

PENERAPAN MACHINE LEARNING UNTUK MEMANTAU KERUSAKAN KONTAINER PADA GATE TERMINAL PETIKEMAS MAKASSAR NEW PORT

Abdul Kadir Muhammad^{1,*}, Imran Habriansyah², Putri Aulia.SN^{3,**}, Mithahul Jannah^{4,**}

^{1,2,4} Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

³ Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

This research was conducted to design and develop a system capable of automatically monitoring and determining roof damage on containers before they enter the container yard. The monitoring is carried out at the gate area by applying a Machine Learning method, namely You Only Look Once (YOLO). Three types of damage are being monitored: rust, holes, and dents. Human error, extreme weather conditions, or collisions with other objects usually cause this damage. The results of the study show that YOLO in monitoring and identifying container damage achieved an 88.8% detection accuracy in the morning with a detection process duration of 31.5 seconds, a 90.9% detection accuracy during the day with a detection process duration of 31.1 seconds, an 87.7% detection accuracy in the afternoon with a detection process duration of 32.6 seconds, and an 83.6% detection accuracy at night with a detection process duration of 33.2 seconds. The low detection accuracy at night, which is only 83.6% is caused by less than optimal lighting, in contrast to daytime lighting. The real-time monitoring system functions quite well, as it can provide documentation evidence and continuously notify the gate inspector regarding the physical condition of the container roof.

Keywords: *Container, Gate, Machine Learning, Real-Time Monitoring System, You Only Look Once*

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk merancang dan membuat sebuah sistem yang dapat secara otomatis memantau dan menentukan kerusakan pada atap kontainer sebelum masuk ke lapangan penumpukan (*container yard*). Pemantauan ini dilakukan pada area *gate* dengan menerapkan metode *Machine Learning*, yaitu *You Only Look Once* (YOLO). Terdapat tiga jenis kerusakan yang dipantau, yaitu karat, lubang dan penyok. Kerusakan ini biasanya disebabkan oleh kesalahan manusia, kondisi cuaca ekstrem, atau benturan dengan objek lain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa YOLO dalam memantau dan menentukan kerusakan pada kontainer mencapai tingkat akurasi deteksi 88.8% pada pagi hari dengan durasi proses deteksi 31.5 detik, akurasi deteksi 90.9% pada siang hari dengan durasi proses deteksi 31.1 detik, akurasi deteksi 87.7% pada sore hari dengan durasi proses deteksi 32.6 detik, dan akurasi deteksi 83.6% pada malam hari dengan durasi proses deteksi 33.2 detik. Akurasi deteksi yang rendah pada malam hari, yaitu hanya 83.6% disebabkan oleh pencahayaan yang kurang maksimal, berbeda dengan pencahayaan pada siang hari. Sistem *monitoring real-time* berjalan dengan cukup baik, dengan sistem yang mampu menampilkan bukti dokumentasi dan memberikan pemberitahuan secara terus-menerus pada *gate inspector* terkait dengan kondisi fisik atap kontainer.

Kata Kunci: *Gate, Kontainer, Machine Learning, Sistem Monitoring Real-Time, You Only Look Once*

1. PENDAHULUAN

Pelabuhan adalah tempat yang terdiri dari daratan dan perairan di sekitarnya dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan layanan jasa [1]. Pelabuhan memiliki peranan yang sangat penting dan sangat strategis dalam menunjang pertumbuhan perekonomian dan perdagangan antar Kota dan Provinsi secara khusus, serta antar Negara secara umum. Pelabuhan sebagai salah satu sistem transportasi laut internasional yang pantas dan layak dijadikan hubport dari Indonesia [2]. Negara Indonesia sebagai negara maritim, peranan angkutan laut sangat penting bagi kehidupan sosial ekonomi penduduknya [3]. Pelabuhan menjadi salah satu unsur penentu terhadap aktivitas perdagangan. Pelabuhan yang dikelola secara baik dan efisien akan mendorong kemajuan perdagangan, bahkan di daerah industri akan maju dengan sendirinya[4].

