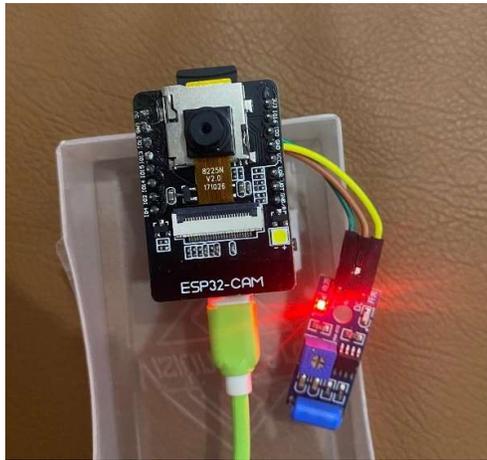


BAB III

HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Setelah merancang hardware dan software, langkah berikutnya adalah menjalankan program dan menguji setiap rangkaian untuk memastikan semuanya berfungsi sesuai yang diinginkan. Pengujian ini meliputi beberapa aspek penting, seperti mengukur respons sistem, mengevaluasi cakupan sistem, dan memastikan keseluruhan rangkaian bekerja dengan baik. Proses pengujian melibatkan pemeriksaan konektivitas WiFi, respons *bot Telegram*, dan deteksi getaran oleh sensor *SW-420*. Semua fungsi sistem, termasuk pengambilan dan pengiriman foto, harus diuji untuk memastikan sistem beroperasi dengan baik dan sesuai harapan.



Gambar 3.1 Pengujian Alat

Dalam pengujian ini mencakup evaluasi *ESP32-CAM* dan sensor getar (*SW-420*). Pengujian ini dilakukan untuk memungkinkan peneliti memahami keunggulan dan kelemahan sistem yang telah dikembangkan. Berikut adalah hasil pengujian yang tercatat:

1. Pengujian Koneksi Wifi dan *Telegram*

a. Pengujian Koneksi Wifi

Pengujian ini memeriksa apakah *ESP32-CAM* dapat terhubung ke jaringan WIFI dengan *SSID* dan password yang benar.

Hasil:

```
01:00:08.631 -> WiFi connected
01:00:08.631 -> IP address:
01:00:08.631 -> 172.20.10.3
```

Gambar 3.2 Output Pada Serial Monitor 1

Pada gambar 3.2 *ESP32-CAM* berhasil terhubung ke jaringan WIFI dan mendapatkan Alamat IP.

b. Pengujian Koneksi Telegram

Pada pengujian ini adalah memeriksa apakah *ESP32-CAM* dapat terhubung ke server dan mengirim pesan atau foto.

Hasil:

```
01:00:35.149 -> Connected to Telegram API
01:00:45.376 ->
```

Gambar 3.3 Output Pada Serial Monitor 2

Pada gambar 3.3 menjelaskan Ketika *ESP32-CAM* berhasil terhubung ke server Telegram dan mengirim pesan serta foto.

c. Tabel Hasil Pengujian Koneksi Wifi dan Telegram

Tabel 3.1 Hasil Pengujian Koneksi Wifi dan Telegram

No	Jenis Pengujian	Deskripsi Pengujian	Output pada Serial Monitor	Status	Observasi
1	Koneksi Wifi	Menghubungkan <i>ESP32-CAM</i> ke jaringan Wifi dengan <i>SSID</i> dan password yang benar	Wifi connected IP address: 192.168.1.2	Berhasil	<i>ESP32-CAM</i> berhasil terhubung ke WIFI dan mendapatkan Alamat IP
2	Koneksi Telegram(Pesan)	Mengirim pesan ke bot <i>Telegraam</i>	<i>Connected to Telegram API</i>	Berhasil	<i>ESP32-CAM</i> berhasil terhubung ke server <i>Telegram</i> dan mengirimkan pesan
3	Koneksi Telegram(Foto)	Mengirim foto ke bot <i>Telegram</i>	<i>Sending photo... Connected to Telegram API Photo sent! Vibration level: 2</i>	Berhasil	<i>ESP32-CAM</i> berhasil terhubung ke server <i>Telegram</i> dan mengirimkan foto

Pada tabel 3.1 yaitu memastikan bahwa sistem berhasil terhubung ke jaringan Wifi dan dapat berkomunikasi dengan server Telegram untuk mengirim pesan dan foto.

