analog dan digital, dengan jarak pengukuran 20-2000 ppm CO [22]. **Gambar 2.11** Sensor MQ7 menunjukkan gambar sensor MQ7.



Gambar 2.11 Sensor MQ7

2.14.1 Spesifikasi Sensor MQ7

Spesifikasi dari sensor MQ7 bisa dilihat pada **Tabel 2.8** dan pada **Tabel 2.9** pada menunjukkan Tabel ISPU (Indeks Standar Pencemar Udara) sensor MQ7. ISPU ini ditetapkan dengan mempertimangkan tingkat mutu udara terhadap kesehatan manusia, hewan dan tumbuhan [23] [24].

Tabel 2.8 Spesifikasi Sensor MQ7

Spesifikasi	Detail
Tegangan Operasi	5V DC
Suhu Operasi	-10°C hingga 50°C
Rentang Pengukuran	10 PPM hingga 500 PPM
Sensitivitas	2 PPM
Waktu Respon	10 Detik
Umur Sensor	Lebih dari 5 Tahun

Tabel 2.9 Tabel ISPU

ISPU	Pencemaran Udara Level
0-50	Baik
51-100	Sedang
101-199	Tidak Sehat
200-299	Sangat Tidak Sehat
300 -Lebih	Berbahaya

2.14.2 Prinsip Kerja Sensor MQ7

Pada dasarnya prinsip kerja dari sensor MQ7 adalah mendeteksi keberadaan gas-gas yang dianggap mewakili asap kendaraan yang mengandung gas karbon monoksida. Sensor MQ7 mempunyai tingkat sensitifitas yang tinggi terhadap gas karbon monoksida. Ketika sensor mendeteksi gas tersebut maka resistansi elektrik sensor akan menurun. Di dalam sensor memiliki suatu penyerap keramik yang berfungsi untuk melindungi dari debu atau gas yang tidak diketahui. Heater pada sensor ini berfungsi sebagai pemicu sensor untuk dapat mendeteksi target gas yang diharapkan setelah diberikan tegangan 5 Volt [25].

2.15 Rain Sensor HW-028

Sensor hujan adalah salah satu jenis perangkat yang sangat sensitif terhadap keberadaan air. Fungsinya adalah memberikan nilai masukan untuk mengukur tingkat elektrolisis air hujan. Ketika hujan turun, panel sensor hujan akan terkena tetesan air dan merespons dengan mengirimkan sinyal ke sistem. Contoh dari sensor hujan sendiri bisa dilihat pada **Gambar 2.12**.



Gambar 2.12 *Rain Sensor HW-028*

Sensor hujan HW-028 merupakan salah satu contoh sensor ini, yang memiliki kemampuan khusus untuk mendeteksi tetesan air hujan. Ketika tetesan air hujan jatuh dan mengenai papan hujan pada sensor, sensor ini akan mengidentifikasi intensitas curah hujan berdasarkan jumlah tetesan yang terdeteksi. Informasi ini sangat berharga dalam berbagai bidang, seperti meteorologi, pertanian, dan lingkungan, karena dapat memberikan data yang diperlukan untuk memahami cuaca dan iklim setempat [26].

2.15.1 Spesifikasi *Rain Sensor HW-028*

Spesifikasi dari *Rain Sensor HW-028* dapat dilihat pada **Tabel 2.10** sebagai berikut :

Tabel 2.10 Spesifikasi *Rain Sensor Module HW-028*

Spesifikasi	Detail
Dimensi	5 cm x 4 cm
Tegangan	3,3 V - 5 V
Comparator Chip	LM393
Arus	15 mA
Output	Digital (0 dan 1) dan analog (tegangan)

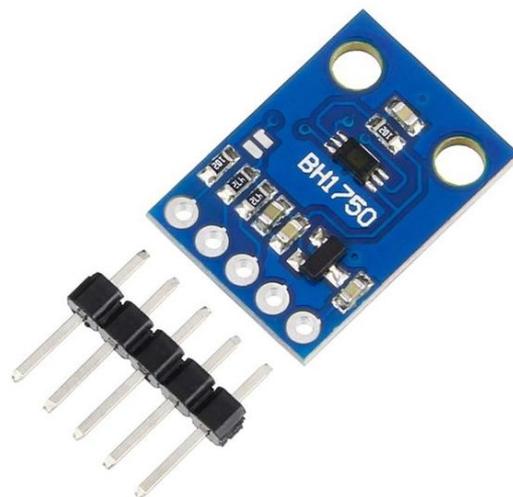
2.15.2 Prinsip Kerja *Rain Sensor HW-028*

Sensor hujan ini beroperasi dengan prinsip elektrolisis saat terkena air hujan pada panel sensornya. Air hujan termasuk dalam golongan cairan elektrolit, sehingga mampu menghantarkan arus listrik. Dalam sensor ini, terdapat IC komparator yang bertugas menghasilkan output berupa sinyal logika tinggi (*on*) dan rendah (*off*) sesuai dengan kondisi air hujan yang terdeteksi. Selain itu, sensor ini juga menyediakan output tegangan yang dapat dihubungkan dengan Arduino melalui pin khusus *Analog Digital Converter*.

Penggunaan sensor hujan ini, kita dapat memantau keberadaan hujan di lingkungan luar. Output yang dihasilkan oleh sensor ini dapat berupa sinyal analog maupun digital, yang memberikan fleksibilitas dalam penggunaannya.

2.16 Sensor Cahaya BH1750

Modul sensor intensitas cahaya BH1750 adalah sensor cahaya digital yang sangat mudah digunakan karena menghasilkan keluaran sinyal digital, sehingga tidak memerlukan perhitungan yang rumit. Berbeda dengan sensor lain seperti foto diode dan LDR yang mengeluarkan sinyal analog dan memerlukan perhitungan tambahan, sensor BH1750 memberikan data intensitas cahaya langsung dalam bentuk lux (lx). **Gambar 2.13** merupakan wujud dari modul sensor cahaya BH1750.