Salah satu wilayah di Indonesia yang memberikan kontribusi signifikan terhadap perkembangan perdagangan, baik nasional maupun internasional adalah Sulawesi Selatan. Letak yang strategis menjadikan wilayah ini sebagai penghubung penting antara provinsi-provinsi di bagian timur Indonesia. Untuk mendukung perkembangan industri dan perdagangan yang cepat di Sulawesi Selatan, infrastruktur transportasi menjadi sangat penting[5]. Terminal Petikemas Makassar *New Port* merupakan salah satu Pengembangan Pelabuhan

* Korespondensi penulis: Abdul Kadir Muhammad, email kadir.muhammad@poliupg.ac.id

** Mahasiswa

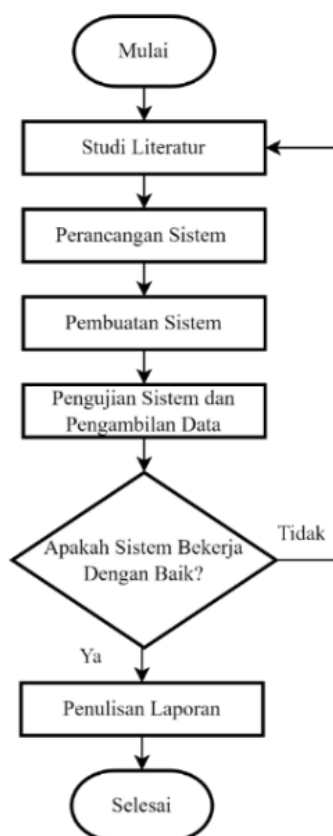
yang dilakukan PT Pelindo untuk meningkatkan arus petikemas dan sebagai gerbang pintu perekonomian untuk moda transportasi laut Indonesia timur[6]. Lokasi yang strategis, terutama Pelabuhan Makassar *New Port*, berdampak besar pada percepatan perdagangan antara Sulawesi dan pulau-pulau lain di dalam dan luar Indonesia.

Dalam bisnis dunia pelayaran, penggunaan kontainer bukan hanya sebagai "kemasan" melainkan juga sebagai sarana dalam melindungi muatan atau barang dari berbagai potensi kerusakan. Kontainer-kontainer ini seringkali mengalami perjalanan yang panjang dan berbagai tantangan selama proses pengiriman, seperti kerusakan fisik, kebocoran (lubang), karat, penyok, dan lain sebagainya. Hal ini biasanya disebabkan oleh kesalahan manusia, kondisi cuaca ekstrem, atau benturan dengan objek lain.

Pada gerbang Terminal Petikemas Makassar *New Port* pemeriksaan fisik kontainer, khususnya atap kontainer dipantau melalui CCTV dan diperiksa secara manual oleh *gate inspector* dikarenakan tidak tersedianya sebuah sistem yang dapat secara otomatis memantau dan menentukan kerusakan yang terdapat pada atap kontainer. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem pemantauan kerusakan kontainer yang dapat secara otomatis memantau dan menentukan kondisi fisik atap kontainer secara terus-menerus sebelum masuk ke lapangan penumpukan (*container yard*) serta dapat memberikan bukti dokumentasi dan pemberitahuan terkait dengan kondisi fisik atap kontainer secara *real-time* kepada *gate inspector*.

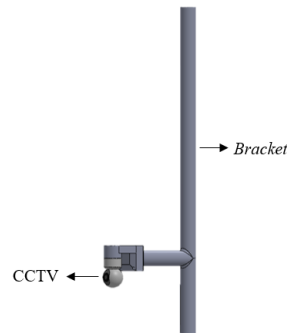
2. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian ini dilakukan di Laboratorium Robotika dan Kontrol Kampus Politeknik Negeri Ujung Pandang dan PT. Pelindo Terminal Petikemas Makassar *New Port* yang terletak di Jl. Sultan Abdullah Raya Kecamatan Tallo Makassar Sulawesi Selatan. Waktu pelaksanaan dimulai dari bulan Januari 2024 sampai dengan bulan Agustus 2024. Langkah-langkah perancangan dan pembuatan sistem pemantauan kerusakan kontainer dapat dilihat pada Gambar 1.



