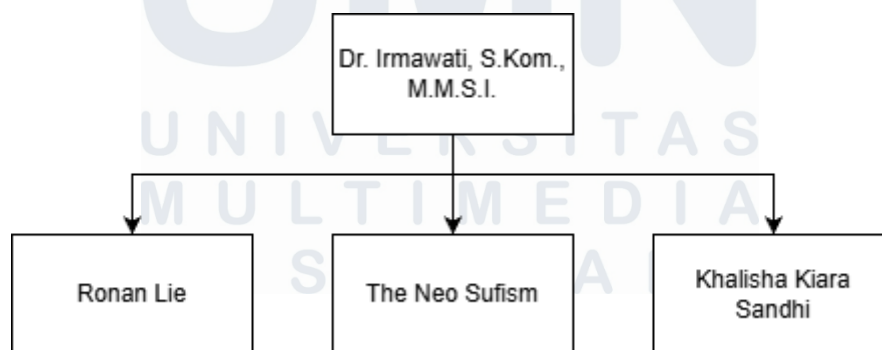


BAB III

PELAKSANAAN PRO-STEP : ROAD TO CHAMPION

3.1 Kedudukan dan Koordinasi

Kelompok Road to Champion terdiri dari tiga mahasiswa UMN sesuai dengan Gambar 3.1. Kelompok tersebut terdiri dari Khalisha Kiara Sandhi, The Neo Sufism, serta Ronan Lie yang menjadi ketua tim, di bawah bimbingan Ibu Dr. Irmawati, S.Kom., M.M.S.I. Setiap anggota bertanggung jawab atas satu algoritma berbeda: Kiara dengan XGBoost, Neo dengan Random Forest, dan Ronan dengan LightGBM. Ketiga anggota mengerjakan proyek ini berdasarkan tahapan CRISP-DM mulai dari memahami konteks bisnis dan data, melakukan persiapan data, membangun model, hingga mengevaluasi performanya. Hasil temuan dibahas terlebih dahulu dalam kelompok untuk menyelaraskan analisis sebelum dilaporkan kepada pembimbing pada pertemuan rutin. Dalam sesi konsultasi tersebut, anggota kelompok mempresentasikan progres, kendala, serta eksperimen yang telah dilakukan, sementara dosen memberikan masukan teknis, mengarahkan metodologi, dan membantu dalam persiapan presentasi.

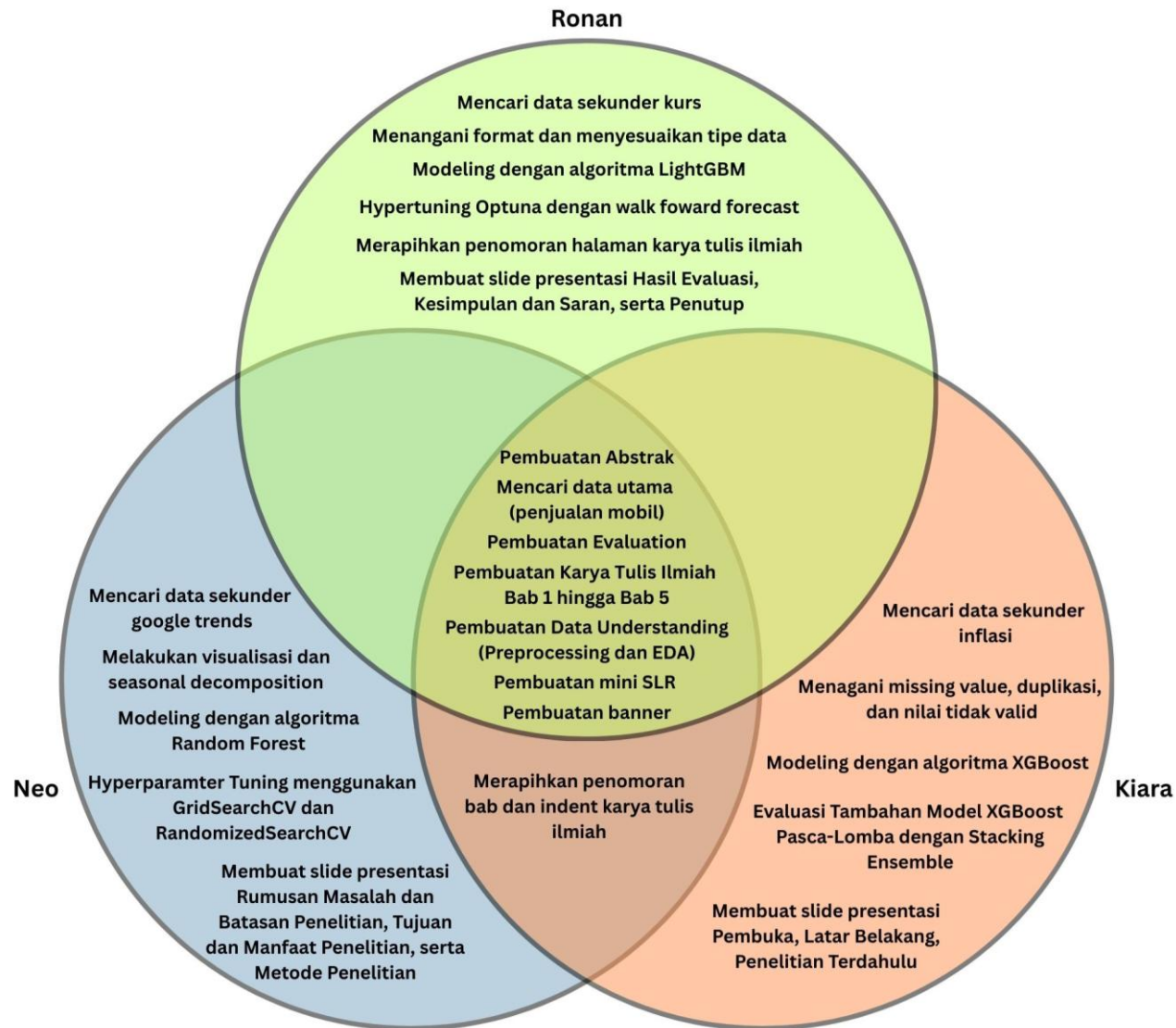


Gambar 3.1 Kedudukan Tim PRO-STEP : Road to Champion

Selama proses pengerjaan, komunikasi tim berlangsung secara aktif melalui WhatsApp dan Discord untuk berdiskusi, berbagi perkembangan, serta memecahkan masalah yang muncul. Selain itu, pertemuan tatap muka juga dilakukan setiap hari Senin di Lab Big Data UMN sebagai agenda koordinasi mingguan. Untuk pelaksanaan eksperimen dan penulisan kode, kelompok

memanfaatkan Google Colab agar seluruh anggota dapat mengakses, mengedit, dan menjalankan program yang sama secara paralel. Sementara itu, GitHub digunakan sebagai repositori penyimpanan dataset dan dokumentasi proyek, sehingga data dapat diatur lebih terstruktur, aman, dan dapat diakses secara merata oleh seluruh anggota tim. Selain penetapan alat komunikasi serta alat yang digunakan sebagai pembuatan model nantinya, tim juga melakukan pembagian tugas dengan menggunakan Canva untuk membuat diagram venn. Selain diagram tersebut, tim juga menggunakan Canva sebagai alat untuk membuat *slide* presentasi serta spanduk yang akan digunakan pada saat presentasi nantinya di Universitas Jambi.





Gambar 3.2 Venn Diagram Pembagian Tugas

Gambar 3.2 menampilkan pembagian tugas dari masing-masing anggota dalam tim PRO-STEP: Road to Champion. Dalam proses penyusunan karya tulis ilmiah, seluruh anggota bekerja bersama dari Bab 1 hingga Bab 5, namun tetap ada beberapa pembagian tugas khusus untuk memastikan pengerjaan lebih terarah. Setiap anggota mencari 4 penelitian terdahulu, sehingga referensi yang digunakan lebih beragam dan relevan. Pada tahap pemodelan, setiap anggota mengembangkan model yang berbeda, yaitu Random Forest yang dikerjakan oleh Neo, LightGBM oleh Ronan, dan XGBoost oleh Kiara. Pembagian tugas juga dilakukan pada pembuatan slide presentasi, di mana setiap bagian dibagi secara merata dan slide yang dibuat oleh masing-masing anggota menjadi materi yang mereka presentasikan saat final. Untuk kebutuhan dataset, data utama dikumpulkan bersama dari GAIKINDO sebagai sumber data penjualan mobil, sedangkan data sekundernya dicari secara terpisah, meliputi Google Trends, nilai kurs IDR-USD, dan inflasi sektor transportasi. Setelah kompetisi selesai, masing-masing anggota menambahkan pengembangan lanjutan, dalam laporan ini yang dilakukan adalah mengoptimasi Random Forest dengan hyperparameter tuning menggunakan GridSearchCV dan RandomizedSearchCV.

3.2 Pencatatan Rangkuman Mingguan

Tabel 3.2.1 menunjukkan rangkaian kegiatan yang telah dilaksanakan setiap minggunya dalam program PRO-STEP: Road to Champion. Setiap kegiatan disusun secara bertahap agar proses pengerjaan penelitian dan persiapan lomba dapat berjalan lebih terarah. Mulai dari tahap pencarian lomba, penyusunan abstrak, hingga pembuatan karya tulis dan presentasi, seluruh aktivitas tercatat secara sistematis dalam tabel tersebut. Selain itu, tabel ini juga membantu menggambarkan perkembangan pekerjaan dari awal hingga tahap pascakompetisi yang berfokus pada peningkatan performa model.

Tabel 3.1 Detail Pekerjaan yang Dilakukan pada PRO-STEP : Road to Champion Program

No.	Minggu	Kegiatan	Keterangan
1	2-7	Pencarian Lomba dan Topik	Mencari lomba serta menentukan topik penelitian yang relevan dengan tema lomba yang ditemukan yaitu “ <i>Shaping a better world through science and technology</i> ”.
2	7-8	Pembuatan Abstrak	Menyusun abstrak sesuai format yang ditentukan panitia.
3	8	Pengumpulan Abstrak	Mengumpulkan abstrak pada tanggal 24 September 2025, lalu diumumkan lulus atau tidak pada tanggal 04 Oktober 2025.
4	8-11	Pembuatan Karya Tulis Ilmiah	Membuat model sekaligus membuat karya tulis ilmiah
5	11	Pengumpulan Karya Tulis Ilmiah	Mengumpulkan karya tulis tersebut pada tanggal 20 Oktober 2025.
6	12-13	Pembuatan Presentasi dan Spanduk	Membuat presentasi dalam bentuk PPT serta membuat spanduk yang nantinya akan ditampilkan dipanggung.
7	12-13	Registrasi Ulang dan Konfirmasi Kedatangan	Melakukan registrasi ulang serta mengonfirmasi kedatangannya ke Universitas Jambi kepada panitia.
8	13	Technical Meeting	Mengikuti technical meeting yang menjelaskan seluruh rangkaian kegiatan yang akan dilakukan.
9	13	Presentasi Karya Tulis Ilmiah	Melakukan presentasi di depan 3 dewan juri di Universitas Jambi.
10	13	Pengumuman Pemenang dan Seminar	Pengumuman terhadap tim-tim yang menang serta mengikuti seminar.
11	14-17	Pembuatan Model Pasca Kompetisi Menggunakan Hyperparameter Tuning	Melakukan proses peningkatan performa model menggunakan hyperparameter tuning menggunakan GridSearchCV dan RandomizedSearchCV, kemudian membandingkan hasil model yang telah di-hyperparameter tuning dengan model yang digunakan saat kompetisi LKTIN Carbon 7.0 untuk melihat apakah ada peningkatan terhadap MAPE dari Random Forest.

3.3 Uraian Pelaksanaan Kerja

Pelaksanaan kerja terdiri dari 3 bagian, yaitu proses pelaksanaan, kendala yang ditemukan, dan solusi atas kendala yang ditemukan. Proses pelaksanaan mencakup bagian utama dari pengerjaan *PRO-STEP : Road to Champion*, yaitu seluruh proses kegiatan dari awal hingga akhir mengikuti program. Dua proses terakhir adalah kendala dan solusi yang ditemukan selama mengikuti proses *PRO-STEP : Road to Champion*.

