

**HIDDEN MARKOV MODEL
UNTUK MENGANALISIS TREND MARKET SAHAM
DI BURSA EFEK
(Studi Kasus: Saham PT. Astra Internasional, Tbk.)**

SKRIPSI

Oleh:
PASKAH DWI MARIANINGSIH
0710940022-94



**PROGAM STUDI MATEMATIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2012**

**HIDDEN MARKOV MODEL
UNTUK MENGANALISIS TREND MARKET SAHAM
DI BURSA EFEK
(Studi Kasus: Saham PT. Astra Internasional, Tbk.)**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Matematika

Oleh:
PASKAH DWI MARIANINGSIH
0710940022-94



**PROGAM STUDI MATEMATIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2012**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

HIDDEN MARKOV MODEL
UNTUK MENGANALISIS TREND MARKET SAHAM
DI BURSA EFEK
(Studi Kasus: Saham PT. Astra Internasional, Tbk.)

oleh:
PASKAH DWI MARIANINGSIH
0710940022-94

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal 02 Januari 2012
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Matematika

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Sobri Abusini, MT.
NIP. 19601207 198802 1 001

Drs. Imam Nurhadi P., MT.
NIP. 19620314198903 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Dr. Abdul Rouf Alghofari, MSc.
NIP. 19670907 199203 1 001

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Paskah Dwi Marianingsih
NIM : 0710940022-94
Jurusan : MATEMATIKA
Penulisan Skripsi Berjudul : *HIDDEN MARKOV MODEL*
UNTUK MENGANALISIS *TREND MARKET SAHAM DI*
BURSA EFEK (Studi Kasus: Saham PT. Astra Internasional,
Tbk.)

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Isi skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam Skripsi ini hanya sebagai referensi.
2. Apabila di kemudian hari ternyata Skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 02 Januari 2012

Yang menyatakan,

(PASKAH DWI MARIANINGSIH)
NIM. 0710940022-94

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



ABSTRACT

HIDDEN MARKOV MODEL TO ANALIST TREND MARKET OF STOCK EXCHANGE (Case Studies: Stock of PT. Astra Internasional, Tbk.)

Stock is one of the financial market instruments that very popular for trade. However, in the process of trading the stock price is very sensitive to the environment and several external and internal factors so that the price is often fluctuated. In this study, made observation on the movement of stock prices PT. Astra Internasional, Tbk. which fluctuates every day in order to obtain a sequence of observation state that is rising or falling stock price. The changes of stock prices will determine the market trend is happening that is bullish, bearish or sideways trend.

Hidden Markov Model is a probabilistic method that is used to study the behavior of a system that relies on time so that the data to be studied have Markov properties. Then, Hidden Markov Model will be used to analyze the market trends that occur in accordance with changes or fluctuations in stock prices are formed in the line of observation.

On the Hidden Markov Model will use Forward-Backward Algorithm and Viterbi Algorithm for the analysis of market trends. The result obtained from the hidden markov model parameters based on hidden markov model data stock price changes of PT. Astra Internasional, Tbk. The result of the Forward-Backward Algorithm is the probability value obtained depend on the observation that short length of observation times. Based on the result of market trend state sequence PT. Astra Internasional, Tbk. Showed that Viterbi Algorithm has better accuracy in analyzing market trends when compared with Forward-Backward Algorithm.

Keyword: stock, Hidden Markov Model, trend market, Forward-Backward Algorithm, Viterbi Algorithm.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



ABSTRAK

HIDDEN MARKOV MODEL UNTUK MENGANALISIS TREND MARKET SAHAM DI BURSA EFEK (Studi Kasus: Saham PT. Astra Internasional, Tbk.)

Saham merupakan salah satu instrumen pasar keuangan yang sangat populer untuk diperdagangkan. Namun, dalam proses perdagangannya harga saham sangatlah sensitif dengan lingkungan dan beberapa faktor eksternal dan internal sehingga sering mengalami perubahan/fluktuasi. Pada penelitian ini, dilakukan pengamatan pada pergerakan harga saham PT. Astra Internasional, Tbk. yang berfluktuasi setiap hari sehingga diperoleh suatu barisan observasi *state* yaitu naik atau turunnya harga saham. Perubahan harga saham akan menentukan *trend market* yang terjadi yaitu *bullish*, *bearish*, dan *sideway trend*.

Hidden Markov Model adalah metode probabilistik yang digunakan untuk mempelajari perilaku sistem yang bergantung pada waktu sehingga data yang akan diteliti mempunyai sifat Markov. Selanjutnya, *Hidden Markov Model* akan digunakan untuk menganalisis *trend market* yang terjadi sesuai dengan perubahan atau fluktuasi harga saham berdasarkan pengamatan per hari yang terbentuk dalam barisan observasi yaitu naik, turun dan tetap.

Pada *Hidden Markov Model* akan digunakan Algoritma *Forward-Backward* dan Algoritma *Viterbi* untuk proses analisis *trend market*. Hasil yang diperoleh dari *Hidden Markov Model* yaitu parameter *Hidden Markov Model* berdasarkan data perubahan harga saham PT. Astra Internasional, Tbk. Hasil dari Algoritma *Forward* diperoleh nilai probabilitas barisan observasi yang bergantung pada panjang pendeknya waktu pengamatan. Berdasarkan hasil urutan *state trend market* PT. Astra Internasional, Tbk. menunjukkan bahwa Algoritma *Viterbi* memiliki keakuratan lebih baik dalam menganalisis *trend market* jika dibandingkan dengan Algoritma *Forward-Backward*.

Kata Kunci: saham, *Hidden Markov Model*, *trend market*, Algoritma *Forward-Backward*, Algoritma *Viterbi*.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas segala kasih karunia, kesehatan, tuntunan, kekuatan dan penyertaan-Nya kepada penulis, sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini dengan lancar.

Dalam penulisan tugas akhir ini, banyak bantuan dari berbagai pihak yang telah diterima oleh penulis. Maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Sobri Abusini, MT. selaku pembimbing utama penulisan tugas akhir ini serta selaku Ketua Program Studi Matematika, Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Brawijaya.
2. Drs. Imam Nurhadi P., MT. selaku pembimbing pendamping dalam penulisan tugas akhir ini.
3. Prof. Dr. Agus Widodo selaku penasehat akademik penulis.
4. Dr. Abdul Rouf Alghofari, MSc. selaku Ketua Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Brawijaya.
5. Seluruh bapak dan ibu dosen yang telah mendidik dan mengajarkan ilmunya kepada penulis selama menempuh pendidikan di Program Studi Matematika Jurusan Matematika FMIPA Universitas Brawijaya.
6. Seluruh staf dan karyawan baik di Jurusan Matematika maupun di Fakultas MIPA yang telah memberikan bantuan kepada penulis dalam melaksanakan tugas akhir ini.
7. Orang Tua penulis, Mbak Weni dan Mas Miko yang telah memberikan doa dan dukungan baik materi maupun non materi kepada penulis.
8. Teman-teman di Program Studi Matematika Jurusan Matematika, khususnya angkatan 2007 dan 2006 yang telah banyak memberikan dukungan dan bantuan demi kelancaran pelaksanaan penyusunan tugas akhir ini.
9. Teman-teman di Watugilang 18A yang telah banyak membantu, memberikan doa dan dukungan kepada penulis.
10. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang sudah membantu banyak dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan tugas akhir ini tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat menghargai saran dan kritik yang sifatnya membangun demi perbaikan penulisan dan mutu tugas akhir ini untuk kelanjutan penelitian serupa di masa mendatang. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat. Amin.

Malang, 2 Januari 2012

Penulis

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR SIMBOL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Manfaat.....	3
1.5. Batasan Masalah.....	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 5
2.1. Probabilitas.....	5
2.1.1. Teorema Bayes.....	6
2.2. Definisi Proses Markov.....	7
2.2.1. Rantai Markov.....	8
2.2.2. Matriks Transisi.....	10
2.3. <i>Hidden Markov Model</i> (HMM).....	11
2.3.1. Definisi HMM.....	11
2.3.2. Tiga Permasalahan Klasik dalam HMM.....	12
2.4. Saham.....	19
2.4.1. Menentukan <i>Trend Market</i> Pivot Poin.....	19
2.4.2. Menentukan Perubahan Harga Saham.....	20
2.5. PT. Astra Internasional, Tbk.....	21

BAB III METODOLOGI.....	23
3.1. Jenis dan Sumber Data	23
3.2. Pengolahan Data.....	23
3.3. Analisis Data	24
3.3.1. Penentuan Parameter HMM	24
3.3.2. Penyelesaian dengan HMM	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1. Hasil Pengolahan Data	27
4.2. Penyelesaian dengan <i>Hidden Markov Model</i> ..	31
4.2.1. Hasil Penentuan Parameter.....	31
4.2.1.1. Penentuan <i>Hidden State</i> dan Observasi <i>State</i>	31
4.2.1.2. Matriks Probabilitas Perpindahan <i>State</i>	31
4.2.1.3. Matriks Probabilitas Observasi.....	32
4.2.1.4. Matriks Distribusi Awal	34
4.2.2. Hasil Penyelesaian dengan HMM	34
4.2.2.1. Hasil Perhitungan Nilai $P(O \lambda)$	35
4.2.2.2. Hasil Urutan <i>State</i> yang Optimal	37
4.2.2.3. Perbandingan Algoritma <i>Forward-Backward</i> dengan Algoritma <i>Viterbi</i> dalam Menganalisis <i>Trend Market Saham</i>	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1. Kesimpulan.....	45
5.2. Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penyekatan Ruang Contoh.....	6
Gambar 2.2 Rantai Markov	8
Gambar 2.3 Ilustrasi Algoritma <i>Forward</i>	14
Gambar 2.4 Ilustrasi algoritma <i>Backward</i>	15
Gambar 2.5 Gambaran Prosedur Algoritma <i>Viterbi</i>	17
Gambar 3.1 Alur Proses Pengolahan Data	24
Gambar 3.2 Alur Perhitungan dengan menggunakan Algoritma <i>Forward-Backward</i> dan <i>Viterbi</i>	26
Gambar 4.1 Grafik Pola Pergerakan Harga Saham PT. Astra Internasional, Tbk.....	28



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Laba PT. Astra Internasional,Tbk	22
Tabel 4.1	Hasil Perhitungan Nilai Pivot Poin dalam menentukan <i>Trend Market</i> PT. Astra Internasional, Tbk.....	29
Tabel 4.2	Hasil Perhitungan Pergerakan Harga Saham PT. Astra Internasional, Tbk	30
Tabel 4.3	Perpindahan <i>Hidden State</i> pada <i>Trend Market</i> Saham	31
Tabel 4.4	Jumlah Observasi Perubahan Harga Saham Berdasarkan <i>Trend Market</i>	33
Tabel 4.5	Jumlah Keadaan (<i>state</i>) selama Pengamatan pada Saham PT. Astra Internasional, Tbk.....	34
Tabel 4.6	Nilai Distribusi Awal.....	34
Tabel 4.7	Hasil Perhitungan Nilai Probabilitas Barisan Observasi dengan Algoritma <i>Forward</i>	35
Tabel 4.8	Perbandingan Nilai Probabilitas dengan Banyaknya Jumlah Pengamatan.....	36
Tabel 4.9	Hasil Perhitungan dengan Algoritma <i>Backward</i> ..	38
Tabel 4.10	Hasil Perhitungan dengan Perpaduan Algoritma <i>Forward-Backward</i>	38
Tabel 4.11	Hasil Perhitungan Pencarian <i>State</i> yang Optimal dengan Algoritma <i>Forward-Backward</i>	40
Tabel 4.12	Perhitungan Pencarian <i>State</i> dengan menggunakan Algoritma <i>Viterbi</i>	41
Tabel 4.13	Hasil Perbandingan Pencarian <i>State</i> yang Optimal antara Algoritma <i>Forward-Backward</i> dengan Algoritma <i>Viterbi</i>	43

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR SIMBOL

N = Jumlah *Hidden State*, yaitu *trend market* yang meliputi *bullish*, *bearish* dan *sideway trend*.

M =Jumlah *Observasi State*, yaitu perubahan harga yang meliputi perubahan naik, turun, dan tetap.

T = Panjang Pengamatan.

A = Matriks Probabilitas Perpindahan *Hidden State*.

B = Matriks Probabilitas Observasi (Matriks Emisi).

π = Matriks Distribusi Awal.

$O = \{O_1, O_2, \dots, O_T\}$ = Barisan Observasi *state*.

$Q = \{q_1, q_2, \dots, q_N\}$ = Barisan/urutan *hidden state*.

$V = \{v_1, v_2, \dots, v_T\}$ = himpunan simbol untuk observasi *state*, yaitu: naik=1, turun=2, dan tetap=3.

X_t = Variabel Acak.

v_n = Harga Penutupan Saham periode t .

v_{n-1} = Harga Penutupan Saham periode $t - 1$.

Bullish = Harga Penutupan Saham pada periode t berada di atas nilai pivot poin.

Bearish = Harga Penutupan Saham pada periode t berada di bawah pivot poin.

Sideway Trend = Harga Penutupan Saham pada periode t bernilai sama dengan pivot poin.

Pivot Poin = Nilai rata-rata penjumlahan dari harga tertinggi, harga terendah, harga pembukaan, dan harga penutupan pada periode t .

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Perhitungan Nilai Pivot Poin, <i>Resistance</i> , dan <i>Support Level</i> Berdasarkan Data Harga Saham PT. Astra Internasional, Tbk. Periode 3 Januari 2009 sampai 30 Desember 2010 dalam Menentukan <i>Trend Market</i> Saham.....	49
Lampiran 2 Hasil Perhitungan Perubahan Harga Saham	69
Lampiran 3 Hasil Perhitungan Analisis <i>Trend Market</i> Saham PT. Astra Internasional, Tbk. dengan Menggunakan Algoritma <i>Forward-Backward</i> dan Algoritma <i>Viterbi</i>	79
Lampiran 4 Perhitungan Manual	83
Lampiran 5 Implementasi Program Pengolahan Data PT. Astra Internasional, Tbk.	92
Lampiran 6 Listing Program Pengolahan Data	93
Lampiran 7 Implementasi Program Algoritma <i>Forward-Backward</i> dan Algoritma <i>Viterbi</i>	96
Lampiran 8 Listing Program Analisis dengan Algoritma <i>Forward-Backward</i> dan Algoritma <i>Viterbi</i>	98

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Saham merupakan salah satu instrumen pasar keuangan yang sangat populer untuk diperdagangkan dalam pasar yang dikenal sebagai bursa. Pada praktiknya, proses berlangsungnya perdagangan saham (*trading*) dalam bursa sangatlah sensitif dengan lingkungannya dan beberapa faktor eksternal dan faktor internal. Oleh karena itu, sering terjadi perubahan harga saham yang sangat tinggi dalam rentang nilai dan waktu tertentu dan berlangsung sangat singkat. Berhubungan dengan perubahan harga saham, dikenal istilah *trend market* yang sangat berpengaruh dalam proses *trading* saham yaitu *bearish trend*, *bullish trend* dan *sideway trend*. Dalam menentukan kondisi *trend market* ini, beberapa *trader* melakukan analisis teknikal dengan menggunakan pivot poin.

Pivot poin digunakan oleh para *trader* sebagai indikator penentuan *trend market* yang terjadi di bursa. Pivot poin diperoleh dari rata-rata perubahan harga saham yang signifikan, antara lain : harga terendah, harga tertinggi, harga pembukaan dan harga penutupan yang terjadi di bursa pada periode tertentu. Jika harga penutupan perdagangan bursa dalam periode tertentu berada di atas pivot poin maka *trend market* yang terjadi adalah *bullish*, begitu juga sebaliknya bila berada di bawah pivot poin dianggap *bearish* dan bila harga penutupan bernilai sama dengan pivot poin maka *trend market* yang terjadi adalah *sideway trend*. Selain pivot poin, ada dua indikator lain yaitu *support level* dan *resistance level* yang menjadi kisaran perubahan harga saham dalam perdagangan di bursa. *Resistance* adalah kisaran harga tertinggi yang bisa dicapai pada periode tertentu, sedangkan *support level* digunakan sebagai level harga terendah yang bisa dicapai oleh saham pada periode tertentu.

Beberapa metode telah banyak digunakan untuk memprediksi saham, antara lain : *Hidden Markov Model*, *Neural Network*, *Rough Set Theory*, *Artificial Intelligence*, *Random Walk Hypothesis*, *RBF network* dan *Genetic Algorithm*. Salah satu keunggulan *Hidden Markov Model* dengan metode lain yang telah disebutkan adalah mampu memprediksikan *trend market* dari deretan urutan data harga saham yang mengalami perubahan dalam bentuk nilai probabilitas.

Hidden Markov Models akan digunakan untuk menganalisis *trend market* yang terjadi di bursa efek berdasarkan data pergerakan harga saham PT. Astra Internasional, Tbk pada periode tertentu.

Hidden Markov Model (HMM) adalah metode probabilistik yang digunakan untuk mempelajari perilaku dari sistem yang bergantung pada waktu sehingga data yang digunakan adalah data yang mempunyai sifat rantai Markov. Proses rantai Markov adalah proses stokastik di mana masa lalu tidak mempunyai pengaruh pada masa yang akan datang bila masa sekarang diketahui. Proses stokastik adalah kumpulan variabel acak $\{X(t), t \in T\}$. $X(t)$ adalah proses stokastik dengan parameter diskret bila harga-harga t adalah bulat atau $t = \{0, 1, 2, \dots\}$, sedangkan untuk nilai t yang lain berparameter kontinu atau $T = \{t | t \geq 0\}$ (Papoulis, Anthanasius. 1992).

Pada metode *Hidden Markov Model* digunakan tiga Algoritma dalam proses pemodelan. Algoritma *Forward* berperan dalam memperhitungkan nilai probabilitas barisan observasi yang dilakukan pada pergerakan harga saham. Kemudian gabungan Algoritma *Forward-Backward* yang digunakan dalam menganalisis *trend market* pada bursa berdasarkan observasi yang dilakukan. Selain, Algoritma *Forward-Backward* dapat juga digunakan Algoritma *Viterbi* dalam menganalisis *trend market* yang terjadi pada bursa. Algoritma ke tiga adalah Algoritma *Baum-Welch* yang digunakan untuk re-estimasi parameter HMM. Pada penulisan ini hanya difokuskan pada penggunaan Algoritma *Forward-Backward* dan Algoritma *Viterbi* dalam metode *Hidden Markov Model* untuk menganalisis *trend market* pada bursa.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka judul yang diambil dalam tugas akhir ini adalah "*Hidden Markov Models Untuk Menganalisis Trend Market Saham Di Bursa Efek*" dengan studi kasus pada saham PT. Astra Internasional, Tbk.

1.2. Rumusan Masalah

Secara umum perumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimanakah nilai parameter *Hidden Markov Model* pada analisis *trend market* berdasarkan data perubahan harga saham PT. Astra Internasional, Tbk.?
2. Bagaimanakah nilai probabilitas barisan observasi dengan menggunakan Algoritma *Forward* berdasarkan banyaknya pengamatan yang dilakukan?
3. Bagaimanakah perbandingan analisis *trend market* yang sebenarnya antara hasil Algoritma *Forward-Backward* dengan Algoritma *Viterbi*?

1.3. Tujuan

Berdasarkan pada perumusan masalah yang telah diuraikan di atas, maka tujuan :

1. Mengetahui nilai parameter *Hidden Markov Model* pada analisis *trend market* di bursa.
2. Mengetahui nilai probabilitas barisan observasi dengan menggunakan Algoritma *Forward* berdasarkan banyaknya pengamatan.
3. Mengetahui perbandingan analisis *trend market* antara Algoritma *Forward-Backward* dengan Algoritma *Viterbi*.

1.4. Manfaat

Mempelajari metode *Hidden Markov Model* dalam penerapannya dibidang ekonomi. Dengan menggunakan *Hidden Markov Model* diharapkan dapat membantu investor untuk mengetahui *trend market* yang sedang terjadi dalam bursa sehingga dapat memilih posisi(menjual/membeli) yang paling tepat.

1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam skripsi ini, yaitu:

1. Data yang diambil dari PT. Astra Internasional, Tbk. mulai periode 5 Januari 2009 sampai 15 Maret 2011. Data yang diambil berupa data harga pembukaan (*opening*), harga penutupan (*closed*), harga tertinggi (*high*), harga terendah (*low*).
2. Data dibagi menjadi dua, data pertama merupakan data percobaan pada periode 5 Januari 2009 sampai 30 Desember 2010 dan

dipakai sebagai pemodelan. Data kedua adalah data pelatihan dimulai tanggal 3 Januari 2011 sampai 15 Maret 2011 dan dipakai sebagai data pengamatan untuk menguji model.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Probabilitas

Ruang contoh adalah himpunan semua kemungkinan hasil suatu percobaan dan dilambangkan dalam huruf S . Kejadian adalah suatu himpunan bagian dari ruang contoh. Ruang nol atau ruang kosong atau himpunan kosong adalah himpunan bagian ruang contoh yang tidak mengandung satu pun anggota, dilambangkan $\emptyset$. Probabilitas suatu kejadian A adalah jumlah probabilitas semua titik contoh dalam A , sehingga:

$$0 \leq P(A) \leq 1, \quad P(\emptyset) = 0, \quad P(S) = 1 \quad (2.1)$$

Pada setiap titik contoh dalam ruang contohnya, diberikan satu nilai probabilitas sedemikian sehingga jumlah semua probabilitas untuk semua titik contohnya sama dengan satu. Bila dipercaya sebuah titik contoh tertentu sangat besar untuk terjadi maka nilai probabilitas yang diberikan pada titik contohnya itu dekat dengan 1. Di pihak lain, nilai probabilitas yang lebih dekat dengan nol hendaknya diberikan pada titik contoh yang kecil sekali untuk terjadi.

Bila suatu percobaan mempunyai N hasil percobaan yang berbeda, dan masing-masing mempunyai kemungkinan yang sama untuk terjadi, dan bila tepat n di antara hasil percobaan itu menyusun kejadian A , maka probabilitas kejadian A adalah:

$$P(A) = \frac{n}{N} \quad (2.2)$$

Probabilitas terjadinya kejadian B bila diketahui bahwa suatu kejadian A telah terjadi disebut probabilitas bersyarat dan dilambangkan dengan $P(B|A)$. Lambang $P(B|A)$ dibaca “probabilitas terjadinya B bila A telah terjadi” atau lebih singkat lagi “probabilitas B , bila A diketahui”. Probabilitas bersyarat didefinisikan sebagai:

$$P(B|A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)}, P(A) > 0 \quad (2.3)$$

(Walpole, 1992)

2.1.1. Teorema Bayes

Dalil Peluang Total menurut Walpole, bila kejadian-kejadian

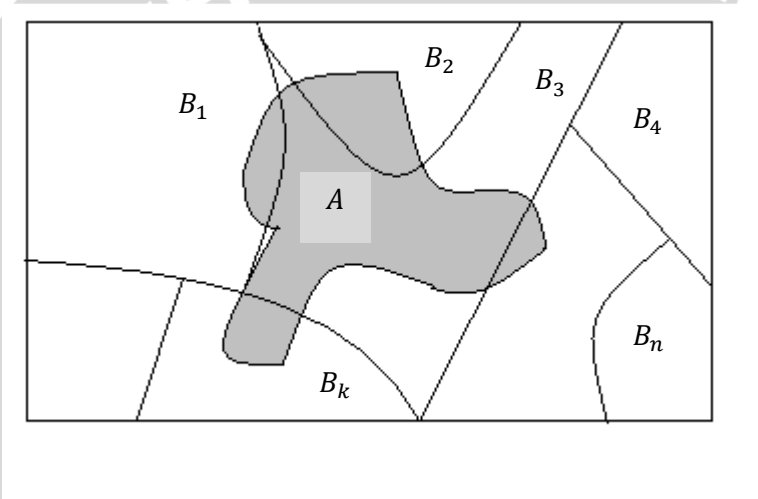
$B_1, B_2, \dots, B_k \neq 0$ untuk $i = 1, 2, 3, \dots, k$, dan $S = \bigcup_{i=1}^k B_i$ maka untuk

sembarang kejadian A yang merupakan himpunan bagian S berlaku,

$$P(A) = P(B_1)P(A|B_1) + P(B_2)P(A|B_2) + \dots + P(B_k)P(A|B_k) \quad (2.4)$$

Bukti persamaan (2.4):

Dilihat dari diagram Venn dalam Gambar 2.1 berikut:



Gambar 2.1 Penyelesaian ruang contoh

Kejadian A dapat dipandang sebagai kejadian-kejadian $B_1 \cap A, B_2 \cap A, \dots, B_k \cap A$ yang saling terpisah satu sama lain, dengan kata lain:

$$A = (B_1 \cap A) \cup (B_2 \cap A) \cup \dots \cup (B_k \cap A) \quad (2.5)$$

dan bila kejadian-kejadian $A_1, A_2, \dots, A_n$ saling terpisah, maka

$$P(A_1 \cup A_2 \cup \dots \cup A_n) = P(A_1) + P(A_2) + \dots + P(A_n) \quad (2.6)$$

maka diperoleh:

$$\begin{aligned} P(A) &= P[(B_1 \cap A) \cup (B_2 \cap A) \cup \dots \cup (B_k \cap A)] \\ &= P[(B_1 \cap A) + (B_2 \cap A) + \dots + (B_k \cap A)] \\ &= P(B_1)P(A|B_1) + P(B_2)P(A|B_2) + \dots + P(B_k)P(A|B_k) \end{aligned}$$

Kaidah Bayes, yaitu jika kejadian-kejadian $B_1, B_2, \dots, B_k \neq 0$ merupakan sekatan dari ruang contoh S dengan $P(B_i) \neq 0$ untuk $i = 1, 2, 3, \dots, k$, maka untuk sembarang kejadian A yang bersifat $P(A) \neq 0$,

$$P(B_r|A) = \frac{P(B_r)P(A|B_r)}{P(B_1)P(A|B_1) + P(B_2)P(A|B_2) + \dots + P(B_k)P(A|B_k)}$$

$$P(B_r|A) = \frac{P(B_r)P(A|B_r)}{\sum_{i=1}^k P(B_i)P(A|B_i)}$$
(2.7)

Bukti persamaan (2.7):

Menurut definisi probabilitas bersyarat:

$$P(B_r|A) = \frac{P(B_r \cap A)}{P(A)}$$

$$= \frac{P(B_r)P(A|B_r)}{P(A)}$$

substitusikan persamaan (2.4) sehingga didapatkan:

$$P(B_r|A) = \frac{P(B_r)P(A|B_r)}{P(B_1)P(A|B_1) + P(B_2)P(A|B_2) + \dots + P(B_k)P(A|B_k)}$$

$$P(B_r|A) = \frac{P(B_r)P(A|B_r)}{\sum_{i=1}^k P(B_i)P(A|B_i)}$$

(Walpole, 1992)

2.2. Definisi Proses Markov

Proses stokastik adalah kumpulan variabel acak $\{X(t), t \in T\}$. $X(t)$ adalah proses stokastik dengan parameter diskret bila harga-harga t adalah bulat atau $t = \{0, 1, 2, \dots\}$, sedangkan untuk nilai t yang lain berparameter kontinu atau $T = \{t | t \geq 0\}$ (Papoulis, Anthanasius. 1992).

Pada tahun 1960, A.A Markov, mengemukakan teori tentang proses Markov yang merupakan proses stokastik dimana masa lalu tidak mempunyai pengaruh pada masa yang akan datang bila masa

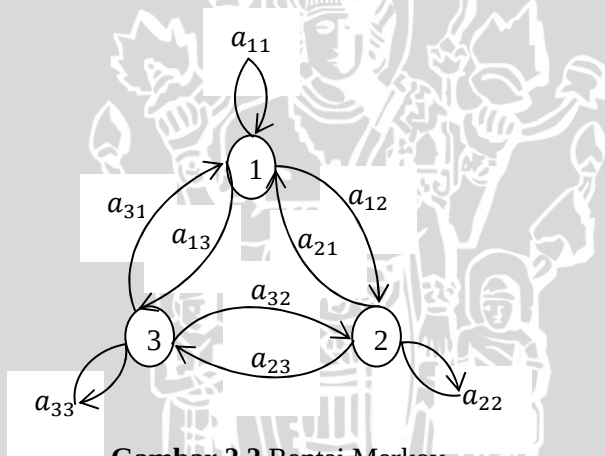
sekarang diketahui(Rabiner. 1989). Secara matematis proses Markov dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P(X_{t+1} = q_j | X_1 = q_1, X_2 = q_2, \dots, X_t = q_i) \\ = P(X_{t+1} = q_j | X_t = q_i), \quad 1 \leq i, j \leq N \end{aligned} \quad (2.8)$$

dimana X_{t+1} adalah kejadian pada waktu $t + 1$ dan X_t adalah kejadian pada waktu t . Pada persamaan (2.8) menjelaskan bahwa kejadian X_{t+1} terjadi dengan syarat kejadian pada masa lalu yaitu $X_1, X_2, \dots, X_t$ telah terjadi. Namun, jika kejadian pada X_t diketahui nilai probabilitas maka kejadian X_{t+1} hanya dipengaruhi oleh kejadian X_t .

