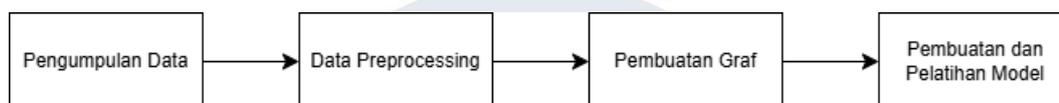


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Perancangan Sistem

Dalam pembuatan penelitian ini, terdapat beberapa tahapan yang perlu dilakukan terlebih dahulu. Berikut ilustrasi pada gambar 3.1, rincian setiap tahapan yang dilakukan dari awal hingga tahap akhir penelitian.



Gambar 3.1 Tahapan Perancangan Sistem

3.1.1 Pengumpulan Data

Pada tahap pertama peneliti terlebih dahulu mengumpulkan data historis dari saham-saham dalam MNC Group. Data yang dikumpul yaitu data harga pembukaan, penutupan, tertinggi, terendah, dan volume transaksi dari masing-masing saham. Peneliti mengambil data tersebut melalui website investing.com. Website tersebut merupakan sebuah platform yang menyajikan data pergerakan market keuangan secara langsung. Melalui website tersebut, peneliti mendapatkan data berjumlah 9 dari 10 saham yang ada pada MNC Group. Saham yang tidak diambil yaitu MNC Sky Vision (MSKY), karena terdapat data yang hilang pada beberapa periode. Setiap saham memiliki data dari tahun 2020 hingga 2025 bulan 2, dan interval 1 hari. Berikut Daftar saham yang didapatkan:

- a. MNC Asia Holding (BHIT)
- b. Global Mediacom (BMTR)
- c. Media Nusantara Citra (MNCN)
- d. MNC Digital Entertainment (MSIN)
- e. MNC Vision Networks (IPTV)
- f. MNC Kapital Indonesia (BCAP)
- g. Bank MNC Internasional (BABP)
- h. MNC Land (KPIG)

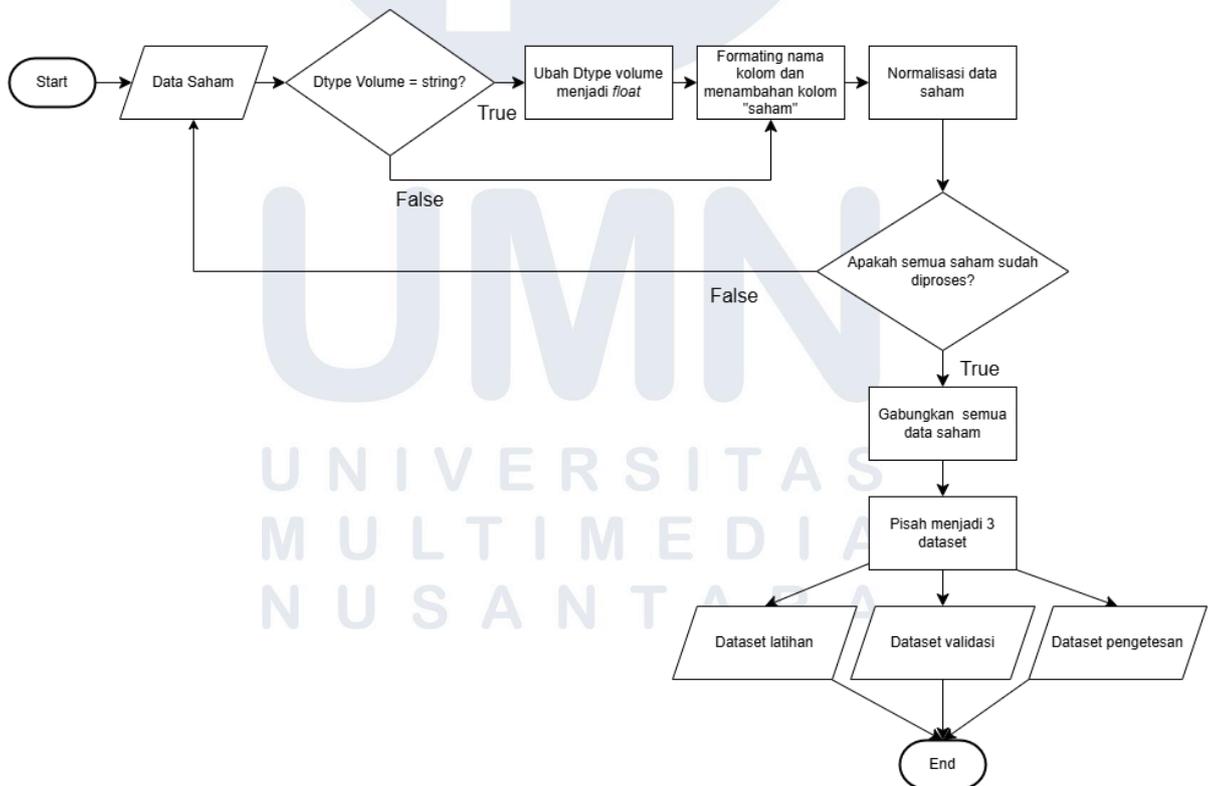
i. MNC Energy Investments (IATA)

