

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri otomotif Indonesia merupakan salah satu pilar penting dalam perekonomian nasional [14]. Sektor ini memberikan kontribusi signifikan terhadap Produk Domestik Bruto (PDB), mencapai sekitar 6% dari total PDB. Besarnya kontribusi ini mengindikasikan bahwa kinerja pasar otomotif, termasuk fluktuasi penjualan, memiliki dampak yang luas terhadap stabilitas ekonomi dan perencanaan kebijakan. Dalam beberapa tahun terakhir, pasar otomotif Indonesia menunjukkan peningkatan volatilitas dan kompleksitas. Hal ini tercermin dari fluktuasi angka penjualan kendaraan, perubahan preferensi konsumen, serta munculnya segmen pasar baru seperti kendaraan listrik [27].

Pandemi COVID-19 memberikan dampak signifikan terhadap penurunan tajam penjualan kendaraan pada tahun 2020, yang kemudian mulai menunjukkan tren pemulihan pada tahun 2022. Salah satu indikator pemulihan tersebut tercermin dalam peningkatan penjualan wholesales Toyota yang mencapai 331.410 unit pada tahun tersebut [1][13]. Selain itu, terjadi pergeseran preferensi konsumen, dimana penjualan mobil baru pada tahun 2024 menurun 14% dibandingkan tahun sebelumnya, sementara mobil bekas justru meningkat hingga 1,8 juta unit, mencerminkan peningkatan minat terhadap opsi yang lebih ekonomis dan transparan [4]. Meskipun angka penjualan mobil menurun, capaian tersebut tetap melampaui target Gaikindo sebesar 850.000 unit, dengan adanya lonjakan penjualan pada bulan Mei 2024 yang naik lebih dari 46%, namun disusul penurunan pada bulan-bulan berikutnya, menunjukkan ketidakstabilan pasar [5][6].

Seiring dengan itu, pertumbuhan pasar kendaraan listrik (EV) menunjukkan tren positif dengan dukungan insentif pemerintah dan ekspansi infrastruktur, mendorong penjualan model seperti Hyundai Ioniq 5 dan Wuling Air EV, serta peningkatan jumlah model EV dari 18 pada 2022 menjadi 52 pada 2024. Insentif pajak sebesar 10% dari tarif normal mendorong peningkatan penjualan kendaraan listrik sebesar 58,1% sejak April 2023 [7][8]. Ardiyanti et al. [7] juga

mengungkapkan bahwa kurangnya akurasi dalam memprediksi permintaan segmen kendaraan listrik dapat menyebabkan overstocking, yang meningkatkan biaya penyimpanan, atau understocking, yang mengakibatkan hilangnya peluang penjualan.

Pada tahun 2023 dan 2024, industri otomotif di Indonesia mengalami penurunan penjualan yang signifikan, yang sebagian besar disebabkan oleh ketidakakuratan dalam melakukan prediksi penjualan. Salah satu contoh nyata adalah Astra Group, yang mencatatkan penurunan laba bersih dari divisi otomotif sebesar 2% pada tahun 2024, yaitu dari Rp11,417 triliun pada 2023 menjadi Rp11,2 triliun. Penurunan ini terjadi seiring dengan menurunnya penjualan mobil nasional sebesar 14%, menjadi hanya 866.000 unit pada tahun tersebut [29]. Selain Astra Group, Nissan Indonesia juga mengalami penurunan performa penjualan yang drastis. Hingga Oktober 2024, Nissan hanya mampu menjual 1.010 unit mobil di Indonesia, angka yang sangat rendah dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya [30].

Secara umum, penurunan penjualan mobil nasional juga menunjukkan kegagalan dalam prediksi permintaan. Berdasarkan data dari Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia (Gaikindo), hingga November 2023, penjualan mobil baru hanya mencapai 942.686 unit, jauh di bawah target yang ditetapkan sebesar 1,05 juta unit. Gaikindo mengakui bahwa faktor-faktor seperti daya beli masyarakat yang menurun dan perubahan kebijakan pembiayaan belum sepenuhnya dipertimbangkan dalam proyeksi penjualan sebelumnya [31]. Ketiga kasus diatas menegaskan pentingnya akurasi dalam melakukan prediksi penjualan guna menunjang pengambilan keputusan strategis seperti penyediaan stok, distribusi dan produksi dalam industri otomotif.

