

Analisis dan Pengurangan *Blind Spot* pada Alat Berat (*Excavator dan Bulldozer*) Melalui Implementasi Kamera 360

Peri Pitriadi^{1*}, Muh. Iqbal M², Muhammad Iswar³, A. Ariputra⁴

^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia
*peri_pitriadi@poliupg.ac.id

Abstract: In the heavy equipment industry, the issue of security and operational monitoring of unattended units has become significant. The risks of component theft and the lack of real-time monitoring in remote or distant areas are major challenges. This study aims to develop a Portable Monitoring System for Operations and Anti Blind Spot to enhance the safety of operators and surrounding people while reducing blind spots. This system employs camera technology installed on heavy equipment for real-time monitoring and early detection of potential component theft. The research method involved designing and installing the Monitoring and Anti Blind Spot System on heavy equipment units. By installing Portable 360 Cameras, component security increased due to the availability of real-time video monitoring. The design and implementation of the Portable 360 Camera allow for remote video and image capture via the operator's or owner's mobile device as long as it is connected to the internet. The research results indicate that using Portable 360 Cameras successfully reduced the percentage of blind spots on various heavy equipment units. For the Excavator 313D, blind spots were reduced by 83.57%, while for the Bulldozer D3K, the reduction reached 79.82%. Meanwhile, for Container Trucks, the blind spot reduction percentage was 62.06%.

Keywords: Heavy Equipment, Real-Time Monitoring, Blind Spots

Abstrak: Dalam industri alat berat, masalah keamanan dan pemantauan operasional unit yang ditinggalkan tanpa pengawasan telah menjadi isu signifikan. Risiko pencurian komponen alat berat dan kurangnya pemantauan *real-time* saat berada di daerah terpencil atau dari jarak jauh menjadi kendala utama. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Sistem Monitoring Portable untuk Operasional dan *Anti Blind Spot* guna meningkatkan keamanan operator dan orang di sekitar serta mengurangi titik *blind spot*. Sistem ini menggunakan teknologi kamera yang dipasang pada alat berat untuk pemantauan *real-time* dan deteksi dini potensi pencurian komponen. Metode penelitian yang dilakukan meliputi perancangan dan pemasangan Sistem Monitoring dan *Anti Blind Spot* pada unit alat berat. Dengan pemasangan Kamera 360 *Portable*, keamanan komponen meningkat berkat tersedianya sistem pemantauan *video real-time*. Desain dan implementasi Kamera 360 *Portable* memungkinkan pengambilan video dan gambar dari jarak jauh melalui perangkat ponsel operator atau pemilik unit selama terhubung dengan internet. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan Kamera 360 *Portable* berhasil mengurangi persentase *blind spot* pada berbagai unit alat berat. Pada Excavator 313D, *blind spot* berhasil dikurangi sebesar 83,57%, sedangkan pada Bulldozer D3K, penurunan *blind spot* mencapai 79,82%. Sementara itu, pada Truk Kontainer, persentase penurunan *blind spot* sebesar 62,06%.

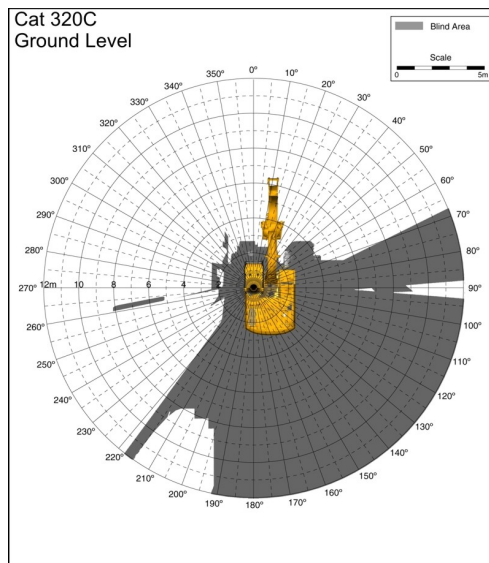
Kata kunci : Alat Berat, Pemantauan *real-time*, *Blink Spot*

