

**OPTIMASI FUZZY TIME SERIES MENGGUNAKAN PARTICLE
SWARM OPTIMIZATON PADA PERAMALAN JUMLAH
TANDAN BUAH SEGAR (TBS) KELAPA SAWIT**

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Program Srata-1 Pada
Jurusan Teknik Informatika*



Oleh :

Aisyah Filza Aliyah
09021181722015

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

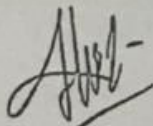
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

OPTIMASI FUZZY TIME SERIES MENGGUNAKAN PARTICLE SWARM OPTIMIZATON PADA PERAMALAN JUMLAH TANDAN BUAH SEGAR (TBS) KELAPA SAWIT

Oleh:

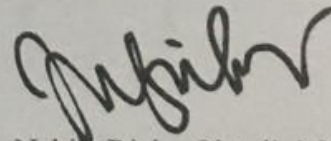
Aisyah Filza Aliyah
NIM: 09021181722015

Pembimbing I



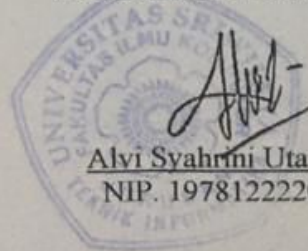
Alvi Syahfina Utami, M.Kom.
NIP. 197812222006042003

Palembang, 06 Juli 2021
Pembimbing II



Nabila Rizky Oktadini, M.T.
NIP. 199110102018032001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika,



Alvi Syahfina Utami, M.Kom.
NIP. 197812222006042003

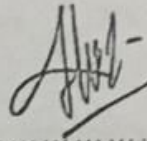
TANDA LULUS UJIAN SIDANG TUGAS AKHIR

Pada hari Rabu tanggal 23 Juni 2021 telah dilaksanakan ujian sidang tugas akhir oleh Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Nama : Aisyah Filza Aliyah
NIM : 09021181722015
Judul : *Optimasi Fuzzy Time Series menggunakan Particle Swarm Optimization pada Peramalan Jumlah Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit*

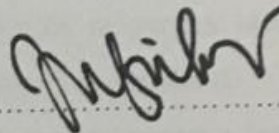
1. Pembimbing I

Alvi Syahrini Utami, M.Kom.
NIP. 197812222006042003



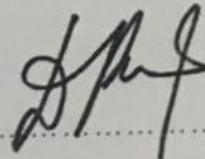
2. Pembimbing II

Nabila Rizky Oktadini, M.T.
NIP. 199110102018032001



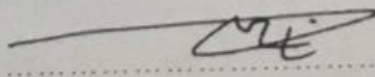
3. Penguji I

Dian Palupi Rini, M.Kom., Ph.D.
NIP. 197802232006042002

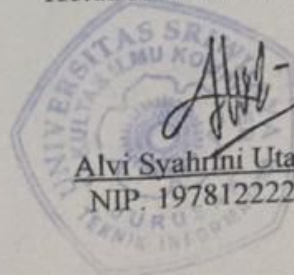


4. Penguji II

Osvari Arsalan, M.T.
NIP. 198806282018031001



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Alvi Syahrini Utami, M.Kom.
NIP. 197812222006042003

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aisyah Filza Aliyah
NIM : 09021181722015
Program Studi : Teknik Informatika
Judul : *Optimasi Fuzzy Time Series menggunakan Particle Swarm Optimization pada Peramalan Jumlah Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit*

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin* : 7%

Menyatakan bahwa Laporan Projek saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan projek ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan oleh siapapun



Palembang, 06 Juli 2021



Aisyah Filza Aliyah
NIM. 09021181722015

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

- ❖ Sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan. [QS. Al-Insyirah : 5-6]
- ❖ Jika kamu berbuat baik (berarti) kamu berbuat baik untuk dirimu sendiri. Dan jika kamu berbuat jahat. Maka (kerugian kejahatan) itu untuk dirimu sendiri. [QS. Al-Isra : 7]
- ❖ There will never be “the right time” in your life to do great thing. You must create that time and greatness will follow. [John A. Passaro]

Kupersembahkan kepada:

Allah SWT

Orangtuaku

Saudaraku

Keluarga Besarku

Pembimbingku

Teman-teman Seperjuangan

Almamater

**FUZZY TIME SERIES OPTIMIZATION USING PARTICLE SWARM
OPTIMIZATION FOR FORECASTING THE NUMBER OF FRESH
FRUIT BUNCHES (FFB) OF PALM OIL**

By:
Aisyah Filza Aliyah
09021181722015

ABSTRACT

Palm oil is a reliable vegetable oil producer because the oil produced has advantages than oils from other plants. The amount of Fresh Fruit Bunches (FFB) raw material from Palm oil has a significant impact on the palm oil production process. Therefore, we need a method to forecasting the amount of palm oil (FFB). One of the suitable forecasting methods is fuzzy time series (FTS). However, FTS still has shortcomings such as inaccurate determination of the interval length. For this reason, we need to optimize FTS interval to get optimal forecasting. This research implements Particle Swarm Optimization as the optimization method, FTS Chen-Hsu as the forecast method, and Mean Absolute Percentage Error (MAPE) as the measurement of error. The optimization result using PSO produce an error value of 2.0262% smaller than FTS 3.7108%.

