

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas anugerah dan berkat-Nya, penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan skripsi tepat pada waktunya. Laporan skripsi dengan judul "PREDIKSI PERGERAKAN TREN SAHAM INDUSTRI BATU BARA INDONESIA TAHUN 2019 MENGGUNAKAN *HIDDEN MARKOV MODELS*" ini ditujukan guna memenuhi sebagian persyaratan akademik untuk memperoleh Gelar Sarjana Matematika Strata Satu di Universitas Pelita Harapan, Tangerang.

Terselesaikannya laporan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan serta dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan segala rasa hormat dan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah membantu secara moril maupun materil baik secara langsung maupun tidak langsung, terutama kepada:

1. Bapak Eric Jobiliong, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
2. Ibu Dela Rosa, S.Si., M.M., M.Sc., Apt., selaku Wakil Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Bapak Laurence, M.T., selaku Direktur Fakultas Sains dan Teknologi.
4. Bapak Kie Van Ivanky Saputra, Ph.D., selaku Ketua Program Studi Matematika Universitas Pelita Harapan serta Pembimbing Akademik yang telah membantu dan mendukung penulis selama masa perkuliahan baik dalam bidang akademik maupun non-akademik.
5. Ibu Dr. Helena Margaretha, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah mendukung, memberikan banyak masukan, mengajarkan serta membimbing penulis selama proses penulisan skripsi hingga akhirnya laporan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
6. Bapak Ukur A. Sembiring, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan banyak masukan, mengajarkan serta membimbing selama proses penulisan skripsi ini sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini dengan baik.
7. Bapak Petrus Widjaja, Dipl.-Math., Ibu Lina Cahyadi, M.Si., dan Bapak Ferry V.F., S.Si., M.Pd., M.M., yang telah mengajar dan membimbing penulis selama masa perkuliahan.
8. Semua dosen yang telah mengajar penulis selama berkuliah di Universitas Pelita Harapan.

9. Semua staf Fakultas Sains dan Teknologi yang telah membantu berlangsungnya perkuliahan di Universitas Pelita Harapan selama penulis berkuliah.
10. Yang terkasih Papi, Gouw Kian Kiat; Mami, Yo Liu Cien; Kokoh, Kevinn Sukhayanto yang selalu mendoakan, memberikan dukungan, mendampingi serta menyayangi penulis tanpa batas sampai akhir.
11. Sahabat-sahabat tercinta, Veliana Angel, Jessica Fanlie, Vannie Lim, Amanda Atmadja dan Stella Priscilla yang selalu ada untuk menemani, mendengarkan segala keluh kesah, memberikan dukungan kepada penulis dalam setiap perjalanan di masa perkuliahan.
12. Teman-teman seperjuangan Matematika 2015 khususnya Katrin Revina dan Marisa yang telah menghabiskan waktunya untuk membantu dan menemani penulis dalam belajar selama masa perkuliahan.
13. Teman-teman geng julita, Ko Tanto, Ci Mira, Eve dan Matths yang selalu menghibur penulis selama pengerjaan skripsi.
14. Ko Adrian Haryanto yang menjadi teman pertama di masa perkuliahan, yang telah menjadi mentor terbaik bagi Mathies 1.
15. Teman-teman BEM-UPH 2016/2017, Ko Niko, Ci Debby, Ci Bella, Ci Veka, Ci Retta, Ko Calvin, Ko Khoe, Ko Glenn, Ci Aying, Yovita, Jere, Irene, Ericko, Calvin, Kaban, James, Erwin dan Angel yang telah mengisi hari-hari penulis menjadi lebih berwarna.
16. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah memberikan dukungan dan bantuan secara langsung maupun tidak langsung untuk penulis.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca agar dapat membantu menyempurnakan skripsi ini.