3.3.1 Proses Pelaksanaan

Proses pelaksanaan terdiri dari 11 bagian, dimulai dari pencarian lomba hingga pengumuman pemenang. Setelah lomba selesai, terdapat proses pascalomba yang meliputi penambahan hyperparameter tuning serta perbandingan nilai MAPE dengan hasil tuning manual yang dilakukan selama lomba. Proses pelaksanaan *PRO-STEP : Road to Champion* adalah sebagai berikut.

3.3.1.1 Pencarian Lomba dan Topik


Tahap pertama yang dilakukan dari tim *PRO-STEP : Road to Champion* adalah mencari lomba yang ingin diikuti oleh tim dan sesuai dengan program. Pencarian lomba dicari menggunakan berbagai media seperti melalui situs-situs dan media sosial. Proses pencarian tersebut dilakukan secara bersama-sama dengan antar anggota tim serta dengan Supervisor tim.






















































Gambar 3.3 Poster LKTM Carbon 7.0 2025

Gambar 3.3 menampilkan poster terhadap lomba yang ditemukan yaitu Lomba Karya Tulis Ilmiah Nasional (LKTM) Carbon 7.0 2025. Poster tersebut menampilkan bahwa juara akan mendapatkan medali, sertifikat, serta uang pembinaan. Selain itu, poster tersebut juga menampilkan syarat dan ketentuan, tema, sub tema, dsb.

Shared with me > PANDUAN PENDAFTARA... 

> Insights from Gemini

Type - People - Modified - Source -

Name	Owner	Date modified	File size	Sort
 Logo	 Itincarbonhinki.unja	Nov 1	—	
 Formulir Kegiatan Finalis Carbon 7.0 2025	 Itincarbonhinki.unja	Nov 1	—	
 Pengumpulan Fullpaper	 Itincarbonhinki.unja	Oct 23	—	
 GUIDEBOOK lomba LKTI 2025_20251031_165204_0000.pdf 	 Itincarbonhinki.unja	Oct 31	30.5 MB	
 AULIA DEA FADZILA_STTKD_LKTI CARBON 7.0.rar 	 Itincarbonhinki.unja	Oct 9	3.3 MB	
 LKTIN Carbon 7.0 2025 (Jawaban) 	 Itincarbonhinki.unja	Oct 4	11 KB	
 LKTIN Carbon 7.0 2025 	 Itincarbonhinki.unja	Oct 3	273 KB	
 FORMAT PENILAIAN LKTIN 2025.docx 	 Itincarbonhinki.unja	Aug 19	25 KB	
 LEMBAR ORISINALITAS KARYA TULIS CARBON 7.0.docx 	 Itincarbonhinki.unja	Aug 16	20 KB	
 FORMAT ABSTRAK CARBON 7.0.docx 	 Itincarbonhinki.unja	Aug 16	15 KB	
 LEMBAR PENGESAHAN CARBON 7.0.docx 	 Itincarbonhinki.unja	Aug 16	23 KB	
 FORMULIR PENDAFTARAN ABSTRAK_CARBON 2025.docx 	 Itincarbonhinki.unja	Aug 16	279 KB	
 FORMAT FULLPAPER LKTIN CARBON 7.0.docx 	 Itincarbonhinki.unja	Aug 16	111 KB	

Gambar 3.4 Google Drive LKTIN Carbon 7.0 2025

Ketentuan-ketentuan lomba bisa didapatkan dari tautan Google Drive yang disediakan di dalam unggahan Instagram lomba tersebut. Sesuai dengan Gambar 3.4, Google Drive tersebut berisi ketentuan-ketentuan seperti *guidebook*, format karya tulis ilmiah, format abstrak, dsb. Selain file-file ketentuan, panitia juga menyiapkan file pendukung seperti logo. Tahap selanjutnya yaitu tahap pencarian topik diawali dengan diskusi kelompok untuk menentukan isu yang relevan dan sesuai dengan salah satu subtema lomba, yaitu teknologi.

Pada proses selanjutnya yaitu pencarian topik, kelompok menelusuri berbagai fenomena yang berkaitan dengan pemanfaatan teknologi dalam industri nasional. Salah satu bidang yang ditemui adalah industri otomotif, karena sektor tersebut berperan sebagai salah satu sektor ekonomi yang penting di Indonesia. Berdasarkan data yang didapatkan dari GAIKINDO, data penjualan mobil di Indonesia fluktuatif setiap bulannya dan dipengaruhi kondisi ekonomi serta preferensi dari konsumen. Permasalahan tersebut dianggap penting untuk dapat dianalisis, karena dapat berpengaruh terhadap strategi produksi, pemasaran, dan pengambilan keputusan di industri otomotif.

Setelah menetapkan fokus industri otomotif, kelompok melanjutkan pencarian metode penelitian yang dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan tersebut. Berdasarkan studi literatur yang ditemukan mengenai peramalan penjualan, ditemukannya bahwa penggunaan model statistik konvensional masih sering muncul di penelitian-penelitian sebelumnya dan masih kurang mampu menangani pola data non-linear. Oleh karena itu, kelompok memutuskan untuk mengeksplorasi model machine learning, yaitu Random Forest, XGBoost, dan LightGBM, yang dinilai lebih cocok untuk data multivariat berskala kecil hingga menengah. Dengan demikian, topik Studi Komparatif Model Machine Learning pada Data Time Series Penjualan Mobil di Indonesia dipilih sebagai fokus penelitian karena dianggap relevan, memiliki urgensi di industri otomotif, dan berkontribusi terhadap pengembangan metode prediksi berbasis machine learning.

3.3.1.2 Pembuatan Abstrak

Proses penyusunan abstrak ini dimulai dari membaca dan memahami dulu aturan yang ditetapkan panitia LKTIN HIMKI FST UNJA 2025. Bagian tersebut sangatlah penting, karena sebelum memulai untuk menulis abstrak, harus memastikan bahwa abstraknya memenuhi ketentuan dasar, seperti panjang tulisan 150-250 kata, penulisan sesuai PUEBI, dan format teknis seperti penggunaan font Times New Roman ukuran 12 dengan spasi 1,5 serta margin yang sudah ditentukan. Setelah itu, baru mulai menyusun isi abstrak berdasarkan panduan The Foolproof Research Proposal Template yang diberikan oleh dosen pembimbing. Pertama, mulai dari latar belakang mengenai kondisi industri otomotif yang penjualannya naik dan turun, lalu berusaha meringkas alasan kenapa penggunaan tiga model machine learning diperlukan. Proses ini tetap harus menjaga alurnya agar tetap logis dan mudah dipahami.

ABSTRAK

Industri otomotif merupakan salah satu sektor penting dalam perekonomian Indonesia, di mana penjualan mobil bulanan sangat dipengaruhi oleh kondisi ekonomi dan perilaku konsumen. Oleh karena itu, peramalan penjualan menjadi aspek strategis yang berperan dalam mendukung efisiensi produksi, manajemen persediaan, serta perencanaan pemasaran. Meskipun demikian, penelitian-penelitian sebelumnya masih terbatas pada penggunaan model statistik konvensional yang belum mampu menangkap hubungan nonlinier dan kompleks antar variabel. Untuk menjawab keterbatasan tersebut, penelitian ini membandingkan kinerja tiga model machine learning XGBoost, Random Forest, dan LightGBM dalam memprediksi penjualan mobil bulanan di Indonesia dengan mempertimbangkan faktor makroekonomi (nilai tukar dan inflasi) serta tren digital (Google Trends). Proses penelitian meliputi praproses data deret waktu, pembuatan fitur *rolling window* dan interaksi eksternal, pelatihan model menggunakan skema *rolling forecast*, serta evaluasi dengan metrik MAPE. Berdasarkan hasil eksperimen, model XGBoost menunjukkan performa paling unggul dengan nilai MAPE rata-rata sebesar 10.48%, dibandingkan Random Forest dan LightGBM. Analisis lebih lanjut mengungkapkan bahwa variabel nilai kurs berkontribusi dalam meningkatkan akurasi model, sedangkan data Google Trends dan inflasi transportasi tidak memberikan pengaruh positif yang konsisten terhadap hasil prediksi. Dengan demikian, XGBoost dapat disimpulkan sebagai model paling stabil dan efektif dalam meramalkan penjualan otomotif di Indonesia serta menegaskan pentingnya pemanfaatan faktor makroekonomi khususnya nilai kurs dalam pengembangan model prediksi berbasis machine learning.

Kata Kunci : *penjualan mobil, peramalan, machine learning, time series, tren digital*

Gambar 3.5 Abstrak Karya Tulis Ilmiah

Bagian hasil juga harus dibuat sederhana namun tetap detil, sehingga memberikan temuan bahwa model XGBoost memberikan hasil terbaik dibandingkan Random Forest dan LightGBM berdasarkan nilai MAPE yang dihasilkan, serta menambahkan bahwa variabel nilai tukar ternyata punya pengaruh yang cukup besar dalam prediksi penjualan mobil. Tahap terakhir adalah merumuskan kesimpulan yang benar-benar mencerminkan kontribusi penelitian, yaitu bagaimana model yang terbaik dan faktor eksternal dapat berpengaruh untuk membantu peramalan penjualan mobil di

Indonesia. Semua proses ini disatukan ke dalam satu paragraf yang jelas dan sesuai aturan lomba, meskipun di baliknya ada proses pemadatan isi yang cukup rumit agar abstraknya tetap enak untuk dibaca tetapi tidak keluar dari batasan format yang sudah ditentukan oleh panitia. Dapat dilihat Gambar 3.5 menampilkan abstrak yang telah dibuat oleh tim.

3.3.1.3 Pengumpulan Abstrak

Proses pengumpulan abstrak dilakukan setelah seluruh tahap penyusunan dinyatakan benar-benar selesai dan tidak ada bagian yang perlu direvisi lagi. Setelah abstrak dibahas bersama dalam kelompok dan disetujui oleh semua anggota, tim juga memastikan bahwa dosen pembimbing telah memberikan persetujuan akhir agar dokumen tersebut layak dikirimkan. Setelah itu, masuk ke tahap pengumpulan melalui formulir resmi pendaftaran LKTIN Carbon 7.0 yang disediakan oleh Himpunan Mahasiswa Kimia Universitas Jambi. Untuk dapat mengakses formulir tersebut, dapat dibuka melalui tautan yang dibagikan di Instagram lomba tersebut, seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.6. Pada tahap ini, setiap tim bertanggung jawab mengisi informasi lengkap mulai dari data diri, data anggota, asal instansi, serta mengunggah beberapa berkas pendukung seperti twibbon, kartu identitas peserta, bukti mengikuti akun Instagram panitia, dan file abstrak dalam format PDF.