2.2.1. Rantai Markov

Algoritma *Hidden Markov Model* didasari oleh rantai Markov yang secara umum ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Rantai Markov

Gambar 2.2 menunjukkan suatu rantai Markov dengan tiga *state* yaitu *state* 1, 2, dan 3. Suatu barisan acak dikatakan sebuah rantai Markov jika memenuhi persamaan (2.9) yaitu:

$$\begin{aligned} P(X_{t+1} = q_j | X_1 = q_1, X_2 = q_2, \dots, X_t = q_i) \\ = P(X_{t+1} = q_j | X_t = q_i) \end{aligned} \quad (2.9)$$

Sedangkan probabilitas perpindahan *state* dinamakan probabilitas transisi yaitu:

$$a_{ij} = P(X_{t+1} = q_j | X_t = q_i) \quad (2.10)$$

Pada Gambar 2.2 ditunjukkan pada $a_{12} = P(X_{t+1} = 2 | X_t = 1)$ yaitu perpindahan dari *state* 1 ke *state* 2, sedangkan $a_{11} = P(X_{t+1} = 1 | X_t = 1)$ yaitu perpindahan dari *state* 1 ke *state* 1 atau ke dirinya sendiri. Jika didefinisikan $Q = q_1, q_2, \dots, q_n$ adalah barisan variabel acak yang berada di S , yang dinamakan rantai Markov jika $\forall_{n \leq 1}$ dan $j_0, j_1, \dots, j_n \in S$ maka:

$$\begin{aligned} P(q_n = j_n | q_0 = j_0, q_1 = j_1, \dots, q_{n-1} = j_{n-1}) \\ = P(q_n = j_n | q_{n-1} = j_{n-1}) \end{aligned} \quad (2.11)$$

Jika $q_n = j_n$ adalah kejadian masa datang, sedangkan jika probabilitas keadaan dari kejadian masa lalu ($q_0 = j_0, q_1 = j_1, \dots, q_{n-2} = j_{n-2}$) tidak diketahui dan hanya bergantung pada kejadian $q_{n-1} = j_{n-1}$ yang diketahui nilai probabilitasnya maka kejadian $q_n = j_n$ hanya dipengaruhi oleh kejadian $q_{n-1} = j_{n-1}$. Secara umum, berdasarkan dalil probabilitas total maka nilai probabilitas dari sebuah barisan variabel acak adalah:

$$\begin{aligned} P(Q) &= P(q_n, q_{n-1}, \dots, q_1) \\ &= P(q_n | q_{n-1}, \dots, q_1) P(q_{n-1}, \dots, q_1) \\ &= P(q_n | q_{n-1}, \dots, q_1) P(q_{n-1} | q_{n-2}, \dots, q_1) P(q_{n-2}, \dots, q_1) \\ &= P(q_n | q_{n-1}, \dots, q_1) P(q_{n-1} | q_{n-2}, \dots, q_1) \dots P(q_3 | q_2, q_1) P(q_2 | q_1) P(q_1) \end{aligned} \quad (2.12)$$

dengan asumsi rantai markov maka:

$P(Q) = P(q_n | q_{n-1}) P(q_{n-1} | q_{n-2}) \dots P(q_3 | q_2) P(q_2 | q_1) P(q_1)$
dengan, $Q = (q_n = j_n, q_{n-1} = j_{n-1}, \dots, q_1 = j_1)$ merupakan barisan dengan panjang n , dan $j_0, j_1, \dots, j_n \in S$, dan memenuhi asumsi rantai markov maka:

$$\begin{aligned} P(Q) &= P(q_n | q_{n-1}) \dots P(q_2 | q_1) P(q_1) \\ P(q_1, q_2, \dots, q_n) &= P(q_1) \prod_{i=2}^n P(q_i | q_{i-1}) \end{aligned} \quad (2.13)$$

Persamaan (2.13) disebut sebagai asumsi Markov yang menyatakan bahwa probabilitas dari variabel acak pada waktu tertentu hanya tergantung kepada probabilitasnya pada waktu pendahulunya. Karena transisi *state* bergantung pada waktu, perpindahan *state* ditunjukkan dalam sebuah matriks transisi A , dengan:

$$a_{ij} = P(X_{t+1} = q_j | X_t = q_i)$$

a_{ij} adalah probabilitas, dimana:

$$a_{ij} \geq 0, \forall_{i,j} \sum_j a_{ij} = 1$$

Serta, probabilitas dari *state*, dengan distribusi awal:

$$\pi_i = P(X_1 = q_i) \quad (2.14)$$

dengan,

$$\sum_{i=1}^N \pi_i = 1$$

(Zhang, 2004)

2.2.2. Matriks Transisi

$A = P(X_{t+1} = q_j | X_t = q_i)$ menyatakan probabilitas Bergeraknya *state* dari kondisi q_i saat X_t menuju kondisi q_j saat X_{t+1} . Probabilitas transisi dari kondisi q_i ke kondisi q_j dapat dinyatakan dengan matriks:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{12} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (2.15)$$

Matrik A merupakan matriks transisi probabilitas *state* yang masing-masing entrinya berisikan nilai probabilitas transisi/perpindahan dari *state* satu ke *state* lainnya, dan disebut sebagai rantai Markov satu langkah.

2.3. Hidden Markov Model (HMM)

HMM telah diperkenalkan dan dipelajari sejak akhir tahun 1960 dan awal tahun 1970. Metode HMM semakin banyak digunakan dalam beberapa aplikasi, meliputi pengenalan ucapan (*speech recognition*), *target tracking*, komunikasi digital, teknik biomedik dan keuangan.

2.3.1. Definisi Hidden Markov Model

Hidden Markov Model (HMM) didefinisikan sebagai kumpulan lima parameter (N, M, A, B, π) . Jika dianggap $\lambda = (A, B, \pi)$ sebagai model HMM maka N dan M merupakan parameter banyaknya keadaan (*state*). Data yang akan dianalisis menggunakan HMM haruslah data dengan Proses Markov. Ciri-ciri HMM adalah:

- Observasi diketahui tetapi urutan keadaan (*state*) tidak diketahui sehingga disebut *hidden*.
- Observasi adalah fungsi probabilitas keadaan.
- Perpindahan keadaan adalah dalam bentuk probabilitas.

(Evans, dkk. 1999)

HMM mempunyai parameter-parameter distribusi sebagai berikut:

1. Parameter distribusi, yaitu:

- Probabilitas transisi:

$$A = [a_{ij}], \quad a_{ij} = P(X_{t+1} = q_j | X_t = q_i)$$

untuk setiap $1 \leq i, j \leq N$.

a_{ij} merupakan nilai probabilitas transisi/perpindahan *state* q_i saat X_t ke *state* q_j saat X_{t+1} .

- Probabilitas observasi

$$B = [b_i(k)], \quad b_i(k) = P(O_t = V_k | X_t = q_i) \quad (2.16)$$

$b_i(k)$ merupakan nilai probabilitas saat observasi dilakukan pada waktu t atau $O_t = V_k$ yang berarti observasi pada *state* q_t yang disimbolkan dengan V_k .

- Distribusi keadaan awal,

$$\pi = [\pi_i], \quad \pi_i = P(X_1 = q_i)$$

2. Parameter tertentu HMM ada dua, yaitu:

1. N , jumlah keadaan (*state*) yang tersembunyi. Dinotasikan himpunan terbatas untuk keadaan (*state*) yang mungkin adalah $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_T\}$.

2. M , jumlah simbol observasi. Dinotasikan himpunan terbatas untuk observasi yang mungkin adalah $O = \{O_1, O_2, \dots, O_T\}$.
(Rabiner, 1989)

Setelah memodelkan masalah dengan HMM, dan mengasumsikan bahwa beberapa data berperilaku proses Markov, sehingga dapat dihitung probabilitas masing-masing observasi, dan dicari nilai parameter dari data sehingga didapatkan hasil model yang tepat, yang dapat digunakan untuk memprediksikan keadaan (*state*) yang tersembunyi (Zhang, 2004).

2.3.2. Tiga Permasalahan Klasik dalam HMM

Menurut Zhiyuan (2010), dalam *Hidden Markov Model* muncul tiga permasalahan klasik dan harus diselesaikan. Permasalahan itu adalah:

1. Menghitung $P(O|\lambda)$ bila diberikan barisan observasi $O = \{O_1, O_2, \dots, O_N\}$ dan sebuah model $\lambda = (A, B, \pi)$.
2. Memilih urutan keadaan yang paling optimal yang berhubungan dengan $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_T\}$ bila diberikan barisan observasi $O = \{O_1, O_2, \dots, O_T\}$ dan sebuah model $\lambda = (A, B, \pi)$.
3. Mengatur parameter λ agar $P(O|\lambda)$ maksimal.

Dalam menyelesaikan permasalahan menghitung nilai dari barisan observasi $O = \{O_1, O_2, \dots, O_T\}$ berdasarkan model HMM yaitu $\lambda = (A, B, \pi)$. Cara yang paling mudah untuk menghitung nilai probabilitas $P(O|\lambda)$ dengan melakukan pengamatan pada barisan observasi sebanyak T pengamatan. Misalkan, urutan keadaan (*state*):

$$Q = q_1 q_2 \dots q_T \quad (2.17)$$

Probabilitas dari barisan observasi O untuk urutan *state* pada persamaan (2.19) adalah:

$$P(O|Q, \lambda) = \prod_{t=1}^T P(O_t | q_t, \lambda) \quad (2.18a)$$

diasumsikan jika barisan observasi adalah bebas, maka:

$$P(O|Q, \lambda) = b_{q_1}(O_1) b_{q_2}(O_2) \dots b_{q_T}(O_T) \quad (2.18b)$$

Probabilitas untuk urutan keadaan (*state*) Q dapat ditulis:

$$P(Q|\lambda) = \pi_{q_1} a_{q_1 q_2} a_{q_2 q_3} \dots a_{q_{T-1} q_T} \quad (2.19)$$

Bukti persamaan (2.19):

Misalkan, diberikan sebuah model $\lambda = (A, B, \pi)$ serta urutan keadaan (*state*) yaitu $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_T\}$. Kemudian, jika pengamatan pada ($t = 1$) keadaan (*state*) yang terjadi adalah q_1 , maka berapakah nilai probabilitas urutan keadaan (*state*) untuk $t = t + 1$ hari ke depan jika keadaan (*state*) yang diinginkan untuk terjadi adalah $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_T\}$ berdasarkan pengamatan $t = 1, 2, \dots, T$ maka nilai probabilitas urutan keadaan (*state*) yang diinginkan untuk terjadi dapat dihitung dengan cara:

$$\begin{aligned} P(Q|\lambda) &= P(q_1, q_2, \dots, q_T|\lambda) \\ &= P(q_1) * P(q_2|q_1) \dots * P(q_T|q_{T-1}) \\ &= \pi_{q_1} * a_{q_1 q_2} \dots * a_{q_{T-1} q_T} \end{aligned}$$

Nilai probabilitas gabungan antara O dan Q , probabilitas yang terjadi secara simultan, secara sederhana ditunjukkan dalam persamaan :

$$P(O|\lambda) = P(O|Q, \lambda) P(Q|\lambda) \quad (2.20)$$

Probabilitas dari barisan O (yang diberikan model) diperoleh dengan menjumlahkan probabilitas gabungan yang mungkin dari barisan *state* q :

$$\begin{aligned} P(O|\lambda) &= \sum_Q P(O|Q, \lambda) P(Q|\lambda) \\ &= \sum_{q_1 q_2 \dots q_T} \pi_{q_1} b_{q_1}(O_1) a_{q_1 q_2} b_{q_2}(O_2) \dots a_{q_{T-1} q_T} b_{q_T}(O_T) \end{aligned} \quad (2.21)$$

Sehingga, algoritma yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pertama adalah Algoritma *Forward* yang didefinisikan sebagai berikut:

$$\alpha_t(i) = P(O_1, O_2, \dots, O_t, X_t = q_t|\lambda) \quad (2.22)$$

Langkah dalam penyelesaian untuk masalah $\alpha_t(i)$ yaitu:

1. Langkah pertama sebagai langkah inisialisasi, yaitu berlaku untuk $1 \leq i \leq N$ dengan N adalah banyaknya keadaan (*state*) yang tersembunyi (*hidden*) sehingga berlaku:

$$\alpha_1(i) = \pi_i b_i(O_1) \quad (2.23)$$

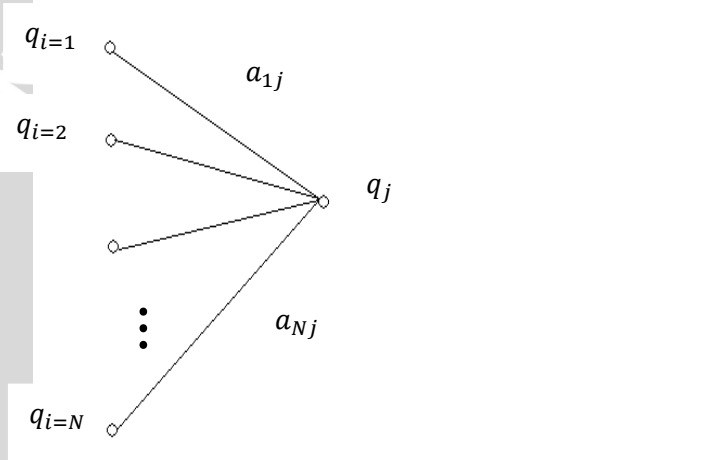
2. Iterasi

$$\alpha_{t+1}(j) = \left[\sum_{i=1}^N \alpha_t(i) a_{ij} \right] b_j(O_{t+1}) \quad (2.24)$$

Hasil akhir memperlihatkan nilai probabilitas dari barisan observasi:

$$P(O|\lambda) = \sum_{i=1}^N \alpha_T(i) \quad (2.25)$$

(Rabiner, dkk, 1986)



Gambar 2.3 Ilustrasi Algoritma *Forward*.

Algoritma *Forward* juga dapat digunakan dalam menyelesaikan permasalahan re-estimasi parameter dengan bantuan Algoritma *Backward*. Dengan langkah yang sama, didefinisikan variabel *Backward* $\beta_t(i)$ sebagai berikut:

$$\beta_t(i) = P(O_{t+1}, O_{t+2}, \dots, O_T | X_t = q_T, \lambda) \quad (2.26)$$

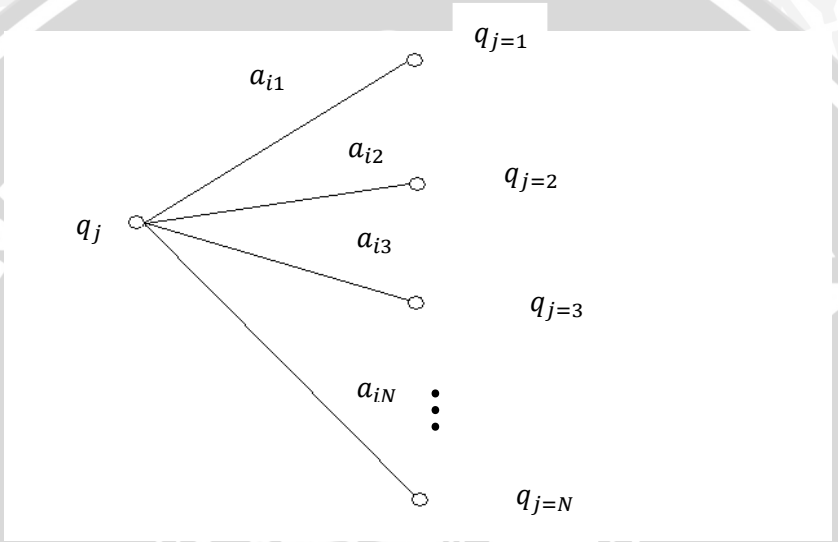
Misalnya probabilitas dari barisan observasi berjalan dari $t + 1$ ke $t = 1$ maka Algoritma *Backward* diselesaikan dengan metode:

1. Inisialisasi, untuk $1 \leq i \leq N$ berlaku

$$\beta_T(i) = 1 \quad (2.27)$$

2. Iterasi untuk $T - 1, \dots, 1$ dan $1 \leq i, j \leq N$

$$\beta_t(i) = \sum_{j=1}^N a_{ij} b_j(O_{t+1}) \beta_{t+1}(j) \quad (2.28)$$



Gambar 2.4 Ilustrasi Algoritma *Backward*

Terdapat dua cara dalam menentukan urutan keadaan (*state*) yang optimal sesuai dengan model yang diberikan, yaitu dengan menggunakan Algoritma *Viterbi* atau dengan menggunakan hasil gabungan dari Algoritma *Forward-Backward*. Jika menggunakan metode yang berhubungan dengan Algoritma *Forward-Backward* didefinisikan sebuah variabel:

$$\gamma_t(i) = P(X_t = q_t | O, \lambda) \quad (2.29)$$

Jika menggunakan metode Algoritma *Forward-Backward* nilai dari $\gamma_t(i)$ sebagai berikut:

$$\gamma_t(i) = \frac{\alpha_t(i)\beta_t(i)}{P(O|\lambda)} = \frac{\alpha_t(i)\beta_t(i)}{\sum_{i=1}^N \alpha_t(i)\beta_t(i)} \quad (2.30)$$

Nilai $\alpha_t(i)$ merupakan hasil perhitungan dengan menggunakan Algoritma *Forward*, sedangkan $\beta_t(i)$ merupakan hasil dari perhitungan dengan menggunakan Algoritma *Backward*. Sedangkan nilai:

$$P(O|\lambda) = \sum_{i=1}^N \alpha_t(i)\beta_t(i) \quad (2.31)$$

sehingga:

$$\sum_{i=1}^N \gamma_t(i) = 1 \quad (2.32)$$

Berdasarkan nilai $\gamma_t(i)$, maka barisan *state* yang optimal dapat ditentukan dengan cara:

$$\arg \max_{1 \leq i \leq N} [\gamma_t(i)], \text{ untuk } 1 \leq t \leq T \quad (2.33)$$

Jika menggunakan Algoritma *Forward-Backward* akan muncul beberapa masalah ketika nilai probabilitas transisi $a_{ij} = 0$ untuk beberapa i, j yang mengakibatkan urutan *state* tidak mungkin menjadi urutan *state* yang optimal. Salah satu cara untuk mengatasi masalah ini, digunakan Algoritma *Viterbi* untuk mencari urutan *state* yang optimal, $Q = \{q_1 q_2 \dots q_T\}$ untuk barisan observasi $O = \{O_1 O_2 \dots O_T\}$, didefinisikan:

$$\delta_t(i) = \max_{q_1 q_2 \dots q_{t-1}} P[q_1 q_2 \dots q_T = i, O_1 O_2 \dots O_T | \lambda] \quad (2.34)$$

Perhitungan dilakukan dari t ke $t+1$, untuk mencari nilai probabilitas yang terbesar digunakan:

$$\delta_{t+1}(j) = \left[\max_i \delta_t(i) a_{ij} \right] b_j(O_{t+1}) \quad (2.35)$$

Secara umum, langkah Algoritma *Viterbi* adalah:

1. Inisialisasi untuk $1 \leq i \leq N$

$$\delta_1(i) = \pi_i b_i(O_1) \quad (2.36)$$

$$\psi_1(i) = 0 \quad (2.37)$$

2. Pengulangan untuk $2 \leq t \leq T$

$$\delta_t(j) = \max_{1 \leq i \leq N} [\delta_{t-1}(i) a_{ij}] b_j(O_t) \quad (2.38)$$

$$\psi_t(j) = \max_{1 \leq i \leq N} [\delta_{t-1}(i) a_{ij}] \quad (2.39)$$

3. Terminasi

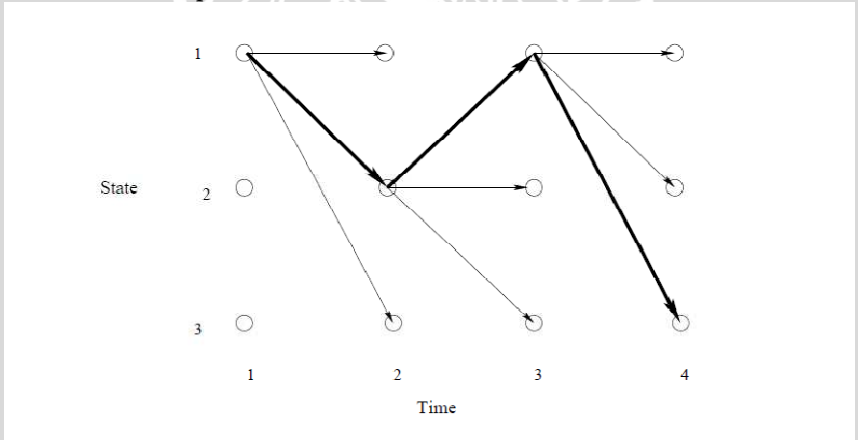
$$P^* = \max_{1 \leq i \leq N} [\delta_T(i)] \quad (2.40)$$

$$q_T^* = \arg \max_{1 \leq i \leq N} [\delta_T(i)] \quad (2.41)$$

4. Backtracking $t = T-1, T-2, \dots, 1$

$$q_t^* = \psi_{t+1}(q_{t+1}^*) \quad (2.42)$$

Algoritma *Viterbi* adalah langkah yang sama dengan Algoritma *Forward-Backward* (tanpa langkah *backtracking*). Metode ini akan lebih efisien dalam perhitungan komputasinya. Proses Algoritma *Viterbi* akan terlihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.5 Gambaran prosedur Algoritma *Viterbi*

(Zhang, 2004)

Untuk menyelesaikan permasalahan ke tiga yaitu mengatur parameter λ agar $P(O|\lambda)$ maksimal. Permasalahan ketiga disebut *the training problem*. Permasalahan ini yang paling sulit dan yang lebih penting dari kedua masalah di atas. Banyak cara yang dapat digunakan untuk penyelesaian masalah ini, salah satunya *The Baum-*

Wech reestimation formulas. Untuk mengestimasi HMM parameter, didefinisikan $\xi_t(i, j)$ sebagai berikut:

$$\xi_t(i, j) = P(q_t = S_i, q_{t+1} = S_j | O, \lambda) \quad (2.43)$$

Probabilitas dari *state* q_t saat waktu t , dan membuat transisi dari *state* q_i pada saat $t + 1$, diberikan barisan observasi dan model. Sehingga $\xi_t(i, j)$ dapat dihitung dengan cara:

$$\begin{aligned} \xi_t(i, j) &= \frac{\alpha_t(i) a_{ij} b_j(O_{t+1}) \beta_{t+1}(j)}{P(O|\lambda)} \\ &= \frac{\alpha_t(i) a_{ij} b_j(O_{t+1}) \beta_{t+1}(j)}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \alpha_t(i) a_{ij} b_j(O_{t+1}) \beta_{t+1}(j)} \end{aligned} \quad (2.44)$$

dengan $\alpha_t(i)$ untuk $O_1, O_2, \dots, O_t$ dan *state* q_i saat waktu t , dan β_t dihitung dari $O_{t+1}, \dots, O_T$ yang diberikan saat *state* q_i pada waktu t .

Berdasarkan dari definisi $\gamma_t(i)$ sebagai probabilitas dari *state* q_i saat waktu t , diberikan barisan observasi dan model, sehingga hubungan antara $\gamma_t(i)$ dan $\xi_t(i, j)$ dengan menjumlahkan $\xi_t(i, j)$ atas j , diberikan:

$$\gamma_t(i) = \sum_{j=1}^N \xi_t(i, j) \quad (2.45)$$

Setelah mendapatkan nilai-nilai dari rumus diatas, dapat digunakan dalam metode *Baum-Welch Re-estimation* untuk mengestimasi parameter HMM. Re-estimasi parameter HMM adalah sebagai berikut:

$$\hat{\pi} = \gamma_1(i) \text{ untuk } 1 \leq i \leq N$$

$$\hat{a}_{ij} = \frac{\sum_{t=1}^{T-1} \xi_t(i, j)}{\sum_{t=1}^{T-1} \gamma_t(i)} \quad (2.46)$$

$$\hat{b}_j(k) = \frac{\sum_{t=1, O_t=v_k}^{T-1} \gamma_t(j)}{\sum_{t=1}^{T-1} \gamma_t(j)} \quad (2.47)$$

dengan nilai:

$$\left[\sum_{j=1}^N a_{ij} \right] = 1; \quad \left[\sum_{i=1}^N b_i(k) \right] = 1; \quad \text{dan} \quad \left[\sum_{i=1}^N \pi_i \right] = 1 \quad (2.48)$$

dan:

$\sum_{t=1}^{T-1} \gamma_t(i)$ adalah nilai transisi dari *state* q_i .

$\sum_{t=1}^{T-1} \xi_t(i, j)$ adalah nilai transisi dari *state* q_i ke *state* q_j .

Re-estimasi π_i sama dengan probabilitas *state* q_i saat $t = 1$. Re-estimasi untuk a_{ij} adalah rasio dari nilai transisi *state* q_i ke q_i , dibagi dengan nilai transisi dari *state* q_i . Re-estimasi yang terakhir untuk $b_j(k)$ adalah rasio nilai waktu pada saat *state* j dan dalam k observasi dibagi dengan nilai waktu pada saat *state* j (Rabiner, dkk, 1986).

2.4. Saham

Secara umum saham merupakan salah satu instrumen pasar keuangan yang sangat populer untuk diperdagangkan dalam pasar yang dikenal sebagai bursa. Bursa Efek menurut J. Bogen adalah suatu sistem yang terorganisasi dengan mekanisme resmi untuk mempertemukan penjual dan pembeli efek secara langsung atau melalui wakil-wakilnya (Ahmad, 2004:17;18).

2.4.1. Menentukan *Trend Market* dengan *Pivot Point*

Pivot point adalah analisis teknikal untuk memprediksikan tingkatan harga dalam bursa keuangan yang umumnya digunakan oleh para *trader* sebagai indikator pergerakan harga. *Pivot point* menghitung rata-rata dari harga signifikan meliputi harga pembukaan, harga rendah, harga tinggi, harga penutupan, yang terjadi dibursa pada periode tertentu atau sebelumnya. Jika harga

saham pada perdagangan tertentu dalam periode tertentu berada diatas *pivot point* maka dianggap sebagai *bullish*, begitu juga sebaliknya bila berada di bawah *pivot point* dianggap *bearish*. Kemudian digunakan pula penghitungan tingkatan *support level* dan *resistance*, baik di atas maupun di bawah *pivot point*. (<http://www.bisnisindeks.com/kolom/pivot-point-analisa-teknikal-aritmetika>).

Beberapa metode untuk menghitung *pivot point* (P) yang paling umum digunakan adalah rata-rata dari harga tinggi (H), harga rendah (L), dan harga pembukaan (O) di periode perdagangan sebelumnya:

$$P = \frac{(H + L + O)}{3} \quad (2.49)$$

Kadang-kadang, rata-rata juga mencakup harga penutupan(C) periode sebelumnya:

$$P = \frac{O + H + L + C}{4} \quad (2.50)$$

Dalam kasus lain, ada beberapa *trader* ingin menekankan harga penutupan,

$$P = \frac{H + L + C + C}{4} \quad (2.51)$$

atau periode yang menekankan pada harga pembukaan,

$$P = \frac{H + L + O + O}{4} \quad (2.52)$$

Support level didefinisikan sebagai tingkat dimana pertimbangan beli muncul untuk mencegah harga menurun lebih lanjut. *Resistance level* didefinisikan sebagai tingkat munculnya pertimbangan jual untuk mencegah lonjakan harga lebih lanjut. Nilai *support level* pertama (S) dan *resistance level* pertama (R) ditunjukkan pada persamaan (2.54):

$$\begin{aligned} R &= (2 \times P) - L \\ S &= (2 \times P) - H \end{aligned} \quad (2.53)$$

(http://en.wikipedia.org/wiki/Pivot_point)

2.4.2. Menentukan Perubahan Harga Saham

Menurut (Gao Zhiyuan, 2010) perubahan harga saham dibedakan menjadi tiga, yaitu perubahan naik, turun dan tetap.

