

RANCANGAN SISTEM PELAPORAN KAPAL OTOMATIS BERBASIS MACHINE LEARNING DAN NATURAL LANGUAGE PROCESSING APPLICATION OF MACHINE LEARNING AND NATURAL LANGUAGE PROCESSING FOR AUTOMATED SHIP REPORTING SYSTEM

Rizky Resi Julian¹, Agust Isa Martinus², Sugiyanto³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Cirebon
e-mail: ¹rizkyresijulian@gmail.com ²agust.isa@umc.ac.id, ³sugiyanto@umc.ac.id

ABSTRAK

Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki kepadatan lalu lintas maritim yang tinggi. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, volume angkutan laut mencapai 1,7 juta penumpang dan 29,3 juta ton barang [1]. Oleh karena itu, pengelolaan lalu lintas kapal melalui Vessel Traffic Service (VTS) sangat krusial untuk menjamin kelancaran dan keselamatan pelayaran. Salah satu masalah utama adalah tingginya potensi human error akibat pencatatan manual. Data Dewan Maritim Indonesia menunjukkan sekitar 72% kecelakaan kapal disebabkan oleh human error [2]. Penelitian ini mengembangkan sistem AI Petugas VTS berbasis suara yang dapat berkomunikasi dengan kapten kapal layaknya petugas VTS untuk mengotomatisasi pelaporan dan pencatatan data. Sistem memanfaatkan Automatic Speech Recognition (ASR) menggunakan Google Speech Recognition, klasifikasi intent dengan algoritma Naïve Bayes, dan Google Text-to-Speech untuk respons suara. Sistem juga diintegrasikan dengan web CRUD untuk monitoring, pengelolaan data lalu lintas kapal, serta pencetakan laporan harian, absensi, dan laporan darurat otomatis. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu melakukan komunikasi dua arah dengan tingkat kesalahan pengenalan kata (Word Error Rate) sebesar 12%. Sistem ini akurat dalam mengenali dan mencatat informasi penting ke database MySQL, mendeteksi kondisi darurat seperti kebakaran atau kebocoran, serta mempercepat pengambilan keputusan sambil mengurangi kesalahan pencatatan manual.

Kata kunci: Artificial Intelligence, Machine Learning, NLP, ASR

ABSTRACT

Indonesia, as an archipelagic country, has high maritime traffic density. According to the Central Bureau of Statistics, sea transportation volume reaches 1.7 million passengers and 29.3 million tons of goods. Managing ship traffic through the Vessel Traffic Service (VTS) is therefore crucial to ensure navigation safety and efficiency. A major challenge is the high potential for human error due to manual recording processes. Data from the Indonesian Maritime Council shows that about 72% of ship accidents are caused by human error. This study develops a voice-based AI VTS Officer system that communicates with ship captains like an actual VTS officer to automate reporting and data recording. The system employs Automatic Speech Recognition (ASR) via Google Speech Recognition, intent classification using the Naïve Bayes algorithm, and Google Text-to-Speech for voice responses. It is integrated with a CRUD-based web application for monitoring, managing traffic data, and generating daily, attendance, and emergency reports automatically. Testing shows the system achieves two-way communication with a Word Error Rate (WER) of 12%. It accurately records essential information into a MySQL database, detects emergencies such as fires or leaks, and accelerates decision-making while reducing errors caused by manual recording.

Keywords: Artificial Intelligence, Machine Learning, NLP, ASR

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia, dengan lebih dari 17.000 pulau dan jalur perairan yang strategis, sehingga sangat bergantung pada transportasi laut. Data Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa pada periode Mei 2022 hingga Mei 2023, volume angkutan laut mencapai 1,7 juta penumpang dan 29,3 juta ton barang [1]. Dalam konteks ini, keberadaan *Vessel Traffic Service* (VTS) menjadi sangat penting untuk menjamin keselamatan dan efisiensi lalu lintas kapal [3]. Namun, pencatatan komunikasi antara petugas VTS dan kapten kapal yang dilakukan melalui radio VHF masih kurang efektif dalam merespons keadaan darurat dan rentan terhadap kesalahan (*human error*). Menurut data Dewan Maritim Indonesia (DMI), sekitar 72% kecelakaan kapal disebabkan oleh kesalahan manusia [2]. Data ini sejalan dengan temuan *International Maritime Organization* (IMO) yang menyoroti bahwa faktor manusia, termasuk penanganan data yang tidak efektif dan ketergantungan pada pencatatan manual, menjadi faktor dominan dalam berbagai insiden dan kecelakaan maritim [4]. Hal ini menunjukkan pentingnya peningkatan sistem untuk mengurangi ketergantungan pada proses manual dalam pelayanan lalu lintas kapal.

Seiring perkembangan teknologi, khususnya di bidang *Artificial Intelligence* (AI), peluang untuk mengembangkan sistem yang lebih canggih dalam mendukung optimalisasi layanan dan menekan *human error* menjadi semakin mendesak. Salah satu solusi yang menjanjikan adalah penerapan *Machine Learning* (ML) dan *Natural Language Processing* (NLP) dalam komunikasi pelaporan kapal. ML, seperti klasifikasi maksud (*intent classification*), memungkinkan sistem mengenali pola dan mengekstraksi data penting dari proses komunikasi pelaporan. Integrasi NLP dengan *Automatic Speech Recognition* (ASR) dan *Text-to-Speech* (TTS) juga terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas komunikasi maritim. Penelitian Yan K (2023) [5] menunjukkan keberhasilan NLP dalam menganalisis laporan kecelakaan kapal, sementara penelitian Nakilcioglu (2023) [6] berhasil meningkatkan akurasi ASR dengan *Word Error Rate* sebesar 5% di lingkungan pelabuhan yang bising melalui metode *fine-tuning*.