I. PENDAHULUAN

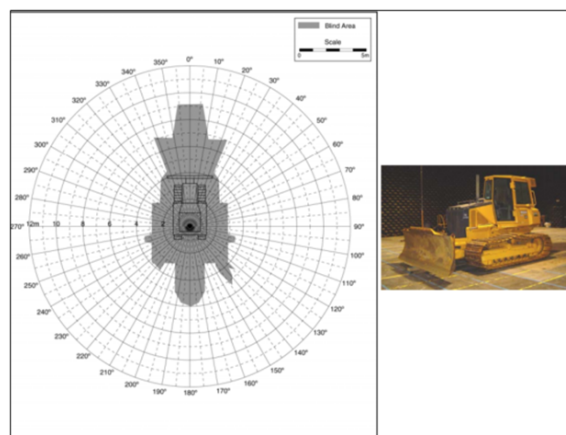
Alat berat dalam bidang Teknik Mesin dan Teknik Sipil berperan sebagai instrumen vital dalam konstruksi struktur bangunan. Kehadirannya sangat penting dalam proyek-proyek besar seperti konstruksi, pertambangan, dan kegiatan skala besar lainnya. Inti dari penggunaan alat berat adalah untuk mendukung dan mempermudah pekerjaan manusia, menghasilkan kinerja yang lebih cepat dan efisien [1]. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) selalu menjadi prioritas utama dalam pengoperasian alat berat. Setiap tahap pekerjaan, dari perencanaan hingga pelaksanaan, memiliki risiko kegagalan yang mungkin dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti cuaca atau bencana alam yang tak terduga. Kecelakaan kerja menjadi risiko yang signifikan, meskipun kecilnya, dampaknya bisa sangat besar, itulah sebabnya pencegahan kecelakaan menjadi fokus utama [2]. Produktivitas yang rendah atau penyelesaian proyek yang terlambat bisa menyebabkan biaya proyek melonjak melebihi anggaran. Oleh karena itu, pengendalian dan evaluasi proyek yang responsif menjadi krusial

dalam menjaga efisiensi. Manajemen proyek memiliki tujuan-tujuan spesifik, termasuk pengendalian biaya produksi, pengurangan biaya persediaan, dan optimalisasi penggunaan fasilitas proyek [3].

Menurut *International Labour Organization* (ILO), pencegahan kecelakaan dan penyakit akibat kerja dapat dilakukan melalui berbagai pendekatan seperti peraturan, standarisasi, pendidikan, pelatihan, dan penggunaan alat-alat pelindung. Salah satu masalah yang terkait dengan alat berat adalah keberadaan titik buta, di mana operator tidak dapat melihat area tertentu. Kecelakaan sering disebabkan oleh kurangnya kemampuan untuk melihat area sekitar dengan baik, yang sebagian besar disebabkan oleh titik buta. Faktor-faktor seperti jangkauan terbatas spion, muatan yang menghalangi pandangan, dan variasi desain pada alat berat menjadi penyebab utama titik buta. Setiap operator harus memperhatikan titik buta pada alat yang mereka gunakan. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk memahami dan mengatasi masalah titik buta ini, termasuk penelusuran faktor penyebabnya serta solusi untuk mengatasi masalah tersebut [4][5]. Antropometri pengemudi juga berperan dalam area titik buta, mengingat variasi ukuran tubuh manusia yang bergantung pada ras, etnis, dan demografi. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor ini, usaha untuk mengurangi risiko kecelakaan terkait titik buta pada alat berat dapat dilakukan dengan lebih efektif.



Gambar 1. Area Titik Buta pada alat berat *Excavator*



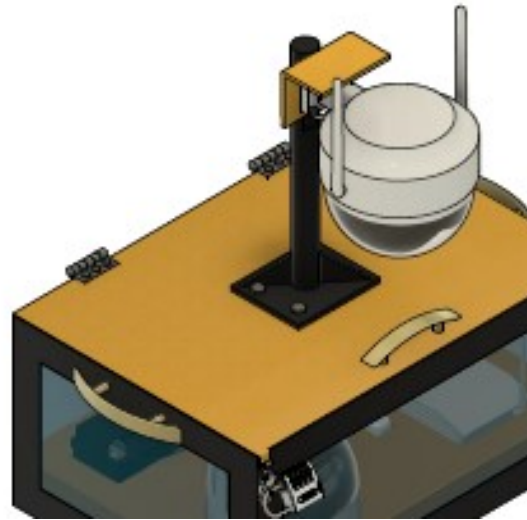
Gambar 2. Area Titik Buta pada alat berat *Dozer*