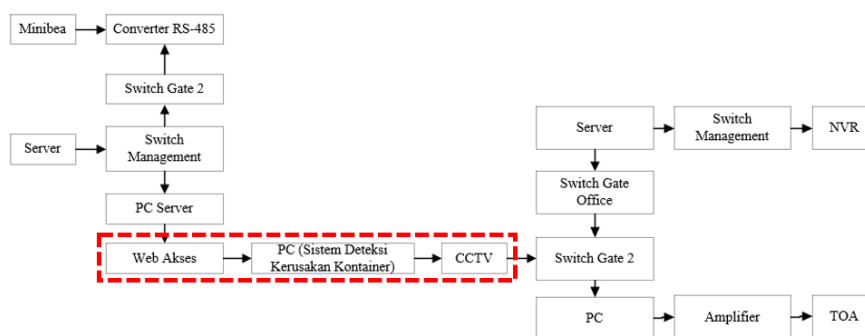
Gambar 1. Flowchart Perancangan dan Pembuatan Sistem Pemantauan Kerusakan Kontainer

Perancangan sistem ini dibagi dalam beberapa bagian, yaitu sistem mekanik, sistem elektronik, dan program. Perancangan sistem mekanik pada sistem ini berupa desain sebuah alat yang akan dibuatkan sebuah sistem pemantauan kerusakan kontainer serta tata letak atau posisi komponen yang akan digunakan, yaitu CCTV seperti pada gambar 2.



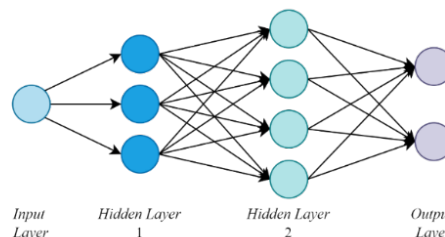
Gambar 2. Desain Mekanik Sistem Pemantauan Kerusakan Kontainer

Perancangan sistem elektronik bertujuan membantu dalam memberikan gambaran terkait dengan pembuatan rangkaian elektronik. Bagian yang diberi tanda *marking* adalah sistem elektronik yang dirancang dalam penelitian ini yang mana dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Elektronik Sistem Pemantauan Kerusakan Kontainer

Pembuatan program pada sistem ini dilakukan dengan tujuan memberikan perintah untuk melakukan suatu fungsi yang spesifik dengan bantuan teknologi pengolahan citra dan pengenalan objek seperti proses pemantauan kerusakan pada atap kontainer secara otomatis dengan bantuan metode *You Only Look Once* (YOLO) melalui CCTV yang berfungsi sebagai media yang akan memvisualisasikan kondisi fisik atap kontainer. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah *Python*.

