

Prediksi Arah Kenaikan Indeks Sektoral yang Berada Di Bursa Efek Indonesia (BEI) dengan Menggunakan Bayesian Network

Benedikto Krisnandy Wijaya¹, Deni Saepudin², Aniq Atiqi Rohmawati³

^{1,2,3}Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

¹benediktok@students.telkomuniversity.ac.id, ²denisaepudin@telkomuniversity.ac.id,

³aniqatiqi@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Peramalan data khususnya pergerakan indeks merupakan suatu metode yang digunakan untuk membantu pengambilan keputusan dalam berinvestasi di pasar keuangan. Investasi saham sendiri dilakukan untuk meningkatkan aset pada masa depan. Dalam investasi juga harus mempertimbangkan hasil yang didapatkan atau biasa disebut *return*. Untuk bisa mengetahui pergerakan dan hubungannya di masa depan, dibutuhkan sebuah model untuk membantu meramalkan pergerakan harga saham. Dalam tugas akhir ini akan membahas tentang, bagaimana memprediksi arah kenaikan indeks sektoral yang berada di Bursa Efek Indonesia (BEI) dengan menggunakan *Bayesian Network* dan Algoritma *Naïve Bayes*. Indeks sektoral yang digunakan adalah data historis mingguan dari tahun 2000 sampai 2018 yang setiap sektornya berjumlah sebanyak 984 minggu yaitu 02 Januari 2000 sampai 27 Desember 2015 yang berjumlah 828 minggu sebagai data training dan data testing antara 03 Januari 2016 sampai 30 Desember 2018 yang berjumlah sebanyak 156 minggu. Metode yang digunakan untuk mengetahui pergerakan setiap indeks adalah menggunakan Algoritma *Naïve Bayes* Diskrit dan Kontinu. Setiap indeks diasumsikan saling bebas dan hanya berkaitan dengan nilai kurs dollar Amerika Serikat. Dari hubungan tersebut digunakanlah *Bayesian Network* untuk menggambarkan topologinya. Setelah itu, menentukan metode yang terbaik untuk perhitungan prediksi dengan melihat tingkat akurasi dari setiap metode dengan *confusion matrix*. Indeks yang terkait diantaranya adalah JKAGRI, JKCONS, JKFINA, JKINFA, JKMING, JKPROP, dan JKTRAD terhadap Kurs Dollar Amerika Serikat (USD/IDR). Nilai rata-rata akurasi pada *Naïve Bayes* Diskrit adalah sebesar 60.71% untuk data training dan 55.43% untuk data testing. Sedangkan nilai rata-rata akurasi pada *Naïve Bayes* Kontinu adalah sebesar 51.28% untuk data testing. Sektor nilai tukar USD/IDR lebih mempengaruhi JKINFA pada Data Training, sedangkan pada Data Testing lebih mempengaruhi JKAGRI dan JKCONS.

Kata kunci : Indeks Sektoral, Bayesian Network, Naïve Bayes Diskrit, Naïve Bayes Kontinu, Data Historis

Abstract

Data forecasting, especially index movements, is a method used to assist decision making in investing in financial markets. Own stock investment is carried out to increase assets in the future. In investment must also consider the results obtained or commonly called return. To be able to know the movements and relationships in the future, we need a model to help predict stock price movements. In this final project will discuss about, how to predict the direction of the rise in sectoral indices on the Indonesia Stock Exchange (IDX) using the Bayesian Network and Naïve Bayes Algorithm. The sectoral index used is weekly historical data from 2000 to 2018, with each sector totaling 984 weeks, namely 2 January 2000 to 27 December 2015 totaling 828 weeks as training data and testing data between 3 January 2016 and 30 December 2018, totaling 156 Sunday. The method used to determine the movement of each index is using the Discrete and Continuous Naïve Bayes Algorithm. Each index is assumed to be independent and only relates to the value of the US dollar exchange rate. From this connection Bayesian Network is used to describe the topology. After that, determine the best method for calculating predictions by looking at the accuracy of each method with the confusion matrix. Related indexes include JKAGRI, JKCONS, JKFINA, JKINFA, JKMING, JKPROP, and JKTRAD against the US Dollar Exchange Rate (USD / IDR). The average accuracy in the Discrete Naïve Bayes is 60.71% for training data and 55.43% for testing data. While the average value of accuracy in Continuous Naïve Bayes is 51.28% for testing data. The USD / IDR exchange rate sector has more influence on JKINFA in Data Training, while in Data Testing it has more influence on JKAGRI and JKCONS.

Keywords: Sectoral Indices, Bayesian Networks, Naïve Bayes Discrete, Naïve Bayes Continuous, Historical Data

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Prediksi data dalam harga saham merupakan sebuah langkah yang dilakukan untuk meramalkan pergerakan dalam menentukan keputusan di pasar saham. *Forecasting* atau peramalan adalah seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian di masa depan. Hal ini dapat dilakukan dengan melibatkan pengambilan data masa lalu dan menempatkannya ke masa yang akan datang dengan suatu bentuk model yang matematis [1].

Prediksi ini dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan finansial yang memiliki pola ketidakpastian dan ketidakstabilan. Salah satu masalah finansial yang memiliki pola tersebut adalah kenaikan dan penurunan harga penutupan pada pasar saham. Beberapa studi tentang pembahasan prediksi harga saham banyak dilakukan juga untuk mengetahui hasil nilai akurasi yang terbaik yang bisa dicapai. Prediksi menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dengan membandingkan hasil prediksinya dengan metode *Exponential Smoothing* yang menghasilkan keakuratan prediksi nilai Jaringan Syaraf tiruan sebesar 2.7% dengan algoritma *Backpropagation* [11]. Studi lainnya juga melakukan prediksi harga saham menggunakan *Support Vector Regression* (SVR) dengan fungsi kernel linier untuk memprediksi harga saham dengan tingkat akurasi 92.47% untuk data training dan 83,39% untuk data testing[12]. Studi dengan perbandingan pun dilakukan untuk melihat keakuratan sebuah prediksi terhadap indeks harga saham yaitu dengan melakukan perbandingan 2 model, algoritma *Multilayer Perception* (MLP) dan *Support Vector Machines* (SVM) yang dimana hasil prediksi SVM lebih akurat dibandingkan dengan MLP[13].

Dalam tugas akhir ini akan membahas tentang bagaimana memprediksi arah kenaikan indeks sektoral yang berada di Bursa Efek Indonesia (BEI) yang terdiri dari 7 sektor yaitu Sektor Agroindustri (JKAGRI), Sektor Konstruksi (JKCONS), Sektor Pertambangan (JKMING), Sektor Infrastruktur (JKINFA), Sektor Perdagangan (JKTRADE), Sektor Property (JKPROP), Sektor Keuangan (JKFINA) dengan menggunakan pendekatan *Bayesian Network*. Dengan menggunakan pendekatan *Bayesian Network* untuk mengetahui arah kenaikan dan penurunan indeks karena setiap indeks sektoral memiliki depedensi di antara indeks sektor pasar saham. Dimana dari satu indeks dapat memahami seberapa kuat ketergantungan dengan memverifikasi probabilitas dari satu perubahan pasar, mengingat beberapa indeks lainnya memiliki perubahan juga.

Permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah bagaimana melakukan prediksi berdasarkan kenaikan atau penurunan dari harga penutupan mingguan setiap Indeks Sektoral yang berada di Bursa Efek Indonesia (BEI). Keterkaitan dan pengaruh antar sektor ditentukan dengan topologi jaringan menggunakan *Bayesian Network*, sedangkan untuk prediksi menggunakan Algoritma *Naive Bayes* Diskrit dan Kontinu. Setelah itu, menentukan tingkat akurasi dari hasil prediksi menggunakan *confusion matrix* untuk menentukan metode terbaik.

Topik dan Batasannya

Permasalahan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah bagaimana memodelkan serta memprediksi pergerakan berdasarkan kenaikan atau penurunan dari harga penutupan mingguan setiap Indeks Sektoral yang berada di Bursa Efek Indonesia (BEI). Keterkaitan dan pengaruh antar indeks sektoral ditentukan menggunakan model *Bayesian Network* dan berdasarkan analisis kualitatif yang berhubungan dengan indeks sektoral yang terkait. Sedangkan untuk prediksi, menggunakan Algoritma *Naive Bayes* Diskrit dan Kontinu. Serta menentukan metode terbaik untuk prediksi dengan melihat akurasi tertinggi menggunakan *Confusion Matrix*.

Batasan masalah dalam Tugas Akhir ini diantaranya:

- Hanya melibatkan data Indeks Sektoral yang berada pada Bursa Efek Indonesia (BEI) dan Indeks nilai tukar USD/IDR.
- Data yang digunakan merupakan harga penutupan mingguan dari setiap indeks sektoral dan nilai tukar USD/IDR antara 02 Januari 2000 sampai 27 Desember 2015 yang berjumlah 828 minggu sebagai data training dan data testing antara 03 Januari 2016 sampai 30 Desember 2018 yang berjumlah sebanyak 156 minggu, sumber data diperoleh dari situs <https://www.investing.com>.

Tujuan

Tujuan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah mendapatkan hasil prediksi atau pergerakan indeks sektoral dari harga penutupan mingguan di setiap Indeks sektoral di masa depan menggunakan pendekatan model *Bayesian Network* yang berada di Bursa Efek Indonesia (BEI). Kemudian, menentukan metode terbaik berdasarkan hasil tingkat akurasi dari Algoritma *Naive Bayes* Diskrit atau Kontinu menggunakan *Confusion Matrix*.

Organisasi Tulisan

Selanjutnya pada bab 2 akan dibahas mengenai Studi terkait, meliputi Indeks Harga Saham, Bayesian Network, Naive Bayes dan Confusion Matrix. Pada bab 3 akan dibahas Sistem yang Dibangun. Pada bab 4 akan dibahas hasil dan analisis pengujian. Pada bab 5 akan dibahas mengenai Kesimpulan dan Saran.

2. Studi Terkait

2.1 Indeks Harga Saham

Indeks harga saham adalah indikator atau cerminan pergerakan harga saham. Indeks merupakan salah satu pedoman bagi investor untuk melakukan investasi di pasar modal, khususnya saham [3]. Saham adalah kertas yang tercantum dengan jelas nilai nominal, nama perusahaan, dan diikuti dengan hak dan kewajiban yang telah dijelaskan kepada setiap pemegangnya [4].

Dalam Bursa Efek Indonesia (BEI) terdapat indeks sektoral yang meliputi semua perusahaan tercatat yang termasuk dalam masing-masing sektor. Sekarang ini ada 10 sektor yang terdapat di BEI yaitu Sektor Agroindustri (JKAGRI), Sektor Industri Dasar (JKBIND), Sektor Konstruksi (JKCONS), Sektor Pertambangan (JKMING), Sektor Infrastruktur (JKINFA), Sektor Manufaktur (JKMNFG), Sektor Perdagangan (JKTRADE), Sektor Properti (JKPROP), Sektor Keuangan (JKFINA), dan Sektor Lainnya (JKMISC).

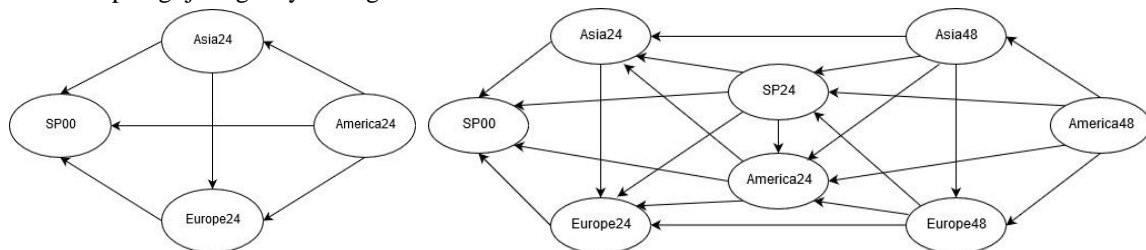
Namun dalam pengerjaan ini penulis menggunakan 7 sektor karena berkaitan dengan indeks luar yaitu nilai tukar Kurs Dollar terhadap rupiah (USD/IDR). 7 Indeks Sektoral ini adalah Sektor Agroindustri (JKAGRI), Sektor Konstruksi (JKCONS), Sektor Pertambangan (JKMING), Sektor Infrastruktur (JKINFA), Sektor Perdagangan (JKTRADE), Sektor Property (JKPROP), dan Sektor Keuangan (JKFINA). Karena dari *Financial News* pada penjelasan dampak nilai tukar Kurs Dollar Amerika terhadap Rupiah mempengaruhi sektor-sektor yang ada[6].

Pada satu kasus jika pengaruh nilai tukar Kurs Dollar Amerika terhadap Rupiah dapat menyebabkan beberapa sektor mengalami dampak terhadap emiten-emiten yang ada[7].

2.2 Bayesian Network

Pada studi terkait mengenai Forecasting stock market index daily direction : A Bayesian Network[2]. Melakukan perbandingan pada dua model Bayesian Network, model pertama menghitung harga penutupan dalam jangka waktu 24 jam, dan model kedua menghitung dalam jangka waktu 48 jam. Dalam percobaan terdapat lebih dari satu indeks per sektoral. Indeks pasar saham yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 12 indeks di seluruh dunia yang dikelompokkan berdasarkan letak benua untuk mengetahui pergerakan arah penutupan indeks pasar saham.

