

# SISTEM PENDETEKSI KELENGKAPAN DAN JENIS-JENIS PENAMBAT PADA JALAN REL BERBASIS *YOU ONLY LOOK ONCE VERSI 4*

**Muhammad Frammudya**  
Teknologi Elektro  
Perkeretaapian  
Politeknik Perkeretaapian  
Indonesia Madiun  
Jl. Tirta Raya I Madiun - 63129  
muhammad.tep1940@taruna.  
ppi.ac.id

**Agustinus P. Edi Wibowo**  
Teknologi Elektro  
Perkeretaapian  
Politeknik Perkeretaapian  
Indonesia Madiun  
Jl. Tirta Raya I Madiun - 63129  
agustinus@ppi.ac.id

**Sunaryo**  
Teknologi Elektro  
Perkeretaapian  
Politeknik Perkeretaapian  
Indonesia Madiun  
Jl. Tirta Raya I Madiun - 63129  
sunaryo@ppi.ac.id

## Abstract

Currently, railway track maintenance in Indonesia still heavily relies on manual labor, which is considered suboptimal due to the considerable time required to achieve optimal results. Furthermore, the accuracy of the data obtained is not always up-to-date. Therefore, with the advancement of information technology, there is a need to develop a device and system to facilitate railway maintenance personnel in automatically checking for damaged or missing rail fasteners. This device utilizes image capture by a camera with object identification at 30 Frames Per Second (FPS) and processes the images using You Only Look Once (YOLO) image processing to display the results visually. Based on the analysis conducted, it is evident that rail fasteners can be detected optimally with a 93.33% accuracy rate at a speed of 5 km/h during the evening. The highest accuracy for the best camera angle placement is 86.66% at a camera angle of 80°. This research demonstrates that the developed device is capable of effectively detecting rail fastener objects. The speed of the locomotive and the placement angle of the camera significantly influence the detection results of rail fastener objects.

**Keywords:** maintenance, rail fastener, detection system, YOLO

## Abstrak

Pada saat ini, pemeliharaan jalur rel di Indonesia masih mengandalkan tenaga petugas pemeliharaan secara manual. Hal tersebut dirasa kurang optimal karena waktu pemeliharaan yang cukup lama demi mencapai hasil yang maksimal. Selain itu keakuratan data yang didapatkan, belum sepenuhnya merupakan data terkini. Oleh karena itu, dengan perkembangan teknologi informasi, perlu dikembangkan suatu perangkat alat dan sistem untuk memudahkan petugas perawat jalan rel dalam pengecekan penambat yang rusak maupun hilang secara otomatis. Perangkat ini menggunakan pengambilan gambar yang ditangkap kamera dengan hasil identifikasi objek dengan 30 *frame per second* (FPS), dan diproses dengan pengolahan citra You Only Look Once (YOLO) untuk menampilkan hasil pengolahan secara visual. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, terlihat bahwa penambat dapat terdeteksi secara maksimal dengan persentase 93,33%, pada kecepatan 5 km/jam di waktu sore hari. Akurasi tertinggi untuk perletakan sudut kamera terbaik adalah 86,66% pada sudut kamera 80°. Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa perangkat yang dikembangkan sudah mampu mendeteksi objek penambat dengan baik. Kecepatan lori dan peletakan sudut kamera sangat mempengaruhi hasil deteksi objek penambat.

**Kata-kata kunci:** pemeliharaan, penambat, sistem deteksi, YOLO

## PENDAHULUAN

Dalam transportasi bidang perkeretaapian, jalur atau *track* adalah bagian dari prasarana yang sangat vital dan menunjang pengoperasian kereta api. Salah satu komponen dari jalur kereta api adalah penambat. Penambat memiliki fungsi untuk menambatkan rel kereta api agar tidak bergeser (Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, 2012;

Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, 2011). Pada pengecekan jalur sering ditemui penambat yang rusak dan bahkan hilang. Hal ini mungkin disebabkan karena perawatan jalur rel masih mengandalkan tenaga perawatan manual yang kurang optimal, karena membutuhkan waktu yang cukup lama. Oleh karena itu perlu dibuat suatu alat maupun mekanisme tertentu untuk pemeliharaan dan perawatan penambat yang lebih baik dan akurat, dengan memanfaatkan perkembangan teknologi informasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan suatu alat untuk memeriksa penambat melalui teknis pengambilan video. Mekanisme kerjanya, adalah data dari video akan diolah dengan metode *You Only Look Once* (YOLO) (Hammam et al., 2020). Metode YOLO akan mengidentifikasi objek dengan akurasi tinggi dengan *tracking* dalam bentuk *bounding box* terhadap objek secara *realtime*. Selain itu, peralatan dapat memberikan keterangan melalui label terhadap objek yang sesuai dengan jenis dan kelengkapan penambat. Dengan keberadaan alat ini diharapkan pemeliharaan dan pemeriksaan terhadap penambat pada jalur rel dapat dilakukan dengan baik, sehingga dapat memberikan informasi terkini yang lebih akurat.

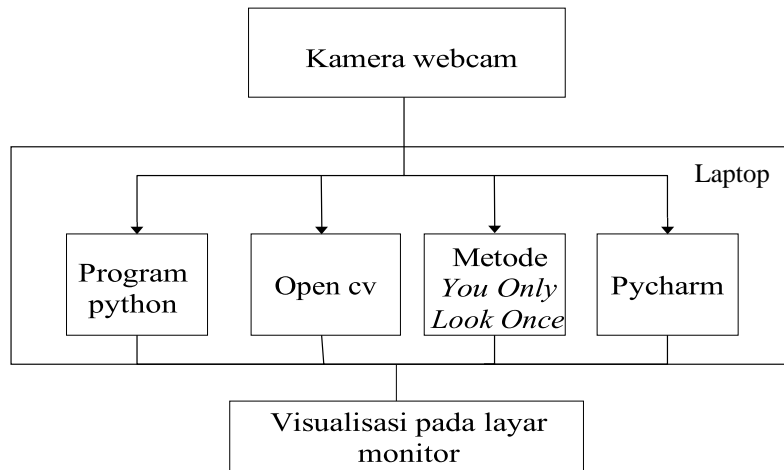
## **METODE PENELITIAN**

### **Metode Pengumpulan Data**

Pada penelitian ini terdapat data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data perancangan sistem pendeteksi ada atau tidaknya penambat dan jenis-jenis penambat menggunakan kamera dan data pengolahan gambar menggunakan metode YOLO (*You Only Look Once*). Sementara itu Data sekunder merupakan data tentang spesifikasi teknis komponen untuk penyusunan sistem pendeteksi ada atau tidaknya penambat dan jenis-jenis penambat, dan data jenis-jenis penambat seperti yang tercantum pada PM Nomor 60 Tahun 2012. Selain itu data-data sekunder didapatkan juga dari data yang berhubungan dengan pemrograman *python* dan berhubungan dengan pengolahan citra, data-data yang berhubungan dengan perancangan sistem pendeteksi ada atau tidaknya penambat dan jenis-jenis penambat menggunakan kamera *webcam* dan metode YOLO, serta tentang pembelajaran metode YOLO tersebut, seperti pada Gambar 1.

### **Metode Perancangan Perangkat Keras**

Dalam perancangan perangkat keras, dibutuhkan kamera eksternal *webcam* yang akan di hubungkan ke *input* tegangan, yaitu laptop. Kamera *webcam* sendiri ditambahkan penghalang cahaya yang diharapkan dapat mengurangi intensitas pencahayaan yang tertangkap oleh kamera. Hasil Perancangan perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 2.



