

BAB II

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Penelitian terkait pengecekan bawah kendaraan telah beberapa kali dilakukan. Beberapa penelitian menggunakan model *Under Vehicle Screening System (UVSS)* di mana memiliki tingkat kompleksitas dan biaya implementasi yang mahal. Pada penelitian ini akan mengambil beberapa aspek pada model *Under Vehicle Screening System (UVSS)* yakni penangkapan gambar bawah kendaraan di mana pada penelitian ini akan memanfaatkan sensor ultrasonik, lampu LED dan ESP32-CAM. Penggunaan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi benda yang melintas diatasnya lalu lampu LED akan terus menyala agar hasil penangkapan gambar bawah kendaraan cukup terang serta ESP32-CAM akan melakukan pengambilan gambar secara terus-menerus selama sensor ultrasonik mendeteksi benda diatasnya. Agar dapat menghasilkan gambar panorama di mana gambar yang dihasilkan dapat menampilkan sisi depan hingga belakang dari bagian bawah benda maka diperlukan pengolahan gambar melalui python. ESP32-CAM akan melakukan penangkapan gambar sesuai deteksi dari sensor ultrasonik lalu hasil penangkapan gambar akan digabungkan menjadi berbentuk gambar panorama.

Pada penelitian mengenai penangkapan bawah kendaraan oleh Erick E. Ruiz pada tahun 2012 menggunakan teknologi pengecekan bawah kendaraan yang dilengkapi dengan sistem akuisisi gambar, penggabungan gambar, deteksi perubahan, serta pemadanan gambar. Pada penelitian ini bekerja sama dengan *U.S. Department of Homeland Security*. Pada penelitian ini menggunakan kamera CCD dengan lensa *ultrawide*, cermin permukaan depan, sumber cahaya untuk menerangi bagian bawah mobil dan komputer pribadi di mana agar dapat kondisi akuisisi gambar yang optimal [6]. Kamera CCD adalah jenis kamera digital yang menggunakan teknologi CCD sebagai sensor gambar. Sensor ini terdiri dari ratusan ribu foto dioda yang mampu mengubah cahaya menjadi sinyal listrik. Ketika menekan tombol rana pada kamera, cahaya yang masuk ke lensa akan diubah menjadi muatan listrik oleh matriks CCD. Proses konversi ini menghasilkan sinyal

elektronik yang kemudian diubah menjadi gambar digital yang kita lihat pada layar kamera [11]. Panjang jalur optik antara bagian *undercarriage* dan kamera CCD dibengkokkan untuk memungkinkan satu kamera yang dilengkapi dengan lensa sudut lebar untuk mencitrakan seluruh kendaraan *undercarriage*, sambil menjaga subsistem pencitraan *portable*. Pilihan kamera CCD penuh dibandingkan kamera pemindai garis adalah untuk efektivitas biaya dan kesederhanaan sistem [6].

Pada penelitian oleh Caner Sahin dan Mustafa Unel pada tahun 2013 terkait pemeriksaan bawah kendaraan lainnya menggunakan robot yang dapat melakukan pemeriksaan. Hal ini membuat cara kerjanya berbeda dibandingkan dengan sistem pengecekan bawah kendaraan pada umumnya di mana tidak mendeteksi kendaraan di atasnya melainkan melainkan robot akan dikendalikan dari jauh untuk mengecek bawah kendaraan. Dalam desain penelitian ini memasang sistem kamera katadioptri, salah satu properti penting yang harus dipertimbangkan adalah menentukan bentuk cermin sedemikian rupa sehingga kondisi sudut pandang efektif tunggal dapat dipastikan. Alasan mengapa sudut pandang efektif tunggal diinginkan, yaitu, karena ini memungkinkan penurunan geometri epipolar dari dua gambar *omnidirectional*, dan ini merupakan persyaratan untuk menghasilkan gambar perspektif murni dari gambar yang diindera. Hasil dari penelitian ini, sistem kamera katadioptrik di mana kamera perspektif mengarah ke bawah ke cermin cembung digunakan untuk memantau kolong kendaraan. Kendaraan diklasifikasikan dengan menggunakan algoritma *Fast Appearance-Based Mapping* (FABMAP) dan objek tersembunyi dikenali di bawah kendaraan menggunakan fitur SURF[5]. Algoritma *Fast Appearance-Based Mapping* (FABMAP) adalah algoritma yang digunakan untuk memetakan gambar ke dalam peta lokasi dengan cepat dan akurat. Algoritma ini digunakan dalam aplikasi seperti navigasi robot, augmented reality, dan pengenalan objek. Sementara itu, fitur *Speeded-Up Robust Features* (SURF) adalah algoritma ekstraksi fitur yang digunakan untuk mengenali objek pada gambar. Algoritma ini dapat mengenali objek pada gambar dengan baik meskipun terdapat perubahan skala, rotasi, dan pencahayaan. Fitur SURF digunakan dalam aplikasi seperti pengenalan wajah, pencocokan gambar, dan pengenalan objek. Kedua algoritma ini sering digunakan dalam pengecekan gambar. Misalnya, dalam pengenalan objek, fitur SURF digunakan untuk

mengekstrak fitur-fitur penting dari objek pada gambar, sedangkan algoritma FABMAP digunakan untuk memetakan objek ke dalam peta Lokasi [12].

Pada penelitian lain membahas mengenai penerapan ESP32-CAM dan sensor *infrared* untuk *monitoring* pengunjung di lokasi wisata. Penelitian ini dilakukan oleh Irawan pada tahun 2022 mengenai penerapan sensor ESP32-CAM digunakan sebagai pendeteksi wajah manusia (*face recognition*) digunakan untuk mendeteksi wajah berdasarkan data wajah yang telah tersimpan yang dapat membuka pintu, sehingga orang yang lain tidak dapat membuka pintunya. Sedangkan sensor *infrared* digunakan sebagai sistem pembatasan jumlah pengunjung wisata yang digunakan untuk menghitung pengunjung yang melewati pintu masuk dan pintu keluar. Peneliti menggunakan sensor *infrared* yang akan mendeteksi objek manusia yang melewati pintu masuk dan pintu keluar. Setelah pengunjung sudah mencapai jumlah yang diharapkan pintu akan tertutup secara otomatis. Setelah pengunjung sudah mencapai jumlah yang diharapkan pintu akan tertutup secara otomatis. *User* juga dapat *memonitoring* keamanan dan jumlah pengunjung melalui *Blynk Apps* melalui *handphone* [1].