Berdasarkan permasalahan dan penelitian terdahulu, penelitian ini bertujuan merancang sistem AI Petugas VTS berbasis suara untuk komunikasi dua arah yang mampu menerima laporan dari kapten kapal, mengenali maksud komunikasi, dan mencatat informasi secara otomatis ke dalam basis data. Sistem ini juga terintegrasi dengan web CRUD yang memungkinkan petugas VTS melakukan monitoring, pengelolaan data, serta pembuatan laporan harian, absensi, dan laporan keadaan darurat secara otomatis untuk mempercepat proses pengambilan keputusan. Dengan memanfaatkan ASR, NLP, ML, dan web CRUD, sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi, mengurangi ketergantungan pada pencatatan manual, dan meminimalkan risiko kesalahan dalam pengelolaan data lalu lintas kapal di Indonesia.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan merancang sistem pelaporan lalu lintas kapal otomatis berbasis *Machine Learning* (ML) [7] dan *Natural Language Processing* (NLP) [5] untuk operasional Layanan Lalu Lintas Kapal atau yang dikenal dengan *Vessel Traffic Service* (VTS) [3]. Operasional pelaporan perjalanan kapal pada VTS saat ini masih bergantung pada pencatatan manual, sehingga berisiko tinggi terjadinya kesalahan akibat faktor manusia (*human error*). Selain itu, pembuatan laporan secara manual dapat menghambat efisiensi kerja petugas VTS serta berpotensi menyebabkan hilangnya informasi penting atau lambatnya respons terhadap kondisi darurat.

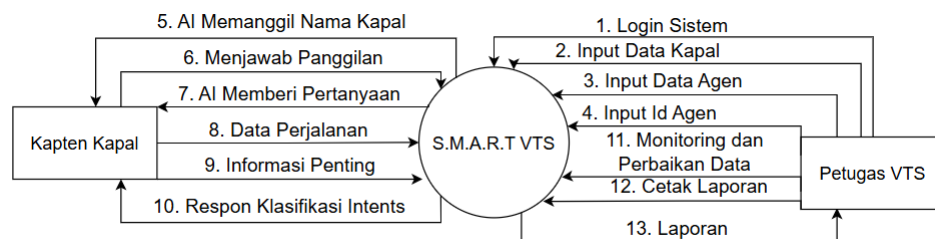
Berdasarkan permasalahan tersebut, solusi yang ditawarkan adalah perancangan sistem pelaporan kapal otomatis berbasis ML dan NLP untuk meningkatkan efisiensi komunikasi antara petugas VTS dan kapten kapal. Sistem ini dirancang agar dapat mengenali dan merespons kondisi darurat, serta secara otomatis mencetak laporan guna mendukung pengambilan keputusan cepat dalam layanan VTS. Antarmuka web [8] yang diintegrasikan pada sistem ini digunakan untuk

mempermudah proses monitoring, pengelolaan data kapal, dan pelaporan perjalanan secara *real-time* oleh petugas VTS.

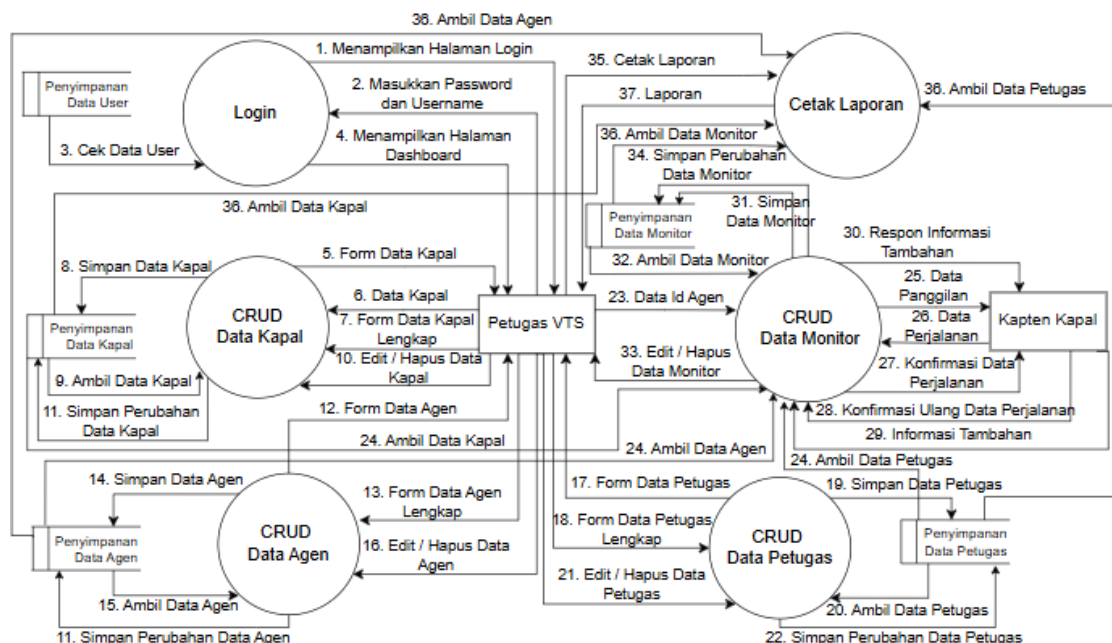
Dalam perancangan sistem ini, tujuan utamanya adalah menciptakan sistem berbasis ML dan NLP yang dapat berkomunikasi secara otomatis layaknya petugas VTS dengan kapten kapal melalui komunikasi radio VHF, serta mampu mengelola data untuk pembuatan laporan otomatis. Sistem ini diharapkan dapat mengurangi kesalahan akibat pencatatan manual, merespons kondisi darurat, dan mempercepat proses pengambilan keputusan.