Keywords: *Particle Swarm Optimization, Fuzzy Time Series Chen-Hsu, Mean Absolute Percentage Error, The Number of Fresh Fruit Bunches (FFB) Palm Oil*

**OPTIMASI FUZZY TIME SERIES MENGGUNAKAN PARTICLE
SWARM OPTIMIZATON PADA PERAMALAN JUMLAH
TANDAN BUAH SEGAR (TBS) KELAPA SAWIT**

**Oleh:
Aisyah Filza Aliyah
09021181722015**

ABSTRAK

Kelapa sawit adalah tanaman penghasil minyak nabati yang dapat diandalkan karena minyak yang dihasilkan memiliki keunggulan dibandingkan minyak dari tanaman lain. Jumlah bahan baku Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit memiliki dampak yang signifikan terhadap proses produksi minyak kelapa sawit. Oleh karena itu dibutuhkan metode peramalan Jumlah TBS Kelapa Sawit. Salah satu metode peramalan yang sesuai adalah *fuzzy time series* (FTS). Namun FTS masih memiliki kekurangan yaitu penentuan panjang interval yang kurang tepat. Untuk itu diperlukan optimasi pada interval FTS untuk menghasilkan peramalan yang optimal. Penelitian ini menggunakan *Particle Swarm Optimization* (PSO) sebagai metode optimasi, FTS *Chen-Hsu* sebagai metode peramalan dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebagai tolak ukur error. Hasil pengujian optimasi dengan PSO menghasilkan nilai *error* sebesar 2.0262% lebih kecil dibandingkan FTS 3.7108%.

Kata Kunci: *Particle Swarm Optimization, Fuzzy Time Series Chen-Hsu, Mean Absolute Percentage Error, Jumlah Tandan Buah Segar Kelapa Sawit.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi yang berjudul Optimasi Fuzzy Time Series menggunakan Particle Swarm Optimization pada Peramalan Jumlah Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan dalam meraih derajat sarjana Komputer program Strata Satu (S-1) Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Selama penelitian dan penyusunan skripsi, penulis tidak luput dari kendala. Kendala tersebut dapat diatasi berkat doa, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

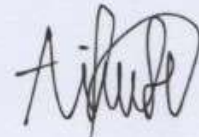
1. **Kedua Orang tuaku, Agus Setiawan dan Uswatun Hasanah**, yang selalu memberikan kasih sayang, merawat dan membesarkan penulis dengan sabar dan ikhlas serta selalu mencurahkan doa dan dukungan kepada penulis sampai saat ini.
2. **Adikku, Sabrina Zafirah Putri**, yang selalu menyusahkan namun suka membantu dikala kebingungan melanda penulis.
3. **Alm. Haris Kurniawan**, yang selalu memberikan kasih sayang, dukungan dan perhatian yang luar biasa kepada penulis semasa hidupnya.
4. **Keluarga Besar alm. Ahmad Sahim dan alm. Sriyadi**, yang selalu memberikan doa dan dukungan kepada penulis sampai saat ini.
5. **Bapak Jadian Jauhari, M.T.**, selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

6. **Ibu Alvi Syahrini Utami, M.Kom.**, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika dan Pembimbing I yang telah membantu penulis dalam pembuatan tugas akhir ini.
7. **Ibu Nabila Rizky Oktadini, M.T.**, selaku Pembimbing II yang telah membantu dan memberikan doa serta semangat kepada penulis dalam pembuatan tugas akhir ini.
8. **Ibu Dian Palupi Rini, Ph.D.**, dan **Bapak Osvari Arsalan M.T.**, selaku Penguji Tugas Akhir yang telah memberikan saran yang membangun untuk membantu menyempurnakan tugas akhir penulis, serta **Ibu Yunita M.Cs** selaku ketua penguji tugas akhir penulis.
9. **Bapak Rifkie Primartha, M.T.**, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika dan Pembimbing Akademik yang selalu memberikan motivasi dan saran semasa perkuliahan kepada penulis.
10. **Bapak Kanda Januar Miraswan, M.T.**, selaku Pembimbing Kerja Praktik penulis.
11. **Dosen-dosen Fakultas Ilmu Komputer** yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, terima kasih telah membimbing dan membagi ilmunya kepada penulis.
12. **Kak Ricy** dan **Mba Winda**, selaku Admin Teknik Informatika, yang membantu administrasi penulis semasa perkuliahan.
13. **Kak Yogi** dan **Mba Dwi**, selaku Kemahasiswaan Fakultas Ilmu Komputer yang membantu administrasi penulis khususnya saat mendaftar beasiswa.