Definisi untuk perubahan naik jika $v_n - v_{n-1} > 1$ dengan v_n adalah harga penutupan untuk periode t dan v_{n-1} adalah harga penutupan untuk periode $t - 1$. Definisi untuk perubahan turun adalah $v_n - v_{n-1} < -1$, sedangkan untuk perubahan kategori tetap adalah $|v_n - v_{n-1}| \leq 1$.

2.5. PT. Astra Internasional, Tbk

PT. Astra Internasional, Tbk. berawal dari sebuah perusahaan dagang pada tahun 1957, Astra secara terus menerus mengembangkan bidang usaha dan investasinya. Saham Perseroan milik perusahaan tersebut telah tercatat di BEJ dan BES yang sekarang dikenal sebagai BEI sejak tahun 1990, dengan nilai kapitalis pasar pada tanggal 31 desember 2003 sebesar Rp.20,1 triliun (setara US\$2,4 miliar) dengan 4547 pemegang saham. Karyawan Grup Astra di seluruh Indonesia pada akhir Desember 2003 berjumlah 95.420 orang. Rekor yang diperoleh Astra pada tahun 2003:

- a) Laba bersih 21,6% lebih tinggi menjadi Rp. 4,4 triliun (setara US\$ 522 juta).
- b) Hutang perusahaan induk astra berkurang sekitar 60% menjadi Rp.2,7triliun (setara US\$ 322 juta).
- c) Memperoleh dana sebesar Rp. 1,4 triliun (setara US\$158 juta) yang berasal dari Penawaran Umum Terbatas II.
- d) Membagikan dividen intern sebesar Rp 50 per saham.

Selain itu, beberapa penghargaan yang diperoleh Astra pada tahun 2003, antara lain:

1. *Finance Asia* telah memilih Astra sebagai perusahaan terbaik di Indonesia pada semua kategori:
 - *Best Managed Company.*
 - *Best Investor Relations.*
 - *Most Committed to Shareholder Value.*
 - *Best Corporate Governance.*
 - *Best Financial Management.*
2. Majalah *Forbes* dalam surveinya terhadap 2000 perusahaan terbesar dan paling berpengaruh di dunia berdasarkan penjualan, laba, aktiva dan nilai kapitalis pasar telah memilih Astra pada peringkat 1270.

3. Dalam *Asia's Leading Company Award Far Eastern Economic Review* telah memilih Astra sebagai:
 - *Leading Company* peringkat dua secara keseluruhan.
 - Peringkat Kedua untuk *High Quality Service/Products*.
 - Peringkat Pertama untuk *Long Term Vision*.
4. Majalah Warta Ekonomi memilih Astra sebagai Perusahaan Idaman untuk bekerja pada peringkat pertama.
5. Majalah SWA dan Markplus & Co memilih Astra sebagai Perusahaan Publik Terbaik berdasarkan konsep *Economic Value Added(EVA)* pada peringkat kelima.
6. Majalah Investor memberikan penghargaan Emiten Terbaik di Indonesia untuk kategori aneka industri.
7. *The Indonesian Institute for Corporate Governance* dan majalah SWA memberi penghargaan *Corporate Governance Perception Index* peringkat pertama pada semua kategori yaitu Komitmen terhadap Tata Kelola Perusahaan, Tata Kelola Dewan Komisaris, Komite-komite Fungsional, Direksi, Transparansi, Hak para pemegang saham dan Hubungan dengan *Stakeholders*.

Berdasarkan laporan keuangan PT.Astra Internasional, Tbk dari tahun 2003-2007 seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1 memperlihatkan jika PT. Astra Internasional, Tbk merupakan salah satu perusahaan yang memiliki prospek cukup baik sebagai salah satu aset investasi untuk para investor serta akan memberikan hasil investasi atau keuntungan pada para pemegang saham Astra yang cukup besar.

Tabel.2.1 Laba PT. Astra Internasional, Tbk

Tahun	Laba per lembar saham(rupiah)
2002	1024
2003	1100
2004	1335
2005	1348
2006	917
2007	1610

Sumber: *Annual Report* PT. Astra Internasional, Tbk.

BAB III METODOLOGI

3.1. Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian berupa data sekunder yang merupakan sumber data penelitian dengan cara diperoleh peneliti secara tidak langsung melalui media perantara (diperoleh dan dicatat oleh pihak lain). Pengambilan data sekunder dilakukan melalui pencarian secara online di <http://yahoo.finance.com>. Data yang diambil berupa:

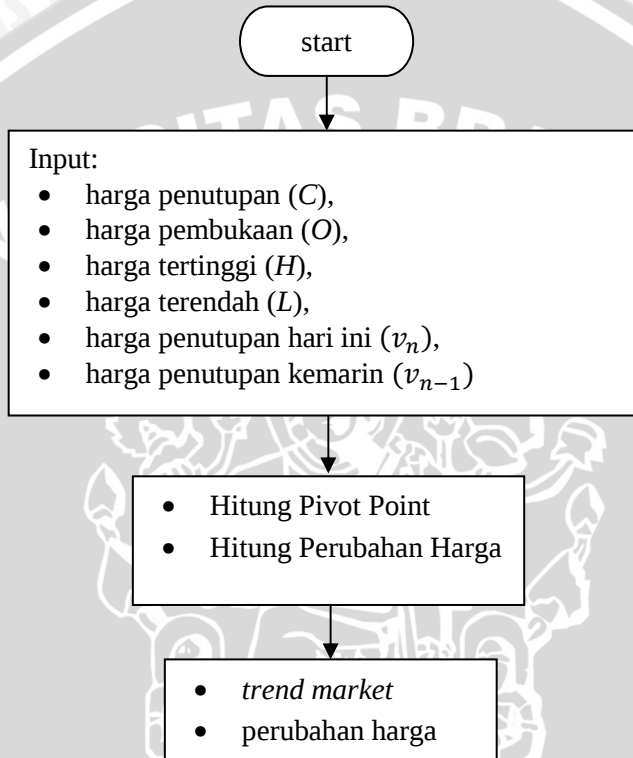
1. Harga Penutupan Saham (*closed price*), yaitu harga terakhir saat bursa ditutup pada periode tertentu.
2. Harga Pembukaan Saham (*open price*), yaitu harga saat bursa dibuka/transaksi mulai dilakukan pada periode tertentu.
3. Harga Tertinggi Saham (*high price*), yaitu harga tertinggi pada periode tertentu.
4. Harga Terendah Saham (*low price*), yaitu harga terendah pada periode tertentu.

Data berasal dari PT. Astra Internasional, Tbk yang diambil mulai 5 Januari 2009 sampai 15 Maret 2011 dan diamati dalam periode harian. PT. Astra Internasional, Tbk merupakan salah satu perusahaan yang memiliki harga per saham termahal di antara perusahaan yang memiliki saham di Bursa Efek Indonesia. Harga per saham yang relatif mahal akan memberikan keuntungan lebih bagi para investor.

3.2. Pengolahan Data

Langkah awal dengan membagi data menjadi dua, yaitu sebagai data percobaan untuk menyusun model dan sebagai data pelatihan untuk menguji model. Data yang terdiri dari harga penutupan (*C*), harga pembukaan (*O*), harga tertinggi (*H*) dan harga terendah (*L*) digunakan untuk menentukan kondisi pasar saham yaitu *bullish* dan *bearish* dengan menentukan nilai pivot point terlebih dahulu. Kondisi pasar *bullish* jika perdagangan bursa dalam periode tertentu berada di atas nilai pivot point, dan jika terjadi sebaliknya dianggap *bearish* sedangkan jika nilai harga penutupan bernilai sama dengan pivot poin maka *trend market* yang terjadi adalah *sideway trend*.

Langkah selanjutnya mengamati perubahan harga saham meliputi perubahan harga naik, tetap atau turun dari harga pada periode sebelumnya. Untuk lebih jelasnya ditunjukkan pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Alur Proses Pengolahan Data

3.3. Analisis Data

Setelah menentukan keadaan (*state*) yang meliputi *bullish* dan *bearish* serta dan barisan observasi state yaitu naik (*up*), turun (*down*) atau tetap (*unchanged*). Langkah selanjutnya adalah pemodelan permasalahan dengan menggunakan metode *Hidden Markov Model* atau HMM.

3.3.1. Penentuan Parameter HMM

Langkah pertama dalam penyelesaian masalah dengan metode HMM adalah penentuan parameter yang akan digunakan dalam HMM berdasarkan data perubahan harga saham PT. Astra Internasional, Tbk., yaitu:

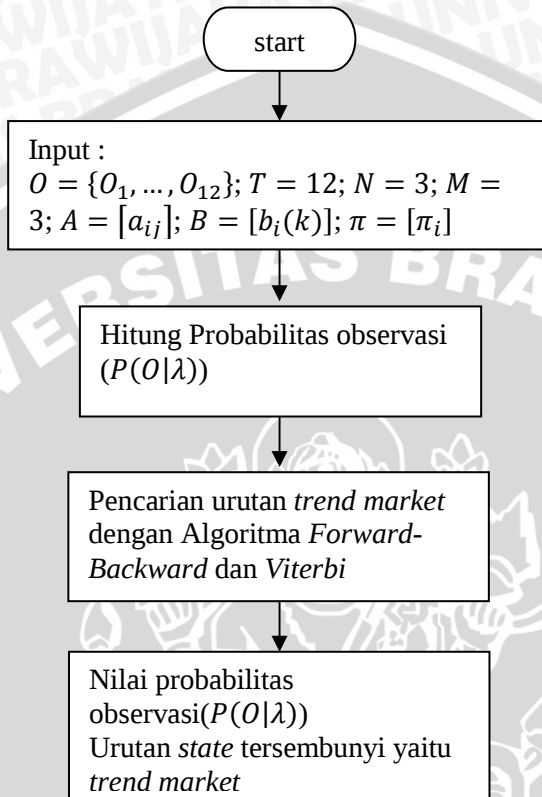
1. Parameter distribusi HMM, yaitu:
 - Probabilitas transisi yaitu $A = [a_{ij}]$ yang didapatkan dengan memperhatikan perpindahan keadaan (*state*) yang tersembunyi.
 - Probabilitas observasi $B = [b_i(k)]$ yang didapatkan dengan mengamati perubahan harga yang terjadi.
 - Distribusi keadaan awal $\pi = [\pi_i]$.
2. Parameter tertentu HMM, yaitu:
 1. N , jumlah keadaan (*state*) tersembunyi yang meliputi *trend market bullish*, *bearish* dan *sideway trend*.
 2. M , jumlah simbol observasi yang meliputi perubahan harga naik, turun atau tetap.

3.3.2. Penyelesaian dengan *Hidden Markov Model*

Langkah selanjutnya adalah penyelesaian permasalahan dengan menggunakan metode *Hidden Markov Model*. Pengamatan dilakukan pada perubahan harga saham PT. Astra Internasional, Tbk., sehingga, diperoleh suatu barisan observasi state yaitu $O = \{O_1, O_2, \dots, O_N\}$ dimana $O_1 = \text{naik}$, $O_2 = \text{turun}$, dan $O_3 = \text{tetap}$.

1. Menghitung $P(O|\lambda)$ bila diberikan barisan observasi dan sebuah model $\lambda = (A, B, \pi)$. Algoritma *Forward* digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pertama ini.
2. Memilih barisan keadaan yang paling optimal yang berhubungan dengan $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_N\}$ di mana $q_1 = \text{bullish}$, $q_2 = \text{bearish}$, dan $q_3 = \text{sideway trend}$. Jika diberikan barisan observasi $O = \{O_1, O_2, \dots, O_N\}$ dan sebuah model $\lambda = (A, B, \pi)$. Pada permasalahan ke dua ini ada dua Algoritma yang dapat digunakan yaitu dengan menggunakan Algoritma *Forward-Backward* atau menggunakan algoritma *Viterbi*.

Untuk lebih jelasnya, penggunaan kedua Algoritma ditunjukkan pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2 Alur perhitungan dengan menggunakan Algoritma *Forward-Backward* dan *Viterbi*

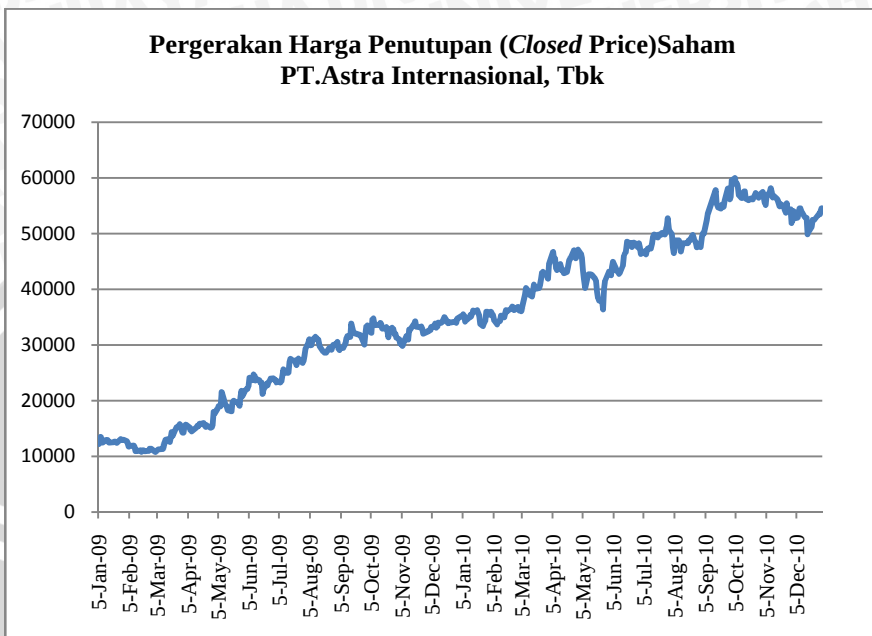
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai penyelesaian permasalahan dengan menggunakan metode *Hidden Markov Model* (HMM) yang diterapkan pada bidang ekonomi dalam menganalisis *trend market* saham PT. Astra Internasional, Tbk. berdasarkan data pergerakan harga saham pada periode harian atau *day to day*.

4.1. Hasil Pengolahan Data

Data berasal dari PT. Astra Internasional, Tbk. yang diperoleh dengan cara *men-download* dari situs <http://yahoo.finance.com> yang terdiri dari harga pembukaan (*open price*), harga tertinggi (*high price*), harga terendah (*low price*), dan harga penutupan (*closed price*) dengan mengamati pergerakan saham secara harian atau sering dikenal dengan teori *minor trend* atau *day to day*. Kemudian langkah berikutnya adalah mencari nilai *pivot point*, *resistance*, dan *support level* sebagai indikator *trend market bullish*, *bearish* atau *sideway trend*.

Data yang diamati sebagai data untuk pemodelan *Hidden Markov Model* dari periode 3 Januari 2009 sampai 30 Desember 2010. Pengamatan dilakukan selama 2 tahun untuk mencari pola pergerakan harga saham yang memberikan keadaan *bearish* dan *bullish* yang bagus. Berikut grafik pola pergerakan harga saham PT. Astra Internasional, Tbk. selama tahun 2009 hingga 2010 pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik Pola Pergerakan Harga Saham PT. Astra Internasional, Tbk.

Nilai *resistance* dan *support level* adalah level-level kritis yang merupakan level psikologis para pelaku pasar dalam mengambil keputusan untuk membeli atau menjual saham mereka. Nilai *support* akan menjaga harga saham tidak jatuh lebih dalam di bawah *support level*. Jika harga saham menembus *support level*, maka saham akan turun ke bawah sampai menemukan titik *support* yang baru. Nilai *resistance* akan menghambat harga saham naik terus, jika harga saham menembus nilai *resistance* maka harga saham akan mencari nilai *resistance* yang baru. Biasanya para pelaku pasar menggunakan tiga nilai *resistance* dan *support level*. Untuk mempermudah perhitungan nilai pivot poin, *resistance level* dan *support level* digunakan bantuan program Delphi yang dapat dilihat pada Lampiran 4. Untuk perhitungan nilai pivot poin, *resistance*, dan *support level* dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil perhitungan nilai pivot poin dalam menentukan *trend market* PT. Astra Internasional, Tbk.

Date	Open	High	Low	Closed	Pivot Poin	R	S	Trend Market
5Jan09	11000	12550	10800	12200	11638	12475	10725	bullish
6Jan09	12200	12850	12200	12550	12450	12700	12050	bullish
7Jan09	12600	13700	12600	13500	13100	13600	12500	bullish
8Jan09	13000	13200	12800	12950	12988	13175	12775	bearish
9Jan09	13000	13000	12150	12450	12650	13150	12300	bearish
12Jan09	12400	13050	12300	12950	12675	13050	12300	bullish
13Jan09	12500	12900	12500	12750	12663	12825	12425	bullish
14Jan09	12800	13150	12800	12900	12913	13025	12675	bearish
15Jan09	12650	12700	12450	12500	12575	12700	12450	bearish
16Jan09	12700	12700	12450	12450	12575	12700	12450	bearish
19Jan09	12500	12650	12150	12500	12450	12750	12250	bullish
20Jan09	12350	12550	11900	12550	12338	12775	12125	bullish
21Jan09	12350	12850	12200	12650	12513	12825	12175	bullish
22Jan09	12750	12800	12300	12550	12600	12900	12400	bearish
23Jan09	12350	12450	12300	12400	12375	12450	12300	bullish
27Jan09	12500	13250	12500	13100	12838	13175	12425	bullish
28Jan09	13100	13250	12900	12900	13038	13175	12825	bearish
29Jan09	13000	13400	12850	12900	13038	13225	12675	bearish
30Jan09	12600	13000	12450	13000	12763	13075	12525	bullish
2Feb09	13100	13100	12550	12750	12875	13200	12650	bearish
3Feb09	12750	12850	12350	12450	12600	12850	12350	bearish
4Feb09	12500	12500	11600	11700	12075	12550	11650	bearish

Pada Tabel 4.1 adalah sebagian dari perhitungan data untuk pemodelan *Hidden Markov Model* yaitu data dari periode 5 Januari 2009 sampai 30 Desember 2010 untuk lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 1. Untuk *trend market bullish* terjadi karena harga penutupan pada periode tertentu berada di atas nilai pivot poin, sedangkan *trend market bearish* terjadi ketika harga penutupan berada di bawah pivot poin, dan jika harga penutupan bernilai sama dengan pivot poin maka *trend market* yang terjadi adalah *sideway*

trend. Untuk perhitungan pergerakan harga PT. Astra Internasional, Tbk. adalah pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Hasil perhitungan pergerakan harga saham PT. Astra Internasional, Tbk.

<i>Date</i>	<i>Closed</i>	Perubahan Harga	Keterangan
5Jan09	12200		Harga pada tanggal 5 Januari 2009 sebagai acuan harga pertama yaitu v_{n-1} , sedangkan pada tanggal 6 Januari 2009 sebagai data v_n .
6Jan09	12550	naik	
7Jan09	13500	naik	
8Jan09	12950	turun	
9Jan09	12450	turun	
12Jan09	12950	naik	
13Jan09	12750	turun	
14Jan09	12900	naik	
15Jan09	12500	turun	
16Jan09	12450	turun	
19Jan09	12500	naik	
20Jan09	12550	naik	
21Jan09	12650	naik	
22Jan09	12550	turun	
23Jan09	12400	turun	
27Jan09	13100	naik	
28Jan09	12900	turun	
29Jan09	12900	tetap	
30Jan09	13000	naik	
2Feb09	12750	turun	
3Feb09	12450	turun	
4Feb09	11700	turun	

4.2. Penyelesaian dengan *Hidden Markov Model*

Berdasarkan hasil olahan data yang didapatkan selanjutnya dilakukan pemodelan dengan menggunakan metode *Hidden Markov Model*.

4.2.1. Hasil Penentuan Parameter

Hidden Markov Model (HMM) didefinisikan sebagai kumpulan lima parameter (N, M, A, B, π) . N adalah banyaknya urutan keadaan yang tersembunyi (*hidden state*) yaitu *trend market bullish*, *bearish* dan *sideway trend*, sedangkan M adalah banyaknya observasi yang diamati yaitu perubahan harga naik, turun atau tetap. Jika dianggap $\lambda = (A, B, \pi)$ dengan A adalah matriks perpindahan antar urutan keadaan (*state*), B adalah matriks emisi yang berisi probabilitas observasi, dan π adalah matriks distribusi awal.

4.2.1.1. Penentuan *Hidden state* dan Observasi *state*

Pada pembahasan ini, yang dipilih untuk menjadi keadaan tersembunyi (*hidden state*) adalah *trend market* yaitu *bullish*, *bearish* dan *sideway trend*. Selanjutnya yang menjadi barisan observasi adalah perubahan harga yaitu naik, turun atau tetap. Jadi, $N = 3$ yaitu banyaknya keadaan tersembunyi (*hidden state*), dan $M = 3$ adalah banyaknya barisan observasi yaitu perubahan harga.

4.2.1.2. Matriks Probabilitas Perpindahan *state*

Berdasarkan perhitungan pada langkah sebelumnya, diberikan urutan keadaan tersembunyi (*hidden state*) yang berhubungan dengan $Q = q_1, q_2, \dots, q_T$. Keadaan tersembunyi (*hidden state*) yang dimaksud adalah $q_1 = \text{bullish}$, $q_2 = \text{bearish}$, $q_3 = \text{sideway trend}$. Terjadinya perpindahan antar keadaan tersembunyi (*hidden state*) dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Perpindahan *hidden state* pada *trend market* saham

<i>state</i>	<i>bullish</i>	<i>bearish</i>	<i>sideway trend</i>	
<i>bullish</i>	129 hari	112 hari	5 hari	246
<i>bearish</i>	106 hari	115 hari	7 hari	228
<i>sideway trend</i>	11 hari	1 hari	0 hari	12

Pada Tabel 4.3 menunjukkan jumlah terjadinya perpindahan antar *hidden state* yaitu *trend market* saham PT. Astra Internasional, Tbk. Perpindahan *state* dari *bullish* ke *bullish* terjadi sebanyak 129 hari, sedangkan perpindahan *state bullish* ke *bearish* terjadi sebanyak 112 hari, perpindahan *state bullish* ke *sideway trend* terjadi sebanyak 5 hari dengan jumlah *state bullish* dari 486 data adalah 246. Sedangkan yang dimaksud dengan perpindahan *state* adalah perpindahan dari $q_1 = \text{bullish}$ ke $q_2 = \text{bearish}$. Didapatkan matriks probabilitas perpindahan:

$$A = \begin{bmatrix} \frac{129}{246} & \frac{112}{246} & \frac{5}{246} \\ \frac{106}{228} & \frac{115}{228} & \frac{7}{228} \\ \frac{11}{12} & \frac{1}{12} & 0 \end{bmatrix}$$

atau

$$A = \begin{bmatrix} 0,524390244 & 0,455284552 & 0,0203252 \\ 0,464912281 & 0,504385965 & 0,03070175 \\ 0,916666667 & 0,083333333 & 0 \end{bmatrix}$$

A adalah matriks probabilitas perpindahan *trend market* saham pada PT. Astra Internasional, Tbk. Misalnya, probabilitas terjadinya *trend market bearish* jika diketahui *trend market* yang terjadi sebelumnya *bullish* adalah 0,455284552 atau $P(\text{bearish}|\text{bullish}) = 0,45528455$.

4.2.1.3. Matriks Probabilitas Observasi (Matriks Emisi)

Matriks probabilitas observasi (matriks emisi) merupakan nilai probabilitas saat observasi dilakukan pada waktu t atau $O_t = q_k$. Barisan observasi $O = O_1, O_2, \dots, O_T$ adalah perubahan harga atau bisa disimbolkan $O = \{\text{naik, turun, tetap}\}$. Keadaan tersembunyi (*hidden state*) $Q = q_1, q_2, \dots, q_T$ yaitu $Q = \{\text{bullish, bearish, sideway trend}\}$. Maksud dari observasi yang dilakukan pada waktu t atau $O_t = q_k$. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.4 Jumlah observasi perubahan harga saham berdasarkan *trend market*.

<i>trend market</i>	perubahan harga saham			
	naik	turun	tetap	
<i>bullish</i>	202	34	9	245
<i>bearish</i>	33	188	7	228
<i>sideway trend</i>	7	4	1	12
	242	226	17	485

Pada Tabel 4.4 menjelaskan mengenai nilai observasi *state* pada *hidden state* yaitu *trend market*. Misalkan, jika dilihat pada *trend market bullish* terjadi perubahan harga saham yang mengalami kenaikan sebanyak 202 kali, dan ketika *state bullish* terjadi penurunan harga sebanyak 39 kali, dan terjadi ketetapan harga sebanyak 9 kali. Terlihat juga perbedaan banyaknya *state bullish* pada matriks probabilitas dan matriks transisi. Pada penyusunan matriks transisi terdapat 246 *state bullish* sedangkan pada penyusunan matriks probabilitas terdapat 245 *state bullish*. Hal ini terjadi karena, pada penyusunan matriks probabilitas untuk data 5 Januari 2009 tidak diperhitungkan sebab data ini menjadi acuan perhitungan perubahan harga saham. Kemudian dari Tabel 4.4 dapat disusun sebuah matriks probabilitas observasi sebagai berikut:

$$B = \begin{bmatrix} 202 & 34 & 9 \\ 245 & 245 & 245 \\ 33 & 188 & 7 \\ 228 & 228 & 228 \\ 7 & 4 & 1 \\ 12 & 12 & 12 \end{bmatrix}$$

atau,

$$B = \begin{bmatrix} 0,824489796 & 0,13877551 & 0,03673469 \\ 0,144736842 & 0,824561404 & 0,03070175 \\ 0,583333333 & 0,333333333 & 0,08333333 \end{bmatrix}$$

B adalah matriks probabilitas observasi yang menunjukkan nilai probabilitas masing-masing observasi perubahan harga pada keadaan tersembunyi (*hidden state*). Misalkan probabilitas terjadinya kenaikan harga ketika *trend market bullish* adalah 0,824489796 atau dapat ditulis sebagai $P(\text{naik}|\text{bullish}) = 0,824489796$.

4.2.1.4. Matriks Distribusi Awal

Berdasarkan data pemodelan yang diambil sebanyak 486 data dari periode 5 Januari 2009 sampai 30 Desember 2010 dapat disusun matriks distribusi awal dengan langkah-langkah sebagai berikut:

Tabel 4.5 Jumlah keadaan (*state*) selama pengamatan pada saham PT. Astra Internasional, Tbk.

Keadaan(<i>state</i>)	Jumlah
<i>bullish</i>	246
<i>bearish</i>	228
<i>sideway trend</i>	12
	486

Perhitungan data Tabel 4.5 diperoleh berdasarkan pada Tabel 4.1 dan Lampiran 1, sehingga dapat ditentukan nilai distribusi awal dengan cara:

$$\pi = \begin{bmatrix} \frac{246}{486} & \frac{228}{486} & \frac{12}{486} \end{bmatrix}$$

sehingga, diperoleh nilai distribusi awal sebagai berikut:

Tabel 4.6 Nilai distribusi awal

Keadaan(<i>state</i>)	Distribusi awal
<i>bullish</i>	0,50617284
<i>bearish</i>	0,469135802
<i>sideway trend</i>	0,024691358

atau:

$$\pi = [0,50617284 \quad 0,469135802 \quad 0,024691358]$$

4.2.2. Hasil Penyelesaian dengan HMM

Penyelesaian permasalahan dengan *Hidden Markov Model* dalam menganalisis *trend market* PT. Astra Internasional, Tbk. yaitu dengan menyelesaikan:

1. Menghitung $P(O|\lambda)$ bila diberikan urutan observasi $O = O_1, O_2, \dots, O_T$ dan sebuah model $\lambda = (A, B, \pi)$.
2. Memilih urutan keadaan tersembunyi (*hidden state*) yang paling optimal berhubungan dengann $Q = q_1, q_2, \dots, q_T$ bila

diberikan urutan observasi $O = O_1, O_2, \dots, O_2$ dan sebuah model $\lambda = (A, B, \pi)$.

Untuk mempermudah dalam perhitungan digunakan bantuan Delphi yang dapat dilihat pada Lampiran 6.