2.1 Data Flow Diagram (DFD)

Data Flow Diagram (DFD) merupakan alat pemodelan visual yang digunakan dalam analisis dan perancangan sistem untuk menggambarkan aliran data dan proses-proses dalam sistem secara bertahap. Diagram konteks atau DFD *Level 0* pada Gambar 1. Merupakan gambaran aliran data dan proses dalam sistem secara *general*, DFD *Level 1* pada Gambar 2. Merupakan uraian dari DFD *level 0* menjadi sub-proses yang lebih rinci lengkap dengan data store dan aliran antar proses. DFD pertama kali dikembangkan oleh Edward Yourdon & Tom DeMarco pada tahun 1979 [9]



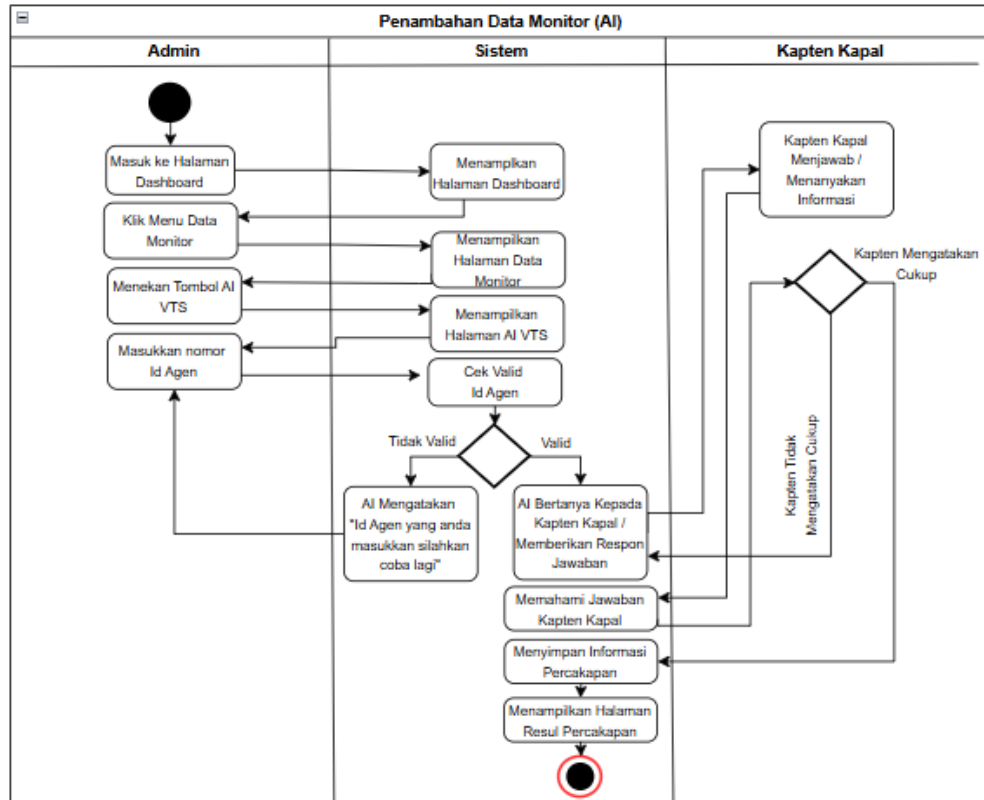
Gambar 1. DFD *Level 0* (Diagram Konteks)