2. Pengujian Sensor Getar (*SW-420*)

a. Getaran Rendah

Pengujian pada gambar 3.4 yaitu dengan melakukan ketukan ringan pada sensor.

Hasil:

```
15:46:45.428 -> Low vibration detected but not triggering photo!
```

Gambar 3.4 Output Pada Serial Monitor 3

Pada gambar 3.4 menjelaskan sistem mendeteksi getaran namun tidak mencapai ambang batas sedang atau tinggi, sehingga tidak mengirim foto.

b. Getaran Sedang

Pengujian pada gambar 3.5 yaitu dengan mengetuk sensor dengan sedang

Hasil:

```
01:00:13.692 -> Medium vibration detected!  
01:00:35.149 -> Connected to Telegram API  
01:00:45.376 ->  
01:00:45.376 -> Time taken to send photo: 23022 ms
```

Gambar 3.5 Output Pada Serial Monitor 4

Pada gambar 3.5 menjelaskan sistem mendeteksi getaran sedang dan mengirimkan foto ke Telegram.

c. Getaran Tinggi

Pengujian pada gambar 3.6 yaitu dengan menjatuhkan benda berat dekat sensor.

Hasil:

```
01:01:26.884 -> High vibration detected!  
01:01:45.612 -> Connected to Telegram API  
01:01:47.491 -> {"ok":true,"result":{"message_id":2  
01:01:47.568 -> Time taken to send photo: 14411 ms
```

Gambar 3.6 Output Pada Serial Monitor 5

Pada gambar 3.6 sistem mendeteksi getaran tinggi dan mengirimkan foto ke *Telegram*.

d. Tabel Hasil Pengujian Sensor Getar

Tabel 3.2 Hasil Pengujian Sensor Getar

No	Tingkat Getaran	Deskripsi Pengujian	Output pada Serial Monitor	Pengiriman Foto ke Telegram	Observasi
1	Rendah	Ketukan ringan pada sensor	<i>Low Vibratio detected but not triggering photo</i>	Tidak	Sistem mendeteksi getaran rendah
2	Sedang	Getaran sedang pada sensor(mengetuk sensor dengan ketukan sedang)	<i>Medium vibration detected! Sending photo... Connected to Telegram API Photo sent! Vibration level: 2</i>	Ya	Sistem mendeteksi getaran sedang dan mengirimkan foto
3	Tinggi	Getaran kuat pada sensor (menjatuhkan benda berat dekat sensor)	<i>High vibration detected! Sanding photo.. Connected to Telegram API Photo sent! Vibration level: 3</i>	Ya	Sistem mendeteksi getaran tinggi dan mengirimkan foto

Tabel 3.2 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor getaran engan berbagai tingkat getaran dan bagaimana sistem merespons masing-masing tingkat getaran dengan output yang sesuai serta status pengiriman foto ke Telegram.

3. Pengujian Kualitas Kamera *ESP32-CAM*

Pengujian kualitas kamera *ESP32-CAM* melibatkan pengujian berbagai parameter seperti resolusi gambar, waktu pengambilan gambar, waktu pengiriman gambar, dan kualitas hasil foto.

Hasil Pengujian :

Tabel 3.3 Kualitas Kamera ESP32-CAM

Pengaturan Kamera	Resolusi	Waktu Pengambilan Foto(ms)	Waktu Pengiriman Foto(ms)	Kualitas Hasil Foto
<i>UXGA</i>	1600x1200	1500	5000	Sangat Baik
<i>AVGA</i>	800x600	1000	3000	Baik
<i>CIF</i>	352x288	700	2000	Cukup
<i>QVGA</i>	320x240	500	1500	Rendah

a. *UXGA* (1600X1200)

1. Waktu Pengambilan Foto: 1500 ms. Waktu yang diperlukan untuk mengambil foto dengan resolusi tinggi lebih lama dibandingkan dengan resolusi lebih rendah.
2. Waktu Pengiriman Foto: 500 ms. Waktu pengiriman lebih lama karena ukuran file foto yang besar.
3. Kualitas Hasil Foto: Sangat baik, memberikan detail yang tinggi dan warna yang akurat.

b. *SVGA* (800x600)