3.1.2 Data Preprocessing

Tahap kedua yaitu melakukan preprocessing pada 9 data saham yang berhasil didapatkan. Terdapat beberapa tugas yang perlu dikerjakan pada tahap ini, berikut tugas-tugas yang dilakukan:

- a. Mengubah format nilai volume yang awalnya berupa string menjadi float.
- b. Mengganti nama kolom dan menambahkan kolom “saham” yang berisikan nama saham untuk data tersebut.
- c. Melakukan normalisasi untuk setiap data saham, dan menggabungkan semua data saham menjadi 1 file yang sama.
- d. Membagi dataset menjadi 3 yaitu dataset latihan, validasi, dan pengujian

Berikut flowchart pada gambar 3.2 yang menjelaskan alur data preprocessing.



Gambar 3.2 Flowchart Data Preprocessing

3.1.3 Pembuatan Graf

Pada tahap ini, peneliti membangun struktur graf untuk merepresentasikan hubungan antar saham dengan menggunakan dua pendekatan, yaitu MST (*Minimum Spanning Tree*) dan relasi berbasis pengetahuan (human knowledge-based). Berdasarkan penelitian Wang et al. terdapat metode *Knowledge Graph* yang dapat digunakan untuk membuat graf. *Knowledge Graph* tidak digunakan dalam penelitian ini, karena metode tersebut membutuhkan data yang cukup banyak dan beragam seperti laporan keuangan, berita dan data tidak berstruktur lainnya. Metode tersebut juga membutuhkan ekstraksi fitur yang cukup kompleks [14].

Dalam pembuatan graf menggunakan dua metode yang dipilih, peneliti terlebih dahulu menentukan simpul, fitur simpul dan label pada graf yang akan dibuat. Dalam penelitian ini, simpul diwakili oleh saham karena setiap saham diperlakukan sebagai entitas utama. Setiap simpul akan menyimpan informasi data OHLCV (*Open, High, Low, Close, Volume*) sebagai fitur simpul, dan label yang ingin diprediksi yaitu nilai penutupan (*close*). Harga penutupan dipilih karena nilai tersebut dapat menjadi indikator pergerakan harga saham pada 1 sesi [23]. Setelah mendapatkan simpul, fitur simpul, dan label dibuatlah graf.