4.2.2.1. Hasil Perhitungan Nilai $P(O|\lambda)$.

Pada langkah ini, dilakukan T pengamatan pada data pelatihan, yaitu data dari periode 3 Januari 2011 sampai 14 Juli 2011, yaitu sebanyak $T = 12$ dengan barisan observasi yaitu:

$$O = \{\text{turun, turun, turun, turun, turun, turun, naik, turun, tetap, turun, turun, naik}\}$$

Untuk menghitung nilai probabilitas barisan observasi dengan model yang diberikan, yaitu: $\lambda = (A, B, \pi)$ sesuai dengan hasil penentuan parameter sebelumnya. Algoritma *Forward* akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan ini, dengan didefinisikan:

$$\alpha_t(i) = P(O_1, O_2, \dots, O_T, q_T | \lambda)$$

Hasil perhitungan untuk Algoritma *Forward* dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Nilai probabilitas barisan observasi dengan Algoritma *Forward*.

Waktu(t)	Nilai $\alpha_t(1)$	Nilai $\alpha_t(2)$	Nilai $\alpha_t(3)$
t=1	0,070244394	0,386831276	0,008230453
t=2	0,031116615	0,18781804	0,00443471
t=3	0,014946305	0,090099212	0,002132932
t=4	0,007172073	0,043229564	0,00102333
t=5	0,003441213	0,02074184	0,000490999
t=6	0,001651117	0,009952077	0,000235585
t=7	0,004706703	0,000838178	0,000197812
t=8	0,00042176	0,002129132	4,04661E-05
t=9	4,58493E-05	3,89697E-05	6,1617E-06
t=10	6,63467E-06	3,38431E-05	7,09445E-07
t=11	2,75657E-06	1,66147E-05	3,91297E-07
t=12	7,85622E-06	1,3993E-06	3,30242E-07
Nilai $P(O \lambda)$	9,58576E-06		

Nilai $\alpha_t(i)$ merupakan nilai probabilitas gabungan antara barisan observasi O_t dengan urutan keadaan (*state*) saat t adalah q_t . Misalnya, ambil nilai $\alpha_1(1)$ adalah nilai probabilitas gabungan dari barisan observasi saat $t = 1$ yaitu $O_1 = \text{turun}$ pada $q_1 = \text{bullish}$ adalah 0,070244394 yang mengartikan besar nilai probabilitas ketika harga saham turun pada saat terjadi *trend market*. Untuk nilai $\alpha_t(2)$ merupakan nilai probabilitas ketika harga saham turun pada saat terjadi *trend market bearish* adalah 0,38631276. Untuk nilai $\alpha_t(3)$ merupakan nilai besar nilai probabilitas ketika harga saham turun pada saat terjadi *trend market sideway trend* adalah 0,008230453.

Pada perhitungan di atas dilakukan pengamatan selama $T = 12$, dan nilai probabilitasnya bisa dikatakan sangat kecil, maka akan dilakukan percobaan dengan membandingkan nilai probabilitas jika dilakukan pengamatan dengan waktu yang pendek, apakah nilai probabilitasnya akan berubah bergantung pada panjang pendeknya pengamatan yang dilakukan. Pada Tabel 4.8 akan diperlihatkan perbandingan nilai probabilitas barisan observasi dengan jumlah pengamatan yang dilakukan dalam harian, seperti berikut.

Tabel 4.8 Perbandingan Nilai Probabilitas dengan Banyaknya Jumlah Pengamatan.

Jumlah pengamatan($t=\text{hari}$)	Nilai probabilitas
$t=2$	0,223369364928193
$t=3$	0,107178447941115
$t=4$	0,0514249672592392
$t=5$	0,0246740512874582
$t=6$	0,0118387791029967
$t=7$	0,00574269291831499
$t=8$	0,00259135851867959
$t=9$	9,09806911644514E-5
$t=10$	4,11871766610996E-5
$t=11$	1,97625748425793E-5
$t=12$	9,58576142799371E-6
$t=24$	1,59961240048468E-9
$t=31$	7,99191701585526E-13
$t=42$	1,63933940607894E-18

Pada Tabel 4.8 menunjukkan jika pelaku pasar melakukan pengamatan dalam jangka waktu 2 hari, probabilitas barisan observasi adalah 0,223369364928193, yang artinya probabilitas observasi $state\ 0 = \{turun, turun\}$ yaitu probabilitas hari pertama pengamatan harga saham turun, dan hari kedua pengamatan juga turun, yang juga berlaku bagi urutan $state$ yang cenderung berada pada *trend market bearish*. Sedangkan dengan melakukan pengamatan selama 12 hari, seperti yang dilakukan sebelumnya, probabilitas terjadinya *trend market* yang cenderung pada posisi *bearish* adalah 9,58576142799371E-6.

Dengan mengetahui nilai probabilitas observasi, dapat membantu investor dalam mengambil posisi (menjual/membeli). Berdasarkan nilai probabilitas yang didapatkan pada Tabel 4.8 bisa disimpulkan bahwa pengambilan posisi yang tepat adalah dilakukan setelah 2 hari pengamatan. Artinya, dalam kasus *trading* pengamatan lebih baik dilakukan dalam waktu yang pendek karena jika dilakukan dalam waktu yang panjang akan semakin banyak faktor yang mempengaruhi perubahan harga yang akan semakin signifikan dan menyulitkan investor dalam mengambil keputusan.

4.2.2.2. Hasil urutan keadaan (*state*) yang paling optimal.

Untuk menyelesaikan permasalahan kedua yaitu pemilihan urutan keadaan(*state*) yang paling optimal sesuai dengan barisan observasi yang diberikan dan model parameter yang ada dapat digunakan dua Algoritma, yaitu Algoritma Viterbi dan Algoritma *Forward-Backward*.

Algoritma *Forward-Backward* menggunakan gabungan nilai dari Algoritma *Forward* dengan Algoritma *Backward*. Untuk hasil perhitungan dengan menggunakan Algoritma *Forward* ditunjukkan pada Tabel 4.7, sedangkan untuk hasil dari perhitungan dengan menggunakan Algoritma *Backward* ditunjukkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan dengan Algoritma *Backward*.

Waktu(t)	Nilai $\beta_t(1)$	Nilai $\beta_t(2)$	Nilai $\beta_t(3)$
t=1	1,95554E-05	2,10547E-05	8,19996E-06
t=2	4,07567E-05	4,38816E-05	1,70901E-05
t=3	8,4944E-05	9,14569E-05	3,56155E-05
t=4	0,000177008	0,00019062	7,40897E-05
t=5	0,000367837	0,000397256	0,000163192
t=6	0,000855812	0,000790581	0,00129377
t=7	0,001682863	0,001815087	0,000726246
t=8	0,003714189	0,003693027	0,003863026
t=9	0,106043527	0,114197781	0,044385187
t=10	0,220353957	0,237999477	0,097477034
t=11	0,510107222	0,47422802	0,767843716
t=12	1	1	1

Untuk perhitungan selanjutnya, dengan menggabungkan antara hasil Algoritma *Forward* dan Algoritma *Backward*, dan mendefinisikan $\gamma_t(i) = P(q_t|O, \lambda)$, hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.10 berikut.

Tabel 4.10 Hasil Perhitungan dengan Perpaduan Algoritma *Forward-Backward*.

Waktu(t)	alpha $\alpha_t(i)$	beta $\beta_t(i)$	gamma $\gamma_t(i)$
t=1	0,070244394	1,95554E-05	0,143301542
	0,386831276	2,10547E-05	0,849657873
	0,008230453	8,19996E-06	0,007040585
t=2	0,031116615	4,07567E-05	0,132301618
	0,18781804	4,38816E-05	0,859791889
	0,00443471	1,70901E-05	0,007906493
t=3	0,014946305	8,4944E-05	0,132446379
	0,090099212	9,14569E-05	0,859628795
	0,002132932	3,56155E-05	0,007924826
t=4	0,007172073	0,000177008	0,132437594
	0,043229564	0,00019062	0,859652939
	0,00102333	7,40897E-05	0,007909467

Lanjutan Tabel 4.10 Hasil Perhitungan dengan perpaduan Algoritma *Forward-Backward*.

Waktu(t)	alpha $\alpha_t(i)$	beta $\beta_t(i)$	gamma $\gamma_t(i)$
t=5	0,003441213	0,000367837	0,132050589
	0,02074184	0,000397256	0,859590432
	0,000490999	0,000163192	0,008358978
t=6	0,001651117	0,000855812	0,147410846
	0,009952077	0,000790581	0,820792771
	0,000235585	0,00129377	0,031796384
t=7	0,004706703	0,001682863	0,826302165
	0,000838178	0,001815087	0,158711043
	0,000197812	0,000726246	0,014986793
t=8	0,00042176	0,003714189	0,16341922
	0,002129132	0,003693027	0,820273101
	4,04661E-05	0,003863026	0,016307679
t=9	4,58493E-05	0,106043527	0,507213163
	3,89697E-05	0,114197781	0,464256145
	6,1617E-06	0,044385187	0,028530692
t=10	6,63467E-06	0,220353957	0,152515324
	3,38431E-05	0,237999477	0,840270376
	7,09445E-07	0,097477034	0,0072143
t=11	2,75657E-06	0,510107222	0,146691261
	1,66147E-05	0,47422802	0,821964823
	3,91297E-07	0,767843716	0,031343916
t=12	7,85622E-06	1	0,819572319
	1,3993E-06	1	0,145976415
	3,30242E-07	1	0,034451266

Selanjutnya dengan menggunakan nilai $\gamma_t(i)$ dapat dicari barisan *state* yang optimal dengan cara seperti pada persamaan (2.33) yaitu: $q_t = \arg \max_{1 \leq i \leq N} [\gamma_t(i)]$, yang dimaksud dengan $\arg \max [\gamma_t(i)]$ adalah untuk mencari *state* pada saat $\gamma_t(i)$ mencapai nilai terbesar. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Hasil perhitungan pencarian *state* yang paling optimal dengan Algoritma *Forward-Backward*.

Waktu(t)	gamma $\gamma_t(i)$	$max[\gamma_t(i)]$	<i>state</i> $argmax[\gamma_t(i)]$
t=1	0,143301542	0,849657873	<i>bearish</i>
	0,849657873		
	0,007040585		
t=2	0,132301618	0,859791889	<i>bearish</i>
	0,859791889		
	0,007906493		
t=3	0,132446379	0,859628795	<i>bearish</i>
	0,859628795		
	0,007924826		
t=4	0,132437594	0,859652939	<i>bearish</i>
	0,859652939		
	0,007909467		
t=5	0,132050589	0,859590432	<i>bearish</i>
	0,859590432		
	0,008358978		
t=6	0,147410846	0,820792771	<i>bearish</i>
	0,820792771		
	0,031796384		
t=7	0,826302165	0,826302165	<i>bullish</i>
	0,158711043		
	0,014986793		
t=8	0,16341922	0,820273101	<i>bearish</i>
	0,820273101		
	0,016307679		
t=9	0,507213163	0,507213163	<i>bullish</i>
	0,464256145		
	0,028530692		

Lanjutan Tabel 4.11 Hasil perhitungan pencarian *state* yang paling optimal dengan Algoritma *Forward-Backward*.

Waktu(t)	$\gamma_t(i)$	$\max[\gamma_t(i)]$	$state$ $\text{argmax}[\gamma_t(i)]$
t=10	0,152515324	0,840270376	<i>bearish</i>
	0,840270376		
	0,0072143		
t=11	0,146691261	0,821964823	<i>bearish</i>
	0,821964823		
	0,031343916		
t=12	0,819572319	0,819572319	<i>bullish</i>
	0,145976415		
	0,034451266		

Sedangkan Algoritma *Viterbi* yang juga dapat digunakan dalam perhitungan pencarian keadaan (*state*) yang paling optimal memiliki kelebihan yaitu ketika pada matriks probabilitas perpindahan *state* mempunyai probabilitas nol ($a_{ij} = 0$, untuk masing-masing i dan j) sehingga untuk menentukan barisan *state* yang paling optimal kenyataannya tidak bisa memberikan hasil yang tepat dengan keadaan yang sebenarnya. Maka digunakan sebuah Algoritma *Viterbi*, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Perhitungan pencarian *state* dengan menggunakan Algoritma *Viterbi*

Waktu(t)	$\delta_t(i)$	$\psi_t(i)$	$\max[\delta_t(i)]$	$\max[\psi_t(i)]$	<i>state</i>
t=1	0,070244394	0	0,386831276	0	<i>bearish</i>
	0,386831276	0			
	0,008230453	0			
t=2	0,02495775	0,179842611	0,160882044	0,195112266	<i>bearish</i>
	0,160882044	0,195112266			
	0,0039588	0,005521484			
t=3	0,010379858	0,074796038	0,066910392	0,081146645	<i>bearish</i>
	0,066910392	0,081146645			
	0,000106227	0,00229637			

Lanjutan Tabel 4.12 Perhitungan pencarian *state* dengan menggunakan Algoritma Viterbi

Waktu(t)	$\delta_t(i)$	$\psi_t(i)$	$\max [\delta_t(i)]$	$\max [\psi_t(i)]$	<i>state</i>
t=4	0,004316954	0,031107463	0,027827844	0,033748662	<i>bearish</i>
	0,027827844	0,033748662			
	0,000684755	0,000955054			
t=5	0,001795409	0,012937507	0,011573523	0,014035974	<i>bearish</i>
	0,011573523	0,014035974			
	1,83741E-05	0,000397204			
t=6	0,000746706	0,005380673	0,004813396	0,005837522	<i>bullish</i>
	0,004813396	0,005837522			
	7,64172E-06	0,000165196			
t=7	0,001845049	0,002237807	0,001845049	0,002427809	<i>bearish</i>
	0,000351393	0,002427809			
	3,30436E-05	6,87046E-05			
t=8	0,000134269	0,000967526	0,00069265	0,000967526	<i>bullish</i>
	0,00069265	0,000840022			
	1,25003E-05	1,96652E-05			
t=9	1,18294E-05	0,000322021	1,18294E-05	0,000349363	<i>bearish</i>
	1,07261E-05	0,000349363			
	3,02652E-08	9,88662E-06			
t=10	8,60852E-07	6,2032E-06	4,46094E-06	6,2032E-06	<i>bullish</i>
	4,46094E-06	5,41007E-06			
	1,0977E-07	1,531E-07			
t=11	2,87813E-07	2,07394E-06	1,85529E-06	2,25003E-06	<i>bearish</i>
	1,85529E-06	2,25003E-06			
	2,94545E-09	6,36737E-08			
t=12	7,11162E-07	8,62547E-07	7,11162E-07	9,35783E-07	<i>bearish</i>
	1,35442E-07	9,35783E-07			
	3,32271E-08	2,64817E-08			

4.2.2.3 Perbandingan Algoritma *Forward-Backward* dengan Algoritma Viterbi dalam menganalisis *trend market*.

Dari hasil perhitungan menggunakan Algoritma Viterbi diperoleh hasil yang berbeda pada perolehan *state* yang optimal, ini dikarenakan pada matriks probabilitas perpindahan *state* pada salah satu entri matriks ada yang bernilai 0. Untuk lebih jelasnya, hasil perbandingan pencarian *state* yang paling optimal berdasarkan observasi *state* berdasarkan analisis teknikal pivot poin sebagai acuan perbandingan antara Algoritma *Backward-Forward* dengan Algoritma Viterbi.

Tabel 4.13 Hasil perbandingan pencarian *state* yang optimal antara algoritma *Forward-Backward* dengan Algoritma *Viterbi*.

Waktu (<i>t</i>) (hari)	observasi	<i>trend</i> <i>market</i> yang sebenarnya	Algoritma <i>Backward-Forward</i>	Algoritma <i>Viterbi</i>
t=1	turun	<i>bearish</i>	<i>bearish</i>	<i>bearish</i>
t=2	turun	<i>bearish</i>	<i>bearish</i>	<i>bearish</i>
t=3	turun	<i>bearish</i>	<i>bearish</i>	<i>bearish</i>
t=4	turun	<i>bearish</i>	<i>bearish</i>	<i>bearish</i>
t=5	turun	<i>bearish</i>	<i>bearish</i>	<i>bearish</i>
t=6	turun	<i>bullish</i>	<i>bearish</i>	<i>bearish</i>
t=7	naik	<i>bearish</i>	<i>bullish</i>	<i>bearish</i>
t=8	turun	<i>bullish</i>	<i>bearish</i>	<i>bullish</i>
t=9	tetap	<i>bearish</i>	<i>bullish</i>	<i>bearish</i>
t=10	turun	<i>bullish</i>	<i>bearish</i>	<i>bullish</i>
t=11	turun	<i>sideway trend</i>	<i>bearish</i>	<i>bearish</i>
t=12	naik	<i>bearish</i>	<i>bullish</i>	<i>bearish</i>
Tingkat ketepatan			42%	83%

Pada Tabel 4.13 menunjukkan bahwa penggunaan Algoritma *Viterbi* dalam menganalisis *trend market* saham PT. Astra Internasional, Tbk memiliki hasil yang hampir sama dengan hasil *trend market* yang menggunakan analisis teknikal dengan nilai pivot poin dibandingkan dengan Algoritma *Forward-Backward*. Untuk hasil analisis dengan menggunakan Algoritma *Viterbi* didapatkan nilai keakuratan yaitu 83% yang diperoleh dengan cara:

$$K = \frac{p}{T} \times 100\%$$

dengan,

K = keakuratan;

p = banyaknya jumlah *state* yang sama;

T = banyaknya pengamatan.

Maka, untuk keakuratan Algoritma *Viterbi* adalah:

$$K = \frac{10}{12} \times 100\% = 83\%$$

Sedangkan, keakuratan untuk Algoritma *Forward-Backward* adalah:

$$K = \frac{5}{12} \times 100\% = 42\%$$

Jadi, dapat disimpulkan jika Algoritma Viterbi lebih tepat digunakan dalam menganalisis *trend market* yang terjadi pada saham PT, Astra Internasional, Tbk dibandingkan dengan Algoritma *Forward-Backward* yang hanya mempunyai nilai keakuratan 42% saja.



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penerapan *Hidden Markov Model* pada analisis *trend market*, yaitu:

1. Hasil dari *Hidden Markov Model* diperoleh parameter berupa model $\lambda = (A, B, \pi)$ yang meliputi:

$$A = \begin{bmatrix} 0,524390244 & 0,455284552 & 0,0203252 \\ 0,464912281 & 0,504385965 & 0,03070175 \\ 0,91666667 & 0,083333333 & 0 \end{bmatrix};$$

$$B = \begin{bmatrix} 0,824489796 & 0,13877551 & 0,03673469 \\ 0,144736842 & 0,824561404 & 0,03070175 \\ 0,583333333 & 0,333333333 & 0,083333333 \end{bmatrix}; \text{ dan}$$

$$\pi = [0,50617284 \quad 0,469135802 \quad 0,024691358].$$

Perhitungan didapatkan berdasarkan data perubahan harga saham PT. Astra Internasional, Tbk.

2. Berdasarkan hasil Algoritma *Forward*, nilai probabilitas barisan observasi bergantung pada panjang dan pendeknya waktu pengamatan yang dilakukan. Pengamatan dalam jangka waktu yang pendek akan memberikan nilai probabilitas lebih besar, dan panjang pengamatan yang mempunyai nilai probabilitas besar adalah dua hari yaitu waktu yang paling tepat untuk investor dalam mengambil suatu keputusan.
3. Algoritma yang paling sesuai dalam menganalisis keadaan *trend market* yang terjadi dalam bursa adalah Algoritma *Viterbi*. Algoritma *Viterbi* memiliki keakuratan 83% jika dibandingkan dengan Algoritma *Forward-Backward* yang hanya memiliki 42% keakuratan dengan *trend market* yang sebenarnya terjadi di dalam bursa.

Berdasarkan hasil perhitungan data selama dua tahun yaitu dari 5 Januari 2009 sampai 30 Desember 2010, *trend market* yang terjadi pada saham PT. Astra Internasional, Tbk. adalah *bullish* yang artinya harga saham PT. Astra Internasional, Tbk. dalam dua tahun terakhir

mengalami kenaikan. Berdasarkan hasil urutan *state* dengan menggunakan Algoritma Viterbi dan Algoritma *Forward-Backward* diketahui jika pergerakan harga saham cenderung menurun maka *trend market* yang muncul cenderung *bearish*. Pada saat *trend market bearish*, bukan merupakan waktu yang tepat untuk menjual saham melainkan lebih tepat untuk membeli saham, namun jika situasi pasar berada pada *state bullish* posisi yang baik untuk diambil *trader* adalah menjual saham.

5.2. Saran

Hidden Markov Model merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menganalisis *trend market* di bursa berdasarkan saham, namun tidak dapat memprediksikan harga saham yang akan terjadi. Untuk penelitian lebih lanjut, dapat menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan yang dapat memprediksikan harga saham yang akan terjadi.



DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Kamaruddin. 2004. *Dasar-Dasar Manajemen Investasi dan Portofolio*. PT Rineka Cipta. Jakarta.
- Darmadji, Tjiptono dan Fakhruddin, Hendi M. 2001. *Pasar Modal Indonesia Pendekatan Tanya Jawab*. Salemba Empat. Jakarta.
- Heyman, D.P. dan Global, M.J. 1982. *Stochastic Model in Operation Research*. Vol. I. Mc Graw-Hill Book Company, New York.
- Husnan, Suad. 1996. *Dasar-Dasar Teori Portofolio dan Analisis Sekuritas*. UPP AMP YKPN. Yogyakarta.
- <http://www.bisnisindeks.com/kolom/pivot-point-analisa-teknikal-aritmetika.>, tanggal akses: 8 Juli 2011.
- http://en.wikipedia.org/wiki/Pivot_point., tanggal akses: 8 Juli 2011.
- Lipschutz, Seymour. 1993. *Matematika Hingga (schaum series)*. McGraw-Hill Inc.
- Mulyono, Sri. 2002. *Riset Operasi*. Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia. Jakarta.
- Praptono. 1986. *Pengantar Proses Stokastik I*. Penerbit Karunika. Jakarta.
- Rabiner, L.R. dan Juang, B.H. 1986. *An Intorduction to Hidden Markov Models*. IEEE ASSP Magazine.
- Siagan, P. 1987. *Penelitian operasional*. UI PRESS. Jakarta.
- Subagyo, Pangestu, Asri, Marwan, dan Handoko, T. Hani. 1989. *Dasar-Dasar Operations Research*. BPFE-Yogyakarta. Yogyakarta.

Taha, Hamdy A. 1993. *Operation Research*. Department of Industrial Enggining University of Arkansas. Fayetteville.

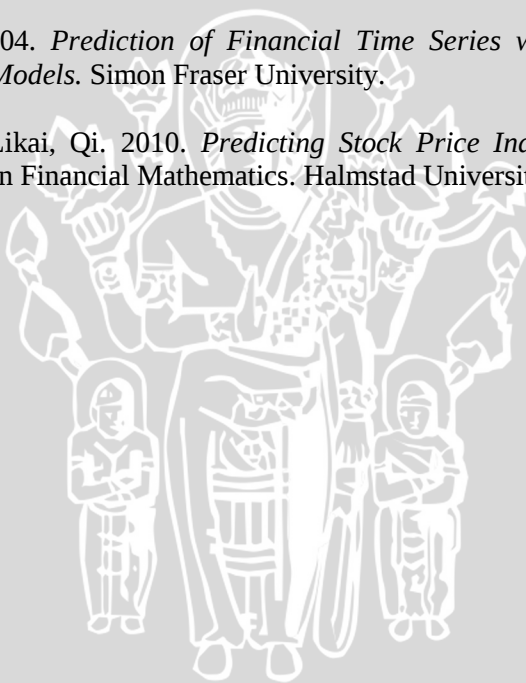
Tandelilin, Eduardus. 2001. *Analisis Investasi dan Manajemen Portofolio*. BPFE-Yogyakarta. Yogyakarta.

Taylor, Bernard W. 2001. *Sains Manajemen Pendekatan Matematika Untuk Bisnis*. Salemba Empat. Jakarta.

Yao, Jing Tao, Tan, Chew Lim, dan Poh, Han Lee. 1999. *Neural Network for Technical Analysis : A study on KLCI*. *International Journal of Theorical dan applied Finance*. Vol.2, No.2 221-241.

Zhang, Yingjian. 2004. *Prediction of Financial Time Series with Hidden Markov Models*. Simon Fraser University.

Zhiyuan, Gao dan Likai, Qi. 2010. *Predicting Stock Price Index*. Master's Thesis in Financial Mathematics. Halmstad University.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Perhitungan Nilai Pivot Poin, *Resistance* dan *Support Level* berdasarkan data pergerakan harga saham PT. Astra Internasional, Tbk periode 3 Januari 2009 sampai 30 Desember 2010 dalam menentukan *trend market* saham.

Tanggal	Harga Pembukaan	Harga Tertinggi	Harga Terendah	Harga Penutupan	Pivot Poin	Resistance	Support Level	Trend Market
5-Jan-09	11000	12550	10800	12200	11637.5	12475	10725	bullish ¹⁾
6-Jan-09	12200	12850	12200	12550	12450	12700	12050	bullish ¹⁾
7-Jan-09	12600	13700	12600	13500	13100	13600	12500	bullish ¹⁾
8-Jan-09	13000	13200	12800	12950	12987.5	13175	12775	bearish ²⁾
9-Jan-09	13000	13000	12150	12450	12650	13150	12300	bearish ²⁾
12-Jan-09	12400	13050	12300	12950	12675	13050	12300	bullish ¹⁾
13-Jan-09	12500	12900	12500	12750	12662.5	12825	12425	bullish ¹⁾
14-Jan-09	12800	13150	12800	12900	12912.5	13025	12675	bearish ²⁾
15-Jan-09	12650	12700	12450	12500	12575	12700	12450	bearish ²⁾
16-Jan-09	12700	12700	12450	12450	12575	12700	12450	bearish ²⁾
19-Jan-09	12500	12650	12150	12500	12450	12750	12250	bullish ¹⁾
20-Jan-09	12350	12550	11900	12550	12337.5	12775	12125	bullish ¹⁾
21-Jan-09	12350	12850	12200	12650	12512.5	12825	12175	bullish ¹⁾
22-Jan-09	12750	12800	12300	12550	12600	12900	12400	bearish ²⁾
23-Jan-09	12350	12450	12300	12400	12375	12450	12300	bullish ¹⁾
27-Jan-09	12500	13250	12500	13100	12837.5	13175	12425	bullish ¹⁾

49

- 1) Posisi yang baik untuk investor adalah menjual saham, sedangkan waktu yang tepat ketika hari ketiga setelah terjadi kenaikan harga saham.
- 2) Posisi yang baik adalah untuk menunggu harga saham kembali naik agar tidak mengalami kerugian.

