

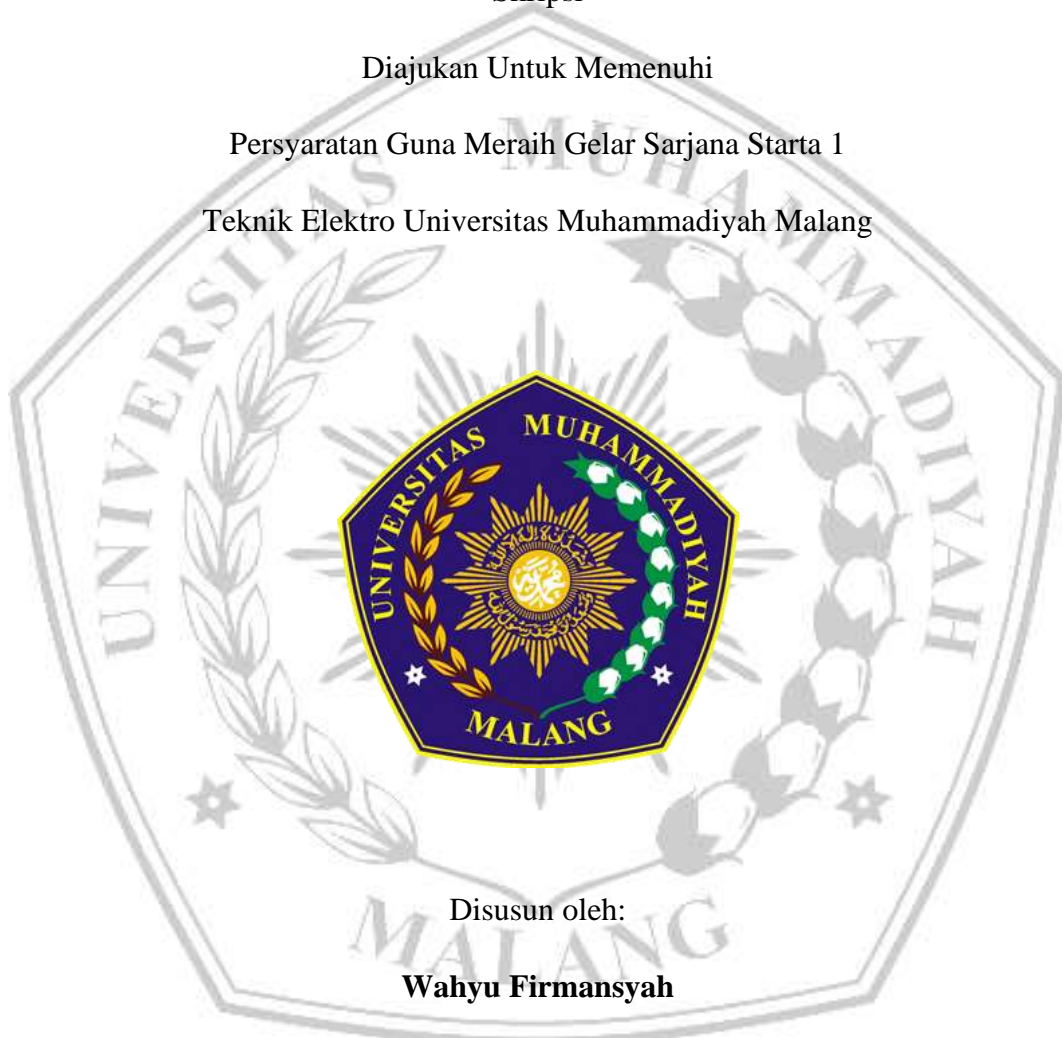
**PENJADWALAN OPTIMAL UNIT-UNIT PEMBANGKIT
MENGUNAKAN HYBRID HARMONY SEARCH
ALGORITHM DAN SIMULATED ANNEALING ALGORITHM
DENGAN MEMPERTIMBANGKAN NON-SMOOTH
GENERATION COST FUNCTION (NSGC)**

Skripsi

Diajukan Untuk Memenuhi

Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana Starta 1

Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang



Disusun oleh:

Wahyu Firmansyah

201510130311187

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

2022

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir Ini Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana (S1) Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang

Oleh:

Wahyu Firmansyah

201510130311187

Tanggal Ujian : 14 Januari 2022

Tanggal Wisuda : 26 Februari 2022

Disetujui Oleh:

1. Dr. Ir. Erymanu Azizul Hakim, MT. (Pembimbing I)
NIDN. 0708056501
2. Ilham Pribawa, S.T., M.Tr.T. (Pembimbing II)
NIDN. 0717018801
3. Ir. Nur Ali Mardiyah, M.T. (Penguji I)
NIDN. 0718036502
4. Khusnul Hidayat, S.T., M.T. (Penguji II)
NIDN. 0718036502

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Khusnul Hidayat, S.T., M.T.
NIDN. 0718036502

LEMBAR PERSETUJUAN

**PENJADWALAN OPTIMAL UNIT-UNIT PEMBANGKIT
MENGUNAKAN HYBRID HARMONY SEARCH
ALGORITHM DAN SIMULATED ANNEALING ALGORITHM
DENGAN MEMPERTIMBANGKAN NON-SMOOTH
GENERATION COST FUNCTION (NSGC)**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun Oleh:


Wahyu Firmansyah

201510130311187

Di-
ujui Oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Ir. Ermanu Azizul Hakim, MT.

NIDN. 0705056501


Ilham Pakava, S.T., M.Tr.T.

NIDN. 0717018801

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

- Nama : Wahyu Firmansyah
- NIM : 201510130311187
- Program Studi : Teknik Elektro
- Fakultas : Teknik

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

Dengan ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa :

1. Skripsi dengan judul :

Penjadwalan Optimal Unit-Unit Pembangkit Menggunakan *Hybrid Harmony Search Algorithm* Dan *Simulated Annealing Algorithm* Dengan Mempertimbangkan *Non-Smooth Generation Cost Function* (NSGC) adalah hasil karya saya, dan dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, baik sebagian ataupun keseluruhan, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

2. Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia **SKRIPSI INI DIGUGURKAN** dan **GELAR AKADEMIK YANG TELAH SAYA PEROLEH DIBATALKAN**, serta diproses sesuai dengan ketentuan hukum yang berlaku.

3. Skripsi ini dapat dijadikan sumber pustaka yang merupakan **HAK BEBAS ROYALTY NON EKSKLUSIF**.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya untuk dipergunakan sebagai mestinya.

Malang, Desember 2021

Yang menyatakan



Wahyu Firmansyah

LEMBAR PERSEMBAHAN

Sembah sujud serta syukur kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala. Taburan cinta dan kasih sayang-Nya telah memberikan saya kekuatan dan membekali saya dengan ilmu. Atas karunia serta kemudahan yang Allah berikan kepada saya akhirnya tugas akhir yang sangat sederhana ini dapat terselesaikan. Sholawat serta salam selalu terlimpahkan kepada Rasulullah Shalallaahu 'Alayhi Wasallam.

Penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu yang telah banyak membacakan do'a dan dukungan yang tiada henti.
2. Bapak yang selalu memberikan nasihat dan kepercayaan agar selalu sukses.
3. Pendamping hidup saya saat ini Fityatur Rosiqo Utami yang selalu membantu, dan menyemangati tanpa henti.
4. Teman-teman satu kelas yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah menghibur saat pengerjaan tugas akhir.
5. Ketua Jurusan Teknik Elektro, Bapak Khunsul Hidayat, S.T., M.T. dan Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Ibu Merinda Lestandy, S.Kom., M.T. beserta seluruh staff Jurusan Teknik Elektro.
6. Bapak Dr. Ir. Ermanu Azizul Hakim, M.T. dan Bapak Ilham Pakaya, S.T.,M.Tr.T. yang telah mendukung dan melunagkan waktu, enaga dan pikiran untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala Nikmat, Rahmat, serta Hidayahnya-Nya. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad Shalallaahu 'Alayhi Wasallam. Atas kehendak dan karunia Allah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul:

**“PENJADWALAN OPTIMAL UNIT-UNIT PEMBANGKIT
MENGUNAKAN HYBRID HARMONY SEARCH
ALGORITHM DAN SIMULATED ANNEALING ALGORITHM
DENGAN MEMPERTIMBANGKAN NON-SMOOTH
GENERATION COST FUNCTION (NSGC)”**

Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik di Universitas Muhammadiyah Malang. Selain itu penulis berharap tugas akhir ini dapat memperluas pustaka dan pengetahuan utamanya dalam bidang energi terbarukan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu Penulis berharap saran yang membangun, agar kedepannya menjadi lebih baik dan bermanfaat. Penulis mohon maaf apabila terdapat kesalahan dalam penulisan baik yang disengaja maupun yang tidak disengaja.