Pada penelitian lain terkait keamanan kendaraan mengenai optimalisasi sistem parkir berbasis IoT menggunakan pengenalan wajah dan plat nomor kendaraan melalui *amazon web service* dan ESP-32 CAM. Penelitian ini dilakukan oleh Ashari pada tahun 2022 dengan memanfaatkan pengenalan wajah agar dapat meningkatkan keamanan sistem parkir. Pengenalan citra wajah dapat dibantu dengan layanan *Cloud* dari *Amazon Image Recognition*. Dengan layanan ini, tidak diperlukan *data training*. Sistem yang dikembangkan hanya berupa *prototipe*. Sistem parkir yang dikembangkan dapat mengenali citra wajah dan plat nomor kendaraan dengan 2 kamera menggunakan ESP32-CAM pada saat masuk dan keluar dari tempat parkir. Penggunaan ESP32-CAM dapat mengenali citra wajah baik pada siang hari maupun malam hari. Hasil yang didapatkan sistem dapat bekerja secara efektif dengan peningkatan sebesar 21% [13].

2.2 DASAR TEORI

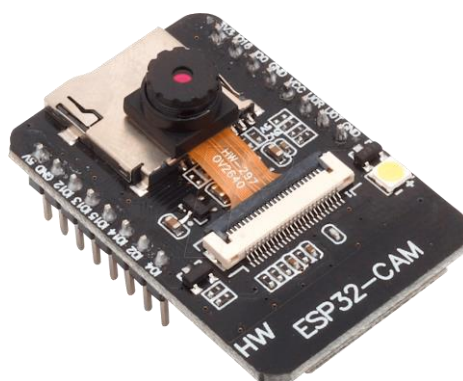
Penelitian ini memiliki tujuan untuk analisis sistem *monitoring* bawah kendaraan guna pengecekan keamanan berbasis IoT menggunakan ESP32-CAM

dan sensor ultrasonik. Berikut beberapa teori yang dapat digunakan sebagai penunjang dalam proses perancangan pada kegiatan penelitian.

2.2.1 ESP32-CAM

ESP32-CAM merupakan kamera yang dapat mengenali gambar objek, baik di siang hari maupun malam hari. ESP32-CAM sendiri merupakan modul mikrokontroler yang dilengkapi dengan chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik melalui Wi-Fi [13]. ESP32-CAM merupakan papan pengembang mode ganda WIFI + Bluetooth yang menggunakan antena dan inti papan PCB berbasis chip ESP32. Modul ini dapat bekerja secara independen sebagai sistem minimum. Modul ini merupakan sebuah modul WiFi yang sudah dilengkapi dengan kamera OV2640.

ESP32-CAM dapat digunakan untuk berbagai keperluan, seperti CCTV, mengambil gambar dan sebagainya. Fitur lain yaitu dapat mendeteksi wajah (face detection) dan pengenalan wajah (*face recognition*) [14]. ESP32-CAM merupakan mikrokontroler pengembangan ESP-32 berbiaya rendah yang dilengkapi dengan kamera *on-board* dan berukuran kecil. Penggunaan ESP32-CAM sangat ideal digunakan untuk aplikasi IoT karena sudah dilengkapi dengan WiFi dan Bluetooth. Pada ESP32-CAM juga terdapat mikroprosesor yakni CPU LX6 32-bit sehingga dapat mengolah proses input dan *output*. Pada Gambar 2.1 akan menunjukkan bentuk dari ESP32-CAM.



Gambar 2.1 Bentuk ESP32-CAM [15]

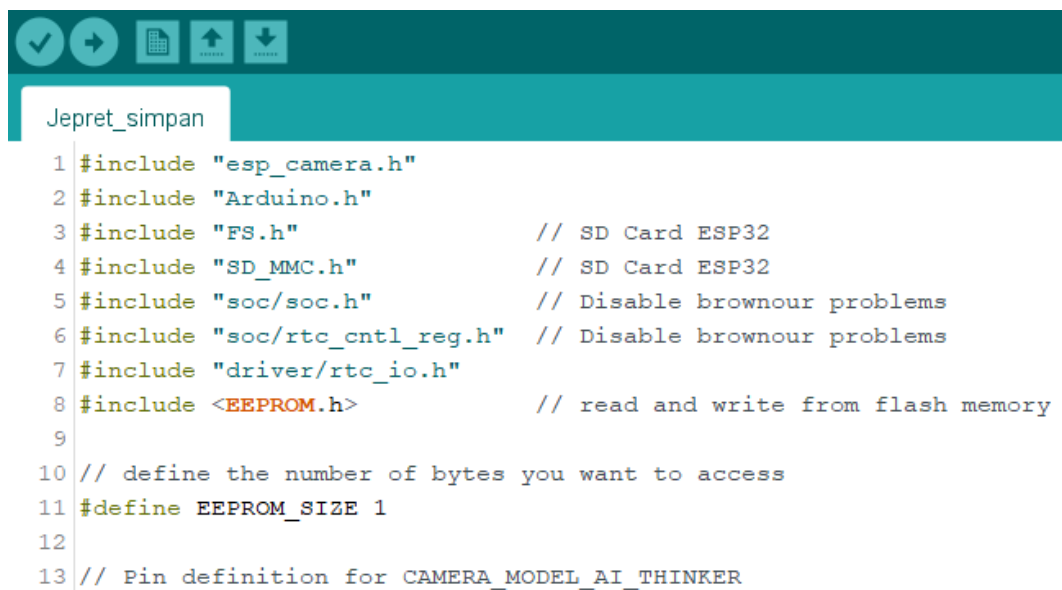
Pada Gambar 2.1 menampilkan bentuk dari ESP32-CAM di mana memiliki spesifikasi pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Spesifikasi ESP32-CAM

| No. | Nama Perangkat | Spesifikasi |
|-----|------------------------|--------------------|
| 1. | Mikroprosesor | CPU LX6 32-bit |
| 2. | Rentang Catu Daya | 5V |
| 3. | Port IO | 8 |
| 4. | RAM | 520KB |
| 5. | WiFi | 802.11 b / g / n / |
| 6. | Format Keluaran Gambar | JPEG |