Gambar topologi jaringannya sebagai berikut :

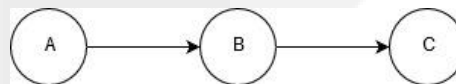


Gambar 1.1 Topologi Jaringan pada Jurnal *Forecasting stock market index daily direction : A Bayesian Network*

Setiap penutupan Indeks Sektoral dalam Bursa Efek Indonesia (BEI) mempengaruhi indeks satu dengan yang lain. Berdasarkan asumsi ini, setiap indeks yang berada pada BEI mempunyai pengaruh terhadap indeks yang lain. Setelah menyadari bahwa sistem berbasis aturan dengan faktor kepastian memiliki keterbatasan yang serius sebagai metode untuk representasi pengetahuan dan dukungan untuk alasan di bawah ketidakpastian, peneliti mengalihkan perhatian mereka terhadap interpretasi probabilistik faktor kepastian, yang mengarah ke definisi *Bayesian Network* [5]. *Bayesian Network* sendiri dapat digambarkan sebagai *acyclic directed graph* (DAG) yang mendefinisikan faktorisasi probabilitas distribusi gabungan terhadap variabel yang diwakili oleh DAG.

Bayesian Network memiliki beberapa jenis contoh topologi, diantaranya:

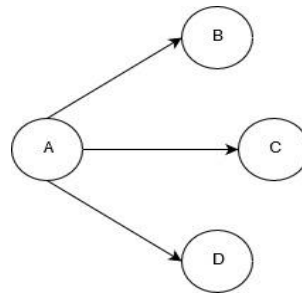
- Topologi Serial



Gambar 2.1 Topologi Serial

Gambar diatas menunjukkan nilai node A akan mempengaruhi probabilitas node B dan nilai node B akan mempengaruhi probabilitas node C. Tetapi node A dan C tidak saling mempengaruhi satu sama lain (independent).

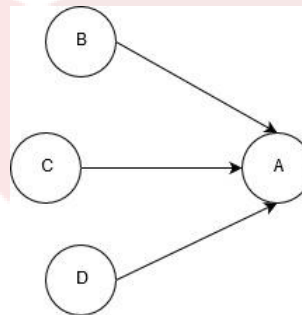
- Topologi Divergen



Gambar 2.2 Topologi Divergen

Gambar diatas menunjukkan nilai node A akan mempengaruhi probabilitas node B, C dan D. Tetapi node B, C dan D tidak saling mempengaruhi satu sama lain (independent).

- Topologi Konvergen



Gambar 2.3 Topologi Konvergen

Gambar diatas menunjukkan nilai node B, C, dan D akan mempengaruhi probabilitas node A. Tetapi node B, C dan D tidak saling mempengaruhi satu sama lain (independent).

Identifikasi topologi jaringan berguna untuk menentukan ketergantungan informasi diantara node-node yang terdapat pada Bayesian network [10]. Topologi jaringan dibuat berdasarkan hubungan keterkaitan sektor pasar keuangan Indonesia dengan Nilai Tukar USD/IDR yang diketahui berdasarkan analisis kualitatif *financial news* dan hasil penelitian terdahulu.

2.3 Naïve Bayes

Naive Bayes merupakan pengklasifikasian dengan metode probabilitas dan statistik yang dikemukakan oleh ilmuwan Inggris Thomas Bayes yaitu memprediksi peluang di masa depan berdasarkan pengalaman dimasa sebelumnya [8]. Secara garis besar Teorema *Bayesian Network* untuk membuat model topologi jaringan dapat dijelaskan seperti persamaan berikut :

$$P(h_i|d) = \frac{P(d|h_i)P(h_i)}{P(d)}, \quad (1)$$

Keterangan:

d : Data d dengan *class* yang belum diketahui.

h_i : Hipotesis data merupakan suatu *class* spesifik.

$P(h_i|d)$: Probabilitas pada hipotesis h_i dengan kondisi d (posterior probabilitas).

$P(h_i)$: Probabilitas pada hipotesis h_i (prior probabilitas).

$P(d|h_i)$: Probabilitas d yang berdasarkan dengan kondisi hipotesis h_i .

$P(d)$: Probabilitas d .

Namun jika data bersifat kontinu, maka diasumsikan kedalam suatu distribusi, salah satu distribusi yang biasa digunakan yaitu distribusi normal, atau juga sering disebut Densitas Gauss. Oleh karena itu dalam menghitung $P(d|h_i)$ diestimasi dengan fungsi densitas Gauss :

$$f(X(i)) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} e^{-\frac{(X(i)-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \tag{2}$$

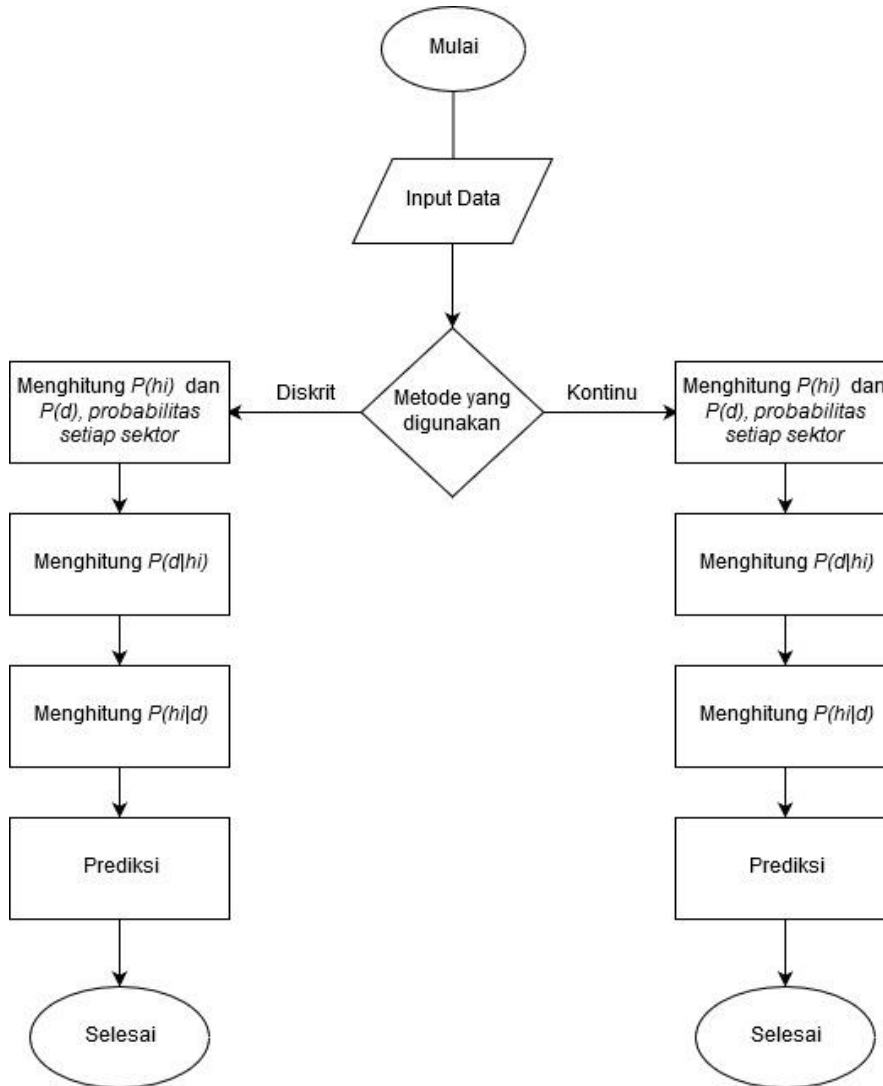
Keterangan :

$X(i)$ = Nilai *return* sektor i .