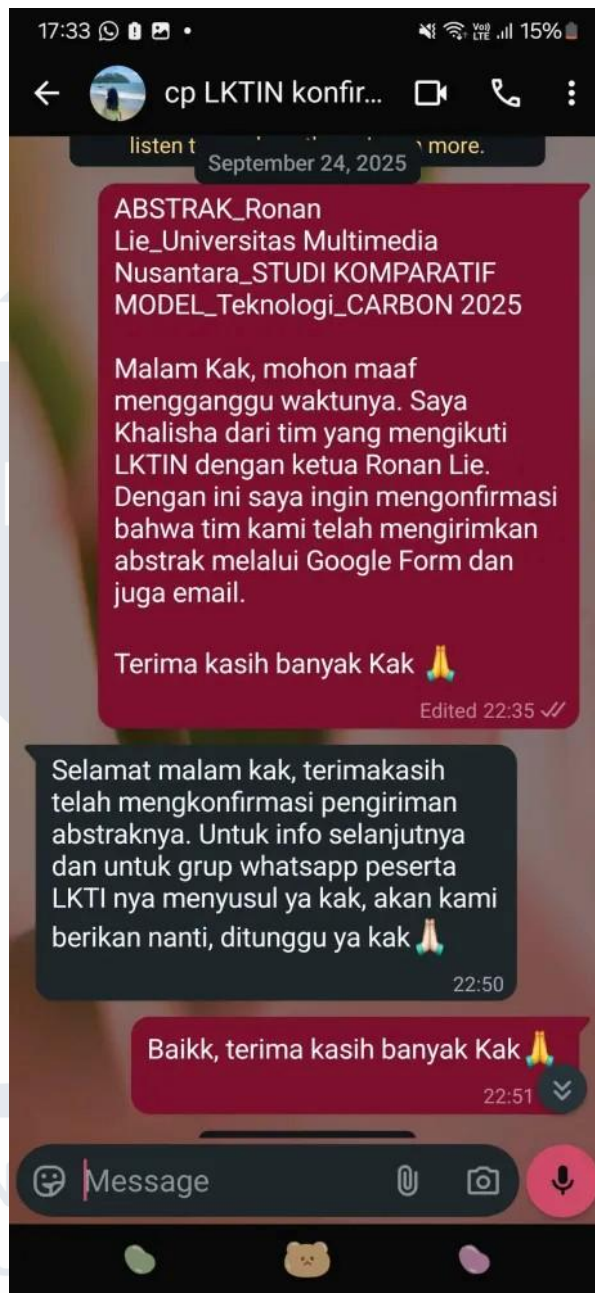


Gambar 3.6 Instagram Carbon 7.0

Sesuai dengan Gambar 3.7, yang menampilkan bahwa formulir telah berhasil dikumpulkan. Akan tetapi, sebelum abstrak dikumpulkan, tim Ronan Lie memastikan kembali terhadap ukuran file agar tidak melebihi batas maksimum yang diperbolehkan oleh Google Form, memastikan format file sudah sesuai, serta memastikan ulang tulisan pada bagian data diri untuk menghindari kesalahan pengetikan yang bisa mengganggu proses administrasi. Setelah semuanya dinilai aman, abstrak pun dikirimkan melalui formulir tersebut.

Gambar 3.7 Formulir Berhasil Dikumpulkan

Setelah mengirim abstrak melalui Google Form, tahap selanjutnya adalah mengonfirmasi ke panitia yang terkait sesuai dari arahan yang tertera pada Google Form setelah pengiriman. Konfirmasi yang dinyatakan ke panitia adalah telah mengirim abstrak sesuai dengan yang ada di Gambar 3.8. Tahap terakhir dari keseluruhan proses ini adalah menunggu informasi lanjutan mengenai status kelulusan abstrak, yang diumumkan beberapa hari setelah periode pengumpulan berakhir. Proses menunggu ini menjadi bagian yang cukup menegangkan bagi tim, tetapi juga memberi kesempatan untuk mempersiapkan diri jika nantinya harus melanjutkan ke tahap penulisan karya tulis ilmiah.

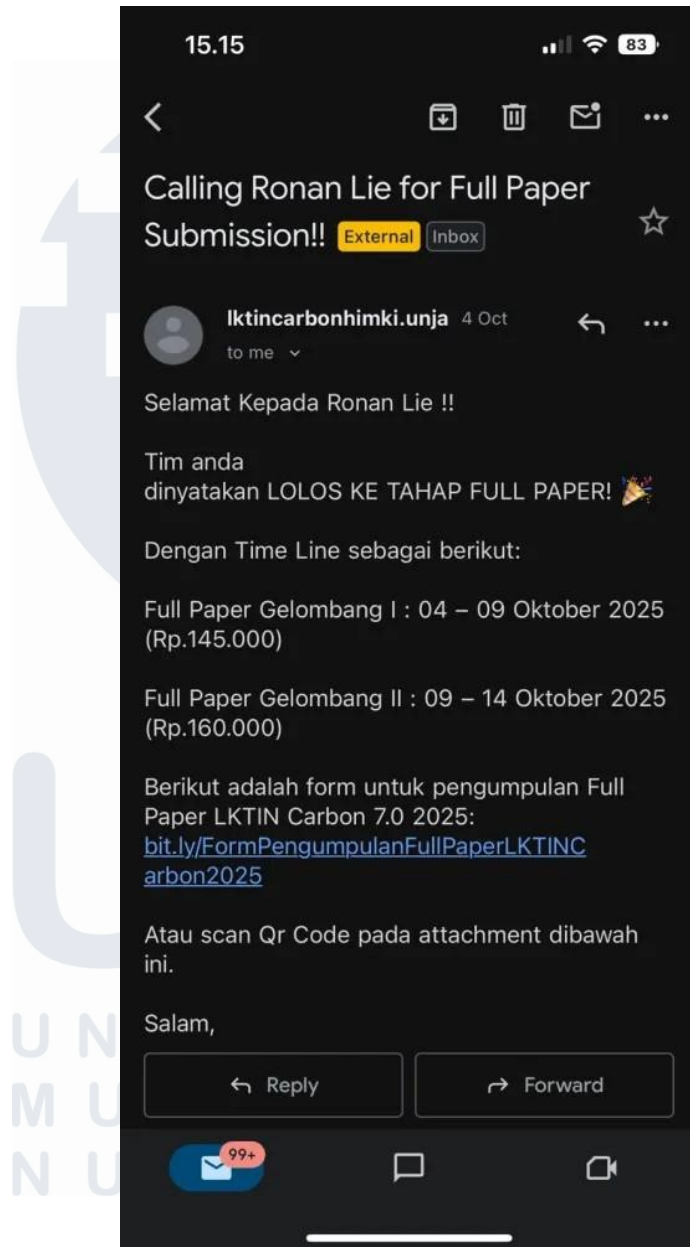


Gambar 3.8 Konfirmasi Pengumpulan Abstrak

3.3.1.4 Pembuatan Karya Tulis Ilmiah

Sesuai dengan Gambar 3.9, abstrak yang dinyatakan lolos oleh panitia melalui email berhak melanjutkan ke tahap penyusunan karya tulis ilmiah secara lengkap. Tahapan ini menjadi bagian yang paling penting dikarenakan seluruh isi penelitian harus disampaikan secara berurutan, logis, dan sesuai format yang diwajibkan oleh ketentuan lomba. Penyusunan tersebut dimulai dari mengikuti

pembagian tugas pada masing-masing individu yang sudah ditetapkan oleh kelompok secara keputusan bersama.



Gambar 3.9 Pernyataan Lolos ke Tahap Full Paper

Penyusunan karya tulis ilmiah tersebut dimulai dari Bab 1 hingga Bab 3, yang masing-masing berfungsi sebagai fondasi utama sebelum memasuki tahap pemodelan, karena sebelum memilih model mana yang ingin digunakan, tim melakukan riset terhadap penelitian-penelitian terdahulu. Penyusunan ini diawali dengan pembahasan latar

belakang yang menjelaskan alasan pemilihan topik yang berjudul *Studi Komparatif Model Machine Learning pada Data Time Series Penjualan Mobil di Indonesia*. Pada bagian tersebut, menjelaskan bahwa industri otomotif di Indonesia merupakan sektor yang penting, di mana penjualan mobil setiap bulannya di Indonesia selalu mengalami fluktuasi akibat perubahan kondisi ekonomi seperti nilai tukar rupiah, inflasi, maupun perubahan pada preferensi dari konsumen. Situasi tersebut menunjukkan bahwa industri otomotif membutuhkan pendekatan peramalan yang tidak hanya mengikuti pola historis sederhana, tetapi juga harus mampu menangkap jika adanya perubahan yang mendadak yang dapat terjadi dari waktu ke waktu. Peramalan penjualan setiap bulannya menjadi suatu aspek yang penting dikarenakan hasilnya dapat digunakan untuk mengatur kapasitas produksi, mempertahankan ketersediaan, dan merencanakan strategi yang sesuai, sehingga perusahaan dapat tetap kompetitif dalam menghadapi perubahan pasar yang fluktuatif.

Akan tetapi, di balik urgensi tersebut, penelitian sebelumnya yang membahas peramalan penjualan masih didominasi oleh metode statistik konvensional. Pendekatan seperti metode regresi linier, memang dapat bekerja secara baik ketika pola data cenderung stabil dan linier, tetapi pada kondisi di mana hubungan antar variabel menjadi kompleks dan tidak linier, performanya cenderung menurun. Karena pola penjualan mobil di Indonesia tidak selalu stabil dan sering dipengaruhi faktor eksternal seperti nilai tukar kurs dan inflasi, model konvensional menjadi kurang optimal dalam menggambarkan pola sesungguhnya. Keterbatasan dari model konvensional menunjukkan bahwa penggunaan metode machine learning seperti Random Forest, XGBoost, dan LightGBM memiliki potensi untuk bisa mendapatkan hasil yang lebih baik. Model-model tersebut dikenal memiliki kemampuan untuk mempelajari pola-pola yang non-linear, dan interaksi antar variabel, sehingga cocok dengan peramalan penjualan mobil di Indonesia karena sering fluktuatif dan dapat

dipengaruhi oleh faktor-faktor eksternal.

Tahap selanjutnya adalah tahap bab 2. Tahap selanjutnya ini dibuka dengan landasan teori yang diisi dengan teori-teori yang relevan dengan topik penelitian. Landasan teori tersebut berisikan konsep-konsep dasar yang berhubungan dengan penelitian tersebut. Contohnya adalah peramalan dengan data time series, jenis-jenis pola yang menyusun data time series, dan pembahasan tentang metode machine learning yang ikut ditambahkan di dalam landasan teori agar dapat memberikan pemahaman mengapa metode tersebut cocok digunakan pada penelitian ini. Terakhir, teori tentang evaluasi model peramalan ditambahkan agar dapat menjelaskan apa itu MAPE dan kategori dari rentang nilai yang didapat.

Tabel 3.2 Kategori MAPE

No	Persentase	Kategori
1	$\leq 10\%$	Sangat Akurat
2	10% - 20%	Baik
3	20% - 50%	Cukup
4	$> 50\%$	Tidak Akurat

MAPE digunakan untuk mengukur rata-rata tingkat kesalahan prediksi dalam bentuk persentase dengan membandingkan selisih absolut antara nilai hasil prediksi dan data aktual. Penggunaan metrik-metrik tersebut dapat memudahkan proses evaluasi hasil seperti memungkinkan peneliti dalam melakukan perbandingan performa antar satu model dengan model yang lainnya [14] [15]. Selain itu, MAPE memiliki kategori penilaian yang dapat dijadikan acuan utama seperti apa yang ditampilkan pada Tabel 3.2. Pertama, nilai MAPE $\leq 10\%$ dikategorikan sebagai sangat akurat, sedangkan nilai antara 10-20% termasuk ke dalam kategori baik, namun rentang 20-50% masih dianggap cukup, tetapi nilai di atas 50% menunjukkan tingkat akurasi yang rendah [16]. Oleh karena itu, MAPE tidak hanya berfungsi untuk menunjukkan besar kecilnya kesalahan prediksi, tetapi juga membantu dalam menentukan model peramalan yang paling tepat untuk digunakan [15].