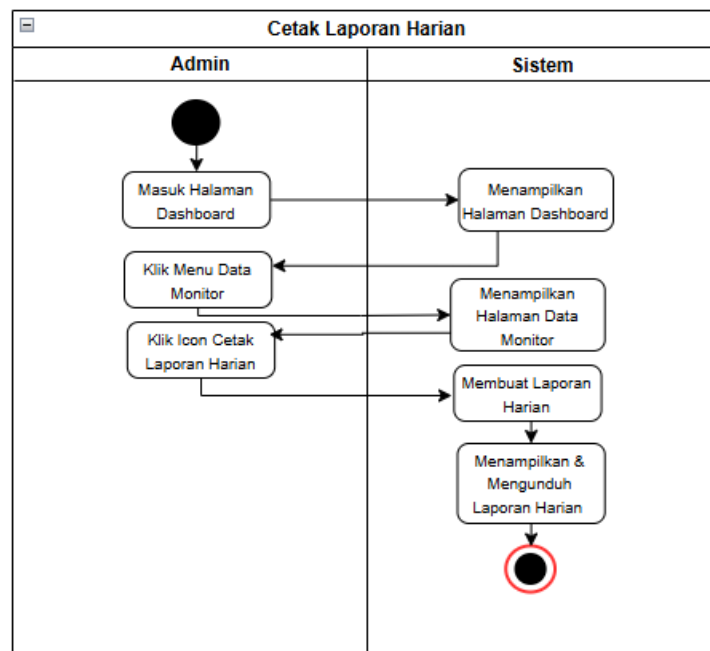
Gambar 2. DFD *Level 1*

2.2 Activity Diagram

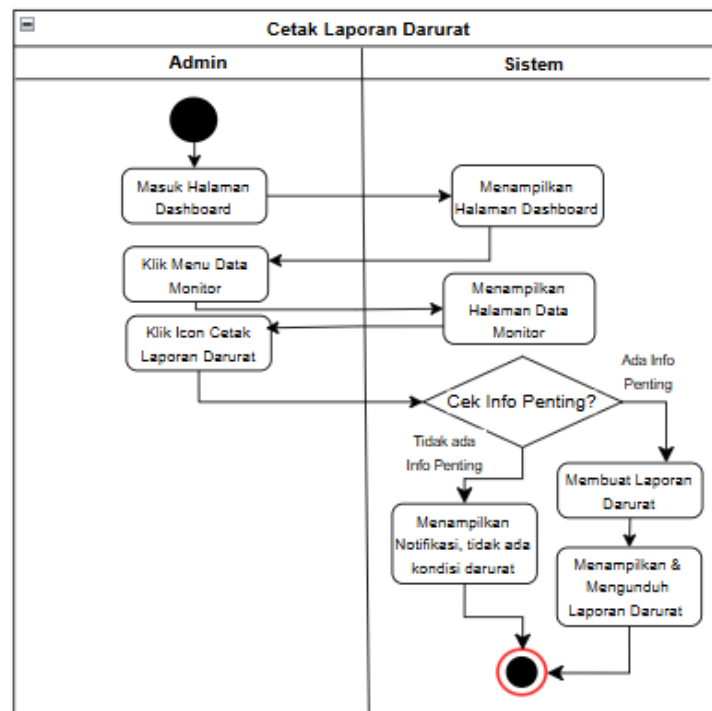
Activity Diagram merupakan gambaran aliran kerja (*flow*) ataupun aktifitas yang terjadi dari suatu sistem atau proses yang ada pada perangkat lunak. Diagram pada Gambar 3,4, dan 5. Merupakan gambaran proses yang terjadi pada beberapa eksekusi.[10]



Gambar 3. Activity Diagram Penambahan Data Monitor (AI)



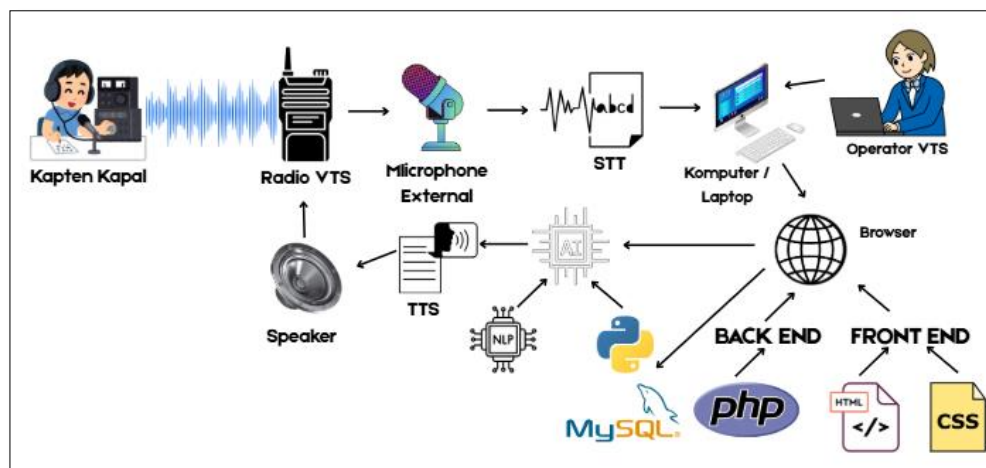
Gambar 4. Activity Diagram Cetak Laporan Harian



Gambar 5. Activity Diagram Cetak Laporan Darurat

2.3 Arsitektur Sistem

Gambaran umum arsitektur sistem AI VTS yang diusulkan ditampilkan pada Gambar 6. Arsitektur ini melibatkan kapten kapal yang tetap menggunakan radio VHF, sementara AI di sisi petugas VTS menerima *input* suara melalui mikrofon eksternal, kemudian diproses menggunakan ASR [6], NLP [5], dan TTS [11]. Sistem ini terintegrasi dengan basis data MySQL [12] dan diakses melalui antarmuka web berbasis PHP dan HTML/CSS [13].



Gambar 6. Arsitektur Sistem AI VTS

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem AI VTS berbasis suara yang dirancang untuk mengotomatisasi proses pelaporan kapal dan pencatatan informasi penting melalui pendekatan *Machine Learning* dan *Natural Language Processing*, berikut merupakan hasil dan proses dari

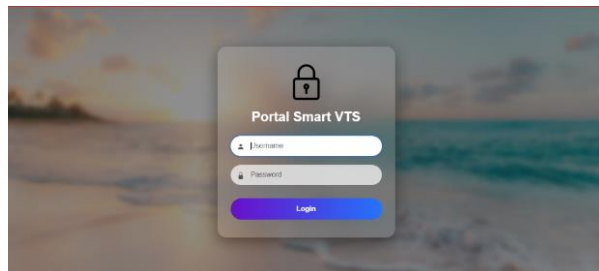
implementasi serta pengujian pada sistem, yang disertai pembahasan menyeluruh terhadap fungsionalitas, akurasi ASR, serta pencapaian sistem berdasarkan tujuan penelitian.