Fenomena-fenomena di atas tidak hanya dipengaruhi oleh dinamika pasar internal, tetapi juga oleh fluktuasi musiman dan faktor eksternal ekonomi makro sehingga faktor musiman dan eksternal menjadi sangat penting dalam upaya prediksi penjualan yang akurat. Salah satu faktor musiman yang dominan adalah momen hari raya, terutama Lebaran, di mana penjualan kendaraan biasanya mengalami

lonjakan tajam karena meningkatnya kebutuhan mobilitas masyarakat. Selain itu, akhir tahun juga sering menjadi periode peningkatan penjualan karena strategi diskon besar-besaran dari produsen mobil.

Selain faktor musiman, faktor eksternal juga berdampak langsung terhadap daya beli masyarakat, seperti inflasi, Produk Domestik Bruto (GDP) dan suku bunga acuan Bank Indonesia (BI Rate). Sebagaimana penelitian oleh Syari'udin (2020) menemukan bahwa inflasi memiliki pengaruh negatif dan signifikan terhadap penjualan otomotif. Ketika tingkat inflasi tinggi, daya beli masyarakat menurun sehingga minat untuk membeli mobil pun berkurang. Sebaliknya, GDP per kapita berpengaruh positif terhadap penjualan, mencerminkan bahwa pertumbuhan ekonomi mendorong peningkatan pendapatan dan konsumsi masyarakat, termasuk dalam hal pembelian kendaraan bermotor [33].

Selain inflasi dan GDP, Wibowo (2022) juga menegaskan bahwa suku bunga kredit (BI Rate) dan nilai tukar rupiah memiliki pengaruh signifikan terhadap penjualan mobil di Indonesia, terutama dalam jangka panjang. Studi ini menunjukkan bahwa peningkatan suku bunga menyebabkan penurunan penjualan karena biaya pembiayaan menjadi lebih mahal, sementara depresiasi nilai tukar membuat harga kendaraan impor menjadi lebih tinggi. Wibowo menggunakan pendekatan ARDL dan menyimpulkan bahwa peramalan penjualan mobil akan lebih akurat jika mempertimbangkan fluktuasi BI Rate sebagai salah satu variabel prediktor utama dalam model peramalan penjualan kendaraan di Indonesia [32]. Selanjutnya, Purnomo dan Sudjana (2023) mengungkapkan bahwa BI Rate mempengaruhi pertumbuhan kredit yang merupakan sarana utama pembiayaan pembelian kendaraan. Dengan demikian, ketiga variabel tersebut – BI Rate, inflasi, dan GDP – merupakan komponen penting yang harus diintegrasikan dalam model prediksi penjualan mobil di Indonesia untuk menghasilkan estimasi yang relevan dan responsif terhadap dinamika pasar [34].

Penelitian mengenai prediksi penjualan kendaraan telah berkembang pesat dari metode statistik tradisional seperti regresi linear, Double Exponential Smoothing, Multiple Linear Regression, ARIMA dan SARIMA. Amansyah et al.

menggunakan regresi linear untuk memprediksi penjualan mobil Toyota di Indonesia, dan berhasil memperoleh akurasi yang cukup baik dengan nilai MAE sebesar 2.617 unit dan MAPE sebesar 12,47%. Namun, metode ini terbatas dalam menangkap hubungan non-linear antar variabel. Sebaliknya, Putra et al. menerapkan metode Double Exponential Smoothing untuk memprediksi penjualan mobil Mitsubishi, menghasilkan MAPE sebesar 26% untuk Xpander dan 20% untuk Pajero Sport, tetapi juga terbatas dalam menangani pola kompleks. Maulana et al. mencoba mengatasi ketidaktepatan prediksi dengan menggabungkan Delphi Method dan Multiple Linear Regression untuk segmen harga menengah dan memperoleh MAPE sebesar 19,28%, walau tetap tidak mampu menangkap hubungan non-linear yang rumit.