14. **Alif Muhammad**, sahabat dekat penulis dari awal kuliah hingga saat ini. Selalu sabar mendengarkan keluh kesah penulis, memberikan dukungan, berbagi cerita, dan menemani penulis berkembang di dalam maupun di luar kampus.
15. **Muhammad Irfan Trianto Putra**, kakak tingkat penulis yang selalu sabar menghadapi kebingungan dan pertanyaan yang penulis berikan serta membantu menyelesaikan permasalahan kuliah dan tugas akhir penulis.
16. **Muhammad Hatta Aldino, Rizq Khairi Yazid, dan Vincen**, sahabat dekat penulis yang selalu membantu dan menemani di kelas serta teman PP (pulang-pergi) kuliah dari Palembang ke Indralaya.
17. **Keluarga Nankatsu, Mochamad Ramli Noor, Alecia Oktarina, M. Alfalih Maulana, Dhea Andini, Dea Umilia, dan Meutiasari Kesuma Dewi**, sahabat dekat penulis semasa kuliah yang selalu meminta bekal, bercanda bersama, dan *besak cawa*.
18. **Silaturahmi Lebaran, Nanda Tirana Mahesa, Haliza Shafa Aura, Messy Anjelita, Mardiana, Adinda Tri Wulandari, Destia Asri Felliani**, sahabat dekat di dunia organisasi, teman bermain, teman mencari promo, teman berbagi cerita percintaan, dan teman *hangout* penulis mengerjakan tugas akhir.
19. **BEM Fasilkom 2018, BEM Fasilkom 2019, Technology Euphoria 2018, Technology Euphoria 2019, GenBI Sumatera Selatan 2020, dan GenBI Sumatera Selatan 2021**, tempat penulis diberikan kesempatan untuk berkembang di dunia organisasi serta memberikan kenangan dan pengalaman yang luar biasa.

20. **Jangan alay-alay, Meza Bustama Sari, Ria Salsabilla, dan Febriano Pramesa**, sahabat dekat penulis sejak SMP yang sudah jarang bertemu namun saling menguatkan dan memberi semangat satu sama lain untuk menyelesaikan perkuliahan serta tempat penulis berkeluh kesah tentang dunia percintaan dan perkuliahan.
21. **Sweet Chill, Rania Rizky Nurillah, Tiara Agustini, Rahma Belinda, Nadia Faradilla, dan Astrid Mayenda Tama**, sahabat dekat penulis sejak SMA yang sudah super sibuk namun selalu menjadi tempat bercerita semua hal dan *support system* satu sama lain dalam menyelesaikan permasalahan yang sedang dialami.
22. **Anak Sholeh/a, M. Aditya Saputra, M. Ramadhan, M. Yunus Chory, dan Herdi Ramadhanu**, sahabat dekat penulis sejak SMA yang sudah jarang bertemu namun suka mengajak bermain *game*, saling memberikan semangat satu sama lain dan *besak cawa*.

Indralaya, 06 Juli 2021



Aisyah Filza Aliyah

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
TANDA LULUS UJIAN SIDANG TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRACT.....	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Pendahuluan.....	I-1
1.2 Latar Belakang Masalah	I-1
1.3 Rumusan Masalah	I-4
1.4 Tujuan Penelitian.....	I-4
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-5
1.7 Sistematika Penulisan.....	I-6
1.8 Kesimpulan.....	I-7
BAB II KAJIAN LITERATUR	
2.1 Pendahuluan.....	II-1
2.2 Landasan Teori	II-1
2.2.1 Fuzzy Time Series Chen-Hsu	II-1
2.2.2 Particle Swarm Optimization.....	II-6
2.2.3 Rational Unified Process	II-10
2.3 Penelitian Lain Yang Relevan	II-12
2.3.1 (Anggraeni & Suyahya, 2016)	II-12
2.3.2 (Rifandi et al., 2018)	II-12
2.3.3 (Alghifari et al., 2019)	II-13
2.4 Kesimpulan.....	II-13