- a. Metode pertama yang digunakan adalah *Minimum Spanning Tree* (MST). MST digunakan karena dapat mengambil hubungan yang signifikan antar saham, sehingga mengurangi noise dari korelasi yang tidak terlalu kuat. Namun MST juga memiliki kelemahan, terdapat kemungkinan saham yang relevan tidak terhubung karena bukan yang terkuat secara nilai korelasi. Dalam pembuatan graf MST, peneliti terlebih dahulu mencari struktur MST yang digunakan untuk membuat graf saham. Proses konstruksi MST dimulai dengan menghitung return logaritmik dari harga penutupan saham untuk menghasilkan perubahan harga yang lebih stabil. Selanjutnya, dilakukan

perhitungan korelasi Pearson antar saham berdasarkan return tersebut. Nilai dari korelasi Pearson merepresentasikan apakah dua saham bergerak naik dan turun bersamaan (positif), atau berlawanan (negatif), atau tidak berkorelasi (nilai mendekati 0). Nilai korelasi kemudian diubah menjadi metrik jarak, dan MST dibangun dari hasil konversi jarak tersebut menjadi struktur array dua dimensi [14].

Graf kemudian dibentuk berdasarkan struktur MST tersebut menggunakan library PyTorch. Setiap graf merepresentasikan hubungan antara sembilan saham pada tanggal yang sama. Setelah graf terbentuk, data selanjutnya diubah menjadi *tensor* PyTorch yang digunakan untuk komputasi dan pelatihan model. Semua graf yang telah dibuat disimpan dalam bentuk tensor.

- b. Metode kedua menggunakan pendekatan berbasis pengetahuan, yaitu membentuk graf berdasarkan relasi bisnis dan sektoral antar saham. Berdasarkan penelitian Wang et al., metode ini dapat memberikan struktur graf yang lebih mencerminkan realitas hubungan antar perusahaan [15]. Dalam penelitian ini, peneliti membuat tiga jenis graf berdasarkan variasi hubungan yang digunakan.

graf pertama yaitu menghubungkan setiap saham berdasarkan sektor yang sama, kemudian semua saham dihubungkan ke saham holding. Berikut sektor yang dimiliki setiap saham MNC Group yang didapatkan dari penelitian sebelumnya [9] (Tabel 3.1).

Tabel 3.1 Saham dan Sektor MNC Group Berdasarkan Penelitian Sebelumnya

Saham	Sektor
MNC Asia Holding TBK (BHIT)	Multisektor, Holding
Global Mediacom TBK (BMTR)	Multisektor, Sub-holding
Media Nusantara Citra TBK (MNCN)	Media & Hiburan

MNC Digital Entertainment TBK (MSIN)	Media & Hiburan
MNC Vision Networks TBK (IPTV)	Media & Hiburan
MNC Kapital Indonesia TBK (BCAP)	Keuangan
Bank MNC Internasional TBK (BABP)	Keuangan
MNC Land TBK (KPIG)	Perhotelan/Pelayanan
MNC Energy Investments TBK (IATA)	Perhotelan/Pelayanan

Setelah mengetahui informasi saham dan sektor masing-masing perusahaan, peneliti membuat graf berdasarkan data tersebut [9]. Peneliti menggunakan BHIT sebagai saham utama yang akan terhubung ke semua saham lainnya. BHIT sebagai saham utama/induk karena perusahaan saham tersebut memegang kepemilikan saham lainnya, dan harga saham induk dapat dipengaruhi oleh saham dibawah kepemilikannya [24]. Kemudian saham yang berada dalam sektor yang sama akan dibuat saling berelasi.

Graf kedua menggunakan informasi kepemilikan saham perusahaan. Peneliti mencari informasi terkait saham melalui data Bursa Efek Indonesia (idx.co.id). Dalam struktur ini, saham-saham dihubungkan dengan perusahaan yang menjadi pemilik sahamnya. Berikut daftar pemegang saham masing-masing perusahaan MNC Group yang saling berhubungan (Tabel 3.2).

