

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat-Nya sehingga laporan skripsi "ANALISIS METODE *CLUSTERING* DENGAN TRANSFORMASI FOURIER PADA SAHAM DI INDONESIA UNTUK *PAIRS TRADING* DAN DIVERSIFIKASI INVESTASI" dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan bagi mahasiswa yang wajib ditempuh sesuai dengan kurikulum Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pelita Harapan, Tangerang.

Laporan skripsi ini diselesaikan dengan dukungan banyak pihak. Oleh karena itu, saya mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Eric Jobiliong, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
2. Ibu Dela Rosa, M.M., M.Sc., Apt., selaku Wakil Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
3. Bapak Laurence, M.T, selaku Direktur Administrasi dan Kemahasiswaan Fakultas Sains dan Teknologi
4. Bapak Kie Van Ivanky Saputra, Ph.D., selaku Ketua Program Studi Matematika dan pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan selama pembuatan laporan skripsi ini.
5. Ibu Dr. Helena Margaretha, M.Sc., S.Si., S.Inf., M.Pd., M.M., selaku co-pembimbing yang telah memberikan saran serta dukungan kepada saya dalam proses penyusunan laporan skripsi.
6. Ibu Lina Cahyadi, S.Si., M.Si., selaku pembimbing akademik yang telah membimbing dan memberikan arahan selama perkuliahan.
7. Dosen-dosen lainnya yang telah mendidik dan memberikan dukungan selama masa perkuliahan.
8. Teman-teman *crossingriverwithkea* yang membantu menghibur dan menemani penulis selama berjalannya kuliah.
9. Keluarga pengurus HMM-UPH periode 2017/2018 dan 2018/2019 yang

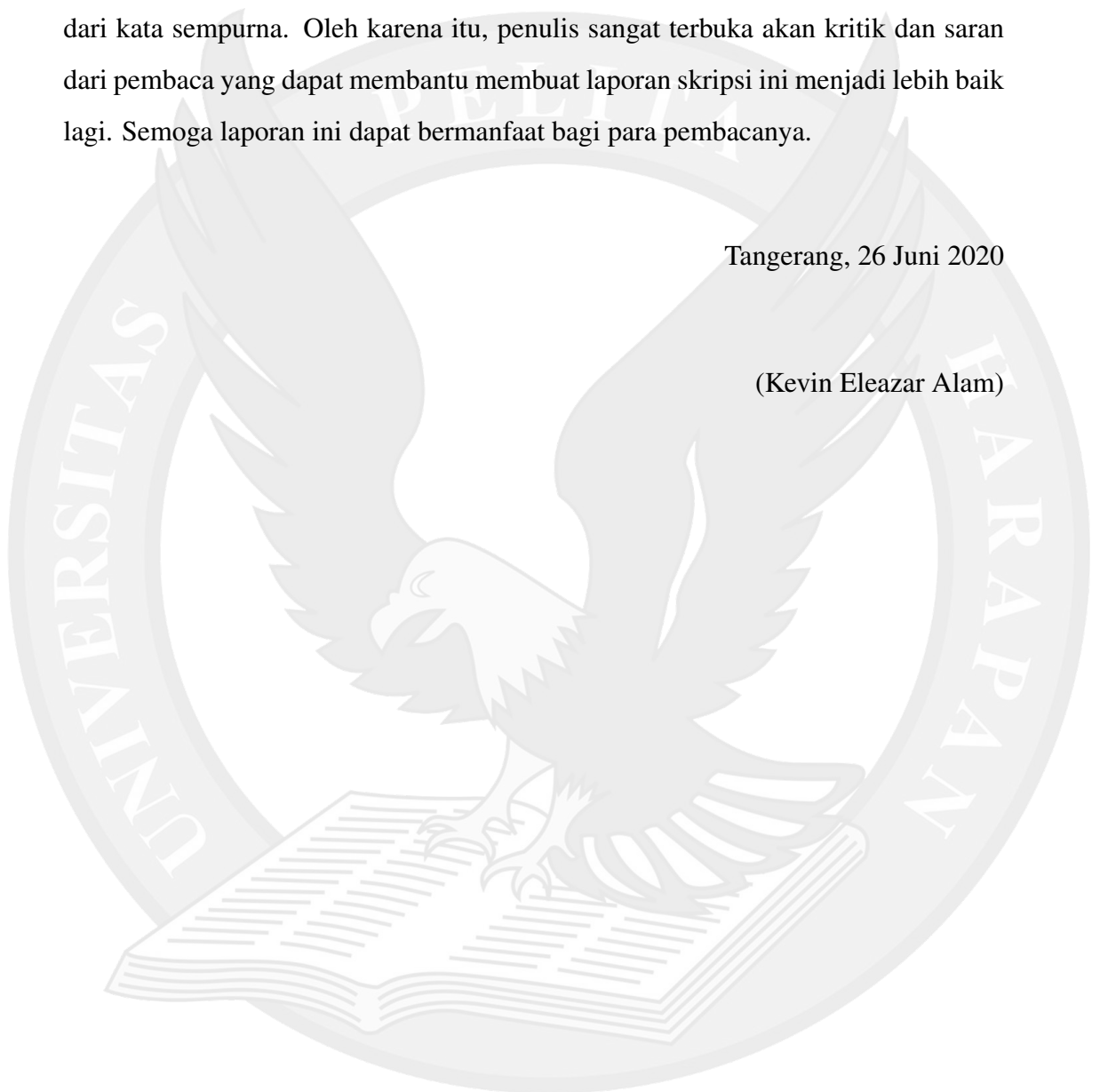
membantu penulis untuk menjalankan kewajibannya didalam berorganisasi.