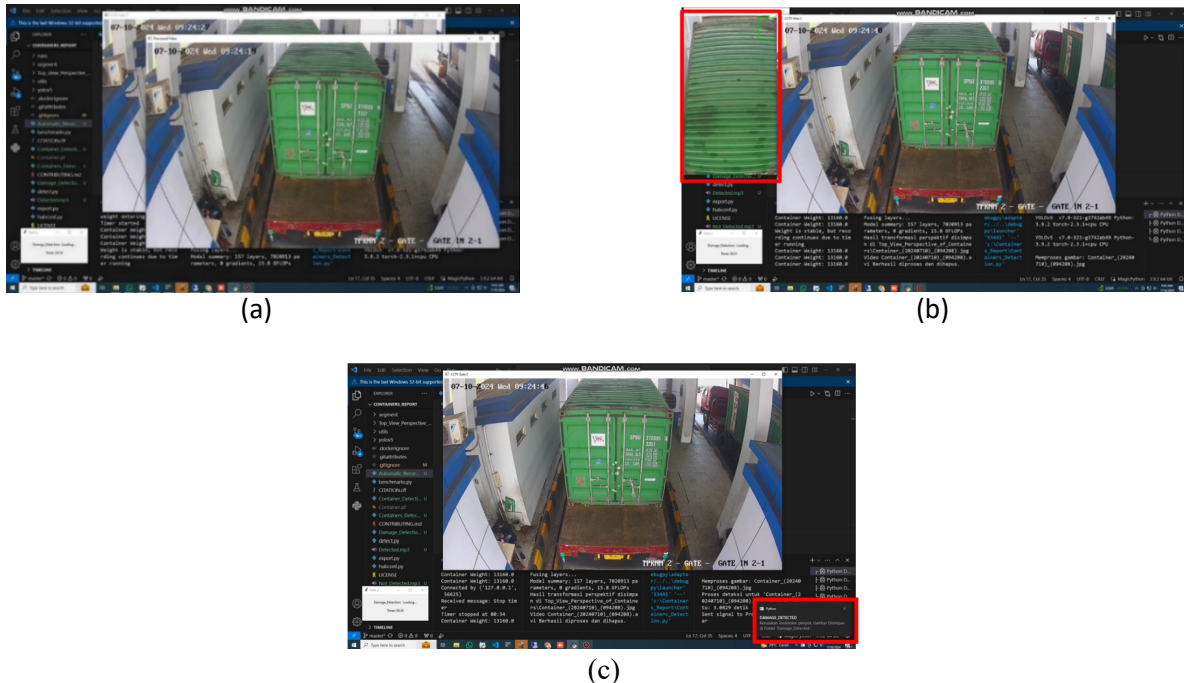


Gambar 4. *Hidden Layer*

Sistem deteksi YOLO (*You Only Look Once*) menggunakan jaringan saraf dalam (*Convolutional Neural Network*), yang terdiri dari beberapa lapisan, yaitu (1) *Input layer*, *input layer* pada sistem ini adalah CCTV, (2) *Hidden Layer 1*, sistem ini mengenali objek dengan sistem pengenalan warna yaitu RGB, (3) *Hidden Layer 2*, mengklasifikasikan jenis objek yang terdeteksi berdasarkan dari pengenalan warna tersebut dengan 4 jenis klasifikasi, yaitu kontainer, lubang, penyok, dan karat, (4) *Output layer*, terdapat dua *output* pada sistem ini, yaitu berupa pemberitahuan dalam bentuk notifikasi *Pop-up* dan Suara terkait dengan kondisi fisik atap kontainer.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

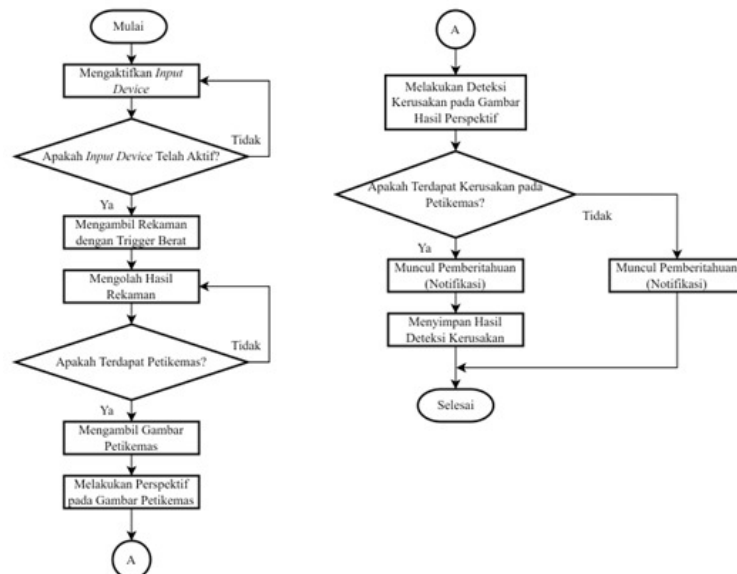
Setelah melakukan beberapa uji coba maka didapatkan bentuk tampilan sistem pemantauan kerusakan kontainer seperti pada Gambar 5. Pada tampilan sistem ini menampilkan CCTV *gate*, hasil rekaman CCTV, jenis kerusakan yang terdapat pada atap kontainer, dan notifikasi mengenai kondisi fisik atap kontainer.