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendahuluan.....	III-1
3.2 Pengumpulan Data.....	III-1
3.3 Tahapan Penelitian	III-1
3.3.1 Kerangka Kerja	III-3
3.3.2 Kriteria Pengujian	III-4
3.3.3 Format Data Pengujian	III-4
3.3.4 Alat yang Digunakan dalam Pelaksanaan Penelitian.....	III-6
3.3.5 Pengujian Penelitian	III-6
3.3.6 Analisis Hasil Pengujian dan Membentuk Kesimpulan	III-6
3.4 Metode Pengembangan Perangkat Lunak	III-7
3.4.1 Rational Unified Process (RUP)	III-7
3.5 Manajemen Proyek Penelitian	III-8
3.6 Kesimpulan.....	III-9

BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK

4.1 Pendahuluan.....	IV-1
4.2 <i>Inception</i>	IV-1
4.2.1 Pemodelan Bisnis.....	IV-1
4.2.2 Kebutuhan Perangkat Lunak.....	IV-2
4.2.3 Analisis Kebutuhan dan Desain Perangkat Lunak.....	IV-3
4.2.3.1 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak	IV-3
4.2.3.2 Analisis Fuzzy Time Series Chen-Hsu.....	IV-4
4.2.4 Analisis Particle Swarm Optimization.....	IV-11
4.2.5 Desain Perangkat Lunak	IV-15
4.2.5.1 Use Case	IV-15
4.3 <i>Elaboration</i>	IV-17
4.3.1 <i>Activity Diagram</i>	IV-17
4.3.2 <i>Sequence Diagram</i>	IV-20
4.3.3 Perancangan <i>Interface</i>	IV-22
4.4 <i>Construction</i>	IV-22
4.4.1 Kebutuhan Sistem	IV-22
4.4.2 Class Diagram.....	IV-23
4.4.3 Implementasi <i>Interface</i>	IV-24
4.5 <i>Transition</i>	IV-24
4.5.1 Pemodelan Bisnis.....	IV-24
4.5.2 Rencana Pengujian.....	IV-25
4.5.3 Implementasi.....	IV-25
4.6 Kesimpulan.....	IV-26

BAB V HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

5.1 Pendahuluan.....	V-1
5.2 Data Hasil Percobaan/Penelitian	V-1
5.2.1 Konfigurasi Percobaan.....	V-1
5.2.2 Data Hasil Percobaan.....	V-1
5.2.2.1 Hasil Perhitungan Nilai Error.....	V-2

5.2.2.2 Hasil Pengujian Jumlah Iterasi	V-2
5.2.2.3 Pengujian Jumlah Partikel	V-3
5.2.2.4 Pengujian Nilai C1 dan C2.....	V-3
5.3 Analisis Hasil Penelitian.....	V-4
5.3.1 Hasil Pengujian Fuzzy Time Series Chen-Hsu.....	V-4
5.3.2 Hasil Pengujian Fuzzy Time Series Chen-Hsu dengan PSO	V-4
5.4 Kesimpulan.....	V-6
 BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1 Kesimpulan.....	VI-1
6.2 Saran	VI-1
 DAFTAR PUSTAKA	 xviii
 LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel III-1. Tabel Perhitungan Nilai <i>Error</i>	III-4
Tabel III-2. Tabel Pengujian Iterasi	III-5
Tabel III-3. Tabel Pengujian Jumlah Partikel	III-5
Tabel III-4. Tabel Pengujian Nilai <i>Coefficient</i> (c_1 & c_2).....	III-5
Tabel III-5. Perbandingan Hasil Pengujian MAPE.....	III-6
Tabel IV-1. Kebutuhan Fungsional.....	IV-2
Tabel IV-2 Sampel Dataset jumlah TBS Kelapa Sawit	IV-4
Tabel IV-3 Partisi nilai <i>universe of discourse</i> (U)	IV-5
Tabel IV-4 Partisi nilai <i>universe of discourse</i> (U) sesuai efek rank	IV-6
Tabel IV-5 Nilai linguistik data dari hasil <i>fuzzification</i>	IV-6
Tabel IV-6 Fuzzy Logic Relationship.....	IV-7
Tabel IV-7 Partisi interval untuk mendapatkan nilai dari <i>trend</i> peramalan.....	IV-8
Tabel IV-8 Kondisi dan <i>Rules</i>	IV-8
Tabel IV-9 Defuzzification	IV-9
Tabel IV-10 Perhitungan nilai peramalan dan MAPE	IV-10
Tabel IV-11 Parameter Input	IV-12
Tabel IV-12 Inisialisasi posisi dan kecepatan	IV-12
Tabel IV-13 Hasil <i>update</i> kecepatan baru.....	IV-13
Tabel IV-14 Hasil <i>update</i> posisi baru	IV-13
Tabel IV-15 Update <i>Pbest</i> dan <i>Gbest</i>	IV-14
Tabel IV-16 Definisi aktor pada <i>use case</i> Peramalan Jumlah TBS Kelapa Sawit FTS <i>Chen-Hsu</i> dan PSO.....	IV-16
Tabel IV-17 Definisi <i>use case</i> Peramalan Jumlah TBS Kelapa Sawit FTS <i>Chen- Hsu</i> dan PSO	IV-16
Tabel IV-18 Rencana Pengujian Peramalan Jumlah TBS Kelapa Sawit FTS <i>Chen- Hsu</i> dan PSO	IV-25
Tabel IV-19 Pengujian <i>use case</i> Peramalan Jumlah TBS Kelapa Sawit FTS <i>Chen- Hsu</i> dan PSO	IV-25
Tabel V-1. Tabel Hasil Perhitungan Nilai Error	V-2
Tabel V-2. Tabel Hasil Pengujian Iterasi	V-2
Tabel V-3. Tabel Hasil Pengujian Partikel	V-3
Tabel V-4. Tabel Hasil Pengujian Nilai C1 dan C2.....	V-3

