

**PENERAPAN ALGORITMA SIMULATED ANNEALING UNTUK OPTIMISASI
PENEMPATAN GURU KE SEKOLAH**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Program Studi Informatika



Disusun oleh:

Fernando Alvin Lexiano Susanto

215314176

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Sanata Dharma

Yogyakarta

2025

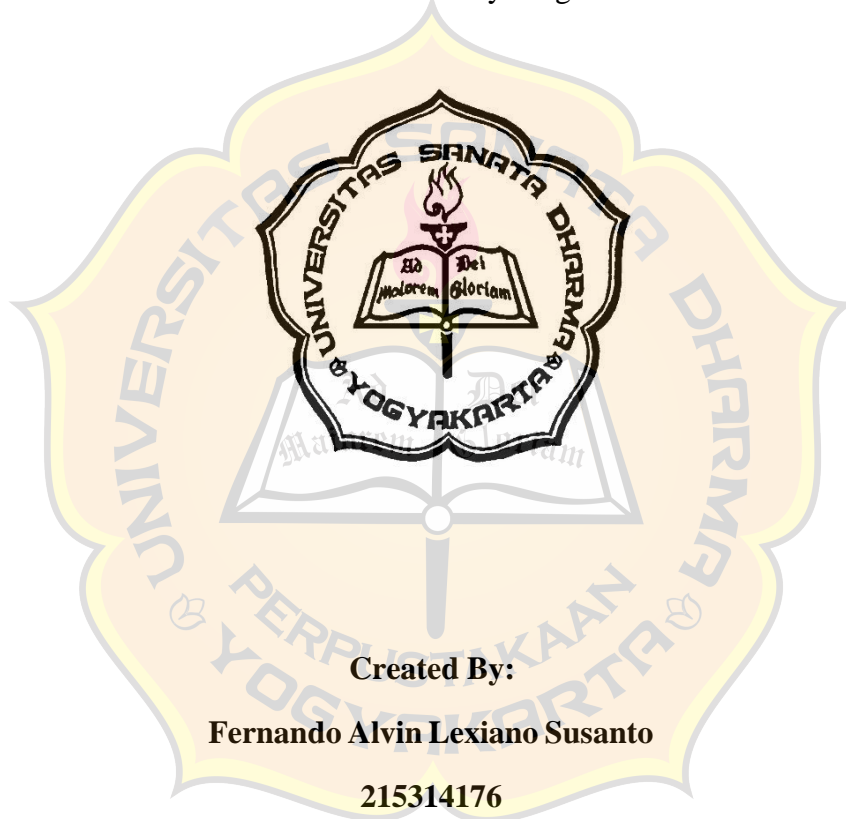
**APPLICATION OF SIMULATED ANNEALING ALGORITHM FOR OPTIMIZATION
OF TEACHER PLACEMENT TO SCHOOLS**

THESIS

Present as Partial Fulfillment of the Requirement

To Obtain the *Sarjana Komputer* Degree

in Informatics Study Program



Faculty of Science and Technology

Sanata Dharma University

Yogyakarta

2025

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING

SKRIPSI

**PENERAPAN ALGORITMA SIMULATED ANNEALING UNTUK OPTIMISASI
PENEMPATAN GURU KE SEKOLAH**

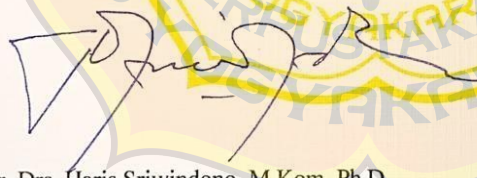
Disusun oleh:

Fernando Alvin Lexiano Susanto

215314176

Telah disetujui oleh :

Dosen Pembimbing,



Ir. Drs. Haris Sriwindono, M.Kom, Ph.D.

Tanggal: 10 Januari 2025

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

PENERAPAN ALGORITMA SIMULATED ANNEALING UNTUK OPTIMISASI
PENEMPATAN GURU KE SEKOLAH

Dipersiapkan dan ditulis oleh:

Fernando Alvin Lexiano Susanto

215314176

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

JABATAN

NAMA LENGKAP

TANDA TANGAN

Ketua

Drs. Hari Suparwito, S.J., M.App.IT

Sekretaris

Eduardus Hardika Sandy Atmaja S.Kom.,
M.Cs.

Anggota

Ir. Drs. Haris Sriwindono, M.Kom, Ph.D.

Yogyakarta, 10 Januari 2025

Fakultas Sains dan Teknologi Universitas

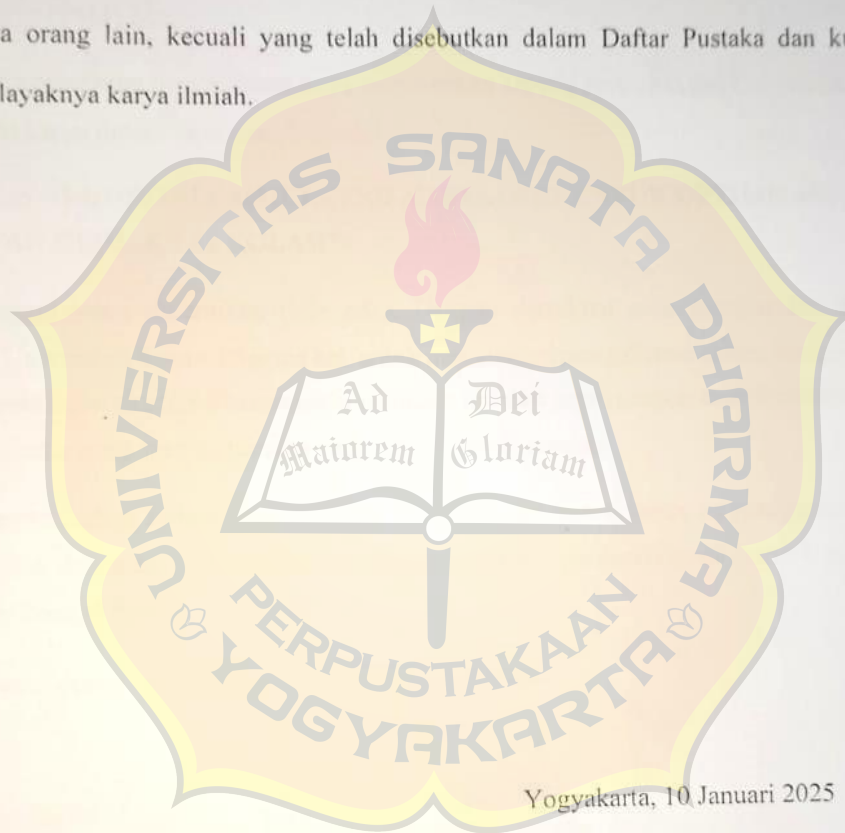
Sanata Dharma Dekan,



Ir. Drs. Haris Sriwindono, M.Kom, Ph.D.

HALAMAN KEASLIAN KARYA

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya tulis tidak mengandung atau memuat karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan dalam Daftar Pustaka dan kutipan sebagaimana layaknya karya ilmiah.



Yogyakarta, 10 Januari 2025

Penulis

Fernando Alvin Lexiano Susanto

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya mahasiswa Universitas Sanata Dharma:

Nama : Fernando Alvin Lexiano Susanto

NIM : 215314176

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya memberikan kepada Perpustakaan Universitas Sanata Dharma karya ilmiah saya yang berjudul:

“PENERAPAN ALGORITMA SIMULATED ANNEALING UNTUK OPTIMISASI PENEMPATAN GURU KE SEKOLAH”

Beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan demikian saya memberikan kepada Perpustakaan Universitas Sanata Dharma hak untuk menyimpan mengalihkan dalam bentuk media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya maupun memberikan royalti kepada saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis.

Atas kemajuan teknologi informasi, saya tidak keberatan jika nama, tanda tangan, gambar atau *image* yang ada di dalam karya ilmiah saya terindeks oleh mesin pencari (*search engine*), misalnya *Google* atau *Microsoft Bing*.

Dengan demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Yogyakarta

Pada Tanggal: 10 Januari 2025

Yang menyatakan,



Fernando Alvin Lexiano Susanto

HALAMAN MOTTO

"Menunda skripsi adalah seni, menyelesaikannya adalah prestasi. Jangan lupa bahwa langkah kecil hari ini adalah awal dari pencapaian besar di masa depan."



HALAMAN KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan rahmat yang telah dikaruniakan-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan laporan penelitian tugas akhir yang berjudul “Penerapan Algoritma Simulated Annealing Untuk Optimisasi Penempatan Guru ke Sekolah”. Laporan penelitian ini merupakan salah satu persyaratan mencapai gelar Sarjana Komputer di Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.

Dalam penulisan laporan penelitian ini tentunya tidak lepas dari dukungan, doa, serta bantuan yang penulis dapatkan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terimakasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus yang telah memberi anugrah dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Drs. Haris Sriwindono, M.Kom, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta serta dosen pembimbing yang telah membimbing, memberikan masukan, saran, motivasi, dan waktu juga tenaga sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Ir. Iwan Binanto, selaku ketua Program Studi Informatika Universitas Sanata Dharma.
4. Seluruh dosen yang telah mendidik dan memberikan ilmu pengetahuan selama penulis menjalani Pendidikan di Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
5. Hendri Susanto dan Veronica Frianti selaku orang tua penulis dan Nathaniel Ivan Susanto selaku saudara penulis yang telah memberikan dukungan moral, material, dan spiritual selama masa perkuliahan.
6. Keluarga Pakde dan Budhe Jogja yang telah bersedia menerima penulis serta memberikan dukungan moral selama masa perkuliahan di Jogja.
7. Maria Gratia Yavita yang selalu memberikan semangat, motivasi, dan dorongan untuk menyelesaikan tugas akhir serta selalu hadir dalam suka maupun duka selama

penyusunan tugas akhir ini. Komang dan Greto selaku sahabat yang selalu menghibur dan memberikan semangat kepada penulis.

8. Teman-teman Informatika 2021 untuk kebersamaan selama masa perkuliahan.
9. Semua Pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penulis menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan penelitian dan penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik, saran, serta masukan dari pembaca agar tugas akhir ini dapat menjadi lebih baik lagi di masa yang akan datang. Semoga penelitian ini berguna dan memberi manfaat bagi semua pihak.

Yogyakarta, 10 Januari 2025

Fernando Alvin Lexiano Susanto



ABSTRAK

Guru memiliki peran yang sangat penting dalam proses pendidikan di Indonesia. Penempatan Guru yang tidak merata dapat mempengaruhi kualitas sekolah dan kualitas peserta didik. Permasalahan tersebut terjadi juga di Sekolah Dasar (SD) di Kabupaten Magelang. Hambatan yang biasa dialami dalam proses penempatan guru ini adalah jauhnya lokasi tempat tinggal dengan lokasi sekolah tempat guru mengajar. Jarak tempat tinggal dan sekolah yang terlalu jauh menyebabkan penurunan kualitas guru pada saat mengajar. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi permasalahan penempatan guru tersebut dengan cara menerapkan algoritma Simulated Annealing (SA) dalam proses optimisasinya. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 106 SD dan 636 guru, dengan fokus pada pengurangan jarak total penempatan guru. Setelah dilakukan 25 skenario pengujian didapatkan hasil bahwa semakin tinggi nilai iterasi maka solusi yang dihasilkan makin optimal, dalam konteks ini total jarak yang didapat bernilai semakin kecil. Pengaturan parameter lain seperti *cooling rate* & suhu awal juga ternyata memberikan pengaruh terhadap solusi yang dihasilkan. Hasil jarak total paling optimal yaitu 4936 Kilometer (Km) yang didapat pada parameter suhu awal = 1000, *cooling rate* = 0.99, & iterasi = 20.000. Untuk selanjutnya penggunaan metode hybrid seperti mengkombinasikan algoritma SA dengan algoritma lain disarankan agar memberikan hasil yang lebih optimal. Kemudian karena iterasi yang digunakan bernilai besar maka waktu komputasi pun akan menjadi lebih lama, penggunaan model *cloud computing* bisa digunakan untuk membantu mempercepat proses dan hasil optimisasi.

Kata Kunci : *Simulated Annealing, Penempatan Guru, Optimisasi, Pendidikan, Kabupaten Magelang*

ABSTRACT

Teachers have a very important role in the education process in Indonesia. The uneven placement of teachers can affect the quality of schools and the quality of students. This problem also occurs in elementary schools in Magelang district. A common obstacle in the teacher placement process is the distance between the location of the residence and the location of the school where the teacher teaches. The distance between the place of residence and the school causes a decrease in the quality of teachers when teaching. This research aims to solve the teacher placement problem by applying the Simulated Annealing (SA) algorithm in the optimization process. The dataset used in this study consists of 106 elementary schools and 636 teachers, with a focus on reducing the total distance of teacher placement. After 25 test scenarios, the results show that the higher the iteration value, the more optimal the solution is, in this context the total distance obtained is smaller. Other parameter settings such as *cooling rate* & initial temperature also have an influence on the resulting solution. The most optimal total distance result is 4936 Kilometers (Km) obtained at the initial temperature parameter = 1000, *cooling rate* = 0.99, & iteration = 20,000. For further use of hybrid methods such as combining the SA algorithm with other algorithms is recommended to provide more optimal results. Then because the iterations used are large, the computation time will be longer, the use of *cloud computing* models can be used to help speed up the optimization process and results.

Keywords: *Simulated Annealing, Teacher Placement, Optimization, Education, Magelang District*

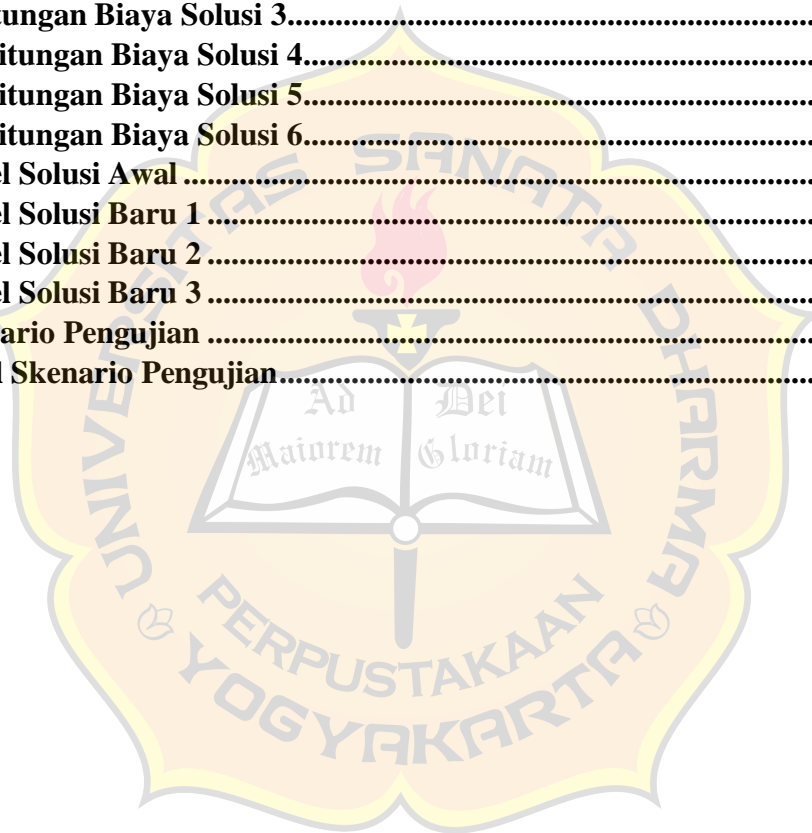
DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	I
HALAMAN PENGESAHAN	II
HALAMAN KEASLIAN KARYA.....	III
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	IV
HALAMAN MOTTO.....	V
HALAMAN KATA PENGANTAR	VI
ABSTRAK.....	VIII
ABSTRACT	IX
DAFTAR ISI.....	X
DAFTAR TABEL.....	XII
DAFTAR GAMBAR	XIII
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN.....	2
1.4 MANFAAT PENELITIAN	3
1.5 BATASAN MASALAH.....	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 PENELITIAN TERDAHULU	5
2.2 TINJAUAN TEORITIS.....	10
2.2.1 Guru	10
2.2.2 Penempatan Guru	11
2.2.3 Algoritma Optimisasi.....	11
2.2.4 Haversine Formula.....	12

2.2.5	Algoritma Simulated Annealing	13
BAB III METODE PENELITIAN.....		15
3.1	GAMBARAN UMUM PENELITIAN.....	15
3.2	METODOLOGI PENELITIAN.....	16
3.3	DESKRIPSI DATA	17
3.4	PROSEDUR PENERAPAN ALGORITMA SA.....	18
3.4.1	Konversi Jarak Menggunakan Haversine Formula.....	18
3.4.2	Menetapkan Solusi Awal (Initial state)	20
3.4.3	Menentukan Cooling Rate.....	22
3.4.4	Menghitung Selisih Biaya Solusi Tetangga	23
3.4.5	Menghitung Probabilitas Penerimaan (Acceptance Probability)	25
3.4.6	Penerapan Algoritma SA.....	27
3.5	EVALUASI HASIL.....	29
3.6	SKENARIO PENGUJIAN	30
BAB IV IMPLEMENTASI DAN ANALISIS HASIL.....		32
4.1	IMPLEMENTASI PROGRAM.....	32
4.1.1	Import Library dan Pembacaan Dataset.....	33
4.1.2	Konversi Jarak dengan Haversine Formula.....	34
4.1.3	Program Algoritma Simulated Annealing	34
4.2	ANALISA HASIL	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		63
5.1	KESIMPULAN.....	63
5.2	SARAN.....	64
DAFTAR PUSTAKA		65
LAMPIRAN		67

DAFTAR TABEL

Table 2. 1 Referensi Penelitian Terhadulu.....	5
Tabel 3. 1 Contoh Data Guru.....	16
Tabel 3. 2 Contoh Data SD.....	17
Tabel 3. 3 Hasil Konversi Koordinat ke Radian	18
Tabel 3. 4 Hasil Perhitungan Selisih Koordinat	19
Tabel 3. 5 Hasil Perhitungan Jarak dengan Haversine Formula.....	19
Tabel 3. 6 Implementasi Geometric Cooling.....	21
Tabel 3. 7 Perhitungan Biaya Solusi 1.....	22
Tabel 3. 8 Perhitungan Biaya Solusi 2.....	22
Tabel 3. 9 Perhitungan Biaya Solusi 3.....	23
Tabel 3. 10 Perhitungan Biaya Solusi 4.....	23
Tabel 3. 11 Perhitungan Biaya Solusi 5.....	24
Tabel 3. 12 Perhitungan Biaya Solusi 6.....	24
Tabel 3. 13 Tabel Solusi Awal	27
Tabel 3. 14 Tabel Solusi Baru 1	27
Tabel 3. 15 Tabel Solusi Baru 2	28
Tabel 3. 16 Tabel Solusi Baru 3	28
Tabel 3. 17 Skenario Pengujian	30
Tabel 4. 18 Hasil Skenario Pengujian.....	62



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Alir Algoritma SA.....	15
Gambar 4. 1 Dataframe Sekolah Dasar (SD)	32
Gambar 4. 2 Dataframe Guru.....	33
Gambar 4. 3 Import Library & Membaca dataset	33
Gambar 4. 4 Metode Konversi Jarak Haversine Formula.....	34
Gambar 4. 5 Metode Hitung Total Jarak	34
Gambar 4. 6 Program Algoritma Simulated Annealing.....	35
Gambar 4. 7 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 1000, Cooling Rate = 0.99, Iteration = 1.000	36
Gambar 4. 8 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 1000, Cooling Rate = 0.99, Iteration = 5.000	37
Gambar 4. 9 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 1000, Cooling Rate = 0.99, Iteration = 10.000	38
Gambar 4. 10 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 1000, Cooling Rate = 0.99, Iteration = 20.000	39
Gambar 4. 11 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 100, Cooling Rate = 0.85, Iteration = 1000.....	40
Gambar 4. 12 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 100, Cooling Rate = 0.85, Iteration = 5000.....	41
Gambar 4. 13 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 100, Cooling Rate = 0.85, Iteration = 10.000	42
Gambar 4. 14 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 100, Cooling Rate = 0.99, Iteration = 10.000	43
Gambar 4. 15 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 1000, Cooling Rate = 0.90, Iteration = 10.000	44
Gambar 4. 16 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 100, Cooling Rate = 0.90, Iteration = 10.000	45
Gambar 4. 17 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 90, Cooling Rate = 0.90, Iteration = 1.000	46
Gambar 4. 18 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 80, Cooling Rate = 0.90, Iteration = 1.000	47
Gambar 4. 19 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 70, Cooling Rate = 0.90, Iteration = 1.000	48
Gambar 4. 20 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 60, Cooling Rate = 0.90, Iteration = 1.000	49
Gambar 4. 21 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 50, Cooling Rate = 0.90, Iteration = 1.000	50
Gambar 4. 22 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 50, Cooling Rate = 0.90, Iteration = 5.000	51

Gambar 4. 23 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 60, Cooling Rate = 0.90, Iteration = 5.000 52

Gambar 4. 24 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 70, Cooling Rate = 0.90, Iteration = 5.000 53

Gambar 4. 25 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 80, Cooling Rate = 0.90, Iteration = 5.000 54

Gambar 4. 26 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 90, Cooling Rate = 0.90, Iteration = 5.000 55

Gambar 4. 27 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 500, Cooling Rate = 0.99, Iteration = 10.000 56

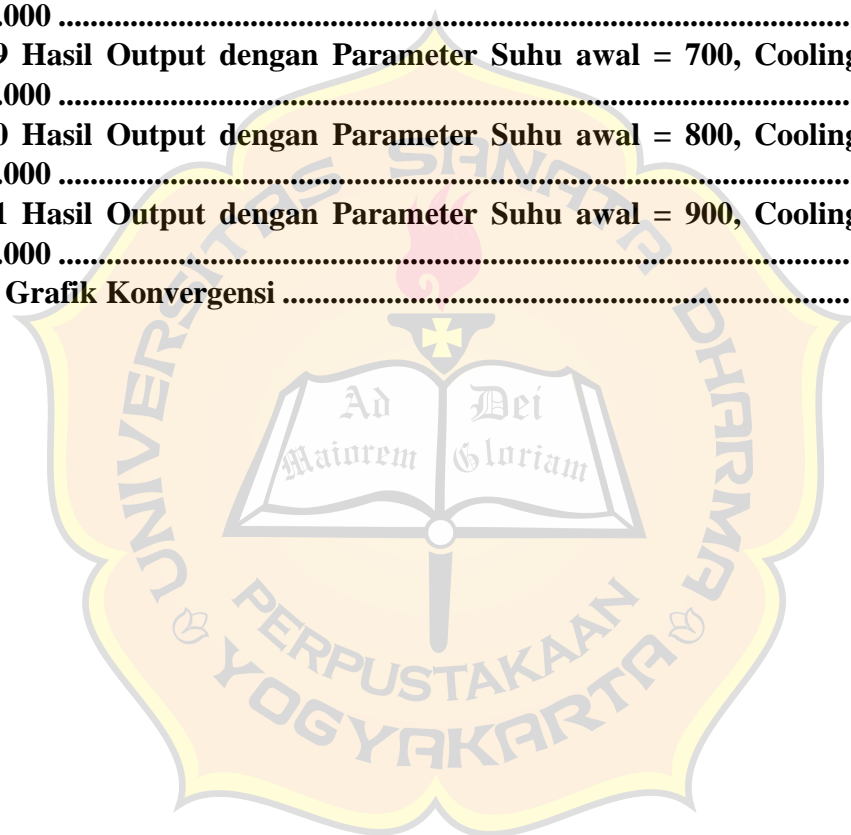
Gambar 4. 28 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 600, Cooling Rate = 0.99, Iteration = 10.000 57

Gambar 4. 29 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 700, Cooling Rate = 0.99, Iteration = 10.000 58

Gambar 4. 30 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 800, Cooling Rate = 0.99, Iteration = 10.000 59

Gambar 4. 31 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 900, Cooling Rate = 0.99, Iteration = 10.000 60

Gambar 4. 32 Grafik Konvergensi 62



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Guru memiliki peran yang sangat penting dalam proses pendidikan di Indonesia. Penempatan Guru yang tidak merata dapat mempengaruhi kualitas sekolah dan kualitas peserta didik[1]. Permasalahan penempatan guru ini juga terjadi di Sekolah Dasar (SD) Kabupaten Magelang. Hambatan yang biasa dialami dalam proses penempatan guru ini adalah jauhnya lokasi tempat tinggal dengan lokasi sekolah tempat guru mengajar. Jarak tempat tinggal dan sekolah yang terlalu jauh menyebabkan penurunan kualitas guru pada saat mengajar. Untuk mengatasi permasalahan faktor jarak diatas maka diperlukan adanya optimisasi penempatan guru, sehingga persebaran guru bisa lebih sesuai. Salah satu caranya adalah menggunakan algoritma optimisasi untuk membantu membuat penempatan guru yang lebih optimal.

Menurut para ahli Algoritma Optimisasi (AO) di bagi menjadi 2 yaitu deterministik dan probabilistik [2]. Dengan memperhatikan besaran jumlah data dalam penelitian ini maka algoritma probabilistik lebih cocok untuk diimplementasikan, karena jika menggunakan algoritma deterministik akan membutuhkan waktu komputasi yang lebih lama. Salah satu contoh algoritma probalistik adalah algoritma Simulated Annealing (SA).

Algoritma SA adalah algoritma yang terinspirasi oleh proses *annealing* saat membuat materi yang terdiri dari butir kristal atau logam. Tujuan dari proses ini adalah untuk menghasilkan struktur kristal yang baik dengan penggunaan energi yang minimal [2].

Kemudian ada juga penelitian mengenai penerapan algoritma SA dalam menyelesaikan *Traveling Salesman Problem* (TSP) untuk masalah distribusi buah di kota Bogor, terbukti bahwa algoritma SA dapat memberikan solusi optimal melalui iterasi yang dihasilkan [3]. Pada contoh kasus dengan 10 titik koordinat, total jarak awal yang semula adalah 28,45 Km berhasil dikurangi menjadi 24,03 Km setelah penerapan algoritma SA pada iterasi ke-200.