3.1 Tampilan Antarmuka Sistem

Antarmuka sistem dirancang untuk memudahkan petugas VTS dalam mengoperasikan sistem untuk interaksi otomatis antara AI VTS dan kapten kapal, serta untuk mendukung petugas VTS dalam mengelola data, memantau laporan yang masuk, dan juga mencetak laporan secara otomatis.

3.1.1 Halaman Login

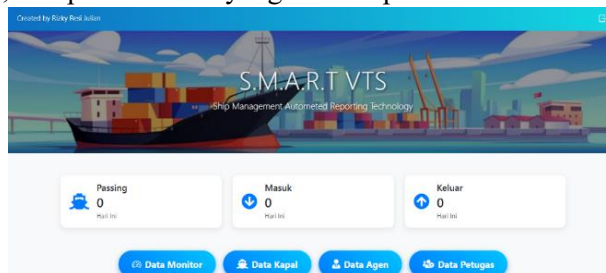
Halaman *Login* merupakan halaman yang digunakan oleh petugas VTS sebagai *user* untuk masuk ke dalam sistem. Halaman ini digunakan untuk melakukan autentikasi akun sebelum masuk ke dalam *dashboard* utama.



Gambar 7. Tampilan Halaman *Login*

3.1.2 Halaman Dashboard

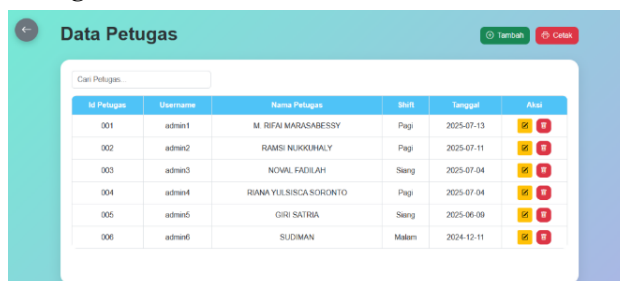
Halaman *dashboard* merupakan tampilan awal yang akan muncul setelah *user* berhasil *login* ke dalam sistem. Halaman ini menampilkan rekapan data *real-time* pada hari itu jumlah kapal yang masuk, keluar, maupun melintas yang tercatat pada sistem.



Gambar 8. Tampilan Halaman *Dashboard*

3.1.3 Halaman Data Petugas

Halaman data petugas digunakan untuk menampilkan dan mengelola informasi terkait petugas VTS. Halaman ini juga dapat digunakan untuk mencetak laporan absensi harian dari petugas sesuai dengan waktu *login* ke dalam sistem.



Gambar 10. Tampilan Halaman Data Petugas

3.1.4 Halaman Data Kapal

Halaman data kapal digunakan untuk mencatat dan mengelola informasi statis yang dimiliki oleh kapal untuk mempercepat alur komunikasi yang dilakukan oleh AI VTS.

MMSI	Nama Pelugas	Nama Kapal	Callsign	Jenis Kapal	GT	LOA	Beam	Draft	Zona	Aksi
1231241	M. RIFA MARASABESSY	ABM JINJU	YCKQ2	TUG/TOW	3600.00	120.00	20.00	8.00	C	[Icon]
5212345	M. RIFA MARASABESSY	IRAN HAI 309	YCIN2	TANKER	4.90	4.90	4.00	4.00	C	[Icon]
3214421	NOVAL FADILAH	SMS VOSPER	PMV12	TUG/TOW	2321.00	50.00	15.00	12.00	C	[Icon]
210511027	M. RIFA MARASABESSY	ABM INTAN	YDHY2	TUG/TOW	7500.00	13.90	12.00	5.00	C	[Icon]

Gambar 11. Tampilan Halaman Data Kapal

3.1.5 Halaman Data Agen

Halaman data agen digunakan untuk mencatat dan mengelola informasi berdasarkan pemberitahuan kedatangan maupun keberangkatan kapal yang didapatkan dari agen atau perusahaan kapal tersebut. Data yang digunakan sebagai referensi pada saat sistem melakukan komunikasi dengan kapten kapal.

ID Agen	Nama Pelugas	Nama Agen	MMSI	Nama Kapal	Keterangan	File	Aksi
AGEN-001	NOVAL FADILAH	PT AHMAD SENTOSA	5214421	BUDI GUNAWAN	Out		[Icon]
AGEN-002	M. RIFA MARASABESSY	PT AHMAD SENTOSA	5212345	AQUS SUCIPD	In		[Icon]
AGEN-003	M. RIFA MARASABESSY	PT AHMAD SENTOSA	210511027	BUDI CARYONO	Out		[Icon]
AGEN-004	M. RIFA MARASABESSY	PT PRIMA LESTARI SEGARA ADADI	1231241	CARYONO SUMITRO	In		[Icon]

Gambar 12. Tampilan Halaman Data Agen

3.1.6 Halaman Data Monitor

Halaman data monitor merupakan salah satu halaman penting yang digunakan untuk mencatat dan mengelola informasi terkait perjalanan kapal. Halaman ini juga yang terintegrasi langsung dengan sistem AI VTS. Halaman ini juga digunakan untuk mencetak laporan harian dan laporan keadaan darurat secara otomatis berdasarkan data informasi penting yang didapatkan pada saat melakukan komunikasi antara sistem dan kapten kapal.