Tanggal	Harga Pembukaan	Harga Tertinggi	Harga Terendah	Harga Penutupan	Pivot Poin	Resistance	Support Level	Trend Market
28-Jan-09	13100	13250	12900	12900	13037.5	13175	12825	bearish ²⁾
29-Jan-09	13000	13400	12850	12900	13037.5	13225	12675	bearish ²⁾
30-Jan-09	12600	13000	12450	13000	12762.5	13075	12525	bullish ¹⁾
2-Feb-09	13100	13100	12550	12750	12875	13200	12650	bearish ²⁾
3-Feb-09	12750	12850	12350	12450	12600	12850	12350	bearish ²⁾
4-Feb-09	12500	12500	11600	11700	12075	12550	11650	bearish ²⁾
5-Feb-09	11600	11900	11400	11850	11687.5	11975	11475	bullish ¹⁾
6-Feb-09	12000	12100	11850	11900	11962.5	12075	11825	bearish ²⁾
9-Feb-09	11900	12050	11850	11950	11937.5	12025	11825	bullish ¹⁾
10-Feb-09	11900	11950	11650	11650	11787.5	11925	11625	bearish ²⁾
11-Feb-09	11450	11450	10800	10900	11150	11500	10850	bearish ²⁾
12-Feb-09	10900	11200	10850	11050	11000	11150	10800	bullish ¹⁾
13-Feb-09	11000	11200	10900	10950	11012.5	11125	10825	bearish ²⁾
16-Feb-09	10950	11400	10900	11100	11087.5	11275	10775	bullish ¹⁾
17-Feb-09	11100	11100	10700	10800	10925	11150	10750	bearish ²⁾
18-Feb-09	10600	11000	10550	10950	10775	11000	10550	bullish ¹⁾
19-Feb-09	10900	11150	10800	11100	10987.5	11175	10825	bullish ¹⁾
20-Feb-09	11000	11000	10800	10900	10925	11050	10850	bearish ²⁾
23-Feb-09	10900	11000	10750	10950	10900	11050	10800	bullish ¹⁾
24-Feb-09	10800	11000	10750	10950	10875	11000	10750	bullish ¹⁾
25-Feb-09	11000	11350	11000	11350	11175	11350	11000	bullish ¹⁾
26-Feb-09	11350	11450	11200	11350	11337.5	11475	11225	bullish ¹⁾
27-Feb-09	11300	11550	11250	11300	11350	11450	11150	bearish ²⁾
2-Mar-09	11300	11450	10750	10850	11087.5	11425	10725	bearish ²⁾
3-Mar-09	10800	10900	10600	10800	10775	10950	10650	bullish ¹⁾
4-Mar-09	10750	11050	10700	11000	10875	11050	10700	bullish ¹⁾
5-Mar-09	11100	11250	10800	11150	11075	11350	10900	bullish ¹⁾

Tanggal	Harga Pembukaan	Harga Tertinggi	Harga Terendah	Harga Penutupan	Pivot Poin	Resistance	Support Level	Trend Market
6-Mar-09	11000	11400	11000	11250	11162.5	11325	10925	bullish ¹⁾
10-Mar-09	11250	11400	11250	11300	11300	11350	11200	sideway
11-Mar-09	11450	11950	11450	11900	11687.5	11925	11425	bullish ¹⁾
12-Mar-09	11900	12450	11900	12450	12175	12450	11900	bullish ¹⁾
13-Mar-09	12500	13150	12500	13000	12787.5	13075	12425	bullish ¹⁾
16-Mar-09	13050	13250	12900	13100	13075	13250	12900	bullish ¹⁾
17-Mar-09	13000	13100	12550	12600	12812.5	13075	12525	bearish ²⁾
18-Mar-09	12650	13600	12650	13400	13075	13500	12550	bullish ¹⁾
19-Mar-09	13450	14650	13450	14350	13975	14500	13300	bullish ¹⁾
20-Mar-09	14350	14600	13700	13700	14087.5	14475	13575	bearish ²⁾
23-Mar-09	13950	15200	13950	14900	14500	15050	13800	bullish ¹⁾
24-Mar-09	15100	15700	14800	15250	15212.5	15625	14725	bullish ¹⁾
25-Mar-09	15350	15700	15250	15250	15387.5	15525	15075	bearish ²⁾
27-Mar-09	15600	16000	15600	15800	15750	15900	15500	bullish ¹⁾
30-Mar-09	16000	16000	14150	14250	15100	16050	14200	bearish ²⁾
31-Mar-09	14250	14850	13950	14250	14325	14700	13800	bearish ²⁾
1-Apr-09	14600	15550	14500	15450	15025	15550	14500	bullish ¹⁾
2-Apr-09	15850	16600	15500	15700	15912.5	16325	15225	bearish ²⁾
3-Apr-09	16000	16300	15500	15600	15850	16200	15400	bearish ²⁾
6-Apr-09	15800	15800	14900	15250	15437.5	15975	15075	bearish ²⁾
7-Apr-09	15250	15250	14350	14650	14875	15400	14500	bearish ²⁾
8-Apr-09	14550	14850	14450	14500	14587.5	14725	14325	bearish ²⁾
13-Apr-09	14900	15450	14900	15250	15125	15350	14800	bullish ¹⁾
14-Apr-09	15250	15550	15200	15500	15375	15550	15200	bullish ¹⁾

51

- 1) Posisi yang baik untuk investor adalah menjual saham, sedangkan waktu yang tepat ketika hari ketiga setelah terjadi kenaikan harga saham.
- 2) Posisi yang baik adalah untuk menunggu harga saham kembali naik agar tidak mengalami kerugian.

Tanggal	Harga Pembukaan	Harga Tertinggi	Harga Terendah	Harga Penutupan	Pivot Poin	Resistance	Support Level	Trend Market
15-Apr-09	15450	15800	15250	15450	15487.5	15725	15175	bearish ²⁾
16-Apr-09	15650	15950	15600	15850	15762.5	15925	15575	bullish ¹⁾
17-Apr-09	16000	16200	15450	15800	15862.5	16275	15525	bearish ²⁾
20-Apr-09	15800	16050	15750	15950	15887.5	16025	15725	bullish ¹⁾
21-Apr-09	15700	15700	15250	15500	15537.5	15825	15375	bearish ²⁾
22-Apr-09	15500	16050	15000	15300	15462.5	15925	14875	bearish ²⁾
23-Apr-09	15300	16000	15100	15650	15512.5	15925	15025	bullish ¹⁾
24-Apr-09	15650	15900	15300	15450	15575	15850	15250	bearish ²⁾
27-Apr-09	15450	15500	15050	15100	15275	15500	15050	bearish ²⁾
28-Apr-09	15100	15700	14750	15200	15187.5	15625	14675	bullish ¹⁾
29-Apr-09	15300	15900	15200	15750	15537.5	15875	15175	bullish ¹⁾
30-Apr-09	16000	18700	16000	18000	17175	18350	15650	bullish ¹⁾
1-May-09	17850	18100	17450	17700	17775	18100	17450	bearish ²⁾
4-May-09	18000	18850	18000	18550	18350	18700	17850	bullish ¹⁾
5-May-09	18100	19250	18100	19000	18612.5	19125	17975	bullish ¹⁾
6-May-09	19000	19300	18800	18950	19012.5	19225	18725	bearish ²⁾
7-May-09	19000	19150	18850	19000	19000	19150	18850	sideway
8-May-09	19000	21800	18900	21550	20312.5	21725	18825	bullish ¹⁾
11-May-09	21600	21600	19450	19750	20600	21750	19600	bearish ²⁾
12-May-09	19750	19750	19150	19300	19487.5	19825	19225	bearish ²⁾
13-May-09	19300	19600	18800	19150	19212.5	19625	18825	bearish ²⁾
14-May-09	18850	19000	18200	18350	18600	19000	18200	bearish ²⁾
15-May-09	18450	18900	18000	18300	18412.5	18825	17925	bearish ²⁾
18-May-09	18000	18500	17000	18100	17900	18800	17300	bullish ¹⁾
19-May-09	18900	19950	18900	19750	19375	19850	18800	bullish ¹⁾
20-May-09	19800	20700	19750	20000	20062.5	20375	19425	bearish ²⁾
22-May-09	19950	20000	19600	19750	19825	20050	19650	bearish ²⁾

Tanggal	Harga Pembukaan	Harga Tertinggi	Harga Terendah	Harga Penutupan	Pivot Poin	Resistance	Support Level	Trend Market
25-May-09	19750	19950	19500	19650	19712.5	19925	19475	<i>bearish²⁾</i>
26-May-09	19800	19900	19000	19100	19450	19900	19000	<i>bearish²⁾</i>
27-May-09	19300	20800	19300	20750	20037.5	20775	19275	<i>bullish¹⁾</i>
28-May-09	20750	22300	20750	21750	21387.5	22025	20475	<i>bullish¹⁾</i>
29-May-09	22000	22300	20750	20800	21462.5	22175	20625	<i>bearish²⁾</i>
1-Jun-09	21300	22000	21000	21950	21562.5	22125	21125	<i>bullish¹⁾</i>
2-Jun-09	22200	22450	21900	22150	22175	22450	21900	<i>bearish²⁾</i>
3-Jun-09	22300	22500	22000	22100	22225	22450	21950	<i>bearish²⁾</i>
4-Jun-09	22000	22700	22000	22600	22325	22650	21950	<i>bullish¹⁾</i>
5-Jun-09	22900	24500	22900	24150	23612.5	24325	22725	<i>bullish¹⁾</i>
8-Jun-09	24350	24500	23650	23700	24050	24450	23600	<i>bearish²⁾</i>
9-Jun-09	24000	25800	24000	24700	24625	25250	23450	<i>bullish¹⁾</i>
10-Jun-09	24700	24900	24400	24500	24625	24850	24350	<i>bearish²⁾</i>
11-Jun-09	24500	24500	23500	23600	24025	24550	23550	<i>bearish²⁾</i>
12-Jun-09	23900	24400	23750	23900	23987.5	24225	23575	<i>bearish²⁾</i>
15-Jun-09	23900	24750	23700	23700	24012.5	24325	23275	<i>bearish²⁾</i>
16-Jun-09	23400	23400	22650	23200	23162.5	23675	22925	<i>bullish¹⁾</i>
17-Jun-09	23000	23300	22800	23300	23100	23400	22900	<i>bullish¹⁾</i>
18-Jun-09	22800	22800	20900	21200	21925	22950	21050	<i>bearish²⁾</i>
19-Jun-09	21400	22600	20800	22050	21712.5	22625	20825	<i>bullish¹⁾</i>
22-Jun-09	22050	23050	22050	22900	22512.5	22975	21975	<i>bullish¹⁾</i>
23-Jun-09	22600	23400	21850	22750	22650	23450	21900	<i>bullish¹⁾</i>
24-Jun-09	22900	23550	22900	23350	23175	23450	22800	<i>bullish¹⁾</i>
25-Jun-09	23500	24100	23350	23550	23625	23900	23150	<i>bearish²⁾</i>

53

- 1) Posisi yang baik untuk investor adalah menjual saham, sedangkan waktu yang tepat ketika hari ketiga setelah terjadi kenaikan harga saham.
- 2) Posisi yang baik adalah untuk menunggu harga saham kembali naik agar tidak mengalami kerugian.

Tanggal	Harga Pembukaan	Harga Tertinggi	Harga Terendah	Harga Penutupan	Pivot Poin	Resistance	Support Level	Trend Market
26-Jun-09	24000	24200	23750	23950	23975	24200	23750	<i>bearish²⁾</i>
29-Jun-09	24000	24000	23600	24000	23900	24200	23800	<i>bullish¹⁾</i>
30-Jun-09	24000	24200	23700	23800	23925	24150	23650	<i>bearish²⁾</i>
1-Jul-09	23750	24000	23750	23750	23812.5	23875	23625	<i>bearish²⁾</i>
2-Jul-09	23650	23750	23250	23250	23475	23700	23200	<i>bearish²⁾</i>
3-Jul-09	23500	23600	23100	23450	23412.5	23725	23225	<i>bullish¹⁾</i>
6-Jul-09	23450	23500	23100	23250	23325	23550	23150	<i>bearish²⁾</i>
7-Jul-09	23300	23550	22650	23500	23250	23850	22950	<i>bullish¹⁾</i>
9-Jul-09	24300	25700	23600	25650	24812.5	26025	23925	<i>bullish¹⁾</i>
10-Jul-09	25650	25650	24950	25050	25325	25700	25000	<i>bearish²⁾</i>
13-Jul-09	24800	25300	24500	25000	24900	25300	24500	<i>bullish¹⁾</i>
14-Jul-09	25500	25600	25000	25050	25287.5	25575	24975	<i>bearish²⁾</i>
15-Jul-09	25100	26950	25100	26900	26012.5	26925	25075	<i>bullish¹⁾</i>
16-Jul-09	27500	28200	27400	27500	27650	27900	27100	<i>bearish²⁾</i>
17-Jul-09	27000	27700	26600	27250	27137.5	27675	26575	<i>bullish¹⁾</i>
21-Jul-09	27400	28350	26800	27200	27437.5	28075	26525	<i>bearish²⁾</i>
22-Jul-09	27500	27500	26000	26350	26837.5	27675	26175	<i>bearish²⁾</i>
23-Jul-09	26700	27500	26700	27400	27075	27450	26650	<i>bullish¹⁾</i>
24-Jul-09	27700	28100	27500	27600	27725	27950	27350	<i>bearish²⁾</i>
27-Jul-09	27700	28000	26850	27050	27400	27950	26800	<i>bearish²⁾</i>
28-Jul-09	27200	27200	26550	26800	26937.5	27325	26675	<i>bearish²⁾</i>
29-Jul-09	26800	27400	26700	27100	27000	27300	26600	<i>bullish¹⁾</i>
30-Jul-09	27100	28100	27100	28100	27600	28100	27100	<i>bullish¹⁾</i>
31-Jul-09	28500	29500	28500	29300	28950	29400	28400	<i>bullish¹⁾</i>
3-Aug-09	29300	30700	29300	30400	29925	30550	29150	<i>bullish¹⁾</i>
4-Aug-09	30600	31300	30300	31050	30812.5	31325	30325	<i>bullish¹⁾</i>
5-Aug-09	30800	30800	29650	29950	30300	30950	29800	<i>bearish²⁾</i>

Tanggal	Harga Pembukaan	Harga Tertinggi	Harga Terendah	Harga Penutupan	Pivot Poin	Resistance	Support Level	Trend Market
6-Aug-09	29950	30150	29550	30000	29912.5	30275	29675	bullish
7-Aug-09	30000	31000	30000	31000	30500	31000	30000	bullish ¹⁾
10-Aug-09	31050	31950	30500	31500	31250	32000	30550	bullish ¹⁾
11-Aug-09	31500	31700	31300	31300	31450	31600	31200	bearish ²⁾
12-Aug-09	31300	31300	30700	30950	31062.5	31425	30825	bearish ²⁾
13-Aug-09	31000	31400	30500	31000	30975	31450	30550	bullish ¹⁾
14-Aug-09	31100	31150	29100	29850	30300	31500	29450	bearish ²⁾
18-Aug-09	29000	29100	28100	28800	28750	29400	28400	bullish ¹⁾
19-Aug-09	28800	29200	28450	28600	28762.5	29075	28325	bearish ²⁾
20-Aug-09	28600	29150	28250	28600	28650	29050	28150	bearish ²⁾
21-Aug-09	28650	29300	28550	28600	28775	29000	28250	bearish ²⁾
24-Aug-09	29200	29500	29200	29500	29350	29500	29200	bullish ¹⁾
25-Aug-09	29500	30000	29100	29450	29512.5	29925	29025	bearish ²⁾
26-Aug-09	29550	29800	29150	29150	29412.5	29675	29025	bearish ²⁾
27-Aug-09	29000	29700	29000	29700	29350	29700	29000	bullish ¹⁾
28-Aug-09	29750	30400	29300	30000	29862.5	30425	29325	bullish ¹⁾
31-Aug-09	30000	30650	29800	30150	30150	30500	29650	sideway
1-Sep-09	30150	30900	30150	30600	30450	30750	30000	bullish ¹⁾
2-Sep-09	30600	30600	28800	29300	29825	30850	29050	bearish ²⁾
3-Sep-09	29400	29450	29000	29050	29225	29450	29000	bearish ²⁾
4-Sep-09	29050	29700	29050	29400	29300	29550	28900	bullish
7-Sep-09	29500	29700	29250	29500	29487.5	29725	29275	bullish
8-Sep-09	29500	29950	29400	29950	29700	30000	29450	bullish ¹⁾
9-Sep-09	30000	30500	30000	30250	30187.5	30375	29875	bullish ¹⁾

55

- 1) Posisi yang baik untuk investor adalah menjual saham, sedangkan waktu yang tepat ketika hari ketiga setelah terjadi kenaikan harga saham.
- 2) Posisi yang baik adalah untuk menunggu harga saham kembali naik agar tidak mengalami kerugian.

Tanggal	Harga Pembukaan	Harga Tertinggi	Harga Terendah	Harga Penutupan	Pivot Poin	Resistance	Support Level	Trend Market
10-Sep-09	30600	32650	30250	31200	31175	32100	29700	bullish ¹⁾
11-Sep-09	31200	31950	31200	31600	31487.5	31775	31025	bullish ¹⁾
14-Sep-09	31400	31700	31150	31450	31425	31700	31150	bullish ¹⁾
15-Sep-09	31500	34050	31450	33850	32712.5	33975	31375	bullish ¹⁾
16-Sep-09	33900	34150	32600	32900	33387.5	34175	32625	bearish ²⁾
17-Sep-09	33000	33800	32200	32200	32800	33400	31800	bearish ²⁾
24-Sep-09	32400	32500	31000	31800	31925	32850	31350	bearish ²⁾
25-Sep-09	31800	31800	31000	31300	31475	31950	31150	bearish ²⁾
28-Sep-09	31000	31000	29900	30050	30487.5	31075	29975	bearish ²⁾
29-Sep-09	30400	32000	30400	31900	31175	31950	30350	bullish ¹⁾
30-Sep-09	31900	33350	31200	33350	32450	33700	31550	bullish ¹⁾
1-Oct-09	33300	34000	33000	33500	33450	33900	32900	bullish ¹⁾
2-Oct-09	32900	33350	32400	32650	32825	33250	32300	bearish ²⁾
5-Oct-09	32250	32650	31800	32200	32225	32650	31800	bearish ²⁾
6-Oct-09	32800	35000	32800	34600	33800	34800	32600	bullish ¹⁾
7-Oct-09	34800	35300	34500	34750	34837.5	35175	34375	bearish ²⁾
8-Oct-09	34650	34750	33400	33850	34162.5	34925	33575	bearish ²⁾
9-Oct-09	34000	34200	33000	33550	33687.5	34375	33175	bearish ²⁾
12-Oct-09	33500	34350	33350	33600	33700	34050	33050	bearish ²⁾
13-Oct-09	33600	33600	32900	33550	33412.5	33925	33225	bullish ¹⁾
14-Oct-09	33600	34150	33500	33950	33800	34100	33450	bullish ¹⁾
15-Oct-09	34300	34750	33550	33700	34075	34600	33400	bearish ²⁾
16-Oct-09	33800	33900	32800	32900	33350	33900	32800	bearish ²⁾
19-Oct-09	32400	33300	32200	33000	32725	33250	32150	bullish ¹⁾
20-Oct-09	33100	33650	33100	33200	33262.5	33425	32875	bearish ²⁾
21-Oct-09	33200	33200	32400	32500	32825	33250	32450	bearish ²⁾
22-Oct-09	32500	32500	31300	31350	31912.5	32525	31325	bearish ²⁾

Tanggal	Harga Pembukaan	Harga Tertinggi	Harga Terendah	Harga Penutupan	Pivot Poin	Resistance	Support Level	Trend Market
23-Oct-09	32000	32650	31750	32650	32262.5	32775	31875	bullish ¹⁾
26-Oct-09	32750	33150	32750	33100	32937.5	33125	32725	bullish ¹⁾
27-Oct-09	32700	33150	32450	32950	32812.5	33175	32475	bullish ¹⁾
28-Oct-09	32800	33000	31800	31950	32387.5	32975	31775	bearish ²⁾
29-Oct-09	31500	32050	29950	32000	31375	32800	30700	bullish ¹⁾
30-Oct-09	32500	32750	31300	31300	31962.5	32625	31175	bearish ²⁾
2-Nov-09	30500	31100	30000	31050	30662.5	31325	30225	bullish ¹⁾
3-Nov-09	31300	31300	30250	30250	30775	31300	30250	bearish ²⁾
4-Nov-09	30250	30500	29950	30200	30225	30500	29950	bearish ²⁾
5-Nov-09	30200	30200	29750	29800	29987.5	30225	29775	bearish ²⁾
6-Nov-09	30050	30400	29850	30350	30162.5	30475	29925	bullish ¹⁾
9-Nov-09	30450	31650	30100	31600	30950	31800	30250	bullish ¹⁾
10-Nov-09	32000	32250	30900	31050	31550	32200	30850	bearish ²⁾
11-Nov-09	31300	31750	31000	31000	31262.5	31525	30775	bearish ²⁾
12-Nov-09	31500	32800	31500	32750	32137.5	32775	31475	bullish ¹⁾
13-Nov-09	32700	32800	32500	32700	32675	32850	32550	bullish ¹⁾
16-Nov-09	32750	33600	32750	33550	33162.5	33575	32725	bullish ¹⁾
17-Nov-09	33550	33900	33500	33650	33650	33800	33400	sideway
18-Nov-09	33450	34500	31700	34250	33475	35250	32450	bullish ¹⁾
19-Nov-09	34250	34300	32800	33250	33650	34500	33000	bearish ²⁾
20-Nov-09	33150	33450	32900	33250	33187.5	33475	32925	bullish ¹⁾
23-Nov-09	33250	33350	32700	33150	33112.5	33525	32875	bullish ¹⁾
24-Nov-09	33200	33450	33100	33350	33275	33450	33100	bullish ¹⁾
25-Nov-09	33200	33450	32800	32900	33087.5	33375	32725	bearish ²⁾

57

- 1) Posisi yang baik untuk investor adalah menjual saham, sedangkan waktu yang tepat ketika hari ketiga setelah terjadi kenaikan harga saham.
- 2) Posisi yang baik adalah untuk menunggu harga saham kembali naik agar tidak mengalami kerugian.

Tanggal	Harga Pembukaan	Harga Tertinggi	Harga Terendah	Harga Penutupan	Pivot Poin	Resistance	Support Level	Trend Market
26-Nov-09	32900	33100	31650	32000	32412.5	33175	31725	<i>bearish²⁾</i>
30-Nov-09	32000	33100	31400	32350	32212.5	33025	31325	<i>bullish¹⁾</i>
1-Dec-09	32350	32600	31900	32600	32362.5	32825	32125	<i>bullish¹⁾</i>
2-Dec-09	33000	33050	31750	32550	32587.5	33425	32125	<i>bearish²⁾</i>
3-Dec-09	32650	32850	32200	32650	32587.5	32975	32325	<i>bullish¹⁾</i>
4-Dec-09	32500	33200	32300	33200	32800	33300	32400	<i>bullish¹⁾</i>
7-Dec-09	33200	33850	32900	33400	33337.5	33775	32825	<i>bullish¹⁾</i>
8-Dec-09	33500	33850	33100	33850	33575	34050	33300	<i>bullish¹⁾</i>
9-Dec-09	33400	33700	33000	33100	33300	33600	32900	<i>bearish²⁾</i>
10-Dec-09	33200	33300	33100	33250	33212.5	33325	33125	<i>bullish¹⁾</i>
11-Dec-09	33500	34000	33500	34000	33750	34000	33500	<i>bullish¹⁾</i>
14-Dec-09	34000	34000	33650	33950	33900	34150	33800	<i>bullish¹⁾</i>
15-Dec-09	33950	34150	33700	34100	33975	34250	33800	<i>bullish¹⁾</i>
16-Dec-09	34100	34500	33950	34500	34262.5	34575	34025	<i>bullish¹⁾</i>
17-Dec-09	34450	35600	34450	35000	34875	35300	34150	<i>bullish¹⁾</i>
21-Dec-09	34500	34500	33500	33900	34100	34700	33700	<i>bearish²⁾</i>
22-Dec-09	34050	34300	33650	34100	34025	34400	33750	<i>bullish</i>
23-Dec-09	34000	34300	33900	34000	34050	34200	33800	<i>bearish²⁾</i>
28-Dec-09	34300	34600	34050	34200	34287.5	34525	33975	<i>bearish²⁾</i>
29-Dec-09	34500	34500	33750	33950	34175	34600	33850	<i>bearish²⁾</i>
30-Dec-09	34200	34700	34050	34700	34412.5	34775	34125	<i>bullish¹⁾</i>
4-Jan-10	34650	35500	34650	35300	35025	35400	34550	<i>bullish¹⁾</i>
5-Jan-10	35450	35700	34850	35500	35375	35900	35050	<i>bullish¹⁾</i>
6-Jan-10	35700	35800	35150	35300	35487.5	35825	35175	<i>bearish²⁾</i>
7-Jan-10	35500	35600	34150	34200	34862.5	35575	34125	<i>bearish²⁾</i>
8-Jan-10	34300	34500	33800	34400	34250	34700	34000	<i>bullish¹⁾</i>
11-Jan-10	34400	35050	34400	34950	34700	35000	34350	<i>bullish¹⁾</i>

Tanggal	Harga Pembukaan	Harga Tertinggi	Harga Terendah	Harga Penutupan	Pivot Poin	Resistance	Support Level	Trend Market
12-Jan-10	35000	35400	34800	35400	35150	35500	34900	bullish ¹⁾
13-Jan-10	35400	35450	35000	35100	35237.5	35475	35025	bearish ²⁾
14-Jan-10	35200	35800	35200	35550	35437.5	35675	35075	bullish ¹⁾
15-Jan-10	35550	36200	35500	36200	35862.5	36225	35525	bullish ¹⁾
18-Jan-10	36000	36300	35800	36000	36025	36250	35750	bearish ²⁾
19-Jan-10	36000	36250	35900	36250	36100	36300	35950	bullish ¹⁾
20-Jan-10	36200	36500	35700	35800	36050	36400	35600	bearish ²⁾
21-Jan-10	35300	35900	35200	35250	35412.5	35625	34925	bearish ²⁾
22-Jan-10	34900	34900	33650	33800	34312.5	34975	33725	bearish ²⁾
25-Jan-10	33300	33650	33200	33400	33387.5	33575	33125	bullish ¹⁾
26-Jan-10	33500	34000	33400	33850	33687.5	33975	33375	bullish ¹⁾
27-Jan-10	33850	34600	33850	34350	34162.5	34475	33725	bullish ¹⁾
28-Jan-10	34650	36000	34650	36000	35325	36000	34650	bullish ¹⁾
29-Jan-10	35700	36000	34850	35950	35625	36400	35250	bullish ¹⁾
1-Feb-10	35400	35650	34900	35400	35337.5	35775	35025	bullish ¹⁾
2-Feb-10	35700	36250	35700	36000	35912.5	36125	35575	bullish ¹⁾
3-Feb-10	36250	36300	35550	35650	35937.5	36325	35575	bearish ²⁾
4-Feb-10	35500	35500	35050	35350	35350	35650	35200	sideway
5-Feb-10	34000	34800	33850	34350	34250	34650	33700	bullish ¹⁾
8-Feb-10	34300	34300	32750	33700	33762.5	34775	33225	bearish ²⁾
9-Feb-10	33200	34350	33000	34150	33675	34350	33000	bullish ¹⁾
10-Feb-10	34300	34500	33950	34250	34250	34550	34000	sideway
11-Feb-10	34250	34450	34100	34300	34275	34450	34100	bullish ¹⁾
12-Feb-10	34500	35300	34100	35300	34800	35500	34300	bullish ¹⁾

59

- 1) Posisi yang baik untuk investor adalah menjual saham, sedangkan waktu yang tepat ketika hari ketiga setelah terjadi kenaikan harga saham.
- 2) Posisi yang baik adalah untuk menunggu harga saham kembali naik agar tidak mengalami kerugian.