Gambar 5. Tampilan Sistem Pemantauan Kerusakan Kontainer

- (a) Tampilan CCTV dan Hasil Rekaman, (b) Tampilan jika Terdeteksi Kerusakan pada Kontainer, (c) Tampilan terdapat Notifikasi terkait dengan Kondisi Fisik Atap Kontainer

Prinsip kerja dari sistem ini dimulai dari membuat rekaman secara otomatis dari CCTV berdasarkan *output* berat dari jembatan timbang berupa data JSON dengan *range* berat 1500-45000 ton, mengolah hasil rekaman dengan mengambil gambar kontainer jika terdeteksi adanya kontainer kemudian melakukan perspektif gambar pada gambar tersebut. Pada hasil perspektif gambar dilakukan pemeriksaan kondisi fisik atap kontainer dengan memberikan bukti dokumentasi dan pemberitahuan berupa notifikasi *pop-up* dan suara terkait dengan kondisi fisik atap kontainer. Prinsip kerja dari sistem ini dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Flowchart Prinsip Kerja Sistem Pemantauan Kerusakan Kontainer

Pengujian sistem pemantauan kerusakan kontainer dilakukan sebanyak tiga kali pada beberapa waktu yang berbeda, yaitu pagi hari (08.00-10.00 WITA), siang hari (11.00-14.00 WITA), sore hari (14.00-17.00 WITA), dan malam hari (18.30-22.00 WITA), pada tanggal 9, 11, dan 12 Juli 2024. Pengujian yang dilakukan berupa: (1) pengujian intensitas cahaya pada area *gate* saat pengambilan data dilakukan, yang mana memiliki pengaruh terhadap keakuratan dan durasi deteksi, (2) pengujian durasi proses deteksi kerusakan, durasi proses

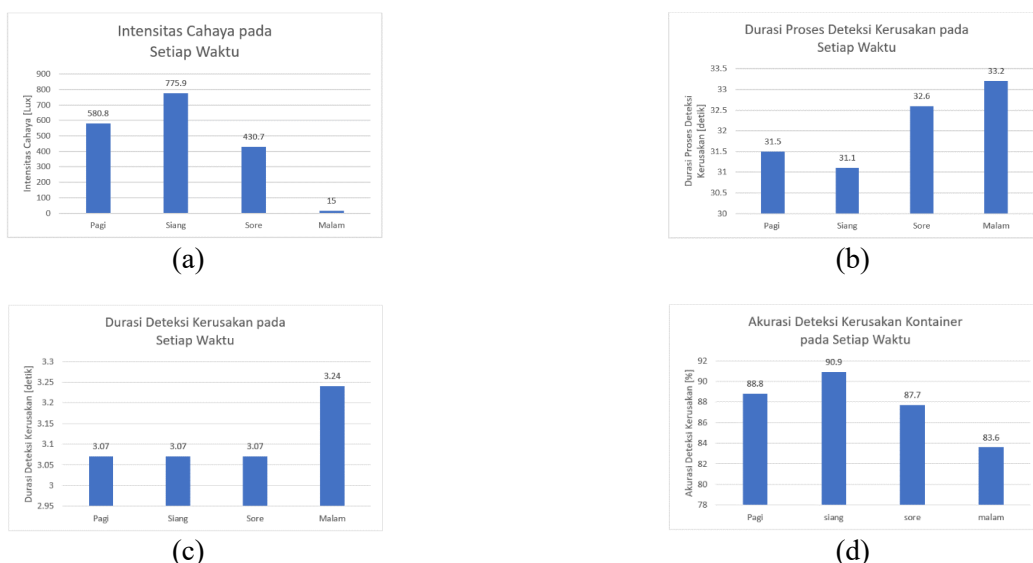
yang dimaksud adalah ketika rekaman dimulai berdasarkan *output* berat dari jembatan timbang hingga terdapat notifikasi terkait dengan kondisi fisik atap kontainer, (3) pengujian durasi deteksi kerusakan, yang dimaksud adalah durasi pengelolaan gambar yang telah diperspektif, dan (4) pengujian akurasi deteksi kerusakan. Pada tanggal 09 Juli 2024, terdapat 16 data kerusakan kontainer pada pagi hari, 17 data pada siang hari, 16 data pada sore hari, dan 15 data pada malam hari. Pada tanggal 11 Juli 2024, terdapat 11 data kerusakan kontainer pada pagi hari, 13 data pada siang hari, 10 data pada sore hari, dan 8 data pada malam hari. Pada tanggal 12 Juli 2024, terdapat 10 data kerusakan kontainer pada pagi hari, 14 data pada siang hari, 12 data pada sore hari, dan 9 data pada malam hari. Hasil Pengujian data-data tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian Sistem Pemantauan Kerusakan Kontainer