ID	ETA	ADA	Waktu Keberangkatan	Jenis Muatan	Jumlah Muatan	Jumlah Kru	Info Penting	Nama Kapten	Nama Agen	Keterangan	Aksi
VR	2025-06-21 23:25:00	-	2025-06-20 23:30:00	BATU BARA	50 Ton	5	-	SUKIRAJAT	PT AHMAD SENTOSA	Out	[Icon]
	2025-07-14 21:37:04	-	-	batubara	100 ton	10	terdapat kebocoran di lambung kapal	ricky resi julian	PT AHMAD SENTOSA	In	[Icon]
VR	2025-07-07 10:13:00	0000	0000:00:00	BATU BARA	1500 TON	7	Kiru kapal ada yang sakit	CARYONO SUMITRO	-	Passing	[Icon]

Gambar 13. Tampilan Halaman Data Monitor

3.1.7 Halaman UI AI VTS

Halaman UI AI VTS merupakan inti utama dari sistem pelaporan otomatis yang dikembangkan pada penelitian ini. Pada halaman ini, proses komunikasi dua arah terjadi antara kapten kapal dan sistem AI dilakukan. terdapat 2 pilihan untuk komunikasi dengan kapten kapal yaitu untuk laporan kedatangan dan laporan keberangkatan kapal.



Gambar 14. Tampilan Halaman UI AI VTS (1)



Gambar 15. Tampilan Halaman UI AI VTS (2)

3.2 Tampilan Cetak Laporan Otomatis

Sistem ini menyediakan fitur untuk mencetak laporan secara otomatis berdasarkan data yang dikumpulkan oleh sistem berdasarkan proses yang terjadi baik dalam data petugas sampai dengan proses yang terjadi saat pelaporan kapal. Terdapat 3 jenis laporan yang dapat dicetak secara otomatis diantaranya laporan harian, laporan absensi harian, serta laporan keadaan darurat.

FORM A2
RINGKASAN LALU LINTAS KAPAL HARIAN
DAILY VESSEL SUMMARY
STASIUN RADIO PANTAI / VTS CIREBON

Sektor
Cirebon, Pelabuhan, Indramayu

Tanggal
15 July 2025

Operator VTS
Pagi:
Siang: M. RIFA MARASABESY
Malam:

Waktu (UTC)	PORT	Nama Kapal	Jenis Kapal	Call Sign	SENDER	Pelabuhan Asal	Pelabuhan Tujuan	ETA	ATD	ATA	GT	LDA	Buat	Berkas	Jenis Muatan	Jumlah Muatan	Agas	Keterangan
2025-07-09 22:27:39	Cirebon	BARU 1000018	7500179	7500179	20250709	CIREBON	SEKELUPAT	2025-07-09 22:27:39	2025-07-09 22:27:39	2025-07-09 22:27:39	2025-07-09 22:27:39	2025-07-09 22:27:39	2025-07-09 22:27:39	2025-07-09 22:27:39	2025-07-09 22:27:39	2025-07-09 22:27:39	2025-07-09 22:27:39	2025-07-09 22:27:39
2025-07-09 20:27:39	Cirebon	BARU 1000018	7500179	7500179	20250709	CIREBON	SEKELUPAT	2025-07-09 20:27:39	2025-07-09 20:27:39	2025-07-09 20:27:39	2025-07-09 20:27:39	2025-07-09 20:27:39	2025-07-09 20:27:39	2025-07-09 20:27:39	2025-07-09 20:27:39	2025-07-09 20:27:39	2025-07-09 20:27:39	2025-07-09 20:27:39

KAPALA STASIUN RADIO PANTAI / VTS CIREBON
DIREKTOR NAVIGASI TIPE B TANJUNGPINRANG

SEKELUPAT
NIP. 19730811 200012 1 002

Gambar 16. Tampilan Laporan Harian Otomatis

ABSENSI HARIAN OPERATOR VTS
VTS OPERATOR DAILY ABSENCE
STASIUN RADIO PANTAI / VTS CIREBON

Sektor: Cirebon, Patimban, Indramayu
 Sektor

Tanggal: 03 August 2025

Nama Operator VTS	Shift / Waktu Absen
M. RIFAI MARASABESSY	Malam

KEPALA STASIUN RADIO PANTAI / VTS CIREBON
 DISTRIK NAVIGASI TIPE B TANJUNG PRIOK


SUYADI
 NIP. 19750811 200812 1 002

Gambar 17. Tampilan Laporan Absensi Harian Otomatis

PEMBERITAHUAN KEJADIAN DARURAT KAPAL

Dengan ini kami sampaikan bahwa telah terjadi suatu kondisi darurat yang melibatkan kapal dengan data sebagai berikut:

Nama Kapal : WAN HAI 309
 MMSI : 5212345
 Callsign : YCIN2
 Jenis Kapal : TANKER
 GT / LOA / Beam : 4.00 GT / 4.00 M / 4.00 M
 Jenis / Jumlah Muatan : batubara / 100 ton
 Nama Kapten : rizky resi julian
 Jumlah Kru Kapal : 10 Orang
 Agen : PT AHMAD SENTOSA
 Pelabuhan Asal : Jakarta
 Pelabuhan Tujuan : Cirebon
 Petugas Jaga : M. RIFAI MARASABESSY
 Koordinat : -2.123214, 4.112324
 Waktu Kejadian : Selasa, 29 Juli 2025 pukul 20:33

Info Kejadian:
 terdapat kebocoran di lambung kapal

Demikian surat pemberitahuan ini kami sampaikan untuk menjadi perhatian dan tindak lanjut sebagaimana mestinya.