2.2.2 Arduino IDE

Arduino IDE merupakan media memprogram *Board* Arduino [16]. *Arduino Integrated Development Environment (IDE)* adalah *software* yang digunakan untuk membuat logika pemrograman terintegrasi untuk melakukan pengembangan pada berbagai macam *hardware*, Arduino IDE berperan untuk menuliskan program, meng-*compile* menjadi kode biner dan mengupload kedalam *memory microcontroller*. Bahasa C digunakan sebagai bahasa pemrograman pada *software* Arduino IDE untuk membuat logika input dan *output* [17]. Pada Gambar 2.2 akan menampilkan tampilan dari *software* Arduino IDE.



```
Jepret_simpan
1 #include "esp_camera.h"
2 #include "Arduino.h"
3 #include "FS.h"           // SD Card ESP32
4 #include "SD_MMC.h"      // SD Card ESP32
5 #include "soc/soc.h"      // Disable brownout problems
6 #include "soc/rtc_cntl_reg.h" // Disable brownout problems
7 #include "driver/rtc_io.h"
8 #include <EEPROM.h>       // read and write from flash memory
9
10 // define the number of bytes you want to access
11 #define EEPROM_SIZE 1
12
13 // Pin definition for CAMERA_MODEL_AI_THINKER
```

Gambar 2.2 Tampilan Arduino IDE

2.2.3 Sensor Ultrasonik HCSR04

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek atau benda tertentu di depan frekuensi kerja pada daerah diatas gelombang suara dari 20 kHz hingga 2 MHz. Bagian-bagian dari sensor ultrasonik adalah sebagai berikut [18] :

2.2.4.1 Piezoelectric

Peralatan *piezoelectric* secara langsung mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Tegangan input yang digunakan menyebabkan bagian keramik meregang dan memancarkan gelombang ultrasonik. Tipe operasi transmisi elemen *piezoelectric* sekitar frekuensi 32 kHz. Efisiensi lebih baik jika frekuensi osilator diatur pada frekuensi resonansi *piezoelectric* dengan sensitivitas dan efisiensi paling baik. Jika rangkaian pengukur beroperasi pada mode pulsa elemen *piezoelectric* yang sama dapat digunakan sebagai *transmitter* dan *receiver*. Frekuensi yang ditimbulkan tergantung pada osilatornya yang disesuaikan frekuensi kerja dari masing-masing transduser. Karena kelebihanannya inilah maka *transducer piezoelectric* lebih sesuai digunakan untuk sensor ultrasonik [18].

2.2.4.2 Transmitter

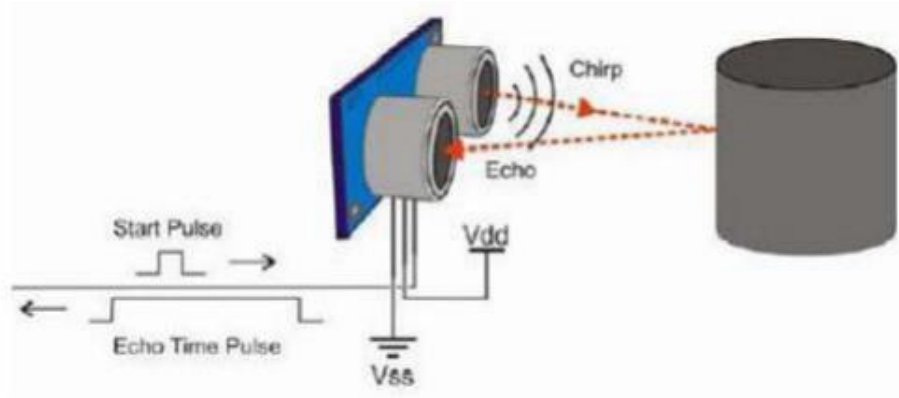
Transmitter adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai pemancar gelombang ultrasonik dengan frekuensi sebesar 40 kHz yang dibangkitkan dari sebuah osilator. Untuk menghasilkan frekuensi 40 KHz, harus dibuat sebuah rangkaian osilator dan keluaran dari osilator dilanjutkan menuju penguat sinyal. Besarnya frekuensi ditentukan oleh komponen kalang RLC / kristal tergantung dari desain osilator yang digunakan. Penguat sinyal akan memberikan sebuah sinyal listrik yang diumpankan ke *piezoelectric* dan terjadi reaksi mekanik sehingga bergetar dan memancarkan gelombang yang sesuai dengan besar frekuensi pada osilator [18].

2.2.4.3 Receiver

Receiver terdiri dari *transducer* ultrasonik menggunakan bahan *piezoelectric*, yang berfungsi sebagai penerima gelombang pantulan yang berasal dari *transmitter* yang dikenakan pada permukaan suatu benda atau gelombang langsung LOS (*Line*

of Sight) dari *transmitter*. Oleh karena bahan *piezoelectric* memiliki reaksi yang reversible, elemen keramik akan membangkitkan tegangan listrik pada saat gelombang datang dengan frekuensi yang resonan dan akan menggetarkan bahan *piezoelectric* tersebut [18].