Studi lain mengenai penempatan *Access Point* (AP) dalam jaringan nirkabel menggunakan algoritma SA juga pernah dilakukan. Dalam penelitian tersebut menunjukkan peningkatan rata-rata persentase cakupan area dari 11% menjadi kisaran 18% - 20% di setiap titik AP [4]. Maka berdasarkan penjelasan contoh kasus di atas penelitian pada skripsi ini akan diimplementasikan

dengan menggunakan algoritma SA untuk mencari solusi optimisasi mengenai masalah penempatan guru di Kabupaten Magelang dan juga untuk membuktikan apakah algoritma SA lebih baik untuk menyelesaikan permasalahan pada studi kasus ini. Hasil akhir dari penelitian ini berupa solusi penyelesaian mengenai penerapan algoritma SA dalam kasus optimisasi penempatan guru ke sekolah-sekolah.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini, perumusan masalah difokuskan pada penerapan algoritma Simulated Annealing (SA) untuk menyelesaikan permasalahan penempatan guru di Sekolah Dasar (SD) Kabupaten Magelang. Berdasarkan hal tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah algoritma SA bisa digunakan untuk menyelesaikan kasus penempatan guru di Sekolah Dasar (SD) Kabupaten Magelang?
2. Bagaimana pengaruh parameter terhadap jarak total penempatan guru di SD Kabupaten Magelang?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan, menerapkan, mengevaluasi solusi serta membuat kesimpulan berdasarkan permasalahan penempatan guru di Sekolah Dasar (SD) Kabupaten Magelang dengan menggunakan algoritma Simulated Annealing (SA). Adapun tujuan penelitian ini secara khusus adalah:

1. Membuat penyelesaian solusi penempatan guru berupa jarak total minimal dengan menggunakan algoritma SA.
2. Meninjau perubahan nilai parameter (*cooling rate*, jumlah iterasi, suhu) apakah mempengaruhi hasil solusi akhir.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi Penulis

Penelitian ini membantu meningkatkan pengalaman, pengetahuan, dan pemahaman proses pengembangan model dalam menyelesaikan masalah optimisasi penempatan guru menggunakan Algoritma SA.

2. Bagi Pembaca

Penelitian ini dapat dijadikan referensi dan meningkatkan pengetahuan pembaca untuk penelitian selanjutnya.

3. Bagi Dinas Pendidikan

Penelitian ini diharapkan dapat digunakan oleh Dinas Pendidikan, secara khusus Dinas Pendidikan Kabupaten Magelang sebagai referensi untuk menangani masalah penempatan guru.

1.5 Batasan Masalah

1. Studi kasus di Sekolah Dasar (SD) daerah Kabupaten Magelang.
2. Atribut dataset terdiri dari 106 SD dan 636 guru.
3. Parameter iterasi maksimal 20.000

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini memuat uraian mengenai latar belakang permasalahan, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan sebagai panduan isi laporan.

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Berisi teori-teori yang menjadi landasan penelitian, termasuk pembahasan penelitian terdahulu dan tinjauan teoritis yang berkaitan dengan algoritma Simulated Annealing (SA).

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

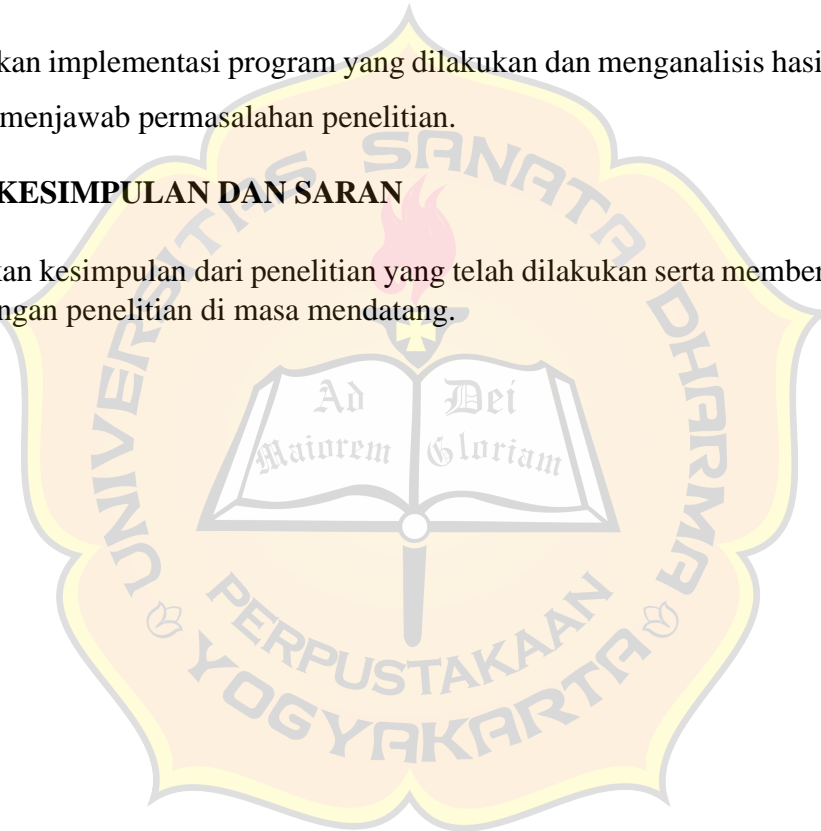
Menguraikan gambaran umum penelitian, metodologi yang digunakan, deskripsi data, tahapan penelitian, analisis hasil, serta skenario pengujian.

BAB IV: IMPLEMENTASI DAN ANALISIS HASIL

Menjelaskan implementasi program yang dilakukan dan menganalisis hasil dari skenario pengujian untuk menjawab permasalahan penelitian.

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Menyajikan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan serta memberikan saran untuk pengembangan penelitian di masa mendatang.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Hasil penelitian sebelumnya akan dibahas dalam bab ini. Dalam bab 2 ini akan diberikan uraian tentang hasil penelitian sebelumnya dan hubungannya dengan penelitian lain. Selain itu, akan dibahas tinjauan teoritis yang menggabungkan ide dan prinsip dasar yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah penelitian ini.

2.1 Penelitian Terdahulu

Hasil publikasi yang membahas mengenai hasil penelitian sebelumnya yang termuat di dalam jurnal-jurnal yang isinya berkaitan dengan penelitian. Mengenai jurnal-jurnal yang terkait, dapat di lihat pada **Tabel 2.1**.

Table 2. 1 Referensi Penelitian Terdahulu

No	Penelitian	Metodelogi	Hasil
1	Aplikasi Simulated Annealing untuk Menyelesaikan Travelling Salesman Problem[5]	<p>Asal Data: Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari PT. XX. Data tersebut mencakup informasi mengenai biaya, jarak, dan waktu perjalanan salesman menuju beberapa pos yang harus dikunjungi. Data ini berbentuk data simetris, di mana biaya atau jarak perjalanan dari kota A ke kota B sama dengan biaya atau jarak dari kota B ke kota A.</p> <p>Atribut Data: Biaya: Biaya transportasi yang dikeluarkan untuk setiap rute.</p>	<p>Metode Simulated Annealing (SA) berhasil digunakan untuk menyelesaikan TSP dengan menghasilkan rute yang optimal.</p> <p>Penelitian ini menunjukkan bahwa SA dapat memberikan solusi yang efisien dalam menyelesaikan masalah optimasi kombinatorial seperti TSP, dengan mempertimbangkan beberapa fungsi objektif (biaya, jarak, dan waktu).</p> <p>Penelitian ini menekankan pentingnya pemilihan parameter yang tepat dalam algoritma SA</p>

No	Penelitian	Metodelogi	Hasil
		<p>Jarak: Jarak yang ditempuh dalam kilometer untuk setiap rute.</p> <p>Waktu: Waktu perjalanan yang diperlukan dalam menit untuk setiap rute.</p> <p>Rute: Urutan pos yang harus dilalui oleh salesman, dimulai dan diakhiri di pos awal.</p>	<p>untuk mencapai hasil yang optimal.</p>
2	<p>List-Based Simulated Annealing Algorithm for Travelling Salesman Problem[6]</p>	<p>Asal Data :</p> <p>Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari berbagai instance benchmark TSP, yang mencakup skala dari 51 hingga 783 kota.</p> <p>Atribut Data :</p> <p>Jarak antar kota: Disimpan dalam bentuk matriks</p> <p>Solusi awal: Solusi awal dihasilkan secara acak.</p> <p>Operasi pencarian tetangga:</p> <p>Tiga jenis operator digunakan untuk menghasilkan solusi kandidat, yaitu operator inversi, penyisipan, dan pertukaran.</p> <p>Daftar suhu: Suhu awal dihitung berdasarkan probabilitas penerimaan</p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma LBSA menawarkan kinerja yang kompetitif dibandingkan dengan algoritma-algoritma lain yang ada. Beberapa kesimpulan utama dari penelitian ini adalah:</p> <p>Robustness Parameter: Algoritma LBSA menunjukkan ketahanan terhadap variasi parameter, sehingga lebih mudah diterapkan dalam praktik tanpa perlu penyesuaian parameter yang rumit.</p> <p>Efektivitas Cooling Schedule: Penggunaan daftar suhu sebagai strategi pendinginan memberikan hasil yang baik pada berbagai nilai parameter.</p> <p>Kinerja Kompetitif: Algoritma ini mampu bersaing dengan beberapa</p>

No	Penelitian	Metodelogi	Hasil
		awal dan digunakan untuk menentukan suhu maksimum dalam setiap iterasi.	algoritma state-of-the-art lainnya dalam menyelesaikan masalah TSP benchmark.
3	Optimasi Pencarian Rute Terpendek Distribusi Barang Menggunakan Metode Simulated Annealing (Studi Kasus: Pd Bumi Jaya Indah Kota Pontianak) [7]	<p>Asal Data :</p> <p>Hasil observasi dan wawancara dengan pihak PD Bumi Jaya Indah sebagai distributor barang brand ABC.</p> <p>Atribut Data :</p> <p>Data tersebut mencakup informasi mengenai lokasi supermarket dan minimarket yang bekerja sama dengan PD Bumi Jaya Indah untuk pengantaran barang</p>	Hasil pengujian dengan memasukkan 6 lokasi pengantaran: barang, yaitu PD Bumi Jaya Indah, Ligo Mitra, Anggrek, Garuda Mitra, Mitra Anda Hasanudin, dan Ramayana, menggunakan metode Simulated Annealing menunjukkan rute terpendek dengan jarak 22,75 Km, biaya Rp 11287,50, dan waktu 34,125 menit dengan rute tertentu.
4	Simulation Of Traveling Salesman Problem For Distribution Of Fruits In Bogor City With Simulated Annealing Method [3]	<p>Asal Data :</p> <p>Atribut data terdiri dari titik koordinat 22 pelanggan buah dan sayur di kota Bogor.</p> <p>Atribut Data :</p> <p>-Koordinat X</p> <p>-Koordinat Y</p>	Hasil penelitian menyimpulkan bahwa untuk 4 dan 10 titik lokasi, 1000 iterasi sudah cukup untuk mendapatkan hasil yang optimal, sedangkan diperlukan 100.000 iterasi untuk kasus di 22 lokasi.
5	Teacher Placement Using K-Means Clustering and Genetic Algorithm [8]	<p>Asal Data :</p> <p>Data berasal dari dinas pendidikan Kabupaten Magelang</p>	Penelitian menemukan bahwa penggunaan clustering sebelum proses optimasi dengan Algoritma Genetika memberikan hasil yang lebih baik, dengan total

No	Penelitian	Metodelogi	Hasil
		Atribut Data : - Data Guru (longitude, latitude, jenis kelamin, nama guru). - Data Sekolah (longitude, latitude, nama sekolah)	jarak 9259 km dibandingkan 11751 km tanpa clustering. Selain itu, waktu komputasi berkurang secara signifikan dari jam menjadi menit.
6	Optimasi Penataan Acces Point Pada Jaringan Nirkabel Menggunakan Algoritma Simulated Annealing[4]	Asal Data : Data yang diteliti bersumber dari kondisi fisik dan konfigurasi jaringan nirkabel yang ada di Gedung Auditorium Undiksha. Atribut Data : Luas Area Jumlah Access Point (AP) Parameter Sistem pada AP Titik Koordinat Transmitter Titik Non-Line of Sight (NLoS)	Peningkatan Presentase Coverage Area : AP1 : 15% → 20% AP2 : 11% → 18% AP3 : 12% → 20%
7	A Quantitive Analysis of the Simulated Annealing	Asal Data: Studi ini menggunakan dataset yang berisi 100 kota besar di	Algoritma SA terbukti efektif menghasilkan solusi mendekati optimal, dengan kualitas solusi

No	Penelitian	Metodelogi	Hasil
	Algorithm: A Case Study for the Travelling Salesman Problem[9]	<p>Eropa sebagai contoh masalah Traveling Salesman Problem (TSP) yang simetris.</p> <p>Atribut Data: Lokasi geografis kota. Jarak antar kota sebagai basis perhitungan fungsi biaya (cost function). Implementasi algoritma simulated annealing menggunakan metode "2-opt moves" untuk mekanisme perubahannya.</p>	<p>bergantung pada kecepatan pendinginan. Distribusi solusi mengikuti pola normal untuk parameter kontrol besar dan eksponensial di dekat solusi optimal. Algoritma ini memungkinkan eksplorasi solusi lokal untuk menghindari jebakan solusi suboptimal, tetapi waktu komputasi meningkat signifikan seiring peningkatan kualitas solusi.</p>
8	A Simulated Annealing Approach to Solve a Multi Travelling Salesman Problem in a FMCG Company[10]	<p>Asal Data: d Data dalam studi ini diperoleh dari survei, analisis retrospektif, dan dataset klaim kesehatan</p> <p>Atribut Data: Karakteristik farmasi dan medis: Jenis obat seperti extended-release, formulasi enterik, dan injeksi. Parameter layanan kesehatan: Beban resep, tingkat penerimaan perawatan, dan pemanfaatan fasilitas seperti ruang gawat darurat.</p>	<p>Algoritma Simulated Annealing menunjukkan fleksibilitas tinggi dalam menangani masalah optimasi yang kompleks. Penyesuaian parameter diperlukan di tiap aplikasi untuk mencapai hasil optimal.</p>

No	Penelitian	Metodelogi	Hasil
		<p>Faktor demografi: Usia, jenis kelamin, dan wilayah geografis.</p> <p>Indikator klinis: Beban pil, pola resep, dan pengendalian parameter kesehatan pasien.</p> <p>Metode statistik: Chi-square, ANOVA, uji t, serta analisis regresi multivariabel untuk hasil kuantitatif.</p>	

Jurnal-jurnal yang tercantum pada **Tabel 2.1** diatas merupakan jurnal yang relevan dengan topik pembahasan pada penelitian ini. Teori-teori pada jurnal diatas juga diperuntukan sebagai acuan dan pendukung penelitian ini, terutama mengenai penyelesaian TSP menggunakan algoritma SA. Algoritma SA terbukti mampu menyelesaikan persoalan TSP yang memuat variabel-variabel yang kompleks. Namun untuk menyelesaikan permasalahan tersebut penyesuaian parameter juga diperlukan agar waktu komputasi dan solusi yang dihasilkan lebih optimal.

2.2 Tinjauan Teoritis

2.2.1 Guru

Guru adalah seorang ahli yang memiliki keahlian dan kualifikasi untuk mengajar dan mendampingi siswa selama proses pendidikan. Mereka memiliki tanggung jawab besar dalam membimbing siswa dalam pembelajaran dan pengajaran. Selain itu, guru memiliki peran yang signifikan dalam membentuk karakter dan kepribadian siswa serta membantu mereka mencapai potensi terbaik mereka [1].

Ada banyak faktor yang mempengaruhi kegiatan belajar. Antara lain kematangan, motivasi, hubungan siswa-guru, tingkat kebebasan, kemampuan verbal, ketrampilan komunikasi guru, dan rasa aman. Jika semua faktor tersebut terpenuhi, kegiatan belajar akan berlangsung dengan baik. Bahkan jika guru memiliki kemampuan untuk memecahkan berbagai masalah, guru harus dapat menjelaskan materi kepada siswanya [11].

2.2.2 Penempatan Guru

Penempatan guru adalah proses penugasan guru profesional untuk mengajar di sekolah dasar, menengah, atau atas, baik negeri maupun swasta (Undang-Undang No.14 Tahun 2005). Proses ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan guru di setiap sekolah dan memastikan distribusi guru yang optimal untuk menunjang kualitas pendidikan.

Dalam kasus penempatan guru di tiap-tiap sekolah, banyak faktor yang mempengaruhi penempatan. Seperti kualifikasi yang dibutuhkan, pendidikan, umur, pengalaman mengajar, dan status kepegawaian. Namun, hingga saat ini komposisi guru yang dihasilkan tidak merata karena ada faktor lain yang masih jarang dipertimbangkan, salah satunya adalah jarak tempat tinggal guru dengan sekolah. Penempatan guru yang optimal akan membantu meningkatkan kualitas pendidikan [8].

2.2.3 Algoritma Optimisasi

Algoritma adalah langkah komputasi yang mengubah input menjadi output. Algoritma adalah setiap prosedur komputasi yang terdefinisi dengan baik yang mengambil beberapa nilai atau seperangkat nilai, sebagai masukan dan menghasilkan beberapa nilai atau seperangkat nilai sebagai output yang harus dapat ditentukan benar atau salah. Optimisasi adalah upaya untuk meminimalkan atau memaksimalkan sesuatu dengan menggunakan metode, fungsi, dan peluang yang ada secara sistematis [12]. Oleh karena itu, banyak orang dari berbagai bidang ilmu, terutama dalam ilmu komputer dan matematika, berkonsentrasi pada optimasi [13]. Teknik heuristik merupakan teknik untuk membantu memecahkan masalah dengan menghasilkan solusi yang baik atau kemampuan untuk memecahkan masalah dengan mudah daripada mengabaikan kebenaran solusi. Sementara itu teknik Metaheuristik pertama kali muncul pada tahun 1986 dan disebut sebagai alternatif untuk strategi pencarian di atas ruang pencarian dengan tujuan mencapai hasil yang optimal [14]. Teknik metaheuristik adalah proses pembangkitan secara berulang yang

memandu heuristik dengan menggabungkan konsep cerdas untuk mengeksplorasi dan memanfaatkan ruang pencarian. Ini adalah strategi pembelajaran yang digunakan untuk menyusun informasi untuk menemukan solusi optimal [15].

Algoritma Optimisasi adalah algoritma untuk menemukan nilai x sehingga menghasilkan $f(x)$ yang bernilai sekecil atau sebesar mungkin untuk fungsi f yang diberikan, mungkin dengan beberapa batasan pada x . Nilai x dapat berupa skalar atau vektor dari nilai kontinu atau diskrit. Algoritma pencarian sedikit berbeda dari algoritma optimisasi, algoritma pencarian memiliki kriteria yang menentukan apakah elemen x_i merupakan solusi. Sebaliknya, algoritma optimisasi menggunakan fungsi-fungsi objektif untuk menentukan seberapa baik konfigurasi yang diberikan [2].

2.2.4 Haversine Formula

Rumus *haversine* adalah salah satu formula matematika yang dapat digunakan untuk menghitung jarak lingkaran terpendek (jarak ortodrom) antara dua titik pada permukaan bumi dengan menggunakan koordinat geografis (longitude dan latitude) [1]. Rumus haversine dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$x = (\text{long}2 - \text{long}1) * \cos((\text{lat}2 + \text{lat}1) \div 2) \quad (2.1)$$

$$y = (\text{lat}2 - \text{lat}1) \quad (2.2)$$

$$d = \sqrt{x * x + y * y} * R \quad (2.3)$$

di mana:

x = Mengkonversi koordinat ke radian

y = Menghitung perbedaan koordinat

d = Jarak

long = Longitude

lat = Latitude

R = Radius Bumi = 6371 km

¹ https://en.wikipedia.org/wiki/Haversine_formula

2.2.5 Algoritma Simulated Annealing

Algoritma Simulated Annealing (SA) adalah algoritma yang terinspirasi oleh proses *annealing* saat membuat materi yang terdiri dari butir kristal atau logam. Tujuan dari proses ini adalah menghasilkan struktur kristal yang baik dengan seminimal mungkin menggunakan energi. Ide SA berasal dari artikel yang diterbitkan pada tahun 1953 oleh Metropolis. Sifat struktur suatu materi keras bergantung pada tingkat pendinginan setelah memanaskan hingga mencair. Materi cair dapat menghasilkan kristal-kristal berkualitas tinggi jika didinginkan secara perlahan dan jika didinginkan secara cepat, kristal-kristal yang terbentuk tidak akan sempurna[2]. Cara Kerja Algoritma SA secara garis besar:

- 1.) Algoritma dimulai dengan solusi awal acak untuk masalah yang ingin dipecahkan.
- 2.) Menghitung nilai fungsi fitness untuk merepresentasikan "kebaikan" dari solusi. Semakin rendah nilai, semakin baik solusinya.
- 3.) Algoritma secara acak memilih solusi baru di sekitar solusi saat ini.
- 4.) Penerimaan solusi yang akan dijadikan solusi selanjutnya dipertimbangkan menggunakan rumus *Acceptance Probability*.

Penerimaan/penolakan ditentukan oleh selisih energi:

$$P(E) = e^{-E/kT} \quad (2.4)$$

$$\Delta E = E_{i+1} - E_i \quad (2.5)$$

Energi pada proses annealing

$$E_i = f(x_i) \quad (2.6)$$

$$P[E_{i+1}] = \begin{cases} 1, & \Delta E \leq 0 \\ e^{-\Delta E/kT} & \Delta E > 0 \end{cases} \quad (2.7)$$

Dimana:

→ ΔE adalah perubahan biaya atau energi, dihitung sebagai $E_{\text{tetangga}} - E_{\text{saat ini}}$

→ P adalah fungsi probabilitas

→ T adalah suhu saat ini dalam algoritma SA

→ Etetangga adalah biaya solusi tetangga

→ Esaat ini adalah biaya solusi saat ini

5.) Penurunan temperatur dapat mempengaruhi probabilitas penerimaan solusi yang lebih buruk secara bertahap / seiring waktu (seperti temperatur yang mendingin).

6.) Pengulangan: Langkah 2-5 diulang hingga mencapai kondisi terminasi, seperti jumlah iterasi maksimum atau nilai fungsi fitness yang cukup baik.

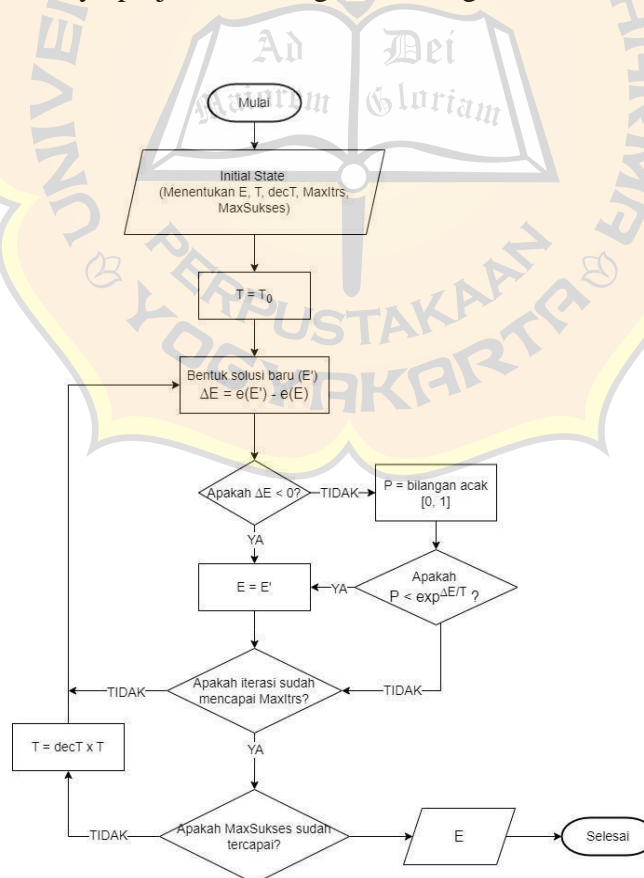


BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini akan menguraikan secara menyeluruh tahapan-tahapan dalam penelitian yang akan dilaksanakan, sehingga metode-metode yang akan diterapkan dapat dijelaskan dengan jelas.

3.1 Gambaran Umum Penelitian

Bab ini memberikan gambaran umum mengenai penelitian yang dilakukan untuk mengoptimalkan penempatan guru di SD Kabupaten Magelang menggunakan algoritma SA. Penelitian ini berfokus pada penyelesaian masalah penempatan guru di Kabupaten Magelang menggunakan pendekatan Algoritma SA. Masalah ini dapat dipandang sebagai variasi dari *Travelling Salesman Problem* (TSP), di mana tujuannya adalah meminimalkan total jarak perjalanan guru ke sekolah-sekolah yang ditempatkan. Penyelesaian masalah penempatan guru yang efisien sangat penting untuk memastikan distribusi tenaga pengajar yang optimal dan mengurangi waktu serta biaya perjalanan. Diagram alir algoritma SA dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Algoritma SA

3.2 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian adalah urutan langkah-langkah yang akan digunakan dalam pembuatan kerangka sistem dengan merumuskan, menganalisa serta memecahkan masalah. Langkah penyelesaian yang akan dilakukan dalam penelitian ini berdasarkan pada gambar 3.1. Tahap pertama adalah pengumpulan data yang mencakup proses pengumpulan dan pengambilan data yang akan digunakan untuk penelitian. Tahap kedua adalah pemrosesan data, di mana data koordinat longitude dan latitude akan dikonversi menjadi satuan jarak dalam kilometer (Km) dan dilakukan iterasi untuk menemukan solusi terbaik dengan algoritma SA. Tahap ketiga merupakan evaluasi dan kesimpulan dari pemrosesan data sebelumnya, sehingga menghasilkan rute terbaik dan penempatan guru di tiap-tiap SD.

3.3 Deskripsi Data

Sumber data yang akan digunakan dalam penelitian ini berupa data guru dan data SD di Kabupaten Magelang. Isi atau atribut dari data tersebut meliputi nama guru, nama SD, serta lokasi guru dan lokasi SD yang berupa koordinat *longitude* dan *latitude*. Data tersebut bersumber dari Dinas Pendidikan Kabupaten Magelang. Data dalam penelitian ini terdiri dari 636 data guru dan 106 data SD. Contoh data Guru dapat dilihat pada **Tabel 3.1** dan Contoh data Sekolah pada **Tabel 3.2**.