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar II-1. Tahap FTS <i>Chen-Hsu</i>	II-2
Gambar II-2. Pseudocode Kondisi Defuzzification	II-4
Gambar II-3. Pseudocode Rule 1	II-5
Gambar II-4. Pseudocode Rule 2	II-5
Gambar II-5. Pseudocode Rule 3	II-5
Gambar II-6. Tahap Particle Swarm Optimization	II-7
Gambar II-7. Arsitektur Rational Unified Process.....	II-10
Gambar III-1. Tahapan Penelitian.....	III-2
Gambar III-2. Kerangka Kerja Penelitian	III-3
Gambar IV-1 <i>Use case diagram</i> Peramalan Jumlah TBS Kelapa Sawit FTS <i>Chen-Hsu & PSO</i>	IV-16
Gambar IV-2. <i>Activity diagram</i> Input Parameter untuk peramalan TBS.....	IV-18
Gambar IV-3. <i>Activity diagram</i> Peramalan jumlah TBS	IV-18
Gambar IV-4. <i>Activity diagram</i> Peramalan menggunakan FTS <i>Chen-Hsu</i>	IV-19
Gambar IV-5. <i>Activity diagram</i> Peramalan menggunakan FTS <i>Chen-Hsu</i> dan PSO	IV-19
Gambar IV-6 Sequence diagram Input Parameter untuk peramalan TBS	IV-20
Gambar IV-7 Sequence diagram Peramalan jumlah TBS.....	IV-20
Gambar IV-8 Sequence diagram Peramalan menggunakan FTS <i>Chen-Hsu</i> ...	IV-21
Gambar IV-9 Sequence diagram Peramalan menggunakan FTS <i>Chen-Hsu</i> dan PSO	IV-21
Gambar IV-10 Perancangan <i>interface</i> Peramalan Jumlah TBS Kelapa Sawit FTS <i>Chen-Hsu</i> dan PSO	IV-22
Gambar IV-11 <i>Class diagram</i> Peramalan Jumlah TBS Kelapa Sawit FTS <i>Chen-Hsu</i> dan PSO	IV-23
Gambar IV-12 Implementasi <i>interface</i> Peramalan Jumlah TBS Kelapa Sawit FTS <i>Chen-Hsu</i> dan PSO	IV-24
Gambar V-1 Grafik Nilai MAPE pada Pengujian Jumlah Iterasi	V-4
Gambar V-2 Grafik Nilai MAPE pada Pengujian Jumlah Partikel.....	V-5
Gambar V-3 Grafik Nilai MAPE pada Pengujian nilai c_1 dan c_2	V-5

DAFTAR LAMPIRAN

1. *Source Code*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan

Pada bab ini akan dibahas mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan. Bab ini akan memberikan penjelasan umum mengenai keseluruhan penelitian.

1.2 Latar Belakang Masalah

Kelapa sawit merupakan tanaman penghasil minyak nabati yang dapat diandalkan karena minyak yang dihasilkan memiliki berbagai keunggulan dibandingkan dengan minyak yang dihasilkan oleh tanaman lain. Keunggulan tersebut diantaranya harga yang murah, tidak mengandung kadar kolesterol dan mengandung beta karoten yang tinggi (Kashi & Widodo, 2019). Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit yang digunakan sebagai bahan baku untuk pengolahan *Crude Palm Oil* (CPO) memiliki sifat cepat rusak apabila terlambat atau terjadi kesalahan dalam pengolahan karena akan meningkatkan kadar asam lemak bebas (Amalia & Hairiyah, 2018).

