

**IMPLEMENTASI ALGORITMA SIMULATED ANNEALING
PADA MASALAH PENJADWALAN PERKULIAHAN
(STUDI KASUS DEPARTEMEN PENDIDIKAN MATEMATIKA FPMIPA UPI)**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Matematika



Oleh :

Anisa Dwi Wahyuni
1804074

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2022**

**IMPLEMENTASI ALGORITMA SIMULATED ANNEALING
PADA MASALAH PENJADWALAN PERKULIAHAN
(STUDI KASUS DEPARTEMEN PENDIDIKAN MATEMATIKA FPMIPA UPI)
LEMBAR HAK CIPTA**

Oleh :

Anisa Dwi Wahyuni

NIM 1804074

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Matematika pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan

Alam

© Anisa Dwi Wahyuni 2022
Universitas Pendidikan Indonesia

Hak cipta dilindungi undang-undang. Skripsi ini tidak boleh diperbanyak sebagian atau seluruhnya dengan dicetak ulang, fotokopi atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

Anisa Dwi Wahyuni, 2022

*IMPLEMENTASI ALGORITMA SIMULATED ANNEALING PADA MASALAH PENJADWALAN
PERKULIAHAN(STUDI KASUS DEPARTEMEN PENDIDIKAN MATEMATIKA FPMIPA UPI)*
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

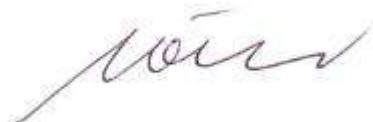
LEMBAR PENGESAHAN

ANISA DWI WAHYUNI

**IMPLEMENTASI ALGORITMA SIMULATED ANNEALING
PADA MASALAH PENJADWALAN PERKULIAHAN
(STUDI KASUS DEPARTEMEN PENDIDIKAN MATEMATIKA FPMIPA
UPI)**

Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I



Dr. Khusnul Novianingsh, S.Si., M.Si.

NIP. 197711282008122001

Pembimbing II

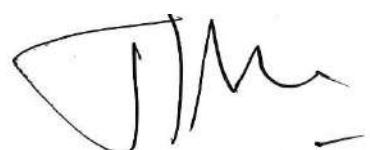


Dr. H. Cece Kustiawan, M.Si.

NIP. 196612131992031001

Mengetahui,

Ketua Departmen Pendidikan Matematika



Dr. H. Dadang Juandi, M.Si.

NIP. 196401171992021001

ABSTRAK

Penelitian ini membahas tentang masalah penjadwalan perkuliahan di Departemen Pendidikan Matematika FPMIPA Universitas Pendidikan Matematika. Penjadwalan perkuliahan (*University Course Timetabling Problem (UCTP)*) merupakan salah satu masalah optimisasi kombinatorial yang sulit diselesaikan menggunakan metode konvesional karena kompleksitasnya dan termasuk NP-Hard Problem (Nondeterministic Polynomial Time). Pada penelitian ini penulis mengimplementasikan algoritma *Simulated Annealing* untuk menyelesaikan masalah tersebut. *Simulated Annealing* merupakan salah satu algoritma pencarian lokal (*metaheuristic*) bersifat generik yang mengadopsi proses pendinginan cairan logam hingga akhirnya menjadi kristal atau disebut *annealing*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Algoritma *Simulated Annealing* dapat diimplementasikan pada masalah penjadwalan perkuliahan di Departemen Pendidikan Matematika FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia dan mendapatkan solusi layak yang optimal karena memenuhi seluruh *hard constraint* dan *soft constraint*.

Kata Kunci: Penjadwalan perkuliahan, Algoritma *Simulated Annealing*, model optimisasi, solusi optimal

ABSTRACT

This research discuss about university course timetabling problem at Department of Mathematics Education, Faculty of Mathematics and Natural Science Education, Indonesia. University course timetabling problem (UCTP) is a combinatorial optimization problem that is hard to solve using conventional methods because of its complexity and because it is a NP-Hard Problem (Nondeterministic Polynomial Time). In this research, we use Simulated Annealing Algorithm to solve the problem. Simulated Annealing is a local search (metaheuristic) algorithm that adopts the cooling process of a molten metal until finally it becomes a crystal. The research result show that Simulated Annealing Algorithm can be implemented in the university course timetabling problem at Department of Mathematics Education, Faculty of Mathematics and Natural Science Education, Indonesia University of Education and get an optimal feasible solution because it meets all the hard constraints and soft constraints.

Keyword: Course Timetabling, Simulated Annealing Algorithm, Optimization Model, Optimal Solution.