Dalam konteks internasional, Zhang et al. mengkombinasikan SSA dan VAR dalam memprediksi penjualan kendaraan listrik di China. VAR memiliki MAPE sebesar 29,1%, lebih baik dari SSA (MAPE 36,4%), namun keduanya masih lemah dalam menangani dinamika pasar yang kompleks. Juwanda et al. menggunakan ARIMA di Indonesia, menunjukkan prediksi penjualan tiga bulan ke depan antara 151.947 hingga 176.314 unit, tetapi dengan nilai MSE tinggi sebesar 61.70053, yang mencerminkan keterbatasan model dalam menangani pola musiman. Sementara itu, Chen menggunakan SARIMA di AS dan berhasil memprediksi dalam jangka pendek secara akurat pada data dengan pola musiman yang jelas.

Namun, seiring dengan meningkatnya kompleksitas data dan faktor yang mempengaruhi penjualan, pendekatan machine learning mulai diperkenalkan sebagai solusi alternatif. Qu et al. mengembangkan model SVR dengan optimasi Grey Wolf Optimizer, menghasilkan akurasi lebih tinggi dibandingkan metode lain dengan kemampuan menangkap data non-linear yang lebih baik, meskipun kompleksitas tuning parameter menjadi tantangan tersendiri. Babaoğlu et al. membandingkan berbagai algoritma regresi berbasis machine learning dan menemukan Decision Tree sebagai model terbaik dengan R^2 sebesar 97% dan MSE sebesar 0,004795.

Sementara itu, pendekatan deep learning mulai menjadi pilihan utama karena kemampuannya menangkap pola non-linear dan kompleks secara lebih efisien.

Suresh & Suresh (2023) membandingkan metode statistik (ARIMA dan Holt-Winters), machine learning (Random Forest dan Support Vector Regression), dan deep learning (LSTM dan CNN) untuk prediksi penjualan ritel dan menemukan bahwa LSTM memiliki MAPE terendah sebesar 5,12%, diikuti CNN (6,45%), ARIMA (9,83%), dan Holt-Winters (11,25%). Kaya dan Yıldırım menggunakan Deep Neural Network (DNN) dan mencatat loss sebesar 0.0086, membuktikan keunggulan DNN dalam menangani variabel makroekonomi. Afkar et al. menggunakan MLP dan memperoleh MAE sebesar 1879,29 serta MAPE sebesar 6,78%.

Shetty dan Buktar memperkuat hasil tersebut dengan menunjukkan bahwa LSTM menghasilkan MAE 58,58 dan RMSE 85,5, jauh lebih unggul dibandingkan ARIMA dan SARIMA. Penelitian Ding juga membuktikan efektivitas LSTM dalam prediksi penjualan kendaraan listrik di China. Simsek et al. kemudian mengembangkan model hybrid LSTM-CNN dan memperoleh R-Squared sebesar 94,67% yang menunjukkan keakuratan tinggi dalam menangkap pola temporal dan musiman. Model hybrid yang lebih kompleks seperti EMD-AOA-DLSTM oleh Shanmuganathan et al. bahkan mampu mencapai akurasi hingga 97,14%. Selain itu, Ou-Yang et al. menggabungkan CNN dan LSTM dengan data sentimen online dan mencatat peningkatan akurasi sebesar 27,78% dibandingkan model klasik.

Meskipun berbagai studi telah mengembangkan model prediksi penjualan kendaraan dengan pendekatan statistik, machine learning, dan deep learning, masih terdapat kesenjangan signifikan dalam integrasi faktor musiman dan eksternal secara bersamaan. Studi sebelumnya belum membandingkan beberapa model deep learning seperti LSTM, CNN, DNN, maupun hybrid model secara simultan dalam konteks pasar Indonesia. Selain itu, masih jarang penelitian yang menguji pengaruh eksplisit variabel ekonomi seperti inflasi, BI Rate, dan GDP dalam konteks musiman khas Indonesia seperti Lebaran. Oleh karena itu, penelitian ini penting untuk mengisi kesenjangan tersebut.