Jumlah bahan baku TBS Kelapa Sawit memiliki dampak yang signifikan terhadap proses produksi CPO karena apabila persediaan bahan baku melebihi jumlah kebutuhan akan menimbulkan tambahan biaya penyimpanan dan penurunan kualitas produk, sedangkan jika persediaan bahan baku yang terlalu kecil akan

menambah biaya pengadaan, mengganggu kelancaran produksi, dan menyebabkan kegiatan produksi menjadi tidak efisien (Amalia & Hairiyah, 2018).

Berdasarkan permasalahan diatas maka dibutuhkan peramalan bahan baku TBS Kelapa Sawit untuk mengantisipasi persediaan yang terlalu banyak atau terlalu sedikit. Data pada jumlah TBS Kelapa Sawit merupakan data runtun waktu (*time series*) sehingga dibutuhkan peramalan yang sesuai untuk data *time series*. Salah satu metode peramalan yang sesuai untuk peramalan jumlah TBS Kelapa Sawit adalah *fuzzy time series* (Azmiyanti & Tanjung, 2015). Selain itu, FTS telah digunakan untuk berbagai peramalan seperti peramalan penjualan, peramalan harga saham, peramalan inflasi, dan peramalan beban listrik. FTS memiliki komputasi yang ringan dibandingkan dengan algoritma lain seperti Jaringan Syaraf Tiruan sehingga mudah untuk dikembangkan dan dapat menyelesaikan peramalan data historis menggunakan nilai-nilai *linguistic* (Nugroho, 2016). FTS merupakan salah satu metode peramalan *time series* yang memiliki hasil *error* yang kecil dan dapat melakukan peramalan dalam waktu *short-term* maupun *long-term* (Ganguly *et al.*, 2017).

Peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* telah banyak dilakukan dalam beberapa penelitian seperti *Song and Chissom's method*, *Chen's method*, *Hwang's method*, *Chen and Lee's method*, *Huarng's method*, dan *Chen and Hsu's method*. Beberapa metode tersebut melakukan permalan dengan data yang sama, yaitu pendaftaran di Universitas Alabama. Setiap penelitian dicatat, kemudian disimpulkan bahwa model FTS Chen-Hsu menghasilkan nilai error yang lebih kecil dibandingkan metode lainnya (Chen & Hsu, 2004; Anggraeni & Suyahya, 2016).

Pada peramalan metode FTS, panjang interval telah ditentukan di awal proses perhitungan, sedangkan penentuan panjang interval sangat berpengaruh dalam pembentukan *fuzzy relationship* yang akan memberikan perbedaan hasil perhitungan peramalan. Oleh karena itu, pembentukan *fuzzy relationship* dan penentuan panjang interval harus tepat (Xihao, S., 2008). Selain itu, penentuan panjang interval yang tepat juga dapat meningkatkan tingkat akurasi dari peramalan (Chenalgen 2006). Untuk itu, salah satu cara yang efektif dalam penentuan panjang interval pada FTS adalah dengan mengoptimasi panjang interval FTS (Adi Prasajo & Darma Setiawan, 2018).

Penelitian optimasi pada FTS telah dilakukan sebelumnya oleh (Ridhwan *et al.*, 2018), (Adi Prasajo & Darma Setiawan, 2018), dan (Ningrum *et al.*, 2019). Penelitian tersebut menggunakan dataset dan metode optimasi yang berbeda, menghasilkan nilai error yang lebih baik dibandingkan FTS tanpa menggunakan optimasi. Hal ini membuktikan bahwa optimasi apapun tetap akan menghasilkan hasil peramalan yang lebih baik.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, peramalan menggunakan FTS yang dioptimasi dengan PSO menghasilkan *error* MAPE yang lebih kecil yaitu 0.73% dalam prediksi pendaftaran di Universitas Alabama dibandingkan dengan menggunakan metode FTS tanpa dioptimasi dengan PSO (Chen *et al.*, 2019). Selain itu, PSO memiliki keunggulan yaitu dapat dengan cepat mencapai konvergensi, mudah untuk diimplementasikan, memiliki sedikit fungsi operasi, dan sedikit parameter yang ditentukan (Abduh *et al.*, 2017).

Dalam memecahkan masalah interval pada FTS *Chen-Hsu*, populasi partikel pada PSO dibangkitkan pada iterasi pertama, lalu partikel-partikel tersebut memperbaiki posisinya menuju posisi terbaik di setiap iterasi sampai iterasi selesai (Abduh *et al.*, 2017). Posisi terbaik inilah yang nantinya akan menjadi solusi dari masalah interval pada FTS *Chen-Hsu*.

Dari uraian tersebut, maka pada penelitian ini akan melakukan optimasi FTS *Chen-Hsu* menggunakan *Particle Swarm Optimization* pada peramalan jumlah TBS Kelapa Sawit.