σ = Standar deviasi, menyatakan standar deviasi.

μ = *Mean*, menyatakan rata rata.

Alur dari metode Naive Bayes dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.4 Alur Metode Naïve Bayes

2.4 Confusion Matrix

Pengukuran kinerja menggunakan confusion matrix, terdapat empat istilah sebagai representasi hasil proses klasifikasi. Keempat istilah tersebut adalah *True Positive* (TP), *True Negative* (TN), *False Positive* (FP) dan *False Negative* (FN). Pada jenis klasifikasi binary yang hanya memiliki dua keluaran kelas, confusion matrix dapat ditulis dalam tabel seperti berikut:

Tabel 1. Confusion Matrix

KELAS	Terklasifikasi <i>Positif</i>	Terklasifikasi <i>Negatif</i>
<i>Positif</i>	TP	FN
<i>Negatif</i>	FP	TN

Berdasarkan nilai TN, FP, FN, dan TP dapat diperoleh nilai akurasi. Nilai akurasi menggambarkan seberapa akurat sistem dapat mengklasifikasikan data secara benar [9].

Nilai akurasi dapat diperoleh dengan Persamaan berikut:

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\% , \quad (3)$$

Keterangan :

TP = jumlah data *positif* yang terklasifikasi dengan benar,

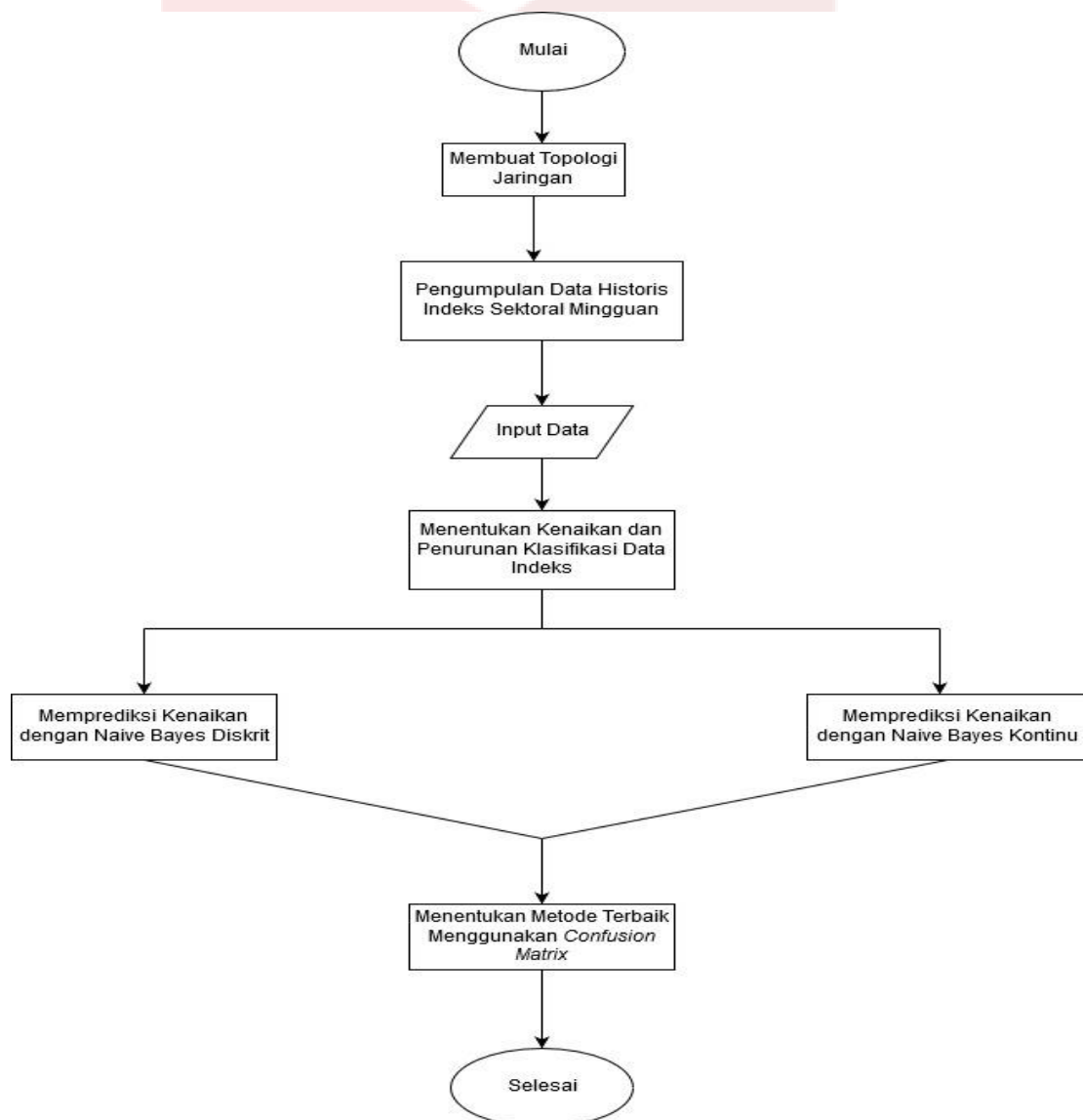
TN = jumlah data *negatif* yang terklasifikasi dengan benar,

FN = jumlah data *negatif* namun terklasifikasi positif,

FP = jumlah data *positif* namun terklasifikasi negatif.

3. Sistem yang Dibangun

3.1 Flowchart Perancangan Sistem



Gambar 3.1 Flowchart Perancangan System

Berikut adalah alur rancangan sistem dalam Tugas Akhir :

- Pembuatan Model Topologi *Bayesian Network*
Pembuatan topologi jaringan dibuat berdasarkan hubungan keterkaitan indeks sektoral yang berada pada Bursa Efek Indonesia (BEI) dengan Nilai Tukar USD/IDR yang diketahui berdasarkan analisis kualitatif dan hasil penelitian terdahulu.