Malang, 12 Januari 2022


Wahyu Firmansyah

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
1.6 Susunan Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	4
2.1.1. Pembangkitan.....	6
2.1.2 Sistem Transmisi.....	6
2.1.3 Sistem Distribusi.....	6
2.1.4 Beban.....	6

2.1.5	Karakteristik Masukan -Keluaran Pembangkit Termal	6
2.2	Unit Commitment.....	8
2.2.1	Fungsi Objektif.....	8
2.3	<i>Harmony Search Algorithm</i> (HSA).....	9
2.4	<i>Simulated Annealing Algorithm</i> (SAA).....	12
2.4.1	Langkah-langkah SAA.....	12
2.4.2	Prosedur SAA	13
2.5	(SAA) <i>Non-Smooth Generation Cost Function</i> (NSGC).....	13
2.6	<i>Hybrid</i>	14
BAB III METODE PENELITIAN		15
3.1	Data Penelitian	15
3.1.1	Sistem IEEE 30 Bus.....	15
3.2	Pemodelan Sistem	18
3.3	Alur Pengerjaan.....	18
3.4	<i>Harmony Search Algorithm</i> (HSA).....	19
3.4.1	Inisialisasi masalah dan parameter HSA.....	20
3.4.2	Inisialisasi <i>Harmony Memory</i>	21
3.4.3	Membangkitkan Vektor Solusi Baru.....	21
3.4.4	Update <i>Harmony Memory</i>	22
3.4.5	Mengecek Kriteria Pemberhentian.....	15
3.5	<i>Simulated Annealing Algorithm</i>	22
3.5.1	Inisialisasi Parameter SAA.....	23
3.5.2	<i>Move</i>	24
3.5.3	<i>Calculated score</i>	24
3.5.4	<i>Choose</i>	24
3.5.5	<i>Update dan Repeat</i>	24
3.6	<i>Hybrid</i>	24

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Perhitungan UC tanpa <i>Non-Smooth Generation Cost Function</i> (NSGC)	
menggunakan HSA	26
4.1.1 Penjadwalan <i>on/off</i> UC tanpa <i>Non-Smooth Generation Cost Function</i> (NSGC) menggunakan HSA	26
4.1.2 Pembangkitan Daya Tiap Jam UC Tanpa <i>Non-Smooth Generation Cost Function</i> (NSGC) menggunakan HSA.....	28
4.1.3 Biaya Pembangkitan Tiap Jam UC Tanpa <i>Non-Smooth Generation Cost Function</i> (NSGC) dengan HSA.....	30
4.1.4 Penjadwalan <i>on/off</i> UC tanpa <i>Non-Smooth Generation Cost Function</i> (NSGC) dengan <i>Hybrid HSA-SAA</i>	31
4.1.5 Pembangkitan Daya Tiap Jam UC Tanpa <i>Non-Smooth Generation Cost Function</i> (NSGC) menggunakan <i>Hybrid HSA-SAA</i>	32
4.1.6 Biaya Pembangkitan Tiap Jam UC Tanpa <i>Non-Smooth Generation Cost Function</i> (NSGC) dengan <i>Hybrid HSA-SAA</i>	34
4.2 Perhitungan UC dengan dengan <i>Non-Smooth Generation Cost Function</i> (NSGC) menggunakan HSA	36
4.2.1 Penjadwalan <i>on/off</i> UC dengan <i>Non-Smooth Generation Cost Function</i> (NSGC) menggunakan HSA	36
4.2.2 Pembangkitan Daya Tiap Jam UC dengan <i>Non-Smooth Generation Cost Function</i> (NSGC) menggunakan HSA.....	37
4.2.3 Biaya Pembangkitan Tiap Jam UC dengan <i>Non-Smooth Generation Cost Function</i> (NSGC) dengan HSA.....	39
4.2.4 Penjadwalan <i>on/off</i> UC dengan <i>Non-Smooth Generation Cost Function</i> (NSGC) dengan <i>Hybrid HSA-SAA</i>	41
4.2.5 Pembangkitan Daya Tiap Jam UC dengan <i>Non-Smooth Generation Cost Function</i> (NSGC) menggunakan <i>Hybrid HSA-SAA</i>	42
4.2.6 Biaya Pembangkitan Tiap Jam UC dengan <i>Non-Smooth Generation Cost Function</i> (NSGC) dengan <i>Hybrid HSA-SAA</i>	44