Tanggal	Harga Pembukaan	Harga Tertinggi	Harga Terendah	Harga Penutupan	Pivot Poin	Resistance	Support Level	Trend Market
15-Feb-10	35000	35400	34500	34950	34962.5	35425	34525	bearish ²⁾
16-Feb-10	35050	35900	35050	35700	35425	35800	34950	bullish ¹⁾
17-Feb-10	35750	36250	35750	36250	36000	36250	35750	bullish ¹⁾
18-Feb-10	36250	36700	36000	36000	36237.5	36475	35775	bearish ²⁾
19-Feb-10	36000	36200	35500	36150	35962.5	36425	35725	bullish ¹⁾
22-Feb-10	36200	36650	36200	36550	36400	36600	36150	bullish ¹⁾
23-Feb-10	36300	36950	35700	36900	36462.5	37225	35975	bullish ¹⁾
24-Feb-10	36700	37050	36250	36800	36700	37150	36350	bullish ¹⁾
25-Feb-10	36800	36800	35750	36250	36400	37050	36000	bearish ²⁾
1-Mar-10	36500	37300	36500	36850	36787.5	37075	36275	bullish ¹⁾
2-Mar-10	36950	37250	36000	36200	36600	37200	35950	bearish ²⁾
3-Mar-10	36150	36700	36150	36150	36287.5	36425	35875	bearish ²⁾
4-Mar-10	36400	36500	35900	36050	36212.5	36525	35925	bearish ²⁾
5-Mar-10	36200	36850	36200	36800	36512.5	36825	36175	bullish ¹⁾
8-Mar-10	37100	39150	37100	39000	38087.5	39075	37025	bullish ¹⁾
9-Mar-10	39000	40700	39000	40250	39737.5	40475	38775	bullish ¹⁾
10-Mar-10	40200	40750	39800	39950	40175	40550	39600	bearish ²⁾
11-Mar-10	40000	40200	39100	39600	39725	40350	39250	bearish ²⁾
12-Mar-10	39700	39800	38900	39000	39350	39800	38900	bearish ²⁾
15-Mar-10	39050	39350	38550	38650	38900	39250	38450	bearish ²⁾
17-Mar-10	39100	40850	39100	40850	39975	40850	39100	bullish ¹⁾
18-Mar-10	41100	42150	40050	40200	40875	41700	39600	bearish ²⁾
19-Mar-10	40200	41100	40050	40100	40362.5	40675	39625	bearish ²⁾
22-Mar-10	40000	41200	40000	40200	40350	40700	39500	bearish ²⁾
23-Mar-10	40600	41600	40450	40800	40862.5	41275	40125	bearish ²⁾
24-Mar-10	41500	41850	41100	41800	41562.5	42025	41275	bullish ¹⁾
25-Mar-10	41500	44050	41500	43000	42512.5	43525	40975	bullish ¹⁾

Tanggal	Harga Pembukaan	Harga Tertinggi	Harga Terendah	Harga Penutupan	Pivot Poin	Resistance	Support Level	Trend Market
26-Mar-10	43000	43550	43000	43150	43175	43350	42800	<i>bearish²⁾</i>
29-Mar-10	43000	43100	42000	42600	42675	43350	42250	<i>bearish²⁾</i>
30-Mar-10	42550	42800	42000	42400	42437.5	42875	42075	<i>bearish²⁾</i>
31-Mar-10	42500	43200	41900	41900	42375	42850	41550	<i>bearish²⁾</i>
1-Apr-10	42400	45000	42400	44500	43575	44750	42150	<i>bullish¹⁾</i>
5-Apr-10	44700	48150	44650	46700	46050	47450	43950	<i>bullish¹⁾</i>
6-Apr-10	46700	46700	44700	45300	45850	47000	45000	<i>bearish²⁾</i>
7-Apr-10	45500	46150	45150	45500	45575	46000	45000	<i>bearish²⁾</i>
8-Apr-10	45000	45000	43550	43800	44337.5	45125	43675	<i>bearish²⁾</i>
9-Apr-10	43900	44200	43100	43450	43662.5	44225	43125	<i>bearish²⁾</i>
12-Apr-10	43600	45000	43600	44550	44187.5	44775	43375	<i>bullish¹⁾</i>
13-Apr-10	44500	44500	43600	43900	44125	44650	43750	<i>bearish²⁾</i>
14-Apr-10	44050	44350	43300	43350	43762.5	44225	43175	<i>bearish²⁾</i>
15-Apr-10	43650	44100	43400	43450	43650	43900	43200	<i>bearish²⁾</i>
16-Apr-10	43450	43800	42850	42900	43250	43650	42700	<i>bearish²⁾</i>
19-Apr-10	42450	43200	41900	43100	42662.5	43425	42125	<i>bullish¹⁾</i>
20-Apr-10	43300	43950	43300	43900	43612.5	43925	43275	<i>bullish¹⁾</i>
21-Apr-10	44100	45350	44100	45150	44675	45250	44000	<i>bullish¹⁾</i>
22-Apr-10	45100	45500	44450	45450	45125	45800	44750	<i>bullish¹⁾</i>
23-Apr-10	45500	46050	45000	45800	45587.5	46175	45125	<i>bullish¹⁾</i>
26-Apr-10	46150	47400	46100	47000	46662.5	47225	45925	<i>bullish¹⁾</i>
27-Apr-10	46800	47000	46200	46200	46550	46900	46100	<i>bearish²⁾</i>
28-Apr-10	45050	46050	44800	45550	45362.5	45925	44675	<i>bullish¹⁾</i>
29-Apr-10	45600	46300	45600	46100	45900	46200	45500	<i>bullish</i>

61

- 1) Posisi yang baik untuk investor adalah menjual saham, sedangkan waktu yang tepat ketika hari ketiga setelah terjadi kenaikan harga saham.
- 2) Posisi yang baik adalah untuk menunggu harga saham kembali naik agar tidak mengalami kerugian.

Tanggal	Harga Pembukaan	Harga Tertinggi	Harga Terendah	Harga Penutupan	Pivot Poin	Resistance	Support Level	Trend Market
30-Apr-10	46800	47200	46450	47150	46900	47350	46600	bullish
3-May-10	46800	47150	46350	46400	46675	47000	46200	bearish ²⁾
4-May-10	46800	47000	45500	45550	46212.5	46925	45425	bearish ²⁾
5-May-10	44500	45000	43400	43450	44087.5	44775	43175	bearish ²⁾
6-May-10	43000	43000	41100	41900	42250	43400	41500	bearish ²⁾
7-May-10	40500	40950	39650	40200	40325	41000	39700	bearish ²⁾
10-May-10	40900	42900	40900	42600	41825	42750	40750	bullish ¹⁾
11-May-10	43000	43100	42150	42700	42737.5	43325	42375	bearish ²⁾
12-May-10	42700	42900	42050	42700	42587.5	43125	42275	bullish ¹⁾
14-May-10	42600	42900	42200	42600	42575	42950	42250	bullish ¹⁾
17-May-10	42000	42050	41200	41900	41787.5	42375	41525	bullish ¹⁾
18-May-10	42100	42250	41250	41500	41775	42300	41300	bearish ²⁾
19-May-10	41000	41000	39500	39600	40275	41050	39550	bearish ²⁾
20-May-10	40000	40200	37350	38450	39000	40650	37800	bearish ²⁾
21-May-10	37300	38100	36550	38000	37487.5	38425	36875	bullish ¹⁾
24-May-10	38400	39200	37900	37900	38350	38800	37500	bearish ²⁾
25-May-10	36800	37000	36050	36400	36562.5	37075	36125	bearish ²⁾
26-May-10	36500	40500	36500	40050	38387.5	40275	36275	bullish ¹⁾
27-May-10	39200	41950	38700	41500	40337.5	41975	38725	bullish ¹⁾
31-May-10	42150	43350	42150	43150	42700	43250	42050	bullish ¹⁾
1-Jun-10	43000	43150	41950	42750	42712.5	43475	42275	bullish ¹⁾
2-Jun-10	42950	43850	42250	42500	42887.5	43525	41925	bearish ²⁾
3-Jun-10	43500	44150	43300	44100	43762.5	44225	43375	bullish ¹⁾
4-Jun-10	43850	45050	43700	44950	44387.5	45075	43725	bullish ¹⁾
7-Jun-10	42000	44450	41950	43800	43050	44150	41650	bullish ¹⁾
8-Jun-10	44000	44400	43050	43250	43675	44300	42950	bearish ²⁾
9-Jun-10	43200	43250	42650	43150	43062.5	43475	42875	bullish ¹⁾

Tanggal	Harga Pembukaan	Harga Tertinggi	Harga Terendah	Harga Penutupan	Pivot Poin	Resistance	Support Level	Trend Market
10-Jun-10	42650	43150	42650	42750	42800	42950	42450	<i>bearish²⁾</i>
11-Jun-10	43500	43800	43000	43000	43325	43650	42850	<i>bearish²⁾</i>
14-Jun-10	43600	44300	43250	44250	43850	44450	43400	<i>bullish¹⁾</i>
15-Jun-10	44400	46550	44400	46000	45337.5	46275	44125	<i>bullish¹⁾</i>
16-Jun-10	46850	47200	46450	46450	46737.5	47025	46275	<i>bearish²⁾</i>
17-Jun-10	46000	47100	45900	46650	46412.5	46925	45725	<i>bullish¹⁾</i>
18-Jun-10	47000	49100	47000	48550	47912.5	48825	46725	<i>bullish¹⁾</i>
21-Jun-10	49000	50250	47350	48250	48712.5	50075	47175	<i>bearish²⁾</i>
22-Jun-10	48250	48800	48000	48350	48350	48700	47900	<i>sideway</i>
23-Jun-10	47800	47900	46550	47600	47462.5	48375	47025	<i>bullish¹⁾</i>
24-Jun-10	47300	48650	47050	48100	47775	48500	46900	<i>bullish¹⁾</i>
25-Jun-10	48000	48550	47800	48400	48187.5	48575	47825	<i>bullish¹⁾</i>
28-Jun-10	48700	48750	47850	48100	48350	48850	47950	<i>bearish²⁾</i>
29-Jun-10	48100	48900	46700	47500	47800	48900	46700	<i>bearish²⁾</i>
30-Jun-10	46800	48300	46450	48300	47462.5	48475	46625	<i>bullish¹⁾</i>
1-Jul-10	48000	48700	47200	47500	47850	48500	47000	<i>bearish²⁾</i>
2-Jul-10	47500	47700	46000	46300	46875	47750	46050	<i>bearish²⁾</i>
5-Jul-10	46300	47000	46300	46700	46575	46850	46150	<i>bullish¹⁾</i>
6-Jul-10	46000	46900	45900	46850	46412.5	46925	45925	<i>bullish¹⁾</i>
7-Jul-10	46750	46850	46050	46250	46475	46900	46100	<i>bearish²⁾</i>
8-Jul-10	47250	47950	46900	47000	47275	47650	46600	<i>bearish</i>
9-Jul-10	47500	47700	47250	47350	47450	47650	47200	<i>bearish</i>
12-Jul-10	47000	47450	47000	47300	47187.5	47375	46925	<i>bullish¹⁾</i>
13-Jul-10	47300	48250	47300	48200	47762.5	48225	47275	<i>bullish¹⁾</i>

63

- 1) Posisi yang baik untuk investor adalah menjual saham, sedangkan waktu yang tepat ketika hari ketiga setelah terjadi kenaikan harga saham.
- 2) Posisi yang baik adalah untuk menunggu harga saham kembali naik agar tidak mengalami kerugian.

Tanggal	Harga Pembukaan	Harga Tertinggi	Harga Terendah	Harga Penutupan	Pivot Poin	Resistance	Support Level	Trend Market
14-Jul-10	48700	49600	48550	49450	49075	49600	48550	bullish ¹⁾
15-Jul-10	49000	50050	49000	49850	49475	49950	48900	bullish ¹⁾
16-Jul-10	49850	49900	49550	49750	49762.5	49975	49625	bearish ²⁾
19-Jul-10	49000	49800	48550	49300	49162.5	49775	48525	bullish ¹⁾
20-Jul-10	50000	50100	48050	49800	49487.5	50925	48875	bullish ¹⁾
21-Jul-10	50050	50200	49850	49850	49987.5	50125	49775	bearish ²⁾
22-Jul-10	50100	50100	48950	49750	49725	50500	49350	bullish ¹⁾
23-Jul-10	50200	50600	50000	50100	50225	50450	49850	bearish ²⁾
26-Jul-10	50400	50700	49800	49800	50175	50550	49650	bearish ²⁾
27-Jul-10	50500	51050	50450	50500	50625	50800	50200	bearish ²⁾
28-Jul-10	51000	51250	50750	51200	51050	51350	50850	bullish ¹⁾
29-Jul-10	52000	52800	51800	52750	52337.5	52875	51875	bullish ¹⁾
30-Jul-10	52750	52800	50100	50700	51587.5	53075	50375	bearish ²⁾
2-Aug-10	51100	51150	49800	49950	50500	51200	49850	bearish ²⁾
3-Aug-10	50300	50300	47000	47500	48775	50550	47250	bearish ²⁾
4-Aug-10	47500	47600	46250	46500	46962.5	47675	46325	bearish ²⁾
5-Aug-10	47100	48900	47100	48750	47962.5	48825	47025	bullish ¹⁾
6-Aug-10	49100	49150	48100	48800	48787.5	49475	48425	bullish ¹⁾
9-Aug-10	48800	48800	48350	48800	48687.5	49025	48575	bullish ¹⁾
10-Aug-10	48550	48600	47500	47500	48037.5	48575	47475	bearish ²⁾
11-Aug-10	47000	47600	46550	46800	46987.5	47425	46375	bearish ²⁾
12-Aug-10	46500	47650	46250	47600	47000	47750	46350	bullish ¹⁾
13-Aug-10	47800	48400	47800	48300	48075	48350	47750	bullish ¹⁾
16-Aug-10	48200	48500	47600	48300	48150	48700	47800	bullish ¹⁾
18-Aug-10	48450	48650	47800	48300	48300	48800	47950	sideway
19-Aug-10	48500	49000	48000	48800	48575	49150	48150	bullish ¹⁾
20-Aug-10	48500	48900	48500	48800	48675	48850	48450	bullish ¹⁾

Tanggal	Harga Pembukaan	Harga Tertinggi	Harga Terendah	Harga Penutupan	Pivot Poin	Resistance	Support Level	Trend Market
23-Aug-10	48800	49750	48500	49750	49200	49900	48650	bullish ¹⁾
24-Aug-10	49900	50000	48550	49000	49362.5	50175	48725	bearish ²⁾
25-Aug-10	48900	49350	47900	48650	48700	49500	48050	bearish ²⁾
26-Aug-10	49100	49100	48050	48400	48662.5	49275	48225	bearish ²⁾
27-Aug-10	48400	48750	47350	47500	48000	48650	47250	bearish ²⁾
30-Aug-10	48200	48300	47350	47800	47912.5	48475	47525	bearish ²⁾
31-Aug-10	47700	47900	47200	47600	47600	48000	47300	Sideway
1-Sep-10	47800	49400	47700	49400	48575	49450	47750	bullish ¹⁾
2-Sep-10	49800	50350	49500	50050	49925	50350	49500	bullish ¹⁾
3-Sep-10	50050	50900	49950	50000	50225	50500	49550	bearish ²⁾
6-Sep-10	50200	52450	50200	52400	51312.5	52425	50175	bullish ¹⁾
7-Sep-10	52800	53600	52800	53500	53175	53550	52750	bullish ¹⁾
15-Sep-10	54700	60750	54700	57800	56987.5	59275	53225	bullish ¹⁾
16-Sep-10	57000	57000	54250	55300	55887.5	57525	54775	bearish ²⁾
17-Sep-10	56000	56700	53850	54700	55312.5	56775	53925	bearish ²⁾
20-Sep-10	54700	54800	54000	54500	54500	55000	54200	sideway
21-Sep-10	55700	55950	54500	55200	55337.5	56175	54725	bearish ²⁾
22-Sep-10	55500	55800	54550	55000	55212.5	55875	54625	bearish ²⁾
23-Sep-10	55000	55250	53900	54850	54750	55600	54250	bullish ¹⁾
24-Sep-10	54850	56450	54650	56000	55487.5	56325	54525	bullish ¹⁾
27-Sep-10	57500	58800	57050	58100	57862.5	58675	56925	bullish ¹⁾
28-Sep-10	58000	60400	56550	56950	57975	59400	55550	bearish ²⁾
29-Sep-10	57500	57900	56000	56150	56887.5	57775	55875	bearish ²⁾
30-Sep-10	56150	56700	56000	56700	56387.5	56775	56075	bullish ¹⁾

65

- 1) Posisi yang baik untuk investor adalah menjual saham, sedangkan waktu yang tepat ketika hari ketiga setelah terjadi kenaikan harga saham.
- 2) Posisi yang baik adalah untuk menunggu harga saham kembali naik agar tidak mengalami kerugian.

Tanggal	Harga Pembukaan	Harga Tertinggi	Harga Terendah	Harga Penutupan	Pivot Poin	Resistance	Support Level	Trend Market
1-Oct-10	57700	59600	57500	59600	58600	59700	57600	bullish ¹⁾
4-Oct-10	60000	60200	59400	60000	59900	60400	59600	bullish ¹⁾
5-Oct-10	59600	59600	58700	58950	59212.5	59725	58825	bearish ²⁾
6-Oct-10	59600	59700	58050	58950	59075	60100	58450	bearish ²⁾
7-Oct-10	58700	58700	57500	58450	58337.5	59175	57975	bullish ¹⁾
8-Oct-10	58400	58400	56550	56950	57575	58600	56750	bearish ²⁾
11-Oct-10	57500	57600	56250	56400	56937.5	57625	56275	bearish ²⁾
12-Oct-10	56350	57500	56250	57150	56812.5	57375	56125	bullish ¹⁾
13-Oct-10	57600	57750	57000	57500	57462.5	57925	57175	bullish ¹⁾
14-Oct-10	58000	58350	57550	57600	57875	58200	57400	bearish ²⁾
15-Oct-10	57800	57850	56200	56250	57025	57850	56200	bearish ²⁾
18-Oct-10	56000	56650	55900	55950	56125	56350	55600	bearish ²⁾
19-Oct-10	56050	56750	55550	56100	56112.5	56675	55475	bearish ²⁾
20-Oct-10	55500	56700	55500	56300	56000	56500	55300	bullish ¹⁾
21-Oct-10	57000	57100	55850	56150	56525	57200	55950	bearish ²⁾
22-Oct-10	56300	56400	56000	56150	56212.5	56425	56025	bearish ²⁾
25-Oct-10	56150	57500	56150	57300	56775	57400	56050	bullish ¹⁾
26-Oct-10	57400	57700	56800	56950	57212.5	57625	56725	bearish ²⁾
27-Oct-10	57500	57500	56600	56800	57100	57600	56700	bearish ²⁾
28-Oct-10	56600	57000	56400	56450	56612.5	56825	56225	bearish ²⁾
29-Oct-10	56800	57200	56400	57000	56850	57300	56500	bullish ¹⁾
1-Nov-10	57750	57900	57050	57450	57537.5	58025	57175	bearish ²⁾
2-Nov-10	57400	57400	56550	56550	56975	57400	56550	bearish ²⁾
3-Nov-10	56550	56750	54900	55600	55950	57000	55150	bearish ²⁾
4-Nov-10	55700	56000	54900	55100	55425	55950	54850	bearish ²⁾
5-Nov-10	55900	56950	55500	56700	56262.5	57025	55575	bullish ¹⁾
8-Nov-10	56700	57400	56500	57400	57000	57500	56600	bullish ¹⁾

Tanggal	Harga Pembukaan	Harga Tertinggi	Harga Terendah	Harga Penutupan	Pivot Poin	Resistance	Support Level	Trend Market
9-Nov-10	57400	58300	56800	58150	57662.5	58525	57025	bullish ¹⁾
10-Nov-10	58200	58400	57000	57450	57762.5	58525	57125	bearish ²⁾
11-Nov-10	57550	57800	56500	56500	57087.5	57675	56375	bearish ²⁾
12-Nov-10	56700	57200	55500	56800	56550	57600	55900	bullish ¹⁾
15-Nov-10	57000	57150	56000	56250	56600	57200	56050	bearish ²⁾
16-Nov-10	56250	56500	55050	56000	55950	56850	55400	bullish ¹⁾
18-Nov-10	56500	56500	54850	54900	55687.5	56525	54875	bearish ²⁾
19-Nov-10	55300	55600	54500	55300	55175	55850	54750	bullish ¹⁾
22-Nov-10	55500	55600	54900	55000	55250	55600	54900	bearish ²⁾
23-Nov-10	55000	55000	53750	54200	54487.5	55225	53975	bearish ²⁾
24-Nov-10	54200	54250	53200	53750	53850	54500	53450	bearish ²⁾
25-Nov-10	54250	55550	54250	55450	54875	55500	54200	bullish ¹⁾
26-Nov-10	55600	55800	54050	54150	54900	55750	54000	bearish ²⁾
29-Nov-10	54000	54450	53350	54350	54037.5	54725	53625	bullish ¹⁾
30-Nov-10	54350	54400	51750	51900	53100	54450	51800	bearish ²⁾
1-Dec-10	52350	52900	52150	52450	52462.5	52775	52025	bearish ²⁾
2-Dec-10	53500	54800	53500	54050	53962.5	54425	53125	bullish ¹⁾
3-Dec-10	53500	54050	52650	52750	53237.5	53825	52425	bearish ²⁾
6-Dec-10	53000	53200	52500	52900	52900	53300	52600	sideway
8-Dec-10	53000	54600	52900	54550	53762.5	54625	52925	bullish ¹⁾
9-Dec-10	54800	54900	53850	54550	54525	55200	54150	bullish ¹⁾
10-Dec-10	54250	54500	53000	53900	53912.5	54825	53325	bearish ²⁾
13-Dec-10	53900	53900	52700	53000	53375	54050	52850	bearish ²⁾
14-Dec-10	53000	53000	52400	52800	52800	53200	52600	Sideway

67

- 1) Posisi yang baik untuk investor adalah menjual saham, sedangkan waktu yang tepat ketika hari ketiga setelah terjadi kenaikan harga saham.
- 2) Posisi yang baik adalah untuk menunggu harga saham kembali naik agar tidak mengalami kerugian.

Tanggal	Harga Pembukaan	Harga Tertinggi	Harga Terendah	Harga Penutupan	Pivot Poin	Resistance	Support Level	Trend Market
15-Dec-10	52800	52800	51800	52800	52550	53300	52300	bullish ¹⁾
16-Dec-10	52300	52300	49750	49900	51062.5	52375	49825	bearish ²⁾
17-Dec-10	49900	50950	48800	50300	49987.5	51175	49025	bullish ¹⁾
20-Dec-10	50500	51350	50050	51250	50787.5	51525	50225	bullish ¹⁾
21-Dec-10	51250	52650	51250	52450	51900	52550	51150	bullish ¹⁾
22-Dec-10	52500	52550	52200	52400	52412.5	52625	52275	bearish ²⁾
23-Dec-10	52400	52600	52000	52550	52387.5	52775	52175	bullish ¹⁾
27-Dec-10	52550	53500	52400	53500	52987.5	53575	52475	bullish ¹⁾
28-Dec-10	53700	53900	53000	53450	53512.5	54025	53125	bearish ²⁾
29-Dec-10	53850	54150	53450	54000	53862.5	54275	53575	bullish ¹⁾
30-Dec-10	54200	54600	53750	54550	54275	54800	53950	bullish ¹⁾

Lampiran 2. Hasil Perhitungan Perubahan Harga Saham

Tanggal	Harga Penutupan	Perubahan Harga
5-Jan-09	12200	*)
6-Jan-09	12550	naik
7-Jan-09	13500	naik
8-Jan-09	12950	turun
9-Jan-09	12450	turun
12-Jan-09	12950	naik
13-Jan-09	12750	turun
14-Jan-09	12900	naik
15-Jan-09	12500	turun
16-Jan-09	12450	turun
19-Jan-09	12500	naik
20-Jan-09	12550	naik
21-Jan-09	12650	naik
22-Jan-09	12550	turun
23-Jan-09	12400	turun
27-Jan-09	13100	naik
28-Jan-09	12900	turun
29-Jan-09	12900	tetap
30-Jan-09	13000	naik
2-Feb-09	12750	turun
3-Feb-09	12450	turun

Tanggal	Harga Penutupan	Perubahan Harga
4-Feb-09	11700	turun
5-Feb-09	11850	naik
6-Feb-09	11900	naik
9-Feb-09	11950	naik
10-Feb-09	11650	turun
11-Feb-09	10900	turun
12-Feb-09	11050	naik
13-Feb-09	10950	turun
16-Feb-09	11100	naik
17-Feb-09	10800	turun
18-Feb-09	10950	naik
19-Feb-09	11100	naik
20-Feb-09	10900	turun
23-Feb-09	10950	naik
24-Feb-09	10950	tetap
25-Feb-09	11350	naik
26-Feb-09	11350	tetap
27-Feb-09	11300	turun
2-Mar-09	10850	turun
3-Mar-09	10800	turun
4-Mar-09	11000	naik

Tanggal	Harga Penutupan	Perubahan Harga
5-Mar-09	11150	naik
6-Mar-09	11250	naik
10-Mar-09	11300	naik
11-Mar-09	11900	naik
12-Mar-09	12450	naik
13-Mar-09	13000	naik
16-Mar-09	13100	naik
17-Mar-09	12600	turun
18-Mar-09	13400	naik
19-Mar-09	14350	naik
20-Mar-09	13700	turun
23-Mar-09	14900	naik
24-Mar-09	15250	naik
25-Mar-09	15250	tetap
27-Mar-09	15800	naik
30-Mar-09	14250	turun
31-Mar-09	14250	tetap
1-Apr-09	15450	naik
2-Apr-09	15700	naik
3-Apr-09	15600	turun
6-Apr-09	15250	turun
7-Apr-09	14650	turun
8-Apr-09	14500	turun

Tanggal	Harga Penutupan	Perubahan Harga
13-Apr-09	15250	naik
14-Apr-09	15500	naik
15-Apr-09	15450	turun
16-Apr-09	15850	naik
17-Apr-09	15800	turun
20-Apr-09	15950	naik
21-Apr-09	15500	turun
22-Apr-09	15300	turun
23-Apr-09	15650	naik
24-Apr-09	15450	turun
27-Apr-09	15100	turun
28-Apr-09	15200	naik
29-Apr-09	15750	naik
30-Apr-09	18000	naik
1-May-09	17700	turun
4-May-09	18550	naik
5-May-09	19000	naik
6-May-09	18950	turun
7-May-09	19000	naik
8-May-09	21550	naik
11-May-09	19750	turun
12-May-09	19300	turun
13-May-09	19150	turun

Tanggal	Harga Penutupan	Perubahan Harga
14-May-09	18350	turun
15-May-09	18300	turun
18-May-09	18100	turun
19-May-09	19750	naik
20-May-09	20000	naik
22-May-09	19750	turun
25-May-09	19650	turun
26-May-09	19100	turun
27-May-09	20750	naik
28-May-09	21750	naik
29-May-09	20800	turun
1-Jun-09	21950	naik
2-Jun-09	22150	naik
3-Jun-09	22100	turun
4-Jun-09	22600	naik
5-Jun-09	24150	naik
8-Jun-09	23700	turun
9-Jun-09	24700	naik
10-Jun-09	24500	turun
11-Jun-09	23600	turun
12-Jun-09	23900	naik
15-Jun-09	23700	turun
16-Jun-09	23200	turun

Tanggal	Harga Penutupan	Perubahan Harga
17-Jun-09	23300	naik
18-Jun-09	21200	turun
19-Jun-09	22050	naik
22-Jun-09	22900	naik
23-Jun-09	22750	turun
24-Jun-09	23350	naik
25-Jun-09	23550	naik
26-Jun-09	23950	naik
29-Jun-09	24000	naik
30-Jun-09	23800	turun
1-Jul-09	23750	turun
2-Jul-09	23250	turun
3-Jul-09	23450	naik
6-Jul-09	23250	turun
7-Jul-09	23500	naik
9-Jul-09	25650	naik
10-Jul-09	25050	turun
13-Jul-09	25000	turun
14-Jul-09	25050	naik
15-Jul-09	26900	naik
16-Jul-09	27500	naik
17-Jul-09	27250	turun
21-Jul-09	27200	turun

Tanggal	Harga Penutupan	Perubahan Harga
22-Jul-09	26350	turun
23-Jul-09	27400	naik
24-Jul-09	27600	naik
27-Jul-09	27050	turun
28-Jul-09	26800	turun
29-Jul-09	27100	naik
30-Jul-09	28100	naik
31-Jul-09	29300	naik
3-Aug-09	30400	naik
4-Aug-09	31050	naik
5-Aug-09	29950	turun
6-Aug-09	30000	naik
7-Aug-09	31000	naik
10-Aug-09	31500	naik
11-Aug-09	31300	turun
12-Aug-09	30950	turun
13-Aug-09	31000	naik
14-Aug-09	29850	turun
18-Aug-09	28800	turun
19-Aug-09	28600	turun
20-Aug-09	28600	tetap
21-Aug-09	28600	tetap
24-Aug-09	29500	naik

Tanggal	Harga Penutupan	Perubahan Harga
25-Aug-09	29450	turun
26-Aug-09	29150	turun
27-Aug-09	29700	naik
28-Aug-09	30000	naik
31-Aug-09	30150	naik
1-Sep-09	30600	naik
2-Sep-09	29300	turun
3-Sep-09	29050	turun
4-Sep-09	29400	naik
7-Sep-09	29500	naik
8-Sep-09	29950	naik
9-Sep-09	30250	naik
10-Sep-09	31200	naik
11-Sep-09	31600	naik
14-Sep-09	31450	turun
15-Sep-09	33850	naik
16-Sep-09	32900	turun
17-Sep-09	32200	turun
24-Sep-09	31800	turun
25-Sep-09	31300	turun
28-Sep-09	30050	turun
29-Sep-09	31900	naik
30-Sep-09	33350	naik

Tanggal	Harga Penutupan	Perubahan Harga
1-Oct-09	33500	naik
2-Oct-09	32650	turun
5-Oct-09	32200	turun
6-Oct-09	34600	naik
7-Oct-09	34750	naik
8-Oct-09	33850	turun
9-Oct-09	33550	turun
12-Oct-09	33600	naik
13-Oct-09	33550	turun
14-Oct-09	33950	naik
15-Oct-09	33700	turun
16-Oct-09	32900	turun
19-Oct-09	33000	naik
20-Oct-09	33200	naik
21-Oct-09	32500	turun
22-Oct-09	31350	turun
23-Oct-09	32650	naik
26-Oct-09	33100	naik
27-Oct-09	32950	turun
28-Oct-09	31950	turun
29-Oct-09	32000	naik
30-Oct-09	31300	turun
2-Nov-09	31050	turun