Tabel 2.1 <i>mini Systematic Literature Review (SLR)</i>			
No	Sitasi	Metodologi	Hasil Penelitian
1	(Lehna et al, 2022)	LSTM-VA R Hybrid	LSTM unggul untuk hubungan non-linier, VAR lebih baik untuk linier; kombinasi LSTM-VAR meningkatkan akurasi prediksi.
2	(Qiu et al, 2024)	XGBoost, RF, PatchTST	Model linier lebih unggul untuk data dengan tren kuat; XGBoost, Random Forest, dan LightGBM lebih baik untuk pola non-linier; Transformer unggul untuk pola musiman dan korelasi kompleks.
3	(Ahaggach et al, 2024)	RF, XGBoost, ARIMA	ARIMA dan regresi dominan untuk pola linier; RF dan XGBoost efektif untuk pola non-linier; DL mulai berkembang namun masih terbatas karena biaya komputasi.
4	(Saptadi et al, 2025)	RF, XGBoost	Metode ensambel seperti Random Forest dan XGBoost unggul dalam menangkap hubungan nonlinier dan menghasilkan akurasi tinggi, sedangkan model deep learning (LSTM, ANN) juga menjanjikan namun terbatas oleh kebutuhan data dan komputasi. Model linier berkinerja buruk pada data penjualan yang kompleks.
5	(Ahmed et al, 2025)	XGBoost, LightGBM, DeepAR	ARIMA terbaik untuk data linier; XGBoost, LightGBM, dan DeepAR unggul untuk dataset non-linier dan berdimensi tinggi.
6	(Chowdhury et al, 2025)	LSTM	LSTM lebih unggul dibandingkan SVR dan RF untuk pola non-linier dan jangka panjang, terutama pada dataset besar dan fluktuatif.
7	(Fourkiotis & Tsadiras, 2024)	XGBoost	XGBoost paling efektif untuk peramalan multivariat yang kompleks; LSTM membutuhkan dataset besar untuk hasil optimal.
8	(Lara-Benitez et al., 2021)	LSTM, CNN	LSTM menghasilkan akurasi tertinggi; CNN memiliki efisiensi dan stabilitas lebih baik.
9	(Muth et al, 2024)	LSTM, MLP, XGBoost	ANN (LSTM, MLP) menunjukkan kinerja terbaik; RF dan XGBoost unggul pada data terstruktur; ARIMA tetap efektif untuk tren stabil
10	(Ahmed et al, 2024)	CNN-LSTM	CNN-LSTM hybrid memberikan akurasi tertinggi; LSTM unggul untuk data temporal, CNN untuk pola spasial.
11	(Ganguly & Mukherjee, 2024)	RF	RF yang dioptimalkan memiliki R^2 tertinggi (0.945) dan RMSLE terendah (1.172); GB, SVR, dan XGBoost sedikit di bawahnya.
12	(Ahaggach et al., 2024)	RF	Random Forest konsisten menghasilkan akurasi tinggi untuk data non-stasioner, mengungguli KNN.

Gambar 3.10 Penelitian-penelitian Terdahulu Pada Karya Tulis Ilmiah

Selain itu, sesuai dengan Gambar 3.10, bab 2 juga menampilkan tabel terhadap 12 jurnal untuk mengidentifikasi penelitian terkini terhadap model yang paling banyak digunakan, dan kelebihan serta kelemahan masing-masing model. Tabel tersebut membantu pemilihan ketiga model, yaitu Random Forest, XGBoost, dan LightGBM merupakan pilihan yang tepat dibandingkan dengan

LSTM. Walaupun LSTM lebih unggul, dataset yang dibutuhkan oleh model tersebut jauh lebih besar daripada dataset yang dimiliki, yaitu kondisi yang sesuai dengan data penjualan mobil yang digunakan dalam penelitian ini.

Setelah teori dan dasar pemikiran terbentuk, bab 3 disusun untuk menjelaskan metodologi penelitian secara lebih rinci. Bab ini menjelaskan rangkaian proses pengolahan data mulai dari pengumpulan data penjualan mobil dari GAIKINDO, data nilai tukar rupiah yang diperoleh dari Bank Indonesia, inflasi transportasi dari BPS, hingga data Google Trends, ketiga data tersebut merancu kepada lima merek mobil terbesar di Indonesia [17]. Selain itu, bab 3 menjelaskan prosedur pembersihan data yang mencakup pemeriksaan terhadap nilai-nilai yang hilang, duplikasi, penyesuaian format tanggal, dsb. Selain itu, ditambahkan juga fitur interaksi antara data penjualan, nilai kurs, dan inflasi juga dilakukan agar model dapat mempelajari hubungan yang mungkin tidak terlihat secara eksplisit dari data mentah.

Setelah perapian data selesai, proses selanjutnya memasuki proses pemodelan. Tahap ini mencakup proses membangun model Random Forest, XGBoost, dan LightGBM menggunakan data yang telah dipersiapkan. Random Forest dibangun menggunakan parameter hasil tuning manual seperti $n_estimators = 700$, $max_depth = 7$, $min_samples_split = 2$, $min_samples_leaf = 1$, dan $random_state = 42$. Parameter-parameter tersebut dipilih dengan tujuan utama yaitu memastikan agar hasil prediksi yang akan didapat dari setiap model dapat dibandingkan secara adil dikarenakan memiliki nilai parameter yang sama. Proses pelatihan menggunakan metode rolling forecasting yang meniru kondisi prediksi nyata pada data time series, di mana model hanya memanfaatkan data sebelum periode prediksi untuk memprediksi nilai berikutnya. Proses ini dilakukan untuk seluruh periode agar setiap model memiliki hasil prediksi yang benar-benar mencerminkan kondisi nyata dan bukan hasil prediksi yang

mengandalkan informasi masa depan.

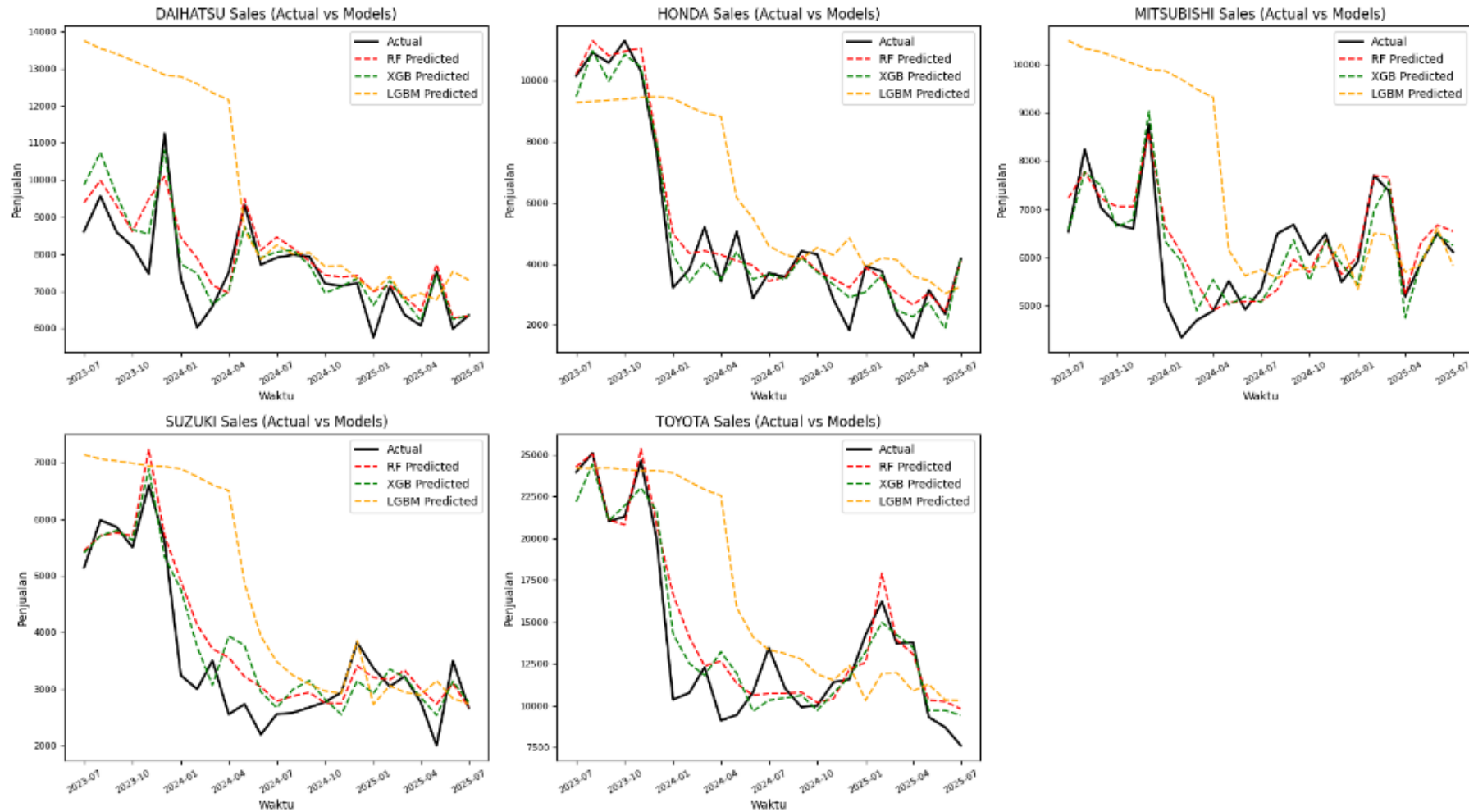
Tabel 3.3 Hasil Evaluasi Perbandingan MAPE

Metrik Merek	MAPE (%)		
	RF	XGB	LGBM
Daihatsu	7.89	6.05	30.71
Honda	16.38	13.14	52.04
Mitsubishi	8.00	7.40	32.09
Suzuki	13.38	14.85	38.69
Toyota	11.91	10.95	34.95
Rata-rata	11.60	10.48	37.70

Bab 4 hasil dari perbandingan performa terhadap tiga model yang digunakan yaitu Random Forest, XGBoost, dan LightGBM terhadap lima merek mobil terbesar di Indonesia yaitu Daihatsu, Honda, Mitsubishi, Suzuki, dan Toyota. Tabel 3.3 menunjukkan bahwa XGBoost memiliki nilai rata-rata MAPE yang paling rendah dibandingkan dengan model yang lainnya, yaitu dengan nilai 10,48%. Dapat disimpulkan bahwa model XGBoost merupakan model yang terbaik dibandingkan kedua model lainnya dalam melakukan peramalan mobil di Indonesia setiap bulannya. Hal tersebut konsisten dengan banyak literatur-literatur yang menunjukkan bahwa XGBoost memiliki kemampuan untuk menangani hubungan non-linear dengan baik. Sementara itu, Random Forest berada pada posisi kedua dengan nilai rata-rata 11,60%, yang sebenarnya masih sangat kompetitif dan memiliki nilai yang dekat dengan XGBoost, serta relatif stabil di hampir semua merek mobil pada hasil nilai MAPEnya. Random Forest memiliki perbedaan dengan XGBoost yang tidak terlalu jauh, yang menunjukkan bahwa Random Forest juga mampu membaca pola data dengan cukup baik, meskipun tidak seefektif XGBoost dalam hasil MAPE yang didapat. LightGBM mencatat performa paling rendah dengan nilai rata-rata MAPE yaitu 37,70%, yang terlihat jauh lebih besar dibandingkan dua model lainnya. Selisih yang sangat besar ini menunjukkan bahwa LightGBM mengalami kesulitan dalam melakukan peramalan mobil di Indonesia. Pada beberapa merek seperti Honda dan Suzuki, nilai MAPE bahkan mencapai lebih dari 38% hingga 52%, menandakan bahwa prediksi yang dihasilkan model

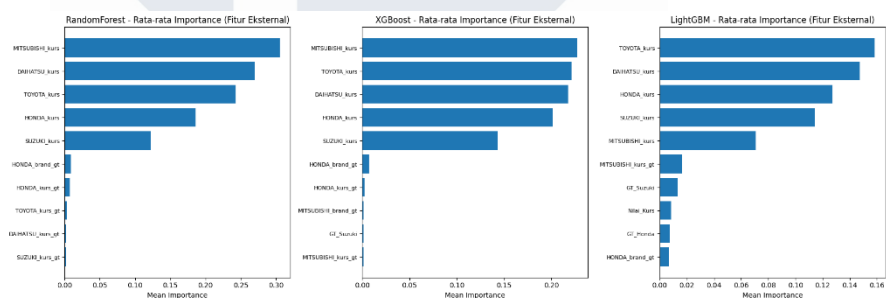
ini cenderung tidak stabil dan mudah menyimpang dari nilai aktual.

Selain itu, jika dilihat dari nilai rata-rata MAPE per merek mobil, dapat dilihat bahwa pada merek Daihatsu, XGBoost menghasilkan nilai MAPE terendah yaitu 6,05%, yang diikuti dengan Random Forest dengan nilai 7,89%, sedangkan LightGBM kembali tertinggal jauh dengan nilai 30,71%. Selanjutnya, merk mobil Honda menampilkan bahwa LightGBM memiliki ketidakstabilan yang lebih jelas dikarenakan nilai kesalahannya mencapai 52,04%, jauh lebih tinggi dibandingkan merk mobil lainnya dengan model yang sama. Selain itu, pada Mitsubishi, pola yang sama kembali muncul dengan nilai yang dimiliki oleh XGBoost yaitu 7,40% dan Random Forest dengan nilai 8,00%, sehingga kedua model tersebut masih bersaing ketat, sedangkan LightGBM tetap menghasilkan nilai yang jauh lebih besar yaitu 32,09%. Dapat disimpulkan bahwa Random Forest dan XGBoost masih dapat bersaing antar satu sama lain, sedangkan LightGBM masih memiliki rata-rata MAPE yang jauh dari kedua model tersebut.