- Pengumpulan Data Historis Indeks Sektoral
Data yang digunakan merupakan harga penutupan mingguan dari setiap indeks sektoral dan nilai tukar USD/IDR antara 02 Januari 2000 sampai 30 Desember 2018 sebagai data training dan data harga penutupan mingguan dari setiap indeks sektoral dan nilai tukar USD/IDR antara 03 Januari 2016 sampai 30 Desember 2018 sebagai data testing, sumber data diperoleh dari situs <https://www.investing.com>.
- Menentukan Kenaikan dan Penurunan Klasifikasi Data Indeks
Klasifikasi data ditentukan berdasarkan hasil perbandingan antara data ke- i dan $i-1$, jika data ke- i lebih besar dari $i-1$ maka dimasukkan ke kelas 1 (naik), jika data ke- i lebih kecil dari $i-1$ maka dimasukkan ke kelas 0 (turun).
- Memprediksi Kenaikan dengan Naïve Bayes Diskrit
Berdasarkan jaringan topologi yang telah dibuat, prediksi kenaikan dihitung menggunakan Naive Bayes Diskrit yang terdapat pada persamaan (1).
- Memprediksi Kenaikan dengan Naïve Bayes Kontinu
Berdasarkan jaringan topologi yang telah dibuat, prediksi kenaikan dihitung menggunakan Naive Bayes Kontinu yang terdapat pada persamaan (2) dan persamaan (1).
- Menentukan Metode Terbaik Menggunakan *Confusion Matrix*
- Metode terbaik ditentukan berdasarkan tingkat akurasi dari kedua metode yang dilakukan, metode dengan tingkat akurasi paling tinggi dipilih sebagai metode terbaik. Perhitungan akurasi menggunakan confusion matrix yang terdapat pada persamaan (3).

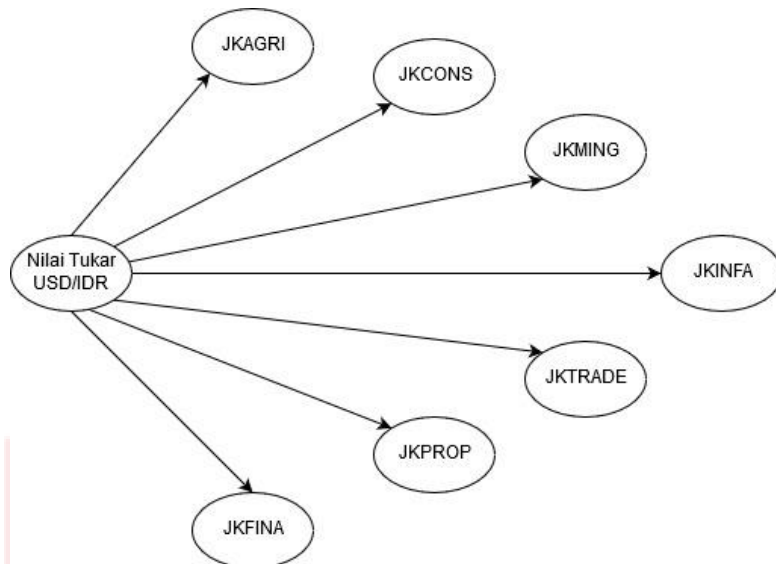
4. Evaluasi

4.1 Hasil Pengujian

4.1.1 Topologi Jaringan

Topologi jaringan dari *Bayesian Network* dibuat berdasarkan hubungan keterkaitan indeks sektoral yang berada pada Bursa Efek Indonesia (BEI) dengan Nilai Tukar USD/IDR yang diketahui berdasarkan analisis kualitatif *financial news* dan hasil penelitian terdahulu. Dari setiap Indeks Sektoral yang ada yaitu berjumlah 10 indeks. Berdasarkan pencarian dan pertimbangan setiap indeks memiliki pengaruh yang lemah atau kuat dengan nilai tukar USD/IDR. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa kebijakan dari pihak keuangan Amerika yang berdampak langsung pada beberapa emiten yang berhubungan langsung dengan nilai Tukar USD/IDR. Oleh karena itu dari 10 Indeks sektoral yang ada diambil 7 sektor yang mempunyai pengaruh yang kuat akan pengaruh dari perubahan kurs USD/IDR yaitu diantaranya adalah Sektor Agroindustri (JKAGRI), Sektor Konstruksi (JKCONS), Sektor Pertambangan (JKMING), Sektor Infrastruktur (JKINFA), Sektor Perdagangan (JKTRADE), Sektor Property (JKPROP), dan Sektor Keuangan (JKFINA).

Berdasarkan pembahasan pada bagian Isi mengenai Indeks harga saham dan beberapa *financial news* lainnya, dijadikanlah dasar pembuatan topologi dari Indeks Sektoral yang berada di BEI terhadap nilai tukar USD/IDR sebagai pembawa pengaruh pada beberapa Indeks Sektoral tersebut. Dengan asumsi sektor nilai tukar USD/IDR mempengaruhi Sektor Agroindustri (JKAGRI), Sektor Konstruksi (JKCONS), Sektor Pertambangan (JKMING), Sektor Infrastruktur (JKINFA), Sektor Perdagangan (JKTRADE), Sektor Property (JKPROP), dan Sektor Keuangan (JKFINA), serta ketujuh Indeks Sektoral yang ada independen dan tidak saling mempengaruhi. Jenis topologi atau tipe koneksi yang digunakan yaitu topologi divergen. Dibawah ini merupakan rancangan topologi *Bayesian Network* berdasarkan hasil analisis kualitatif *financial news* dan hasil penelitian terdahulu.



Gambar 4.1 Topologi Jaringan Bayesian Network Indeks Sektorial terhadap Nilai Tukar USD/IDR

4.1.2 Naïve Bayes Diskrit Data Testing

Perhitungan menggunakan persamaan (1). Dengan h_i merupakan JKAGRI dan d merupakan Nilai Tukar USD/IDR. Dibawah ini merupakan merupakan hasil perhitungan JKAGRI dengan syarat Nilai Tukar USD/IDR menggunakan Naive Bayes Diskrit.

Tabel 2. Hasil Perhitungan JKAGRI Diskrit Data Testing

Naïve Bayes Diskrit		JKAGRI	
		1	0
Nilai Tukar USD/IDR	1	0.494117647	0.505882353
	0	0.535211268	0.464788732

Perhitungan menggunakan persamaan (1). Dengan h_i merupakan JKCONS dan d merupakan Nilai Tukar USD/IDR. Dibawah ini merupakan hasil perhitungan JKCONS dengan syarat Nilai Tukar USD/IDR menggunakan Naive Bayes Diskrit.

Tabel 3. Hasil Perhitungan JKCONS Diskrit Data Testing

Naïve Bayes Diskrit		JKCONS	
		1	0
Nilai Tukar USD/IDR	1	0.482352941	0.517647059
	0	0.535211268	0.464788732

Perhitungan menggunakan persamaan (1). Dengan h_i merupakan JKFINA dan d merupakan Nilai Tukar USD/IDR. Dibawah ini merupakan hasil perhitungan JFINA dengan syarat Nilai Tukar USD/IDR menggunakan Naive Bayes Diskrit.

Tabel 4. Hasil Perhitungan JKFINA Diskrit Data Testing

Naïve Bayes Diskrit		JKFINA	
		1	0
Nilai Tukar USD/IDR	1	0.564705882	0.435294118
	0	0.61971831	0.38028169

Perhitungan menggunakan persamaan (1). Dengan h_i merupakan JKINFA dan d merupakan Nilai Tukar USD/IDR. Dibawah ini merupakan hasil perhitungan JKINFA dengan syarat Nilai Tukar USD/IDR menggunakan Naive Bayes Diskrit.