Tabel 3.2 Informasi Pemegang Saham MNC Group

Saham	Pemegang Saham
MNC Asia Holding TBK (BHIT)	Perusahaan Induk
Global Mediacom TBK (BMTR)	BHIT
Media Nusantara Citra TBK (MNCN)	BMTR
MNC Digital Entertainment TBK (MSIN)	MNCN
MNC Vision Networks TBK (IPTV)	BMTR
MNC Kapital Indonesia TBK (BCAP)	BHIT
Bank MNC Internasional TBK (BABP)	BHIT, BMTR, KPIG

MNC Land TBK (KPIG)	BHIT
MNC Energy Investments TBK (IATA)	BHIT

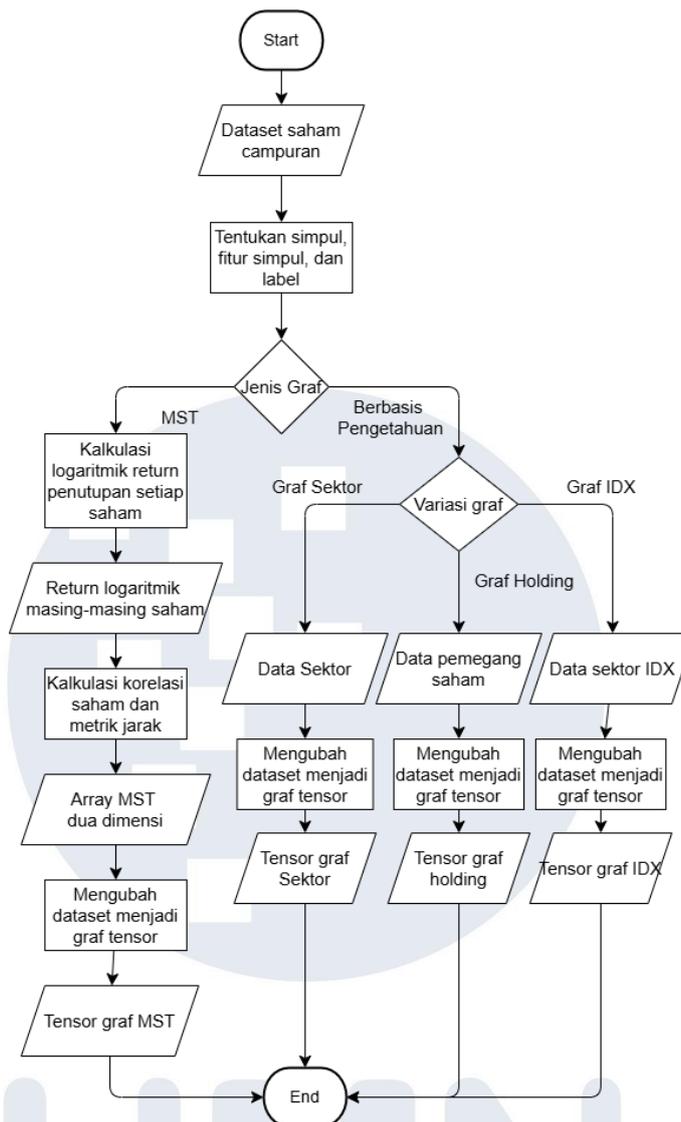
Graf ketiga menyerupai percobaan pertama, namun informasi sektor diambil dari data idx.co.id. percobaan ini dilakukan karena data sektor di penelitian sebelumnya berbeda dengan di idx.co.id. Perbedaannya yaitu pada saham IATA berada di sektor Energi, dan BMTR yang berada di sektor media & hiburan berdasarkan informasi dari idx.co.id. Berikut sektor yang didapatkan masing-masing perusahaan. Berikut daftar saham dan sektor yang didapatkan dari data idx (Tabel 3.3).

Tabel 3.3 Informasi Saham dan Sektor MNC Group Berdasarkan Data IDX

Saham	Sektor
MNC Asia Holding TBK (BHIT)	Multisektor, Holding
Global Mediacom TBK (BMTR)	Media & Hiburan
Media Nusantara Citra TBK (MNCN)	Media & Hiburan
MNC Digital Entertainment TBK (MSIN)	Media & Hiburan
MNC Vision Networks TBK (IPTV)	Media & Hiburan
MNC Kapital Indonesia TBK (BCAP)	Kuangan, Sub-holding
Bank MNC Internasional TBK (BABP)	Kuangan
MNC Land TBK (KPIG)	Perhotelan/Pelayanan
MNC Energy Investments TBK (IATA)	Energi

Setelah seluruh graf dari ketiga pendekatan tersebut selesai dibuat, langkah selanjutnya adalah mengonversi masing-masing graf ke dalam format tensor menggunakan PyTorch agar dapat digunakan dalam proses pelatihan model Graph Neural Network.