Gambar 3.11 Visualisasi Nilai Aktual Dengan Nilai Prediksi

Gambar 3.11 menampilkan visualisasi grafik antara nilai prediksi dan aktual yang digunakan untuk menggambarkan kedekatan modelnya dengan aslinya. Dapat dilihat bahwa LightGBM sangat jauh dari nilai aktualnya. XGBoost memiliki nilai prediksi yang mendekati dengan nilai aktual, sejalan dengan kesimpulan yang didapat sebelumnya dari hasil evaluasi. Random Forest juga mendekati dengan nilai aktualnya, seiring dengan XGBoost. Akan tetapi, walaupun LightGBM jauh dari nilai aktual, dapat dilihat bahwa sebenarnya nilai prediksi dengan nilai aktual LightGBM pada rentan waktu pertengahan sampai akhir dataset itu sudah mendekati. Selain itu, tahap selanjutnya adalah menggunakan permutation importance untuk menunjukkan data eksternal mana yang berpengaruh terhadap hasil prediksi.



Gambar 3.12 Hasil Permutation Importance

Gambar 3.12 menampilkan grafik hasil permutation importance terhadap data eksternal yang ditampilkan untuk setiap model. Dapat disimpulkan bahwa nilai kurs memiliki pengaruh yang paling besar terhadap ketiga model. Diikuti dengan Google Trends, namun nilai dari Google Trends terlalu kecil untuk dianggap berpengaruh. Terakhir, inflasi transportasi tidak berpengaruh sama sekali. Temuan ini memperkuat penelitian sebelumnya bahwa faktor ekonomi seperti nilai kurs memiliki pengaruh terhadap penjualan mobil walaupun inflasi transportasi tidak berpengaruh, sehingga variabel nilai kurs menjadi faktor utama yang perlu diperhatikan dalam proses peramalan.

Terakhir, Bab 5 berisi kesimpulan dan saran yang disusun

berdasarkan seluruh hasil analisis yang telah dilakukan pada bab-bab sebelumnya. Model XGBoost menunjukkan performa yang paling baik dalam melakukan peramalan penjualan mobil bulanan dengan nilai rata-rata MAPE yaitu sebesar 10,48%. Random Forest berada di posisi kedua dengan nilai 11,60%. Akan tetapi, LightGBM memiliki performa yang jauh dibandingkan dengan kedua model sebelumnya, dengan nilai MAPE sebesar 37,70%. Hasil ini menunjukkan bahwa XGBoost lebih mampu memprediksi peramalan penjualan mobil di Indonesia, yang diikuti oleh Random Forest, sedangkan LightGBM kurang bagus untuk melakukan peramalan dengan dataset yang digunakan. Selain hasil dari perbandingan antar model, hasil yang bisa didapat dari permutation importance yaitu adalah nilai kurs berpengaruh terhadap hasil peramalan penjualan mobil di Indonesia, sedangkan data eksternal yaitu Google Trends dan inflasi transportasi tidak memiliki pengaruh terhadap hasil peramalan penjualan mobil di Indonesia. Saran yang dapat diberikan untuk penelitian-penelitian selanjutnya adalah disarankan untuk mencoba melakukan optimasi parameter yang lebih mendalam, khususnya pada model LightGBM, serta menambahkan variabel eksternal lainnya. Selain itu, diharapkan dapat dimanfaatkan oleh industri otomotif dalam menambahkan bahan pertimbangan bagi pembuat keputusan agar dapat menggunakan nilai kurs sebagai faktor eksternal yang patut untuk diwaspadai.

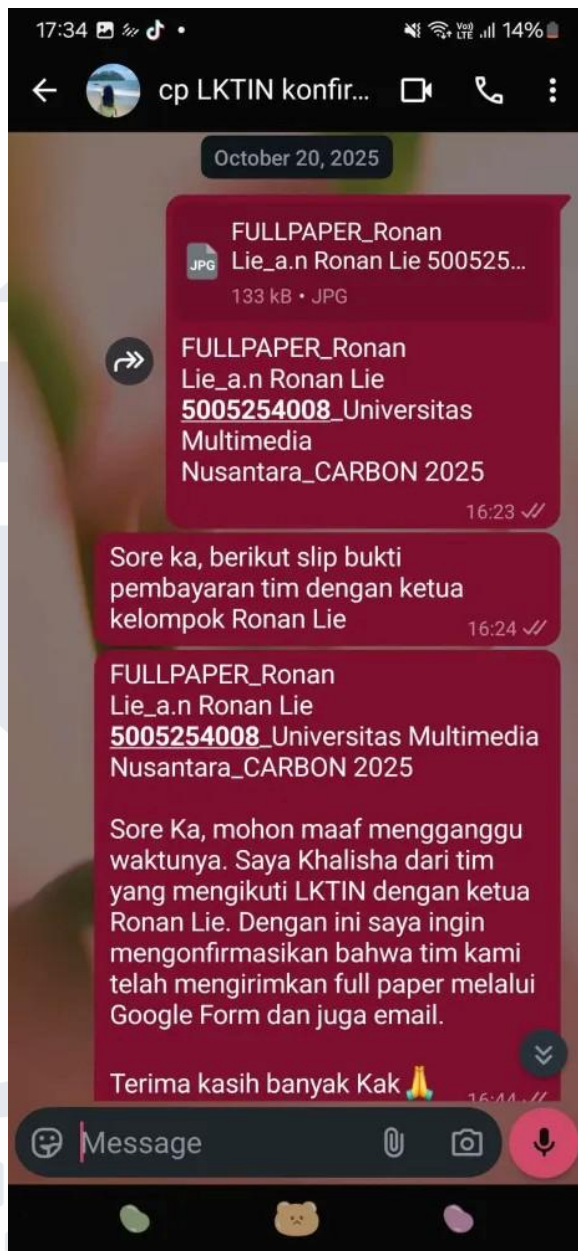
3.3.1.5 Pengumpulan Karya Tulis Ilmiah

Tahap selanjutnya adalah tahap pengumpulan karya tulis ilmiahnya yang dilakukan dengan menggunakan platform Google Form yang telah disiapkan dari panitia. Sesuai dengan gambar yang ditampilkan pada Gambar 3.13, peserta diminta mengirimkan nama ketua tim, email ketua tim, dokumen karya tulis ilmiah dalam format PDF, dan melampirkan bukti pembayaran registrasi sebesar Rp160.000. Setelah pengumpulan melalui Google Form telah selesai, karya tulis ilmiah yang sama juga dikirimkan melalui email kepada

panitia sebagai bentuk konfirmasi tambahan yang diperlukan oleh panitia.

Gambar 3.13 Google Form Pengumpulan Karya Tulis Ilmiah

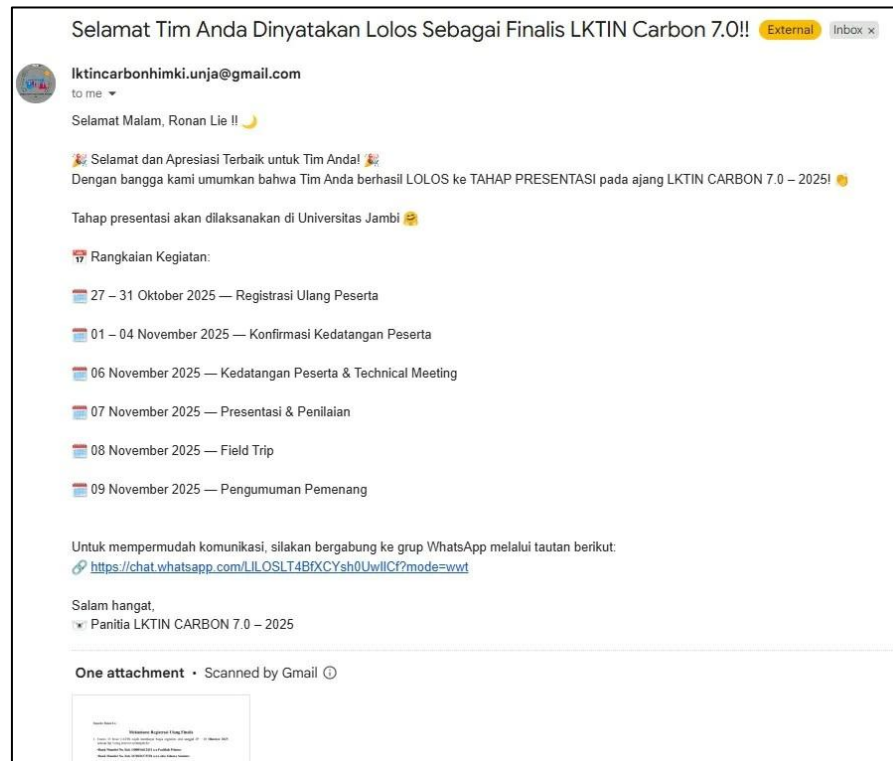
Pada Gambar 3.14, menunjukkan konfirmasi kepada panitia bahwa tim telah mengirimkan karya tulis ilmiahnya melalui email dan Google Form sesuai dengan ketentuan yang sudah ditetapkan. Selain itu, tim juga mengirimkan bukti pembayaran kepada panitia sebagai syarat administratif untuk dapat melanjutkan ke tahap final. Akan tetapi, sebelum semua itu dikirimkan, tim melakukan pemeriksaan secara detil agar tidak ada kesalahan terhadap apa yang akan dikirim. Dengan selesainya tahap ini, tim dinyatakan telah memenuhi seluruh persyaratan administrasi untuk mengikuti rangkaian kegiatan LKTIN Carbon 7.0.



Gambar 3.14 Bukti Pembayaran dan Konfirmasi Pengumpulan

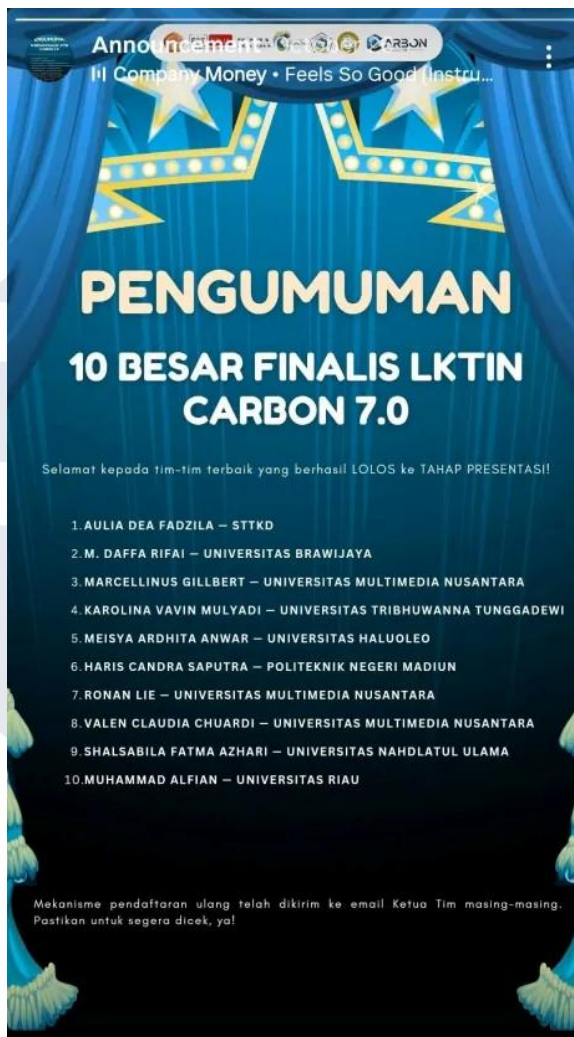
Pada tanggal 25 Oktober 2025, pengumuman dinyatakan lolos ke final sebagai finalis diumumkan melalui media sosial dan email yang dikirim ke ketua tim. Gambar 3.15 menampilkan email yang dikirimkan ke Ronan Lie, yaitu ketua tim PRO-STEP : Road to Champion pada Lomba Karya Tulis Ilmiah Nasional (LKTIN) Carbon 7.0 2025. Selain itu, email tersebut memberikan rangkaian kegiatan yang wajib diikuti dari registrasi ulang hingga pengumuman pemenang. Selain rangkaian kegiatan yang wajib diikuti, email

tersebut juga memberikan tautan untuk bergabung ke dalam grup WhatsApp finalis.