Area titik buta pada kendaraan adalah area di sekitar kendaraan yang tidak dapat diamati oleh pengemudi [6]. Titik buta timbul karena adanya keterbatasan penglihatan pengemudi saat berkendara. [7] Setiap kendaraan pasti memiliki keterbatasan penglihatan atau area titik buta. Area titik buta ini dapat menjadi penyebab terjadinya kecelakaan. Kendaraan atau alat berat yang memiliki ukuran besar seperti truk berkemungkinan mengalami kecelakaan lebih besar terutama saat berpindah jalur [8]. Hal ini terjadi karena area titik buta pada truk lebih luas daripada kendaraan kecil lainnya. Kendaraan memiliki letak dan luas area titik buta yang berbeda. Area titik buta yang dimiliki truk terletak pada bagian depan, sisi kanan, sisi kiri dan bagian belakang truk. Oleh karena itu, truk lebih rentan untuk mengalami kecelakaan. Penting bagi pengemudi untuk menyadari adanya *blind spot* dan mengambil langkah-langkah pencegahan yang diperlukan, seperti secara aktif memeriksa pandangan dengan mengubah posisi kepala atau menggunakan bantuan teknologi seperti sensor atau kamera untuk membantu memantau area *blind spot*[9]. Selain itu, pengemudi juga perlu memberikan sinyal dengan jelas dan melakukan pergerakan yang hati-hati saat bermanuver atau mengubah lajur untuk menghindari potensi bahaya di area *blind spot*.

II. METODE PENELITIAN

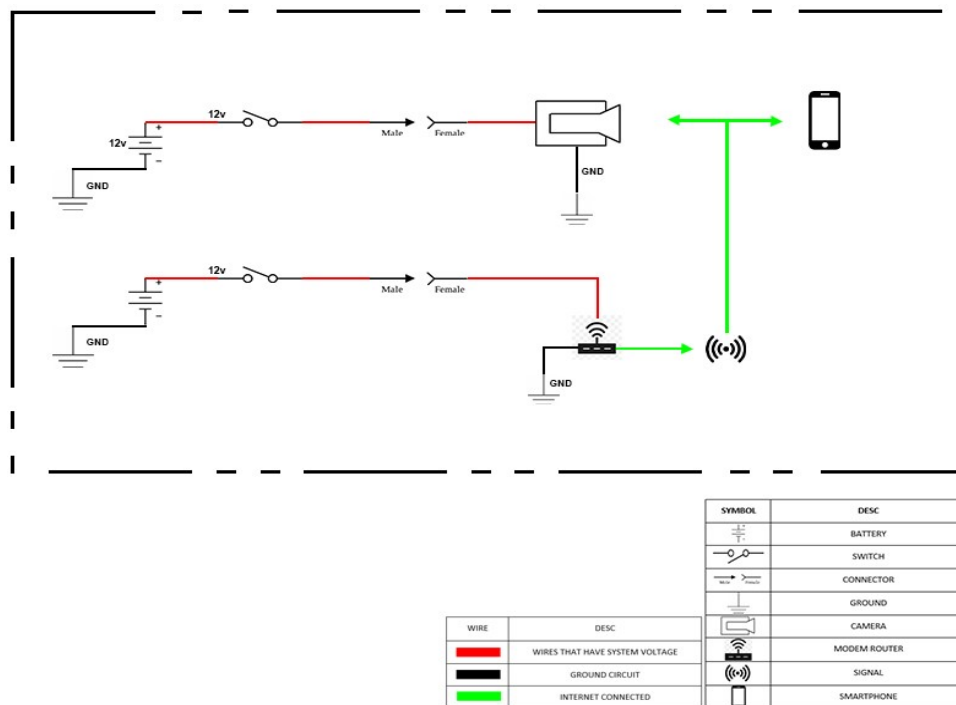
Kegiatan penelitian pembuatan Sistem *Anti Blind Spot* pada Alat Berat dilakukan di Bengkel Perawatan Alat Berat Politeknik Negeri Ujung Pandang dengan durasi penelitian selama 8 bulan. Bengkel ini dipilih sebagai lokasi penelitian karena memiliki fasilitas dan keahlian yang sesuai untuk melakukan pengembangan dan pengujian sistem. Selama periode penelitian selama 8 bulan, tim peneliti akan melakukan berbagai kegiatan, antara lain:

