



**ANALISIS UNJUK KERJA PENDINGIN KONVEKSI PAKSA
MENGUNAKAN JET SINTETIK DENGAN GELOMBANG
TRIANGULAR FREKUENSI RENDAH**

SKRIPSI

**DIAJUKAN SEBAGAI SALAH SATU SYARAT UNTUK MEMPEROLEH
GELAR**

SARJANA TEKNIK

Julfriwin Roy Fransiskus Sinaga

1510311007

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

2019



**ANALISIS UNJUK KERJA PENDINGIN KONVEKSI PAKSA
MENGUNAKAN JET SINTETIK DENGAN GELOMBANG
TRIANGULAR FREKUENSI RENDAH**

SKRIPSI

**DIAJUKAN SEBAGAI SALAH SATU SYARAT UNTUK MEMPEROLEH
GELAR**

SARJANA TEKNIK

Julfriwin Roy Fransiskus Sinaga

1510311007

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN


2019

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Julfriwin Roy Fransiskus Sinaga
NIM : 1510311007
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : ANALISIS UNJUK KERJA PENDINGIN
KONVEKSI PAKSA MENGGUNAKAN JET
SINTETIK DENGAN GELOMBANG
TRIANGULAR FREKUENSI RENDAH

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta.



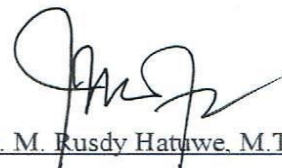
Ir. M. Rusdy Hatuwe, M.T

Penguji Utama



Dr. Damora Rakasywi, S.T., M.T

Penguji II (Pembimbing)



Ir. M. Rusdy Hatuwe, M.T

Ka. Prodi Teknik Mesin



Ir. Sugeng Prayitno, M.T

Penguji I

Dr. Ir. Reda Rizal, M.Si

Dekan Fakultas Teknik

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 10 Juli 2019

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Julfriwin Roy Fransiskus Sinaga

NIM : 1510311007

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

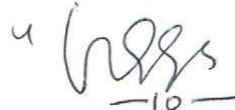
Judul Skripsi : ANALISIS UNJUK KERJA PENDINGIN KONVEKSI PAKSA
MENGUNAKAN JET SINTETIK DENGAN GELOMBANG
TRIANGULAR FREKUENSI RENDAH

Telah dikoreksi dan diperbaiki oleh penulis berdasarkan arahan dosen pembimbing.



Dr. Damora Rhakasywi, ST, MT

Dosen Pembimbing 1



Muhamad As'adi, ST, MT

Dosen Pembimbing 2

PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil saya sendiri dan semua sumber yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Julfriwin Roy Fransiskus Sinaga

NIM : 1510311020

Tanggal : 10 Juli 2019

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidak sesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 10 Juli 2019

Yang Menyatakan,



(Julfriwin Roy Fransiskus Sinaga)

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta,
Saya yang bertanda tangan dibawah ini;

Nama : Julfriwin Roy Fransiskus Sinaga

NIM : 1510311007

Fakultas : Teknik

Jurusan : Teknik Mesin

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-eksklusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

ANALISIS UNJUK KERJA PENDINGIN KONVEKSI PAKSA MENGGUNAKAN
JET SINTETIK DENGAN GELOMBANG *TRIANGULAR* FREKUENSI RENDAH

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mengaplikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada Tanggal : 10 Juli 2019

Yang Menyatakan



(Julfriwin Roy Fransiskus Sinaga)

**ANALISIS UNJUK KERJA PENDINGIN KONVEKSI PAKSA
MENGUNAKAN JET SINTETIK DENGAN GELOMBANG TRIANGULAR
FREKUENSI RENDAH**

Julfriwin Roy Fransiskus Sinaga

ABSTRAK

Pada zaman milenial 4.0 saat ini, perkembangan teknologi mengalami kemajuan yang sangat pesat, khususnya pada alat-alat elektronik yang biasa kita pergunakan dalam kehidupan sehari-hari. Peralatan elektronik diharuskan agar memiliki tingkat efisiensi dan kinerja yang semakin tinggi. Kecanggihan peralatan elektronik tentunya juga harus didukung oleh sistem pendingin di dalam peralatan elektronik tersebut. Menggunakan gelombang *triangular* dengan frekuensi rendah (5 Hz, 10 Hz, 15 Hz, 20 Hz, 25 Hz, 30 Hz, 35Hz, 40 Hz, dan 45 Hz) dan melakukan analisis melalui simulasi *fluent* sehingga dapat menemukan frekuensi rendah yang optimal dalam penurunan panas. Dari hasil penelitian dan analisis didapatkan bahwa pada frekuensi 40 Hz adalah frekuensi yang paling optimal dikarenakan pada frekuensi tersebut trend penurunan suhu merupakan yang paling stabil.