Tanggal	Harga Penutupan	Perubahan Harga
3-Nov-09	30250	turun
4-Nov-09	30200	turun
5-Nov-09	29800	turun
6-Nov-09	30350	naik
9-Nov-09	31600	naik
10-Nov-09	31050	turun
11-Nov-09	31000	turun
12-Nov-09	32750	naik
13-Nov-09	32700	turun
16-Nov-09	33550	naik
17-Nov-09	33650	naik
18-Nov-09	34250	naik
19-Nov-09	33250	turun
20-Nov-09	33250	tetap
23-Nov-09	33150	turun
24-Nov-09	33350	naik
25-Nov-09	32900	turun
26-Nov-09	32000	turun
30-Nov-09	32350	naik
1-Dec-09	32600	naik
2-Dec-09	32550	turun
3-Dec-09	32650	naik
4-Dec-09	33200	naik

Tanggal	Harga Penutupan	Perubahan Harga
7-Dec-09	33400	naik
8-Dec-09	33850	naik
9-Dec-09	33100	turun
10-Dec-09	33250	naik
11-Dec-09	34000	naik
14-Dec-09	33950	turun
15-Dec-09	34100	naik
16-Dec-09	34500	naik
17-Dec-09	35000	naik
21-Dec-09	33900	turun
22-Dec-09	34100	naik
23-Dec-09	34000	turun
28-Dec-09	34200	naik
29-Dec-09	33950	turun
30-Dec-09	34700	naik
4-Jan-10	35300	naik
5-Jan-10	35500	naik
6-Jan-10	35300	turun
7-Jan-10	34200	turun
8-Jan-10	34400	naik
11-Jan-10	34950	naik
12-Jan-10	35400	naik
13-Jan-10	35100	turun

Tanggal	Harga Penutupan	Perubahan Harga
14-Jan-10	35550	naik
15-Jan-10	36200	naik
18-Jan-10	36000	turun
19-Jan-10	36250	naik
20-Jan-10	35800	turun
21-Jan-10	35250	turun
22-Jan-10	33800	turun
25-Jan-10	33400	turun
26-Jan-10	33850	naik
27-Jan-10	34350	naik
28-Jan-10	36000	naik
29-Jan-10	35950	turun
1-Feb-10	35400	turun
2-Feb-10	36000	naik
3-Feb-10	35650	turun
4-Feb-10	35350	turun
5-Feb-10	34350	turun
8-Feb-10	33700	turun
9-Feb-10	34150	naik
10-Feb-10	34250	naik
11-Feb-10	34300	naik
12-Feb-10	35300	naik
15-Feb-10	34950	turun

Tanggal	Harga Penutupan	Perubahan Harga
16-Feb-10	35700	naik
17-Feb-10	36250	naik
18-Feb-10	36000	turun
19-Feb-10	36150	naik
22-Feb-10	36550	naik
23-Feb-10	36900	naik
24-Feb-10	36800	turun
25-Feb-10	36250	turun
1-Mar-10	36850	naik
2-Mar-10	36200	turun
3-Mar-10	36150	turun
4-Mar-10	36050	turun
5-Mar-10	36800	naik
8-Mar-10	39000	naik
9-Mar-10	40250	naik
10-Mar-10	39950	turun
11-Mar-10	39600	turun
12-Mar-10	39000	turun
15-Mar-10	38650	turun
17-Mar-10	40850	naik
18-Mar-10	40200	turun
19-Mar-10	40100	turun
22-Mar-10	40200	naik

Tanggal	Harga Penutupan	Perubahan Harga
23-Mar-10	40800	naik
24-Mar-10	41800	naik
25-Mar-10	43000	naik
26-Mar-10	43150	naik
29-Mar-10	42600	turun
30-Mar-10	42400	turun
31-Mar-10	41900	turun
1-Apr-10	44500	naik
5-Apr-10	46700	naik
6-Apr-10	45300	turun
7-Apr-10	45500	naik
8-Apr-10	43800	turun
9-Apr-10	43450	turun
12-Apr-10	44550	naik
13-Apr-10	43900	turun
14-Apr-10	43350	turun
15-Apr-10	43450	naik
16-Apr-10	42900	turun
19-Apr-10	43100	naik
20-Apr-10	43900	naik
21-Apr-10	45150	naik
22-Apr-10	45450	naik
23-Apr-10	45800	naik

Tanggal	Harga Penutupan	Perubahan Harga
26-Apr-10	47000	naik
27-Apr-10	46200	turun
28-Apr-10	45550	turun
29-Apr-10	46100	naik
30-Apr-10	47150	naik
3-May-10	46400	turun
4-May-10	45550	turun
5-May-10	43450	turun
6-May-10	41900	turun
7-May-10	40200	turun
10-May-10	42600	naik
11-May-10	42700	naik
12-May-10	42700	tetap
14-May-10	42600	turun
17-May-10	41900	turun
18-May-10	41500	turun
19-May-10	39600	turun
20-May-10	38450	turun
21-May-10	38000	turun
24-May-10	37900	turun
25-May-10	36400	turun
26-May-10	40050	naik
27-May-10	41500	naik

Tanggal	Harga Penutupan	Perubahan Harga
31-May-10	43150	naik
1-Jun-10	42750	turun
2-Jun-10	42500	turun
3-Jun-10	44100	naik
4-Jun-10	44950	naik
7-Jun-10	43800	turun
8-Jun-10	43250	turun
9-Jun-10	43150	turun
10-Jun-10	42750	turun
11-Jun-10	43000	naik
14-Jun-10	44250	naik
15-Jun-10	46000	naik
16-Jun-10	46450	naik
17-Jun-10	46650	naik
18-Jun-10	48550	naik
21-Jun-10	48250	turun
22-Jun-10	48350	naik
23-Jun-10	47600	turun
24-Jun-10	48100	naik
25-Jun-10	48400	naik
28-Jun-10	48100	turun
29-Jun-10	47500	turun
30-Jun-10	48300	naik

Tanggal	Harga Penutupan	Perubahan Harga
1-Jul-10	47500	turun
2-Jul-10	46300	turun
5-Jul-10	46700	naik
6-Jul-10	46850	naik
7-Jul-10	46250	turun
8-Jul-10	47000	naik
9-Jul-10	47350	naik
12-Jul-10	47300	turun
13-Jul-10	48200	naik
14-Jul-10	49450	naik
15-Jul-10	49850	naik
16-Jul-10	49750	turun
19-Jul-10	49300	turun
20-Jul-10	49800	naik
21-Jul-10	49850	naik
22-Jul-10	49750	turun
23-Jul-10	50100	naik
26-Jul-10	49800	turun
27-Jul-10	50500	naik
28-Jul-10	51200	naik
29-Jul-10	52750	naik
30-Jul-10	50700	turun
2-Aug-10	49950	turun

Tanggal	Harga Penutupan	Perubahan Harga
3-Aug-10	47500	turun
4-Aug-10	46500	turun
5-Aug-10	48750	naik
6-Aug-10	48800	naik
9-Aug-10	48800	tetap
10-Aug-10	47500	turun
11-Aug-10	46800	turun
12-Aug-10	47600	naik
13-Aug-10	48300	naik
16-Aug-10	48300	tetap
18-Aug-10	48300	tetap
19-Aug-10	48800	naik
20-Aug-10	48800	tetap
23-Aug-10	49750	naik
24-Aug-10	49000	turun
25-Aug-10	48650	turun
26-Aug-10	48400	turun
27-Aug-10	47500	turun
30-Aug-10	47800	naik
31-Aug-10	47600	turun
1-Sep-10	49400	naik
2-Sep-10	50050	naik
3-Sep-10	50000	turun

Tanggal	Harga Penutupan	Perubahan Harga
6-Sep-10	52400	naik
7-Sep-10	53500	naik
15-Sep-10	57800	naik
16-Sep-10	55300	turun
17-Sep-10	54700	turun
20-Sep-10	54500	turun
21-Sep-10	55200	naik
22-Sep-10	55000	turun
23-Sep-10	54850	turun
24-Sep-10	56000	naik
27-Sep-10	58100	naik
28-Sep-10	56950	turun
29-Sep-10	56150	turun
30-Sep-10	56700	naik
1-Oct-10	59600	naik
4-Oct-10	60000	naik
5-Oct-10	58950	turun
6-Oct-10	58950	tetap
7-Oct-10	58450	turun
8-Oct-10	56950	turun
11-Oct-10	56400	turun
12-Oct-10	57150	naik
13-Oct-10	57500	naik

Tanggal	Harga Penutupan	Perubahan Harga
14-Oct-10	57600	naik
15-Oct-10	56250	turun
18-Oct-10	55950	turun
19-Oct-10	56100	naik
20-Oct-10	56300	naik
21-Oct-10	56150	turun
22-Oct-10	56150	tetap
25-Oct-10	57300	naik
26-Oct-10	56950	turun
27-Oct-10	56800	turun
28-Oct-10	56450	turun
29-Oct-10	57000	naik
1-Nov-10	57450	naik
2-Nov-10	56550	turun
3-Nov-10	55600	turun
4-Nov-10	55100	turun
5-Nov-10	56700	naik
8-Nov-10	57400	naik
9-Nov-10	58150	naik
10-Nov-10	57450	turun
11-Nov-10	56500	turun
12-Nov-10	56800	naik
15-Nov-10	56250	turun

Tanggal	Harga Penutupan	Perubahan Harga
16-Nov-10	56000	turun
18-Nov-10	54900	turun
19-Nov-10	55300	naik
22-Nov-10	55000	turun
23-Nov-10	54200	turun
24-Nov-10	53750	turun
25-Nov-10	55450	naik
26-Nov-10	54150	turun
29-Nov-10	54350	naik
30-Nov-10	51900	turun
1-Dec-10	52450	naik
2-Dec-10	54050	naik
3-Dec-10	52750	turun
6-Dec-10	52900	naik
8-Dec-10	54550	naik
9-Dec-10	54550	tetap
10-Dec-10	53900	turun
13-Dec-10	53000	turun
14-Dec-10	52800	turun
15-Dec-10	52800	tetap
16-Dec-10	49900	turun
17-Dec-10	50300	naik
20-Dec-10	51250	naik

Tanggal	Harga Penutupan	Perubahan Harga
21-Dec-10	52450	naik
22-Dec-10	52400	turun
23-Dec-10	52550	naik
27-Dec-10	53500	naik
28-Dec-10	53450	turun
29-Dec-10	54000	naik
30-Dec-10	54550	naik

Lampiran 3. Hasil Perhitungan Analisis *Trend Market* Saham PT. Astra Internasional, Tbk dengan menggunakan *Algortima Forward-Backward* dan *Algortima Viterbi*.

Tanggal	Harga Pembukaan	Harga Tertinggi	Harga Terendah	Harga Penutupan	Pivot Poin	<i>trend market</i> yang sebenarnya	<i>Algortima Forward-Backward</i>	<i>Algortima Viterbi</i>
3-Jan-11	54700	55050	54050	54400	54550	<i>bearish</i>	<i>bearish</i>	<i>bearish</i>
4-Jan-11	54500	54700	52000	52500	53425	<i>bearish</i>	<i>bearish</i>	<i>bearish</i>
5-Jan-11	52300	52350	51550	52050	52062.5	<i>bearish</i>	<i>bearish</i>	<i>bearish</i>
6-Jan-11	51900	51900	50700	51000	51375	<i>bearish</i>	<i>bearish</i>	<i>bearish</i>
7-Jan-11	50800	50800	48750	49000	49837.5	<i>bearish</i>	<i>bearish</i>	<i>bearish</i>
10-Jan-11	48000	48250	45750	47550	47387.5	<i>bullish</i>	<i>bearish</i>	<i>bearish</i>
11-Jan-11	48000	49400	46750	47400	47887.5	<i>bearish</i>	<i>bullish</i>	<i>bearish</i>
12-Jan-11	47400	48750	47300	48400	47962.5	<i>bullish</i>	<i>bearish</i>	<i>bullish</i>
13-Jan-11	49300	49550	47700	48000	48637.5	<i>bearish</i>	<i>bullish</i>	<i>bearish</i>
14-Jan-11	48250	48250	47000	48000	47875	<i>bullish</i>	<i>bearish</i>	<i>bullish</i>
17-Jan-11	47300	47850	47200	47450	47450	<i>sideway trend</i>	<i>bearish</i>	<i>bearish</i>
18-Jan-11	47400	47650	46850	47000	47225	<i>bearish</i>	<i>bullish</i>	<i>bearish</i>
19-Jan-11	47300	48500	46800	49000	47900	<i>bullish</i>	<i>bearish</i>	<i>bullish</i>
20-Jan-11	48400	48550	47150	47800	47975	<i>bearish</i>	<i>bearish</i>	<i>bearish</i>

Tanggal	Harga Pembukaan	Harga Tertinggi	Harga Terendah	Harga Penutupan	Pivot Poin	trend market yang sebenarnya	Algortima Forward-Backward	Algortima Viterbi
21-Jan-11	46500	47300	45250	47150	46550	bullish	bearish	bearish
24-Jan-11	47150	47550	46650	46800	47037.5	bearish	bullish	bearish
25-Jan-11	47200	49750	47200	49200	48337.5	bullish	bullish	bullish
26-Jan-11	49250	51050	48700	50400	49850	bullish	bullish	bullish
27-Jan-11	50200	52250	50100	51200	50937.5	bullish	bullish	bullish
28-Jan-11	51200	51650	50050	51350	51062.5	bullish	bearish	bullish
31-Jan-11	48900	49700	48500	48900	49000	bearish	bearish	bearish
1-Feb-11	48900	50200	48600	48600	49075	bearish	bullish	bearish
2-Feb-11	49500	49900	47750	48350	48875	bearish	bullish	bullish
4-Feb-11	48350	48800	47500	48700	48337.5	bullish	bearish	bullish
7-Feb-11	49200	49850	48750	49500	49325	bullish	bearish	bearish
8-Feb-11	49500	49950	47950	48850	49062.5	bearish	bullish	bearish
9-Feb-11	48500	48700	47750	48250	48300	bearish	bullish	bullish
10-Feb-11	47500	48450	47400	48250	47900	bullish	bullish	bullish
11-Feb-11	48250	48650	47600	48400	48225	bullish	bearish	bullish
14-Feb-11	49000	49650	49000	49550	49300	bullish	bullish	bearish
16-Feb-11	49100	49500	48600	49300	49125	bullish	bullish	bullish
17-Feb-11	49500	51350	49500	51000	50337.5	bullish	bearish	bullish

Tanggal	Harga Pembukaan	Harga Tertinggi	Harga Terendah	Harga Penutupan	Pivot Poin	trend market yang sebenarnya	Algortima Forward-Backward	Algortima Viterbi
18-Feb-11	51700	53450	51700	53000	52462.5	bullish	bullish	bearish
21-Feb-11	53000	53300	51950	52050	52575	bearish	bearish	bullish
22-Feb-11	51500	52600	51300	51650	51762.5	bearish	bullish	bearish
23-Feb-11	51100	52500	51100	51900	51650	bullish	bullish	bullish
24-Feb-11	51500	51850	51000	51400	51437.5	bearish	bullish	bullish
25-Feb-11	51600	52250	51500	51550	51725	bearish	bullish	bullish
28-Feb-11	51700	52050	51450	52050	51812.5	bullish	bullish	bullish
1-Mar-11	52350	54250	52300	54000	53225	bullish	bullish	bullish
2-Mar-11	53500	54000	53300	54000	53700	bullish	bullish	bullish
3-Mar-11	53650	54900	53650	54550	54187.5	bullish	bullish	bullish
4-Mar-11	55000	55500	54800	54900	55050	bearish	bullish	bullish
7-Mar-11	54900	55400	54500	54900	54925	bearish	bearish	bullish
8-Mar-11	55000	55400	55000	55200	55150	bullish	bearish	bearish
9-Mar-11	55500	56500	55500	56450	55987.5	bullish	bullish	bearish
10-Mar-11	56450	56450	55600	56300	56200	bullish	bullish	bullish
11-Mar-11	56250	56250	53850	54400	55187.5	bearish	bullish	bullish
14-Mar-11	54000	55500	53950	55350	54700	bullish	bearish	bullish
15-Mar-11	54600	55000	53950	54900	54612.5	bullish	bearish	bearish

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Lampiran 4. Perhitungan Manual

1. Perhitungan Manual Algoritma *Forward*

Berdasarkan:

$$A = \begin{bmatrix} 0,524390244 & 0,455284552 & 0,0203252 \\ 0,464912281 & 0,504385965 & 0,03070175 \\ 0,916666667 & 0,083333333 & 0 \end{bmatrix};$$

$$B = \begin{bmatrix} 0,824489796 & 0,13877551 & 0,03673469 \\ 0,144736842 & 0,824561404 & 0,03070175 \\ 0,583333333 & 0,333333333 & 0,08333333 \end{bmatrix}$$

$\pi = [0,50617284 \quad 0,469135802 \quad 0,024691358]$, dan pengamatan selama $T = 3$, yaitu:

$O = \{\text{turun, turun, turun}\}$

maka langkah-langkah perhitungan Algoritma *Forward* sebagai berikut:

1) Inisialisasi:

untuk $t = 1$, maka

$$\alpha_1(1) = \pi_1 b_1(O_1) = (0,50617284)(0,13877551) = 0,070244394$$

$$\alpha_1(2) = \pi_2 b_2(O_1) = (0,469135802)(0,824561404) = 0,386831276$$

$$\alpha_1(3) = \pi_3 b_3(O_1) = (0,024691358)(0,333333333) = 0,008230453$$

artinya, ketika pengamatan pada $t = 1$ yaitu turun, maka probabilitas terjadi *trend market bullish* adalah 0,070244394, probabilitas *trend market bearish* adalah 0,386831276, dan probabilitas *sideway trend* adalah 0,008230453.

2) Iterasi:

$$\alpha_{t+1}(j) = \left[\sum_{i=1}^N \alpha_t(i) a_{ij} \right] b_j(O_{t+1})$$

maka:

• $t = 2$;

$$\alpha_2(1) = [\alpha_1(1)a_{11} + \alpha_1(2)a_{21} + \alpha_1(3)a_{31}] b_1(O_2)$$

$$= [(0,070244394)(0,524390244) + (0,386831276)(0,464912281) + (0,008230453)(0,916666667)](0,13877551) = 0,031116615$$

$$\begin{aligned}\alpha_2(2) &= [\alpha_1(1)a_{12} + \alpha_1(2)a_{22} + \alpha_1(3)a_{32}]b_2(O_2) \\ &= [(0,070244394)(0,455284552) + (0,386831276) \\ &\quad (0,504385965) + (0,008230453)(0,083333333)] \\ &\quad (0,824561404) \\ &= 0,18781804\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha_2(3) &= [\alpha_1(1)a_{13} + \alpha_1(2)a_{23} + \alpha_1(3)a_{33}]b_3(O_2) \\ &= [(0,070244394)(0,0203252) + (0,386831276)* \\ &\quad (0,03070175) + (0,008230453)(0)]* \\ &\quad (0,333333333) \\ &= 0,00443471\end{aligned}$$

• $t = 3$

$$\begin{aligned}\alpha_3(1) &= [\alpha_2(1)a_{11} + \alpha_2(2)a_{21} + \alpha_2(3)a_{31}]b_1(O_3) \\ &= [(0,031116615)(0,524390244) + (0,18781804)* \\ &\quad (0,464912281) + (0,00443471)(0,91666667)]* \\ &\quad (0,13877551) \\ &= 0,014946305\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha_2(2) &= [\alpha_2(1)a_{12} + \alpha_2(2)a_{22} + \alpha_2(3)a_{32}]b_2(O_3) \\ &= [(0,031116615)(0,455284552) + (0,18781804)* \\ &\quad (0,504385965) + (0,00443471)(0,083333333)]* \\ &\quad (0,824561404) \\ &= 0,090099212\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha_2(3) &= [\alpha_1(1)a_{13} + \alpha_1(2)a_{23} + \alpha_1(3)a_{33}]b_3(O_3) \\ &= [(0,031116615)(0,0203252) + (0,18781804)* \\ &\quad (0,03070175) + (0,00443471)(0)]* \\ &\quad (0,333333333) \\ &= 0,002132932\end{aligned}$$

3) Terminasi:

$$\begin{aligned}P(O|\lambda) &= \alpha_3(1) + \alpha_3(2) + \alpha_3(3) \\ &= 0,014946305 + 0,090099212 + 0,002132932 \\ &= 0,107178447941115\end{aligned}$$

2. Perhitungan Manual Algoritma Forward-Backward

Berdasarkan:

$$A = \begin{bmatrix} 0,524390244 & 0,455284552 & 0,0203252 \\ 0,464912281 & 0,504385965 & 0,03070175 \\ 0,91666667 & 0,083333333 & 0 \end{bmatrix};$$

$$B = \begin{bmatrix} 0,824489796 & 0,13877551 & 0,03673469 \\ 0,144736842 & 0,824561404 & 0,03070175 \\ 0,583333333 & 0,333333333 & 0,083333333 \end{bmatrix};$$

$\pi = [0,50617284 \quad 0,469135802 \quad 0,024691358]$, dan pengamatan selama $T = 3$, yaitu:

$$O = \{\text{turun}, \text{turun}, \text{turun}\}$$

Sebelum menggunakan perhitungan Algoritma *Forward-Backward*, perhitungan awal yang dilakukan adalah perhitungan Algoritma *Backward*:

Langkah-langkah perhitungan:

1) Inisialisasi

Untuk $T = 3$ maka:

$$\beta_T(1) = 1$$

$$\beta_T(2) = 1$$

$$\beta_T(3) = 1$$

2) Iterasi:

$$\bullet t = 2$$

$$\begin{aligned} \beta_2(1) &= [a_{11}b_1(O_3)\beta_3(1) + a_{12}b_2(O_3)\beta_3(2) + a_{13}b_3(O_3)\beta_3(3)] \\ &= [(0,524390244)(0,13877551)(1) + (0,455284552)(0,82461404)(1) + (0,0203252)(0,333333333)(1)] \\ &= 0,454981624 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \beta_2(2) &= [a_{21}b_1(O_3)\beta_3(1) + a_{22}b_2(O_3)\beta_3(2) + a_{23}b_3(O_3)\beta_3(3)] \\ &= [(0,464912281)(0,13877551)(1) + (0,504385965)(0,82461404)(1) + (0,03070175)(0,333333333)(1)] \\ &= 0,490676104 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \beta_2(3) &= [a_{31}b_1(O_3)\beta_3(1) + a_{32}b_2(O_3)\beta_3(2) + a_{33}b_3(O_3)\beta_3(3)] \\ &= [(0,916666667)(0,13877551)(1) + (0,083333333)(0,82461404)(1) + (0,333333333)(1)] \\ &= 0,195928719 \end{aligned}$$

$$\bullet t = 1$$

$$\begin{aligned} \beta_1(1) &= [a_{11}b_1(O_2)\beta_2(1) + a_{12}b_2(O_2)\beta_2(2) + a_{13}b_3(O_2)\beta_2(3)] \\ &= [(0,524390244)(0,13877551)(0,454981624) + (0,455284552)(0,82461404)(0,490676104) + (0,0203252)(0,333333333)(0,195928719)] \\ &= 0,454981624 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\beta_1(2) &= [a_{21}b_1(O_2)\beta_2(1) + a_{22}b_2(O_2)\beta_2(2) + a_{23}b_3(O_2)\beta_2(3)] \\ &= [(0,464912281)(0,13877551)(0,454981624) + (0,504 \\ &\quad 385965)(0,82461404)(0,490676104) + (0,03070175) \\ &\quad (0,333333333)(0,195928719)] \\ &= 0,490676104\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\beta_2(3) &= [a_{31}b_1(O_3)\beta_3(1) + a_{32}b_2(O_3)\beta_3(2) + a_{33}b_3(O_3)\beta_3(3)] \\ &= [(0,916666667)(0,13877551)(0,454981624) + (0,0833 \\ &\quad 3333)(0,82461404)(0,490676104) + (0)(0,33333333 \\ &\quad 3)(0,195928719)] \\ &= 0,195928719\end{aligned}$$

Selanjutnya, langkah-langkah perhitungan dengan Algoritma *Forward-Backward*, berdasarkan:

$$\gamma_t(i) = \frac{\alpha_t(i)\beta_t(i)}{P(O|\lambda)} = \frac{\alpha_t(i)\beta_t(i)}{\sum_{i=1}^N \alpha_t(i)\beta_t(i)}$$

maka:

- $t = 1$

$$\begin{aligned}\gamma_1(1) &= \frac{\alpha_1(1)\beta_1(1)}{\alpha_1(1)\beta_1(1) + \alpha_1(2)\beta_1(2) + \alpha_1(3)\beta_1(3)} \\ &= \frac{(0,070244394)(0,02186541)}{[(0,070244394)(0,02186541) + (0,386831276)(0,223404504) + \\ &\quad (0,0082304543)(0,097994315)]} \\ &= 0,149721043\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\gamma_1(2) &= \frac{\alpha_1(2)\beta_1(2)}{\alpha_1(1)\beta_1(1) + \alpha_1(2)\beta_1(2) + \alpha_1(3)\beta_1(3)} \\ &= \frac{(0,386831276)(0,223404504)}{[(0,070244394)(0,02186541) + (0,386831276)(0,223404504) + \\ &\quad (0,0082304543)(0,097994315)]} \\ &= 0,842416864\end{aligned}$$

$$\gamma_1(3) = \frac{\alpha_1(3)\beta_1(3)}{\alpha_1(1)\beta_1(1) + \alpha_1(2)\beta_1(2) + \alpha_1(3)\beta_1(3)}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{(0,008230453)(0,097994315)}{[(0,070244394)(0,2186541) + (0,386831276)(0,223404504) + (0,0082304543)(0,097994315)]} \\
&= 0,007862093
\end{aligned}$$

• $t = 2$

$$\begin{aligned}
\gamma_2(1) &= \frac{\alpha_2(1)\beta_2(1)}{\alpha_2(1)\beta_2(1) + \alpha_2(2)\beta_2(2) + \alpha_2(3)\beta_2(3)} \\
&= \frac{(0,031116615)(0,454981624)}{[(0,031116615)(0,454981624) + (0,18781804)(0,490676104) + (0,00443471)(0,000868887)]} \\
&= 0,132085588
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\gamma_2(2) &= \frac{\alpha_2(2)\beta_2(2)}{\alpha_2(1)\beta_2(1) + \alpha_2(2)\beta_2(2) + \alpha_2(3)\beta_2(3)} \\
&= \frac{(0,031116615)(0,454981624)}{[(0,031116615)(0,454981624) + (0,18781804)(0,490676104) + (0,00443471)(0,000868887)]} \\
&= 0,89807927
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\gamma_2(3) &= \frac{\alpha_2(3)\beta_2(3)}{\alpha_2(1)\beta_2(1) + \alpha_2(2)\beta_2(2) + \alpha_2(3)\beta_2(3)} \\
&= \frac{(0,00443471)(0,000868887)}{[(0,031116615)(0,454981624) + (0,18781804)(0,490676104) + (0,00443471)(0,000868887)]} \\
&= 0,008106484
\end{aligned}$$

• $t = 3$

$$\begin{aligned}
\gamma_3(1) &= \frac{\alpha_3(1)\beta_3(1)}{\alpha_3(1)\beta_3(1) + \alpha_3(2)\beta_3(2) + \alpha_3(3)\beta_3(3)} \\
&= \frac{(0,014946305)(1)}{[(0,014946305)(1) + (0,090099212)(1) + (0,002132932)(1)]} \\
&= 0,139452522
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\gamma_3(2) &= \frac{\alpha_3(2)\beta_3(2)}{\alpha_3(1)\beta_3(1) + \alpha_3(2)\beta_3(2) + \alpha_3(3)\beta_3(3)} \\
&= \frac{(0,090099212)(1)}{[(0,014946305)(1) + (0,090099212)(1) + (0,002132932)(1)]}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 0,840646724 \\
\gamma_3(3) &= \frac{\alpha_3(3)\beta_3(3)}{\alpha_3(1)\beta_3(1) + \alpha_3(2)\beta_3(2) + \alpha_3(3)\beta_3(3)} \\
&= \frac{(0,002132932)(1)}{[(0,014946305)(1) + (0,090099212)(1) + (0,002132932)(1)]} \\
&= 0,019900754
\end{aligned}$$

Kemudian, untuk menemukan urutan keadaan (*state*) *trend market* dengan syarat:

$$q_t = \arg \max_{1 \leq i \leq N} [\gamma_t(i)], \text{ untuk } 1 \leq t \leq T$$

sehingga:

- $t = 1$ diperoleh

$$q_1 = \arg \max [\gamma_1(1); \gamma_1(2); \gamma_1(3)]$$

$$q_1 = \arg \max [(0,149721043); (0,842416864); (0,007862093)]$$

$$q_1 = \text{bearish}$$

karena, nilai $\gamma_1(i)$ yang paling maksimum adalah 0,842416864 pada $i = 2$ maka *trend market* yang terjadi adalah *bearish*.