Hormat kami,

Manager/Kepala VTS Cirebon

Gambar 18. Tampilan Laporan Keadaan Darurat Otomatis

3.3 Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan secara menyeluruh terhadap fungsi-fungsi utama sistem, terutama pada proses komunikasi suara antara AI dan kapten kapal, meliputi klasifikasi intent, penyimpanan informasi ke dalam basis data, dan kemampuan AI dalam merespons secara dinamis terhadap pernyataan tak terstruktur.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kode Kasus Uji 18

Nama Proyek	: Perancangan Sistem Otomatisasi Laporan Lalu Lintas Kapal Berbasis <i>Machine Learning</i> Dan <i>Natural Language Processing</i>				
Kode Kasus Uji	: 18				
Prioritas Uji	: <i>medium</i>				
Nama Modul Uji	: Menggunakan AI VTS untuk melakukan simulasi komunikasi pelaporan kedatangan kapal				
Deskripsi	: Pengujian dilakukan untuk menggunakan AI VTS dalam komunikasi dengan kapten kapal untuk pelaporan kedatangan kapal lalu menyimpan data penting ke tabel data monitor.				
No	Langkah Uji	Data Uji	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Yang Terjadi	Status (Pass/Fail)
1.	Klik tombol AI VTS pada halaman Data Monitor.		Sistem menampilkan halaman AI VTS	Berhasil masuk ke halaman AI VTS	Pass
2.	Input id agen pada form pengisian id agen yang ada di halaman AI VTS	Data input, Id agen = AGEN-001	Sistem mencari data kapal melalui MMSI yang terkoneksi dengan data agen,	Sistem berhasil menemukan data kapal dan memanggil nama kapal, lalu AI bertanya asal keberangkatan kapal	Pass
3.	Tekan tombol Mulai pelaporan kedatangan kapal		kemudian memanggil nama kapal		
4.	Input Pelabuhan asal	Kapten : "Ke-berangkatan kami dari Surabaya, over"	Sistem menyimpan Pelabuhan asal = Surabaya	Sistem berhasil menyimpan Pelabuhan asal = Surabaya, lalu AI bertanya maksud kedatangan kapal	Pass
5.	Input Maksud kedatangan	Kapten : "Maksud kedatangan untuk bongkar muatan, over"	Sistem menyimpan Maksud kedatangan = bongkar muatan	Sistem berhasil menyimpan Maksud kedatangan = bongkar muatan, lalu AI bertanya jenis muatan kapal	Pass
6.	Input Jumlah kru	Kapten : "Jumlah kru 7 orang, over"	Sistem menyimpan Jumlah kru = 7	Sistem berhasil menyimpan Jumlah kru = 7, lalu AI bertanya apakah ada yang bisa dibantu?	Pass
7.	Input Info Penting	Kapten : "Terjadi kebakaran di <i>deck</i> kapal, over"	Sistem mendeteksi info penting lalu menyimpan info penting = Terjadi kebakaran di <i>deck</i> kapal	Sistem berhasil menyimpan info penting = Terjadi kebakaran di <i>deck</i> kapal, lalu AI bertanya lagi apakah ada yang bisa dibantu?	Pass
8.	Selesaikan percakapan	Kapten : "Tidak ada terima kasih"	Sistem mendeteksi kata tidak ada, komunikasi berakhir	Sistem berhasil mendeteksi kata tidak ada, komunikasi berakhir	Pass

Pada hasil pengujian kode kasus uji 18, merupakan pengujian yang dilakukan pada sistem AI VTS dimana menunjukkan bahwa sistem dapat berkomunikasi dengan baik dan juga dapat menyimpan informasi penting sesuai yang di harapkan.

3.4 Pengujian Akurasi ASR

Pengujian dilakukan dengan metode *Word Error Rate* (WER), dihitung berdasarkan perbandingan antara kalimat referensi dan hasil transkripsi dari sistem. Semakin kecil hasil pengujian WER maka semakin bagus akurasi dari ASR nya.

Berdasarkan hasil pengujian aurasi ASR pada Tabel 2, terlihat bahwa sebagian besar kalimat berhasil dikenali baik oleh sistem ASR, terlihat dari nilai WER yang 0.00. Namun masih terdapat kesalahan yang paling umum berupa penghilangan kata (*deletion*) dan substitusi yang terjadi pada kata-kata tertentu yang memiliki pelafalan kurang jelas. Nilai keseluruhan dari hasil pengujian WER untuk akurasi ASR yaitu 0,12 atau 12%. Dengan kata lain akurasi untuk ASR nya berkisar 88%.