Gambar 2.13 Modul Sensor Cahaya BH1750

Sensor ini menggunakan antarmuka I2C untuk berkomunikasi dengan perangkat lain, sehingga sangat cocok untuk mengukur data cahaya di sekitarnya. Dengan resolusi tinggi yang mencakup rentang 1 hingga 65.535 lux, BH1750 dapat memberikan pengukuran luminositas dengan ketelitian tinggi, mulai dari kondisi minim cahaya hingga kondisi yang sangat terang. Satuan lux (satuan iluminasi turunan SI) digunakan untuk menggambarkan tingkat kecerahan yang diterima atau terpapar akibat adanya sumber cahaya. Kemampuannya yang handal dalam mengukur intensitas cahaya tanpa perlu perhitungan tambahan membuat sensor BH1750 menjadi pilihan populer dalam berbagai aplikasi [27].

2.16.1 Spesifikasi Modul Sensor Cahaya BH1750

Spesifikasi dari Modul Sensor Cahaya BH1750 dapat dilihat pada **Tabel 2.11** sebagai berikut :

Tabel 2.11 Spesifikasi Sensor Cahaya BH1750

Spesifikasi	Detail
Tegangan	2,4 V – 3,6 V
Arus	0,12 mA
Rentang Pengukuran	1 Lux – 65535 Lux
Komunikasi	Bus I2C
Output	Sinyal digital dalam bentuk angka

2.16.2 Prinsip Kerja Modul Sensor Cahaya BH1750

Prinsip kerja dari sensor cahaya BH1750 sangatlah sederhana namun efektif. Sensor ini menggunakan fotodiode yang sensitif terhadap cahaya untuk mendeteksi intensitas cahaya di sekitarnya. Ketika cahaya jatuh pada permukaan fotodiode, elektron di dalamnya akan dipengaruhi oleh foton cahaya dan akan mengalami perubahan tegangan. Perubahan tegangan tersebut kemudian diubah menjadi sinyal digital oleh rangkaian internal sensor.

Dengan bantuan antarmuka komunikasi I2C, sensor cahaya BH1750 dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler atau perangkat lainnya. Data intensitas

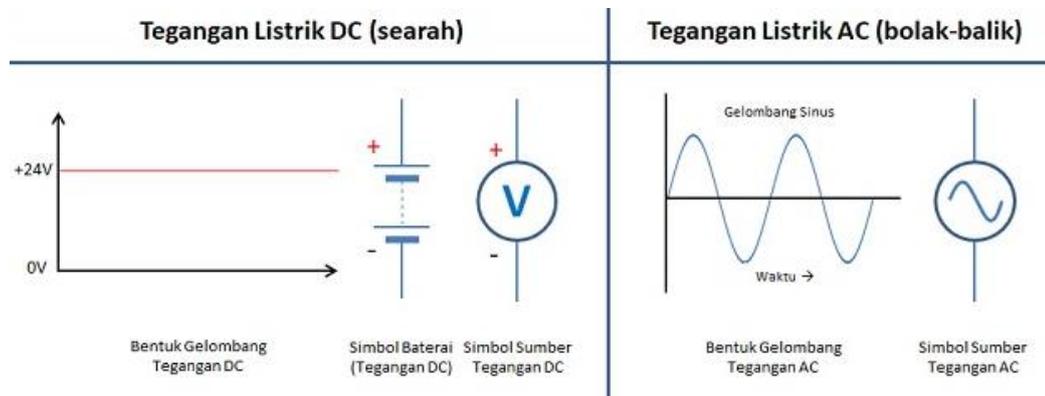
cahaya yang terukur akan dihasilkan dalam bentuk angka yang merepresentasikan nilai lux. Keunggulan utama dari sensor ini adalah keluaran sinyal digitalnya, sehingga pengguna tidak perlu melakukan perhitungan tambahan untuk mendapatkan data intensitas cahaya yang akurat.

2.17 Power Supply

Catu daya (*Power Supply*) adalah sebuah perangkat yang memasok listrik energi untuk satu atau lebih beban listrik. Catu daya menjadi bagian yang penting dalam elektronika yang berfungsi sebagai sumber tenaga listrik misalnya pada baterai atau *accu*. Pada dasarnya *power supply* ini mempunyai konstruksi rangkaian yang hampir sama yaitu terdiri dari trafo, penyearah, dan penghalus tegangan. Istilah ini paling sering diterapkan ke perangkat yang mengubah satu bentuk energi listrik yang lain, meskipun juga dapat merujuk ke perangkat yang mengkonversi bentuk energi lain (misalnya, mekanik, kimia, solar) menjadi energi listrik.

Secara umum prinsip rangkaian catu daya terdiri atas komponen utama yaitu ; transformator, dioda dan kondensator. Dalam pembuatan rangkaian catu daya selain menggunakan komponen utama juga diperlukan komponen pendukung agar rangkaian berfungsi dengan baik Ada dua sumber catu daya yaitu sumber AC dan sumber DC. Sumber AC yaitu sumber tegangan bolak – balik, sedangkan sumber tegangan DC merupakan sumber tegangan searah.

Gambar 2.14 Tegangan DC dan AC menunjukkan perbedaan antara tegangan DC dan AC.



Gambar 2.14 Tegangan DC dan AC

Sumber DC yang disearahkan dari sumber AC dengan menggunakan rangkaian penyearah yang dibentuk dari diode dan pada sumber AC tegangan berayun sewaktu-waktu pada kutub positif atau sewaktu-waktu pada kutub negatif saja [30].