Tabel 3. 1 Contoh Data Guru

Id Guru	Nama Guru	LatG	LongG
3	Siti Juwariyah	-7.608048	110.243011
15	ENI ZARYANTI	-7.557934	110.244500
21	Wahyu Rakhmawati	-7.745043	109.396167
22	Purwoko Budisantoso	-7.824375	110.262371
30	Sabariyah	-7.417245	110.184932
31	Munjaryati	-7.519999	110.071766
51	AGUSTINUS NGADIMAN	-7.418747	110.369607

55	SIH SITA PRAJANJI	-7.816145	110.220673
57	TUKIMIN	-7.644826	110.357691
69	Sunarto	-7.644826	110.357691

Tabel 3. 2 Contoh Data SD

id	nama	lats	longs
45	SD NEGERI NGARGOGONDO	-7.62630	110.20940
48	SD NEGERI RINGINPUTIH 3	-7.59940	110.19630
51	SD NEGERI TANJUNGSARI	-7.61710	110.19740
56	SD NEGERI BENINGAN	-7.51540	110.29000
67	SD NEGERI PODOSOKO	-7.51830	110.25680
87	SD NEGERI BANYUDONO 4	-7.54540	110.32810
93	SD Negeri Keningar 1	-7.54260	110.37360
96	SD NEGERI KRINJING 1	-7.52980	110.39490
100	SD NEGERI NGARGOMULYO	-7.55620	110.36570
108	SD NEGERI BALEAGUNG	-7.39210	110.31410

3.4 Prosedur Penerapan Algoritma SA

Pada algoritma SA ada beberapa langkah yang harus diperhatikan untuk proses penempatan guru ini. Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam implementasi program ini:

- 1.) Konversi Jarak Menggunakan *Haversine Formula*
- 2.) Menetapkan Solusi Awal (*Initial State*)

- 3.) Menentukan *Cooling Rate*
- 4.) Menghitung Selisih Biaya Solusi Tetangga
- 5.) Menghitung Probabilitas Penerimaan (*Acceptance Probability*)

3.4.1 Konversi Jarak Menggunakan *Haversine Formula*

Langkah penting dalam menentukan efektivitas penempatan guru adalah menghitung jarak antara lokasi guru dan sekolah. Untuk menghitung jarak ini, rumus *Haversine* akan digunakan. *Haversine Formula* adalah rumus matematika yang digunakan untuk menghitung jarak besar lingkaran antara dua titik di permukaan bumi berdasarkan koordinat lintang dan bujur. Berdasarkan data guru dari tabel 3.1 dan data SD dari tabel 3.2, gunakan sebagian data untuk sampel pengujian. Masuk ke langkah-langkah perhitungan jarak menggunakan *Haversine Formula* sebagai berikut:

- Konversi Koordinat ke Radian menggunakan rumus 2.1:

Tabel 3. 3 Hasil Konversi Koordinat ke Radian

	Ad SD 1	SD 2
Guru 1	-0.00789	-0.01157
Guru 2	0.065867	-0.0131
Guru 3	0.13623	0.144633
Guru 4	-0.0068	-0.00936
Guru 5	0.00798	0.002055

- Menghitung Perbedaan Koordinat menggunakan rumus 2.2:

Tabel 3. 4 Hasil Perhitungan Selisih Koordinat

	SD 1	SD 2
Guru 1	-0.018252	0.008648
Guru 2	0.0683659	-0.0414659
Guru 3	0.1187432	0.1456432
Guru 4	0.1980745	0.2249745
Guru 5	-0.2090552	-0.1821552

- Mengaplikasikan *Haversine Formula* rumus 2.3:

Tabel 3. 5 Hasil Perhitungan Jarak dengan Haversine Formula

	SD 1	SD 2
Guru 1	1.58	1.15
Guru 2	7.57	3.47
Guru 3	14.42	16.38
Guru 4	15.81	17.97
Guru 5	16.69	14.56

Haversine Formula digunakan untuk mengkonversi koordinat menjadi jarak dalam satuan kilometer. Tujuan dari optimisasi ini adalah meminimalkan total jarak tempuh untuk meningkatkan efisiensi penempatan guru di Kabupaten Magelang.

3.4.2 Menetapkan Solusi Awal (*Initial state*)

Pada tahap inisialisasi parameter SA, beberapa parameter kunci harus ditentukan untuk mengarahkan proses optimasi. Parameter-parameter tersebut meliputi:

→ Suhu awal (T_0): Suhu awal ditetapkan pada nilai yang cukup tinggi untuk memastikan bahwa algoritma memiliki fleksibilitas dalam menerima solusi-solusi yang kurang optimal pada tahap awal pencarian. Misalnya, suhu awal dapat ditetapkan pada nilai 100.

→ Laju pendinginan (α): Laju pendinginan adalah faktor yang digunakan untuk menurunkan suhu pada setiap iterasi. Nilai laju pendinginan dipilih di antara 0,85 hingga 0,99 untuk memastikan pendinginan berlangsung secara bertahap.

→ Iterasi maksimum: Batas maksimum jumlah iterasi yang akan dilakukan dalam proses optimasi harus ditetapkan untuk menghindari waktu komputasi yang berlebihan. Iterasi maksimum bisa diatur pada 1000 iterasi.

Selanjutnya adalah tahap inisialisasi solusi awal, sebuah solusi awal dibentuk untuk memulai proses optimasi. Solusi awal ini merupakan penempatan guru secara acak di berbagai sekolah di Kabupaten Magelang. Untuk mekanisme penukaran guru adalah dengan menukar 2 guru di 2 lokasi sekolah yang berbeda. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

→ Pembentukan solusi awal: Setiap guru ditempatkan pada sekolah-sekolah tertentu secara acak.

→ Evaluasi solusi awal: Solusi awal yang telah dibentuk kemudian dievaluasi menggunakan fungsi objektif yang telah ditetapkan. Fungsi objektif ini berupa total jarak tempuh seluruh guru.

→ Pembentukan solusi baru: Kombinasi guru yang dibentuk dari solusi awal akan ditukar. Dua guru di dua sekolah yang berbeda, sehingga menghasilkan total jarak yang baru.

3.4.3 Menentukan *Cooling Rate*

Komponen lain yang menjadi prinsip utama dalam algoritma SA adalah *Cooling Rate*. Komponen ini memiliki fungsi mengatur bagaimana suhu (T) dikurangi selama proses iterasi berlangsung. Proses pendinginan ini sangat penting untuk memastikan bahwa algoritma dapat berjalan dalam ruang solusi secara menyeluruh pada awalnya dan kemudian menggunakan solusi terbaik seiring berjalannya waktu. *Cooling rate* yang baik harus menjaga keseimbangan antara eksplorasi dan eksploitasi.

Dalam penerapan algoritma SA untuk penempatan guru di Kabupaten Magelang, *cooling rate* yang digunakan adalah *geometric cooling*. Pemilihan ini didasarkan pada kemampuannya untuk menjaga keseimbangan antara eksplorasi awal dan fokus pada solusi optimal di tahap akhir. Pada metode ini, suhu dikalikan dengan faktor α setiap iterasi:

$$T_{\text{new}} = \alpha \times T_{\text{old}}$$

Dimana $0 < \alpha < 1$, nilai r bisa dipilih antara 0.8 hingga 0.99.

Contoh implementasi *Geometric Cooling*

Diketahui:

$$T = 100$$

$$\alpha = 0.95$$

Tabel 3. 6 Implementasi Geometric Cooling

Iterasi	Suhu (T)
0	100
1	95
2	90.25
3	85.74
4	81.45
5	77.37
...	...
n	$T_0 \times \alpha^n$

Pendinginan yang terencana dan stabil ini membantu algoritma mencari solusi dengan lebih baik di tahap awal dan lebih fokus di tahap akhir untuk menemukan penempatan guru terbaik. Untuk mencapai hasil yang diinginkan, penting untuk menentukan suhu awal dan faktor pendinginan yang tepat.

3.4.4 Menghitung Selisih Biaya Solusi Tetangga

Menurut jurnal berjudul “Algoritma Optimasi dan Aplikasinya” karya (Hasad, 2015) pada algoritma SA solusi tetangga adalah solusi yang diperoleh dengan melakukan perubahan kecil pada solusi saat ini. Dalam konteks penelitian ini, solusi tetangga diperoleh dengan menukar penempatan dua guru secara acak. Untuk mengevaluasi kualitas solusi tetangga diperlukan perhitungan untuk biaya solusi tersebut. Biaya solusi dalam hal ini adalah total jarak tempuh seluruh guru setelah dilakukan pertukaran. Berikut adalah contoh sederhana perhitungan total kemungkinan biaya solusi dalam n iterasi.

→ Iterasi 1

Tabel 3. 7 Perhitungan Biaya Solusi 1

SD 1			SD 2		
G1	G2	G3	G4	G5	G6

Total Biaya Solusi : 54.15 Km

Tabel 3. 8 Perhitungan Biaya Solusi 2

SD 1			SD 2		
G4	G2	G3	G1	G5	G6

Total Biaya Solusi : 53.52 Km

Dari perbandingan nilai total biaya **Tabel 3.7** dan **Tabel 3.8**, pilih Tabel 3.8 sebagai solusi baru karena nilainya lebih minimum.

→ Iterasi 2

Tabel 3.8 Perhitungan Biaya Solusi 2

SD 1			SD 2		
G4	G2	G3	G1	G5	G6

Total Biaya Solusi : 53.52 Km

Tabel 3. 9 Perhitungan Biaya Solusi 3

SD 1			SD 2		
G4	G5	G3	G1	G2	G6

Tabel Biaya Solusi : 54.15 Km

Pada iterasi kedua ini solusi awal (**Tabel 3.8**) memiliki nilai yang lebih minimum dibandingkan solusi baru (**Tabel 3.9**) yang ditawarkan. Pada iterasi ini kita akan tetap gunakan solusi awal yaitu

Tabel 3.8.

→ Iterasi 3

Tabel 3.8 Perhitungan Biaya Solusi 2

SD 1			SD 2		
G4	G2	G3	G1	G5	G6

Total Biaya Solusi : 53.52 Km

Tabel 3. 10 Perhitungan Biaya Solusi 4

SD 1			SD 2		
G1	G6	G3	G4	G2	G5

Total Biaya Solusi : 55.50

Iterasi ketiga ini sama seperti kasus pada iterasi kedua sehingga kita masih gunakan solusi awal (**Tabel 3.8**) sebagai solusi yang akan dibandingkan pada iterasi selanjutnya.

→ Iterasi 4

Tabel 3.8 Perhitungan Biaya Solusi 2

SD 1			SD 2		
G4	G2	G3	G1	G5	G6

Total Biaya Solusi : 53.52 Km

Tabel 3. 11 Perhitungan Biaya Solusi 5

SD 1			SD 2		
G4	G2	G5	G1	G3	G6

Total Biaya Solusi : 58.08 Km

Untuk iterasi keempat kita pilih nilai pada solusi awal (**Tabel 3.8**) karena lebih minimum dibandingkan dengan solusi baru (**Tabel 3.11**).

→ Iterasi 5

Tabel 3.8 Perhitungan Biaya Solusi 2

SD 1			SD 2		
G4	G2	G3	G1	G5	G6

Total Biaya Solusi : 53.52 Km

Tabel 3. 12 Perhitungan Biaya Solusi 6

SD 1			SD 2		
G6	G2	G3	G1	G5	G4

Total Biaya Solusi : 49.25 Km

Untuk iterasi kelima karena solusi baru (**Tabel 3.12**) memiliki nilai yang lebih minimum maka kita akan gunakan nilai pada **Tabel 3.12** sebagai solusi baru yang akan dibandingkan pada iterasi-

iterasi selanjutnya. Bentuk solusi akhir yang akan terbentuk berupa tabel penempatan guru di tiap-tiap sekolah.

3.4.5 Menghitung Probabilitas Penerimaan (*Acceptance Probability*)

Probabilitas Penerimaan atau *Acceptance Probability* merupakan salah satu komponen kunci yang diperlukan dalam algoritma SA ini. Fungsi *Acceptance probability* (P) dalam algoritma SA adalah untuk menentukan apakah solusi tetangga yang dihasilkan lebih baik atau dapatkah diterima meskipun memiliki nilai yang lebih buruk dibandingkan solusi saat ini. Dalam penelitian ini kita akan gunakan rumus Probabilitas *Boltzman* dalam persamaan *Metropolis* untuk menghitung dan menerima nilai probabilitas.

Contoh perhitungan:

Menghitung nilai $\Delta E = E_{\text{tetangga}} - E_{\text{saatini}}$. Gunakan nilai total jarak sebagai nilai E , data berdasarkan tabel 3.6 – tabel 3.11.

Kasus 1: $\Delta E \leq 0$

Jika $\Delta E \leq 0$, artinya biaya solusi tetangga lebih rendah atau sama dengan biaya solusi saat ini. Dalam hal ini, solusi tetangga diterima tanpa syarat.

$$\begin{aligned}\Delta E(1) &= \text{Biaya Solusi 2} - \text{Biaya Solusi 1} \\ &= 53.52 - 56.12 \\ &= -2.60\end{aligned}$$

Kasus 2: $\Delta E > 0$

Jika $\Delta E > 0$, artinya biaya solusi tetangga lebih tinggi dibandingkan solusi saat ini. *Acceptance probability* (P) dihitung menggunakan persamaan *Metropolis*:

$$P(E) = e^{-E/kT}$$

$$\begin{aligned}\Delta E(2) &= \text{Biaya Solusi 3} - \text{Biaya Solusi 2} \\ &= 54.15 - 53.52 \\ &= 0.628689165\end{aligned}$$

$$T = 5$$

$$P = e^{-0.628689165/5} = e^{-0.125737833} \approx 0.8817$$

Bangkitkan bilangan acak r , misal $r = 0.6$

Karena nilai $r \leq P$, maka solusi tetangga diterima.

$$\begin{aligned} \Delta E(3) &= \text{Biaya Solusi 4} - \text{Biaya Solusi 3} \\ &= 55.50060786 - 54.15389846 \\ &= 1.346709399 \end{aligned}$$

Nilai $\Delta E > 0$, maka gunakan persamaan *Metropolis*:

$$T = 5$$

$$P = e^{-1.346709399/5} = e^{-0.2693418798} \approx 0.764$$

Bangkitkan bilangan acak r , misal $r = 0.9$

Karena nilai $r > P$, maka solusi ditolak.

$$\begin{aligned} \Delta E(4) &= \text{Biaya Solusi 5} - \text{Biaya Solusi 3} \\ &= 58.08809066 - 54.15389846 \\ &= 3.934192203 \end{aligned}$$

Nilai $\Delta E > 0$, maka gunakan persamaan *Metropolis*:

$$T = 5$$

$$P = e^{-3.934192203/5} = e^{-0.7868384406} \approx 0.4552$$

Bangkitkan bilangan acak r , misal $r = 0.5$

Karena nilai $r > P$, maka solusi ditolak.

$$\begin{aligned} \Delta E(5) &= \text{Biaya Solusi 6} - \text{Biaya Solusi 3} \\ &= 49.43543029 - 54.15389846 \\ &= -4.718468169 \end{aligned}$$

Nilai $\Delta E \leq 0$, maka solusi tetangga diterima tanpa syarat.

3.4.6 Penerapan Algoritma SA

Sub-bab ini akan memberikan gambaran tentang cara kerja algoritma SA secara menyeluruh. Tabel 3.11 akan menjadi acuan perhitungan algoritma SA ini.

Tabel 3. 13 Tabel Solusi Awal

SD 1			SD 2		
G1	G2	G3	G4	G5	G6

Initial State:

- Suhu (T) = 100
- Cooling rate (α) = 0.9
- Iterasi maksimum per suhu MaxItrs = 5
- Jumlah keberhasilan maksimum MaxSukses = 2
- Kombinasi solusi awal dipilih secara random (Nilai berlabel kuning).
- Solusi awal (E) = 71.33 KM

Tabel 3. 14 Tabel Solusi Baru 1

SD 1			SD 2		
G1	G5	G3	G4	G2	G6

Iterasi 1:

- Aturan untuk membuat solusi baru adalah dengan menukar dua posisi guru dan SD yang berbeda.
- Solusi baru (E') = 69.63 KM
- Hitung $\Delta E = 69.63 - 71.33 = -1,7$
- Karena $\Delta E < 0$, terima solusi baru tanpa syarat (E) = 69.63 KM

→ Iterasi saat ini: 1 dari 5

→ Jumlah Keberhasilan: 1

Tabel 3. 15 Tabel Solusi Baru 2

SD 1			SD 2		
G1	G5	G4	G3	G2	G6

Iterasi 2:

→ Solusi baru (E') = 56.14 KM

→ Hitung $\Delta E = 56.14 - 69.63 = -13.49$

→ Karena $\Delta E < 0$, terima solusi baru tanpa syarat (E) = 56.14 KM

→ Iterasi saat ini: 2 dari 5

→ Jumlah Keberhasilan: 2

Cooling Schedule:

→ Setelah iterasi maksimum (MaxSukses) tercapai, suhu diperbarui:

→ $T = 0.9 \times 100 = 90$

→ Kombinasi Solusi Awal pada iterasi pertama pada $T = 90$ ini merupakan (E) yang diterima pada iterasi kedua $T = 100$.

→ Solusi awal (E) = 56.14 KM

Tabel 3. 16 Tabel Solusi Baru 3

SD 1			SD 2		
G6	G5	G4	G3	G2	G1

Iterasi 1:

→ Solusi baru (E') = 62.98 KM

→ Hitung $\Delta E = 62.98 - 56.14 = 6.84$

→ Karena $\Delta E > 0$, hitung probabilitas (P) = $e^{6.84/90} \approx 0.926$

→ Bangkitkan r (bilangan acak) = 0.95, $r > P$ maka tolak solusi baru $E = 56.14$ KM

→ Iterasi saat ini: 1 dari 5

→ Jumlah Keberhasilan: 0

Proses iterasi ini akan terus berlanjut sampai didapatkan solusi optimal atau hingga mencapai iterasi maksimum. Contoh hasil akhir algoritma SA berupa array 1 dimensi, nomor yang berada di Array List merupakan no daftar guru. Contoh array list:

> Penugasan terbaik: [5, 3, 4, 9, 2, 1, 6, 7, 8, 10]

3.5 Evaluasi Hasil

Pada tahap evaluasi hasil, akan dilakukan analisis dan penilaian terhadap penempatan guru yang telah dilakukan menggunakan algoritma SA. Hasil utama yang akan dievaluasi meliputi total jarak tempuh seluruh guru. Kemudian parameter-parameter yang juga akan dievaluasi meliputi *cooling rate*, suhu awal, dan jumlah iterasi. Evaluasi ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana algoritma Simulated Annealing dapat menyelesaikan kasus penempatan guru yang optimal di Kabupaten Magelang.

3.6 Skenario Pengujian

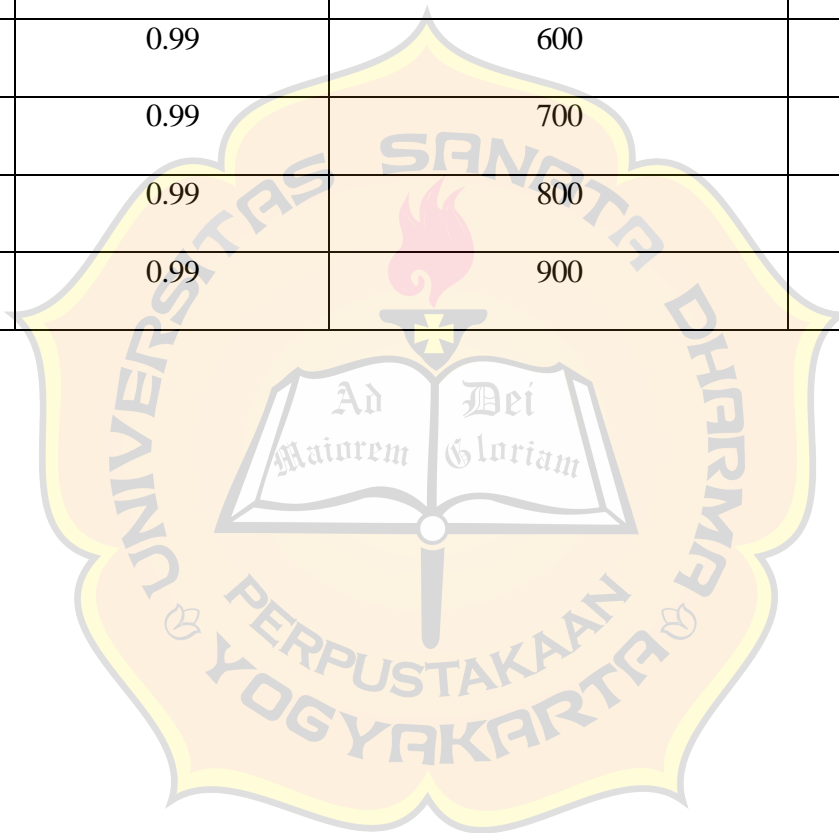
Skenario pengujian akan dirancang untuk menguji efektivitas algoritma SA dalam menyelesaikan masalah penempatan guru. Pengujian akan dilakukan dengan membandingkan hasil penempatan sebelum dan sesudah optimisasi menggunakan algoritma tersebut. Selain itu, akan dilakukan variasi pada parameter-parameter algoritma, seperti suhu awal, *cooling rate*, dan jumlah iterasi maksimum, untuk melihat sensitivitas dan kinerja algoritma dalam menghasilkan solusi optimal. Untuk kombinasi penentuan parameter dilakukan secara umum berdasarkan jurnal

“Penjadwalan Flowshop dengan Menggunakan Simulated Annealing”, jadi ketika nilai fungsi evaluasi hasil modifikasi ini membaik (dalam masalah optimisasi yang berusaha mencari minimum berarti nilainya lebih kecil/downhill) solusi hasil modifikasi ini akan digunakan sebagai solusi selanjutnya. Pengujian akan dilakukan dengan menggunakan data guru dan sekolah dari Dinas Pendidikan Kabupaten Magelang. Tabel skenario pengujian dapat dilihat pada **Tabel 3.17**. [16]

Tabel 3. 17 Skenario Pengujian

Pengujian	Cooling rate	Suhu Awal	Jumlah Iterasi
1	0.99	1.000	1.000
2	0.99	1.000	5.000
3	0.99	1.000	10.000
4	0.99	1.000	20.000
5	0.85	100	1.000
6	0.85	100	5.000
7	0.85	100	10.000
8	0.99	100	10.000
9	0.90	1.000	10.000
10	0.90	100	10.000
11	0.90	90	1.000
12	0.90	80	1.000
13	0.90	70	1.000
14	0.90	60	1.000
15	0.90	50	1.000

16	0.90	50	5.000
17	0.90	60	5.000
18	0.90	70	5.000
19	0.90	80	5.000
20	0.90	90	5.000
21	0.99	500	10.000
22	0.99	600	10.000
23	0.99	700	10.000
24	0.99	800	10.000
25	0.99	900	10.000

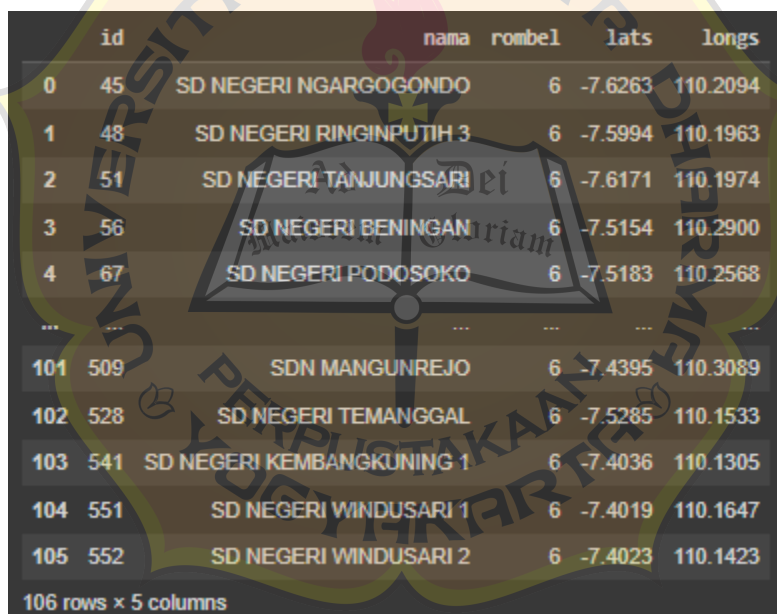


BAB IV IMPLEMENTASI DAN ANALISIS HASIL

Bab ini berisi penjelasan dan pembahasan hasil dari penerapan Algoritma SA untuk studi kasus penempatan guru di Kabupaten Magelang. Implementasi ini bertujuan untuk meminimalkan total jarak perjalanan antara guru dan sekolah, serta mengevaluasi parameter-parameter yang mempengaruhi hasil optimisasi.