1. Studi Literatur: Tim peneliti akan melakukan studi literatur untuk memahami konsep, teknologi, dan penelitian terkait yang telah dilakukan sebelumnya dalam bidang *Sistem Monitoring Portable dan Anti Blind Spot* pada Alat Berat. Studi literatur ini akan menjadi dasar dalam merancang sistem yang *efektif dan inovatif*.
2. Rancangan Sistem: Berdasarkan studi literatur dan analisis kebutuhan, tim peneliti akan merancang sistem yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Rancangan ini meliputi perencanaan arsitektur sistem, pemilihan komponen, dan desain mekanik untuk memenuhi dimensi dan material yang diinginkan.
3. Pembuatan *Prototipe*: Setelah rancangan sistem selesai, tim peneliti akan memulai pembuatan *prototipe Sistem Monitoring Portable*. Ini melibatkan pembuatan perangkat keras, seperti pemasangan kamera, sensor, dan perangkat pengirim sinyal. Pembuatan *prototipe* juga melibatkan pengembangan perangkat lunak untuk pengolahan dan tampilan data.
4. Pengujian dan Evaluasi: Setelah *prototipe* selesai dibuat, tim peneliti akan melakukan pengujian dan evaluasi sistem. Pengujian akan melibatkan pemasangan *prototipe* pada unit *Excavator* dan *Dozer* di Bengkel Perawatan Alat Berat. Pengujian akan mencakup pengujian *Anti Blind Spot*, pemantauan jarak jauh, dan pengujian fungsi lainnya. Hasil pengujian akan dievaluasi untuk mengevaluasi kinerja sistem dan menentukan kehandalan dan efektivitasnya.
5. Analisis Data dan Pembuatan Laporan: Tim peneliti akan menganalisis data yang diperoleh dari pengujian dan evaluasi sistem. Data yang dianalisis meliputi hasil pengujian *Anti Blind Spot*, pemantauan jarak jauh, kualitas sinyal, dan fungsi lainnya. Berdasarkan hasil analisis, tim peneliti akan menyusun laporan penelitian yang mencakup temuan, kesimpulan, dan rekomendasi untuk pengembangan dan penggunaan *Sistem Monitoring Portable* di industri alat berat.



Gambar 3. Desain Sistem *Anti Blink Spot* Alat Berat

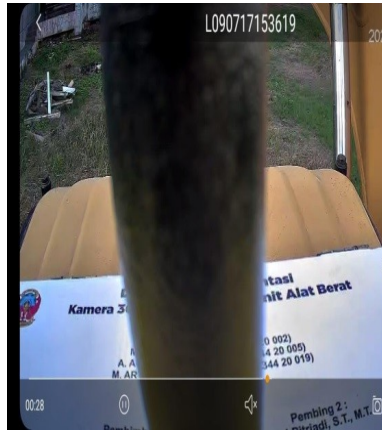
Penerapan Sistem Anti Blind Spot pada alat berat melibatkan penggunaan teknologi kamera 360 Portable yang dipasang di berbagai posisi strategis pada unit alat berat. Kamera ini memberikan pandangan real-time di sekitar alat berat, yang kemudian ditampilkan pada monitor di kabin operator. Sistem ini juga dilengkapi dengan fitur peringatan otomatis yang akan memberi tahu operator jika ada objek yang memasuki area blind spot. Melalui konektivitas internet, gambar dan video yang ditangkap oleh kamera dapat diakses dari jarak jauh melalui perangkat mobile operator atau pemilik unit, memungkinkan pemantauan yang lebih efektif dan respons cepat terhadap potensi bahaya atau pencurian.



Gambar 4. Skematik Sistem *Anti Blink Spot* Alat Berat

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum memasang kamera 360 portable pada unit, lakukan pemeriksaan terhadap kemungkinan adanya blind spot. Pemeriksaan ini memungkinkan kita menentukan dengan tepat batas pandang dari kamera 360 portable saat digunakan dalam operasi. Dengan demikian, kita memastikan bahwa kamera tersebut dapat memberikan pandangan yang optimal dan tidak terbatas pada area yang tidak terlihat, sehingga meningkatkan keselamatan dan efisiensi dalam pengoperasian.