1.3 Rumusan Masalah

Fokus permasalahan yang diangkat pada penelitian ini adalah apakah *Particle Swarm Optimization* (PSO) dapat diimplementasikan untuk optimasi interval pada *Fuzzy Time Series Chen-Hsu* (FTS *Chen-Hsu*) dalam peramalan jumlah Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit. Dari masalah tersebut dapat diuraikan pertanyaan penelitian sebagai berikut.

1. Apakah PSO dapat menghasilkan peramalan FTS *Chen-Hsu* yang lebih baik dibandingkan peramalan FTS *Chen-Hsu* tanpa optimasi?
2. Bagaimana hasil peramalan jumlah TBS Kelapa Sawit menggunakan metode FTS *Chen-Hsu* yang dioptimasi dengan PSO?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menghasilkan perangkat lunak yang dapat melakukan peramalan jumlah TBS Kelapa Sawit menggunakan metode FTS *Chen-Hsu* yang dioptimasi dengan PSO.
2. Mengetahui hasil peramalan jumlah TBS Kelapa Sawit menggunakan metode FTS *Chen-Hsu* yang dioptimasi dengan PSO.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian dapat digunakan untuk mengetahui perbandingan hasil peramalan jumlah TBS Kelapa Sawit menggunakan metode FTS *Chen-Hsu* dan FTS *Chen-Hsu* yang dioptimasi dengan PSO.
2. Penelitian dapat digunakan untuk mengetahui nilai *error* dari peramalan jumlah TBS Kelapa Sawit berdasarkan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Data yang digunakan adalah data sekunder yang didapatkan dari Koperasi Unit Desa (KUD) “Sejahtera” Babat Toman, Musi Banyuasin dalam periode satu bulan dengan rentang waktu 7 tahun terakhir (Januari 2014 - Agustus 2020).
2. Satuan jumlah TBS Kelapa Sawit yang digunakan untuk peramalan dalam bentuk ton.

3. Format input data yang diterima adalah *csv*.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut.

BAB I. PENDAHULUAN

Pada bab ini akan diuraikan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II. KAJIAN LITERATUR

Pada bab ini akan dibahas mengenai dasar-dasar teori yang digunakan pada penelitian ini, seperti *Fuzzy Time Series Chen-Hsu Particle Swarm Optimization*, dan penelitian lain yang relevan dengan penelitian ini.

BAB III. KAJIAN LITERATUR

Pada bab ini akan dibahas mengenai tahap-tahap yang akan dilaksanakan pada penelitian. Setiap rencana dari tahapan penelitian dideskripsikan dengan rinci berdasarkan kerangka kerja. Di akhir bab ini berisi perancangan manajemen proyek dalam pelaksanaan penelitian.

BAV IV. PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK

Pada bab ini akan dibahas mengenai fase-fase pada pengembangan perangkat lunak dengan menggunakan metode *Rational Unified Process* (RUP) pada peramalan Jumlah TBS Kelapa Sawit.

BAB V. HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai hasil pengujian berdasarkan tahap-tahap yang telah dilakukan. Analisis diberikan sebagai dasar dari kesimpulan yang diambil dalam penelitian ini.

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan diberikan kesimpulan dan saran yang diharapkan dapat berguna untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

1.8 Kesimpulan

Pada bab ini dapat disimpulkan bahwa masalah yang harus diselesaikan pada penelitian ini adalah optimasi *Fuzzy Time Series Chen-Hsu* menggunakan *Particle Swarm Optimization* pada peramalan jumlah TBS Kelapa Sawit. Optimasi dilakukan pada interval *Fuzzy Time Series Chen-Hsu* untuk mendapatkan hasil peramalan dengan nilai *error* yang lebih kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Abduh, M., Regasari, R., Putri, M. & Muflikhah, L. 2017. Optimasi Pembagian Tugas Dosen Pengampu Mata Kuliah Dengan Metode Particle Swarm Optimization. 1(10): 989–999.
- Adi Prasajo, C. & Darma Setiawan, B. 2018. Optimasi Fuzzy Time Series Menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization Untuk Peramalan Jumlah Penduduk Di Kabupaten Probolinggo. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (J-PTIIK) Universitas Brawijaya*, 2(8): 2548–964.
- Alghifari, D.R., Rahayudi, B. & Dewi, C. 2019. Optimasi Fuzzy Time Series Menggunakan Algoritme Particle Swarm Optimization Untuk Peramalan Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia. ... *Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 3(4).
- Amalia, R.R. & Hairiyah, N. 2018. Peramalan Kebutuhan Bahan Baku Tandan Buah Segar (TBS) Menggunakan Metode Exponential Smoothing dan Linier Regresion di PT. Pola Kahuripan Intisawit. *Jurnal Teknologi Agro-Industri*, 5(2): 101.
- Anggraeni, W. & Suyahya, I. 2016. Prediksi Kurs Rupiah Terhadap Dolar Amerika Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Chen dan HSU. *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, 1(1): 19–28.
- Azmiyanti, S. & Tanjung, W.N. 2015. Peramalan Jumlah Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit dengan Metode Fuzzy Time Series Chen dan Algoritma Ruey Chyn Tsur (Studi Kasus Pada PT. XYZ). *VIII(1)*: 36–48.
- Chen, S.-M. & Hsu, C.-C. 2004. A new method to forecast enrollments using fuzzy time series. *International Journal of Applied Science and Engineering*, 3: 234–244.
- Chen, S.M., Zou, X.Y. & Gunawan, G.C. 2019. Fuzzy time series forecasting based on proportions of intervals and particle swarm optimization techniques. *Information Sciences*, 500: 127–139.
- Darmayanti, E.Y., Budi, D.S. & Fitra, A.B. 2018. Particle Swarm Optimization Untuk Optimasi Bobot Extreme Learning Machine Dalam Memprediksi Produksi Gula Kristal Putih Pabrik Gula. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(11): 5096–5104.