4.3 Analisa Perbandingan.....	46
BAB V PENUTUP.....	48
5.1 Kesimpulan.....	48
5.1 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	4
Gambar 2.2 Kurva Karakteristik <i>Input-Output</i> Pembangkit Termal	6
Gambar 2.3 Kurva Kenaikan <i>Input</i>	7
Gambar 2.4 Kurva <i>Non-Smooth Generation Cost Function</i> (NSGC).....	14
Gambar 3.1 SLD Sistem Standar IEEE 30 Bus	18
Gambar 3.2 Flowchart Tahap Penyelesaian Penelitian	19
Gambar 3.3 Diagram Alur <i>Harmony Search Algorithm</i>	20
Gambar 3.4 Diagram Alur <i>Simulated Annealing Algorithm</i>	23
Gambar 3.5 Diagram Alur <i>Hybrid HSA-SAA</i>	25
Gambar 4.1 Kurva konvergensi UC Tanpa Efek <i>Non-Smooth Generation Cost Function</i> (NSGC) Menggunakan HSA	27
Gambar 4.2 Kurva Daya Aktif UC Tanpa <i>Non-Smooth Generation Cost Function</i> (NSGC) menggunakan HSA.....	29
Gambar 4.3 Kurva konvergensi UC Tanpa Efek <i>Non-Smooth Generation Cost Function</i> (NSGC) Menggunakan <i>Hybrid HSA-SAA</i>	32
Gambar 4.4 Kurva Daya Aktif UC Tanpa <i>Non-Smooth Generation Cost Function</i> (NSGC) menggunakan <i>Hybrid HSA-SAA</i>	34
Gambar 4.5 Kurva konvergensi UC dengan Efek <i>Non-Smooth Generation Cost Function</i> (NSGC) Menggunakan HSA	37
Gambar 4.6 Kurva Daya Aktif UC dengan <i>Non-Smooth Generation Cost Function</i> (NSGC) menggunakan HSA	39
Gambar 4.7 Kurva konvergensi UC dengan Efek <i>Non-Smooth Generation Cost Function</i> (NSGC) Menggunakan <i>Hybrid HSA-SAA</i>	42
Gambar 4.8 Kurva Daya Aktif UC dengan <i>Non-Smooth Generation Cost Function</i> (NSGC) menggunakan <i>Hybrid HSA-SAA</i>	44



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Saluran Transmisi Sistem Standar IEEE 30 Bus.....	15
Tabel 3.2 Data Batasan Unit Pembangkit Sistem IEEE 30 Bus	21
Tabel 3.3 Fungsi Biaya Dari Masing-Masing Pembangkit.....	21
Tabel 3.4 Data Pembebanan Sistem IEEE 30 Bus 24 Jam	22
Tabel 4.1 Penjadwalan <i>On/Off</i> UC tanpa <i>Non-Smooth Generation Cost Function</i> (NSGC) dengan HSA.....	28
Tabel 4.2 Daya Terbangkit Setiap Jam Dalam Setiap Unit	30
Tabel 4.3 Biaya Pembangkitan Tiap Jam UC Tanpa <i>Non-Smooth Generation Cost</i> <i>Function</i> (NSGC) menggunakan HSA.....	31
Tabel 4.4 Penjadwalan <i>On/Off</i> UC tanpa <i>Non-Smooth Generation Cost Function</i> (NSGC) dengan Hybrid HS-SAA.....	32
Tabel 4.5 Daya Terbangkit Setiap Jam Dalam Setiap Unit	33
Tabel 4.6 Biaya Pembangkitan Tiap Jam UC Tanpa <i>Non-Smooth Generation Cost</i> <i>Function</i> (NSGC) menggunakan Hybrid HS-SAA.....	34
Tabel 4.7 Penjadwalan <i>On/Off</i> UC dengan <i>Non-Smooth Generation Cost Function</i> (NSGC) dengan HSA.....	36
Tabel 4.8 Daya Terbangkit Setiap Jam Dalam Setiap Unit	37
Tabel 4.9 Biaya Pembangkitan Tiap Jam UC dengan <i>Non-Smooth Generation</i> <i>CostFunction</i> (NSGC) menggunakan HSA.....	39
Tabel 4.10 Penjadwalan <i>On/Off</i> UC dengan <i>Non-Smooth Generation Cost</i> <i>Function</i> (NSGC) dengan Hybrid HS-SAA.....	41
Tabel 4.11 Daya Terbangkit Setiap Jam Dalam Setiap Unit	42
Tabel 4.12 Biaya Pembangkitan Tiap Jam UC dengan <i>Non-Smooth Generation</i> <i>Cost Function</i> (NSGC) menggunakan Hybrid HS-SAA	44