4.1 Implementasi Program

Penelitian ini menggunakan bahasa pemrograman *Python* untuk mengolah data baik dari pembacaan file sampai menemukan jarak optimal dengan penerapan algoritma SA. Berikut merupakan contoh data yang akan digunakan dalam penelitian.



	id	nama	rombel	lats	longs
0	45	SD NEGERI NGARGOGONDO	6	-7.6263	110.2094
1	48	SD NEGERI RINGINPUTIH 3	6	-7.5994	110.1963
2	51	SD NEGERI TANJUNGSARI	6	-7.6171	110.1974
3	56	SD NEGERI BENINGAN	6	-7.5154	110.2900
4	67	SD NEGERI PODOKOKO	6	-7.5183	110.2568
...
101	509	SDN MANGUNREJO	6	-7.4395	110.3089
102	528	SD NEGERI TEMANGGAL	6	-7.5285	110.1533
103	541	SD NEGERI KEMBANGKUNING 1	6	-7.4036	110.1305
104	551	SD NEGERI WINDUSARI 1	6	-7.4019	110.1647
105	552	SD NEGERI WINDUSARI 2	6	-7.4023	110.1423

106 rows x 5 columns

Gambar 4. 1 Dataframe Sekolah Dasar (SD)

	Id Guru	Nama Guru	Jenis Kelamin	LatG	LongG
0	3	Siti Juwariyah	P	-7.608048	110.243011
1	15	ENI ZARYANTI	P	-7.557934	110.244500
2	21	Wahyu Rakhmawati	P	-7.745043	109.396167
3	22	Purwoko Budisanoso	L	-7.824374	110.262371
4	30	Sabariyah	P	-7.417245	110.184932
...
631	3026	SRI MURNI KASIYATI	P	-7.617998	110.381523
632	3031	Ilyas	L	-7.882357	110.441105
633	3032	SUYAT	L	-7.491111	110.408334
634	3047	SUPARYO	L	-7.586175	110.190889
635	3054	Marwali	P	-7.525978	110.053899

636 rows x 5 columns

Gambar 4. 2 Dataframe Guru

4.1.1 Import Library dan Pembacaan Dataset

Pada tahap awal implementasi algoritma SA, dilakukan proses import library yang diperlukan untuk pengolahan data dan perhitungan algoritma. Beberapa library yang digunakan antara lain:

- **NumPy** untuk melakukan operasi numerik dan aljabar linier, termasuk perhitungan jarak dengan *Haversine Formula*.
- **Pandas** untuk membaca, mengolah, dan menampilkan dataset dalam bentuk tabel.
- **Matplotlib** untuk memvisualisasikan hasil pengujian dan proses optimisasi.
- **Random** untuk membangkitkan bilangan acak ketika mengitung *Acceptance Probability*.

```
import pandas as pd
import numpy as np
import random
import matplotlib.pyplot as plt

guru_df = pd.read_excel('data guru.xlsx')
sekolah_df = pd.read_excel('data sekolah.xlsx')
```

Gambar 4. 3 Import Library & Membaca dataset

4.1.2 Konversi Jarak dengan *Haversine Formula*

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini masih berbentuk koordinat *Longitude* dan *Latitude*, sehingga diperlukan metode untuk mengkonversi koordinat ke satuan jarak dalam Kilometer (Km). Kemudian hasil dari konversi jarak ini lah yang selanjutnya akan diolah menggunakan algoritma SA.

```
# Fungsi untuk menghitung jarak menggunakan rumus Haversine
def haversine(lat1, lon1, lat2, lon2):
    R = 6371 # radius of Earth in kilometers
    dlat = np.radians(lat2 - lat1)
    dlon = np.radians(lon2 - lon1)
    a = np.sin(dlat/2) * np.sin(dlat/2) + np.cos(np.radians(lat1)) * np.cos(np.radians(lat2)) * np.sin(dlon/2) * np.sin(dlon/2)
    c = 2 * np.arctan2(np.sqrt(a), np.sqrt(1-a))
    distance = R * c
    return distance
```

Gambar 4. 4 Metode Konversi Jarak Haversine Formula

4.1.3 Program Algoritma Simulated Annealing

Algoritma Simulated Annealing (SA) merupakan algoritma yang seringkali digunakan dalam kasus penerapan optimisasi. Studi kasus yang akan diselesaikan dalam penelitian ini adalah penyelesaian *Traveling Salesman Problem* (TSP), karena data yang akan diolah menggunakan algoritma SA ini berupa data jarak. Gambar 4.5 merupakan *listing code* untuk menghitung total jarak guru terhadap sekolah-sekolah yang ada. Kemudian gambar 4.6 merupakan *listing code* untuk algoritma SA.

```
# Fungsi untuk menghitung total jarak semua guru ke sekolah tertentu
def total_distance(guru_df, sekolah_df, assignments):
    total = 0
    for i, sekolah_idx in enumerate(assignments):
        lat_guru, lon_guru = guru_df.loc[i, ['LatG', 'LongG']]
        lat_sekolah, lon_sekolah = sekolah_df.loc[sekolah_idx, ['lats', 'longs']]
        total += haversine(lat_guru, lon_guru, lat_sekolah, lon_sekolah)
    return total
```

Gambar 4. 5 Metode Hitung Total Jarak

```

# Simulated Annealing algorithm
def simulated_annealing(guru_df, sekolah_df, initial_temp, cooling_rate, max_iter):
    # Assign random schools to teachers
    num_guru = len(guru_df)
    num_sekolah = len(sekolah_df)

    current_assignments = [random.randint(0, num_sekolah-1) for _ in range(num_guru)]
    current_distance = total_distance(guru_df, sekolah_df, current_assignments)

    best_assignments = current_assignments[:]
    best_distance = current_distance

    temperature = initial_temp

    # Untuk melacak jarak untuk visualisasi program
    distance_history = [current_distance]

    for i in range(max_iter):
        # Select two random teachers and swap their school assignment
        new_assignments = current_assignments[:]
        guru1, guru2 = random.sample(range(num_guru), 2)
        new_assignments[guru1], new_assignments[guru2] = new_assignments[guru2], new_assignments[guru1]

        # Calculate new total distance
        new_distance = total_distance(guru_df, sekolah_df, new_assignments)

        # Acceptance probability
        if new_distance < current_distance or random.uniform(0, 1) < np.exp((current_distance - new_distance) / temperature):
            current_assignments = new_assignments
            current_distance = new_distance

            if current_distance < best_distance:
                best_assignments = current_assignments
                best_distance = current_distance

        # Cool down the temperature
        temperature *= cooling_rate

        # Record the current distance
        distance_history.append(current_distance)

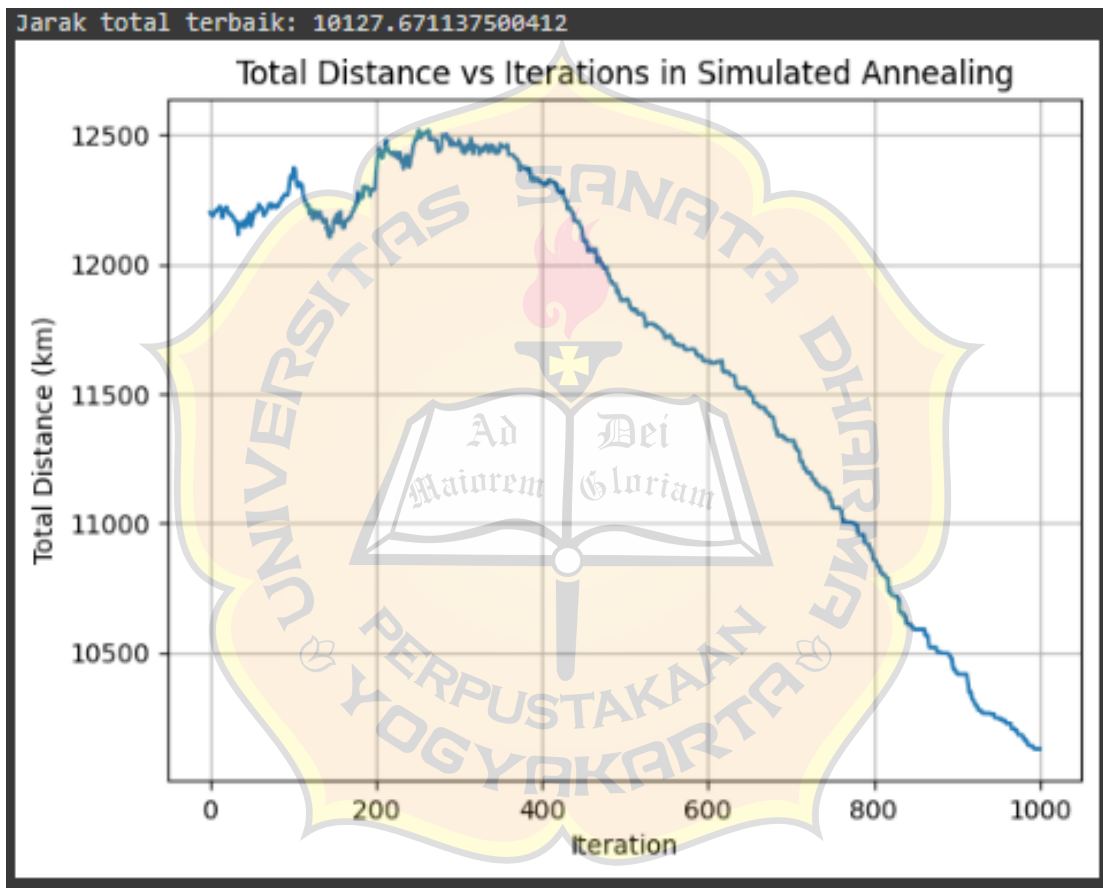
    return best_assignments, best_distance, distance_history

```

Gambar 4. 6 Program Algoritma Simulated Annealing

4.2 Analisa Hasil

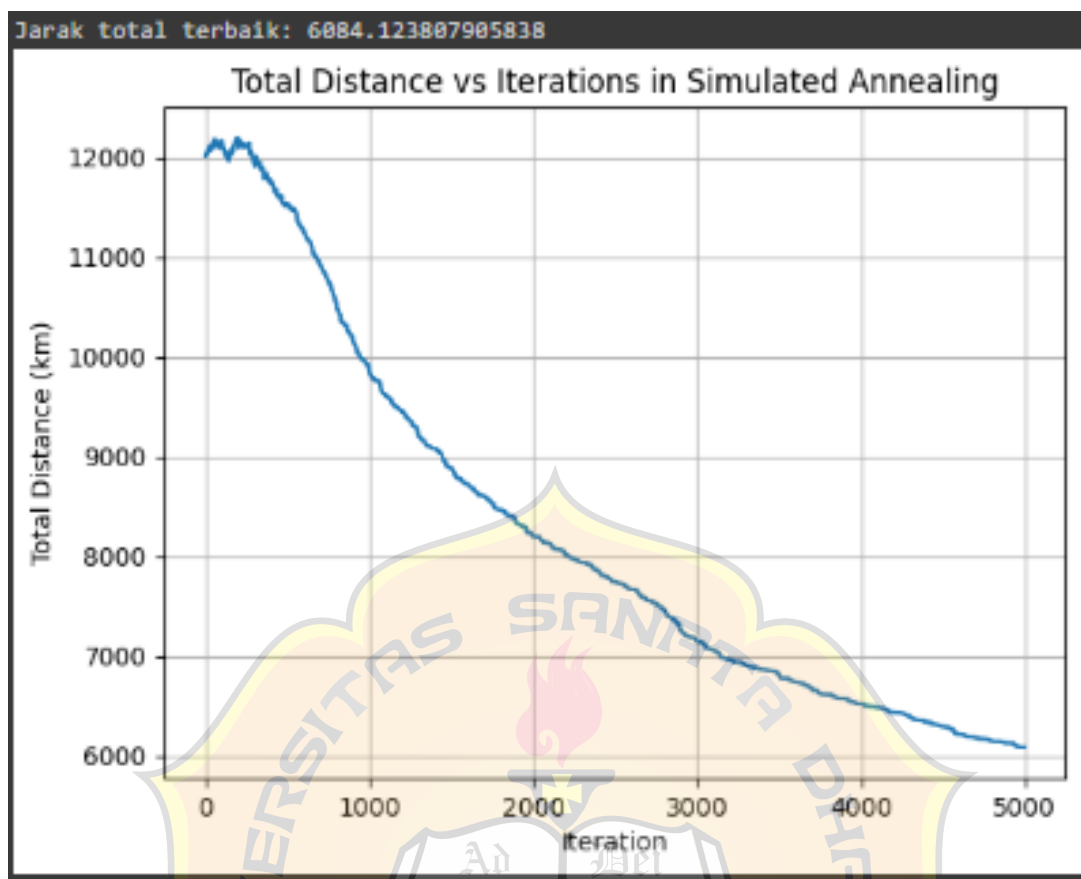
Bagian ini berisi hasil test dari skenario pengujian yang ada pada **Tabel 3.15**. Analisis hasil pengujian menunjukkan performa Algoritma SA berdasarkan variasi parameter seperti jumlah iterasi, cooling rate, dan suhu awal. Berdasarkan skenario pengujian yang dijalankan, parameter jumlah iterasi memberikan pengaruh paling signifikan terhadap kecepatan konvergensi menuju solusi optimal. Pada variasi jumlah iterasi, semakin tinggi jumlah iterasi maka solusi yang diperoleh cenderung lebih optimal, namun waktu komputasi juga meningkat.



Gambar 4. 7 Hasil Output dengan Parameter

Suhu awal = 1000, Cooling Rate = 0.99, Iteration = 1000

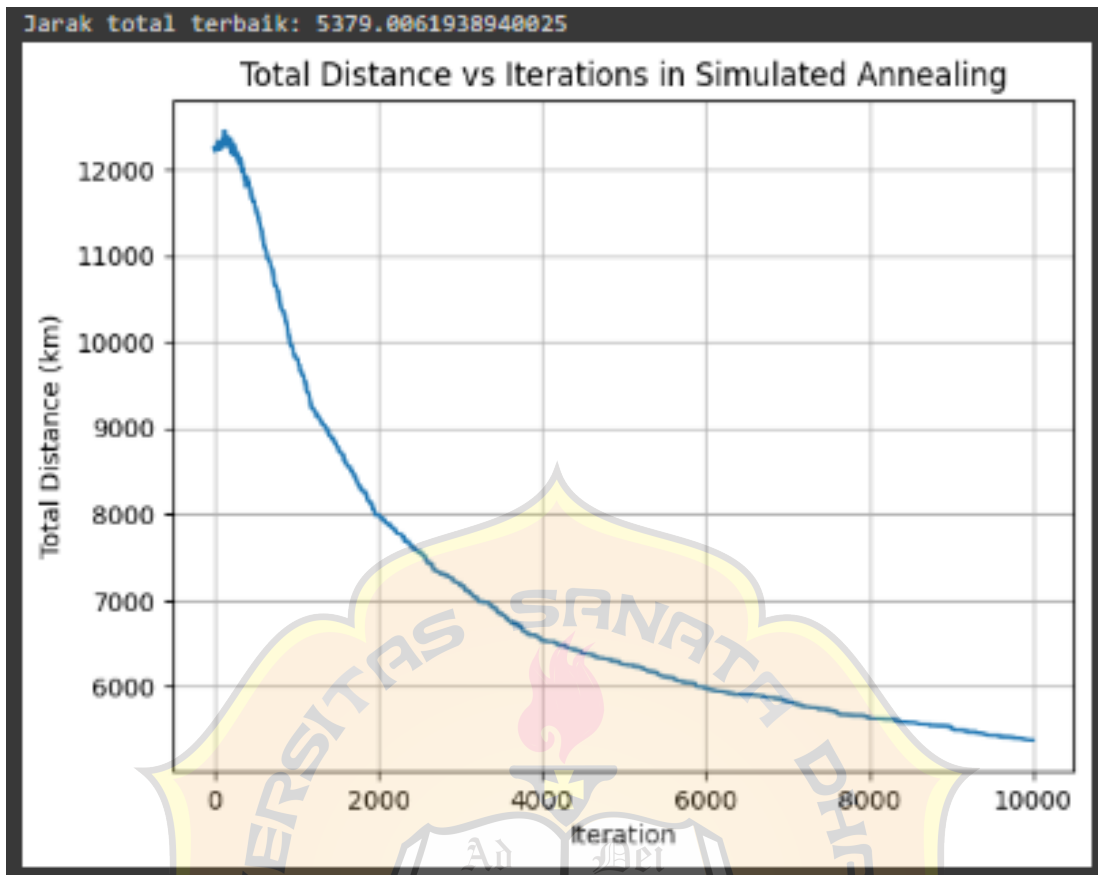
Dari hasil pengujian pada gambar 4.7 menunjukkan penurunan total jarak yang konstan setelah iterasi ke 400. Sedangkan diantara iterasi 200 hingga 400 terdapat kenaikan total jarak hal ini dikarenakan penggunaan aturan *Acceptance Probability* yang terkadang membuat algoritma memilih solusi yang lebih buruk.



Gambar 4. 8 Hasil Output dengan Parameter

Suhu awal = 1000, Cooling Rate = 0.99, Iteration = 5000

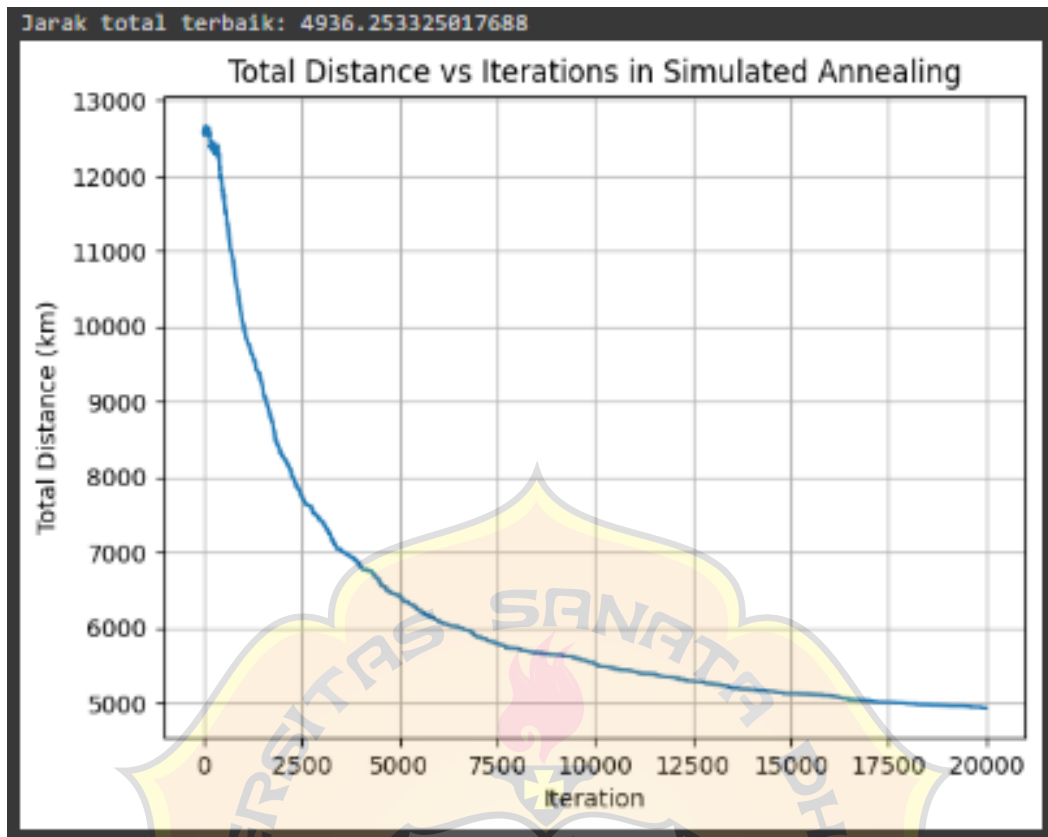
Pada gambar 4.8 terlihat perbedaan hasil total jarak jika dibandingkan dengan gambar 4.7. Pengujian pada gambar 4.8 ini hanya mengubah jumlah iterasi menjadi 5000 iterasi, yang semula 1000 iterasi pada gambar 4.7. Total jarak yang semula 10.127 km berkurang menjadi 6.084 km. Waktu komputasi yang diperlukan untuk menjalankan skenario gambar 4.8 adalah 32 menit.



Gambar 4. 9 Hasil Output dengan Parameter

Suhu awal = 1000, Cooling Rate = 0.99, Iteration = 10000

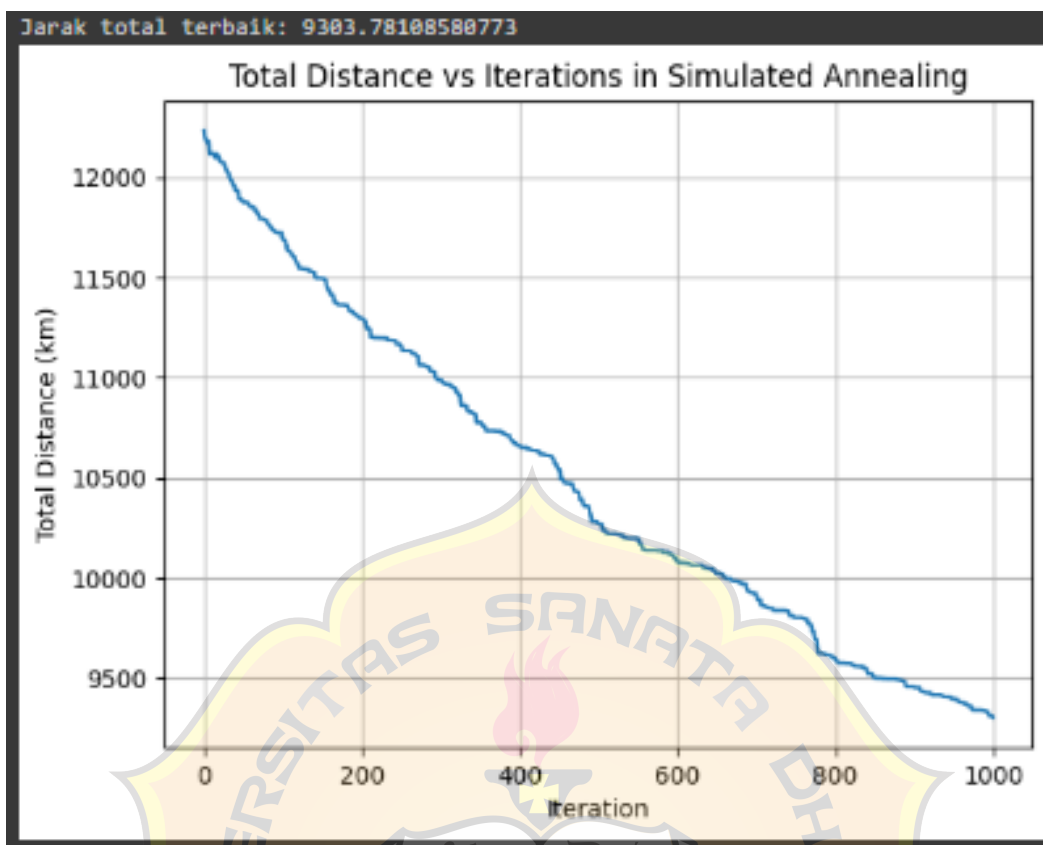
Hasil grafik pada gambar 4.9 menampilkan penurunan total jarak hanya dengan mengubah parameter iterasi menjadi 10.000. Total jarak yang didapat yaitu 5.379 km sedangkan waktu komputasi yang diperlukan untuk skenario uji gambar 4.9 adalah 52 menit.



Gambar 4. 10 Hasil Output dengan Parameter

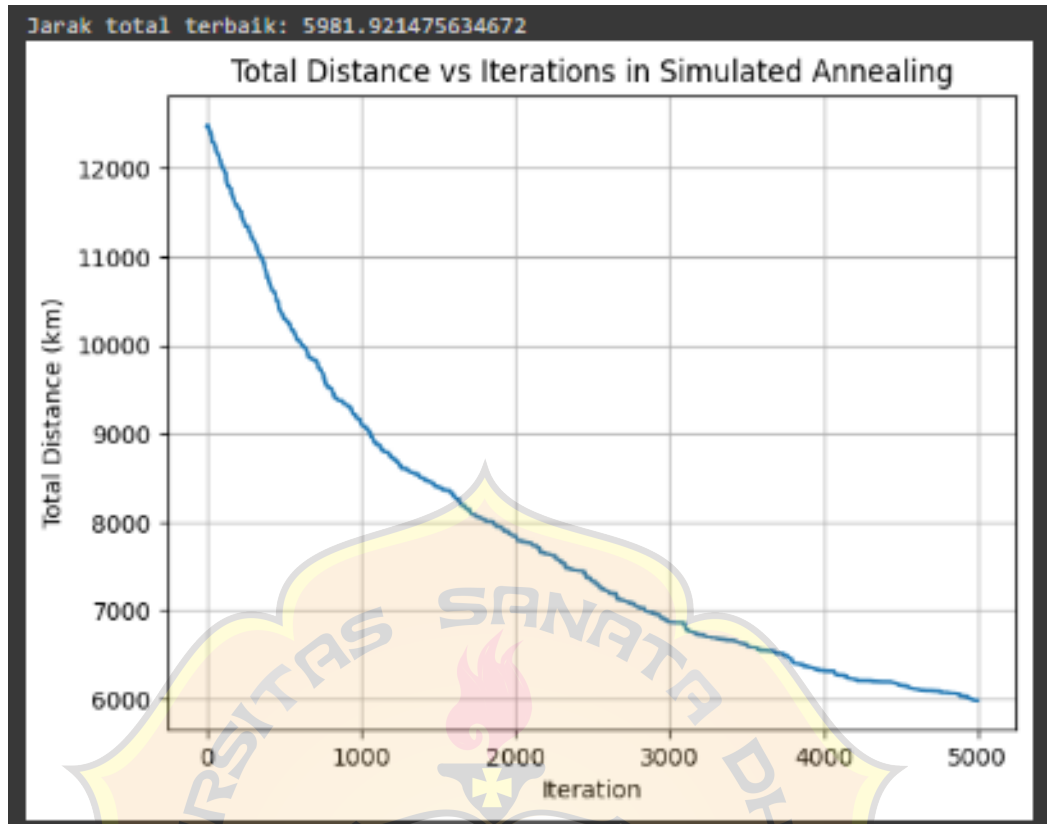
Suhu awal = 1000, Cooling Rate = 0.99, Iteration = 20000

Pada skenario uji keempat ini iterasi ditingkatkan menjadi 20.000, namun nilai parameter suhu awal dan *cooling rate* tetap terdapat penurunan namun tidak signifikan bahkan setelah iterasi ke 17.500 tidak terjadi penurunan total jarak.



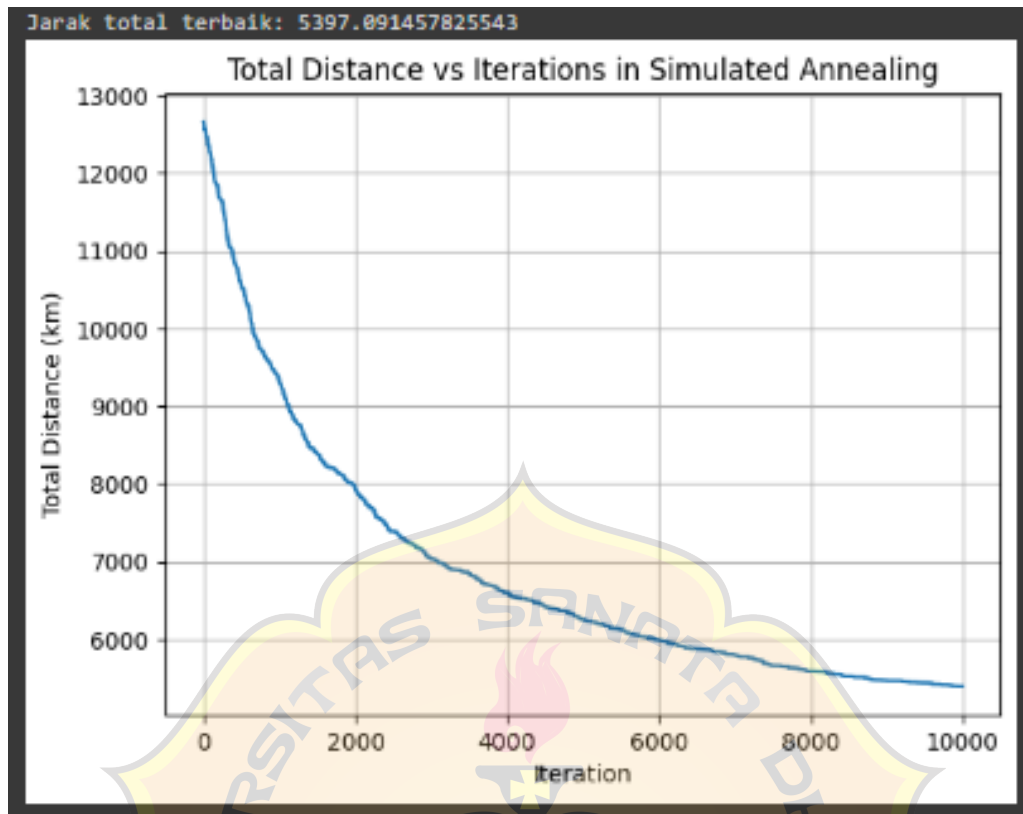
**Gambar 4. 11 Hasil Output dengan Parameter
Suhu awal = 100, Cooling Rate = 0.85, Iteration = 1000**

Skenario uji kelima ini akan dilakukan uji coba dengan memodifikasi suhu awal dan *cooling rate*-nya, yang semula suhu awal di skenario uji 1 sampai 4 menggunakan nilai 1000 akan diturunkan menggunakan nilai 100. Kemudian nilai *cooling rate* diubah menjadi 0.85, perubahan *cooling rate* ini didasarkan agar laju pendinginan bisa diturunkan secara bertahap dan rentang *cooling rate* yang di sarankan diantara 0.85-0.99. Hasil grafik perbandingan iterasi dan total jarak pada gambar 4.10 menunjukkan hasil penurunan yang cenderung stabil jika dibandingkan dengan garfik pada gambar 4.7 yang menggunakan nilai iterasi yang sama yaitu 1000.