Untuk lebih jelas tentang prinsip kerja dari sensor ultrasonik dapat dilihat prinsip dari sensor ultrasonik pada Gambar 2.3 berikut ini [19]:



Gambar 2.3 Prinsip Sensor Ultrasonik [19]

Pada Gambar 2.3 dijelaskan prinsip kerja sensor ultrasonik yakni *transmitter* mengirimkan sebuah gelombang ultrasonik lalu diukur dengan waktu yang dibutuhkan hingga datangnya pantulan dari objek lamanya waktu ini sebanding dengan dua kali jarak sensor dengan objek, sehingga jarak sensor dengan objek dapat ditentukan [19]. Untuk mendeteksi benda yang melintas perlu diberikan rumus perhitungan untuk mengukur jarak sensor dengan benda. Diterapkan rumus tersebut dikarenakan sensor ultrasonik diambil dari rumus kecepatan. Karena sudah diketahui kecepatan rambat bunyi berada di kisaran 340 m/s, maka rumus menghitung jarak sensor ultrasonik adalah:\

$$s = \frac{v \times t}{2} \quad (1)$$

Keterangan:

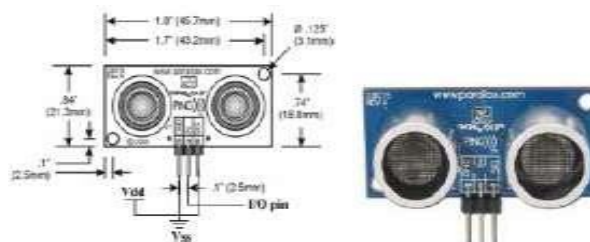
s = jarak (m)

v = kecepatan suara (344 m/s)

t = waktu tempuh (s)

Rumus diatas didasarkan pada prinsip kerja sensor ultrasonik, yaitu dengan memanfaatkan pengaplikasian gelombang ultrasonik sebagai transduser-nya. sensor ultrasonik HCSRFB-04 memanfaatkan pantulan gelombang ultrasonik untuk menghitung jarak benda. Rumus tersebut dibagi dua karena waktu yang dihitung adalah waktu yang ditempuh oleh gelombang ultrasonik dari sensor ke objek dan kembali ke sensor lagi. Oleh karena itu, jarak yang dihitung adalah jarak dari sensor ke objek.

Modul sensor ultrasonik ini dapat mengukur jarak antara 3 cm sampai 300 cm. Keluaran dari modul sensor ultrasonik PING ini berupa pulsa yang lebarnya merepresentasikan jarak. Lebar pulsanya yang dihasilkan modul sensor ultrasonik ini bervariasi dari 115 μ S sampai 18,5 mS. Secara prinsip modul sensor ultrasonik ini terdiri dari sebuah chip pembangkit sinyal 40 KHz, sebuah speaker ultrasonik dan sebuah mikropon ultrasonik. Speaker ultrasonik mengubah sinyal 40 KHz menjadi suara sementara mikropon ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi pantulan suaranya. Bentuk sensor ultrasonik diperlihatkan pada gambar 2.4 berikut [18].



Gambar 2.4 Bentuk Sensor Ultrasonik HCSRFB-04 [18]

Sinyal *output* modul sensor ultrasonik dapat langsung dihubungkan dengan mikrokontroler tanpa tambahan komponen apapun. Modul sensor ultrasonik hanya akan mengirimkan suara ultrasonik ketika ada pulsa *trigger* dari mikrokontroler (Pulsa *high* selama 5 μ S). Suara ultrasonik dengan frekuensi sebesar 40 KHz akan dipancarkan selama 200 μ S oleh modul sensor ultrasonik ini. Suara ini akan merambat di udara dengan kecepatan 344.424 m/s (atau 1 cm setiap 29.034 μ S) yang kemudian mengenai objek dan dipantulkan kembali ke modul sensor ultrasonik tersebut. Selama menunggu pantulan sinyal ultrasonik dari bagian *transmitter*, modul sensor ultrasonik ini akan menghasilkan sebuah pulsa. Pulsa ini akan berhenti (*low*) ketika suara pantulan terdeteksi oleh modul sensor ultrasonik.

Oleh karena itu, lebar pulsa tersebut dapat merepresentasikan jarak antara modul sensor ultrasonik dengan objek [18]. Spesifikasi dari sensor ultrasonik HCSRFB-04 pada Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor Ultrasonik HCSRFB-04

| No. | Kategori | Spesifikasi |
|-----|---------------|--|
| 1. | Dimensi | 24 mm (P) x 20 mm (L) x 17 mm (T). |
| 2. | Konsumsi Arus | 30 mA (rata-rata), 50 mA (<i>max</i>). |
| 3. | Jangkauan | 3 cm–3 m. |
| 4. | Sensitivitas | Mampu mendeteksi objek dengan diameter 3 cm pada jarak > 1m. |

2.2.4 Transistor NPN

Transistor adalah komponen elektronika semikonduktor yang memiliki 3 kaki elektroda, yaitu basis (dasar), kolektor (pengumpul) dan emitor (pemancar). Komponen ini berfungsi sebagai penguat, pemutus dan penyambung (*switching*), stabilitas tegangan, modulasi sinyal dan masih banyak lagi fungsi lainnya. Selain itu, transistor juga dapat digunakan sebagai kran listrik sehingga dapat mengalirkan listrik dengan sangat akurat dan sumber listriknya.

Transistor sebenarnya berasal dari kata "transfer" yang berarti pemindahan dan "resistor" yang berarti penghambat. Dari kedua kata tersebut dapat kita simpulkan, pengertian transistor adalah pemindahan atau peralihan bahan setengah penghantar menjadi suhu tertentu. Transistor pertama kali ditemukan pada tahun 1948 oleh William Shockley, John Barden dan W.H, Brattain. Tetapi, komponen ini mulai digunakan pada tahun 1958. Jenis transistor terbagi menjadi 2, yaitu transistor tipe P-N-P dan transistor N-P-N.

