

## BAB 1 Pendahuluan

Untuk mengatasi sifat pasar yang tidak pasti, telah ada beberapa penelitian yang mempelajari data saham untuk memprediksi harga dan tren saham [2]. Berbagai metode pembelajaran mesin, seperti *neural network*, *Support Vector Machine (SVM)* dan *Hidden Markov Model (HMM)*, digunakan untuk memprediksi harga saham beserta dengan trennya [3]. Beberapa penelitian yang telah dilakukan seperti Galeshchuk [4] membuat model jaringan saraf untuk memprediksi nilai *exchange* saham. Selanjutnya, Cao dan Tay [5] menggunakan SVM untuk memprediksi tren S&P 500 menggunakan data *candlestick* dengan *timeframe* harian. Kemudian, Hassan dan Nath [1] yang menggunakan HMM untuk memprediksi empat saham maskapai penerbangan, dengan cara mencari kondisi masa lalu yang paling mirip dengan kondisi pasar saham saat ini, untuk meramalkan kondisi pasar besok hari, dengan membagi kondisi pasar menjadi tiga jenis: pasar *bull*, pasar *mixed*, dan pasar *bear*. Kemudian, Park, Lee [6] menggunakan HMM untuk memprediksi perubahan arah harga penutupan saham untuk hari yang akan datang. Selanjutnya, Nguyen [8] yang mengimplementasikan *4-state HMM* dengan empat *observable sequences* untuk memprediksi harga bulanan S&P 500. Terakhir, studi Fu [2] menggunakan indikator teknis dalam membangun model HMM untuk meramalkan kondisi pasar hari berikutnya.

Dalam penelitian ini, HMM diimplementasikan untuk memprediksi harga penutupan dan kondisi pasar saham. Secara kesetuluhan, metode prediksi harga penutupan saham diadaptasi dari studi Hassan, et al [1] dan Nguyen, et al [8]. Terdapat tiga tahap pada keseluruhan prosedur, yaitu: tahap akuisisi dan persiapan data, tahap pembuatan *out-of-sample data*, tahap prediksi harga penutupan saham, dan tahap prediksi kondisi pasar saham. Pada tahap akuisisi dan persiapan data, digunakan dua data saham *consumer goods* yang terdaftar pada *Indonesia Stock Exchange (IDX)*, masing-masing bernama UNVR.JK dan ICBP.JK, yang diperoleh dari *website Yahoo! Finance*. Kedua data saham tersebut merupakan data historis yang masing-masing diambil mulai dari 1 Januari 2006 sampai 1 Januari 2020. Kemudian, persiapan masing-masing data historis tersebut adalah kalkulasi label kondisi pasar dan sepuluh jenis indikator teknis, diskritisasi nilai harga penutupan serta kesepuluh nilai indikator teknis, dan perhitungan parameter HMM  $\lambda$ , yakni vektor probabilitas inisial  $\pi$ , matriks probabilitas transisi  $A$ , dan matriks probabilitas emisi  $B$ . Kesepuluh indikator teknis yang digunakan adalah *simple moving average (SMA)*, *weighted moving average (WMA)*, *momentum (MOM)*, *stochastic %K*, *stochastic %D*, *relative strength index (RSI)*, *moving average convergence divergence (MACD)*, *Larry William's R*, *oscillator A/D* dan *commodity channel indicator (CCI)*.