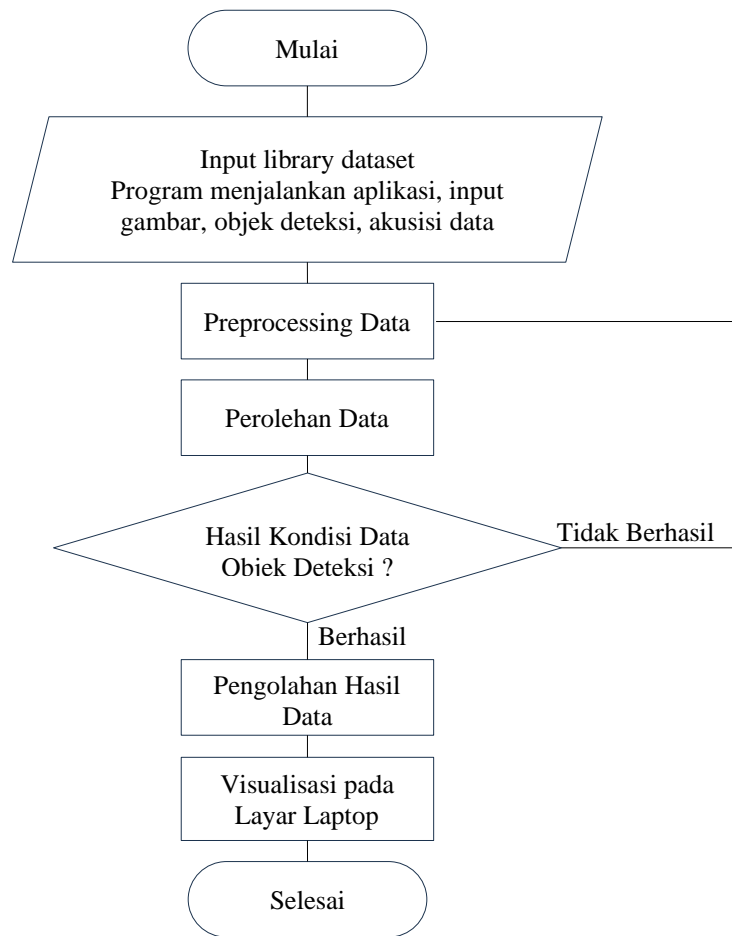
**Gambar 1** Diagram Alir



**Gambar 2** Hasil Perancangan Perangkat Keras

### Metode Perancangan Perangkat Lunak

Metode pengolahan citra YOLO merupakan metode yang digunakan dalam proses sistem ini. Sistem ini menggunakan metode YOLO versi 4, arsitektur yang digunakan terbagi menjadi *Backbone*, *Neck*, dan *Head*. Setelah program berjalan, kamera aktif untuk mengambil gambar yang tertangkap oleh kamera. Pada proses pengolahan citra metode YOLO membagi gambar *input* menjadi *grid*  $S \times S$ .



**Gambar 3** Diagram Alir Proses Perancangan Perangkat Lunak

Setiap sel *grid* akan memprediksi kotak pembatas *bounding boxes*  $B$  dan nilai keyakinan *confidence score* untuk kotak tersebut, serta probabilitas kelas kondisional  $C$ . Nilai keyakinan *confidence score* ini menggambarkan seberapa akurat kotak tersebut menurut perkiraannya. Jika tidak ada objek yang terdeteksi pada sel, nilai keyakinan akan bernilai nol. Jika tidak, sistem ingin nilai keyakinan sama dengan *Intersection Over Union* (IoU) antara kotak prediksi dan *ground truth*. Setiap kotak pembatas  $B$  terdiri dari 5 komponen  $x, y, w, h$ , dan *confidence*. Nilai koordinat  $(x, y)$  menyatakan pusat kotak, relatif terhadap batas kotak *grid*. Nilai koordinat kemudian dinormalisasi antara 0 dan 1. Sementara itu lebar ( $w$ ) dan tinggi ( $h$ ) terhadap keseluruhan gambar juga dinormalisasikan juga. Kelas *confidence score* ini mengukur nilai kepercayaan terhadap klasifikasi dan lokalisasi objek. Pada sistem pendeteksi yang dikembangkan dalam penelitian ini, ada atau tidaknya penambat dan jenis-jenis penambat ini objek yang terdeteksi oleh kamera dan telah diproses menggunakan metode *You Only Look Once* akan ditampilkan sesuai kondisi dan jenisnya secara visual pada layar monitor laptop. Proses pembuatan program, *dataset* dan *training* data dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Pembuatan Program, program yang dibuat adalah Program Pemanggil, Program Deteksi Objek Berdasarkan Kelas, Program Hasil Deteksi, Program Deteksi *Bounding Box* dan *Datalogger* dan Program Utama.