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Implementasi Algoritma *Simulated Annealing* pada Masalah Penjadwalan Perkuliahan (Studi Kasus Departemen Pendidikan Matematika FPMIPA UPI)” murni merupakan karya saya sendiri. Saya tidak melakukan tindakan yang melanggar hukum seperti melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan aturan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Jika di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau adanya klaim dari pihak lain terhadap keaslian dari skripsi ini, maka saya siap menanggung sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, Agustus 2022

Yang Membuat Pernyataan,



Anisa Dwi Wahyuni

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur kami panjatkan ke hadirat Allah Subhanallahu wa ta'aala atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan judul "**Implementasi Algoritma Simulated Annealing pada Masalah Penjadwalan Perkuliahan (Studi Kasus Departemen Pendidikan Matematika FPMIPA UPI)**"

Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan program sarjana (S1) Program Studi Matematika di Falkultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengucapkan maaf atas segala kekurangan pada penelitian ini. Penulis juga menantikan saran dan kritik yang membangun untuk penyempurnaan penyusunan selanjutnya.

Semoga Allah Subhanallahu wa ta'aala selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya serta membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Bandung, Agustus 2022



Anisa Dwi Wahyuni

UCAPAN TERIMAKASIH

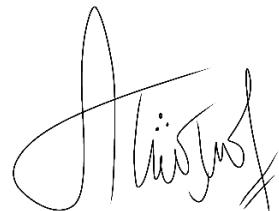
Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanallahu Wa Ta'aala yang telah memberikan nikmat tak terhingga, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat diselesaikan karena adanya peran dari berbagai pihak yang telah memberikan bantuan, dorongan, semangat, bimbingan, serta do'a kepada penulis selama penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan terimakasih dan penghargaan kepada:

1. Ibu Dr. Khusnul Novianingsih, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, kritik maupun saran yang membangun dan menginspirasi penulis selama proses penyusunan skripsi.
2. Bapak Dr. H. Cece Kustiawan, M.Si. selaku dosen pembimbing II dan Ketua Program Studi Matematika yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, kritik maupun saran yang membangun dan menginspirasi penulis selama proses penyusunan skripsi.
3. Bapak Dr. Al Azhary Masta, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan motivasi dan membimbing selama masa kuliah penulis
4. Bapak Dr. H. Dadang Juandi, M.Si. selaku Ketua Departemen Pendidikan Matematika FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia.
5. Bapak Dr. H. Cece Kustiawan, M.Si. yang juga selaku Ketua Program Studi Matematika FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia, yang telah bersedia memberikan motivasi dan saran selama proses penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh dosen dan staff Departemen Pendidikan Matematika, yang telah memberikan dukungan, motivasi dan semangat bagi penulis selama menjalani proses perkuliahan.
7. Ibu Nining Rumningsih dan Bapak Asep Sapari, selaku kedua orangtua penulis yang sangat penulis cintai serta yang telah memberikan motivasi, dukungan material, serta ridho dan do'a selama perjalanan hidup penulis.

8. Pihak lainnya yang tidak bisa disebutkan satu-persatu oleh penulis yang telah mendukung penulis dan membantu proses penulisan penelitian ini.

Akhirnya penulis hanya bisa berdo'a semoga Allah Subhanallahu wa ta'aalaa membalas segala kebaikan yang telah diberikan dan kebaikan tersebut dapat menjadi amal baik bagi kita semua. Aamiin.

Bandung, Agustus 2022



Anisa Dwi Wahyuni

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II.....	5
2.1. Penjadwalan	5
2.2. Simulated Annealing	5
2.3. Graf	8
2.4. Pewarnaan Graf.....	9
BAB III	11
3.1. Deskripsi Masalah	11
3.2. Model Penjadwalan Perkuliahan	12
3.3. Algoritma Simulated Annealing untuk Penjadwalan Perkuliahan	17
3.3.1. Inisiasi Parameter input.....	19
3.3.2. Inisiasi Solusi Awal	20
3.3.3. Pembangkitan Solusi Tetangga	27
3.3.4. Penghitungan Perubahan Biaya.....	28
3.3.5. Proses pendinginan	29

3.3.6. Penghentian Algoritma.....	30
BAB IV	31
4.1. Data Penelitian	31
4.2. Validasi	33
4.3. Model Optimisasi Pada Studi Kasus	34
4.4. Hasil Implementasi.....	35
4.5. Analisis Hasil	49
BAB V.....	53
5.1. Kesimpulan	53
5.2. Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Ilustrasi Graf.....	9
Gambar 3. 1. Graf Kegiatan perkuliahan dari data pada Tabel 3.1.....	21
Gambar 3. 2. Matriks Ajasensi.....	23
Gambar 4. 1. Tahapan penjadwalan perkuliahan dengan SA	36