10. Teman-teman angkatan 2016 lain yang menemani penulis didalam kelas selama berlangsungnya proses pembelajaran.
11. Keluarga yang membantu penulis secara moral dan finansial untuk menyelesaikan seluruh proses perkuliahan.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih sangat jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka akan kritik dan saran dari pembaca yang dapat membantu membuat laporan skripsi ini menjadi lebih baik lagi. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya.

Tangerang, 26 Juni 2020

(Kevin Eleazar Alam)



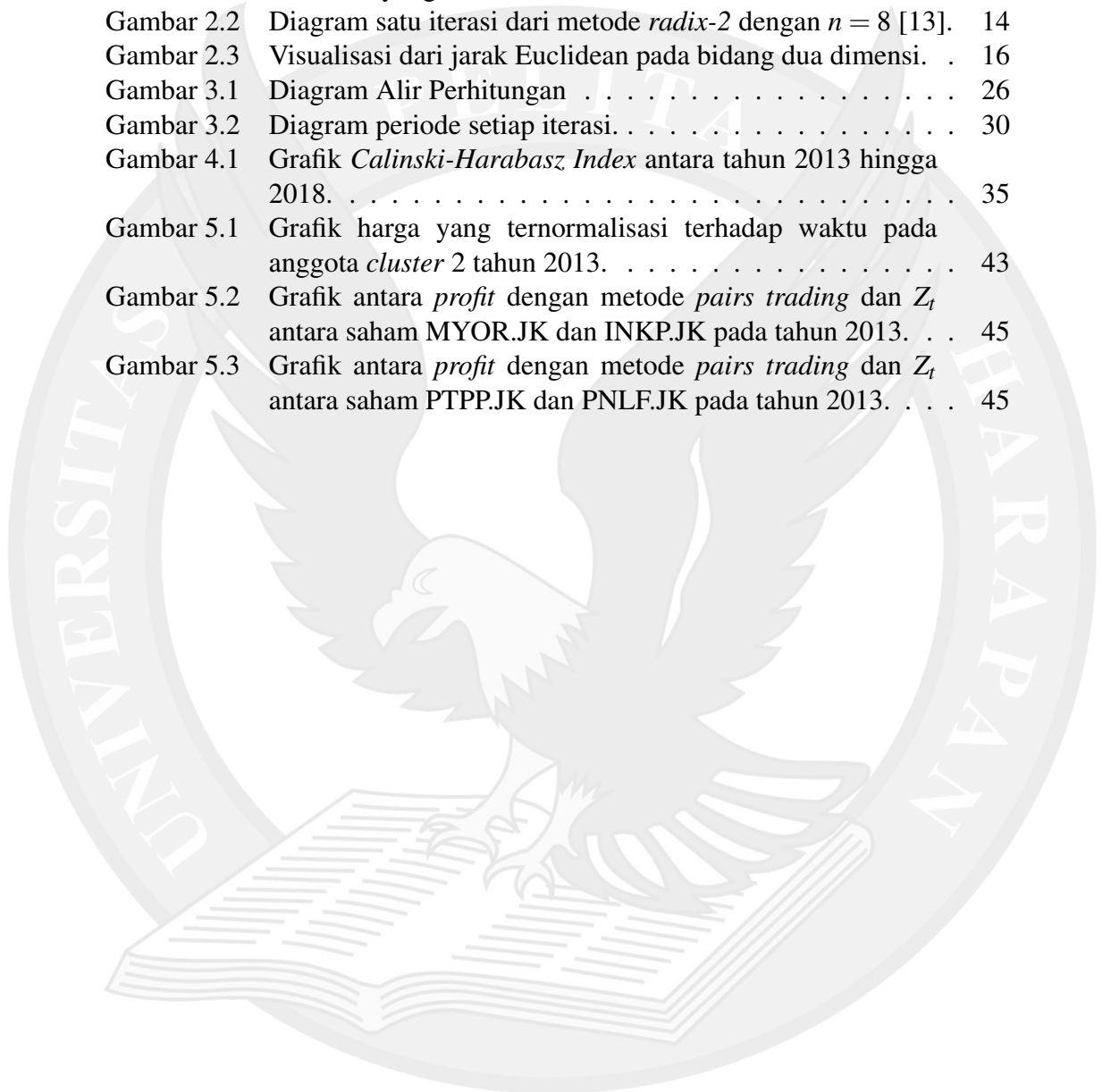
DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL	
PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN UNGGAH TUGAS AKHIR	
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI	
PERSETUJUAN TIM PENGUJI SKRIPSI	
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan dan Asumsi	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.5.1 Manfaat Teoritis	5
1.5.2 Manfaat Praktis	6
1.6 Struktur Penulisan	6
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Transformasi Fourier	8
2.1.1 Deret Fourier	8
2.1.2 <i>Continuous Fourier Transform</i>	9
2.1.3 <i>Discrete Fourier Transform (DFT)</i>	10
2.1.4 <i>Fast Fourier Transform (FFT)</i>	12
2.2 Metode <i>Clustering</i>	14
2.2.1 <i>K-Means Clustering</i>	15
2.2.2 Jarak Euclidean	16
2.2.3 <i>Calinski-Harabasz (CH) Index</i>	16
2.3 Analisis <i>Cluster</i>	17
2.3.1 <i>General Rand Index</i>	17
2.3.2 <i>Adjusted Rand Index</i>	18
2.3.3 Uji Kruskal-Wallis	19
2.4 Analisis Deret Waktu	20
2.4.1 Deret Waktu Stasioner	21
2.4.2 <i>Augmented Dickey-Fuller (ADF) Test</i>	21
2.4.3 <i>Hurst Exponent</i>	22
2.5 <i>Statistical Arbitrage</i>	24