1. Waktu Pengambilan Foto: 1000 ms. Waktu pengambilan lebih cepat dari pada *UXGA*.
2. Waktu Pengiriman Foto: 3000 ms. Waktu pengiriman lebih cepat dari pada *UXGA*
3. Kualitas Hasi Foto: Baik, memberikan datail yang baik dengan ukuran file yang lebih kecil daripada *UXGA*.

c. *CIF* (352x288)

1. Waktu Pengambilan Foto: 700 ms. Waktu pengambilan lebih cepat dari pada *SVGA*.
2. Waktu Pengiriman Foto: 2000 ms. Waktu pengiriman lebih cepat dari pada *SVGA*.
3. Kualitas Hasil Fto: Cukup, detail foto berkurang tetapi ukuran file lebih kecil.

d. *QVGA* (320x240)

1. Waktu Pengambilan Foto: 500 ms. Waktu pengambilan paling cepat.
2. Waktu Pengiriman Foto: 1500 ms. Waktu pengirim paling cepat.
3. Kualitas Hasil Foto: Randah, detail foto paling sedikit dan ukuran file terkecil.

Pada pengujian kamera ini kita dapat simpulkan bahwa semakin tinggi resolusi kualitas foto, semakin baik kualitas foto dengan yang lebih banyak dan warna yang lebih akurat. Waktu pengambilan dan pengiriman foto meningkat seiring dengan peningkatan resolusi, yang dapat mempengaruhi kinerja jika waktu adalah faktor penting. Pilih pengaturan kualitas berdasarkan kebutuhan aplikasi. Untuk aplikasi kebutuhan detail tinggi, gunakan resolusi tinggi. Untuk aplikasi yang memerlukan detail tinggi, gunakan resolusi tinggi. Untuk aplikasi yang memerlukan kecepatan dan efisiensi bandwidth, gunakan resolusi rendah.

Pada pengujian ini peneliti menggunakan pengawasan detail cukup yaitu menggunakan resolusi cukup seperti *CIF*.

4. Pengujian Pengambilan dan Pengiriman Foto

a. Pengujian Pengambilan Foto (Gagal)

Pada pengujian ini peneliti memeriksa apakah *ESP32-CAM* dapat mengambil foto dengan menggunakan perintah “/photo”.

Hasil:

```
[E][camera.c:1085] esp_camera_init(): Camera probe failed with error 0x20001  
Camera init failed with error 0x20001
```

Gambar 3.7 Output Pada Serial Monitor 6

Pada gambar 3.7 *ESP32-CAM* gagal mengambil foto. Kemungkinan masalah dengan inisialisasi kamera atau koneksi hardware.

b. Pengujian Pengambilan Foto (Berhasil)

Pada pengujian ini memeriksa apakah *ESP32-CAM* dapat mengambil dan mengirimkan foto otomatis saat mendeteksi getaran.

```
01:01:26.884 -> High vibration detected!  
01:01:45.612 -> Connected to Telegram API  
01:01:47.491 -> {"ok":true,"result":{"message_id":2  
01:01:47.568 -> Time taken to send photo: 14411 ms
```

Gambar 3.8 Output Pada Serial Monitor 7

Pada gambar 3.8 *ESP32-CAM* berhasil mengambil dan mengirimkan foto ke *bot Telegram*.

c. Tabel Hasil Pengujian Pengambilan dan Pengiriman Foto

Tabel 3.4 Hasil Pengujian Pengambilan dan Pengiriman Foto

No	Jenis Pengujian	Deskripsi Pengujian	Output pada Serial Monitor	Status	Observasi
1	Pengambilan Foto(Gagal)	Mengambil foto dengan perintah “/photo”	Sending photo.... Camera capture failed	Gagal	Kamera gagal mengambil foto ada masalah pada hardware atau inisialisasi
2	Pengambilan Foto(Berhasil)	Mengambil dan mengirim foto otomatis saat getaran sedang atau tinggi	High vibration detected! Sending photo Connected to Telegram API Photo sent! Vibration level: High	Berhasil	<i>ESP32-CAM</i> berhasil mendeteksi getaran mengambil foto dan mengirimkannya ke <i>bot Telegram</i>

Pada tabel 3.4 di atas peneliti dapat memastikan bahwa system berhasil mengambil dan mengirimkan foto ke bot Telegram berdasarkan perintah deteksi getaran.