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Istilah Elemen Annealing dalam Optimisasi.....	7
Tabel 3.1. Contoh data penelitian	19
Tabel 3.2. Rentang nilai parameter input	20
Tabel 3.3. Contoh pelabelan hari	20
Tabel 3.4. Contoh Batas Bawah dan Batas Atas Elemen Perkuliahannya.....	21
Tabel 3.5. Urutan data berdasarkan simpul dengan derajat Terbesar	22
Tabel 3.6. Hasil pewarnaan Graf.....	24
Tabel 3.7 . Contoh Penjadwalan Hari dan Ruangan	25
Tabel 3.8. Contoh jadwal setelah pemeriksaan SKS	26
Tabel 3.9. Contoh Solusi Awal	27
Tabel 3.10. Contoh Solusi Tetangga	28
Tabel 3.11. Contoh Solusi Baru pada Akhir Loop Pertama.....	30
Tabel 4.1. Ringkasan Data Penelitian	33
Tabel 4.2. Penjadwalan Hasil Program	37
Tabel 4.3. Jadwal Perkuliahannya	40
Tabel 4.4. Perubahan Suhu awal terhadap Nilai fungsi dan Waktu Komputasi ...	50
Tabel 4.5. Perubahan Parameter Reduksi terhadap Nilai fungsi dan Waktu Komputasi	50
Tabel 4.6. Perubahan Suhu akhir terhadap Nilai fungsi dan Waktu Komputasi...	51
Tabel 4.7. Perubahan Angka Replikasi terhadap Nilai fungsi dan Waktu Komputasi	51
Tabel 4.8. Pilihan Parameter Terbaik.....	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pelabelan Data	56
Lampiran 2. Source Code Program	57

DAFTAR PUSTAKA

- Adzhari, A. R. (2020). *Penjadwalan Mata Kuliah Dengan Algoritma Particle Swarm Optimization*. S1 thesis, Universitas Pendidikan Indonesia
- Afriantini, Helmi, & Fran,F. (2019) Pewarnaan Simpul, Sisi, Wilayah Pada Graf dan Penerapannya. Bimaster Ilmiah. Stat. dan Terapannya (Bimaster), 8(4) (2019), 773-782.
- Ataka, S. & Adachi, Y. (2012). Timetable design for Osaka International University using Differential Evolution. 1st IEEE Global Conference on Consumer Electronics 2012, GCCE 2012. 2092-2095. 10.1109/SCIS-ISIS.2012.6505416.
- Aycan, E. and Ayav, T. (2009). Solving the Course Scheduling Problem Using *Simulated Annealing*, *IEEE International Advance Computing Conference*. 462-466. doi: 10.1109/IADCC.2009.4809055.
- Baker, K. R. (1974). Introduction To Sequencing and Scheduling , Jhon Willey and Sons, Inc. New York.
- Bangun, B.P.J., Octarina, S. and Virgo, G.A. (2012). Penerapan Konsep Algoritma Genetika untuk Penjadwalan Kegiatan Perkuliahan Semester Ganjil Kurikulum 2012 di Jurusan Matematika FMIPA UNSRI." *Jurnal Penelitian Sains*, 15(2).
- Burke, E., Jackson, K., Kingston, J. H., & Weare, R. (1997). Automated university timetabling: The state of the art. *The computer journal*, 40(9), 565-571.
- Dowsland, K. A., & Thompson, J. M. (2012). *Simulated Annealing. Handbook of Natural Computing*, 1623–1655. https://doi.org/10.1007/978-3-540-92910-9_49
- Firdaus, M.; Masudin, I.; Utama, D.M. (2015). "Penjadwalan flowshop dengan menggunakan *Simulated Annealing*". *Spektrum Industri*, 13 (1), 27-40.
- Fitri, A., Permana, I., & Marsal, A. (2016). Penerapan Constraint Satisfaction Problem pada metode Priority Scheduling untuk Penjadwalan Khutbah Jum'at para Mubaligh.

- Juniarto, S.D., Martiana E., Fariza, A., Prasetyaningrum, I., (2011). Optimasi Distribusi Barang Berdasarkan Rute dan Daya Tampung menggunakan Metode *Simulated Annealing*. EEPIS Final Project.
- Kirkpatrick, S., Gelatt, C. & Vecchi, M.. (1983). Optimization by Simulated Annealing. *Science* (New York, N.Y.). 220. 671-80.
- Munir, Rinaldi. (2010). Matematika Diskrit. Informatika. Bandung.
- Noviardianto, G. E., Novel, M., & Legowo, M. B. (2019). Penggunaan Metode *Simulated Annealing* untuk Optimasi Penempatan Posisi Access Point pada Jaringan WI-FI. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains Dan Teknologi*, 5(1).
- Puspasari, A. (2017). Penyelesaian Masalah Penjadwalan Perkuliahan Menggunakan Algoritma Genetika. S1 thesis, Universitas Pendidikan Indonesia
- Samana, E., Prihandono., B., & Noviani, E. (2015). Aplikasi *Simulated Annealing* Untuk Menyelesaikan Travelling Salesman Problem. Bimaster. 4(1)
- Silitonga, A., & Apdillah, D. (2017). Penjadwalan Perkuliahan Dengan Metode Vertex Graph Coloring Dan *Simulated Annealing*. *Journal Of Industrial And Manufacture Engineering*, 1(2), 56-63
doi:<https://doi.org/10.31289/jime.v1i2.2328>
- Sunarni, T., Bendi, R. K. J., & Alfian, A. (2017). Optimasi Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Pewarnaan Graf. Prosiding SNTI dan SATELIT, 48-53.
- Wibowo, S. (2015). Penerapan Logika Fuzzy Dalam Penjadwalan Waktu Kuliah. *Jurnal Informatika UPGRIS*, 1(1).