Tanggal	Aspek	Hasil Pengujian Otomatis Pagi Hari	Hasil Pengujian Otomatis Siang Hari	Hasil Pengujian Otomatis Sore Hari	Hasil Pengujian Otomatis Malam Hari
09 Juli 2024	Intensitas Cahaya [lux]	592.6	758.4	451.2	15.4
	Durasi Proses Deteksi Kerusakan [detik]	32.6	31.4	32.9	34.2
	Durasi Deteksi Kerusakan [detik]	3.07	3.07	3.07	3.11
	Akurasi	90.6 %	91.2%	90.6%	80%
11 Juli 2024	Intensitas Cahaya [lux]	605.3	778.1	395.1	14.8
	Durasi Proses Deteksi Kerusakan [detik]	31.2	31.7	33.9	34.1
	Durasi Deteksi Kerusakan [detik]	3.07	3.07	3.07	3.54
	Akurasi	90.9%	92.3%	85%	87.5%
12 Juli 2024	Intensitas Cahaya [lux]	544.6	791.1	445.8	14.7
	Durasi Proses Deteksi Kerusakan [detik]	30.9	30.2	31	31.4
	Durasi Deteksi Kerusakan [detik]	3.07	3.07	3.07	3.08
	Akurasi	85%	89.3%	87.5%	83.3%

Berdasarkan data-data pada Tabel 1 di atas maka didapatkan rata-rata data pengujian seperti pada Gambar 7. Persamaan yang dapat digunakan untuk mendapat nilai rata-rata dari data tersebut sebagai berikut:

$$\text{Nilai Rata – rata Data} = \frac{\text{Jumlah Nilai Data}}{\text{Jumlah Data}}$$



Gambar 7. Grafik Hasil Pengujian pada Setiap Waktu

(a) Pengujian Intensitas Cahaya, (b) Pengujian Durasi Proses Deteksi Kerusakan, (c) Pengujian Durasi Deteksi Kerusakan, (d) Pengujian Akurasi Deteksi Kerusakan

Pada pengujian akurasi deteksi dibagi dalam 3 kelompok deteksi, yaitu kerusakan pada kontainer terdeteksi sempurna dengan akurasi 100%, kerusakan pada kontainer tidak terdeteksi sempurna dengan akurasi 50%, dan kerusakan pada kontainer tidak terdeteksi sama sekali dengan akurasi 0%. Pada pagi hari terdapat 37 data, dengan 29 data kerusakan kontainer yang terdeteksi sempurna, 8 data kerusakan kontainer yang tidak terdeteksi sempurna, dan 0 data kerusakan kontainer yang tidak terdeteksi sama sekali. Pada siang hari terdapat 44 data, dengan 36 data kerusakan kontainer yang terdeteksi sempurna, 8 data kerusakan kontainer yang tidak terdeteksi sempurna, dan 0 data kerusakan kontainer yang tidak terdeteksi sama sekali. Pada sore hari terdapat 38 data, dengan 29 data kerusakan kontainer yang terdeteksi sempurna, 9 data kerusakan kontainer yang tidak terdeteksi sempurna, dan 0 data kerusakan kontainer yang tidak terdeteksi sama sekali. Pada malam hari terdapat 32 data, dengan 21 data kerusakan kontainer yang terdeteksi sempurna, 11 data kerusakan kontainer yang tidak terdeteksi sempurna, dan 0 data kerusakan kontainer yang tidak terdeteksi sama sekali.