Pengiriman foto dengan ambang getaran sedang, dan ambang getaran tinggi bisa dilihat melalui *bot Telegram* pada gambar 3.9 di bawah.



Gambar 3.9 Notifikasi Telegram

Pada gambar 3.9 menunjukkan hasil notifikasi yang diperoleh dari sensor getar dan menunjukkan hasil ambang getaran berada di sedang dan tinggi.

3.2 Implementasi Alat

Setelah melakukan pengujian selanjutnya akan dilakukan implementasi pada alat yang telah dibuat. Pada tahap ini hasil yang sudah dirancang akan di implementasikan untuk menjadi sebuah sistem yang nyata. Dalam konteks implementasi sistem keamanan cerdas untuk mencegah pencurian motor dengan integrasi *ESP32-CAM* dan sensor getar, berikut adalah beberapa langkah implementasi yang akan dilakukan:

1. Pemasangan Alat

Pada pemasangan alat ini dipasang di motor vario 160, alat diletakan dalam kotak untuk melindungi dari elemen cuaca. Untuk lokasi pemasangan alat, alat diletakan pada holder dekat kaca supion supaya bisa melakukan pemotretan wajah pencuri jika terjadinya getaran. Tahap ini merupakan bagian penting dari penelitian, di mana alat yang telah melalui proses pengujian diimplementasikan langsung pada sepeda motor, yang ditempatkan di halaman rumah. Implementasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa alat dapat berfungsi dengan baik dalam kondisi nyata dan memberikan respons yang diharapkan ketika mendeteksi getaran. Berikut adalah gambar 3.10 pemasangan alat.



Gambar 3.10 Alat pada Motor

2. Keandalan Deteksi Getaran

Pengujian deteksi getaran bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sensor *SW-420* dalam mendeteksi getaran pada sepeda motor dan memastikan bahwa sistem dapat merespons dengan tepat. Berikut adalah penjelasan proses pengujian serta tabel yang menggambarkan cara kerja alat secara rinci.

Tabel 3.5 Keandalan Deteksi Getaran

No	Skenario	Kondisi	Respon Sistem	Notifikasi Telegram
1	Tanpa Getaran	Sepeda Motor Diam	Tidak ada deteksi	Tidak ada notifikasi
2	Getaran Ringan	Ketukan ringan pada bodi	Getaran rendah terdeteksi tetapi tidak memicu foto	Tidak ada notifikasi
3	Getaran Sedang	Goyang stang atau bodi	Deteksi getaran sedang, ambil foto	Kirim foto dengan pesan “Getaran terdeteksi!”. Ambang Getaran Sedang
4	Getaran Kuat	Tendangan pada ban atau bodi	Deteksi getaran kuat, ambil foto	Kirim foto dengan pesan “Getaran terdeteksi!”. Ambang Getaran Tinggi
5	<i>Multipe</i>	Beberapa Getaran berturut - turut	Deteksi setiap getaran, ambil foto untuk setiap getaran	Kirim foto dengan pesan “Getaran terdeteksi!”. Ambang Getaran Tinggi

Dari hasil tabel 3.5 menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi berbagai tingkat getaran dan merespon dengan mengirimkan notifikasi ke pengguna melalui Telegram. Sensitivitas sensor *SW-420*

cukup baik dalam mendeteksi getaran dan memberikan notifikasi secara real-time, memastikan pengguna selalu mendapat informasi tentang potensi ancaman terhadap sepeda motor.



Gambar 3.11 Pengambilan Gambar

Gambar 3.11 menunjukkan bagaimana ketika saat alat mendeteksi getaran sedang dan tinggi maka alat akan memotret dan mengirimkan gambar melalui *bot Telegram*.

3. Kecepatan Respon Sistem

Respon sistem adalah waktu yang diperlukan untuk mendeteksi getaran, mengambil gambar, dan mengirimkan gambar melalui *bot Telegram*. Mengukur respons sistem adalah penting untuk memastikan bahwa notifikasi dapat dikirimkan secepat mungkin setelah terdeteksinya getaran, sehingga meningkatkan efektivitas sistem keamanan.