Fungsi transistor yakni sebagai jangkar rangkaian. Transistor adalah komponen semi konduktor yang memiliki 3 kaki elektroda, yaitu *Basis* (B), *Colector* (C) dan *Emittor* (E). Dengan adanya 3 kaki elektroda tersebut, tegangan atau arus yang mengalir pada satu kaki akan mengatur arus yang lebih besar untuk melalui 2 terminal lainnya. Fungsi lain dari transistor yakni sebagai penguat (*amplifier*), sebagai pemutus dan penyambung (*switching*), sebagai pengatur

stabilitas tegangan, sebagai perata arus, dapat menahan sebagian arus yang mengalir, menguatkan arus dalam rangkaian, dan sebagai pembangkit frekuensi rendah ataupun tinggi. Jika kita lihat dari susunan semi konduktor, Transistor dibedakan lagi menjadi 2 bagian, yaitu Transistor PNP (positif-negatif-positif) dan Transistor NPN (negatif-positif-negatif). Untuk dapat membedakan kedua jenis tersebut, dapat kita lihat dari bentuk arah panah yang terdapat pada kaki emitornya. Pada transistor PNP arah panah akan mengarah ke dalam, sedangkan pada transistor NPN arah panahnya akan mengarah ke luar. Perbedaan antara transistor PNP dan transistor NPN yakni pada transistor NPN memerlukan tegangan positif pada kaki basis untuk mengendalikan aliran arus dan tegangan dari emitor ke kolektor. Sedangkan, pada transistor PNP memerlukan tegangan negatif pada kaki basis untuk mengendalikan aliran arus dan tegangan dari emitor ke kolektor [20]. Bentuk dari transistor seperti pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Bentuk Transistor [20]

2.2.5 Lampu LED 5 Volt

Lampu LED (*Light Emitting Diode*) adalah sebuah perangkat yang menghasilkan cahaya dengan menggunakan efek elektroluminesensi, di mana arus listrik mengalir melalui sebuah material semikonduktor yang menghasilkan cahaya ketika terjadi reaksi kimia antara material tersebut dengan udara. Lampu LED umum digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti penggunaan dalam rumah tangga, industri, dan lain-lain. Pemilihan lampu LED 5 Volt pada analisis sistem *monitoring* bawah kendaraan guna pengecekan keamanan berbasis IoT yakni dikarenakan pada

sistem ini memiliki input daya 5V sehingga dibutuhkan lampu yang berdaya sama yakni 5V dan cukup terang untuk menerangi bawah kendaraan. Alasan lain penggunaan lampu LED yakni lampu ini dapat beroperasi dengan menggunakan daya listrik yang relatif kecil dan cukup umum digunakan pada berbagai aplikasi, seperti penggunaan dalam rumah tangga, dan industri [21]. Bentuk lampu LED 5V seperti pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Bentuk Lampu LED 5V [21]

2.2.6 Resistor 1k Ohm

Resistor adalah sebuah komponen elektronik yang digunakan untuk mengurangi intensitas arus listrik yang mengalir melalui suatu rangkaian. Resistor ini berfungsi sebagai penghambat arus listrik, sehingga dapat mengatur besarnya arus yang mengalir melalui suatu rangkaian. Fungsi dari resistor antara lain :

1. Mengatur besarnya arus listrik

Resistor digunakan untuk mengurangi intensitas arus listrik yang mengalir melalui suatu rangkaian. Dengan demikian, resistor dapat mengatur besarnya arus yang mengalir melalui suatu rangkaian, sehingga dapat memastikan bahwa arus listrik yang mengalir melalui suatu komponen elektronik tidak terlalu besar atau terlalu kecil.

2. Mengatur tegangan listrik

Resistor juga digunakan untuk mengatur tegangan listrik yang diterapkan pada suatu komponen elektronik. Dengan mengatur besarnya resistor, tegangan listrik yang diterapkan dapat disesuaikan dengan kebutuhan suatu komponen elektronik.

3. Mengurangi vibrasi

Resistor dapat digunakan untuk mengurangi vibrasi pada suatu rangkaian. Vibrasi dapat terjadi ketika arus listrik mengalir melalui suatu komponen elektronik dan menyebabkan komponen elektronik tersebut bergetar. Dengan menggunakan resistor, vibrasi dapat dikurangi sehingga komponen elektronik tersebut dapat berfungsi lebih stabil.

4. Mengurangi *noise*

Resistor juga digunakan untuk mengurangi *noise* pada suatu rangkaian. *Noise* dapat terjadi ketika arus listrik mengalir melalui suatu komponen elektronik dan menyebabkan komponen elektronik tersebut bergetar. Dengan menggunakan resistor, *noise* dapat dikurangi sehingga komponen elektronik tersebut dapat berfungsi lebih stabil.

5. Mengurangi penggunaan energi

Resistor dapat digunakan untuk mengurangi penggunaan energi pada suatu rangkaian. Dengan mengurangi intensitas arus listrik yang mengalir melalui suatu rangkaian, resistor dapat mengurangi penggunaan energi yang dibutuhkan oleh suatu komponen elektronik.