Gambar 3.15 Pengumuman Melalui Email Terhadap Keberhasilan Lolos ke Tahap Final

Pada Gambar 3.16, menunjukkan Instagram story yang diunggah oleh akun resmi dari LKTIN Carbon 7.0 yang berisi pengumuman 10 besar finalis lomba karya tulis ilmiah. Pada Instagram story tersebut, ditampilkan daftar sementara secara berurutan terhadap 10 tim terbaik yang lolos ke tahap final. Tim Ronan Lie tercantum berada pada peringkat ke-7. Informasi ini menjadi penegasan lanjutan atas pengumuman kelolosan yang sebelumnya diterima melalui email, sekaligus menunjukkan posisi tim dalam persaingan dengan peserta lain dari berbagai perguruan tinggi di Indonesia. Selain itu, pada daftar tersebut juga terlihat bahwa terdapat dua tim lain yang berasal dari Universitas Multimedia Nusantara, yang menunjukkan bahwa UMN memiliki keterwakilan yang cukup kuat pada tahap final LKTIN Carbon 7.0.

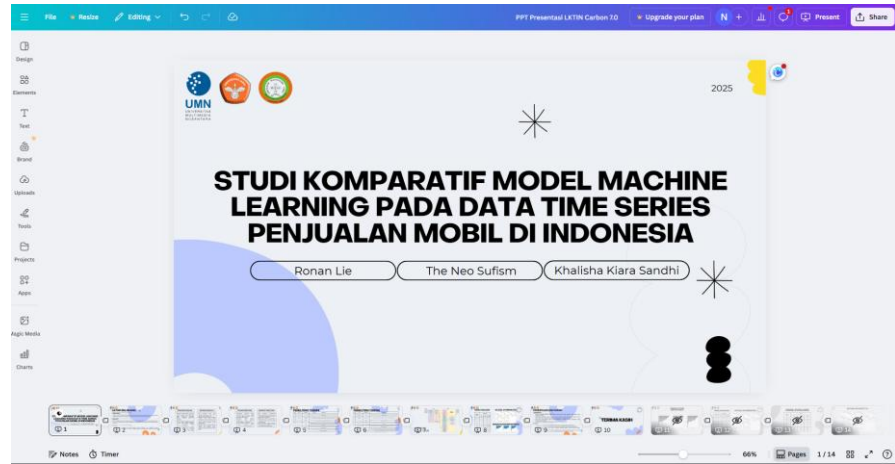


Gambar 3.16 Pengumuman 10 Besar Finalis LKTIN Carbon 7.0

3.3.1.6 Pembuatan Presentasi dan Spanduk

Tahap ini adalah tahap penyusunan presentasi dalam format PPT yang terdiri dari 10 halaman. Halaman-halaman tersebut terdiri dari latar belakang, yang berisi kebutuhan, masalah, dan solusi. Lalu rumusan dan batasan masalah, yang berisikan masing-masing tiga poin. Selanjutnya tujuan penelitian dan manfaat penelitian dengan masing-masing juga tiga poin. Lalu dua halaman selanjutnya diisi dengan penelitian-penelitian terkini. Setelah itu, masuk ke halaman metode penelitian. Lalu dilanjutkan dengan halaman hasil evaluasi dan visualisasi. Terakhir, halaman kesimpulan dan saran yang diikuti dengan halaman terima kasih sebagai penutup. PPT yang disusun akan digunakan sebagai bahan untuk presentasi nantinya di Universitas

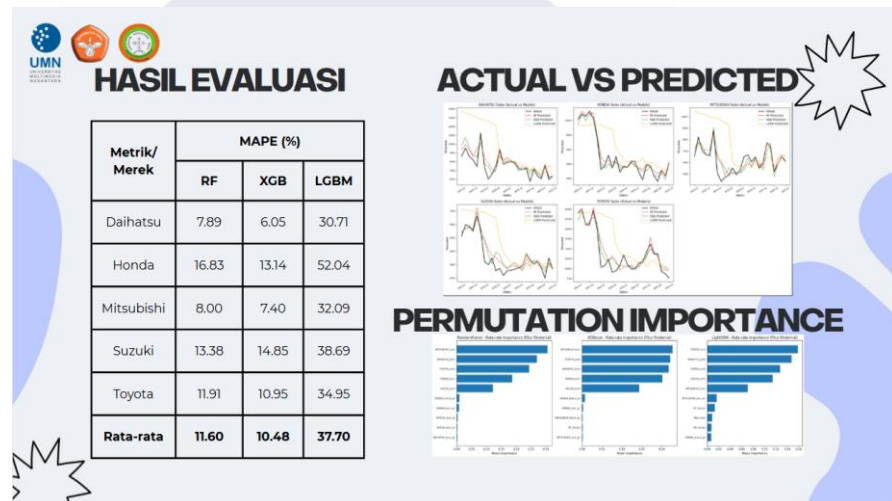
Jambi pada tanggal 7 November 2025. Gambar 3.17 menampilkan situs Canva, yaitu situs dimana tim membuat seluruh *slide* yang akan digunakan nantinya.



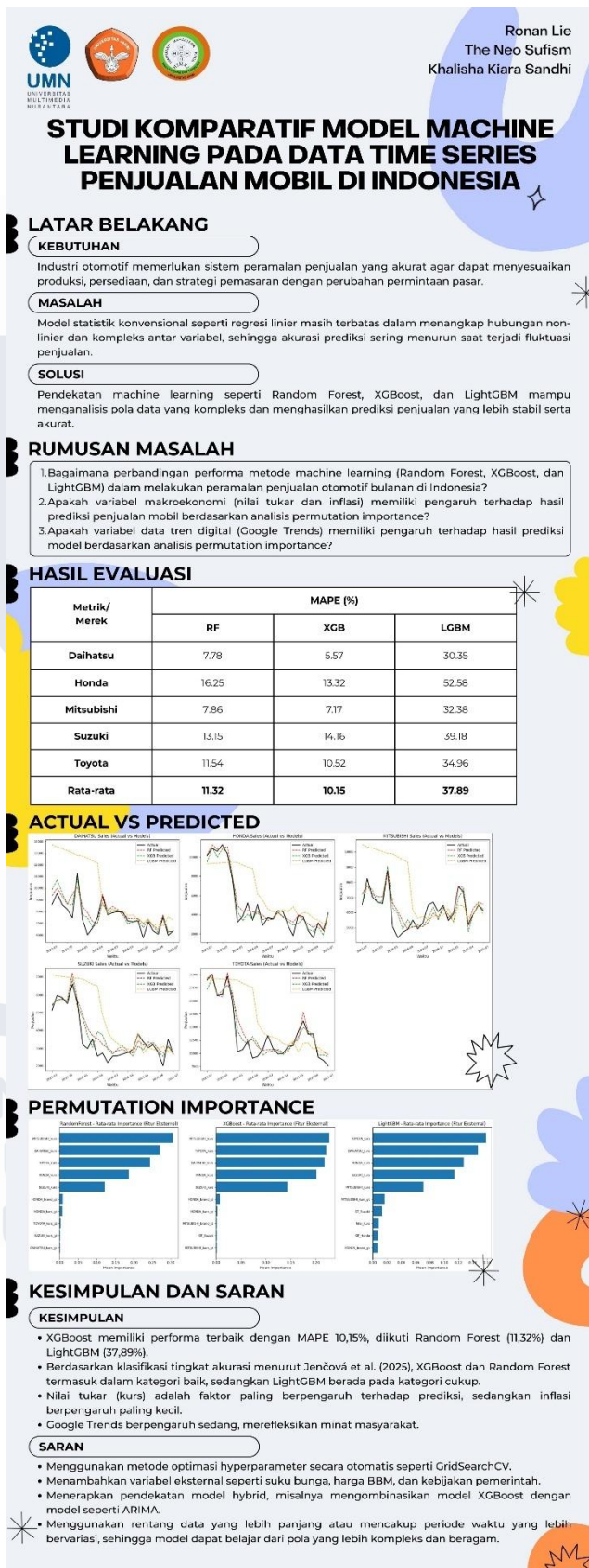
Gambar 3.17 Pembuatan *Slide* Presentasi Menggunakan Situs Canva

Gambar 3.18 menampilkan salah satu slide penting dalam presentasi yang berisi ringkasan hasil evaluasi dan visualisasi dari model yang digunakan dalam penelitian. Pada slide ini, bagian kiri menampilkan tabel hasil evaluasi menggunakan metrik MAPE untuk lima merek mobil, yaitu Daihatsu, Honda, Mitsubishi, Suzuki, dan Toyota, dengan perbandingan performa tiga model utama, yakni Random Forest, XGBoost, dan LightGBM. Tabel tersebut disusun untuk memudahkan audiens melihat perbedaan tingkat kesalahan prediksi antar model secara langsung, termasuk nilai rata-rata MAPE yang digunakan sebagai indikator performa keseluruhan. Sementara itu, pada bagian kanan slide ditampilkan visualisasi grafik perbandingan antara nilai aktual dan nilai prediksi untuk masing-masing merek, yang bertujuan menunjukkan kedekatan hasil prediksi dengan data asli secara visual. Dari grafik tersebut terlihat bahwa prediksi XGBoost dan Random Forest cenderung mengikuti pola data aktual dengan lebih baik dibandingkan LightGBM yang menunjukkan penyimpangan lebih besar. Selain itu, slide ini juga memuat grafik permutation importance yang digunakan untuk menjelaskan kontribusi setiap variabel eksternal terhadap hasil prediksi, di mana

variabel nilai tukar terlihat memiliki pengaruh paling dominan. Secara keseluruhan, slide pada Gambar 3.11 dirancang untuk menyajikan hasil evaluasi secara ringkas namun informatif, sehingga membantu audiens memahami kesimpulan utama penelitian dalam waktu presentasi yang terbatas.



Gambar 3.18 Slide Hasil Evaluasi, Perbandingan Aktual dengan Prediksi, dan Permutation Importance



Gambar 3.19 Pembuatan Spanduk Menggunakan Situs Canva

Setelah presentasi selesai, isi *slide* tersebut diadaptasi menjadi sebuah spanduk berukuran 60 × 160 cm. Proses konversi dilakukan dengan menyesuaikan tata letak dan memperpendek beberapa bagian agar informasi tetap terbaca meskipun ruang tampilan lebih terbatas. Spanduk yang telah disusun dapat dilihat pada Gambar 3.19.

3.3.1.7 Registrasi Ulang dan Konfirmasi Kedatangan

Gambar 3.20 menampilkan rincian biaya finalis LKTIN Carbon 7.0 dengan total biaya yang ditetapkan sebesar Rp764.000 per individu. Biaya tersebut mencakup beberapa komponen, yaitu biaya penginapan selama tiga hari sebesar Rp375.000, konsumsi sebanyak lima kali makan dengan total Rp125.000, snack sebanyak dua kali sebesar Rp14.000, souvenir sebesar Rp60.000, ID card dan ATK sebesar Rp40.000, serta biaya field trip dan transportasi selama berada di Jambi sebesar Rp150.000. Seluruh biaya tersebut merupakan biaya per individu, bukan biaya tim, dan wajib dibayarkan oleh masing-masing peserta finalis. Perlu diketahui bahwa biaya transportasi dari perguruan tinggi asal menuju Kota Jambi, seperti tiket pesawat, tiket bus, maupun moda transportasi antar kota lainnya, tidak ditanggung oleh panitia dan menjadi tanggung jawab masing-masing peserta. Sementara itu, biaya transportasi selama berada di Kota Jambi, termasuk perjalanan dari penginapan menuju Universitas Jambi serta transportasi menuju lokasi field trip, telah termasuk dalam biaya yang ditetapkan dan ditanggung oleh panitia. Setelah melakukan pembayaran, peserta diwajibkan mengisi formulir registrasi ulang yang disediakan panitia, yang berisi informasi pendukung seperti data kesehatan, alergi, dan kebutuhan khusus lainnya. Formulir tersebut kemudian dikirimkan kembali bersama bukti pembayaran sebagai tanda bahwa proses registrasi ulang telah selesai. Selain itu, tim PRO-STEP: Road to Champion juga melakukan konfirmasi kehadiran melalui grup finalis sesuai dengan arahan panitia.