2. Pembuatan *Dataset*, *dataset* yang dibuat, tersebut terdiri dari 250 gambar penambat *de clips* lengkap, 250 gambar penambat *de clips* tidak lengkap, 250 gambar penambat *ka clips* lengkap, 250 gambar penambat *ka clips* tidak lengkap, 250 gambar penambat pandrol lengkap, 250 gambar penambat pandrol tidak lengkap. Proses pembuatan *dataset* dengan melabelkan objek penambat. Pelabelan objek dibagi menjadi 6 kelas, yaitu Penambat *E clips* ada, penambat *E clips* hilang, penambat *de clips* ada, Penambat *de clips* Hilang, Penambat *ka clips* hilang, penambat *da clips* hilang. Objek yang diberikan label hanya tampak depan sesuai hasil dari video.
3. *Training Data*, dilakukan dengan melatih komputer untuk mengolah gambar dan anotasi yang sudah dibuat. Proses ini akan membentuk pola dari setiap kelas yang akan menjadi bahan pertimbangan komputer dalam melakukan prediksi. Pada bagian ini *transfer learning* digunakan dengan yang menggunakan model yang telah di-*training* sebelumnya (*pre-trained* model). Model ini dapat digunakan untuk melakukan klasifikasi *dataset* baru tanpa harus melakukan proses *training* data dari awal. Proses *transfer learning* pada *Darknet* menggunakan data file, *cfg* file, dan *pre-trained weights*. Data file berisi lokasi gambar untuk *train* dan *test*.

### Metode Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk menjamin keakuratan identifikasi objek penambat yang dilakukan pada pagi hari, siang hari dan sore hari dengan parameter *variable*. Pengujian dilakukan berdasarkan identifikasi ada atau tidaknya penambat, jenis penambat, sudut kamera, kecepatan lori dalam pengambilan video. Sistem mendeteksi ada tidaknya objek berupa penambat rel berdasarkan perbandingan hasil video penambat sebelum dan sesudah diproses oleh sistem. Perhitungan nilai akurasi sebuah model dapat ditentukan dengan menggunakan rumus akurasi pada metode perhitungan *Confusion Matrix*. Metode ini menghasilkan beberapa nilai yang digunakan sebagai evaluasi hasil uji seperti pada rumus akurasi merupakan tingkat identifikasi yang menghasilkan persentase dari jumlah data uji diklasifikasi dengan benar. Tabel 1 merupakan tabel perhitungan *Confusion Matrix* dan rumus akurasi (Amwin, 2021):

**Tabel 1** Model Pengujian Sistem

		Model aktual	Model Hasil Prediksi
		+	-
+	<i>True Positive</i> (TP)		<i>False Negative</i> (FN)
-	<i>False Positive</i> (FP)		<i>True Negative</i> (TN)

Tabel 1 menjelaskan bagaimana perhitungan dari *Confusion Matrix*. TP yaitu jumlah *tuple* positif yang dilabeli dengan benar oleh model klasifikasi. TN yaitu jumlah *tuple* negatif yang dilabeli benar oleh model klasifikasi. FP yaitu jumlah *tuple* negatif yang salah dilabeli oleh model klasifikasi dan FN yaitu jumlah *tuple* positif salah dilabeli oleh model klasifikasi (Purwono et al., 2021). Rumus perhitungan akurasi pada metode *Confusion Matrix* pada persamaan 1.

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{Total\ Data} \times 100\% \quad (1)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN






### Hasil Perancangan Alat

Hasil perancangan perangkat keras merupakan penggabungan dari komponen kamera yang dihubungkan menuju laptop sehingga alat tersebut beroperasi dengan maksimal. Pada Gambar 2 merupakan hasil perancangan perangkat keras yang diimplementasikan di lori inspeksi PPI Madiun.