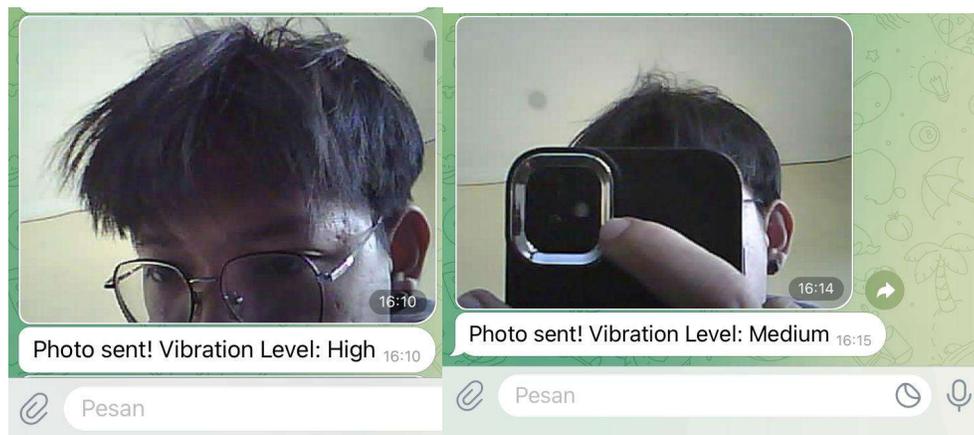
Pengujian respons sistem dilakukan dengan memberikan empat jenis getaran pada sepeda motor dan mengukur waktu yang dibutuhkan untuk setiap tahap proses, yaitu deteksi getaran, pengambilan gambar, dan pengiriman gambar.

Berikut adalah tabel yang menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk mendeteksi getaran dan mengirimkan gambar melalui *bot Telegram* pada berbagai skenario getaran:

Tabel 3.6 Respon Sistem

No	Tingkat Getaran	Jenis Getaran	Waktu Deteksi Getaran (ms)	Waktu Pengambilan Gambar (ms)	Waktu Pengiriman Gambar	Toal Waktu (ms)
1	Sedang	Goyang pada stang atau bodi	90	300	2000	2390
2	Kuat	Tendang pada ban atau bodi	80	300	2000	2380
3	Berturut - turut	Beberapa getaran berturut - turut	85	300	2000	2385

Tabel 3.6 mengelompokan getaran menjadi sedang, kuat, dan berturut-turut untuk menunjukkan variasi instensi getaran yang diuji. Waktu pengiriman gambar melalui *bot Telegram* relatif konsisten di semua tingkat getaran, berkisar sekitar 2000 ms. Tingkat getaran yang lebih tinggi (sedang dan kuat) cenderung terdeteksi lebih cepat oleh sensor *SW-420* dibandingkan dengan getaran ringan. Total waktu dari deteksi getaran hingga pengiriman gambar bervariasi antara 2385 hingga 2390 ms, menunjukkan bahwa sistem mampu merespon dengan cepat terhadap berbagai tingkat getaran.



Gambar 3.12 Notifikasi Telegram

Gambar 3.12 adalah notifikasi dari pengujian yang dilakukan pada sepeda motor, saat terjadinya getaran yang sedang dan kuat maka sistem akan otomatis mengirimkan gambar, jika getaran ringan dan tidak ada getaran sama sekali maka tidak ada notifikasi.

Pengujian menunjukkan bahwa sistem ini dapat mendeteksi getaran dan mengirimkan gambar dalam waktu yang relatif singkat, memberikan notifikasi real-time yang dapat diandalkan kepada pengguna. Kecepatan pengiriman yang konsisten memastikan bahwa pengguna dapat segera menerima informasi visual tentang kondisi sepeda motor setelah terdeteksi adanya getaran.

3.3 Pembahasan

Pada penelitian ini, peneliti mengembangkan sistem yang mengintegrasikan sensor getar *SW-420* dengan mikrokontroler *ESP32-CAM* untuk mendeteksi guncangan atau gerakan mencurigakan pada kendaraan motor. Pemilihan sensor getar *SW-420* didasarkan pada keandalannya dalam mendeteksi getaran dan biaya yang relatif rendah. Sensor ini mampu mendeteksi berbagai tingkat getaran yang dapat dikalibrasi untuk mengidentifikasi getaran mencurigakan. *ESP32-CAM* dipilih karena multifungsinya, yaitu dapat mengambil gambar dan mengirimkannya melalui jaringan Wifi. Kalibrasi sensor getar sangat penting untuk memastikan bahwa sensor hanya merespon getaran yang signifikan. Ambang batas getaran ditentukan melalui serangkaian pengujian, menunjukkan bahwa sensor dapat konsisten mendeteksi getaran yang disebabkan oleh aktivitas mencurigakan seperti upaya pencurian.