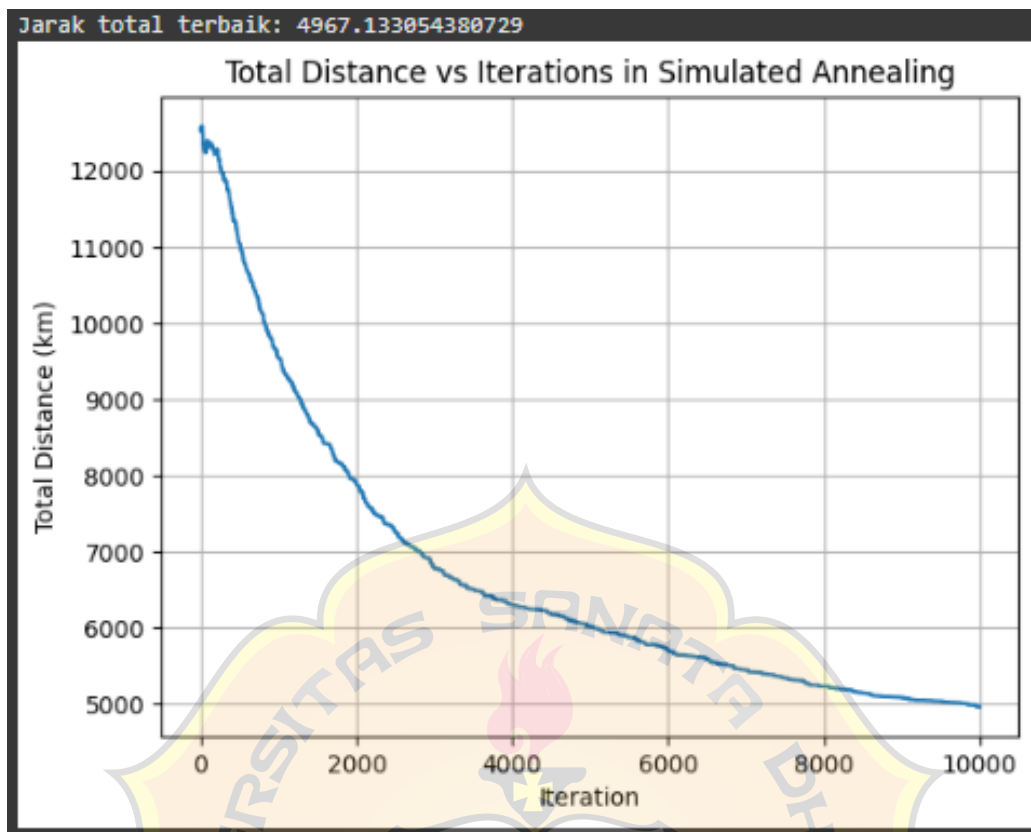
Gambar 4. 12 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 100, Cooling Rate = 0.85, Iteration = 5000

Hasil skenario uji keenam ini jika dibandingkan dengan skenario uji kedua dapat dikatakan memberikan hasil yang lebih baik karena dengan nilai iterasi yang sama yaitu 5.000, hasil total jarak yang didapat lebih dekat yaitu 5.981 km dibandingkan skenario uji kedua 6.084 km.



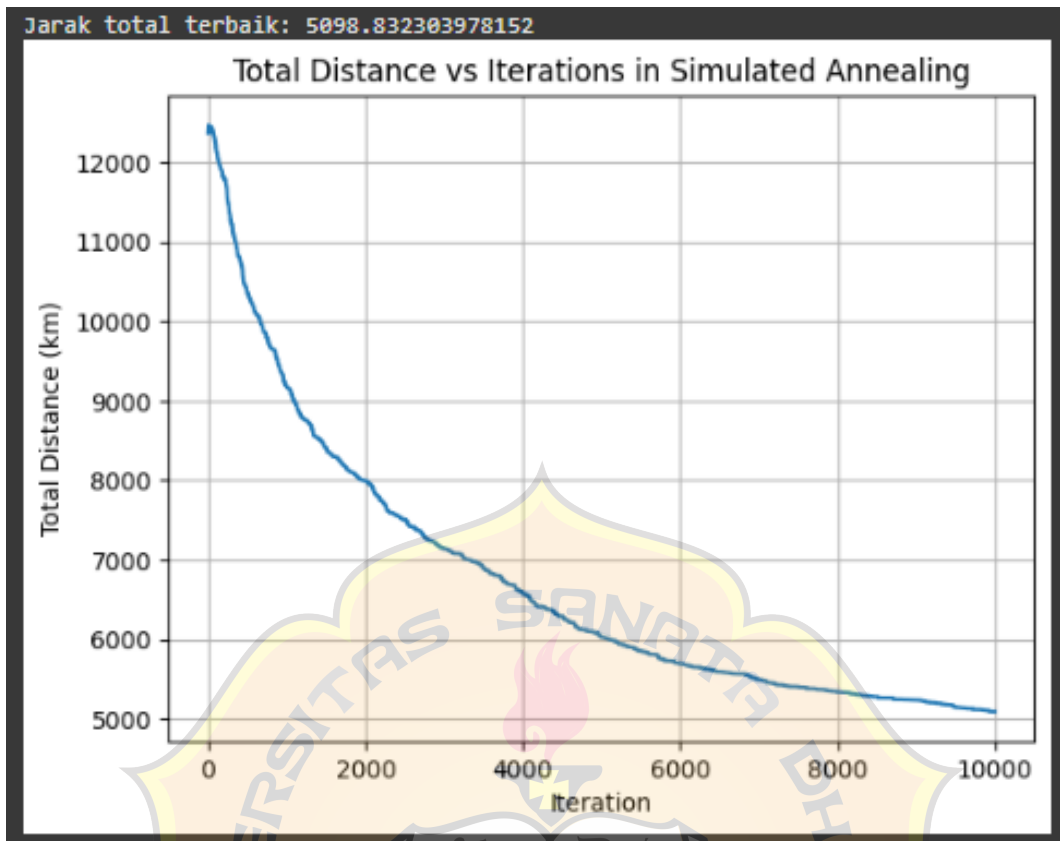
Gambar 4. 13 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 100, Cooling Rate = 0.85, Iteration = 10000

Pengujian ketujuh menggunakan nilai parameter suhu awal dan cooling rate yang sama seperti skenario uji 5 dan 6, namun nilai parameter iterasi ditingkatkan menjadi 10.000. Hasil pengujian bisa dilihat pada grafik yang tertera digambar 4.12. Penurunan setelah iterasi ke 8.000 terlihat tidak terjadi penurunan total jarak. Kasus ini sama seperti skenario uji keempat, namun untuk mencapai hasil tersebut membutuhkan nilai iterasi 20.000. Nilai iterasi ini 2 kali lipat lebih tinggi dibandingkan dengan skenario uji ketujuh ini.



Gambar 4. 14 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 100, Cooling Rate = 0.99, Iteration = 10000

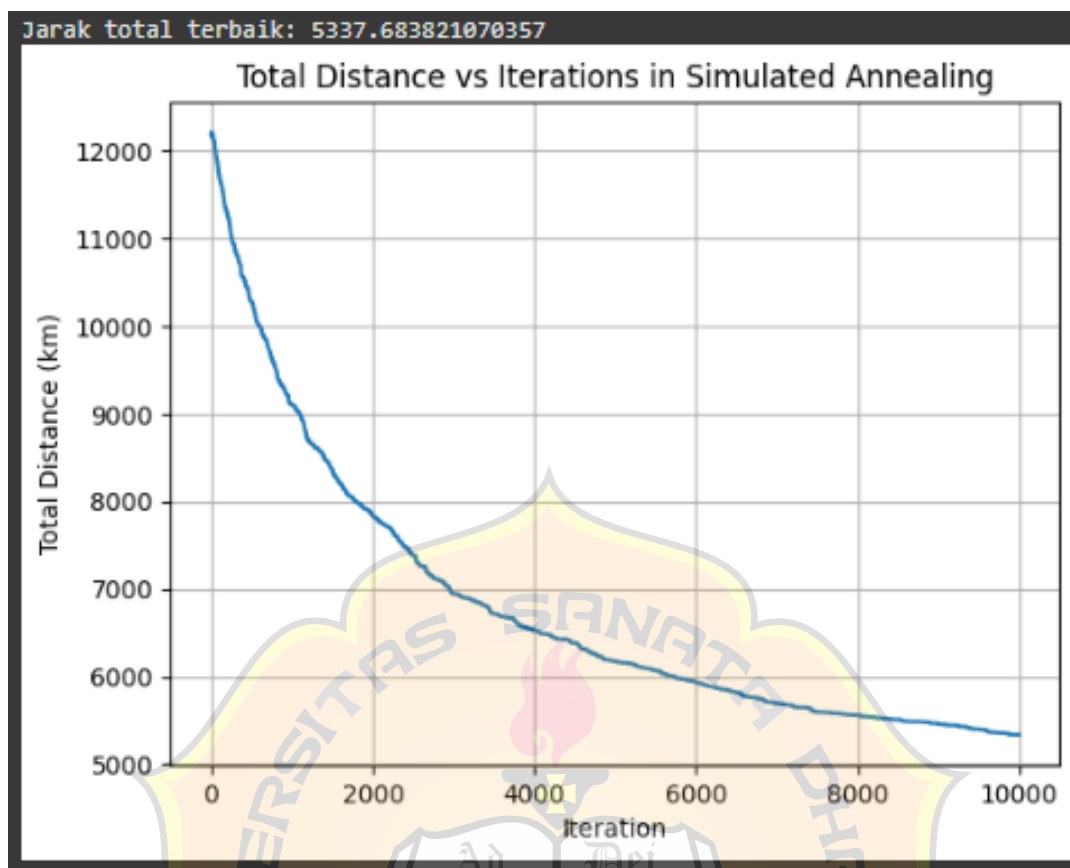
Skenario delapan ini mendapatkan hasil total jarak yang mendekati dengan hasil total jarak paling minimal pada skenario pengujian keempat. Hasil skenario pengujian keempat didapatkan dengan menggunakan 20.000 iterasi sedangkan skenario pengujian kedelapan ini hanya menggunakan 10.000 iterasi.



Gambar 4. 15 Hasil Output dengan Parameter

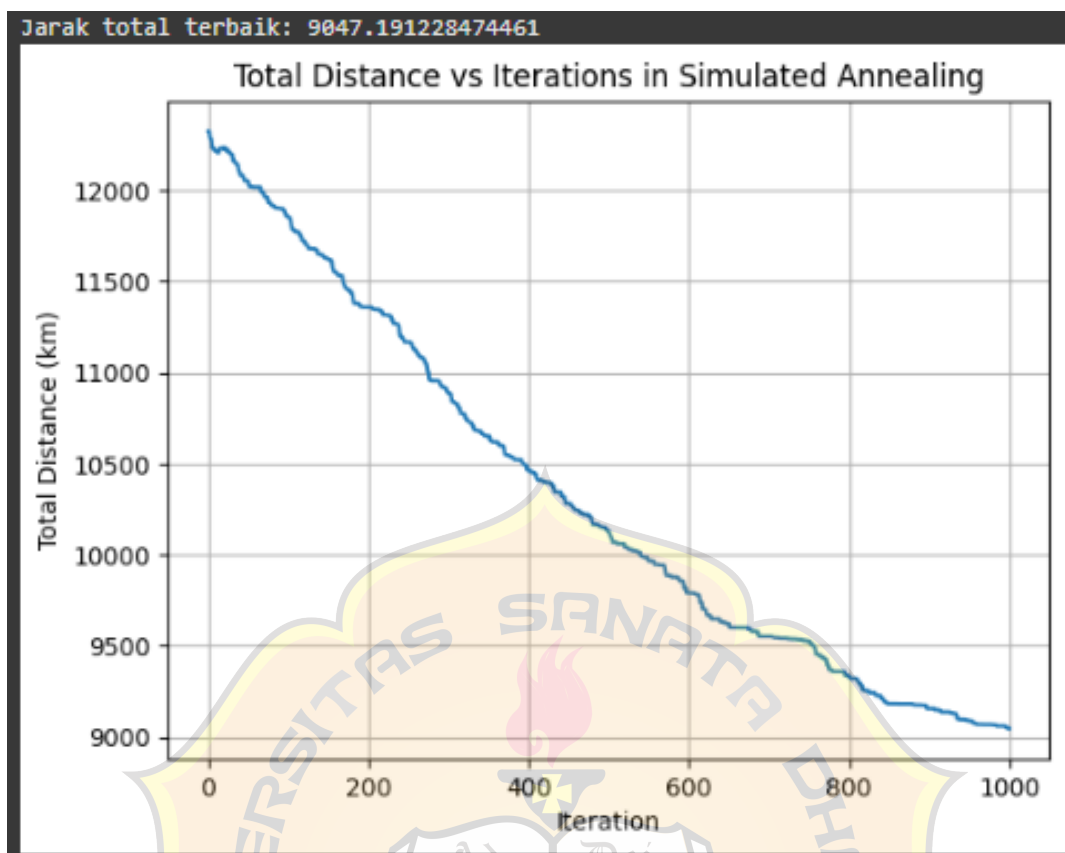
Suhu awal = 1000, Cooling Rate = 0.90, Iteration = 10000

Skenario uji kesembilan ini menggunakan nilai *cooling rate* baru yaitu 0.90, dari hasil pengujian total jarak yang didapatkan yaitu 5.098 Km. Grafik diatas juga sudah menunjukkan nilai konvergen diiterasi 9000-an.



Gambar 4. 16 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 100, Cooling Rate = 0.90, Iteration = 10000

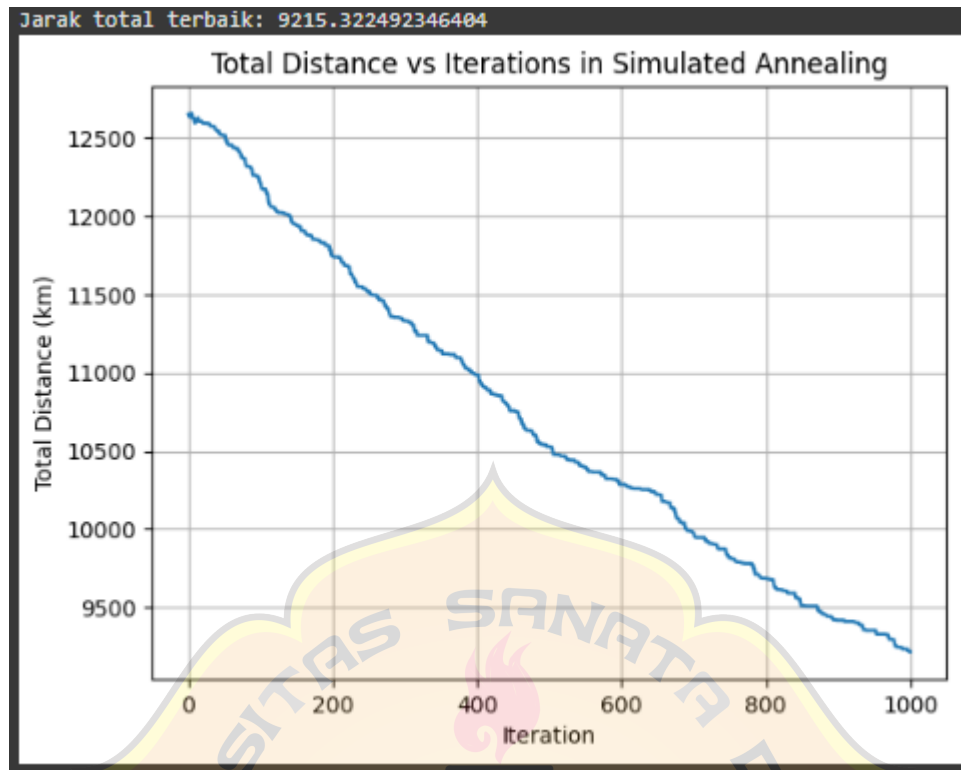
Pada skenario pengujian ke-10, pengujian akan menggunakan parameter cooling rate = 0.90 & iterasi = 10.000. Untuk skenario pengujian ke-10 dimulai dengan nilai suhu awal = 100 kemudian di skenario-skenario selanjutnya suhu awal akan diturunkan bertahap. Hasil total jarak yang didapat pada pengujian ini adalah 5.337 Km.



Gambar 4. 17 Hasil Output dengan Parameter

Suhu awal = 90, Cooling Rate = 0.90, Iteration = 1000

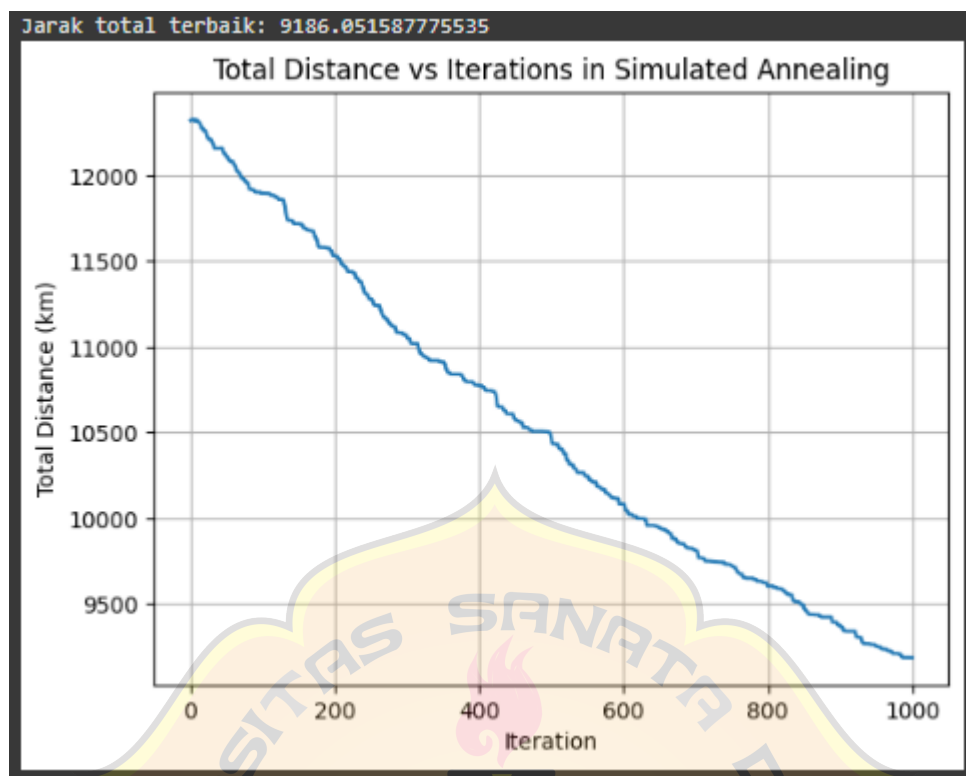
Pengujian ke-11 ini menggunakan pengaturan suhu awal = 90 sedangkan pengaturan cooling rate = 0.90 & iterasi = 1000. Hasil total jarak yang didapat pada skenario pengujian ini adalah 9.047 Km.



Gambar 4. 18 Hasil Output dengan Parameter

Suhu awal = 80, Cooling Rate = 0.90, Iteration = 1000

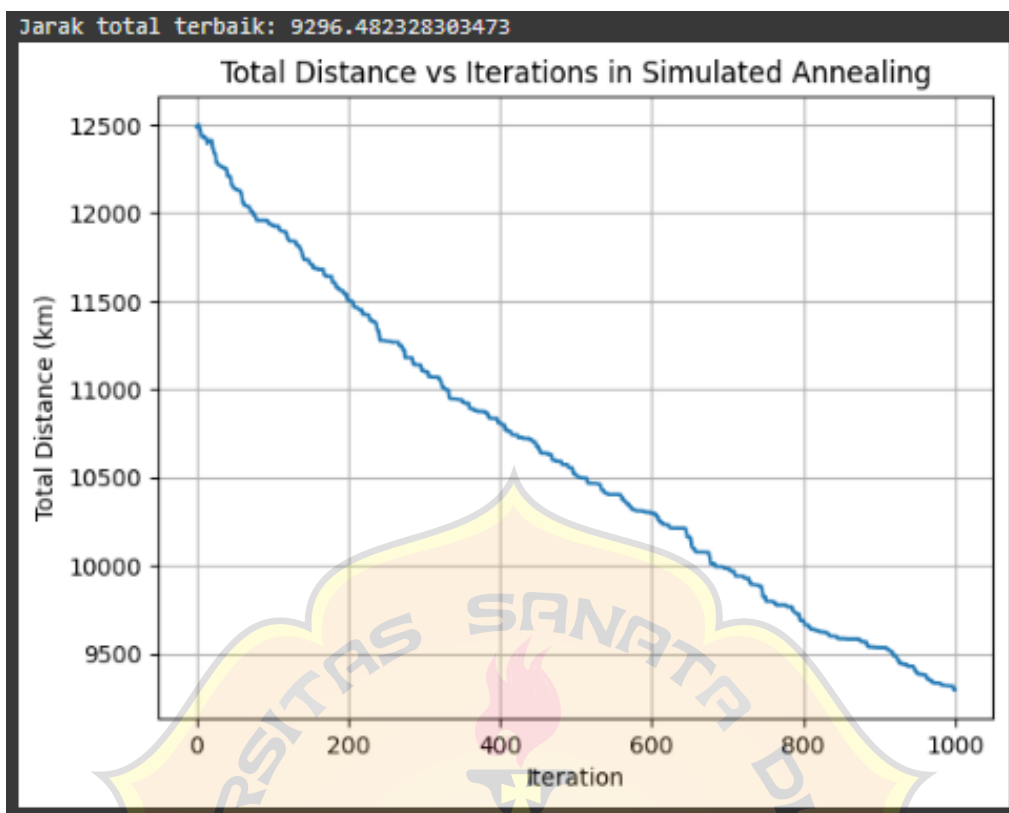
Pengujian ke-12 ini parameter diset sama seperti pengujian sebelumnya namun untuk pengaturan suhu awal = 80 sedangkan pengaturan cooling rate = 0.90 & iterasi = 1000, nilai suhu awal. Kemudian hasil total jarak yang didapat pada skenario pengujian ini adalah 9.215 Km. Selisih 168 Km lebih tinggi dibandingkan dengan pengujian ke-11.



Gambar 4. 19 Hasil Output dengan Parameter

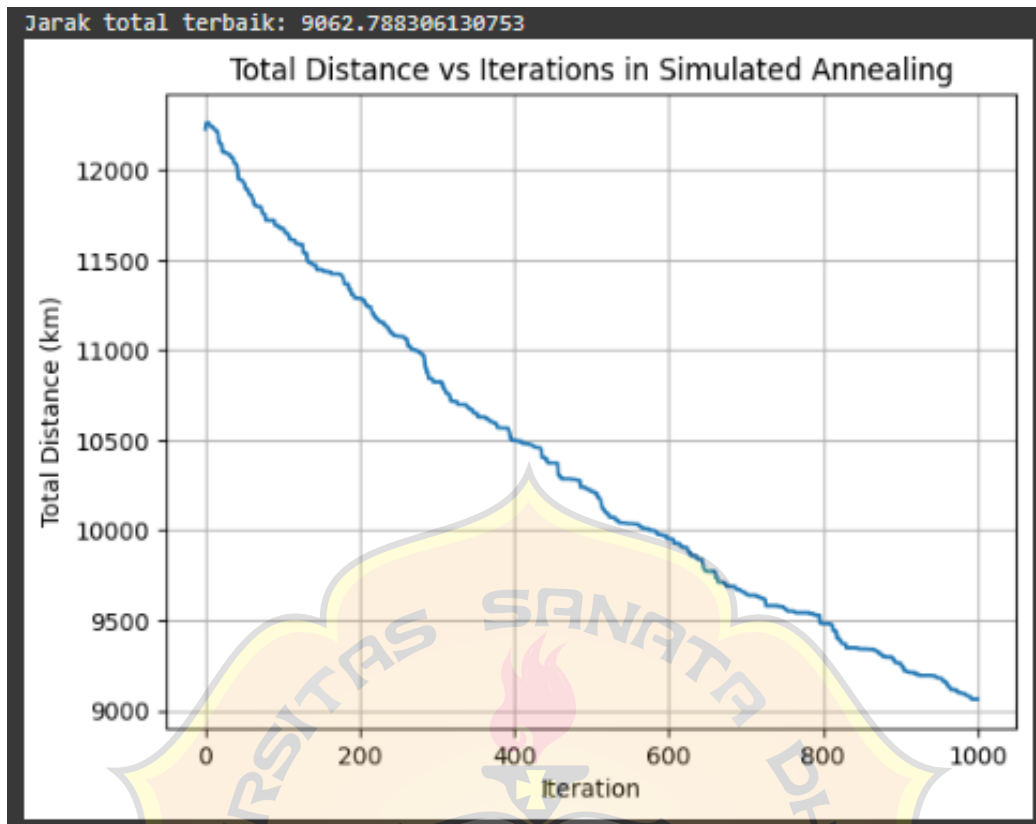
Suhu awal = 70, Cooling Rate = 0.90, Iteration = 1000

Pengujian ke-13 ini parameter diset sama seperti pengujian sebelumnya namun untuk pengaturan suhu awal dikurangi lagi menjadi 70 sedangkan pengaturan parameter lainnya masih sama (cooling rate = 0.90 & iterasi = 1000) seperti skenario uji 11 & 12. Kemudian hasil total jarak yang didapat pada skenario pengujian ini adalah 9.215 Km. Selisih 168 Km lebih tinggi dibandingkan dengan pengujian ke-11.



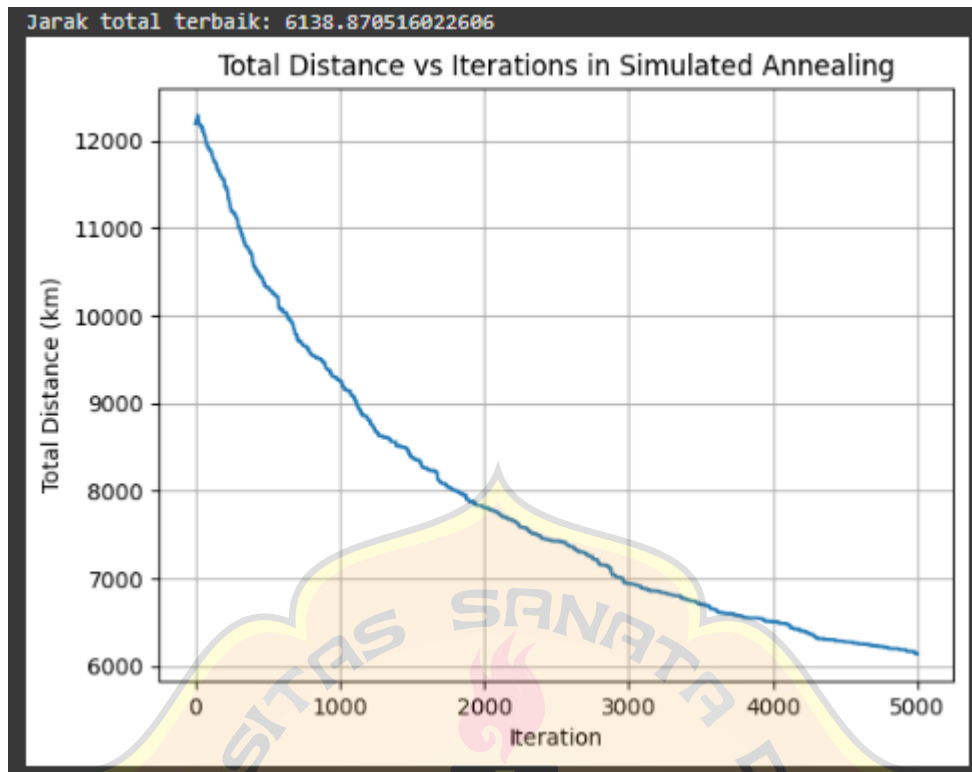
Gambar 4. 20 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 60, Cooling Rate = 0.90, Iteration = 1000

Pengujian ke-14 ini menggunakan parameter suhu awal yang kurang menjadi 60 lalu untuk pengaturan parameter lainnya masih sama (cooling rate = 0.90 & iterasi = 1000). Kemudian hasil total jarak yang didapat pada skenario pengujian ini adalah 9.215 Km. Jika dibandingkan dengan skenario 11, 12, 13, dan 15 skenario uji 14 memberikan hasil total jarak yang paling kurang optimal yaitu pada 9.296 Km.