### Hasil Uji Identifikasi Ada atau Tidaknya Penambat

Pengujian akurasi identifikasi objek penambat dilakukan pada pagi hari, siang hari, dan sore hari dengan parameter variabel berdasarkan identifikasi warna, tinggi, dan lebar dari masing-masing penambat.

**Tabel 2** Hasil Pengujian Pendeteksian

No	Foto	Pendeteksian ada atau tidaknya Penambat		
		Terdeteksi	Tidak terdeteksi	Keterangan
1		√	-	4 Penambat terdeteksi ada
2		-	√	3 penambat terdeteksi ada, 1 Penambat terdeteksi tidak akurat
3		√	-	2 Penambat terdeteksi ada
4		-	√	1 penambat terdeteksi ada 1 Penambat terdeteksi tidak akurat
5		-	√	3 penambat terdeteksi ada 1 Penambat terdeteksi tidak akurat

Hasil pengujian pendeteksian ada atau tidaknya penambat diperlihatkan pada Tabel 2, dengan hasil prediksi akurasi ditampilkan pada Tabel 3.

**Tabel 3** Hasil Prediksi




Aktual	Hasil Prediksi							Jumlah Data
	Ea	Eh	Da	Dh	Ka	Kh	Tidak Terdeteksi	
Ada	-	1	-	-	38	-	-	39
Hilang	-	4	-		1	3	-	8
Akurasi					87,23%			47

Hasil prediksi akurasi untuk ada tidaknya penambat memperlihatkan nilai akurasi sebesar 87,23% dengan total jumlah data 47 data.

### Hasil Pengujian Beda Jenis Penambat

Hasil pengujian beda jenis penambat disajikan pada Tabel 4. Parameter yang digunakan adalah dapatkah aplikasi pendeteksi penambat membedakan jenis penambat berdasarkan *dataset* yang telah dibuat.

**Tabel 4** Hasil Pengujian Beda Jenis Penambat

No	Foto	Pendeteksian Jenis-Jenis Penambat			
		<i>E clips</i>	<i>Ka clips</i>	<i>De clips</i>	Keterangan
1		√	-	-	Sesuai
2		√	-	-	Sesuai
3		√	-	-	Sesuai

**Tabel 5** Hasil Prediksi Beda Jenis Penambat

Aktual	Hasil Prediksi				Jumlah Data
	<i>E clips</i>	<i>De clips</i>	<i>Ka clips</i>	Tidak Terdeteksi	
E clips	26	2	2	2	32
De clips	3	33	3	-	39
Ka clips	2	10	27	1	38
Akurasi	78,89%				109

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{Total\ Data} \times 100\% = 0,788 \times 100\% = 78,89\%$$

Hasil prediksi beda jenis penambat disajikan pada Tabel 5. Dari hasil tersebut diperoleh data bahwa sistem dapat mendeteksi beda jenis penambat dengan persentase tingkat keakuratan 78,89%.

### Hasil Pengujian Berdasarkan Sudut Pengambilan Gambar

Pada pengujian sudut pengambilan gambar penambat, kamera diatur pada posisi sudut 90°, 80°, dan 70°. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan hasil deteksi maksimal pada saat pengujian berdasarkan sudut, agar dapat memudahkan pengguna untuk mengatur posisi kamera sesuai dengan hasil penelitian. Salah satu hasil pengujian dengan sudut kamera 80° ditampilkan pada Tabel 6.

**Tabel 6** Hasil Pengujian Berdasarkan Sudut Pengambilan Gambar

No	Sudut	Kondisi		Siang
		Jenis penambat	Terdeteksi	Jenis Penambat Terdeteksi
1	80°	<i>E clips</i>	X	<i>De clips</i>
2	80°	<i>E clips</i>	√	<i>E clips</i>
3	80°	<i>E clips</i>	√	<i>E clips</i>
4	80°	<i>E clips</i>	√	<i>E clips</i>
5	80°	<i>E clips</i>	√	<i>E clips</i>
6	80°	<i>De clips</i>	√	<i>De clips</i>
7	80°	<i>De clips</i>	√	<i>De clips</i>
8	80°	<i>De clips</i>	X	<i>Ka clips</i>
9	80°	<i>De clips</i>	√	<i>De clips</i>
10	80°	<i>De clips</i>	√	<i>De clips</i>
11	80°	<i>Ka clips</i>	√	<i>Ka clips</i>
12	80°	<i>Ka clips</i>	√	<i>Ka clips</i>
13	80°	<i>Ka clips</i>	√	<i>Ka clips</i>
14	80°	<i>Ka clips</i>	√	<i>Ka clips</i>
15	80°	<i>Ka clips</i>	√	<i>Ka clips</i>