ESP32-CAM memiliki kemampuan untuk mengambil gambar dengan resolusi cukup baik. Pengambilan gambar dimulai setelah sensor getar mendeteksi aktivitas mencurigakan. Pengujian menunjukkan bahwa kualitas gambar sangat dipengaruhi oleh pencahayaan pengaturan kamera. Kamera diatur pada resolusi *CIF* (352x288) untuk memastikan ukuran file gambar kecil, sehingga dapat dikirim cepat melalui Wifi. Pengiriman foto menggunakan Telegram API merupakan komponen kunci dari sistem ini. Setelah gambar diambil, *ESP32-CAM* mengirimkannya ke *bot Telegram* yang kemudian meneruskan notifikasi ke pemilik kendaraan. Pengujian koneksi menunjukkan bahwa stabilitas jaringan Wifi sangat penting untuk memastikan pengiriman gambar berjalan lancar.

Stabilitas koneksi Wifi diuji dengan menghubungkan *ESP32-CAM* ke berbagai jaringan dengan tingkat kekuatan sinyal berbeda. Hasil menunjukkan bahwa koneksi Wifi yang stabil memungkinkan pengiriman notifikasi dan gambar dalam waktu relatif singkat. Namun, pada kondisi sinyal lemah, waktu pengiriman meningkat dan kadang terjadi kegagalan pengiriman. Sistem ini dirancang untuk memberikan respon cepat terhadap potensi ancaman. Dari pengujian yang dilakukan, waktu dari deteksi getaran hingga pengiriman notifikasi ke Telegram berkisar antara 2 hingga 3 detik tergantung pada kualitas sinyal Wifi. Waktu ini dianggap cepat untuk memberikan peringatan dini kepada pemilik kendaraan sehingga dapat segera mengambil tindakan.

Evaluasi keseluruhan menunjukkan bahwa integrasi sensor getar dengan *ESP32-CAM* ini efektif dalam mendeteksi dan melaporkan guncangan atau gerakan mencurigakan pada kendaraan motor. Sistem ini memberikan notifikasi real-time yang memungkinkan pemilik kendaraan untuk segera

mengetahui potensi ancaman. Dalam perbandingan dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan sensor getar dengan mikrokontroler lain atau sistem keamanan tanpa kemampuan pengambilan gambar, sistem ini menawarkan keunggulan signifikan dalam fungsional dan respon waktu. Penggunaan *Telegram API* sebagai platform pengiriman notifikasi dan gambar menawarkan fleksibilitas dan kemudahan penggunaan yang lebih baik dibandingkan metode notifikasi tradisional.

Penelitian sebelumnya (Sujadi et al., 2018) mengembangkan sistem pemantauan keamanan sepeda motor berbasis *IoT* dengan *PIR* dan *Ultrasonik*, namun menghadapi keterbatasan sensitivitas terhadap gangguan cuaca dan lingkungan. (Zidane, 2022) menggunakan *ESP32-CAM* untuk mendeteksi wajah dan getaran *MOCLESS*, namun penggunaan sensor getar belum sepenuhnya dieksplorasi. Penelitian ini memperkuat teori bahwa sensor getar yang dikalibrasi dengan baik dapat memberikan deteksi yang lebih akurat dan respon cepat terhadap upaya pencurian, memperbaiki kelemahan dari solusi sebelumnya.

Beberapa rekomendasi yang diusulkan untuk peneliti selanjutnya termasuk penggunaan algoritma kompresi gambar lebih efisien, penambahan modul *GPS*, implementasi sistem backup dengan kartu *SIM* untuk mengirim notifikasi melalui jaringan seluler saat koneksi Wifi gagal, penambahan modul kecerdasan buatan untuk analisis gambar otomatis, pengujian dalam berbagai kondisi lingkungan, dan integrasi dengan sistem keamanan lainnya. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menunjukkan efektivitas integrasi sensor getar dengan *ESP32-CAM*, tetapi juga memberikan dasar bagi pengembangan sistem keamanan kendaraan yang lebih canggih dan andal di masa depan.