- $t = 2$ diperoleh

$$q_2 = \arg \max [\gamma_2(1); \gamma_2(2); \gamma_2(3)]$$

$$q_1 = \arg \max [(0,132085588); (0,859807927); (0,008106484)]$$

$$q_1 = \text{bearish}$$

- $t = 3$ diperoleh

$$q_3 = \arg \max [\gamma_3(1); \gamma_3(2); \gamma_3(3)]$$

$$q_1 = \arg \max [(0,139452522); (0,840646724); (0,019900754)]$$

$$q_1 = \text{bearish}$$

Berdasarkan perhitungan *trend market* yang terjadi ketika dilakukan pengamatan yang sesuai barisan observasi, yaitu:

$$O = \{\text{turun, turun, turun}\}$$

trend market yang terjadi menurut perhitungan Algoritma *Forward-Backward* adalah:

$$q_t = \{\text{bearish, bearish, bearish}\}$$

3. Perhitungan Manual Algoritma Viterbi

$$A = \begin{bmatrix} 0,524390244 & 0,455284552 & 0,0203252 \\ 0,464912281 & 0,504385965 & 0,03070175 \\ 0,91666667 & 0,083333333 & 0 \end{bmatrix};$$

$$B = \begin{bmatrix} 0,824489796 & 0,13877551 & 0,03673469 \\ 0,144736842 & 0,824561404 & 0,03070175 \\ 0,583333333 & 0,333333333 & 0,083333333 \end{bmatrix};$$

$\pi = [0,50617284 \quad 0,469135802 \quad 0,024691358]$, dan
pengamatan selama $T = 3$, yaitu:

$$O = \{\text{turun}, \text{turun}, \text{turun}\}$$

Langkah-langkah Algoritma Viterbi adalah:

1) Inisialisasi

$$\delta_1(1) = \pi_1 b_1(O_1) = (0,50617284)(0,13877551) = 0,070244394$$

$$\delta_1(2) = \pi_2 b_2(O_1) = (0,469135802)(0,824561404) = 0,386831276$$

$$\delta_1(3) = \pi_3 b_3(O_1) = (0,024691358)(0,333333333) = 0,008230453$$

dan,

$$\psi_1(1) = \psi_1(2) = \psi_1(3) = 0$$

2) Iterasi

• $t = 2$

$$\delta_2(1) = \max[(\delta_1(1)a_{11}); (\delta_1(2)a_{21}); (\delta_1(3)a_{31})]b_1(O_2)$$

$$= \max \begin{bmatrix} (0,070244394)(0,524390244); \\ (0,386831276)(0,464912281); \\ (0,008230453)(0,91666667) \end{bmatrix}$$

$$= (0,386831276)(0,464912281)(0,13877551) \\ = 0,02495775$$

$$\delta_2(2) = \max[(\delta_1(1)a_{12}); (\delta_1(2)a_{22}); (\delta_1(3)a_{32})]b_2(O_2)$$

$$= \max \begin{bmatrix} (0,070244394)(0,455284552); \\ (0,386831276)(0,504385965); \\ (0,008230453)(0,083333333) \end{bmatrix}$$

$$= (0,386831276)(0,504385965)(0,824561404) \\ = 0,160892314$$

$$\begin{aligned}
\delta_2(3) &= \max[(\delta_1(1)a_{13}); (\delta_1(2)a_{23}); (\delta_1(3)a_{33})]b_1(O_2) \\
&= \max \begin{bmatrix} (0,070244394)(0,0203252); \\ (0,386831276)(0,03070175); \\ (0,008230453)(0) \end{bmatrix} (0,08333333) \\
&= (0,386831276)(0,03070175)(0,08333333) \\
&= 0,0009897
\end{aligned}$$

• $t = 3$

$$\begin{aligned}
\delta_3(1) &= \max[(\delta_2(1)a_{11}); (\delta_2(2)a_{21}); (\delta_2(3)a_{31})]b_1(O_3) \\
&= \max \begin{bmatrix} (0,024957754)(0,524390244); \\ (0,160892314)(0,464912281); \\ (0,0009897)(0,91666667) \end{bmatrix} (0,13877551) \\
&= (0,160892314)(0,464912281)(0,13877551) \\
&= 0,010380521
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\delta_2(2) &= \max[(\delta_1(1)a_{12}); (\delta_1(2)a_{22}); (\delta_1(3)a_{32})]b_2(O_2) \\
&= \max \begin{bmatrix} (0,024957754)(0,455284552); \\ (0,160892314)(0,504385965); \\ (0,0009897)(0,08333333) \end{bmatrix} (0,824561404) \\
&= (0,160892314)(0,504385965)(0,824561404) \\
&= 0,066918934
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\delta_2(3) &= \max[(\delta_1(1)a_{13}); (\delta_1(2)a_{23}); (\delta_1(3)a_{33})]b_1(O_2) \\
&= \max \begin{bmatrix} (0,024957754)(0,0203252); \\ (0,160892314)(0,03070175); \\ (0,0009897)(0) \end{bmatrix} (0,08333333) \\
&= (0,160892314)(0,03070175)(0,08333333) \\
&= 0,00041164
\end{aligned}$$

3) Terminasi

Berdasarkan: $q_T = \arg \max_{1 \leq i \leq N} [\delta_T(i)]$ maka:

• $t = 1$

$$q_1 = \arg \max[\delta_1(1); \delta_1(2); \delta_1(3)]$$

$$q_1 = \arg \max[0,070244394;0,386831276;0,008230453]$$

$$q_1 = \text{bearish}$$

Karena nilai $\delta_1(2)$ merupakan nilai yang maksimum dan terletak pada $i = 2$ maka *trend market* yang terjadi adalah *bearish*.

$$\bullet t = 2$$

$$q_2 = \arg \max[\delta_2(1); \delta_2(2); \delta_2(3)]$$

$$q_2 = \arg \max[0,02495775;0,160892314;0,0009897]$$

$$q_2 = \text{bearish}$$

$$\bullet t = 3$$

$$q_3 = \arg \max[\delta_3(1); \delta_3(2); \delta_3(3)]$$

$$q_3 = \arg \max[0,010380521;0,066918934;0,00041164]$$

$$q_3 = \text{bearish}$$

Berdasarkan perhitungan *trend market* yang terjadi ketika dilakukan pengamatan yang sesuai barisan observasi, yaitu:

$$O = \{\text{turun}, \text{turun}, \text{turun}\}$$

trend market yang terjadi menurut perhitungan Algoritma Viterbi adalah:

$$q_t = \{\text{bearish}, \text{bearish}, \text{bearish}\}$$

Lampiran 5. Implementasi Program Pengolahan Data PT. Astra Internasional, Tbk.

The image displays two screenshots of a Java Swing application window titled "Pengolahan Data Harga Saham PT. Astra Internasional, Tbk.". The window is divided into two main sections: "1. Penentuan Trend Market" and "2. Perubahan Harga Saham".

Section 1: Penentuan Trend Market

This section contains input fields for the following data:

- Harga pembukaan
- Harga Tertinggi
- Harga Terendah
- Harga Penutupan
- Pivot Point
- Resistance 1
- Support Level 1
- Kondisi Pasar

Buttons labeled "Proses" and "selesai" are located at the bottom of this section.

Section 2: Perubahan Harga Saham

This section contains input fields for the following data:

- Harga Penutupan Kemarin (V_{n-1})
- Harga Penutupan Hari ini (V_n)
- Perubahan Harga

A button labeled "Hitung" is located between the input fields and the "Perubahan Harga" field.

The second screenshot shows the application after data has been entered into the input fields. The "Kondisi Pasar" field now displays "Bullish", and the "Perubahan Harga" field displays "naik".

Lampiran 6. Listing Program Pengolahan Data

```
unit ndal1;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes,
  Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, StdCtrls;

type
  TForm1 = class(TForm)
    GroupBox1: TGroupBox;
    Label1: TLabel;
    Edit1: TEdit;
    Label2: TLabel;
    Edit2: TEdit;
    Label3: TLabel;
    Edit3: TEdit;
    Label4: TLabel;
    Edit4: TEdit;
    Proses: TButton;
    selesai: TButton;
    GroupBox2: TGroupBox;
    Label5: TLabel;
    Edit5: TEdit;
    Label6: TLabel;
    Edit6: TEdit;
    Hitung: TButton;
    Label7: TLabel;
    Edit7: TEdit;
    Edit8: TEdit;
    Label8: TLabel;
    Label9: TLabel;
    Label12: TLabel;
    Edit9: TEdit;
    Edit12: TEdit;
    Label15: TLabel;
    Edit15: TEdit;
    Label16: TLabel;
    Label11: TLabel;
    procedure ProsesClick(Sender: TObject);
    procedure selesaiClick(Sender: TObject);
    procedure HitungClick(Sender: TObject);
```

```

private
    { Private declarations }
public
    { Public declarations }
end;

var
    Form1: TForm1;

implementation

{$R *.dfm}

procedure TForm1.ProsesClick(Sender: TObject);
var o,h,l,c,kp:string;
    ho,hh,hl,hc,r1,r2,r3,pp,p,s1,s2,s3:real;

begin
    Groupbox1.Visible:=True;
    Groupbox2.Visible:=True;
    Label1.Visible:=True;
    Label2.Visible:=True;
    Label3.Visible:=True;
    Label4.Visible:=true;
    Label5.Visible:=true;
    label6.Visible:=true;
    label7.Visible:=true;
    label8.Visible:=true;
    label9.Visible:=true;
    label12.Visible:=true;
    label15.Visible:=true;

    o:=edit1.Text;
    ho:=strtoint(o);
    h:=edit2.Text;
    hh:=strtoint(h);
    l:=edit3.Text;
    hl:=strtoint(l);
    c:=edit4.Text;
    hc:=strtoint(c);

    {itungan pivot point}
    pp:=(ho+hh+hl+hc)/4;
    edit8.Text:=floattostr(pp);

```

```

{itungan resistance}
r1:=pp*2-h1;
edit9.Text:=floattostr(r1);
{itungan support}
s1:=pp*2-hh;
edit12.Text:=floattostr(s1);
{penentuan trend market}
begin
if hc>pp then
    kp:='Bullish'
else if hc<pp then
    kp:='bearish'
else
    kp:='sideway trend';
edit15.Text:=kp;
end;
end;

procedure TForm1.selesaiClick(Sender: TObject);
begin
application.Terminate;
end;

procedure TForm1.HitungClick(Sender: TObject);
var ph,ct,cy:string;
    t,y,x:real;
begin
ct:=edit6.Text;
t:=strtoint(ct);
cy:=edit5.Text;
y:=strtoint(cy);
x:=(t-y)/y;

{penentuan perubahan harga saham}
begin
    if x>0 then
        ph:='naik'
    else if x<0 then
        ph:='turun'
    else
        ph:='tetap';
edit7.Text:=ph;
end;
end;
end;
end.

```

Lampiran 7. Implementasi Program Algoritma *Forward-Backward* dan Algoritma *Viterbi*

Form1

PERHITUNGAN ALGORITMA FORWARD-BACKWAR dan ALGORITMA VITERBI

Jumlah hidden state(N):
 Jumlah observasi state(M):
 Jumlah Pengamatan(T):

Matriks Probabilitas Transisi state

Matriks Probabilitas Emisi

Matriks distribusi Awal

Barisan Observasi/Pengamatan

Form1

PERHITUNGAN ALGORITMA FORWARD-BACKWAR dan ALGORITMA VITERBI

Jumlah hidden state(N):
 Jumlah observasi state(M):
 Jumlah Pengamatan(T):

Matriks Probabilitas Transisi state

	bullish	bearish	sideways trend
bullish	0.524390244	0.455284553	0.020325203
bearish	0.464912281	0.504385965	0.030701754
sideway tren	0.915665667	0.083333333	0

Matriks Probabilitas Emisi

	naik	turun	tetap
bullish	0.624489735	0.13877551	0.036734694
bearish	0.144736842	0.824561404	0.030701754
sideway tren	0.583333333	0.333333333	0.083333333

Matriks distribusi Awal

	bullish	bearish	sideway trend
	0.506172640	0.469135802	0.024691358

Barisan Observasi/Pengamatan

	2	2	2	2

Form1

nilai alpha:

0.070244394019	0.0311166149956	0.014946304716
0.3868312755637	0.187818039660	0.090099211635
0.0082304526584	0.004434710072	0.002132931588

nilai beta:

1.95535967876	4.0756739829086	8.494403201386
2.105470313151	4.3881620400284	9.145632176501
8.199958290501	1.7090126047300	3.561553141305

Nilai Probabilitas barisan Observasi: 9.58576142799371E-6

Hasil urutan state dengan algoritma forward-backward:

2	2	2	2
---	---	---	---

Hasil Perhitungan dengan menggunakan algoritma Viterbi:

nilai delta:

0.070244394019	0.02495775001747	0.010379658337
0.3868312755637	0.16088204416995	0.066910391613
0.0082304526584	0.00395879954999	0.001646453646

Hasil urutan state dengan algoritma Viterbi:

2	2	2	2
---	---	---	---



Lampiran 8. Listing Program Analisis dengan Algoritma *Forward-Backward* dan Algoritma *Viterbi*

```
unit Unit1;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes,
  Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, Grids, StdCtrls;

type
  TForm1 = class(TForm)
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    Label3: TLabel;
    Label4: TLabel;
    Editstate: TEdit;
    Editobs: TEdit;
    Editamatan: TEdit;
    Button1: TButton;
    Label5: TLabel;
    StringGrid1: TStringGrid;
    Label6: TLabel;
    StringGrid2: TStringGrid;
    Label7: TLabel;
    StringGrid3: TStringGrid;
    Label8: TLabel;
    StringGrid4: TStringGrid;
    Button2: TButton;
    Button3: TButton;
    Label9: TLabel;
    StringGrid5: TStringGrid;
    Label10: TLabel;
    Label11: TLabel;
    StringGrid6: TStringGrid;
    Editprob: TEdit;
    Label12: TLabel;
    StringGrid7: TStringGrid;
    Label13: TLabel;
    StringGrid8: TStringGrid;
    Label14: TLabel;
    Label15: TLabel;
    Label16: TLabel;
```

```

StringGrid9: TStringGrid;
Button4: TButton;
procedure Button1Click(Sender: TObject);
procedure FormCreate(Sender: TObject);
procedure Button2Click(Sender: TObject);
procedure Button3Click(Sender: TObject);
private
{ Private declarations }
public
{ Public declarations }
end;

var
Form1: TForm1;
Ta,N,M:integer;

implementation

{$R *.dfm}

procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin
N:=3;
M:=3;
end;

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin

//input matriks transisi probabilitas A[i,j]
stringgrid1.Cells[1,0]:='bullish';
stringgrid1.Cells[2,0]:='bearish';
stringgrid1.Cells[3,0]:='sideways trend';
stringgrid1.Cells[0,1]:='bullish';
stringgrid1.Cells[0,2]:='bearish';
stringgrid1.Cells[0,3]:='sideway trend';
stringgrid1.Cells[1,1]:='0,524390244';
stringgrid1.Cells[1,2]:='0,464912281';
stringgrid1.Cells[1,3]:='0,916666667';
stringgrid1.Cells[2,1]:='0,455284553';
stringgrid1.Cells[2,2]:='0,504385965';
stringgrid1.Cells[2,3]:='0,083333333';
stringgrid1.Cells[3,1]:='0,020325203';
stringgrid1.Cells[3,2]:='0,030701754';
stringgrid1.Cells[3,3]:='0';

```

```

//input matriks probabilitas observasi b[i,j]
stringgrid2.Cells[1,0]='naik';
stringgrid2.Cells[2,0]='turun';
stringgrid2.Cells[3,0]='tetap';
stringgrid2.Cells[0,1]='bullish';
stringgrid2.Cells[0,2]='bearish';
stringgrid2.Cells[0,3]='sideway trend';
stringgrid2.Cells[1,1]='0,824489796';
stringgrid2.Cells[1,2]='0,144736842';
stringgrid2.Cells[1,3]='0,583333333';
stringgrid2.Cells[2,1]='0,13877551';
stringgrid2.Cells[2,2]='0,824561404';
stringgrid2.Cells[2,3]='0,333333333';
stringgrid2.Cells[3,1]='0,036734694';
stringgrid2.Cells[3,2]='0,030701754';
stringgrid2.Cells[3,3]='0,083333333';

//input matriks distribusi awal
stringgrid3.Cells[1,0]='bullish';
stringgrid3.Cells[2,0]='bearish';
stringgrid3.Cells[3,0]='sideway trend';
stringgrid3.Cells[1,1]='0,506172840';
stringgrid3.Cells[2,1]='0,469135802';
stringgrid3.Cells[3,1]='0,024691358';

//input barisan observasi
stringgrid4.Cells[1,1]='2';
stringgrid4.Cells[2,1]='2';
stringgrid4.Cells[3,1]='2';
stringgrid4.Cells[4,1]='2';
stringgrid4.Cells[5,1]='2';
stringgrid4.Cells[6,1]='2';
stringgrid4.Cells[7,1]='1';
stringgrid4.Cells[8,1]='2';
stringgrid4.Cells[9,1]='3';
stringgrid4.Cells[10,1]='2';
stringgrid4.Cells[11,1]='2';
stringgrid4.Cells[12,1]='1';
stringgrid4.Cells[13,1]='2';
stringgrid4.Cells[14,1]='2';
stringgrid4.Cells[15,1]='2';
stringgrid4.Cells[16,1]='1';
stringgrid4.Cells[17,1]='1';
stringgrid4.Cells[18,1]='1';

```

```

stringgrid4.Cells[19,1]:='1';
stringgrid4.Cells[20,1]:='2';
stringgrid4.Cells[21,1]:='2';
stringgrid4.Cells[22,1]:='1';
stringgrid4.Cells[23,1]:='1';
stringgrid4.Cells[24,1]:='2';
stringgrid4.Cells[25,1]:='2';
stringgrid4.Cells[26,1]:='3';
stringgrid4.Cells[27,1]:='1';
stringgrid4.Cells[28,1]:='1';
stringgrid4.Cells[29,1]:='2';
stringgrid4.Cells[30,1]:='1';
stringgrid4.Cells[31,1]:='1';
stringgrid4.Cells[32,1]:='2';
stringgrid4.Cells[32,1]:='2';
stringgrid4.Cells[33,1]:='1';
stringgrid4.Cells[34,1]:='2';
stringgrid4.Cells[35,1]:='1';
stringgrid4.Cells[36,1]:='1';
stringgrid4.Cells[37,1]:='1';
stringgrid4.Cells[38,1]:='3';
stringgrid4.Cells[39,1]:='1';
stringgrid4.Cells[40,1]:='1';
stringgrid4.Cells[41,1]:='3';
stringgrid4.Cells[42,1]:='1';
stringgrid4.Cells[43,1]:='1';
stringgrid4.Cells[44,1]:='2';
stringgrid4.Cells[45,1]:='2';
stringgrid4.Cells[46,1]:='1';
stringgrid4.Cells[47,1]:='1';
stringgrid4.Cells[48,1]:='1';
stringgrid4.Cells[49,1]:='2';

```

```
N:=strtoint(editstate.Text);
```

```
M:=strtoint(editobs.Text);
```

```
//banyaknya pengamatan
```

```
Ta:=strtoint(editamatan.Text);{jumlah pengamatan}
```

```
stringgrid1.ColCount:=N+1;
```

```
stringgrid1.RowCount:=N+1;
```

```
stringgrid2.ColCount:=M+1;
```

```
stringgrid2.RowCount:=N+1;
```

```
stringgrid3.ColCount:=N+1;
```

```

stringgrid3.RowCount:=N;

stringgrid4.RowCount:=2;
stringgrid4.ColCount:=Ta+1;

stringgrid5.RowCount:=5;
stringgrid5.ColCount:=Ta+1;

stringgrid6.RowCount:=5;
stringgrid6.ColCount:=Ta+1;
stringgrid7.RowCount:=2;
stringgrid7.ColCount:=Ta+1;
stringgrid8.RowCount:=2;
stringgrid8.ColCount:=Ta+1;
stringgrid9.RowCount:=N+1;
stringgrid9.ColCount:=Ta+1;
end;

procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
application.Terminate;
end;

procedure TForm1.Button3Click(Sender: TObject);
var
  i,j,t: integer;
  prob0 : real;
  pi: Array[1..5] of real;
  a,b: Array [1..5, 1..5] of real;
  alpha,beta,gama,gamax,delta,kesi,deltamax: Array
[1..100, 1..100] of real;
  O,Q: array [1..50] of integer;
  k,e,d,p,s,r,delta_max,gama_max,kesi_max :Array
[1..100] of real;

begin
//input nilai
for i:= 1 to N do
  begin
    pi[i]:=strtofloat(stringgrid3.Cells[i,1]);//nilai
distribusi awal
    for j:= 1 to N do

a[i,j]:=strtofloat(stringgrid1.Cells[j,i]);//nilai
matriks probabilitas transisi

```

```

for j:=1 to M do
b[i,j]:=strtofloat(stringgrid2.Cells[j,i]); //nilai
probabilitas observasi
end;
for t:= 1 to Ta do
begin
O[t]:=strtoint(stringgrid4.Cells[t,1]); //barisan
observasi
Q[t]:=0;
end;
prob0:=0;

//hitung alpha awal
for i:= 1 to N do
alpha[1,i]:=pi[i]*b[i,0[1]];
for t:=2 to Ta do
begin
for i:= 1 to N do
begin
alpha[t,i]:=0;
for j:=1 to N do
alpha[t,i]:=alpha[t,i]+alpha[t-
1,j]*a[j,i];
alpha[t,i]:=alpha[t,i]*b[i,0[t]];
end;
end;

for t:=1 to Ta do
begin
for i:=1 to N do
stringgrid5.Cells[t,i]:=floattostr(alpha[t,i]);
end;

//hitung peluang observasi awal
for i:= 1 to N do
prob0:=prob0+alpha[Ta,i];
editprob.Text:=floattostr(prob0);

//hitung beta
for i:= 1 to N do
beta[ta,i]:=1;
for t:= Ta-1 downto 1 do
begin

```

```

    for i:= 1 to N do
        begin
            beta[t,i]:=0;
            for j:= 1 to N do

beta[t,i]:=beta[t,i]+a[i,j]*b[j,0[t+1]]*beta[t+1,j];
                end;
            end;

//output nilai beta
for t:=1 to Ta do
begin
for i:=1 to N do
stringgrid6.Cells[t,i]:=floattostr(beta[t,i]);
end;

//hitung gamma[t,i]
for t:= 1 to Ta do
begin
for i:=1 to N do
begin
gamax[t,i]:=alpha[t,i]*beta[t,i];
gama[t,i]:=gamax[t,i]/prob0;
end;
end;

//analisis trend market dengan algortima forward-
backward
begin
for t:=1 to Ta do
begin
gama_max[t]:=gama[t,1];
Q[t]:=1;
for i:=1 to N do
begin
if (gama[t,i]>=gama_max[t]) then
begin
gama_max[t]:=gama[t,i];
Q[t]:=i;
end;
end;
end;

end;
for t:=1 to Ta do
begin

```

```

stringgrid7.Cells[t,1]:=floattostr(Q[t]);
end;

//analisis trend market dengan Algoritma Viterbi
for i:= 1 to N do
  delta[1,1]:=pi[1]*b[1,o[1]];
  delta[1,2]:=pi[2]*b[2,o[1]];
  delta[1,3]:=pi[3]*b[3,o[1]];
  if (delta[1,1]>delta[1,2]) and
(delta[1,1]>delta[1,3]) then
    q[1]:=1
  else if (delta[1,2]>delta[1,1]) and
(delta[1,2]>delta[1,3]) then
    q[1]:=2
  else if (delta[1,3]>delta[1,1]) and
(delta[1,3]>delta[1,2]) then
    q[1]:=3;

  for t:=2 to Ta do
    begin
      for j:= 1 to N do
        begin
          for i:=1 to N do
            begin
              //hitung kesi
              p[1]:=delta[t-1,1]*a[1,1];
              p[2]:=delta[t-1,2]*a[2,1];
              p[3]:=delta[t-1,3]*a[3,1];
              if (p[1]>p[2]) and (p[1]>p[3]) then
                kesi[t,1]:=p[1]
              else if (p[2]>p[1]) and (p[2]>p[3]) then
                kesi[t,1]:=p[2]
              else if (p[3]>p[1]) and (p[3]>p[2]) then
                kesi[t,1]:=p[3];

              //hitung delta
              k[1]:=p[1]*b[1,o[t]];
              k[2]:=p[2]*b[1,o[t]];
              k[3]:=p[3]*b[1,o[t]];
              if (k[1]>k[2]) and (k[1]>k[3]) then
                delta[t,1]:=k[1]
              else if (k[2]>k[1]) and (k[2]>k[3]) then
                delta[t,1]:=k[2]
              else if (k[3]>k[1]) and (k[3]>k[2]) then
                delta[t,1]:=k[3];
            end
          end
        end
      end
    end
  end
end

```

then

```
//hitung kesi
    s[1]:=delta[t-1,1]*a[1,2];
    s[2]:=delta[t-1,2]*a[2,2];
    s[3]:=delta[t-1,3]*a[3,2];
    if (s[1]>s[2]) and (s[1]>s[3]) then
        kesi[t,2]:=s[1]
    else if (s[2]>s[1]) and (s[2]>s[3]) then
        kesi[t,2]:=s[2]
    else if (s[3]>s[1]) and (s[3]>s[2]) then
        kesi[t,2]:=s[3];

//hitung delta
    e[1]:=s[1]*b[2,o[t]];
    e[2]:=s[2]*b[2,o[t]];
    e[3]:=s[3]*b[2,o[t]];
    if (e[1]>e[2]) and (e[1]>e[3]) then
        delta[t,2]:=e[1]
    else if (e[2]>e[1]) and (e[2]>e[3]) then
        delta[t,2]:=e[2]
    else if (e[3]>e[1]) and (e[3]>e[2]) then
        delta[t,2]:=e[3];

//hitung kesi
    r[1]:=delta[t-1,1]*a[1,3];
    r[2]:=delta[t-1,2]*a[2,3];
    r[3]:=delta[t-1,3]*a[3,3];

    if (r[1]>r[2]) and (r[1]>r[3]) then
        kesi[t,3]:=r[1]
    else if (r[2]>r[1]) and (r[2]>r[3])

        kesi[t,3]:=r[2]
    else if (r[3]>r[1]) and (r[3]>r[2]) then
        kesi[t,3]:=r[3];

//hitung delta
    d[1]:=r[1]*b[3,o[t]];
    d[2]:=r[2]*b[3,o[t]];
    d[3]:=r[3]*b[3,o[t]];
    if (d[1]>d[2]) and (d[1]>d[3]) then
        delta[t,3]:=d[1]
    else if (d[2]>d[1]) and (d[2]>d[3]) then
        delta[t,3]:=d[2]
    else if (d[3]>d[1]) and (d[3]>d[2]) then
```

```

        delta[t,3]:=d[3];

        //cari state
        if (kesi[t,1]>kesi[t,2]) and
(kesi[t,1]>kesi[t,3]) then
            q[t]:=1
        else if (kesi[t,2]>kesi[t,1]) and
(kesi[t,2]>kesi[t,3]) then
            q[t]:=2
        else if (kesi[t,3]>kesi[t,1]) and
(kesi[t,3]>kesi[t,2]) then
            q[t]:=3;

        //output state dan nilai delta
        stringgrid8.Cells[t,i]:=floattostr(q[t]);
        stringgrid8.Cells[1,i]:=floattostr(q[1]);

        stringgrid9.Cells[1,i]:=floattostr(delta[1,i]);
        stringgrid9.Cells[t,i]:=floattostr(delta[t,i]);
        end;
    end;
end;
end.

```

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