Tabel 5. Hasil Perhitungan JKINFA Diskrit Data Testing

Naïve Bayes Diskrit		JKINFA	
		1	0
Nilai Tukar USD/IDR	1	0.458823529	0.541176
	0	0.577464789	0.422535

Perhitungan menggunakan persamaan (1). Dengan h_i merupakan JKMING dan d merupakan Nilai Tukar USD/IDR. Dibawah ini merupakan hasil perhitungan JKMING dengan syarat Nilai Tukar USD/IDR menggunakan Naive Bayes Diskrit.

Tabel 6. Hasil Perhitungan JKMING Diskrit Data Testing

Naïve Bayes Diskrit		JKMING	
		1	0
Nilai Tukar	1	0.552941176	0.447059
USD/IDR	0	0.661971831	0.338028

Perhitungan menggunakan persamaan (1). Dengan h_i merupakan JKPROP dan d merupakan Nilai Tukar USD/IDR. Dibawah ini merupakan hasil perhitungan JKPROP dengan syarat Nilai Tukar USD/IDR menggunakan Naive Bayes Diskrit.

Tabel 7. Hasil Perhitungan JKPROP Diskrit Data Testing

Naïve Bayes Diskrit		JKPROP	
		1	0
Nilai Tukar	1	0.447058824	0.552941
USD/IDR	0	0.577464789	0.422535

Perhitungan menggunakan persamaan (1). Dengan h_i merupakan JKTRAD dan d merupakan Nilai Tukar USD/IDR. Dibawah ini merupakan hasil perhitungan JKTRAD dengan syarat Nilai Tukar USD/IDR menggunakan Naive Bayes Diskrit.

Tabel 8. Hasil Perhitungan JKTRAD Diskrit Data Testing

Naïve Bayes Diskrit		JKTRAD	
		1	0
Nilai Tukar	1	0.376470588	0.623529
USD/IDR	0	0.605633803	0.394366

4.1.3 Naïve Bayes Diskrit Data Training

Perhitungan menggunakan persamaan (1). Dengan h_i merupakan JKAGRI dan d merupakan Nilai Tukar USD/IDR. Dibawah ini merupakan hasil perhitungan JKAGRI dengan syarat Nilai Tukar USD/IDR menggunakan Naive Bayes Diskrit.

Tabel 9. Hasil Perhitungan JKAGRI Diskrit Data Training

Naïve Bayes Diskrit		JKAGRI	
		1	0
Nilai Tukar	1	0.433408578	0.566591
USD/IDR	0	0.61038961	0.38961

Perhitungan menggunakan persamaan (1). Dengan h_i merupakan JKCONS dan d merupakan Nilai Tukar USD/IDR. Dibawah ini merupakan hasil perhitungan JKCONS dengan syarat Nilai Tukar USD/IDR menggunakan Naive Bayes Diskrit.

Tabel 10. Hasil Perhitungan JKCONS Diskrit Data Training

Naïve Bayes Diskrit		JKCONS	
		1	0
Nilai Tukar	1	0.458239278	0.541761
USD/IDR	0	0.690909091	0.309091

Perhitungan menggunakan persamaan (1). Dengan h_i merupakan JKFINA dan d merupakan Nilai Tukar USD/IDR. Dibawah ini merupakan hasil perhitungan JKFINA dengan syarat Nilai Tukar USD/IDR menggunakan Naive Bayes Diskrit.

Tabel 11. Hasil Perhitungan JKFINA Diskrit Data Training

Naïve Bayes Diskrit		JKFINA	
		1	0
Nilai Tukar	1	0.458239278	0.541761
USD/IDR	0	0.683116883	0.316883

Perhitungan menggunakan persamaan (1). Dengan h_i merupakan JKINFA dan d merupakan Nilai Tukar USD/IDR. Dibawah ini merupakan hasil perhitungan JKINFA dengan syarat Nilai Tukar USD/IDR menggunakan Naive Bayes Diskrit.

Tabel 12. Hasil Perhitungan JKINFA Diskrit Data Training

Naïve Bayes Diskrit		JKINFA	
		1	0
Nilai Tukar	1	0.41986456	0.580135
USD/IDR	0	0.667532468	0.332468

Perhitungan menggunakan persamaan (1). Dengan h_i merupakan JKMING dan d merupakan Nilai Tukar USD/IDR. Dibawah ini merupakan hasil perhitungan JKMING dengan syarat Nilai Tukar USD/IDR menggunakan Naive Bayes Diskrit.

Tabel 13. Hasil Perhitungan JKMING Diskrit Data Training

Naïve Bayes Diskrit		JKMING	
		1	0
Nilai Tukar	1	0.422121896	0.577878
USD/IDR	0	0.625974026	0.374026

Perhitungan menggunakan persamaan (1). Dengan h_i merupakan JKPROP dan d merupakan Nilai Tukar USD/IDR. Dibawah ini merupakan hasil perhitungan JKPROP dengan syarat Nilai Tukar USD/IDR menggunakan Naive Bayes Diskrit.

Tabel 14. Hasil Perhitungan JKPROP Diskrit Data Training

Naïve Bayes Diskrit		JKPROP	
		1	0
Nilai Tukar	1	0.417607223	0.582393
USD/IDR	0	0.651948052	0.348052

Perhitungan menggunakan persamaan (1). Dengan h_i merupakan JKTRAD dan d merupakan Nilai Tukar USD/IDR. Dibawah ini merupakan hasil perhitungan JKTRAD dengan syarat Nilai Tukar USD/IDR menggunakan Naive Bayes Diskrit.

Tabel 15. Hasil Perhitungan JKTRAD Diskrit Data Training

Naïve Bayes Diskrit		JKTRAD	
		1	0
Nilai Tukar	1	0.453724605	0.546275
USD/IDR	0	0.685714286	0.314286

4.1.4 Naïve Bayes Kontinu

Perhitungan pertama menggunakan persamaan (2). Dengan h_i merupakan Indeks Sekotral (JKAGRI, JKCONS, JKFINA, JKINFA, JKMING, JKPROP, dan JKTRAD) dan d merupakan hasil optimasi dengan rumus:

$$X_i = \frac{X_i - X_{i-1}}{X_{i-1}}, \quad (4)$$

dengan

X_i = harga penutupan mingguan nilai tukar USD/IDR pada hari ini

X_{i-1} = harga penutupan mingguan nilai tukar USD/IDR pada hari kemarin

Dibawah ini merupakan hasil perhitungan densitas gauss dengan syarat Nilai Tukar USD/IDR menggunakan Naive Bayes Kontinu.

Tabel 16. Hasil Perhitungan Densitas Gaussian

Keterangan	1	0
Mean (μ)	0,0020	0,0017
Standar deviasi (σ)	0,0244	0,0215

Setelah itu, perhitungan dilanjutkan dengan menggunakan persamaan (1).