- Elisawati & Masrizal 2017. Penerapan Fuzzy Time Series Model Chen Untuk Memprediksi Jumlah Penduduk. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 1(1): 259–267.
- Farsadi, M., Hosseinejad, H. & Dizaji, T.S. 2016. Solving unit commitment and economic dispatch simultaneously considering generator constraints by using nested PSO. *ELECO 2015 - 9th International Conference on Electrical and Electronics Engineering*, 493–499.
- Fitria, A. & Widowati, H. 2017. Implementasi metode rational unified process dalam pengembangan sistem administrasi kependudukan. *Jurnal Teknologi Rekayasa*, 22: 27–36.
- Ganguly, P., Kalam, A. & Zayegh, A. 2017. Short term load forecasting. *Melecon*, (October): 1470–1473.
- Huang, Y., Horng, S., He, M., Fan, P., Kao, T., Khurram, M., Lai, J. & Kuo, I. 2011. Expert Systems with Applications A hybrid forecasting model for enrollments based on aggregated fuzzy time series and particle swarm optimization. *Expert Systems With Applications*, 38(7).
- Jie, Z., Chaozan, F. & Bo, L. 2016. An Improved Particle Swarm Optimization Based on Repulsion Factor. (January 2012).
- Kashi, R.Y. & Widodo, E. 2019. Pengendalian Kualitas Crude Palm Oil (CPO) Dengan Diagram Kontrol Multivariat Exponatially Weighted Moving Avarage (MEWMA). *Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 2: 848–853.
- Kuo, I.H., Horng, S.J., Kao, T.W., Lin, T.L., Lee, C.L. & Pan, Y. 2009. An improved method for forecasting enrollments based on fuzzy time series and particle swarm optimization. *Expert Systems with Applications*, 36(3 PART 2): 6108–6117.
- Kurniawan, M. & Suciati, N. 2017. Modifikasi Kombinasi Particle Swarm Optimization dan Genetic Algorithm untuk Permasalahan Fungsi Non-Linier. *INTEGER: Journal of Information Technology*, (1998): 31–40.
- Ningrum, R.W., Surarso, B. & others 2019. Increasing number of clusters on fuzzy time series (fts) forecasting method. *Journal of Physics: Conference Series*. hal.22075.
- Nugroho, K. 2016. Model Analisis Prediksi Menggunakan Metode Fuzzy Time Series. *Infokam*, 12(1): 46–50.

- Ridhwan, A., Ratnawati, D.E. & Rahayudi, B. 2018. Peramalan Produksi Gula Pasir Menggunakan Fuzzy Time Series Dengan Optimasi Algoritma Genetika (Studi Kasus PG Candi Baru Sidoarjo). 2(8): 2542–2548.
- Rifandi, A.D.A., Setiawan, B.D. & Tibyani 2018. Optimasi Interval Fuzzy Time Series Menggunakan Particle Swarm Optimization pada Peramalan Permintaan Darah : Studi Kasus Unit Transfusi Darah Cabang - PMI Kota Malang. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (J-PTIIK) Universitas Brawijaya, 2(7): 2770–2779.
- Rini, A. 2017. Implementasi Metode Rational Unified Process pada Website PT. Cinta Kasih Pribadina. Teknomatika, 7(1): 1–12.
- Xihao, S., L.Y. 2008. Average-based fuzzy time series models for forecasting Shanghai compound. World Journal of Modelling and Simulation, 4(2): 104–111.