Tangerang, 27 Juni 2019

(Sujata Devi)

# DAFTAR ISI

halaman

HALAMAN JUDUL	
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI	
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING	
PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR	
ABSTRAK . . . . .	v
ABSTRACT . . . . .	vi
KATA PENGANTAR . . . . .	vii
DAFTAR ISI . . . . .	ix
DAFTAR GAMBAR . . . . .	xi
DAFTAR TABEL . . . . .	xii
DAFTAR LAMPIRAN . . . . .	xiii
BAB I PENDAHULUAN . . . . .	1
1.1 Latar Belakang . . . . .	1
1.2 Rumusan Masalah . . . . .	2
1.3 Tujuan Penelitian . . . . .	3
1.4 Batasan Masalah . . . . .	3
1.5 Manfaat Penelitian . . . . .	3
1.6 Sistematika Penulisan . . . . .	4
BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA . . . . .	5
2.1 Peluang . . . . .	5
2.1.1 Ruang Sampel dan Kejadian . . . . .	5
2.1.2 Definisi Peluang dalam Kejadian . . . . .	5
2.1.3 Ruang Probabilitas . . . . .	7
2.1.4 Peluang Bersyarat . . . . .	7
2.1.5 Kejadian Saling Bebas . . . . .	7
2.1.6 Teorema Bayes . . . . .	8
2.2 Proses Stokastik . . . . .	9
2.3 Rantai Markov . . . . .	10
2.4 <i>Hidden Markov Models</i> (HMM) . . . . .	12
2.4.1 Notasi Dasar HMM . . . . .	12
2.4.2 Kasus HMM . . . . .	14
2.4.3 Masalah Dasar HMM . . . . .	15
2.4.3.1 Masalah 1: Menghitung Peluang Observasi . . . . .	16
2.4.3.2 Masalah 2: Menentukan Barisan Keadaan Tersembunyi ( <i>Hidden State</i> ) yang Optimum . . . . .	20
2.4.3.3 Masalah 3: Prediksi Notasi Dasar HMM . . . . .	24
2.5 Prediksi ( <i>Forecasting</i> ) . . . . .	26
2.5.1 Metode <i>Holt Winter's Exponential Smoothing</i> . . . . .	27
2.5.2 Metode <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> . . . . .	28
2.6 Saham . . . . .	29
2.6.1 Tren Pasar . . . . .	29

2.7	Tinjauan Pustaka . . . . .	30
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN . . . . .	31
3.1	Pengumpulan Data . . . . .	31
3.2	Pengolahan Data . . . . .	33
3.2.1	Penghitungan Barisan Observasi Baru . . . . .	33
3.2.2	Penentuan Perubahan Harga serta Pergerakan Tren Saham . . . . .	34
3.3	Penghitungan Notasi Dasar <i>Hidden Markov Models</i> (HMM) . . . . .	34
3.4	Penghitungan Peluang Observasi . . . . .	35
3.5	Penentuan Barisan <i>Hidden State</i> yang Optimum . . . . .	35
3.6	Penarikan Kesimpulan . . . . .	36
BAB IV	ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN . . . . .	37
4.1	Pengolahan Data . . . . .	37
4.1.1	Penghitungan Barisan Observasi Baru . . . . .	37
4.1.2	Penentuan Perubahan Harga serta Pergerakan Tren Saham . . . . .	41
4.1.2.1	Perubahan Harga Saham . . . . .	41
4.1.2.2	Pergerakan Tren Saham . . . . .	45
4.2	Penentuan Notasi Dasar HMM . . . . .	47
4.3	Penentuan Peluang Observasi . . . . .	55
4.3.1	Peluang Observasi untuk Perubahan Harga sebanyak 2% . . . . .	55
4.3.2	Peluang Observasi untuk Perubahan Harga sebanyak 5% . . . . .	58
4.3.3	Peluang Observasi untuk Perubahan Harga sebanyak 7% . . . . .	62
4.4	Penentuan Barisan <i>Hidden State</i> yang Optimum . . . . .	65
4.4.1	<i>Hidden State</i> Optimal untuk Perubahan Harga sebanyak 2% . . . . .	65
4.4.2	<i>Hidden State</i> Optimal untuk Perubahan Harga sebanyak 5% . . . . .	67
4.4.3	<i>Hidden State</i> Optimal untuk Perubahan Harga sebanyak 7% . . . . .	69
4.5	Kalibrasi Data . . . . .	71
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN . . . . .	77
5.1	Kesimpulan . . . . .	77
5.2	Saran . . . . .	78
	DAFTAR PUSTAKA . . . . .	82
	LAMPIRAN . . . . .	A-1

## DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 1.1 Grafik perbandingan volatilitas investasi . . . . .	1
Gambar 2.1 Peristiwa dalam Rantai Markov . . . . .	10
Gambar 2.2 Skema proses HMM . . . . .	12
Gambar 2.3 Prosedur <i>Forward</i> [5] . . . . .	18
Gambar 2.4 Prosedur <i>Backward</i> [5] . . . . .	20
Gambar 2.5 Barisan <i>state</i> (lintasan) yang mungkin . . . . .	21
Gambar 2.6 Penentuan lintasan terbaik dengan Algoritma <i>Viterbi</i> [5] . . . . .	24
Gambar 3.1 Diagram alir prediksi pergerakan tren saham . . . . .	31
Gambar 4.1 Grafik prediksi harga saham PT Adaro Energy, Tbk . . . . .	37
Gambar 4.2 Grafik perbandingan harga saham aktual serta prediksi PT Adaro Energy, Tbk dan PT Harum Energy, Tbk tahun 2018 . . . . .	73
Gambar 4.3 Grafik perbandingan harga saham aktual serta prediksi PT Bayan Resources, Tbk dan PT Darma Henwa, Tbk tahun 2018 . . . . .	74
Gambar 4.4 Grafik perbandingan harga saham aktual serta prediksi PT Garda Tujuh Buana, Tbk dan PT Bukit Asam, Tbk tahun 2018 . . . . .	74

## DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 4.1 Nilai prediksi, batas bawah dan atas PT Adaro Energy, Tbk (catatan: Bts. adalah batas) . . . . .	38
Tabel 4.2 Barisan observasi baru untuk perubahan harga saham sebanyak 2% . . . . .	39
Tabel 4.3 Barisan observasi baru untuk perubahan harga saham sebanyak 5% . . . . .	40
Tabel 4.4 Barisan observasi baru untuk perubahan harga saham sebanyak 7% . . . . .	40
Tabel 4.5 Perubahan harga saham sebanyak 2% PT Adaro Energy, Tbk .	42
Tabel 4.6 Perubahan harga saham sebanyak 5% PT Adaro Energy, Tbk .	43
Tabel 4.7 Perubahan harga saham sebanyak 7% PT Adaro Energy, Tbk .	44
Tabel 4.8 <i>Pivot point</i> PT Adaro Energy, Tbk . . . . .	45
Tabel 4.9 Pergerakan tren PT Adaro Energy, Tbk . . . . .	46
Tabel 4.10 Perpindahan <i>hidden state</i> . . . . .	48
Tabel 4.11 Perpindahan <i>observed state</i> untuk perubahan harga sebanyak 2% . . . . .	50
Tabel 4.12 Perpindahan <i>observed state</i> untuk perubahan harga sebanyak 5% . . . . .	51
Tabel 4.13 Perpindahan <i>observed state</i> untuk perubahan harga sebanyak 7% . . . . .	53
Tabel 4.14 Jumlah <i>hidden state</i> . . . . .	54
Tabel 4.15 Prosedur <i>Forward</i> untuk perubahan harga sebanyak 2% . . . .	56
Tabel 4.16 Prosedur <i>Backward</i> untuk perubahan harga sebanyak 2% . . .	58
Tabel 4.17 Prosedur <i>Forward</i> untuk perubahan harga sebanyak 5% . . . .	60
Tabel 4.18 Prosedur <i>Backward</i> untuk perubahan harga sebanyak 5% . . .	61
Tabel 4.19 Prosedur <i>Forward</i> untuk perubahan harga sebanyak 7% . . . .	63
Tabel 4.20 Prosedur <i>Backward</i> untuk perubahan harga sebanyak 7% . . .	64
Tabel 4.21 Penghitungan $\gamma_t(i)$ beserta penentuan <i>hidden state</i> yang optimal untuk perubahan harga sebanyak 2% . . . . .	66
Tabel 4.22 Penghitungan $\gamma_t(i)$ beserta penentuan <i>hidden state</i> yang optimal untuk perubahan harga sebanyak 5% . . . . .	68
Tabel 4.23 Penghitungan $\gamma_t(i)$ beserta penentuan <i>hidden state</i> yang optimal untuk perubahan harga sebanyak 7% . . . . .	69
Tabel 4.24 Perbandingan hasil prediksi dan data asli tahun 2018 . . . . .	72

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Prediksi Harga Saham 2019 . . . . .	A-1
Lampiran B	Data dan Hasil Penghitungan Perusahaan . . . . .	B-1
Lampiran C	<i>Coding</i> RStudio untuk Prediksi Harga Saham Metode <i>Holt</i> <i>Winter's Exponential Smoothing</i> . . . . .	C-1