Untuk mengetahui persentase tingkat akurasi pada pengujian deteksi objek dengan dilakukan perhitungan seperti pada Tabel 7.



**Tabel 7** Hasil Prediksi Berdasarkan Sudut Pengambilan Gambar

Aktual	Hasil Prediksi				Jumlah Data
	E clips	De clips	Ka clips	Tidak Terdeteksi	
<i>E clips</i>	8	1	-	1	10
<i>De clips</i>	-	8	1	1	10
<i>Ka clips</i>	-	-	10	-	10
Akurasi	86,66%				30

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{Total\ Data} \times 100\% = 0,866 \times 100\% = 86,66\%$$

Dari hasil tersebut diperoleh data bahwa sistem dapat mendeteksi objek dengan penempatan sudut kamera dengan persentase tingkat keakuratan 86,66%.

### Hasil Pengujian Berdasarkan kecepatan

Hasil pengujian berdasarkan kecepatan pengambilan video objek deteksi dengan kecepatan 5 km/jam, 10 km/jam, dan 15 km/jam. Tabel 8 memperlihatkan hasil prediksi untuk pengujian dengan kecepatan 5 km/jam.

**Tabel 8** Hasil Prediksi Berdasarkan Kecepatan Lori

Aktual	Hasil Prediksi				Jumlah Data
	E clips	De clips	Ka clips	Tidak Terdeteksi	
<i>E clips</i>	9	-	-	1	10
<i>De clips</i>	-	9	-	1	10
<i>Ka clips</i>	-	-	10	-	10
Akurasi	93,33%				30

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{Total\ Data} \times 100\% = 0,933 \times 100\% = 93,33\%$$

Dari hasil tersebut diperoleh data bahwa sistem dapat mendeteksi objek dengan kecepatan lori pada pengambilan video 5 km/jam dengan persentase tingkat keakuratan 93,33%.

### Hasil Pengujian Berdasarkan Waktu Pengujian

Pengujian dilakukan pada tiga kondisi waktu dan laju kecepatan lori yang berbeda adalah untuk mengetahui kemampuan kamera dan sistem disaat adanya perbedaan intensitas cahaya dan kecepatan. Hasil pengujian berdasarkan waktu pengujian dilakukan pada waktu pagi, siang hari, dan sore hari. Tabel 9 memperlihatkan hasil pengujian waktu sore hari.

**Tabel 9** Hasil Prediksi Berdasarkan Waktu Pengujian

Aktual	Hasil Prediksi				Jumlah Data
	E clips	De clips	Ka clips	Tidak Terdeteksi	
<i>E clips</i>	8	-	1	1	10
<i>De clips</i>	1	8	-	1	10
<i>Ka clips</i>	-	-	10	-	10
Akurasi	80%				30

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{Total\ Data} \times 100\% = 0,8 \times 100\% = 80,00\%$$

Dari hasil tersebut diperoleh data bahwa sistem dapat mendeteksi penambat pada sore hari dengan persentase 80%.