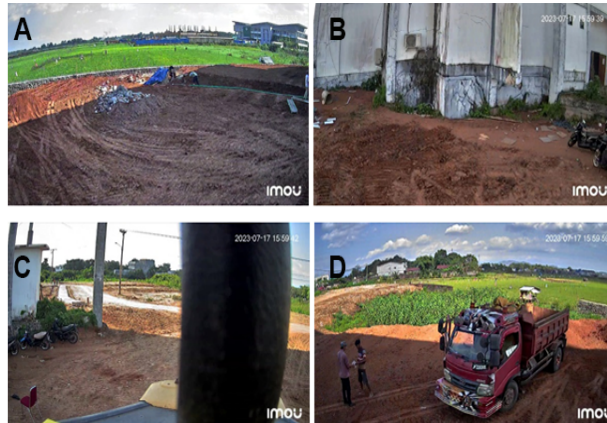
Gambar 5. Blind spot pada kamera 360 portable

Gambar 5 menunjukkan area *blind spot* pada kamera 360, yaitu area di sekitar kamera yang tidak terjangkau oleh bidang pandangnya. Dalam konteks kamera 360, biasanya terdapat beberapa lensa yang mencakup sudut pandang 360 derajat, memungkinkan pemantauan menyeluruh dari sekeliling kamera. Meskipun demikian, ada beberapa area di sekitar kamera yang tetap tidak terlihat oleh lensa-lensa tersebut. Area ini menjadi titik lemah dalam pemantauan dan dikenal sebagai *blind spot*. Untuk menghitung luas total pengamatan *blind spot* pada Alat Monitoring dengan jarak 12 meter dari posisi Alat, kita dapat menggunakan rumus luas lingkaran. Rumus luas lingkaran: $Luas = \pi r^2$. Dalam kasus ini, jarak dari posisi alat monitoring ke lingkaran *blind spot* adalah 12 meter, yang dapat dianggap sebagai jari-jari lingkaran. Maka, luas total pengamatan *blind spot* dapat dihitung sebagai berikut: $Luas = \pi r^2 = \pi(12 \text{ m})^2 = 3.14 \times 12 \text{ m} \times 12 \text{ m} = 452.16 \text{ m}^2$. Jumlah area *blind spot* pada gambar 5.3 di atas dibagi menjadi 36 bagian pengamatan yaitu dari 0° sampai 360°. Alat monitoring memiliki area *blind spot* pada sisi belakang kamera yaitu 0° sampai 10°. Dalam kasus ini, luas total *area blind spot* adalah 452.16 m² dengan 36 bagian pengamatan. Luas setiap bagian pengamatan = Luas total / Jumlah bagian
 Luas setiap bagian pengamatan = $452.16 \text{ m}^2 / 36 = 12.56 \text{ m}^2$. Jadi area *blind spot* alat monitoring dengan kamera adalah Luas setiap bagian x Jumlah bagian Luas area *blind spot* = $12.56 \text{ m}^2 \times 1 = 12.56 \text{ m}^2$.



Gambar 6. Tampilan kamera 360 pada excavator dari 4 sudut

Gambar 6 menunjukkan bahwa penggunaan kamera 360 dengan posisi optimal dan sudut pandang yang baik pada excavator 313D tipe medium dalam kondisi ground area dapat mengurangi risiko blind spot dalam operasi hingga 83.57%. Namun, operator tetap harus mengambil tindakan pencegahan yang diperlukan untuk menjaga keamanan di sekitar area dengan titik buta yang masih ada. Gambar A , B dan D menampilkan area sekitar unit alat berat sedangkan gambar C adalah posisi titik buta unit .