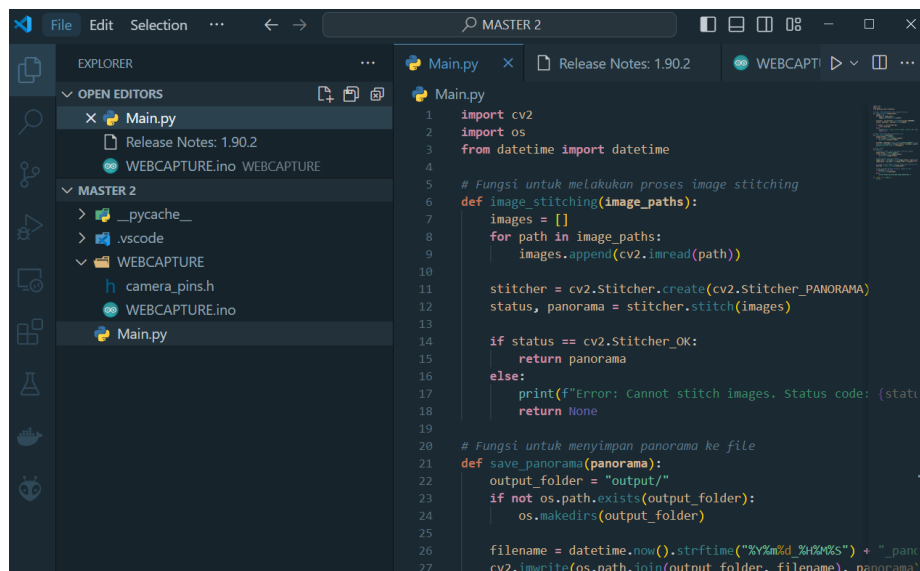
Dalam sintesis, resistor adalah sebuah komponen elektronik yang sangat penting dalam mengatur besarnya arus listrik, mengatur tegangan listrik, mengurangi vibrasi, mengurangi *noise*, dan mengurangi penggunaan energi pada suatu rangkaian. Resistor dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk dalam pengembangan perangkat elektronik, sistem kontrol, dan sistem komunikasi [21]. Pada penelitian ini, fungsi dari resistor yakni membatasi arus daya ke lampu LED 5V agar daya yang masuk dikurangi sehingga lebih redup, jika terlalu terang maka hasil penangkapan gambar bawah mobil akan terlalu silau. Bentuk dari resistor seperti pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Resistor [21]

2.2.7 Python

Bahasa pemrograman Python mendapatkan popularitas yang luar biasa di kalangan ilmuwan data dan pengembang perangkat lunak. Berbeda dengan bahasa pemrograman R yang terutama ditujukan untuk analisis data statistik, Python muncul di berbagai aplikasi yang jauh lebih luas seperti Internet dan pengembangan situs *web*, akses basis data, GUI *desktop*, komputasi ilmiah, serta pengembangan perangkat lunak dan game. [22]. Pada penelitian ini, bahasa pemrograman python akan digunakan untuk menggabungkan gambar-gambar yang sudah ditangkap agar dapat membentuk gambar yang memanjang (panorama) di mana menampilkan bagian depan hingga belakang dari bagian bawah mobil yang dilakukan inspeksi. Tampilan dari *software* Python seperti pada Gambar 2.8.

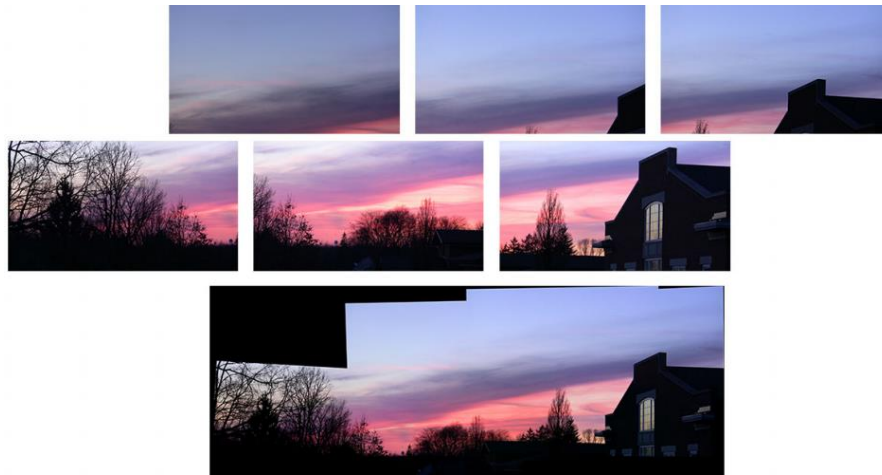
The image shows a screenshot of a Python IDE window titled 'MASTER 2'. The interface includes a file explorer on the left showing a project structure with folders like 'WEBCAPTURE' and files like 'Main.py'. The main editor area displays Python code for image stitching. The code imports 'cv2' and 'os', and uses 'datetime' for file naming. It defines two functions: 'image_stitching' which uses 'cv2.Stitcher' to create a panorama from a list of image paths, and 'save_panorama' which saves the resulting panorama to a file in an 'output/' folder. The code is as follows:

```
1 import cv2
2 import os
3 from datetime import datetime
4
5 # Fungsi untuk melakukan proses image stitching
6 def image_stitching(image_paths):
7     images = []
8     for path in image_paths:
9         images.append(cv2.imread(path))
10
11     stitcher = cv2.Stitcher.create(cv2.Stitcher_PANORAMA)
12     status, panorama = stitcher.stitch(images)
13
14     if status == cv2.Stitcher_OK:
15         return panorama
16     else:
17         print(f'Error: Cannot stitch images. Status code: {status}')
18         return None
19
20 # Fungsi untuk menyimpan panorama ke file
21 def save_panorama(panorama):
22     output_folder = "output/"
23     if not os.path.exists(output_folder):
24         os.makedirs(output_folder)
25
26     filename = datetime.now().strftime("%Y%m%d_%H%M%S") + "_pano"
27     cv2.imwrite(os.path.join(output_folder, filename), panorama)
```

Gambar 2.8 Tampilan Python

2.2.8 Penggabungan Gambar/Image Stitching

Penggabungan gambar/*image stitching* terdiri dari registrasi gambar dan penggabungan atau pencampuran gambar. Registrasi gambar melibatkan pencarian keselarasan gambar yang diamati, pada umumnya didasarkan pada pendeteksian titik atau wilayah yang sama di antara dua gambar atau lebih. Penggabungan gambar melibatkan reprojeksi dan pencampuran antara gambar.