### **Analisis Hasil Pengujian**

Waktu yang tepat untuk melakukan perawatan adalah pada sore hari jika ingin mendapatkan hasil yang maksimal. Pada pagi dan siang hari hasil yang didapatkan kurang maksimal dengan persentase keakuratan 73,33% dan 60% karena, pada pagi dan siang hari cahaya dilapangan berlebih dapat mengganggu ketajaman kamera, sedangkan saat sore hari tidak adanya cahaya berlebih yang mempengaruhi ketajaman kamera dengan persentase keakuratan 80%. Pada pengujian laju lori saat mengambil gambar juga mempengaruhi hasil deteksi objek penambat dan membedakan jenis penambat. Pada laju lori dengan kecepatan 5km/jam dapat membedakan jenis penambat dan dapat mendeteksi ada atau tidaknya penambat dapat terdeteksi maksimal dengan persentase 93,33%, pada kecepatan 10km/jam penambat yang terdeteksi dengan persentase 63,33% sedangkan pada kecepatan 15km/jam penambat dapat terdeteksi dengan persentase 36,66%. Dalam pengujian penempatan kamera dengan sudut 90°, penambat dapat terdeteksi dengan persentase keakuratan sebesar 40%, Pada sudut 80° penambat dapat terdeteksi dengan persentase keakuratan 86,66%, dan pada sudut 70° penambat dapat terdeteksi dengan persentase keakuratan 76,66%. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan laju lori sangat mempengaruhi hasil deteksi objek penambat. Tujuan dilakukannya pengujian pada tiga kondisi waktu yang berbeda dan laju kecepatan lori adalah untuk mengetahui kemampuan kamera dan sistem disaat adanya perbedaan intensitas cahaya dan kecepatan.

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pembuatan sistem ini melakukan pengumpulan *dataset* dilapangan untuk mendapatkan parameter objek penambat yang akan dideteksi menggunakan kamera. Dalam pengolahan gambar menggunakan metode YOLO (You Only Look Once) untuk mendapatkan hasil identifikasi objek dengan 30 *Frame Per Second* (FPS) sehingga dapat mendeteksi penambat dengan cepat dan mendapatkan hasil yang tepat. Proses pengolahan citra meliputi beberapa jenis penyeleksian objek penambat berdasarkan warna, tinggi dan bentuk objek penambat. Dalam mendeteksi ada atau tidaknya komponen utama dari masing-masing jenis penambat *E clips*, *De clips*, *Ka clips* untuk mengetahui jenis penambat dan mengetahui kondisi penambat tersebut ada atau hilang.

Sementara itu, dengan menghubungkan kamera ke laptop sebagai hardware pendukung untuk mengolah gambar yang tertangkap kamera. Pengolahan gambar diawali dengan mengubah ukuran maksimal menjadi 360x360 *pixels*, kemudian proses konvolusi objek sehingga menghasilkan citra baru. Selanjutnya proses *maxpooling* untuk mereduksi

citra sehingga mendapatkan nilai 125 *pixe* agar mendapatkan nilai *bounding box* untuk mendeteksi objek penambat dan ditampilkan secara visual.

Selain itu, berdasarkan penelitian yang dilakukan, terlihat bahwa sistem ini sudah mampu mendeteksi sebuah objek penambat, dapat mendeteksi ada atau tidaknya penambat, dan membedakan jenis-jenis penambat yang diuji (*E clips*, *De clips*, *Ka clips*) dengan parameter pengujian berdasarkan waktu pengambilan gambar dan laju kecepatan pengambilan video. Dari hasil pengujian parameter-parameter tersebut di lapangan, dapat disimpulkan bahwa penambat dapat terdeteksi secara maksimal pada kecepatan 5 km/jam pada sore hari dengan persentase 93,33% dengan sudut kamera 80°.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amwin, A. 2021. *Deteksi dan Klasifikasi Kendaraan Berbasis Algoritma You Only Look Once (YOLO)*. Tugas Akhir. Yogyakarta: Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
- Asyhar, H. H. A., Wibowo, S. A., dan Budiman, G. 2020. *Implementasi dan Analisis Performansi Metode You Only Look Once (Yolo) Sebagai Sensor Pornografi pada Video*. E-Proceeding of Engineering, 7 (2): 3631–3638.
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. 2012. *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 60 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api*. Jakarta.
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. 2011. *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 32 Tahun 2011 tentang Standar dan Tata Cara Perawatan Prasarana Perkeretaapian*. Jakarta.
- Purwono, P., Wirasto, A., dan Nisa, K. 2021. *Comparison of Machine Learning Algorithms for Classification of Drug Groups*. Sisfotenika, 11 (2): 196-207.