Gambar 7. Tampilan kamera 360 pada Dozer dari 4 sudut

Gambar 7 menampilkan tampilan kamera 360 pada Dozer dapat dilihat dari empat sudut yang berbeda. Dengan posisi optimal dan sudut pandang yang luas, kamera ini memungkinkan operator untuk memantau lingkungan sekitar dengan baik. Dari depan, kamera memberikan pandangan langsung ke depan alat. Dari belakang, kamera memungkinkan operator untuk melihat area di belakang alat, meminimalkan risiko tabrakan dengan objek di belakang. Dari samping kanan dan kiri, kamera memberikan pandangan menyeluruh dari sisi alat, memungkinkan operator untuk mendeteksi objek atau kendaraan yang mungkin berada di sekitarnya. Dengan tampilan kamera 360 dari keempat sudut ini, operator dapat memantau lingkungan operasi dengan lebih efektif, meningkatkan keselamatan dan produktivitas kerja. Penurunan *blind spot* pada unit *dozer* D3K dengan menggunakan kamera 360 *portable* yaitu sebanyak 79.82%. Tapi operator tetap harus berhati-hati pada saat mengoperasikan unit.

Tabel 1. Perbandingan Area Blind Spot

Unit Alat Berat	Luas Area Pengamatan (m ²)	Luas Area <i>Blind Spot</i> Kaca Spion (m ²)	Luas Area <i>Blind Spot</i> Kamera 360° (m ²)	Presentase Penurunan <i>Blind Spot</i>
<i>Excavator</i> 313D	452.16	301.44	30.77	83.57 %
<i>Bulldozer</i> D3K	452.16	276.32	43.17	79.82 %

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian yaitu :

1. *Excavator* 313D menunjukkan penurunan blind spot yang lebih signifikan (83.57%) dibandingkan dengan *Bulldozer* D3K (79.82%) saat menggunakan kamera 360° sebagai sistem pemantauan. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi kamera 360° lebih efektif dalam mengurangi *area blind spot* pada *Excavator* 313D daripada pada *Bulldozer* D3K.
2. Perbedaan signifikan terlihat dalam luas *area blind spot* antara kaca spion dan kamera 360° untuk kedua unit alat berat. *Excavator* 313D menunjukkan penurunan blind spot yang lebih besar dengan menggunakan kamera 360° daripada menggunakan kaca spion. Sementara itu, pada *Bulldozer* D3K, kamera 360° juga menunjukkan penurunan yang lebih besar daripada penggunaan kaca spion dalam mengurangi *area blind spot*. Ini menunjukkan bahwa penggunaan kamera 360° lebih efektif daripada kaca spion dalam mengurangi area blind spot pada kedua unit alat berat tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rochmanhadi, “*Alat-Alat Berat dan Penggunaannya*. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta”, 1992
- [2] Slamet, “*Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)*. Fakultas Teknik UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA, Yogyakarta”, 2014
- [3] Hartono, “*Studi Analisis Penggunaan Alat Berat (Crane) Sebagai Alat Angkat Untuk Instalasi EQUIPMENT DEODORIZER DI PROYEK CPO PLANT*”, 2015, pp. 39.
- [4] Marshall, R, Stephen, S, & Sharon Cook, “*Development of a Volumetric Projection Technique for the Digital Evaluation of Field of View*. *Ergonomics* 56 (9)”, 2013, pp.1437–50.
- [5] Marshall, R, & Summerskill, “*Understanding Direct and Indirect Driver Vision in Heavy Goods*”, 2015.
- [6] Mathew, Aleena, E S Krishna Ram, Elizabeth Maria Alex, Gokul G Kumar, Jeslin Elizabeth, & M Satyakumar, “*Quantification and Analysis of Blindspots for Light Motor Vehicles*. *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)* 8 (4)” 2018,pp. 102
- [7] Pitchipoo, P, Vincent Sundaram, & Rajakarunakaran Sivaprakasam, “*Development of Fuzzy Based Intelligent Decision Model to Optimize the Blind Spots in Heavy Transport Vehicles*. *Promet - Traffic - Traffico* 28 (1)” 2016,pp. 1–10.
- [8] Kedarkar, Pallavi, Maithilee Chaudhari, Chetna Dasarwar, & P B Domakondwar, “*Prevention Device for Blind Spot Accident Detection and Protection*. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* 6 (1)”, 2019, pp.624–27.
- [9] Musa, Maslina, Mohd Khairul, Alhapi Ibrahim, Noor Faradila Paiman, Mohamad Suffian Ahmad, Mohd Firdaus, Mohd Siam, dkk, “*Awareness and Prevalence of Vehicle Blind Spot Issues among Lorry Drivers*” 2017.