Daftar pustaka

- [1] Wibowo, R. S., Utama, F. F., Putra, D. F., & Aryani, N. K. (2016) *Non Smooth Function Using Binary Particle Swarm Optimization*.
- [2] Hadhi, B. P., Wibowo, R. S., & Robandi, I. (2014). *Mempertimbangkan Fungsi Biaya Tidak Mulus Dengan Firefly Algorithm*. 3(1).
- [3] Algorithm, S. A., & Multiplier, L. (n.d.). *PENJADWALAN OPTIMAL UNIT-UNIT PEMBANGKIT*.
- [4] Zuliari, E. A., Elektro, J. T., & Industri, F. T. (n.d.). *HARMONY SEARCH ALGORITHM (HSA) UNTUK OPTIMAL POWER FLOW (OPF)*.
- [5] Riyanto, S., Suyono, H., & Dahlan, S. (2012). *Penjadwalan Pembangkit Tenaga Listrik Jangka Pendek Menggunakan Ant Colony Optimization*. 6(2), 97–106.
- [6] Paper, O. (2010). *An implementation of harmony search algorithm to unit commitment problem*. 215–225. <https://doi.org/10.1007/s00202-010-0177-z>
- [7] Luthfiyansah, M., Wibowo, R. S., & Soeprijanto, A. (2017). *Dynamic Economic Dispatch dengan Mempertimbangkan Valve Point Effect dan Multiple Fuel Options Menggunakan Metoda Ant Colony Optimization*. 6(2), 215–221.
- [8] Hakim, M. L., & Hasibuan, M. (2021). *PENERAPAN METODE SIMULATED ANNEALING UNTUK PENJADWALAN PERKULIAHAN*. 5(2).
- [9] Simopoulos, D. N., Kavatzas, S. D., & Vournas, C. D. (2006). *Unit Commitment by an Enhanced Simulated Annealing Algorithm*. 21(1), 68–76.



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO & D3 TEKNIK ELEKTRONIKA
Jl. Raya Tlogomas 246 Malang 65144 Telp. 0341 - 464318 Ext. 129, Fax. 0341 - 460782

FORM CEK PLAGIASI LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : WAHYU FIRMANSYAH
NIM : 201510130311187
Judul TA : Penjadwalan Optimal Unit-Unit Pembangkit Menggunakan *Hybrid Harmony Search Algorithm* Dan *Simulated Annealing Algorithm* Dengan Mempertimbangkan *Non-Smooth Generation Cost Function (NSGC)*

Hasil Cek Plagiarisme dengan Turnitin

No.	Komponen Pengecekan	Nilai Maksimal Plagiasi (%)	Hasil Cek Plagiasi (%) *
1.	Bab 1 – Pendahuluan	10 %	10 %
2.	Bab 2 – Studi Pustaka	25 %	24 %
3.	Bab 3 – Metodologi Penelitian	35 %	30 %
4.	Bab 4 – Pengujian dan Analisis	15 %	8 %
5.	Bab 5 – Kesimpulan dan Saran	5 %	5 %
6.	Publikasi Tugas Akhir	20 %	9 %

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I,

(Dr. Ir. Ermanu A. Hakim, MT.)



Dosen Pembimbing II,

(Ilham Pakaya, S.T., M.Tr.T.)