Berdasarkan data-data pada Gambar 7 di atas maka didapat data perbandingan seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Pengujian Pemantauan Kerusakan Kontainer berdasarkan Perbedaan Waktu

Aspek	Hasil Pengujian Otomatis Pagi Hari	Hasil Pengujian Otomatis Siang Hari	Hasil Pengujian Otomatis Sore Hari	Hasil Pengujian Otomatis Malam Hari
Intensitas Cahaya [lux]	580.8	775.9	430.7	15
Durasi Proses Deteksi Kerusakan [detik]	31.5	31.1	32.6	33.2
Durasi Deteksi Kerusakan [detik]	3.07	3.07	3.07	3.24
Akurasi	88.8%	90.9%	87.7%	83.6%

Berdasarkan hasil olah data dari pengujian yang telah dilakukan, diketahui bahwa sistem ini mampu bekerja dengan cukup baik. Hal ini dibuktikan dengan hasil deteksi kerusakan mampu memberikan informasi data kerusakan yang cukup akurat. Dari hasil pengujian pada Tabel 2, didapatkan rata-rata intensitas cahaya pada pagi hari sebesar 580.8 lux dengan durasi proses deteksi 31.5 detik dan akurasi sebesar 88.8%. Pada siang hari, rata-rata intensitas cahaya sebesar 775.9 lux dengan durasi proses deteksi 31.1 detik dan akurasi sebesar 90.9%. Pada sore hari, rata-rata intensitas cahaya sebesar 430.7 lux dengan durasi proses deteksi 32.6 detik dan akurasi sebesar 87.7%. Pada malam hari, rata-rata intensitas cahaya hanya sebesar 15 lux dengan durasi proses deteksi 33.2 detik dan akurasi sebesar 83.6%. Akurasi deteksi yang rendah pada malam hari, yaitu hanya 83.6% disebabkan oleh pencahayaan yang kurang maksimal, berbeda dengan pencahayaan pada siang hari.

4. KESIMPULAN

Dalam menentukan kerusakan pada bagian atap kontainer secara otomatis, melibatkan beberapa proses, yaitu pengumpulan data, pra proses data, konfigurasi jaringan YOLO, pengujian YOLO (training data). Hasil dari pengujian (training data) ini digunakan untuk memantau dan menentukan kerusakan pada bagian atap kontainer. Pemantauan kerusakan kontainer dengan menggunakan *Machine Learning*, yaitu *You Only Look Once (YOLO)* didapatkan hasil akurasi 88.8% pada pagi hari dengan durasi proses deteksi 31.5 detik, akurasi 90.9% pada siang hari dengan durasi proses deteksi 31.1 detik, akurasi 87.7% pada sore hari dengan durasi proses deteksi 32.6 detik, dan akurasi 83.6% pada malam hari dengan durasi proses deteksi 33.2 detik. Akurasi deteksi yang rendah pada malam hari, yaitu hanya 83.6% disebabkan oleh pencahayaan yang kurang maksimal, berbeda dengan pencahayaan pada siang hari.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada PT. Pelabuhan Indonesia Terminal Petikemas TPK New Makassar yang telah memberikan izin, dukungan fasilitas serta bantuan pendanaan hibah sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. R. A. Farezan, Z. S. Zain, and M. Ghufroon, "Kesiapan Alat Forklift Dan Keterampilanoperator Terhadap Kualitas Kecepatan Bongkar Muat," *J. Ilm. Wahana Pendidik.*, vol. 11, no. 1, p. 642, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP>

- [2] E. Kiswanto, “Pengaruh Sektor Ekonomi Sumatera Barat Terhadap Kegiatan Bongkar Muat di Pelabuhan Teluk Bayur,” *Dr. Diss. Univ. Andalas*, vol. lim, no. 2009, pp. 1–25, 2002.
- [3] E. Gultom, “Pelabuhan Indonesia,” vol. 19, no. 3, pp. 419–444, 2017.
- [4] A. Hasoloan, “105 | VolumeIII No.2 Juli-Desember 2017I Jurnal Publik Undhar Medan,” *Publik Undhar Medan*, vol. III, no. 2, pp. 105–119, 2017.
- [5] A. Harmawan and D. J. Pangala, “(Studi Kasus : PT . Pelabuhan Indonesia (PERSERO) Regional 4 Makassar New Port),” *Skripsi*, 2022.
- [6] A. K. Arsyad, S. Marzuki, M. Hanna, E. Kalangi, and N. Widyawati, “Pengaruh Faktor Pengetahuan Sumber Daya Manusia , Terhadap Produktivitas Bongkar Muat Di Makassar New Oleh :,” vol. 01, no. 01, 2024.