Berikut gambar 3.3 yang mengilustrasikan alur pembuatan graf.



Gambar 3.3 Flowchart Pembuatan Graf

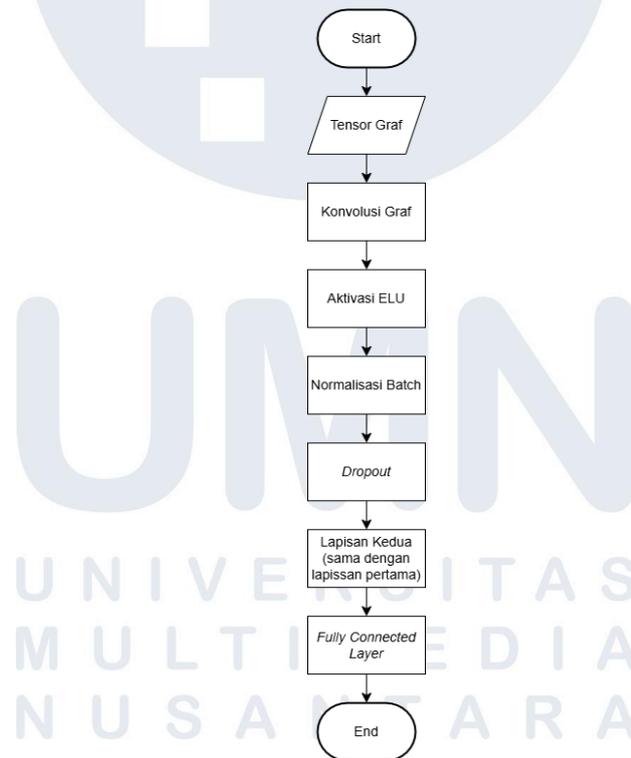
3.1.4 Pembuatan dan Pelatihan Model

Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah Graph Attention Network (GAT), yang diimplementasikan menggunakan class bawaan dari pustaka *PyTorch Geometric*. Model yang dibikin memiliki tiga lapisan utama. Lapisan pertama adalah lapisan konvolusi berbasis graf yang berfungsi untuk mengekstraksi fitur dari masing-masing *node* dengan memperhatikan hubungan antar *node* dalam graf. Setelah proses konvolusi, digunakan fungsi aktivasi ELU (Exponential Linear Unit) untuk meningkatkan akurasi model dan mempercepat proses pelatihan. Fungsi

ELU dipilih karena memiliki kemampuan menangani nilai negatif dan cenderung lebih stabil ketika dikombinasikan dengan teknik normalisasi batch [25].

Hasil dari aktivasi ELU yang didapatkan, akan dilakukan normalisasi batch untuk menstabilkan output. Selanjutnya, digunakan teknik dropout untuk mencegah overfitting dengan cara menonaktifkan secara acak sejumlah unit selama proses pelatihan. Lapisan kedua memiliki struktur yang sama dengan lapisan pertama, dan menerima input dari hasil keluaran lapisan sebelumnya. Lapisan ini kembali melakukan proses konvolusi, aktivasi ELU, normalisasi, dan *dropout*.

Lapisan ketiga yaitu *fully connected* yang akan mengubah nilai yang didapatkan pada lapisan kedua menjadi output prediksi harga penutupan saham. Berikut gambaran proses dari model yang dibikin (gambar 3.4).