RINCIAN BIAYA FINALIS			
FASILITAS	JUMLAH	BIAYA PER SATUAN (Rp.)	TOTAL (Rp.)
Penginapan	3 Hari	Rp. 125.000	Rp. 375.000
Konsumsi	5 x makan	Rp. 25.000	Rp. 125.000
<i>Snack</i>	2 x makan	Rp. 7.000	Rp. 14.000
<i>Souvenir</i>	1	Rp. 60.000	Rp. 60.000
ID Card + ATK	1	Rp. 40.000	Rp. 40.000
<i>Fieldtrip</i> + Transportasi	Selama di Jambi	Rp. 150.000	Rp. 150.000
TOTAL BIAYA YANG DIBUTUHKAN			Rp. 764.000

Keterangan:

1. Biaya diatas merupakan biaya perindividu bukan tim.
2. Biaya transportasi dari Perguruan Tinggi asal ke Universitas Jambi tidak ditanggung oleh panitia, melainkan ditanggung peserta/Perguruan Tinggi asal tiap masing-masing individu.

Gambar 3.20 Rincian Biaya Finalis

3.3.1.8 Technical Meeting

Gambar 3.21 menampilkan Technical Meeting yang dilaksanakan dari pukul 20:30 hingga 21:30, yang berfungsi sebagai sesi awal sebelum kompetisi. Selama technical meeting tersebut, panitia menjelaskan ketentuan teknis presentasi, metode penilaian, titik kumpul, peraturan ketepatan waktu, prosedur tanya jawab, dan pedoman etika untuk peserta sepanjang kompetisi tersebut berjalan. Selama acara ini, peserta diberikan gambaran komprehensif tentang jadwal kegiatan, termasuk sesi presentasi dan evaluasi pada 7 November, di mana semua tim mempresentasikan karya tulis ilmiah mereka di hadapan juri dan dievaluasi secara langsung atas kualitas presentasi serta respons mereka terhadap pertanyaan. Selain itu, dijelaskan bahwa pada 8 November peserta wajib mengikuti kegiatan *field trip* yang diselenggarakan oleh panitia untuk meningkatkan kesadaran lingkungan dan memberikan pengalaman edukatif di luar kompetisi. Pemenang diumumkan pada tanggal 9 November, menandai berakhirnya Carbon 7.0 setelah seluruh seri selesai.



Gambar 3.21 Mengikuti Technical Meeting di Hotel Amanah

3.3.1.9 Presentasi Karya Tulis Ilmiah

Gambar 3.22 menampilkan tahap presentasi yang dilaksanakan setelah tim dinyatakan lolos seleksi abstrak dan seleksi awal. Pada sesi ini, peserta diberi kesempatan untuk memaparkan hasil karya tulis ilmiah di hadapan dewan juri dalam waktu maksimal 10 menit, dilanjutkan sesi tanya jawab selama 15 menit sehingga total durasi presentasi adalah 25 menit. Tim mempresentasikan slide presentasi yang sudah disusun secara ringkas dan informatif agar seluruh tahapan penelitian dapat dipaparkan secara efektif dalam batas waktu yang telah ditentukan, mencakup latar belakang, metode, hasil, dan kesimpulan. Kegiatan presentasi dinilai oleh tiga orang juri yang mengajukan pertanyaan secara bergantian terhadap penelitiannya. Penilaian tidak hanya berfokus pada kualitas isi karya tulis ilmiah, namun juga kemampuan kelompok untuk menyampaikan materi, ketepatan dalam menjawab pertanyaan yang diajukan, serta sikap profesional peserta dalam merespons pertanyaan-pertanyaan yang diajukan. Untuk mendukung hal tersebut, sebelum pelaksanaan lomba, tim melakukan latihan presentasi dengan dosen pembimbing

untuk menerima masukan terkait struktur penyampaian, manajemen waktu, dan cara memberikan jawaban yang tepat dan logis.



Gambar 3.22 Presentasi Final

3.3.1.10 Pengumuman Pemenang dan Seminar

Pengumuman pemenang Lomba Karya Tulis Ilmiah Nasional (LKTIN) Carbon 7.0 di Universitas Jambi dilaksanakan pada tanggal 9 November 2025. Acara tersebut dimulai dari tepat pukul 8 pagi. Pada tahap ini, panitia mengumumkan tujuh kategori penghargaan, yaitu Juara 1, Juara 2, Juara 3, Best Poster 1, Best Poster 2, Best Presentation 1, dan Best Presentation 2.



Gambar 3.23 Penerimaan Sertifikat Best Presentation 2

Dari total sepuluh tim finalis yang berkompetisi, sesuai dengan Gambar 3.23, tim *PRO-STEP : Road to Champion* yang diketuai oleh Ronan Lie berhasil meraih Best Presentation 2 dengan judul karya tulis ilmiahnya yaitu *Studi Komparatif Model Machine Learning Pada Data Time Series Penjualan Mobil di Indonesia*, yang menunjukkan kemampuan tim dalam menyampaikan hasil penelitian secara jelas dan meyakinkan di hadapan dewan juri.

Gambar 3.24 menampilkan tim Juara 1 LKTIN Carbon 7.0, yaitu tim dari Politeknik Negeri Madiun dengan judul karya tulis ilmiah mereka yaitu *WATERGUARD INNOVATION IN DEVELOPING IoT-BASED AGRICULTURE IRRIGATION MONITORING SYSTEM UNTUK MENDUKUNG KETAHANAN PANGAN DI ERA INDUSTRI 5.0*. Karya tulis ilmiah tersebut mengangkat inovasi pertanian berbasis Internet of Things (IoT). Selain itu, tim juara juga menghadirkan prototipe sistem yang berfungsi dengan baik hingga mendapatkan tepuk tangan di dalam satu ruangan tersebut, sehingga memberikan nilai tambah dalam penilaian juri, baik dari sisi implementasi, kebaruan ide, maupun potensi penerapannya di lapangan langsung.



Gambar 3.24 Juara 1 LKTIN Carbon 7.0

Setelah rangkaian pengumuman pemenang selesai, kegiatan dilanjutkan dengan sesi seminar dan talkshow yang ditunjukkan pada Gambar 3.25. Seminar ini mengusung tema “Chemistry For Change: Empowering Youth to Achieve the SDGs” dan menghadirkan dua pembicara, yaitu Kevin Lius Bong, yang dikenal sebagai salah satu peserta Clash of Champions (COC) Season 1, serta Faris Akbar yang merupakan SDGs Inspiring Ambassador di Seoul, Korea Selatan. Sesi seminar ini bertujuan untuk memberikan inspirasi kepada mahasiswa agar dapat berperan aktif dalam mendukung pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs) melalui inovasi, riset, dan pemanfaatan ilmu pengetahuan. Kegiatan ini sekaligus menjadi penutup rangkaian acara LKTIN Carbon 7.0 yang tidak hanya berfokus pada kompetisi, tetapi juga pada pengembangan wawasan dan motivasi peserta.



Gambar 3.25 Poster Seminar dan Talkshow

3.3.1.11 Pembuatan Model Pascakompetisi Menggunakan Hyperparameter Tuning

Pada tahap terakhir, yaitu pascakompetisi, peningkatan kinerja model dilakukan dengan menggunakan teknik hyperparameter tuning secara otomatis. GridSearchCV dan RandomizedSearchCV dipilih karena hasil dari beberapa penelitian yang menunjukkan bahwa peningkatan akurasi dapat diraih. Dalam penelitian yang menggunakan RandomizedSearchCV, tuning yang digunakan menunjukkan bahwa model Random Forest lebih akurat dalam

menemukan transaksi penipuan [18]. Sementara itu, penelitian lain yang menggunakan GridSearchCV pada Random Forest juga menunjukkan bahwa kemampuan model untuk memprediksi performa mesin berhasil meningkat [19]. Penggunaan dua metode hyperparameter tuning ini berfungsi sebagai langkah evaluasi tambahan untuk mengevaluasi seberapa baik performa model dapat ditingkatkan dibandingkan dengan konfigurasi parameter manual yang digunakan saat kompetisi.

Tabel 3.4 *Search Space* Penelitian Terdahulu

Ref	n_estimator	max_depth	min_sample_split	min_sample_leaf
[19]	100, 200, 300, 400, 500	10, 20, 30, 40, 50	5, 10, 15, 20	-
[20]	200, 300, 400, 500	4,5,6,7,8	2,3,4,5	1,2,3,4,5
[21]	50, 60, . . . , 100	5, 6, . . . , 10	10, 11, . . . , 15	15, 16, . . . , 20
[22]	1, 100, 250, 500, 1000	-	1, 3, 5, 7, 9, 11	-
[23]	50, 100, 200	None, 5, 10, 20	2, 5, 10	1, 2, 4
[24]	200, 500, 700, 1000	10, 20, 50	2, 5	-
[25]	50, 100, 200	None, 10, 20	2, 5, 10	1, 2, 4
[26]	200, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000	10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100	2, 5, 10	1, 2, 4
[27]	100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000	2, 5, 10, 20, 50, None	2, 3, 4, 5	1,2,3,4
[28]	100, 200, 300	10, 20, 30	2, 5, 10	1, 2, 4
[29]	50, 100, 300	3, 5, 7, 9	2, 5, 8	-

Tabel 3.4 menampilkan rangkuman sebelas penelitian yang menjadi acuan dalam menentukan *search space* untuk proses hyperparameter tuning model Random Forest. Dari tabel tersebut terlihat bahwa rentang nilai yang digunakan setiap penelitian cukup beragam, mulai dari jumlah n_estimators yang paling rendah pada nilai hanya 1 hingga yang paling tinggi mencapai 2000, kemudian max_depth dari kosong hingga 100. Selain itu, min_samples_split juga menunjukkan variasi yang cukup luas, yaitu dari nilai 1 sampai 20. Untuk min_samples_leaf, sebagian penelitian tidak menetapkan angka tertentu, namun mayoritas studi yang menerapkan parameter ini

cenderung menggunakan nilai umum seperti 1, 2, atau 4. Rentang-rentang tersebut menjadi dasar dalam menentukan parameter tuning agar hasil pengujian tetap relevan dan sejalan dengan praktik penelitian yang sudah terbukti efektif.

Tabel 3.5 *Search Space* yang Dipilih

Parameter	Nilai
n_estimator	200, 500, 1000
max_depth	5, 10, 20
min_sample_split	2, 5, 10
min_sample_leaf	1, 2, 4

Tabel 3.5 menampilkan hyperparameter serta search space yang digunakan dalam proses tuning, di mana pemilihan nilainya didasarkan pada rangkuman sebelas penelitian pada tabel sebelumnya. Dari hasil pengamatan, nilai-nilai seperti n_estimators pada 200, 500, dan 1000 serta max_depth pada 5, 10, dan 20 merupakan rentang yang paling sering digunakan dalam penelitian terdahulu. Untuk min_samples_split dan min_samples_leaf, nilai 2, 5, 10 serta 1, 2, 4 dipilih karena muncul sebagai kombinasi umum yang direkomendasikan dan dianggap stabil untuk menjaga keseimbangan performa model. Dengan demikian, search space yang digunakan tetap relevan dan mengikuti pola penggunaan mayoritas studi yang menjadi acuan.

Tabel 3.6 MAPE GridSearchCV, RandomizedSearchCV, dan Manual Hyperparameter Tuning

Metrik Merek	MAPE (%)		
	GridSearchCV	RandomizedSearchCV	Manual
Daihatsu	7.77	7.91	7.89
Honda	16.55	16.78	16.83
Mitsubishi	7.89	8.12	8.00
Suzuki	13.23	13.54	13.38
Toyota	12.00	12.02	11.91
Rata-rata	11.49	11.67	11.60

Tabel 3.6 menunjukkan perbandingan hasil MAPE dari tiga metode tuning, yaitu GridSearchCV, RandomizedSearchCV, dan manual hyperparameter tuning, pada lima merek kendaraan.