4.2 Analisis Hasil Pengujian Data Training

Dibawah ini merupakan hasil tabel-tabel *Confusion Matrix* JKAGRI, JKCONS, JKFINA, JKINFA, JKMING, JKPROP, dan JKTRAD Diskrit terhadap data training antara 02 Januari 2000 sampai 27 Desember 2015 yang berjumlah 828 minggu.

Tabel 17. Confusion Matrix JKAGRI Diskrit Data Training

Confusion Matrix Diskrit		KELAS JKAGRI	
		1	0
PREDIKSI JKAGRI	1	235	150
	0	192	251

Tabel 20. Confusion Matrix JKINFA Diskrit Data Training

Confusion Matrix Diskrit		KELAS JKINFA	
		1	0
PREDIKSI JKINFA	1	257	128
	0	186	257

Tabel 18. Confusion Matrix JKCONS Diskrit Data Training

Confusion Matrix Diskrit		KELAS JKCONS	
		1	0
PREDIKSI JKCONS	1	266	119
	0	203	240

Tabel 21. Confusion Matrix JKMING Diskrit Data Training

Confusion Matrix Diskrit		KELAS JKMING	
		1	0
PREDIKSI JKMING	1	241	144
	0	187	256

Tabel 19. Confusion Matrix JKFINA Diskrit Data Training

Confusion Matrix Diskrit		KELAS JKFINA	
		1	0
PREDIKSI JKFINA	1	263	122
	0	203	240

Tabel 22. Confusion Matrix JKPROP Diskrit Data Training

Confusion Matrix Diskrit		KELAS JKPROP	
		1	0
PREDIKSI JKPROP	1	251	134
	0	185	258

Tabel 23. Confusion Matrix JKTRAD Diskrit Data Training

Confusion Matrix Diskrit		KELAS JKTRAD	
		1	0
PREDIKSI JKTRAD	1	264	121
	0	201	242

Dibawah ini merupakan hasil perhitungan akurasi dari prediksi Naïve Bayes Diskrit terhadap Indeks Sektoral (JKAGRI, JKCONS, JKFINA, JKINFA, JKMING, JKPROP, dan JKTRAD).

Tabel 24. Akurasi Naïve Bayes Data Training

AKURASI	JKAGRI	JKCONS	JKFINA	JKINFA	JKMING	JKPROP	JKTRAD	Rata-Rata
DISKRIT	59%	61%	61%	62%	60%	61%	61%	60.714285%

Tabel diatas menunjukkan tingkat akurasi dari metode Naïve Bayes Diskrit pada Data Training yang dipengaruhi langsung oleh sektor nilai tukar USD/IDR. Dari penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan metode Naïve Bayes Diskrit terhadap setiap sektor Indeks Sektoral yang ada (JKAGRI, JKCONS, JKFINA, JKINFA, JKMING, JKPROP, dan JKTRAD) menghasilkan tingkat akurasi yang cukup tinggi.

Selain itu, dari penelitian ini membuktikan bahwa sektor nilai tukar USD/IDR dapat mempengaruhi Indeks Sektoral yang berada di Bursa Efek Indonesia (BEI) walaupun pengaruh yang didapat cukup bervariasi. Rata-rata nilai akurasi yang diperoleh dari nilai prediksi metode Naïve Bayes Diskrit pada Data Training sebesar 60.714285%. Pengaruh sektor nilai tukar USD/IDR terlihat lebih tinggi pada JKINFA yaitu sebesar 62%.

4.3 Analisis Hasil Pengujian Data Testing

Dibawah ini merupakan hasil tabel-tabel *Confussion Matrix* JKAGRI, JKCONS, JFKFINA, JKINFA, JKMING, JKPROP, dan JKTRAD Diskrit terhadap data testing antara 03 Januari 2016 sampai 30 Desember 2018 yang berjumlah 156 minggu.

Tabel 25. Confusion Matrix JKAGRI Diskrit Data Testing

Confusion Matrix Diskrit		KELAS JKAGRI	
		1	0
PREDIKSI JKAGRI	1	38	33
	0	42	43

Tabel 28. Confusion Matrix JKINFA Diskrit Data Testing

Confusion Matrix Diskrit		KELAS JKINFA	
		1	0
PREDIKSI JKINFA	1	41	30
	0	39	46

Tabel 26. Confusion Matrix JKCONS Diskrit Data Testing

Confusion Matrix Diskrit		KELAS JKCONS	
		1	0
PREDIKSI JKCONS	1	38	33
	0	41	44

Tabel 29. Confusion Matrix JKMING Diskrit Data Testing

Confusion Matrix Diskrit		KELAS JKMING	
		1	0
PREDIKSI JKMING	1	94	62
	0	0	0

Tabel 27. Confusion Matrix JFKFINA Diskrit Data Testing

Confusion Matrix Diskrit		KELAS JFKFINA	
		1	0
PREDIKSI JFKFINA	1	92	64
	0	0	0

Tabel 30. Confusion Matrix JKPROP Diskrit Data Testing

Confusion Matrix Diskrit		KELAS JKPROP	
		1	0
PREDIKSI JKPROP	1	41	30
	0	38	47

Tabel 31. Confusion Matrix JKTRAD Diskrit Data Testing

Confusion Matrix Diskrit		KELAS JKTRAD	
		1	0
PREDIKSI JKTRAD	1	0	0
	0	75	81

Dibawah ini merupakan hasil tabel-tabel *Confussion Matrix* JKAGRI, JKCONS, JFKFINA, JKINFA, JKMING, JKPROP, dan JKTRAD Kontinu terhadap data testing antara 03 Januari 2016 sampai 30 Desember 2018 yang berjumlah 156 minggu.

Tabel 32. Confusion Matrix JKAGRI Kontinu Data Testing

Confusion Matrix Kontinu		KELAS JKAGRI	
		1	0
PREDIKSI JKAGRI	1	54	43
	0	26	33

Tabel 34. Confusion Matrix JFKFINA Kontinu Data Testing

Confusion Matrix Kontinu		KELAS JFKFINA	
		1	0
PREDIKSI JFKFINA	1	57	40
	0	35	24

Tabel 33. Confusion Matrix JKCONS Kontinu Data Testing

Confusion Matrix Kontinu		KELAS JKCONS	
		1	0
PREDIKSI JKCONS	1	54	43
	0	25	34

Tabel 35. Confusion Matrix JKINFA Kontinu Data Testing

Confusion Matrix Kontinu		KELAS JKINFA	
		1	0
PREDIKSI JKINFA	1	49	48
	0	31	28

Tabel 36. Confusion Matrix JKMING Kontinu Data Testing

Confusion Matrix Kontinu		KELAS JKMING	
		1	0
PREDIKSI JKMING	1	56	41
	0	38	21

Tabel 37. Confusion Matrix JKPROP Kontinu Data Testing

Confusion Matrix Kontinu		KELAS JKPROP	
		1	0
PREDIKSI JKPROP	1	47	50
	0	32	27

Tabel 38. Confusion Matrix JKTRAD Kontinu Data Testing

Confusion Matrix Kontinu		KELAS JKTRAD	
		1	0
PREDIKSI JKTRAD	1	47	50
	0	28	31

Dibawah ini merupakan hasil perhitungan akurasi dari prediksi Naïve Bayes Diskrit dan Kontinu terhadap Indeks Sektoral (JKAGRI, JKCONS, JKFINA, JKINFA, JKMING, JKPROP, dan JKTRAD).