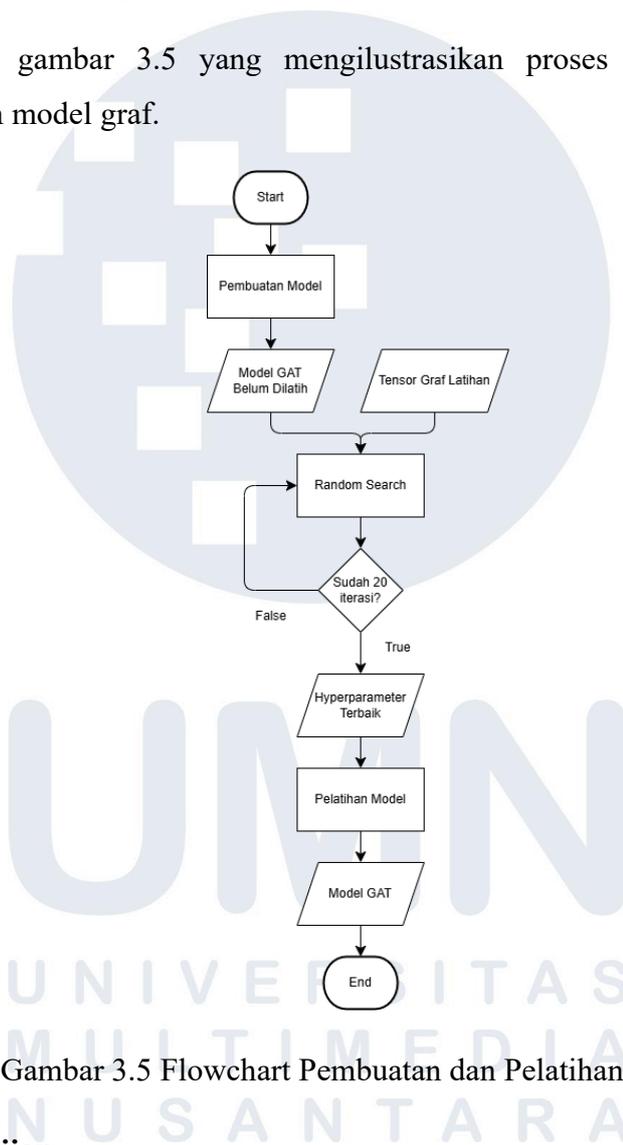


Gambar 3.4 Arsitektur Model GAT

Model yang sudah dibuat akan dilatih menggunakan data graf saham. pada tahap ini peneliti harus menentukan *hyperparameter* yang akan

digunakan. Untuk mendapatkan hasil yang terbaik, peneliti menggunakan metode *random search*. Terdapat beberapa parameter yang dipilih secara acak, antara lain *hidden channel*, *num head*, *dropout*, dan *learning rate*. Peneliti menggunakan 20 kali pengujian untuk mendapatkan parameter yang paling optimal. Setelah mendapatkan *hyperparameter* terbaik, model tersebut akan dilatih dan dievaluasi dengan membandingkan data validasi dan data output yang dikeluarkan saat latihan.

Berikut gambar 3.5 yang mengilustrasikan proses pelatihan dan pembuatan model graf.



Gambar 3.5 Flowchart Pembuatan dan Pelatihan Model

3.2 Metode Pengujian

Metode pengujian ditujukan untuk mengevaluasi kinerja model GAT (Graph Attention network) dalam memprediksi harga saham. MAPE dan MAE merupakan metrik yang digunakan dalam penelitian ini. MAPE ditujukan untuk memberikan persentase rata-rata error antara nilai prediksi dan nilai

aktual. MAE mirip dengan MAPE namun nilai yang dihasilkan yaitu perbedaan nilai asli bukan dalam persentase. MAE dan MAPE dipilih karena, dapat menangkap rata-rata kesalahan absolut pada suatu prediksi, dan bukan kesalahan kuadrat yang dapat memperbesar nilai error terhadap outlier seperti pada RMSE [26]. Berikut formula untuk menghitung nilai MAPE (4) dan MAE (5)

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{A_i - F_i}{A_i} \right| \times 100 \quad (4)$$