Urgensi dari penelitian ini terletak pada kebutuhan mendesak industri otomotif Indonesia terhadap sistem prediksi penjualan yang akurat, adaptif, dan kontekstual. Ketepatan prediksi dapat mencegah kerugian akibat kelebihan atau kekurangan stok, serta menunjang efisiensi dalam perencanaan produksi, distribusi, dan strategi pemasaran. Dengan membandingkan performa model deep learning dan mengintegrasikan variabel musiman serta eksternal, penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi nyata bagi industri otomotif di Indonesia baik dari sisi akademis maupun praktis.

Judul “Perbandingan Model Deep Learning untuk Prediksi Penjualan Mobil di Indonesia dengan Integrasi Faktor Musiman dan Eksternal” dipilih karena mencerminkan relevansi akademik dan praktis dari topik penelitian. Fokus pada model deep learning diambil karena kemampuannya dalam menangani data kompleks dan pola musiman, sedangkan objek penjualan mobil Indonesia dipilih karena signifikansinya terhadap perekonomian nasional. Dengan mempertimbangkan variabel BI Rate, inflasi, dan GDP, penelitian ini menghadirkan pendekatan yang lebih holistik dalam prediksi penjualan.

Sebagai penutup, berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini akan menjawab pertanyaan tentang model deep learning mana yang paling optimal dalam memprediksi penjualan mobil di Indonesia dengan mempertimbangkan faktor musiman dan eksternal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka pada penelitian ini dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana menerapkan model-model deep learning, seperti LSTM, CNN, dan *Hybrid Models* (CNN-LSTM) dalam memprediksi penjualan mobil di Indonesia?
2. Bagaimana perbandingan kinerja antara model deep learning LSTM, CNN, dan *Hybrid Models* (CNN-LSTM) dalam memprediksi penjualan mobil di Indonesia?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini akan dibatasi pada:

1. Dataset yang digunakan adalah data penjualan mobil di Indonesia dari periode 2006 hingga 2024 yang disediakan oleh Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia (Gaikindo)
2. Faktor ialah seperti libur lebaran dan akhir tahun.
3. Faktor eksternal ialah inflasi, produk domestik bruto dan BI Rate.
4. Model deep learning yang akan dibandingkan dalam penelitian ini hanya meliputi LSTM, CNN, dan *Hybrid Models* (CNN-LSTM).
5. Fokus penelitian akan lebih kepada prediksi penjualan mobil, bukan analisis mendalam mengenai perilaku konsumen atau model marketing.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memprediksi penjualan mobil di Indonesia dengan menggunakan model deep learning, yaitu LSTM, CNN, dan *Hybrid Models* (CNN-LSTM).
2. Membandingkan kinerja model deep learning, yaitu LSTM, CNN, dan *Hybrid Models* (CNN-LSTM).

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memberikan kontribusi praktis kepada industri otomotif Indonesia dalam meningkatkan akurasi prediksi penjualan, sehingga dapat mengoptimalkan strategi pengelolaan stok dan mengurangi kerugian akibat kesalahan prediksi.
2. Menjadi referensi bagi penelitian serupa di masa depan yang melibatkan penerapan model deep learning dalam prediksi penjualan di industri otomotif atau sektor lain yang memiliki dinamika pasar yang serupa.
3. Membantu pengambil keputusan dalam industri otomotif untuk merumuskan kebijakan yang lebih adaptif terhadap fluktuasi pasar yang dipengaruhi oleh faktor musiman dan eksternal.
4. Menjadi dasar bagi penerapan teknologi deep learning yang lebih luas dalam prediksi permintaan produk di sektor industri lainnya di Indonesia.