2.5.1	<i>Pairs Trading</i>	24
2.6	Tinjauan Pustaka	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Data	26
3.2	Transformasi Fourier	30
3.3	<i>Clustering</i>	31
3.3.1	<i>K-Means Clustering</i>	31
3.3.2	Mencari Jumlah <i>Cluster</i>	32
3.4	Menentukan pasangan terbaik masing-masing <i>cluster</i>	32
3.5	<i>Trading</i> dengan <i>Statistical Arbitrage</i>	32
3.5.1	Mencari Z_t Optimal	32
3.5.2	Simulasi <i>Trading</i>	33
3.6	Analisis dan Pengambilan Kesimpulan	33
BAB IV ANALISIS CLUSTER		
4.1	Analisis Komponen Jumlah Hasil <i>Clustering</i>	34
4.2	Analisis Kemiripan Hasil <i>Clustering</i>	35
4.2.1	Analisis dengan <i>General Rand Index</i>	36
4.2.2	Analisis dengan <i>Adjusted Rand Index</i>	37
4.3	Analisis Kemiripan Anggota <i>Cluster</i>	38
4.3.1	Analisis Kemiripan <i>Return Saham</i>	38
4.3.2	Analisis Kemiripan Sektor Saham	42
BAB V ANALISIS PAIRS TRADING		
5.1	Hasil Pembentukan Pasangan	43
5.2	Hasil <i>Profit</i> pada Periode <i>Training</i>	44
5.3	Simulasi <i>Pairs Trading</i>	46
5.4	Analisis Pasangan	47
5.4.1	<i>Hurst Exponent</i>	48
5.4.2	<i>Augmented Dickey-Fuller (ADF) Test</i>	48
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		
6.1	Kesimpulan	50
6.2	Saran	51
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 1.1 Visualisasi parsial dari jaringan pasar saham di Amerika Serikat periode 1 Juli 2005 hingga 30 Agustus 2007 [2]. . .	2
Gambar 2.1 Contoh dekomposisi deret waktu menggunakan <i>Discrete Fourier Transform</i> menjadi beberapa fungsi sinus dengan frekuensi yang berbeda [11].	12
Gambar 2.2 Diagram satu iterasi dari metode <i>radix-2</i> dengan $n = 8$ [13].	14
Gambar 2.3 Visualisasi dari jarak Euclidean pada bidang dua dimensi. .	16
Gambar 3.1 Diagram Alir Perhitungan	26
Gambar 3.2 Diagram periode setiap iterasi.	30
Gambar 4.1 Grafik <i>Calinski-Harabasz Index</i> antara tahun 2013 hingga 2018.	35
Gambar 5.1 Grafik harga yang ternormalisasi terhadap waktu pada anggota <i>cluster 2</i> tahun 2013.	43
Gambar 5.2 Grafik antara <i>profit</i> dengan metode <i>pairs trading</i> dan Z_t antara saham MYOR.JK dan INKP.JK pada tahun 2013. . .	45
Gambar 5.3 Grafik antara <i>profit</i> dengan metode <i>pairs trading</i> dan Z_t antara saham PTPP.JK dan PNLF.JK pada tahun 2013. . . .	45



DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 2.1	Data dan <i>rank</i> dari produksi tutup botol menggunakan mesin standar, modifikasi 1, dan modifikasi 2. 20
Tabel 3.1	Daftar saham yang akan digunakan. 27
Tabel 3.2	Contoh data dengan nilai kosong. 29
Tabel 4.1	Jumlah <i>cluster</i> optimal setiap tahun. 34
Tabel 4.2	Nilai dari <i>general rand index</i> antara hasil <i>clustering</i> pada Lampiran A. 36
Tabel 4.3	Nilai dari <i>general rand index</i> antara hasil <i>clustering</i> dari saham S&P 100. 36
Tabel 4.4	Nilai dari <i>adjusted rand index</i> antara hasil <i>clustering</i> pada Lampiran A. 37
Tabel 4.5	Nilai dari <i>adjusted rand index</i> antara hasil <i>clustering</i> dari saham S&P 100. 37
Tabel 4.6	Nilai variansi masing-masing <i>cluster</i> dibandingkan dengan nilai variansi total untuk data pada Lampiran B.1. 39
Tabel 4.7	Nilai variansi masing-masing <i>cluster</i> dibandingkan dengan nilai variansi total untuk data pada Lampiran B.2. 39
Tabel 4.8	Nilai uji statistik Kruskal-Wallis pada data di Lampiran B.1. . 40
Tabel 4.9	Nilai statistik uji Kruskal-Wallis pada data di Lampiran B.2. . 40
Tabel 4.10	Nilai variansi masing-masing <i>cluster</i> dibandingkan dengan nilai variansi total untuk data <i>return</i> tahun yang sama saham anggota indeks S&P 100. 41
Tabel 4.11	Nilai variansi masing-masing <i>cluster</i> dibandingkan dengan nilai variansi total untuk data <i>return</i> tahun selanjutnya saham anggota indeks S&P 100. 41
Tabel 4.12	Nilai uji statistik Kruskal-Wallis pada data di Lampiran B.1. . 41
Tabel 4.13	Nilai uji statistik Kruskal-Wallis pada data di Lampiran B.1. . 41
Tabel 4.14	Nilai <i>adjusted rand index</i> antara hasil <i>clustering</i> dengan pengelompokan berdasarkan sektor. 42
Tabel 5.1	Tabel <i>intercept</i> antar setiap anggota <i>cluster</i> 2 pada tahun 2013. 44
Tabel 5.2	Total <i>profit</i> tahunan dari <i>pairs trading</i> saham IDX 80. 46
Tabel 5.3	Total <i>profit</i> tahunan dari <i>pairs trading</i> saham S&P 100. 47

DAFTAR LAMPIRAN

	halaman
Lampiran A Hasil <i>Clustering</i>	
Lampiran B Nilai <i>Return</i>	
B.1 Nilai <i>Return</i> dengan <i>clustering</i> di tahun yang sama	B-1
B.2 Nilai <i>Return</i> dengan <i>clustering</i> pada tahun sebelumnya . .	B-8
Lampiran C Hasil <i>Clustering</i> dengan informasi sektor	
Lampiran D Pasangan Terbaik	
D.1 Pasangan Terbaik saham IDX 80	D-1
D.2 Pasangan Terbaik saham S&P 100	D-2
Lampiran E Hasil Simulasi <i>Pairs Trading</i>	
E.1 Hasil Simulasi <i>Pairs Trading</i> saham IDX 80	E-1
E.2 Hasil Simulasi <i>Pairs Trading</i> saham S&P 100	E-3
Lampiran F <i>Coding</i>	
F.1 <i>Coding</i> Keseluruhan	F-1
F.2 Analisis <i>Cluster</i>	F-7
F.3 Fungsi yang Digunakan	F-11
Lampiran G Analisis Pasangan	
G.1 Pasangan IDX 80	G-1
G.2 Pasangan S&P 100	G-3