Gambar 2.9 Proses Penggabungan 6 Gambar Menjadi 1 Gambar [23]

Pada Gambar 2.9 menampilkan gambaran dari proses penggabungan gambar. Gambar-gambar tersebut diambil dengan cara silinder sehingga gambar kiri bawah sedikit melengkung dalam proses reprojeksi. Pada langkah pembauran, intensitas gambar kiri atas lebih gelap daripada gambar tetangganya, demikian pula, gambar tengah bawah kelebihan cahaya. Intensitas gambar-gambar ini disesuaikan untuk menghasilkan komposit yang memikat secara visual [23].

2.2.9 Gambar Panorama (*Panorama View*)

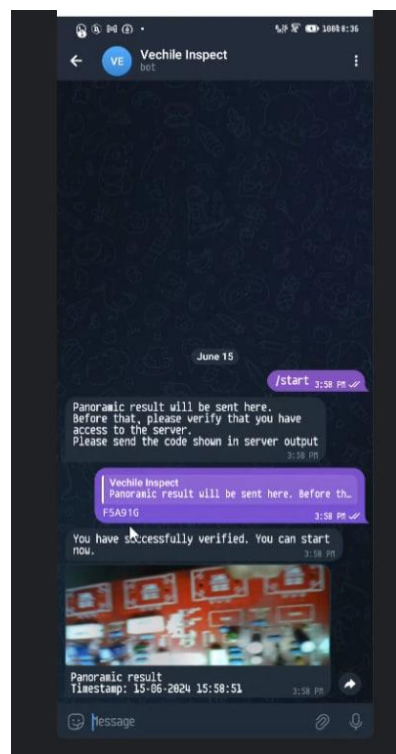
Gambar panorama adalah istilah yang sering digunakan untuk menggambarkan gambar yang memanjang secara horizontal dan menampilkan pemandangan yang luas dan komprehensif dari satu titik pandang tertentu. Istilah “panorama” juga dapat merujuk pada pemandangan alam yang lebar dan luas. Tampilan dari gambar panorama diperlihatkan pada Gambar 2.10 berikut [24].



Gambar 2.10 Tampilan Gambar Panorama [25]

2.2.10 Telegram

Telegram adalah sebuah *platform* atau aplikasi perpesanan yang berpusat pada keamanan kerahasiaan pribadi penggunaannya dan bersifat *open source*. Telegram memiliki sebuah teknologi *open source* yang digunakan para pengembang untuk membangun aplikasi bot yaitu *Telegram Bot Application Programming Interface* (API) [26]. Pada Penelitian ini, telegram bot akan digunakan untuk komunikasi dengan sistem pengecekan bawah kendaraan di mana hasil penangkapan gambar bawah mobil akan dikirim pada bot telegram. Tampilan dari *platform* telegram seperti pada Gambar 2.11.

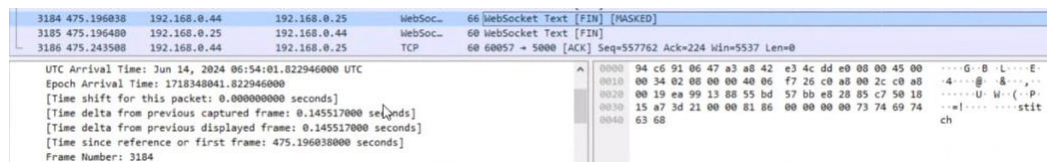


Gambar 2.11 Tampilan Telegram

2.2.11 Wireshark

Wireshark adalah perangkat lunak/*software* analisis jaringan yang berbasis *open-source* dan dapat digunakan untuk melakukan analisis dan pemecahan masalah jaringan. Wireshark dapat membaca konten dari tiap paket trafik data dan dapat digunakan untuk menganalisis kinerja jaringan, memecahkan masalah jaringan, mengidentifikasi gangguan, mengoptimalkan kinerja jaringan, dan bahkan memecahkan masalah keamanan. Wireshark dapat melakukan *capture* paket data jaringan secara *real time*, menampilkan informasi protokol jaringan dari paket

secara komplit, *filtering* paket data jaringan, pencarian paket data dengan persyaratan spesifik, dan menampilkan data statistik. Wireshark juga dapat digunakan untuk menganalisis transmisi paket data dalam jaringan, proses koneksi dan transmisi data antar komputer, dan mengetahui IP seseorang melalui *typingan room*. Wireshark berguna untuk profesional jaringan, administrator jaringan, peneliti, hingga pengembang piranti lunak jaringan, karena dapat berjalan diberbagai platform seperti Windows, Linux, macOS, Solaris, FreeBSD, NetBSD, dan sebagainya [27]. Tampilan dari *software* wireshark seperti pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Tampilan Wireshark

2.2.12 *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) adalah suatu konsep di mana berbagai perangkat, termasuk perangkat rumah tangga, kendaraan, dan peralatan industri, dapat terhubung ke internet dan berbagi data dengan satu sama lain. Dengan demikian, IoT memungkinkan perangkat untuk berkomunikasi dan berbagi informasi secara *real-time*, memungkinkan pengguna untuk mengontrol dan memantau perangkat tersebut secara lebih efektif. Fungsi IoT antara lain :

1. Meningkatkan Efisiensi

IoT memungkinkan perangkat untuk berbagi data dan berkomunikasi secara *real-time*, sehingga memungkinkan pengguna untuk mengontrol dan memantau perangkat tersebut secara lebih efektif, menghemat biaya, dan meningkatkan efisiensi operasional.

2. Meningkatkan Keamanan

IoT memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengontrol perangkat secara lebih efektif, sehingga memungkinkan pengguna untuk mengidentifikasi dan mengatasi masalah keamanan yang mungkin terjadi.

3. Meningkatkan Kualitas Hidup

IoT memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengontrol perangkat rumah tangga, seperti AC, lampu, dan lain-lain, secara lebih efektif, sehingga memungkinkan pengguna untuk meningkatkan kualitas hidup dan meningkatkan kenyamanan.