Gambar 4. 21 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 50, Cooling Rate = 0.90, Iteration = 1000

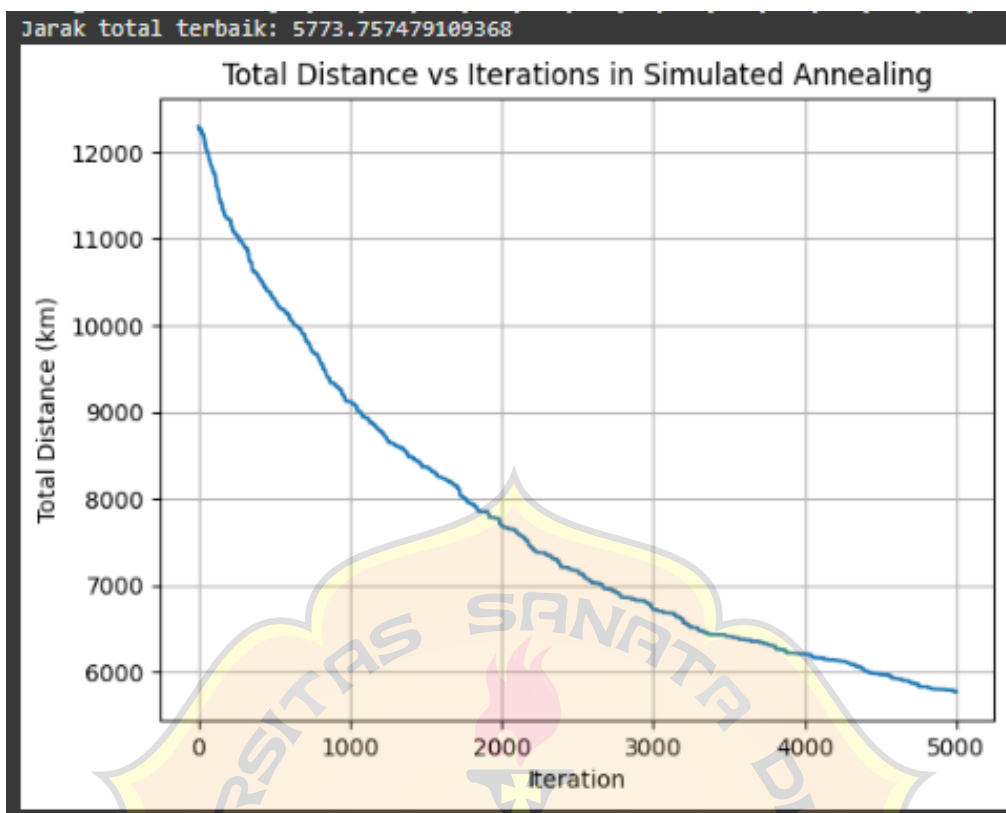
Pengujian ke-15 ini menggunakan parameter suhu awal yang kurangi menjadi 50 lalu untuk pengaturan parameter lainnya masih sama (cooling rate = 0.90 & iterasi = 1000). Pengaturan parameter ini memberikan hasil total jarak 9.026 Km.



Gambar 4. 22 Hasil Output dengan Parameter

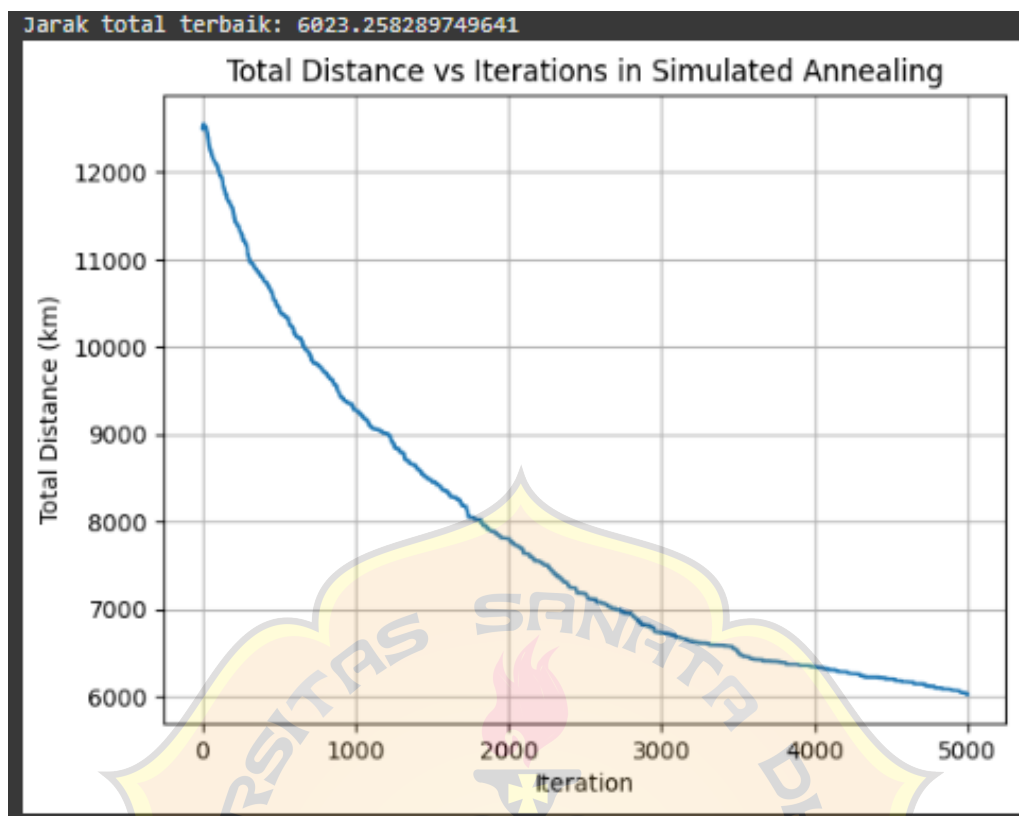
Suhu awal = 50, Cooling Rate = 0.90, Iteration = 5000

Pengujian ke-16 ini menggunakan parameter suhu awal yang dimulai dari 50 lalu untuk pengaturan parameter cooling rate diset masih sama 0.90 sedangkan untuk nilai iterasi dinaikkan menjadi 5000. Hasil dari pengaturan parameter ini memberikan hasil total jarak 6.138 Km.



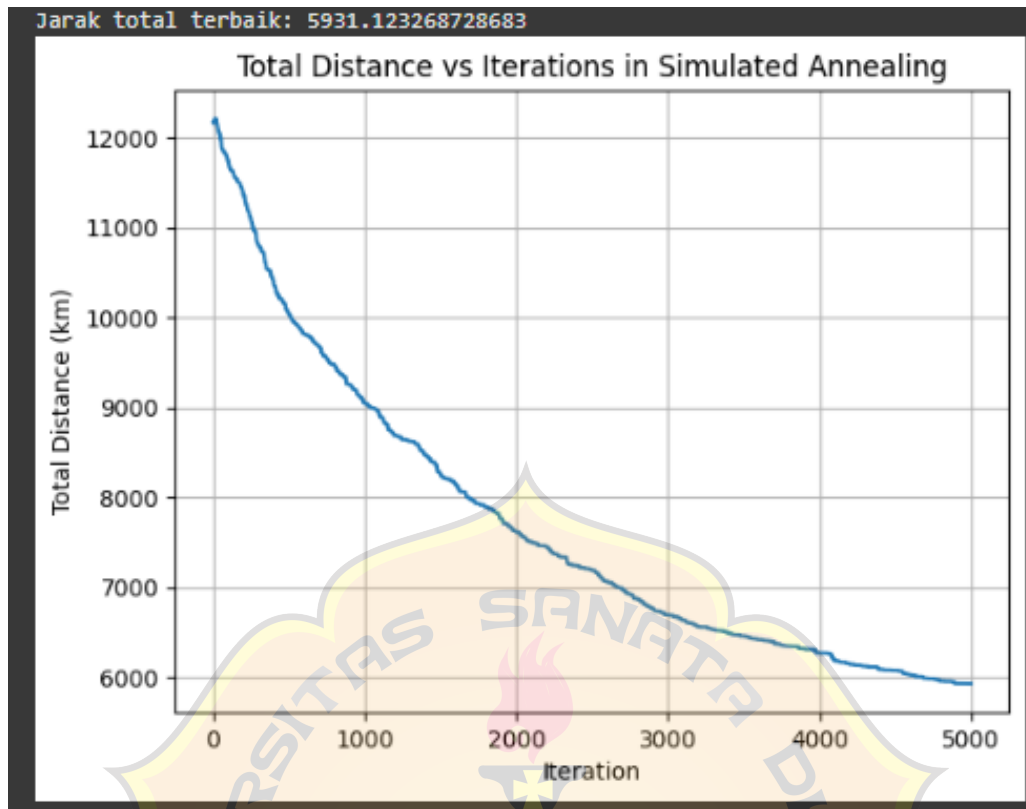
Gambar 4. 23 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 60, Cooling Rate = 0.90, Iteration = 5000

Pengujian ke-17 ini menggunakan parameter suhu awal 60 dinaikkan 10 nilai dari skenario pengujian sebelumnya, lalu untuk pengaturan parameter cooling rate diset masih sama 0.90 dan untuk nilai iterasi masi 5000. Hasil dari pengaturan parameter ini memberikan hasil total jarak 5.773 Km. Hasil ini merupakan hasil paling kecil yang didapat diantara skenario 16, 18, 19, & 20 yang menggunakan pengaturan parameter cooling rate = 0.90 & iterasi = 5000.



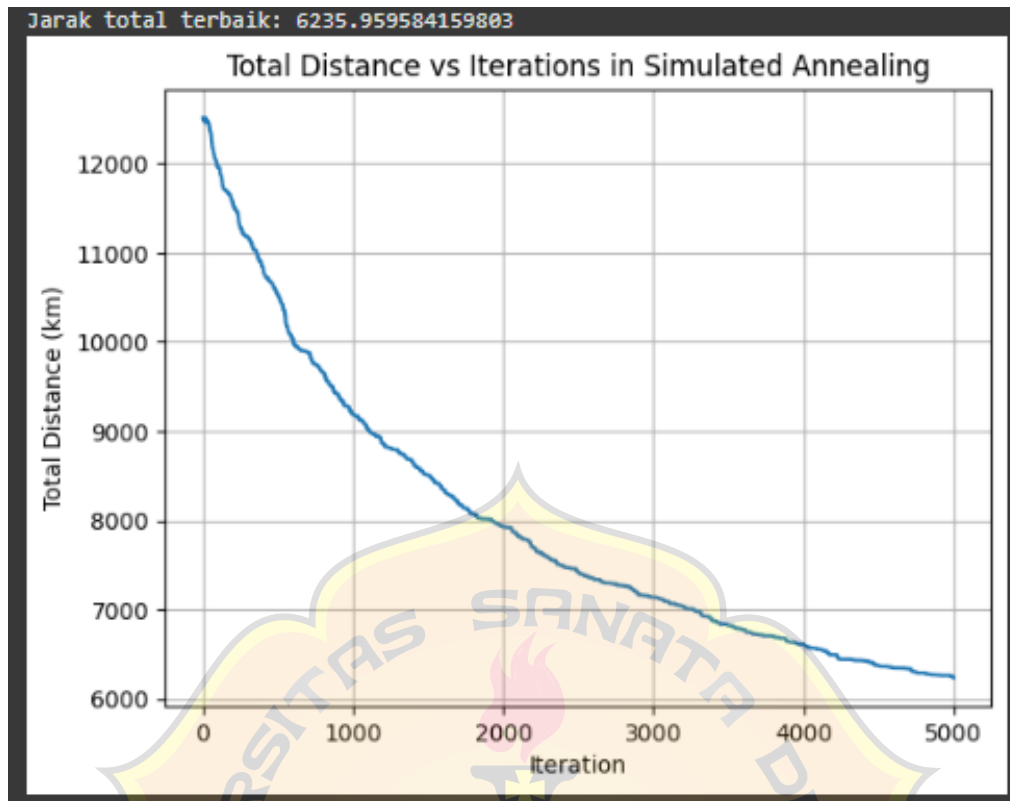
**Gambar 4. 24 Hasil Output dengan Parameter
Suhu awal = 70, Cooling Rate = 0.90, Iteration = 5000**

Pengujian ke-18 ini menggunakan parameter suhu awal 70 lalu untuk pengaturan parameter cooling rate diset masih sama 0.90 dan untuk nilai iterasi masi 5000. Hasil dari pengaturan parameter ini memberikan hasil total jarak 6.023 Km.



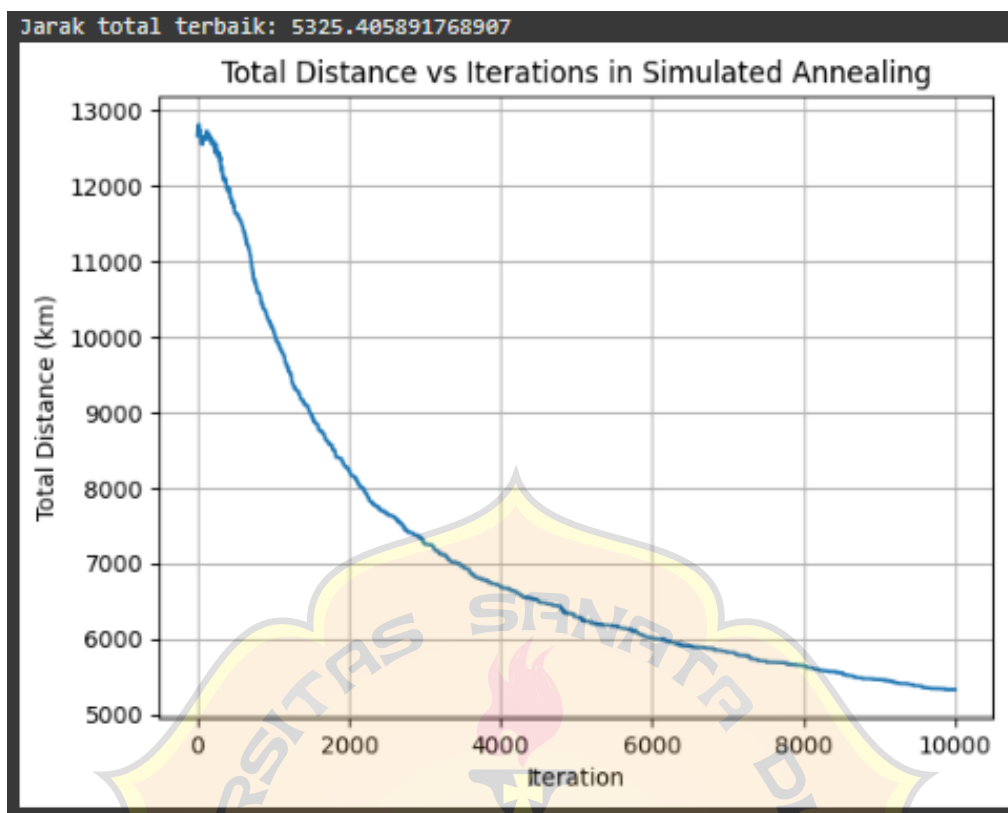
**Gambar 4. 25 Hasil Output dengan Parameter
Suhu awal = 80, Cooling Rate = 0.90, Iteration = 5000**

Pengujian ke-19 ini menggunakan parameter suhu awal 80 lalu untuk pengaturan parameter *cooling rate* diset pada 0.90 dan untuk nilai iterasi 5000. Hasil dari pengaturan parameter ini memberikan hasil total jarak 5.931 Km.



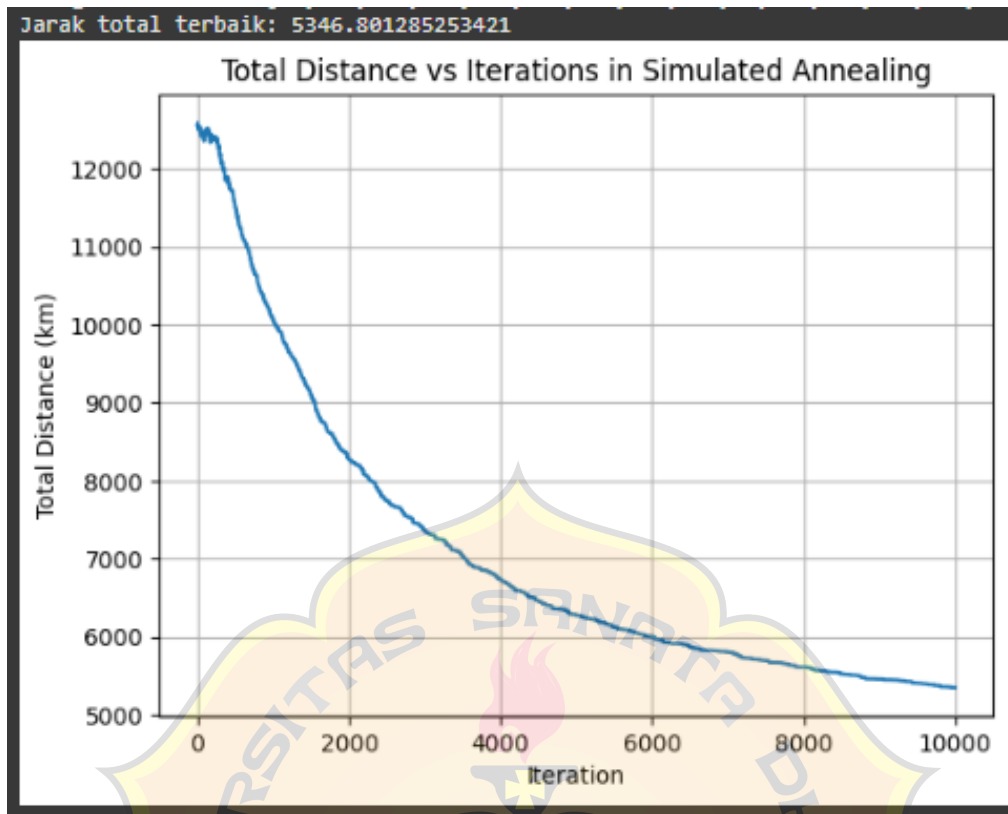
**Gambar 4. 26 Hasil Output dengan Parameter
Suhu awal = 90, Cooling Rate = 0.90, Iteration = 5000**

Pengujian ke-20 ini menggunakan parameter suhu awal 90 lalu untuk pengaturan parameter *cooling rate* diset pada 0.90 dan untuk nilai iterasi 5000. Hasil dari pengaturan parameter ini memberikan hasil total jarak 6.235 Km.



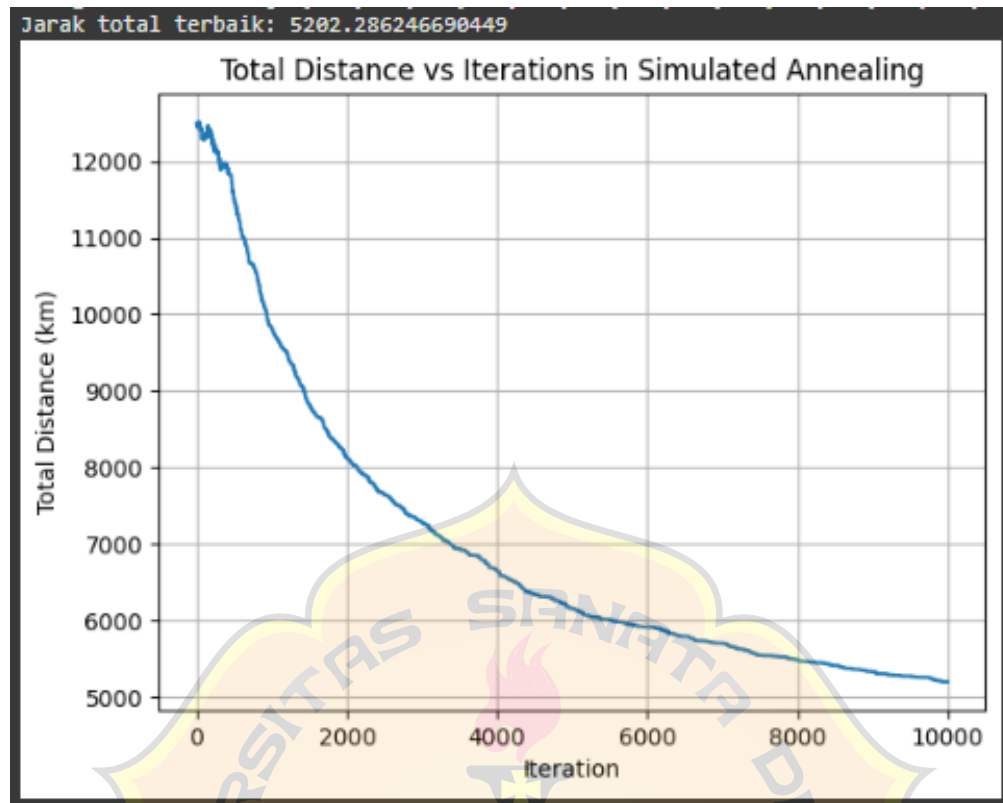
Gambar 4. 27 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 500, Cooling Rate = 0.99, Iteration = 10000

Pengujian ke-21 ini menggunakan parameter suhu awal 500 lalu untuk pengaturan parameter *cooling rate* diset pada 0.90 dan untuk nilai iterasi 10.000. Hasil dari pengaturan parameter ini memberikan hasil total jarak 5.325 Km.



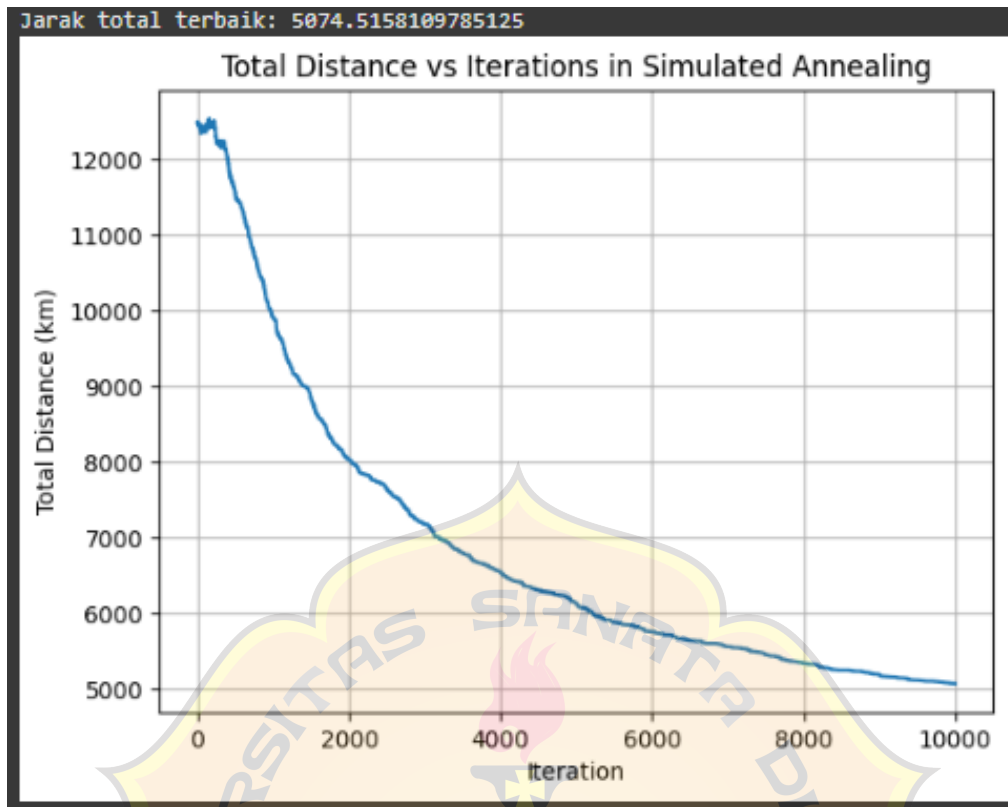
Gambar 4. 28 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 600, Cooling Rate = 0.99, Iteration = 10000

Pengujian ke-21 ini menggunakan parameter suhu awal yang dinaikkan menjadi 600 lalu untuk pengaturan parameter *cooling rate* diset pada 0.90 dan untuk nilai iterasi 10.000. Hasil dari pengaturan parameter ini memberikan hasil total jarak 5.346 Km. Hasil yang didapat selisih 21 Km lebih jauh dibandingkan pengujian ke-20.



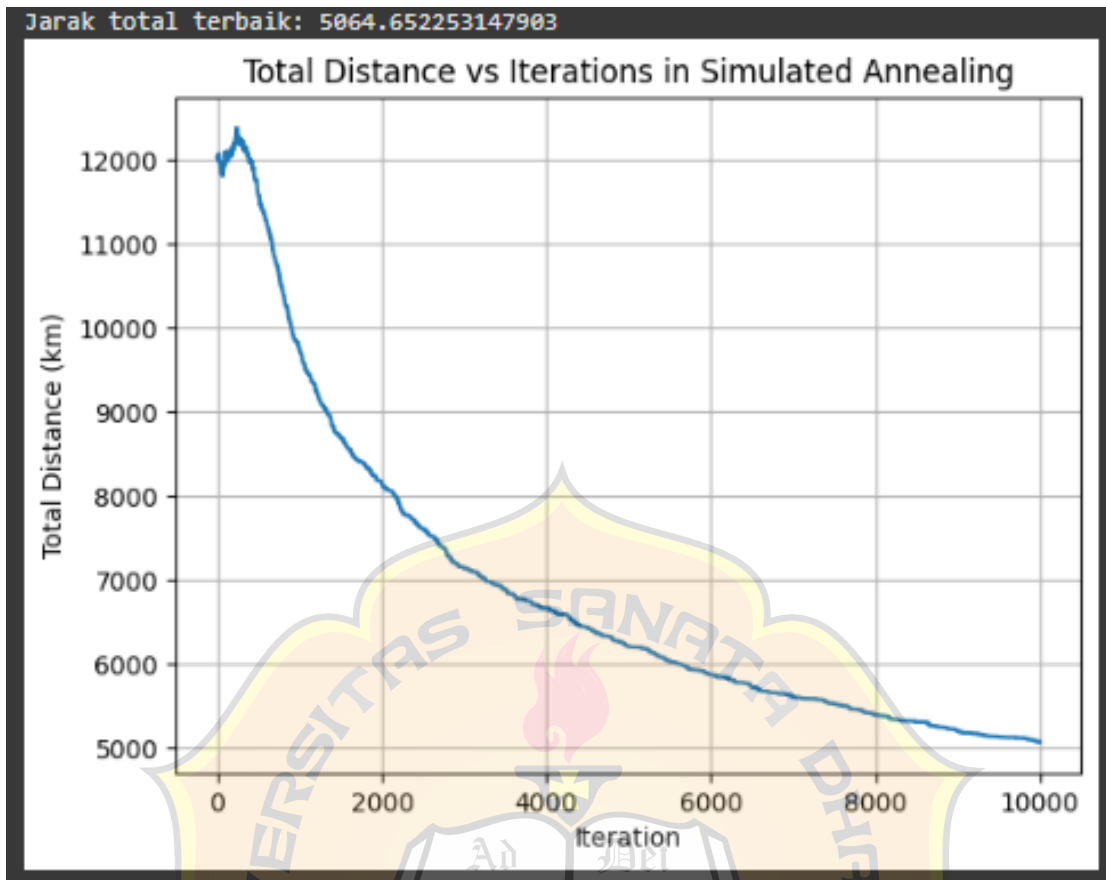
Gambar 4. 29 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 700, Cooling Rate = 0.99, Iteration = 10000

Pengujian ke-22 ini menggunakan parameter suhu awal 700 lalu untuk pengaturan parameter *cooling rate* diset pada 0.90 dan untuk nilai iterasi 10.000. Hasil dari pengaturan parameter ini memberikan hasil total jarak 5.202 Km. Hasil pengujian pada skenario ini memberikan penurunan sebesar 100 Km dibandingkan hasil skenario 21 & 20.