Tabel 2. Hasil Pengujian ASR (*Google Speech Recognition*)

No	Kalimat Referensi	Hasil Transkripsi	S	D	I	N	WER
1	VTS Cirebon silakan over	Vidio Cirebon silakan over	1	0	0	4	0,25
2	Keberangkatan kapal dari Jakarta over	Keberangkatan kapal dari Jakarta	0	1	0	5	0,20
3	Kami datang ke Cirebon untuk bongkar muatan over	Kami datang ke Cirebon untuk bongkar muatan over	0	0	0	8	0,00
4	Muatan kapal berupa batubara over	Muatan kapal berupa batubara over	0	0	0	5	0,00
5	Berat muatan sekitar 100 ton over	Berat muatan sekitar 100 ton	0	1	0	6	0,17
6	Draft depan sekitar 5 meter over	Draft depan sekitar 5 meter over	0	0	0	6	0,00
7	Bagian belakang memiliki draft sekitar 4 meter over	Bagian belakang memiliki draft sekitar 4 meter over	0	0	0	8	0,00
8	Estimasi waktu tiba 1 jam lagi over	Estimasi waktu tiba 1 jam lagi	0	1	0	7	0,14
9	Nama kapten Rizky Resi Julian over	Nama kapten Rizky Resi Julian	0	1	0	6	0,17
10	Jumlah kru kami 10 orang over	Jumlah kru kami 10 orang	1	1	0	6	0,33
11	Terdapat kebocoran di lambung kapal over	Terdapat kebocoran di lambung kapal	0	1	0	6	0,17
12	Cukup terimakasih	Cukup terimakasih	0	0	0	2	0,00
WER Keseluruhan Total			2	6	0	69	0,12

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem pelaporan kapal otomatis berbasis *Machine Learning* dan *Natural Language Processing* yang terintegrasi dengan teknologi *Automatic Speech Recognition* (ASR) dan *Text-to-Speech* (TTS). Sistem yang dikembangkan mampu melakukan komunikasi dua arah antara AI Petugas VTS dan kapten kapal melalui input suara, mengenali maksud (*intent*) percakapan, serta mencatat informasi penting secara otomatis ke dalam basis data.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi ASR sebesar 88% dengan nilai *Word Error Rate* (WER) sebesar 12%, yang menandakan kemampuan pengenalan suara cukup baik meskipun masih terdapat kesalahan pada kata dengan pelafalan kurang jelas. Sistem juga mampu menghasilkan laporan harian, absensi, dan keadaan darurat secara otomatis, sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap pencatatan manual dan meminimalisir risiko kesalahan manusia (*human error*).

Dengan demikian, sistem ini berpotensi menjadi *prototipe* awal bagi penerapan teknologi AI pada *Vessel Traffic Service* di Indonesia. Ke depannya, pengembangan dapat difokuskan pada peningkatan akurasi pengenalan suara di lingkungan pelabuhan yang bising, integrasi dengan sistem AIS (*Automatic Identification System*), serta penerapan model *Machine Learning* yang lebih kompleks untuk mendukung analisis lalu lintas kapal secara prediktif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik, "Transportasi Rilis Juli 2023," <https://www.bps.go.id/id/infographic?id=879>.
- [2] Kemenhub RI, "Kemenhub Kukuhkan 44 Pejabat Pemeriksa Kecelakaan Kapal." Accessed: Jun. 25, 2025. [Online]. Available: <https://dephub.go.id/post/read/kemenhub-kukuhkan-44-pejabat-pemeriksa-kecelakaan-kapal>
- [3] I. Maritime Organization, "2) Guidelines For Vessel Traffic Services," Jan. 2022.
- [4] I. Maritime Organization, "Resolution MSC.255(84) (adopted on 16 May 2008) Adoption Of The Code Of The International Standards And Recommended Practices For A Safety Investigation Into A Marine Casualty Or Marine Incident (Casualty Investigation Code)," 2008.
- [5] K. Yan, Y. Wang, L. Jia, W. Wang, S. Liu, and Y. Geng, "A content-aware corpus-based model for analysis of marine accidents," *Accid Anal Prev*, vol. 184, p. 106991, May 2023, doi: 10.1016/J.AAP.2023.106991.
- [6] E. Ç. Nakilcioğlu, M. Reimann, and O. John, "Adaptation and Optimization of Automatic Speech Recognition (ASR) for the Maritime Domain in the Field of VHF Communication," 2023.
- [7] I. H. Sarker, "Machine Learning: Algorithms, Real-World Applications and Research Directions," *Computer Science*, 2021.
- [8] I. M. P. P. Wijaya, I. K. P. Suniantara, and L. P. S. Pratiwi, "Perancangan Sistem Informasi Stok Barang Pada Meka Tailor Berbasis Website," *SIMKOM*, vol. 8, no. 2, pp. 95–105, Jul. 2023, doi: 10.51717/simkom.v8i2.142.
- [9] Edward Yourdon and Tom DeMarco, *Yourdon dan DeMarco (1979): Structured Analysis and System Specification*. 1979.
- [10] Achmat Mustajib and Sulistianto Sutrisno Wanda, "Design Perancangan Forum Diskusi Karyawan Berbasis Web Di PT. Rlogic.," *Jurnal Ilmiah Komputer Grafis*, 2021.
- [11] O. Koller, "Deep Learning for Text-to-Speech: A Review. ACM Computing Surveys," 2019.
- [12] M. R. Pradeep, S. Ingle, S. M. Sawale, V. D. Parihar, A. R. Deshmukh, and A. A. Cheke, "A Comprehensive Review On Database Management," 2024. [Online]. Available: www.ijcrt.org
- [13] S. Kumar, "A Review On Client-Server Based Applications And Research Opportunity," *Article in International Journal of Scientific Research*, 2019, doi: 10.24327/ijrsr.2019.1007.3768.