4. Meningkatkan Inovasi

IoT memungkinkan pengembangan aplikasi yang lebih canggih dan inovatif, seperti *smart home*, *smart city*, dan lain-lain, sehingga memungkinkan pengembangan teknologi yang lebih maju dan berkelanjutan [29][30].

2.2.13 Kualitas Layanan / *Quality of Service* (QoS)

Quality of Service (QoS) adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan sebuah layanan yang lebih baik bagi lalu lintas data yang melewatinya. QoS merupakan sebuah sistem arsitektur *end to end* dan bukan merupakan sebuah *feature* yang dimiliki oleh jaringan. QoS sangat ditentukan oleh kualitas jaringan yang digunakan.

Quality of Service (QoS) dapat dikatakan sebagai suatu terminologi yang digunakan untuk mendefinisikan karakteristik suatu layanan atau *service* jaringan yang berguna untuk mengetahui seberapa baik kualitas dari layanan tersebut. Di dalam penelitian ini, parameter QoS yang akan dianalisa adalah *delay*, dan *packet loss*.

Standar *Quality of Service* (QoS) yang digunakan adalah menggunakan standar ITU-T G. 1010. ITU-T G. 1010 adalah rekomendasi yang mendefinisikan kategori QoS multimedia dari sudut pandang pengguna akhir. Rekomendasi ini mengidentifikasi delapan kategori berbeda, berdasarkan toleransi terhadap kehilangan informasi dan keterlambatan, untuk berbagai aplikasi multimedia. Rekomendasi ini dimaksudkan untuk membentuk dasar untuk menentukan kelas QoS yang realistis untuk jaringan transportasi yang mendasarinya, dan mekanisme kontrol QoS yang terkait. Pada penelitian ini akan menggunakan parameter *delay* dan *packet loss* [28].

2.2.13.1 Delay

Delay adalah waktu tunda suatu paket yang diakibatkan oleh suatu proses transmisi dari satu titik ke titik lainnya sebagai tujuannya. *Delay* merupakan waktu tunda pada suatu paket yang terjadi akibat adanya proses transmisi dari suatu titik awal ke titik lain yang menjadi tujuannya. Adapun rumus untuk menghitung *delay* yaitu :

$$\text{Rata - rata Delay} = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total paket yang diterima}} \quad (2)$$

Untuk menghitung nilai rata-rata *delay* yaitu dengan cara membagi jumlah total *delay* yang didapat dengan total paket yang diterima. Sehingga, perhitungan membagi total *delay* dengan total paket yang diterima akan menghasilkan nilai rata-rata *delay*. Dari rumus diatas, nilai *delay* yang dihasilkan selanjutnya akan dibandingkan dengan indeks *delay* dari standar ITU-T G.1010 yakni pada kisaran 10 s.

2.2.13.2 Packet loss

Packet loss menggambarkan kegagalan transmisi total paket dalam mencapai tujuannya. Kegagalan tersebut dapat disebabkan oleh beberapa kemungkinan, diantaranya sebagai berikut:

- a. Terjadi *collision* dan *congestion* dalam jaringan
- b. Terjadinya *overload* pada trafik didalam jaringan
- c. *Error* yang terjadi pada media fisik.

Adapun rumus perhitungan untuk mendapatkan hasil persentase nilai *packet loss* yaitu :

$$\text{Packet loss} = \left(\frac{\text{data yang dikirim} - \text{paket data yang diterima}}{\text{paket data yang dikirim}} \right) \times 100 \% \quad (3)$$

Dari perhitungan rumus diatas kita dapat mengetahui berapa besar nilai *packet loss* yaitu dengan cara, mengurangi jumlah data yang dikirim dengan paket data yang diterima, kemudian membagi hasil selisih tersebut dengan jumlah paket yang dikirim. Hasil dari pembagian tersebut kemudian dikali dengan 100 untuk melihat persentase nilai *packet loss*. Dari rumus diatas, nilai *packet lossy* yang dihasilkan selanjutnya akan dibandingkan dengan indeks *packet loss* dari standar

ITU-T G.1010 yakni pada kisaran 0%. Indeks *packet loss* dan *delay* dari standar ITU-T G.1010 dapat dilihat pada Gambar 2.13 [28].

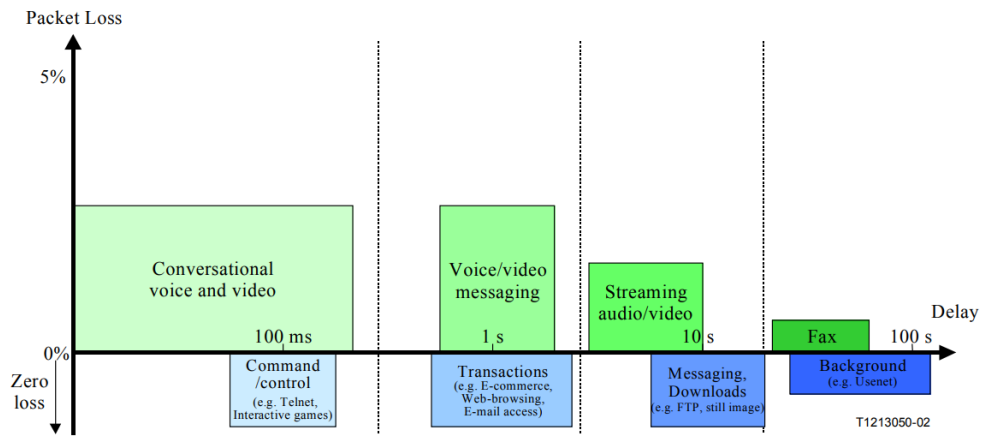


Figure 1/G.1010 – Mapping of user-centric QoS requirements

Gambar 2.13 Indeks *Packet loss* dan *Delay* dari Standar ITU-T G.1010 [28]