Gambar 4. 30 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 800, Cooling Rate = 0.99, Iteration = 10000

Pengujian ke-24 ini menggunakan parameter suhu awal 800 lalu untuk pengaturan parameter *cooling rate* diset pada 0.90 dan untuk nilai iterasi 10.000. Hasil dari pengaturan parameter ini memberikan hasil total jarak 5.074 Km. Hasil pengujian membuktikan bahwa kenaikan suhu ternyata berpengaruh pada pengurangan jarak total yang dihasilkan.



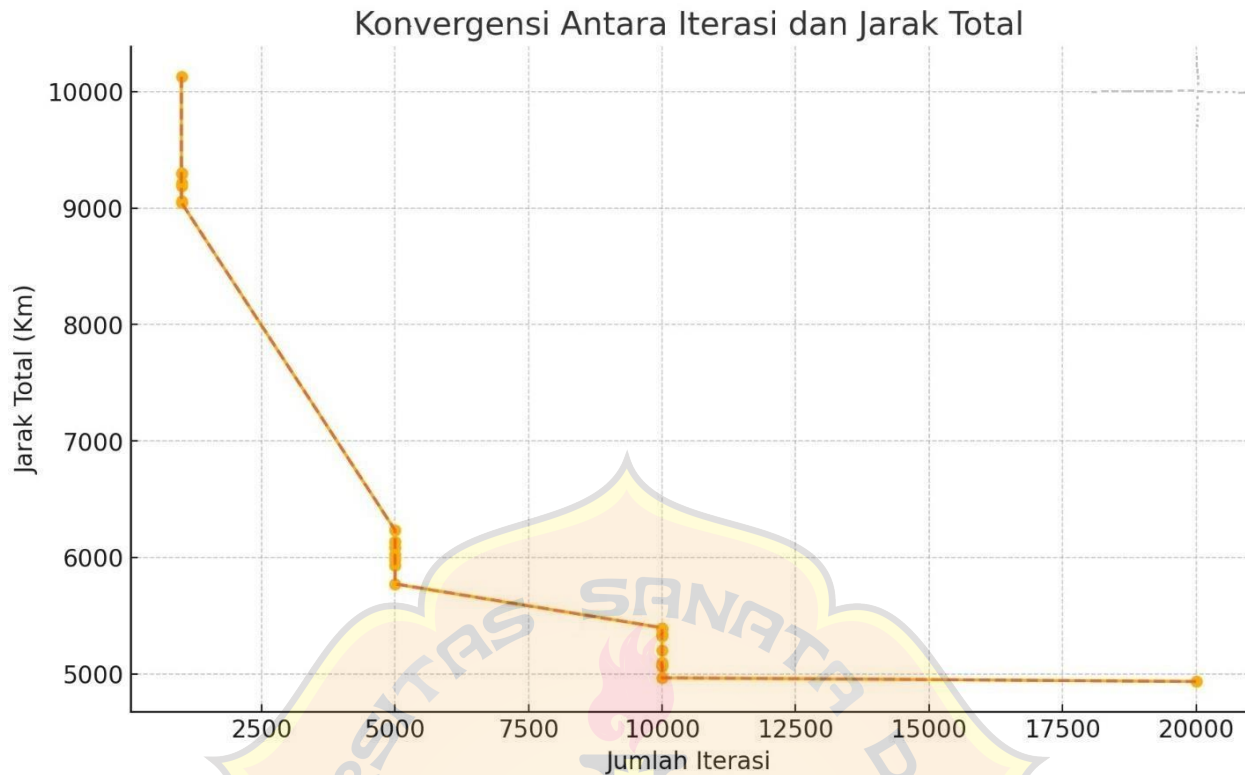
Gambar 4. 31 Hasil Output dengan Parameter Suhu awal = 900, Cooling Rate = 0.99, Iteration = 10000

Pengujian ke-25 ini menggunakan parameter suhu awal 900 lalu untuk pengaturan parameter *cooling rate* diset pada 0.90 dan untuk nilai iterasi 10.000. Hasil dari pengaturan parameter ini memberikan hasil total jarak 5.064 Km. Hasil pengujian pada skenario ini merupakan yang paling rendah diantara skenario 21 hingga skenario 24.

Tabel 4.18 Hasil Skenario Pengujian

No	Pengujian	Cooling rate	Suhu Awal	Jumlah Iterasi	Jarak Total (Km)
1	4	0.99	1000	20000	4936
2	8	0.99	100	10000	4967
3	25	0.99	900	10000	5064
4	24	0.99	800	10000	5074
5	9	0.90	1000	10000	5098
6	23	0.99	700	10000	5202
7	21	0.99	500	10000	5325
8	10	0.90	100	10000	5337
9	22	0.99	600	10000	5346
10	3	0.99	1000	10000	5379
11	7	0.85	100	10000	5397
12	17	0.90	60	5000	5773
13	19	0.90	80	5000	5931
14	6	0.85	100	5000	5981
15	18	0.90	70	5000	6023
16	2	0.99	1000	5000	6084
17	16	0.90	50	5000	6138
18	20	0.90	90	5000	6235
19	11	0.90	90	1000	9047
20	15	0.90	50	1000	9062
21	13	0.90	70	1000	9186
22	12	0.90	80	1000	9215
23	14	0.90	60	1000	9296
24	5	0.85	100	1000	9303
25	1	0.99	1000	1000	10127

Tabel 4.18 berisi mengenai hasil pengujian dari 25 skenario pengujian yang telah dilakukan. Dari tabel diatas didapatkan hasil pengujian yang menghasilkan jarak terdekat pada parameter *cooling rate* = 0.99, suhu awal = 1000, dan jumlah iterasi 20.000, sedangkan hasil pengujian yang menghasilkan jarak terjauh didapatkan pada *cooling rate* = 0.99, suhu awal = 1000, dan jumlah iterasi 1.000. Hal ini membuktikan bahwa parameter yang memberikan efek penurunan yang paling signifikan adalah jumlah iterasi, karena dengan kombinasi *cooling rate* dan suhu awal yang bernilai sama namun dengan jumlah iterasi yang berbeda memberikan hasil akhir jarak yang berbeda jauh. Untuk grafik konvergensi dapat dilihat pada gambar 4.32.



Gambar 4.32 Grafik Konvergensi

Grafik 4.32 merupakan grafik konvergensi antara jumlah iterasi dengan total jarak yang dihasilkan selama proses optimisasi. Pada grafik tersebut di awal iterasi (0 – 5.000) total jarak menunjukkan penurunan yang signifikan, kemudian pada iterasi menengah antara (5.000 – 10.000) penurunan total jarak mulai tidak terlalu signifikan akan tetapi masih terjadi penurunan total jarak mendekati 5.000 Km. Selanjutnya pada iterasi akhir (10.000 – 20.000) sumbu grafik cenderung mendatar dan menunjukkan bahwa algoritma telah mencapai solusi optimal atau mendekati solusi optimal, dengan total jarak stabil di sekitar 5.000 Km.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan analisis mengenai penempatan guru di Kabupaten Magelang menggunakan algoritma Simulated Annealing, didapatkan beberapa poin penting. Algoritma SA terbukti dapat meminimalkan total jarak tempuh secara signifikan. Kemudian pengaturan parameter seperti suhu awal, *cooling rate*, dan jumlah iterasi juga sangat mempengaruhi hasil akhir. Kemudian pada skenario pengujian terkait tinggi nilai iterasi menunjukkan kecenderungan untuk mencapai solusi yang lebih optimal, semakin tinggi nilai iterasi maka semakin optimal hasil yang didapatkan namun membutuhkan waktu komputasi yang lebih lama. Batasan jumlah iterasi ditetapkan dengan memperhatikan titik konvergensi. Konvergensi atau konvergen adalah keadaan ketika perubahan nilai solusi atau fungsi objektif menjadi semakin kecil setelah iterasi berturut-turut hingga akhirnya mencapai titik optimal (tidak terjadi penurunan / kenaikan) atau berhenti berdasarkan kriteria tertentu.

Dari hasil keseluruhan skenario pengujian didapatkan hasil konvergen pada iterasi ke 10.000, untuk semua pengaturan *cooling rate* dan suhu awal. Namun, khusus untuk skenario uji 1 hingga 4 hasil konvergen didapat ketika mencapai iterasi ke 20.000 (*cooling rate* = 0.99 & suhu awal = 1000). Pengujian dengan menggunakan nilai iterasi 1.000 mendapatkan rata-rata total jarak ±9.319 Km. Lalu untuk pengujian dengan menggunakan nilai iterasi 5.000 mendapatkan hasil total jarak rata-rata diangka ±6.023 Km. Untuk hasil total jarak yang didapat pada iterasi ke 10.000 dengan pengaturan *cooling rate* & suhu awal berapa pun rata-rata total jarak yang didapatkan diangka ±5.218 Km. Hasil akhir total jarak paling minimal didapatkan pada skenario uji keempat dengan menggunakan pengaturan *cooling rate* = 0.99, suhu awal = 1000, & nilai iterasi = 20.000 yaitu sejauh 4.936 Km. Akan tetapi setelah dilakukan pengujian lain dengan menggunakan pengaturan *cooling rate* = 0.99, suhu awal = 100, & nilai iterasi 10.000 ternyata mendapatkan hasil total jarak sebesar 4.967 Km, hasil ini hampir mendekati total jarak paling minimal pada percobaan ini.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya pertimbangkan distribusi jarak dengan memberi 1 parameter konstrain yang digunakan untuk membatasi jarak maksimal antara guru dengan sekolah. Penggunaan metode hybrid seperti mengkombinasikan algoritma SA dengan algoritma lain direkomendasikan agar bisa lebih meningkatkan kualitas solusi dan kecepatan konvergensi. Karena waktu komputasi yang tinggi dan iterasi yang digunakan bernilai besar, penggunaan model *cloud computing* untuk membantu mempercepat proses dan hasil optimisasi. Selain itu, pengembangan platform berbasis web atau mobile juga disarankan untuk mendukung dan mempermudah visualisasi hasil bagi pengguna awam.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Dewi, E. C. Djamal, and R. Yuniarti, "Prosiding Seminar Nasional Komputer dan Informatika (SENASKI)," pp. 978–602, 2017.
- [2] A. Hasad, "Algoritma Optimasi Dan Aplikasinya," 2015.
- [3] A. Khumaidi, R. Raafi'udin, and I. P. Solihin, "Simulation Of Traveling Salesman Problem For Distribution Of Fruits In Bogor City With Simulated Annealing Method," vol. 3, no. 36, pp. 611–618, 2020, [Online]. Available: <https://iocscience.org/ejournal/index.php/mantik/index>
- [4] I. G. S. Artawan, G. S. Santyadiputra, and K. Agustini, "Optimasi Penataan Access Point Pada Jaringan Nirkabel Menggunakan Algoritma Simulated Annealing," *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, vol. 18, no. 1, 2021.
- [5] E. Samana, B. Prihandono, and E. N. Intisari, "Aplikasi Simulated Annealing Untuk Menyelesaikan Travelling Salesman Problem," 2015.
- [6] S. H. Zhan, J. Lin, Z. J. Zhang, and Y. W. Zhong, "List-Based Simulated Annealing Algorithm for Traveling Salesman Problem," *Comput Intell Neurosci*, vol. 2016, 2016, doi: 10.1155/2016/1712630.
- [7] E. Ridha Permana, D. Marisa Midyanti, R. Hidayati, "Menggunakan Metode Simulated Annealing (Studi Kasus: Pd Bumi Jaya Indah Kota Pontianak)," *Coding : Jurnal Komputer dan Aplikasi*, vol. 8, no. 03, pp. 9–18, 2020.
- [8] H. Sriwindono, H. Rosa, and P. P. Pinaryanto, "The Teacher Placement using K-Means Clustering and Genetic Algorithm," *Conference Series*, vol. 4, no. 1, pp. 2747–2981, 2022.
- [9] E. H. L. Aarts, J. H. M. Korst, and P. J. M. Van Laarhoven, "A Quantitative Analysis of the Simulated Annealing Algorithm: A Case Study for the Traveling Salesman Problem," 2014.
- [10] T. Srinivas Rao, "A Simulated Annealing Approach To Solve A Multi Traveling Salesman Problem In A FMCG Company," 2021.
- [11] D. Kiki Yestiani and N. Zahwa, "Peran Guru Dalam Pembelajaran Pada Siswa Sekolah Dasar," *Jurnal Pendidikan Dasar*, vol. 4, no. 1, pp. 41–47, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/fondatia>
- [12] R. Nurtiara Puteri, A. W. Widodo, and I. Cholissodin, "Optimasi Multiple Travelling Salesman Problem Pada Pendistribusian Air Minum Menggunakan Algoritme Particle Swarm Optimization (Studi Kasus: UD. Tosa Malang)," 2017. [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [13] M. Munirah and Subanar, "Kajian terhadap Beberapa Metode Optimasi (Survey of Optimization Methods)," *Survey of Optimization ... / Munirah*, vol. V, p. 45, 2017.

- [14] M. Iqbal, M. Zarlis, and H. Mawengkang, "Model Pendekatan Metaheuristik dalam Penyelesaian Optimisasi Kombinatorial," *Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS)*, 2020.
- [15] Z. Beheshti, S. Mariyam Shamsuddin, and S. Mariyam Hj Shamsuddin, "A review of population-based meta-heuristic algorithm," *Int. J. Advance. Soft Comput. Appl*, vol. 5, no. 1, pp. 2074–8523, 2015, [Online]. Available: www.i-csrs.org
- [16] M. Firdaus, I. Masudin, and D. M. Utama, "Penjadwalan Flowshop Dengan Menggunakan Simulated Annealing," *Spektrum Industri*, vol. 13, no. 1, p. 27, Apr. 2015, doi: 10.12928/si.v13i1.1836.



LAMPIRAN

Lampiran 1: Tabel Hasil Penempatan Guru

Nama Guru	Nama Sekolah
Siti Juwariyah	SD NEGERI BUMIREJO 1
ENI ZARYANTI	SD NEGERI GEJAGAN
Wahyu Rakhmawati	SD NEGERI KUWADERAN 2
Purwoko Budisantoso	SD NEGERI PAKUNDEN 3
Sabariyah	SD NEGERI WINDUSARI 1
Munjaryati	SD NEGERI KEMBANGKUNING 1
AGUSTINUS NGADIMAN	SD NEGERI SELOPROJO
SIH SITA PRAJANJI	SD NEGERI JAMUS 1
TUKIMIN	SD NEGERI POLENGAN 1
Sunarto	SD NEGERI JERUKAGUNG 1
Suwono	SD NEGERI SRIWEDARI 1
KUWAT SANTOSA	SD NEGERI SUKOMULYO
SUWARTO	SD NEGERI TANJUNGSARI
Sumartinah	SD NEGERI NGAWEN 1
Murtinah	SD NEGERI TANJUNGSARI
FRANCISCUS XAVERIUS SURANA	SD NEGERI PAKUNDEN 2
M. Mustafrihah	SD NEGERI WINDUSARI 1
Wagirin	SD NEGERI PAKUNDEN 3
Juartini	SD NEGERI BLONGKENG 1
Wastiasih	SD NEGERI BLONGKENG 1
Siti Khasanatul Khoiriyah	SD NEGERI SIDOWANGI
HADRIANUS RUSIDI HARSOYO	SD NEGERI BLONGKENG 1
Margiyah	SD NEGERI BLONGKENG 1
Rumiyati	SD NEGERI KEMBANGKUNING 1
Ngadilah	SD NEGERI PODOSOKO
SUNARNI	SD NEGERI WINDUSARI 1
Suklatun Khairiyah	SD NEGERI NGARGOSOKO
UNTUNG RIJADI	SD NEGERI KAMONGAN
MUTOSINGATUN	SD NEGERI PURWOSARI TEGALREJO
HARYANTO	SD NEGERI DALEMAN KIDUL 2
GATI MULYANI	SD NEGERI PODOSOKO 1
DARIYAH	SD NEGERI SAWANGAN 3
ROFINGATUN	SD NEGERI BANYUDONO 4
MURWANI	SD NEGERI BANYUSIDI
NGATEMAN	SD NEGERI JATI 2
AGUS SANTOSA, S.Pd SD	SD NEGERI KRASAK

NUR ULIL BARIROH	SD NEGERI JAMUS 1
Sawitri	SD NEGERI PAKUNDEN 2
SUMARJO	SD NEGERI BLONGKENG 1
MARATI	SD NEGERI PAKUNDEN 2
RUJILAH	SD NEGERI NGAWEN 1
Ngatiyah	SD NEGERI PAKUNDEN 2
ISTINGADAH	SD NEGERI PAKUNDEN 2
SRIYATUN	SD NEGERI GENIKAN
SUBAGYO	SDN LOSARI
Catur Yoga Gupita	SD NEGERI MUNENG 1
RUSTAMAJI EDMANDUS HARIANUS	SD NEGERI PAGONAN
SRI MAWARTI	SD NEGERI KEMBANGKUNING 1
Rusmiyati	SD NEGERI GEGER
Wahyuningsih	SD NEGERI KEMBANGKUNING 1
YAMIDI	SD NEGERI JAMUS 1
SUMIYATI	SD NEGERI PAKUNDEN 2
Insiyah	SD NEGERI BLONGKENG 1
SRI NINGSIH THERESIA	SD NEGERI JAMUS 1
NUNUK WARYANTI	SD NEGERI SIDOREJO 1
Untarti Suprihatin	SD NEGERI SRIWEDARI 1
SITI NURJANAH	SDN MANGUNREJO
MAKMUN BASUKI	SD NEGERI BANYUURIP 1
Istianah	SD NEGERI RINGINPUTIH 3
ROYATI	SD NEGERI DEYANGAN 2
MENIR SUMARAH	SD NEGERI TEMANGGAL
Hemy Puji Astuti	SD NEGERI RINGINPUTIH 3
DAKIR	SD NEGERI PASURUHAN 2
MAKRUF SODIKIN	SD NEGERI RINGINPUTIH 3
Solichin	SD NEGERI KRASAK 1
SUNGAENI	SD NEGERI RINGINPUTIH 3
TH. MURKANTI	SD NEGERI SAWANGAN 4
MGT. WARYATI	SD NEGERI SIKEPAN 2
Josep Triharnanto	SD NEGERI SIKEPAN 2
Isti Faizah	SD NEGERI JATI 2
Murwanti	SD NEGERI SIKEPAN 1
SITI AISAH	SD NEGERI PODOSOKO 4
WATIMAH	SD NEGERI KLOPO 1
SITI SOIMAH	SD NEGERI WINDUSARI 1
AGUSTIN SRI WURYANTI	SDN BANYUSARI
Siti Rahayu	SD NEGERI GEGER
NOK MULYANI	SD NEGERI GEGER

NGALIMUN	SD NEGERI NGAWONGGO 1
Sunarni	SD NEGERI KLOPO 1
MUFLIHATUN NAJIHAH	SD NEGERI PURWOSARI TEGALREJO
SITI ZUKRIYAH	SD NEGERI MUNENG 1
Widowati	SD NEGERI PODOSOKO 4
LESTARI MUNHAYATI	SD NEGERI KRASAK
WIWIK SUDJARWIYAH	SD NEGERI GEGER
HASANAH	SD NEGERI BLIGO 2
Mulyadi	SD NEGERI KAMONGAN
MUHAMMAD MUNAWAR	SD NEGERI DEYANGAN 2
Marmiyati	SD NEGERI PESIDI
Tumiyem	SD NEGERI KARANGKAJEN
Suprpti	SD NEGERI KARANGKAJEN
Baehaki	SD NEGERI SIDOMULYO
Siti Munazilah	SD NEGERI CANDISARI
Rr. Bungah Sri Rahayu	SD NEGERI KADILUWIH
WARSIDI	SD NEGERI SIKEPAN 2
SRI SUKESTI	SD NEGERI PODOSOKO
HARNANIK	SD NEGERI PURWOSARI TEGALREJO
SUYATNO	SD NEGERI SIDOREJO 1
ETI SUHAETI	SDN BANYUSARI
SUWARDI	SD NEGERI KLOPO 1
NURHIDAYATI	SD NEGERI KLOPO 1
NURHIDAYATI	SDN BANYUSARI
Tasmiah	SD NEGERI SOKA
Hamid Faozi	SD NEGERI PAREMONO 4
BASHORI	SD NEGERI PASURUHAN 2
DWI ASTUTI	SD NEGERI NGARGOSOKO
ASIYAH MARIA IMMACULATA	SD NEGERI DEYANGAN 2
SUPARTI	SD NEGERI SOKA
Murjito	SD NEGERI POLENGAN 1
Eny Ismiyatun	SD NEGERI SOKA
Mita Eka Atmajani	SD NEGERI TANJUNGSARI
Anastasia Indrawati	SD NEGERI BUMIREJO 1
Muchamadji	SDN DONOROJO
MUNDAROYAH	SD NEGERI MADURETNO
NUR HASTUTI	SD NEGERI TEMANGGAL
SUSTINAFINGAH	SDN MANGUNREJO
NUR SANGIDAH	SD NEGERI GEGER
ARIS NURANI TRIYANTORO	SD NEGERI SOBOWONO
ANIK	SD NEGERI KRASAK

DF SUJOKO	SD NEGERI DALEMAN KIDUL 2
Sumarlan	SD NEGERI JATI 2
FAJRIYATUN NUROHMAH	SD NEGERI JATI 2
Sri Wahyuningsih	SDN LOSARI
WIDODO	SD NEGERI MAGERSARI
NURYADHI	SD NEGERI PAGONAN
SUGITO	SD NEGERI SELOMIRAH
Ch Siti Handari	SD NEGERI KANIGORO 1
Gatot Indriyani	SD NEGERI KANIGORO 1
NASIKHATUN	SD NEGERI TIRTO
KISMADI	SD NEGERI ADIKARTO 1
EKA PRAMUJI	SD NEGERI BANYUSIDI
Poniman,S.Pd	SD Negeri Keningar 1
Sri Widyaningsih	SD NEGERI WIROPATI
SUWANDI	SD NEGERI GENIKAN
ROMELAH	SD NEGERI NGABLAH 5
TRIYONO	SD NEGERI NGABLAH 1
SARWOKO	SD NEGERI NGABLAH 1
AGUS PURWANTO	SD NEGERI NGAWONGGO 1
IDA ZUNIATI	SD Negeri Sawangargo
Sukarni	SD NEGERI SELOMIRAH
ANASTASIA SRILESTARI,S.Pd	SDN BANYUSARI
Markhamah	SDN MANGUNREJO
DARMADI	SD NEGERI SOBOWONO
Siti Solekhah	SD NEGERI MANGUNSARI 3
Wahyu Danti	SD NEGERI GEJAGAN
BAMBANG WIDAGDO	SD NEGERI SAWANGAN 4
MEI DARMAWANTI	SD NEGERI SAWANGAN 4
HAFIDH YOGY SETIAWAN	SD NEGERI KALIURANG 2
Umi Mustaqimah	SD NEGERI PAGONAN
PONIMAN	SD NEGERI PAGONAN
Kris Adiyanti	SD NEGERI PAGONAN
SUPRAYITNO	SD NEGERI SAWANGAN 3
Widarto	SD NEGERI BANYUDONO 4
HARDIYAH SUSILOWATI	SD NEGERI GONDOWANGI 1
SUHARNI, S.Pd.	SD NEGERI SAWANGAN 4
Linda hapsari	SD NEGERI GONDOWANGI 1
ERNA FAJAR MUNIFAH	SD NEGERI PODOSOKO 4
Friday Andedayani	SD NEGERI SAWANGAN 3
LESTARI	SD NEGERI RINGINPUTIH 3
Sri Rusti Purwati	SD NEGERI KARANGKAJEN

Istiqomah	SD NEGERI JAMUS 1
SISWATI	SD NEGERI KRASAK
M. WASTILAH	SD NEGERI JATI 2
AGUSTINUS RAHMANTO	SD NEGERI PASURUHAN 2
B.Rini Herawati	SD NEGERI JERUKAGUNG 1
KRISTIN YUDI HARTINI	SD NEGERI JERUKAGUNG 1
MASIROH	SD NEGERI KUWADERAN 2
Yulia Mulati.P	SD NEGERI PASURUHAN 2
NUR KHASANATUN NADHIROH	SD NEGERI GONDOWANGI 1
TIMUR PURBOYO	SD NEGERI SIKEPAN 2
Agnes Tri Iriantari	SD NEGERI SIKEPAN 2
MUTIAH	SD NEGERI SAWANGAN 4
SURATINEM WIDYANINGSIH	SD NEGERI SOBOWONO
Tutik Sariyatun	SD NEGERI WINDUSARI 2
Sri Mulyati	SD NEGERI KRADENAN 3
Bahroni	SD NEGERI SOMOKETRO
Sumilah,S.Pd	SD NEGERI SIKEPAN 1
MARYUNI	SD NEGERI MUNENG 1
ISROPATUN	SD NEGERI MAGERSARI
Jujuk Ekowati	SD NEGERI SELOMIRAH
SUASANINGSIH	SD NEGERI NGARGOSOKO
Siti Nafisah	SDN PANDANRETNO
MIFTAKHUL MUNIR	SD NEGERI KEMBANGKUNING 1
Tri Asmi Maslikhah	SD NEGERI SUKOMULYO
LIYA PANJAITAN	SD NEGERI KEMBANGKUNING 1
Wasilatul Rofiah	SD NEGERI KUWADERAN 2
Hartono Yuwana	SD NEGERI KUWADERAN 2
Sriyatmi	SD NEGERI KUWADERAN 2
Nuri Pramono	SD NEGERI NGARGOSOKO
Listiyani	SD NEGERI NGAWONGGO 1
Yohanes Sutrisno	SD NEGERI NGABLAH 1
Pariyem	SD Negeri Keningar 1
Trisnarningsih	SD NEGERI NGARGOMULYO
Titik Sulistyowati	SD NEGERI KRASAK
Suwardi	SD NEGERI NGARGOMULYO
Sukarti	SD NEGERI NGABLAH 5
Sugiyarti	SD NEGERI BALEAGUNG
TRI WIJININGSIH	SD NEGERI KARANGKAJEN
MARTIN NURWIDA	SD NEGERI SOKA
SRI LESTARI	SD NEGERI SOKA
SAINEM	SDN DONOROJO