Tahap selanjutnya adalah prediksi harga penutupan saham. Pada awal prosedur prediksi harga penutupan saham, data *out-of-sample* dengan kolom harga *open*, *high*, *low* dan *close (OHLC)* di-generate menggunakan data indikator teknis historis dan dengan menerapkan model regresi linier. Kemudian, data sepuluh indikator teknikal dari data *out-of-sample* dikalkulasikan dan digunakan sebagai *observation sequence HMM*. Kemudian, HMM dengan empat *observation sequence* (tiga indikator teknis dan *return* harga penutupan) digunakan untuk memprediksi harga penutupan harian dan HMM dengan dua *observation sequence* (satu indikator teknis dan *return* harga penutupan) digunakan untuk memprediksi harga penutupan mingguan dan bulanan. Indikator teknis dipilih menggunakan *window of three* (untuk prediksi harga penutupan harian), terlepas dari jenis indikatornya. Setelah prediksi harga penutupan dihasilkan, nilai *error* antara harga penutupan dari data *out-of-sample* dan prediksi harga penutupan, dihitung dengan menggunakan *mean squared error (MSE)* dan *mean absolute percentage error (MAPE)*. Dalam prediksi kondisi pasar, algoritma Viterbi digunakan untuk menemukan jalur kondisi pasar yang paling mungkin terjadi. Prediksi kondisi pasar menggunakan nilai teknikal indikator sebagai *observable sequence*. Dikarenakan terdapat sepuluh indikator teknis, maka terdapat sepuluh prediksi kondisi pasar dari setiap saham dan periode (harian, mingguan, dan bulanan). Kemudian, prediksi keadaan pasar dievaluasi dengan menggunakan *confusion matrix*, skor akurasi, skor *recall*, skor *precision*, dan skor *F-1*.

### Latar Belakang

Prediksi harga dan kondisi pasar saham tentunya merupakan sebuah hal yang dapat membantu investor dalam memperoleh keuntungan yang stabil. Penggunaan HMM untuk memprediksikan harga saham telah dilakukan oleh beberapa peneliti seperti Hassan, et al [1] dan Nguyen [8], juga Fu [2] yang mengimplementasikan HMM untuk meramalkan kondisi pasar. Pada penelitian ini, harga dan kondisi pasar saham diprediksikan dengan menggunakan HMM dan sepuluh indikator teknis. Terdapat penggunaan dua algoritma HMM dalam masing-masing jenis prediksi. Algoritma HMM yang digunakan adalah algoritma *forward* untuk memprediksikan harga penutupan saham dan algoritma Viterbi untuk memprediksikan kondisi pasar saham. Alasan pemilihan kedua algoritma tersebut didasarkan pada kegunaan masing-masing algoritma dalam menyelesaikan permasalahan HMM, yang mana permasalahan HMM yang dimaksud terkait dengan prediksi harga dan kondisi pasar saham.

### Topik dan Batasannya

Secara umum, terdapat tiga masalah utama yang dapat diselesaikan dengan HMM [8], ketiga masalah tersebut adalah:

1. Terdapat *observation data*  $O = o_1, o_2, \dots, o_T$  dan parameter model HMM  $\lambda = \{A, B, \pi\}$ , hitunglah probabilitas observasi,  $P(O|\lambda)$ .
2. Terdapat *observation data*  $O = o_1, o_2, \dots, o_T$  and parameter model HMM  $\lambda = \{A, B, \pi\}$ , temukanlah *hidden state sequence*  $Q = q_1, q_2, \dots, q_N$  yang merupakan “*best fit*” untuk  $O = o_1, o_2, \dots, o_T$ .
3. Terdapat *observation data*  $O = o_1, o_2, \dots, o_T$ , hitunglah parameter HMM  $\lambda = \{A, B, \pi\}$ .

Masing-masing dari ketiga permasalahan di atas mampu diselesaikan dengan algoritma yang sesuai dengan urutan di bawah ini:

1. Menggunakan algoritma *forward* [9] atau *backward algorithm* [10] untuk mencari peluang observasi.
2. Menggunakan algoritma Viterbi [11] untuk menemukan hidden states sequence terbaik untuk sebuah runutan observasi.
3. Menggunakan algoritma *Baum–Welch* [12] untuk mengkalibrasi parameter HMM

Kendati demikian, penelitian kali ini hanya berfokus pada masalah pertama dan masalah kedua. Yang mana masalah pertama merupakan permasalahan terkait dengan prediksi harga penutupan saham dan masalah kedua merupakan permasalahan terkait dengan prediksi kondisi pasar saham.

### **Tujuan**

Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi harga penutupan dan kondisi pasar (*bullish, bearish, sideway*) menggunakan HMM dan algoritma *forward* serta Viterbi.

### **Organisasi Tulisan**

Jurnal ini turut menjelaskan studi terkait pada bagian 2, sistem yang dibangun pada bagian 3, hasil dan evaluasi prediksi harga dan kondisi pasar saham pada bagian 4, dan diakhiri oleh kesimpulan pada bagian 5.