Berdasarkan nilai rata-ratanya, GridSearchCV memberikan performa terbaik dengan MAPE 11,49%, lebih rendah dibandingkan manual hyperparameter tuning yang berada di posisi kedua dengan 11,60%, sementara RandomizedSearchCV justru menghasilkan nilai rata-rata tertinggi yaitu 11,67%. Jika dilihat per merek, GridSearchCV unggul pada hampir seluruh kategori, seperti Daihatsu dengan 7,77% (lebih baik dibandingkan 7,91% pada RandomizedSearchCV dan 7,89% pada manual), Mitsubishi dengan 7,89% (lebih rendah dari 8,12% dan 8,00%), serta Suzuki dengan 13,23% (dibandingkan 13,54% dan 13,38%). Pada Honda, GridSearchCV juga menghasilkan nilai 16,55%, sedikit lebih baik dibanding manual 16,83%, namun seluruh metode tetap menunjukkan kesulitan karena nilai MAPE yang tinggi pada merek ini. Toyota menjadi satu-satunya kasus di mana selisih antarmetode sangat tipis, yaitu 12,00% pada GridSearchCV, 12,02% pada RandomizedSearchCV, dan 11,91% pada manual. Secara keseluruhan, tren pada tabel ini menegaskan bahwa GridSearchCV memberikan peningkatan performa yang paling konsisten, sedangkan RandomizedSearchCV tidak memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan pendekatan manual.

Tabel 3.7 Perbandingan Waktu

Metode	Waktu (menit)
GridSearchCV	210.56
RandomizedSearchCV	25.85
Manual	4.01

Tabel 3.7 menunjukkan perbedaan waktu proses yang cukup mencolok antara ketiga metode tuning. GridSearchCV menjadi metode yang paling lama dengan total waktu 210,56 menit, dan durasi ini terpaut sangat jauh dari RandomizedSearchCV yang hanya membutuhkan 25,85 menit, sehingga selisih waktu keduanya mencapai sekitar 184,71 menit. Jika dibandingkan dengan metode manual, perbedaannya jauh lebih ekstrem karena manual hanya memakan waktu 4,01 menit, atau sekitar 206,55 menit lebih cepat dari

GridSearchCV. RandomizedSearchCV juga masih lebih lambat dibandingkan metode manual dengan selisih sekitar 21,84 menit.

Akan tetapi, perlu diperhatikan bahwa waktu pada metode manual hyperparameter tuning hanya menunjukkan durasi pelatihan model dengan konfigurasi parameter akhir yang telah dipilih, dan tidak mencakup keseluruhan proses eksplorasi hyperparameter yang dilakukan secara bertahap sebelumnya. Berbeda dengan GridSearchCV dan RandomizedSearchCV yang mengintegrasikan seluruh proses pencarian hyperparameter ke dalam satu eksekusi, sehingga waktu yang dihasilkan merepresentasikan total biaya komputasi dari proses tuning. Perbedaan selisih waktu ini menunjukkan bahwa setiap metode memiliki tingkat kebutuhan komputasi yang berbeda tergantung cara masing-masing dalam mengeksplorasi nilai hyperparameter. Secara keseluruhan, tabel ini menggambarkan betapa besar gap waktu yang muncul antara pendekatan pencarian menyeluruh, pencarian acak, dan penentuan manual.

Akan tetapi, GridSearchCV memiliki nilai MAPE dengan rata-rata yang terbaik, proses tuning yang dilakukan menunjukkan adanya perbedaan yang cukup besar dari sisi waktu. Dengan durasi 210,56 menit, metode tersebut baru selesai dengan waktu sekitar 3,5 jam setelah dilakukannya eksekusi, jauh lebih tinggi dibandingkan RandomizedSearchCV ataupun manual hyperparameter tuning. Hasil tersebut menjelaskan bahwa optimasi untuk mendapatkan nilai MAPE yang lebih kecil memang bisa dilakukan dengan GridSearchCV, namun akan memakan waktu yang jauh lebih lama dibandingkan metode lainnya, terutama pada skenario penelitian yang melibatkan rolling forecast. Pada rolling forecast, setiap kali dilakukan rolling dengan data baru, contohnya januari ke juni untuk memprediksi juli, lalu januari ke juli untuk memprediksi agustus, sehingga menyebabkan model melakukan pelatihan ulang dari awal, sehingga hyperparameter tuning juga harus diulang untuk setiap rolling. Proses

ini membuat waktu yang dibutuhkan meningkat drastis, dan hal ini sangat terasa karena tuning dilakukan pada setiap merek kendaraan.

Selain itu, seluruh proses tuning pascakompetisi ini hanya dilakukan pada model Random Forest, sementara pada saat lomba terdapat tiga model yang digunakan, yaitu Random Forest, XGBoost, dan LightGBM. Jika seluruh model tersebut juga diberi perlakuan serupa, terutama dengan GridSearchCV, total waktu komputasinya akan meningkat berkali-lipat. Berdasarkan selisih waktu yang terlihat pada satu model saja, tuning ketiga model diperkirakan dapat berlangsung berjam-jam bahkan bisa mencapai puluhan jam jika rolling forecast tetap digunakan. Kondisi ini menggambarkan bahwa penggunaan GridSearchCV pada skema penelitian multi-model dengan data yang harus diproses berulang kali bukanlah pilihan yang efisien, terutama jika waktu pengerjaan terbatas seperti pada kompetisi. Dengan demikian, walaupun hasilnya lebih baik, penerapannya pada semua model dan seluruh rolling mungkin tidak realistis dan akan membutuhkan kapasitas komputasi yang jauh lebih besar.

Jika melihat keseluruhan hasil, dapat disimpulkan bahwa peningkatan performa yang diberikan oleh GridSearchCV perlu dipertimbangkan kembali dengan mempertimbangkan waktu yang diperlukan dan skala dataset yang digunakan. Dataset penelitian ini berukuran sangat kecil, dan data sekunder yang diselaraskan menjadi 54 baris seharusnya tidak membutuhkan waktu komputasi sebesar itu. Besarnya waktu yang dipakai kemungkinan besar dipengaruhi oleh mekanisme rolling forecast serta sifat GridSearchCV yang selalu menguji seluruh kombinasi parameter untuk setiap iterasi. Sementara itu, RandomizedSearchCV menunjukkan efisiensi waktu yang jauh lebih baik, namun tidak memberikan peningkatan performa yang signifikan dari manual hyperparameter tuning. Temuan ini menunjukkan bahwa untuk dataset kecil dan proses rolling yang berulang, pemilihan metode tuning perlu disesuaikan dengan

kebutuhan, sehingga tidak hanya bergantung pada improvement kecil dalam akurasi, tetapi juga pada efisiensi waktu dan kelayakan penerapannya secara keseluruhan.

3.3.2 Kendala yang Ditemukan

Dalam proses penyusunan karya tulis ilmiah dan pemodelan pada *PRO-STEP: Road to Champion*, terdapat beberapa kendala yang muncul baik dari sisi teknis maupun nonteknis. Kendala-kendala tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

1. Kendala pertama adalah keterbatasan perangkat yang digunakan selama proses lomba. Proses hyperparameter tuning membutuhkan waktu komputasi yang sangat panjang, terutama ketika melibatkan rolling forecast yang harus melatih ulang model secara berulang. Dengan spesifikasi perangkat yang terbatas, pengujian dengan metode tuning otomatis seperti GridSearchCV atau RandomizedSearchCV menjadi tidak memungkinkan karena waktu pemrosesannya bisa berlangsung berjam-jam, sehingga percobaan hyperparameter tuning hanya bisa dilakukan pascalomba.
2. Penyusunan karya tulis ilmiah untuk kompetisi nasional juga menjadi tantangan tersendiri. Proses perumusan kalimat, penulisan hasil, hingga penyesuaian dengan format lomba memerlukan waktu dan ketelitian tinggi. Setelah lolos ke tahap final, tantangan baru muncul berupa rasa gugup menjelang presentasi di depan dewan juri, yang membuat persiapan mental dan koordinasi tim menjadi sangat penting.
3. Dataset yang digunakan hanya berjumlah 54 baris, sehingga pemilihan model untuk forecasting menjadi cukup sulit. Banyak algoritma time series modern bekerja lebih optimal pada dataset yang lebih panjang, sehingga menentukan model yang sesuai membutuhkan pertimbangan ekstra. Kondisi ini membuat proses pemilihan model tidak bisa hanya mengandalkan eksperimen langsung, melainkan perlu didukung literatur tambahan agar keputusan yang diambil tetap memiliki dasar yang kuat.

4. Kendala terakhir yang ditemukan adalah kendala keahlian teknis, dikarenakan penerapan pemrograman dan penerapan machine learning sudah cukup lama tidak dipraktikkan secara mandiri. Hal tersebut menyebabkan proses pengembangan kode, *debugging*, dan pengujian memerlukan waktu yang lebih lama.

3.3.3 Solusi atas Kendala yang Ditemukan

Untuk mengatasi setiap kendala yang muncul pada *PRO-STEP : Road to Champion*, berbagai langkah dan penyesuaian dilakukan agar proses penelitian tetap dapat berjalan dengan lancar. Solusi yang diterapkan dapat dilihat berikut:

1. Untuk mengatasi masalah perangkat keras, solusi yang diterapkan adalah menggunakan manual hyperparameter tuning selama kompetisi. Pendekatan ini memungkinkan penentuan parameter dilakukan secara lebih cepat tanpa menghabiskan waktu berjam-jam seperti pada tuning otomatis. Dengan cara ini, proses pemodelan tetap dapat berjalan lancar meskipun tidak menggunakan eksplorasi parameter yang kompleks.
2. Untuk menghadapi kendala dalam penyusunan karya tulis dan presentasi, seluruh proses dikerjakan secara kolaboratif agar pembagian tugas merata dan kualitas tulisan lebih terjaga. Selain itu, beberapa sesi bimbingan dilakukan bersama dosen pembimbing untuk memastikan penulisan sesuai standar ilmiah yang baik. Dalam menghadapi fase presentasi final, tim menyiapkan slide dan banner jauh hari sebelumnya agar dapat tampil lebih percaya diri dan mengurangi rasa gugup di hadapan juri.
3. Agar pemilihan model tetap akurat meskipun dataset sangat kecil, solusi yang diterapkan adalah melakukan mini systematic literature review yang berisi 12 penelitian terdahulu. Pendekatan ini membantu mempersempit pilihan model dan memastikan keputusan pemilihan algoritma didukung oleh temuan penelitian lain. Dengan demikian, proses penentuan model menjadi lebih terarah dan tidak sekadar mengandalkan percobaan trial-and-error.

4. Untuk mengatasi kendala kesiapan teknis individu, langkah yang diambil adalah melakukan proses pembelajaran ulang sekaligus penerapan langsung pada proses pengembangan kodenya. Proses ini seperti membaca dokumentasi, mencari kode-kode referensi, menanyakan ke rekan-rekan, serta melakukan berbagai eksperimen. Meskipun membutuhkan waktu tambahan, pendekatan ini membantu meningkatkan pemahaman teknis dan memastikan implementasi model berjalan sebagaimana seharusnya.

3.4 Hasil Lomba/Kompetisi



Gambar 3.26 Sertifikat Best Team Presentation Pada LKTIN Carbon 7.0

Gambar 3.27 menampilkan sertifikat penghargaan “Best Team Presentation 2” yang diperoleh oleh tim yang beranggotakan Ronan Lie, The Neo Sufism, dan Khalisha Kiara Sandhi pada Lomba Karya Tulis Ilmiah Nasional Carbon 7.0. Kompetisi ini berlangsung dari 25 September hingga 9 November 2025, dengan rangkaian final yang diselenggarakan secara luring pada 6-9 November 2025 di Universitas Jambi. Dalam lomba ini, peserta diminta menyusun sebuah karya tulis ilmiah dengan jumlah 15 halaman pada bagian inti serta menyiapkan materi

pendukung berupa slide presentasi dan banner berukuran 160x60 cm. Seluruh komponen tersebut dipresentasikan langsung di hadapan juri pada tahap final, yang kemudian menjadi dasar penilaian keseluruhan dalam penentuan pemenang.