Theresia Ernawati	SD NEGERI TIRTO
Banatul Mukaromah	SD NEGERI KRASAK 1
Rr Sulartini	SD NEGERI MENOREH
Sri Solwati	SD NEGERI Sriwedari 1
Emy Hariastuti	SD NEGERI KALISALAK
Tarwiyah	SD NEGERI MARGOYOSO 1
Istirokhah	SD NEGERI KRASAK 1
Siti Maesaroh	SD NEGERI Sriwedari 1
Sunarni	SD NEGERI KALISALAK
Hermanto	SD NEGERI WONOGIRI
SUPARTINI	SD NEGERI KRINJING 1
Isti Muryani	SD NEGERI SOBOWONO
Kamidi	SD NEGERI NGABLAK 1
ISMIYATI	SD NEGERI MARGOYOSO 1
SUYAMI	SD NEGERI KAMONGAN
Djasmin	SD NEGERI POLENGAN 1
MUH MUSLIMIN	SD NEGERI KAMONGAN
TARYANI	SD NEGERI BALEAGUNG
Yohanes Sudardi	SD NEGERI SELOPROJO
Sumarjo	SD NEGERI WIROPATI
Reti Wardani	SD NEGERI MENOREH
MURYANTO	SD NEGERI MENOREH
Atik Royani	SD NEGERI KEMBANGKUNING 1
Farid Abidin	SD NEGERI BANGSRI
Any setyaningsih	SD NEGERI MANGUNREJO
KARIMAH	SD NEGERI WINDUSARI 2
Ken Hastuti Herawati	SD NEGERI KARANGKAJEN
Sumiyati	SD NEGERI MENOREH
YATI SUMIYATI	SD NEGERI WIROPATI
Priyanti	SD NEGERI PENGARENGAN 1
TRI WAHYUNI	SD NEGERI TEGALRANDU
PATIMAH ANASTASIA	SD NEGERI SOBOWONO
SRIKATON,S.Pd SD	SD NEGERI MANGUNSARI 3
OKTAVIANA FIRMANI	SD NEGERI TIRTO
Suprapti	SD NEGERI PAREMONO 4
Sri Antik	SD NEGERI SELOPROJO
Sri Hermiyati	SD NEGERI TIRTO
Sriyati	SD NEGERI DALEMAN KIDUL 2
Patoni	SD NEGERI KALIURANG 2
Dwi Lestiyo Rini	SD NEGERI POLENGAN 1
Marjatun	SD NEGERI KARANGKAJEN

MUHILAL	SD NEGERI PESIDI
Isni Mastuti	SD NEGERI GENIKAN
SRI WAHANANINGSIH	SD Negeri Sawangargo
TRI MULYANI	SD Negeri Sawangargo
Siti Fatimah	SD NEGERI MARGOYOSO 1
Endang Sumartiningsih	SD NEGERI MANGUNREJO
Suratmi	SD NEGERI BUMIAYU
ISROWIYAH	SD NEGERI SIDOMULYO
MARIYAH	SD NEGERI SAWANGAN 1
T. MARTINI	SD NEGERI NGABLAK 1
SUDARNI	SD NEGERI KAPONAN
SRI WIDATI	SD NEGERI DALEMAN KIDUL 2
Yulaidah	SD NEGERI JATI 2
ENY SOFIYAH	SDN KAJANGKOSO
Siti Kotimah	SD NEGERI BAMBUSARI
Sulasih	SDN PANDANRETNO
Makmuriyah	SD NEGERI KUWADERAN 2
Isyadi	SD NEGERI WONOGIRI
Sulastri	SD NEGERI KUWADERAN 2
A. Mulyani Tri Retnowati	SDN PANDANRETNO
Luchtar Fachruddin	SDN MANGUNREJO
APANDI	SD NEGERI PESIDI
Sulanjari	SD NEGERI MANGUNREJO
AMIR HAMZAH	SD NEGERI MANGUNREJO
Siti Aminatun	SD NEGERI POLENGAN 1
Siti Aminasih,S.Pd	SD NEGERI SIKEPAN 1
SRI WURYANTI	SD NEGERI SOBOWONO
Suratun	SD NEGERI JERUKAGUNG 1
Lestari Wartiningsih	SD NEGERI JERUKAGUNG 1
Eko Erni Purwanti	SD NEGERI TIRTO
Nur Choliso	SD NEGERI BAMBUSARI
Siti Chobsoh	SD NEGERI SIDOWANGI
BANDIYAH	SD NEGERI KUWADERAN 2
EDY SARONO	SD NEGERI WINDUSARI 1
RIYATI	SD NEGERI MADURETNO
Arti	SD NEGERI NGAWONGGO 1
Suparni	SD NEGERI KEMBANGKUNING 1
Sarwono	SD NEGERI GEGER
MARGARETA TITINEM	SD NEGERI MUNENG 1
Sulistiyono	SD NEGERI KAPONAN
Turiyah	SD NEGERI GENIKAN

INDAH NOOR PINUJI	SD NEGERI TANJUNGSARI
UMROHYATI	SD NEGERI RINGINPUTIH 3
SUMARKO, S.Pd	SDN MANGUNREJO
PARWATI	SDN MANGUNREJO
SUPARNO	SD NEGERI SIDOWANGI
Murmanto	SDN LOSARI
Peni Wulandari	SD NEGERI BENINGAN
Puji Jayanti	SD NEGERI MANGUNSARI 3
Sruwandati	SD NEGERI PODOSOKO 4
SICILIA HERLINA LUKITOWATI	SD NEGERI PODOSOKO 4
SUNARTO	SD NEGERI GENIKAN
Ninik Widyastuti	SD NEGERI SRIWEDARI 1
HARTINI	SD NEGERI PAKUNDEN 2
Lina Dewi Kusumo Wulan	SD NEGERI KRADENAN 3
Tubiyati	SD NEGERI BLIGO 2
Dwi Wahyu Widayati	SD NEGERI SRIWEDARI 1
Suyanto	SD NEGERI KADILUWIH
SUWAR SEKTININGSIH	SD NEGERI BLONGKENG 1
MARDIKEM SUPATMI	SD NEGERI BLIGO 3
Sugiharti	SD NEGERI SOMOKETRO
Siti Qomariyah	SD NEGERI KADILUWIH
Siti Daimah	SD NEGERI TIRTO
BUDIYATI	SD NEGERI WONOGIRI
SETIASIH	SD NEGERI NGAWONGGO 1
RM Saifur Rachman,S.Pd	SD NEGERI WONOGIRI
MUHZURI	SD NEGERI PODOSOKO 4
Sumarti, S.Pd	SD NEGERI RAMBEANAK 2
Tyas Mahargiyani Rohmah	SDN PANDANRETNO
Aminah	SD NEGERI KEMBANGKUNING 1
Zulikhah	SD NEGERI MENOREH
Akhmad Dimiyati	SD NEGERI KALISALAK
SUTARTI	SD NEGERI BUMIAYU
Hartati	SD NEGERI Sriwedari 1
Nunuk Purwanti	SD NEGERI WONOGIRI
Amperani Suhastuti	SD NEGERI PENGARENGAN 1
Marhamah	SD NEGERI KALISALAK
Suwarni	SD NEGERI KALIURANG 2
YASMI HARIYATUN	SD NEGERI SOKA
NINING CATUR NINGRUM	SD NEGERI SOKA
Maryani	SD NEGERI SOKA
Sri Yuaningsih	SD NEGERI SOKA

Sri Wiyantini	SDN BANYUSARI
FX DWI PRACAYA	SD NEGERI SOKA
Sulbiyah,S.Pd	SD NEGERI JUMOYO 4
Mujono	SD NEGERI PODOSOKO 1
Kuwadi Rahayu	SD NEGERI TIRTO
Rr Sri Umiyati	SD NEGERI POLENGAN 1
SUYOTO	SD NEGERI MAGERSARI
WARSITO	SD NEGERI BANYUSIDI
AMANAHAH	SD NEGERI BANDUNGREJO
Suroto	SD NEGERI KANIGORO 1
NURYANTO	SD NEGERI NGABLAH 1
HARYANTO	SD NEGERI MANGUNSARI 3
TRI ASTUTI	SDN KAJANGKOSO
NANIK WIDOWATI	SD NEGERI BENINGAN
A. Zaenudin	SD NEGERI SAWANGAN 3
MINSARI	SD NEGERI KRASAK
RIYANTO	SD NEGERI GONDOWANGI 1
Heny Dwinanto Richardus	SD NEGERI BANYUDONO 4
DJUWENI ANTARA ANTONIUS	SD NEGERI NGABLAH 5
R.RAHARJONO	SD NEGERI SAWANGAN 1
SUKARMAN	SD NEGERI NGABLAH 5
YANI PUJIATININGSIH	SD NEGERI NGABLAH 5
SUHARYANTI	SD NEGERI MAGERSARI
JARWATI	SD NEGERI NGABLAH 5
Indarwati Yohana	SD NEGERI BANDUNGREJO
SRI TAWAN TARYATI	SD NEGERI NGABLAH 1
SAFRODIN	SD NEGERI NGARGOSOKO
SRI SURYA NURNINGSIH	SD NEGERI SALAMAN 3
MUH MAKMURI	SD NEGERI MUNENG 1
Endah Sulistyanningrum	SD NEGERI SALAMAN 3
KUSNAENI	SD NEGERI NGARGOGONDO
Agustinus Tarmadi	SD NEGERI WIROPATI
Siti Fatimah	SD NEGERI TEMANGGAL
SLAMETJO	SD NEGERI TIRTO
Sariyo	SD NEGERI TIRTO
Elisabeth Masirah	SD NEGERI PODOSOKO 1
E.Mariati	SD NEGERI NGAWEN 1
Muh Apri Darmawan	SD NEGERI SIKEPAN 1
Zuniarsih	SD NEGERI PURWOSARI TEGALREJO
Masruroh	SD NEGERI SAWANGAN 4
Revi Luhdewi Setiati	SD NEGERI NGARGOSOKO

TRI GUNARSIH	SD NEGERI NGARGOSOKO
ASLIKAH	SD NEGERI KANGKUNGAN
BADARUDIN	SD NEGERI SOMOKETRO
Ahmaliyah	SD NEGERI SAWANGAN 4
TARWIYATI	SD NEGERI JAMUS 1
TUN WAHYUNI	SD NEGERI KADILUWIH
Watini	SD NEGERI BLONGKENG 3
Sri Yanti	SD NEGERI NGLUWAR 2
Muh Dawim	SD NEGERI KADILUWIH
Siti Mardhiyah	SD NEGERI BANYUURIP 1
Mungayanah, S.Pd.SD	SD NEGERI BENINGAN
ENI SUMARSIH	SD NEGERI SIKEPAN 1
Sri Miningsih, M.Pd	SD NEGERI PODOKOSOKO 4
SITI MURDIATI	SD NEGERI PAREMONO 4
MARYANTO	SD NEGERI KRASAK
SRI KRISTIYATI	SD NEGERI SELOMIRAH
Siti Aminah	SDN LOSARI
Parini	SD NEGERI KRASAK
Sri Daryani	SD NEGERI KLOPO 1
SUWARJANI	SD NEGERI NGARGOSOKO
Suparman	SD NEGERI WINDUSARI 2
Sumari	SD NEGERI TIRTO
SRI RIYANINGSIH	SD NEGERI KRADENAN 3
Wadiso	SD NEGERI BENINGAN
Rifatun Damawiyah	SD NEGERI SAWANGAN 4
Mundarodjatus Solekhah	SD NEGERI DALEMAN KIDUL 2
Nuronyah	SD NEGERI MADURETNO
ESTI HADYASTUTI	SD NEGERI SAWANGAN 3
Ihda Mardiyatun	SD NEGERI GEJAGAN
Edi Susanta, S.Pd.SD	SD NEGERI PAREMONO 4
BUSRONIAH	SD NEGERI PAGONAN
MUNAWAROH	SDN DONOROJO
NASRODIN	SD NEGERI RINGINPUTIH 3
MUJIYATI	SD NEGERI PASURUHAN 2
KUSTIYAH	SD NEGERI RINGINPUTIH 3
YASRO ARIFIN	SD NEGERI BUMIAYU
ASNAH	SD NEGERI PASURUHAN 2
Heru Supriyanto	SD NEGERI SIDOMULYO
HINDUN A BASYAREWAN	SD NEGERI KEMBANGKUNING 1
Asliyah Lailiyati	SD NEGERI WINDUSARI 1
SURYANI YOANNA FRANSISCA	SD NEGERI KEMBANGKUNING 1

PAS BINASIH	SD NEGERI WUWUHARJO 1
Bambang Sutadi	SD NEGERI KRASAK
Sritiyem	SD NEGERI SRIWEDARI 1
Marsiyah	SD NEGERI SIKEPAN 2
Sri Muryani	SDN MANGUNREJO
Riyati	SDN BANYUSARI
RIYANTO	SD NEGERI SOKA
SULASTRI	SD NEGERI BANYUURIP 1
SUPINAH	SD NEGERI BANYUURIP 1
HERNANTO	SD NEGERI PESIDI
ANITA TRIWAHYUNI	SD NEGERI WIROPATI
SURATMI	SD NEGERI SOBOWONO
PITOYO	SD NEGERI KANIGORO 1
JARIYAH	SD NEGERI BENINGAN
Isdiyarto	SD NEGERI DALEMAN KIDUL 2
JARMIYATI	SD NEGERI SAWANGAN 4
Slamet Haryati	SD NEGERI KANGKUNGAN
TUSRINI	SD NEGERI SIKEPAN 1
Inti Munaizah	SD NEGERI DEYANGAN 2
ASRORI	SD NEGERI Podosoko
Sopiyah	SD NEGERI DEYANGAN 2
Markamah Budiningsih	SD NEGERI MAGERSARI
YOHANA TUKINI	SD NEGERI BANYUSIDI
B. SRI PUJIYATI	SD NEGERI JATI 2
Bambang Triyono	SD NEGERI BANYUDONO 4
GENDUK SUSIYATI	SD NEGERI KRASAK
ALFIYAH	SD NEGERI PAREMONO 4
Wiji Lestari	SD NEGERI MADURETNO
Bambang Edi Triyono	SD NEGERI NGAWONGGO 1
FATAH HASIM, S.Pd.SD	SD NEGERI MAGERSARI
SITI ROFIATUN, S.Pd.SD	SD NEGERI BANYUSIDI
Cicilia Sri Astuti	SD NEGERI KAPONAN
Sukamto	SD NEGERI SAWANGAN 1
SITI LESTARI	SD NEGERI SIDOMULYO
Siti Lestari S.Pd.SD	SD NEGERI PESIDI
VINSENTIUS SUTARIS	SDN KAJANGKOSO
MASIYEM	SDN BANYUSARI
Sutiyah	SD NEGERI PESIDI
SITI UMAYAH	SD NEGERI RAMBEANAK 2
Dyah Mulyani	SD NEGERI PASURUHAN 2
Ismarwanti	SD NEGERI PAREMONO 4

Mustoinah, S.Pd.SD	SD NEGERI DEYANGAN 2
Al Almiati	SD NEGERI RAMBEANAK 2
Sifyanuddin	SD NEGERI RAMBEANAK 2
LIA ERNAWATI	SD NEGERI KRASAK
MUCHTAR ZAENY	SD NEGERI MUNENG 1
SUTANTO	SD NEGERI MENOREH
KOMARODIN	SD NEGERI PODOSOKO
Apriani	SD NEGERI MARGOYOSO 1
Sri Muryanti	SD NEGERI PODOSOKO 1
Ida Arfinayati	SD NEGERI NGARGOMULYO
NUR AISIYATI	SD NEGERI PODOSOKO 4
Siti Isnaeni	SD NEGERI TEMANGGAL
Sri Suyatmi	SD NEGERI SALAMAN 3
Tri Warni	SD NEGERI BANGSRI
Sri Sulandari	SD NEGERI TEMANGGAL
FREDY EKO PRASETYO	SD NEGERI TEMANGGAL
Hartini	SD NEGERI NGAWONGGO 1
SUNARDI	SD NEGERI SIDOWANGI
Sholikhin	SD NEGERI WUWUHARJO 1
Munafingah	SD NEGERI KUWADERAN 2
MARINI	SD NEGERI SUKOMULYO
SAFRUDIN	SDN KAJANGKOSO
MUTIAH	SD NEGERI GEJAGAN
Muh Zaenudin	SD NEGERI SIDOREJO 1
Anik Susilowati	SD NEGERI BANYUSIDI
Sudadi	SDN KAJANGKOSO
SRI INDRAYATI	SD NEGERI MUNENG 1
SRI LESTARI	SDN MANGUNREJO
SARDI	SDN KAJANGKOSO
YULIATI	SD NEGERI KLOPO 1
Kusmiyati	SD NEGERI SIDOREJO 1
Ari Pujiningsih	SD NEGERI SIDOREJO 1
NASIAH MAZIDATUR ROHMAH	SDN KAJANGKOSO
Istriyati	SD NEGERI KUWADERAN 2
SULASTRI	SD NEGERI BANGSRI
Munawaroh	SD Negeri Sawangargo
Sudiyono	SD NEGERI SALAMAN 3
DARYOTO	SD NEGERI PESIDI
Endang Suestri	SD NEGERI WINDUSARI 2
Murni Asih	SD NEGERI PESIDI
QORIAH NURDAI	SD NEGERI GEJAGAN

Widya Nur Fitriani	SDN LOSARI
Wartiningsih	SD NEGERI DALEMAN KIDUL 2
CHATARINA MENIK SUBEKTI	SD NEGERI PAGONAN
SUSILAH	SD NEGERI TIRTO
Sundiyono	SD NEGERI NGABLAK 1
LINA MARYANTI	SD NEGERI NGABLAK 5
ANTHONIA WARTI	SD NEGERI BLONGKENG 3
Suwarto	SD NEGERI TANJUNGSARI
Sulistyawati	SD NEGERI PODOKOKO 1
Kasemi,S.Pd	SD NEGERI BLONGKENG 1
KASDI	SD NEGERI MANGUNREJO
Sri Ayam	SD NEGERI BLIGO 3
Sulastri	SD NEGERI BLIGO 3
Yustina Karinem	SD NEGERI PAKUNDEN 2
Petrus Sariman	SD NEGERI PAKUNDEN 3
Sarwanto	SD NEGERI BLIGO 3
SRI MINARNI	SD NEGERI PAKUNDEN 3
TARMILAH	SD NEGERI BLIGO 2
Sumarjito	SD NEGERI PODOKOKO 4
SUTILAH FLORENTINA	SD NEGERI BLIGO 2
YENI ERAWATI	SD NEGERI NGARGOMULYO
Ratnaningsih	SD NEGERI PODOKOKO
Slamet Suliyanto,S.Pd.SD	SD NEGERI BUMIREJO 1
Gunarto	SD NEGERI DALEMAN KIDUL 2
DELAN	SD NEGERI DALEMAN KIDUL 2
MARNO	SD NEGERI DALEMAN KIDUL 2
SUHARNO	SD NEGERI KAPONAN
BAMBANG PRANOWO	SD NEGERI KAPONAN
TUTIK JATMIKANINGSIH	SD NEGERI PAGONAN
SUMINAH	SD NEGERI SIDOWANGI
Suparmiyati	SD NEGERI SIDOWANGI
Muhimah	SD NEGERI KRASAK 1
FUADI	SD NEGERI SIDOMULYO
Masitoh	SD NEGERI WINDUSARI 2
Mujirowati	SD NEGERI KRASAK 1
Rubaingah	SD NEGERI KRASAK 1
Budi Setiyani	SD NEGERI PURWOSARI TEGALREJO
TUMINEM	SDN KAJANGKOSO
Flaviana Maruti	SD NEGERI NGAWONGGO 1
Jumirah	SD NEGERI KADILUWIH
Sundarmi	SD NEGERI SAWANGAN 3

Zamroni	SD NEGERI ADIKARTO 1
Siti Ambarwati	SD NEGERI BLONGKENG 1
Sri Hartati	SD NEGERI KRASAK
SUDARYONO	SD NEGERI SRIWEDARI 1
Farida Agustuti Harnas	SD NEGERI Sriwedari 1
Sumarni	SD NEGERI KRASAK 1
Siti Mukaromah	SD NEGERI SAWANGAN 4
Siti Mukaromah	SD NEGERI SRIWEDARI 1
JASWADI	SD NEGERI TEMANGGAL
Bambang Nurkhayani	SD NEGERI MADURETNO
Ngatini	SD NEGERI BUMIA YU
Purwati Budi Utami	SD NEGERI KUWADERAN 2
Muslikhatun	SD NEGERI SIDOWANGI
Suyatmi	SD NEGERI ADIKARTO 1
Siti Munariyah	SD NEGERI NGAWEN 1
SRI LESTARI SEDYANINGSIH,A.Ma.PD	SD NEGERI MARGOYOSO 1
Ninik Puji Lestari	SD NEGERI PODOSOKO 1
SUKIYEM	SD NEGERI BANYUDONO 4
RETNO PERBOWATI	SD NEGERI DALEMAN KIDUL 2
Darsiyah	SD NEGERI KRADENAN 3
Karsinah	SD NEGERI JERUKAGUNG 1
Suladi	SD NEGERI NGARGOMULYO
Sartimah	SD NEGERI SAWANGAN 3
SUWARNI	SD NEGERI TIRTO
ZULAEKAH, S.Pd.SD	SD NEGERI MAGERSARI
SUGIYANTO	SD NEGERI KEMBANGKUNING 1
SARPITOYO	SD NEGERI MARGOYOSO 1
JUWARI	SD NEGERI WIROPATI
ENY TRIASTUTI	SD NEGERI DALEMAN KIDUL 2
PURWATI RAHAYU VINSENSIA	SD NEGERI SOMOKETRO
Hartatik	SD NEGERI SOKA
TRI UTAMI	SD NEGERI BANDUNGREJO
MARYONO	SD NEGERI NGABLAH 1
SUPRIYATI	SD NEGERI SOKA
Retno Eka Prastiwi	SD NEGERI NGARGOMULYO
Murtijah	SD NEGERI SIKEPAN 1
YUNIATI	SD NEGERI JAMUS 1
WAKIDI	SD NEGERI TEMANGGAL
KHUZAIMAH	SD NEGERI MADURETNO
Slamet	SD NEGERI SOBOWONO
Minan Sutikno	SD NEGERI PODOSOKO 4

Heri Mulyono	SD NEGERI MANGUNSARI 3
SUMIYATI	SD NEGERI GONDOWANGI 1
Bastiyah	SD NEGERI WONOGIRI
Sukardi	SD NEGERI PAKUNDEN 3
Muryani	SD NEGERI BLONGKENG 3
Budiyati,S.Pd.SD	SD NEGERI PURWOSARI TEGALREJO
Sumarno	SDN BANYUSARI
SRI HARTATIK	SD NEGERI PODOSOKO 4
PARIYAH FLORENTINA	SD NEGERI BENINGAN
NURSILANINGSIH	SD NEGERI SIDOREJO 1
DARMIYATI	SD NEGERI GEJAGAN
WINARNI	SD NEGERI PODOSOKO 4
Siswanto	SD NEGERI DEYANGAN 2
Siti Kusmiyati	SD NEGERI NGAWEN 1
Maemonah,S.Pd	SD NEGERI RAMBEANAK 2
Agus Sunarto	SD NEGERI ADIKARTO 1
Siti Muthosifah	SD NEGERI ADIKARTO 1
Maduri	SD NEGERI SELOMIRAH
Yuni Astuti	SD NEGERI RINGINPUTIH 3
SUPRIYATI EKOWATI	SD NEGERI NGARGOGONDO
TRI PAWESTRI UTAMI, S.Pd.SD	SD NEGERI MARGOYOSO 1
BAGIYO HARTANTO	SD NEGERI SIDOWANGI
FAHRUDIN	SD NEGERI GENIKAN
Dasilah	SD NEGERI KLOPO 1
Nurini Sricahyanti	SD NEGERI WIROPATI
SUWARDI	SD NEGERI KLOPO 1
SUMITRO	SD NEGERI KLOPO 1
SRI RAHAYU WIDIASTUTI	SDN BANYUSARI
YULIANA KINDARSIH, S.Pd SD	SD NEGERI PURWOSARI TEGALREJO
Purwanti	SD NEGERI PAGONAN
SRI ENDAH PRAPTININGSIH	SD NEGERI MANGUNREJO
Kuntari	SD NEGERI NGARGOGONDO
Kuntari	SD NEGERI BUMIREJO 1
Asiyatun	SD NEGERI BANYUURIP 1
Jiman	SD NEGERI KAMONGAN
Karjilah	SD NEGERI TIRTO
FX Sujarwo	SD NEGERI SIKEPAN 1
SULISTIYAH	SDN LOSARI
Pardimin	SD NEGERI KANGKUNGAN
Siti Zainah	SD NEGERI PODOSOKO 1
Endang Lestari	SD NEGERI PAGONAN

SRI HARYANI	SD NEGERI WINDUSARI 2
Siti Aminah	SD NEGERI JAMUS 1
Sumarni	SD NEGERI POLENGAN 1
KRISTI HANDAYANI	SD NEGERI PAKUNDEN 2
Rubiyanti	SD NEGERI BLIGO 2
Agus Triyono	SD NEGERI PENGARENGAN 1
TRI INDARYATI	SD NEGERI DEYANGAN 2
YUSRIYATUL CHASANAH	SD NEGERI DEYANGAN 2
Rojiyah	SD NEGERI JATI 2
Ribut Augustinus	SD NEGERI SAWANGAN 1
RETNO PURWANINGSIH	SD NEGERI BANYUDONO 4
HERI DJOKO PUDJIANTORO	SD NEGERI GEGER
Menuk Sukamiyati,S.Pd.SD	SD NEGERI GEGER
Endang Sumaryati	SD NEGERI WINDUSARI 1
Susilowati	SD NEGERI WINDUSARI 1
Tri Harjito	SD NEGERI WINDUSARI 1
Fajriyah	SD NEGERI SIDOWANGI
Banatul Asriyah	SDN PANDANRETNO
Sumardi	SD NEGERI NGARGOMULYO
Jamilah	SD NEGERI GENIKAN
Marwiyah	SD Negeri Keningar 1
SRI MURNI KASIYATI	SD NEGERI WIROPATI
Ilyas	SD NEGERI KRINJING 1
SUYAT	SD NEGERI SAWANGAN 1
SUPARYO	SD NEGERI TEMANGGAL
Marwati	SDN PANDANRETNO