Tabel 39. Akurasi Naïve Bayes Data Testing

AKURASI	JKAGRI	JKCONS	JKFINA	JKINFA	JKMING	JKPROP	JKTRAD	Rata-Rata
DISKRIT	52%	53%	59%	56%	60%	56%	52%	55.43%
KONTINU	56%	56%	52%	49%	49%	47%	50%	51.28%
RATA-RATA	54%	54.5%	55.5%	52.5%	54.5%	51.5%	51%	

Tabel diatas menunjukkan tingkat akurasi dari metode Naïve Bayes Diskrit dan Kontinu pada Data Testing yang dipengaruhi langsung oleh sektor nilai tukar USD/IDR. Dari penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan metode Naïve Bayes Diskrit terhadap setiap sektor Indeks Sektoral yang ada (JKAGRI, JKCONS, JKFINA, JKINFA, JKMING, JKPROP, dan JKTRAD) menghasilkan tingkat akurasi yang cukup tinggi karena menghitung peluang keterkaitan antar sektor dengan syarat-syarat peluang yang dibatasi, sedangkan untuk metode Naïve Bayes Kontinu juga menunjukkan hasil tingkat akurasi yang tidak cukup tinggi karena perhitungannya hanya berdasarkan selisih dari harga penutupan indeks setiap minggunya.

Selain itu, dari penelitian ini membuktikan bahwa sektor nilai tukar USD/IDR dapat mempengaruhi Indeks Sektoral yang berada di Bursa Efek Indonesia (BEI) walaupun pengaruh yang didapat cukup bervariasi. Dari hasil prediksi nilai akurasi dengan metode Naïve Bayes Diskrit Data Testing mendapatkan rata-rata yang lebih besar yaitu 55.43% dari metode Naïve Bayes Kontinu Data Testing yang hanya sebesar 51.28%. Pengaruh sektor nilai tukar USD/IDR terlihat lebih tinggi pada JKMING yaitu sebesar 60% pada metode Naïve Bayes Diskrit Data Testing sedangkan pengaruh yang terlihat lebih tinggi dengan metode Naïve Bayes Kontinu Data Testing yaitu 56% pada JKAGRI dan JKCONS.

5. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari Tugas Akhir ini adalah :

1. Rata-rata nilai akurasi yang diperoleh dari nilai prediksi metode Naïve Bayes Diskrit pada Data Training sebesar 60.714285%. Pengaruh sektor nilai tukar USD/IDR terlihat lebih tinggi pada JKINFA yaitu sebesar 62%.
2. Hasil prediksi nilai akurasi dengan metode Naïve Bayes Diskrit Data Testing mendapatkan rata-rata yang lebih besar yaitu 55.43% dari metode Naïve Bayes Kontinu Data Testing yang hanya sebesar 51.28%. Pengaruh sektor nilai tukar USD/IDR terlihat lebih tinggi pada JKMING yaitu sebesar 60% pada metode Naïve Bayes Diskrit Data Testing sedangkan pengaruh yang terlihat lebih tinggi dengan metode Naïve Bayes Kontinu Data Testing yaitu 56% pada JKAGRI dan JKCONS.

Saran yang bisa diberikan dari Tugas Akhir ini adalah :

1. Model Bayesian Network dapat dikembangkan dengan mempertimbangkan hubungan-hubungan antar sektor yang dapat mempengaruhi sektor yang satu dengan yang lain di masa yang akan datang.
2. Parameter untuk melakukan metode perhitungan bisa menggunakan data indeks harga *High* atau *Low* dari sektor pasar keuangan yang dipakai tidak hanya berdasarkan penutupan indeks.

Daftar Pustaka

- [1] Jay Heizer, Barry Render, 2005, Operation Management, 7th ed., Prentice Hall, New Jersey.
- [2] Malagrino, L. S., Roman, N. T., & Monteiro, A. M. (2018). Forecasting stock market index daily direction: A Bayesian Network approach. *Expert Systems with Applications*, 105, 11-22.
- [3] Hastie, T. , Tibshirani, R. , & Friedman, J. (2009). *The elements of statistical learning: Data mining, inference, and prediction* (2nd ed.). Springer .
- [4] Fahmi, Irham. 2012. *Pengantar Pasar Modal*. Bandung: Alfabeta.
- [5] Uffe B. Kjærulff, A. L. (n.d.). *Bayesian Networks and Influence Diagrams: A Guide to Construction and Analysis* (Second Edition). Denmark: Springer.
- [6] Putra, Andri Donnal., Erlangga Djumena. 2018. *Ini Penjelasan Mengapa Amerika Serikat Bisa Memengaruhi Rupiah*. [Online] Available at: <https://ekonomi.kompas.com/read/2018/09/19/151600126/ini-penjelasan-mengapa-amerika-serikat-bisa-memengaruhi-rupiah> [Accessed 14 Juni 2019]
- [7] Suprayitno, Dede., Dessy Rosalina 2017. *Mengukur dampak pelemahan Rupiah terhadap IHSG*. [Online Available at: <https://investasi.kontan.co.id/news/mengukur-dampak-pelemahan-rupiah-terhadap-ihsg> [Accessed 14 Juni 2019]
- [8] Bustami, (2013). Penerapan Algoritma Naive Bayes Untuk Mengklasifikasi Data Nasabah Asuransi, *TECHSI : Jurnal Penelitian Teknik Informatika*.
- [9] M. Sokolova dan G. Lapalme, "A systematic analysis of performance measures for classification tasks," *Inf. Process. Manag.*, vol. 45, no. 4, hal. 427–437, 2009.
- [10] Zhang N L, *Introduction to Bayesian Network*, Department of Computer Science and Engineering, Hongkong University of Science and Technology 2008.
- [11] Setiawan, Wahyudi (2018). *Prediksi Harga Saham Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Multilayer Feedforward Network dengan Algoritma Backpropagation*, Program Studi Manajemen Informatika, Universitas Trunojoyo Madura.
- [12] Yasin, Hasbi., Prahutama, Alan., Utami, Tiani Wahyu., *Prediksi Harga Saham Menggunakan Support Vector Regression dengan Algoritma Grid Search*, Program Studi Statistika, Universitas Diponegoro.
- [13] Hidayatulloh, Taufik., *Kajian komparasi Penerapan Algoritma Support Vector Machine (SVM) dan Multilayer Perceptron (MLP) dalam Prediksi Indeks Saham Sektor Perbankan: Studi Kasus Saham LQ45 IDX Bank BCA*, Program Studi Manajemen Informatika, AMIK BSI Jakarta.