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |A_i - F_i| \quad (5)$$

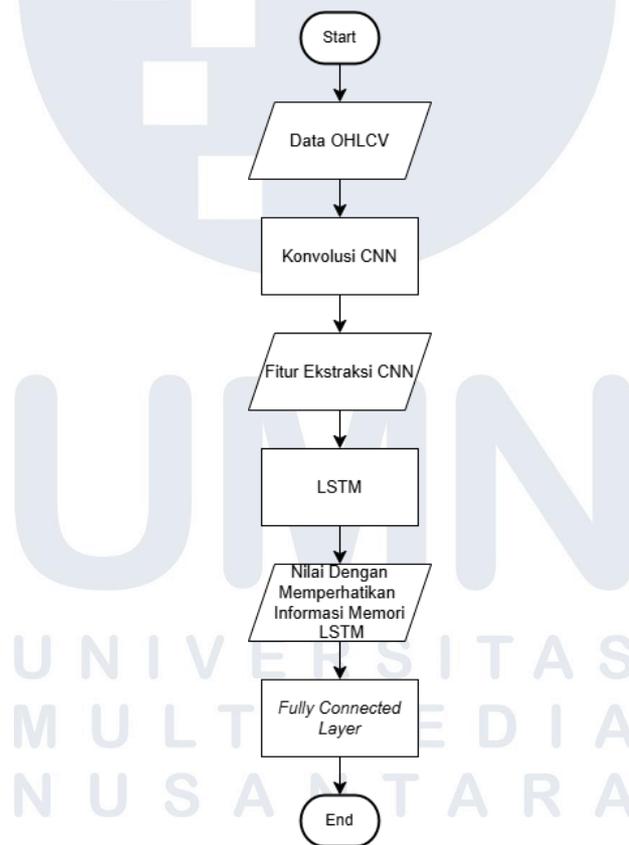
Dimana n merupakan jumlah nilai yang dibandingkan, A merupakan nilai aktual, dan F merupakan nilai yang diprediksi.

Directional Accuracy juga tidak digunakan dalam penelitian ini, karena fokus utama penelitian ini pada nilai yang diprediksi model, bukan ketepatan pergerakan naik/turun yang diprediksi model. MAE dan MAPE lebih dipilih karena menunjukkan ketepatan nilai yang lebih relevan bagi investor dalam berinvestasi.

Selain GAT, penelitian ini juga membandingkan performa model dengan pendekatan lain, yaitu model CNN+LSTM. Model CNN+LSTM dipilih karena kepopulerannya dikalangan peneliti dalam memprediksi pergerakan data deret waktu, dan banyaknya penelitian yang memprediksi harga saham menggunakan model ini dan memberikan hasil prediksi yang cukup bagus [27]. Kelebihan dari model ini yaitu memiliki keunggulan dalam menangkap fitur jangka pendek menggunakan CNN dan mengingat pergerakan jangka panjang menggunakan LSTM. Kelemahannya yaitu hanya memproses satu saham dan tidak mempertimbangkan relasi antar saham, yang memungkinkan kehilangan informasi yang relevan dan juga rentan overfitting [27]. Oleh karena itu, untuk mengetahui seberapa jauh performa model GAT dalam memprediksi saham, model tersebut dibandingkan dengan CNN+LSTM. Pembuatan model CNN+LSTM ini, didasari oleh penelitian serupa yang

memprediksi saham menggunakan model tersebut [27]. Model CNN+LSTM akan dilatih menggunakan data yang sama dengan data model GAT, namun data yang digunakan untuk setiap model hanya data satu saham saja. Sehingga akan ada 9 model yang mewakili masing-masing saham, untuk dibandingkan dengan model GAT.

Model CNN+LSTM bekerja dengan mengambil data historis saham dalam rentang waktu rentang waktu tertentu sebagai input. Data tersebut kemudian akan diproses oleh layer CNN untuk mengekstraksi pola jangka pendek dari saham tersebut. Hasil dari ekstraksi CNN diteruskan ke LSTM, yang akan membuat prediksi dengan memperhatikan informasi yang terdapat pada memori LSTM. Hasil prediksi LSTM kemudian diteruskan ke *fully connected layer* yang menghasilkan prediksi harga penutupan saham.



Gambar 3.6 Arsitektur dan Proses CNN+LSTM