Kata Kunci : Jet Sintetik, Gelombang *Triangular*, Frekuensi Rendah, Software *Fluent*

**PERFORMANCE ANALYSIS OF FORCED COOLING CONVECTION
USING SYNTHETIC JETS WITH A LOW FREQUENCY TRIANGULAR
WAVE**

Julfriwin Roy Fransiskus Sinaga

ABSTRACT

In the current millennial 4.0 era, technological developments have progressed very rapidly, especially in electronic devices that we normally use in everyday life. Electronic equipment is required to have a higher level of efficiency and performance. The sophistication of electronic equipment must also be supported by a cooling system in the electronic equipment. Use triangular waves with low frequencies (5 Hz, 10 Hz, 15 Hz, 20 Hz, 25 Hz, 30 Hz, 35 Hz, 40 Hz, and 45 Hz) and do analysis through fluent simulations so that you can find optimal low frequencies in heat loss. From the results of research and analysis it was found that at a frequency of 40 Hz is the most optimal frequency because at that frequency the trend of temperature decline is the most stable.

Keywords: Synthetic Jet, Triangular Waves, Low Frequency, Fluent Software

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Allah Yesus Kristus atas kasih dan penyertaan-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat terwujud dengan baik dengan bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak baik secara langsung dan tidak langsung.

Dalam kesempatan ini pula penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Damora Rhakasywi, S.T., M.T selaku dosen Program Studi Teknik Mesin di Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta dan dosen pembimbing Skripsi yang telah membantu penulis dalam penelitian.
2. Bapak M. As’Adi, M.T selaku dosen Program Studi Teknik Mesin di Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta dan dosen pembimbing Skripsi yang telah membantu penulis dalam penelitian.
3. Bapak M. Rusdy Hatuwe, S.T., M.T selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta.
4. Bapak Dr. Ir. Reda Rizal, M.Si selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta.
5. Bapak/Ibu dosen Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta secara keseluruhan.
6. Mama terkasih Sarma Rosetta Hotmaida Simarmata dan Bapak tercinta Wilmen Karles Sinaga, Adik yang sebentar lagi menjadi pendeta Andrewin Felix Sinaga, Kakak yang merasa paling cantik di rumah Denisa Franstri Eka br Sinaga, dan kepada si kecil kami yang dulunya imut dan merasa paling “bos” di rumah Michael Thimoty Vanber Sinaga, keluarga yang senantiasa memberikan dukungan moral, semangat, kerja keras, dan material sehingga penulis dapat mengerjakan skripsi dengan sebaik-baiknya tanpa kekurangan suatu apapun.

7. Opung terkasih Kristinus “Pa Terkam” Simarmata, Inang Rosni br Manik, Nanggi Rosalina Verawati dan Tua Lesmaria br Saragih yang teramat dirindukan yang senantiasa menjaga penulis semasa kecil dan tak hentinya memberikan podah kepada penulis semasa hidupnya.
8. Opung Sariaman Sinaga yang senantiasa memberi podah dan semangat sampai hari ini.
9. Tulang dan Nantulang Barus yang telah ikhlas menjadi tetangga penulis selama tinggal di kontrakan Jl. Lereng Indah no. 34 B.
10. Marcella Anatasia Sulistyو yang senantiasa mendukung, memberi semangat, saran dan masukan, serta kasih sayang dengan kebawelan yang hakiki.
11. Bude dan Pakde yang selalu memberi hal-hal baik dan sering memberi makan dan minum secara gratis terutama di tanggal tua.
12. Abangda/kakanda Fisika USU 2011 dan teman-teman Physic Immortal 2014 untuk jasa edit, saran serta masukan dalam penulisan.
13. Rekan-rekan seperjuangan Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta khususnya tahun angkatan 2015 yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat.
14. Serta semua pihak baik abang, kakak, teman maupun sahabat yang telah membantu penulis moril.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua di kedepannya kelak.

Jakarta, Juli 2019

Penulis.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Perumusan Masalah.....	2
I.3. Batasan Masalah.....	2
I.4. Tujuan Penelitian.....	3
I.5. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
II.1. Jet Sintetik	4
II.2. Gelombang.....	4
II.3. Perpindahan Panas	9
2. 3. 1. Perpindahan Panas Konduksi.....	9
2. 3. 2. Perpindahan Panas Konveksi	10
II.4. Daya Listrik	11
II.5. CFD (<i>Computational Fluid Dynamic</i>).....	11

2.5.1. GAMBIT®	12
2.5.2. FLUENT®	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	16
III.1. Diagram Alir Penelitian	16
III.2. Prosedur Pengambilan Data.....	16
III.3. Alat yang Digunakan	17
III.4. Langkah – Langkah Simulasi CFD Fluent	25
3. 4. 1. Langkah – Langkah Gambit.....	25
3. 4. 2. Langkah – Langkah Fluent.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
IV.1. Analisis Data Pengujian	28
IV.2. Analisis Melalui CFD.....	31
IV.2.1. <i>Countours of Static Temperature</i>	31
IV.2.2. <i>Countours of Velocity Magnitude, Vectors Velocity, dan Pathlines</i>	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	46
V.1. Kesimpulan	46
V.2. Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47
RIWAYAT HIDUP.....	50
LAMPIRAN.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gelombang Satu Dimensi yang Berjalan ke Arah Kanan dengan Kecepatan V pada $t=0$	5
Gambar 2.2 Gelombang Satu Dimensi yang Sedang Bergerak ke Arah Kanan dengan Kecepatan v selama t detik	6
Gambar 2.3 Gelombang Sinusoidal	6
Gambar 2.4 Gelombang Square dan Triangular	8
Gambar 2.5 Transformasi gelombang sinus menjadi gelombang square	8
Gambar 2.6 Transformasi gelombang sinus menjadi gelombang triangular	9
Gambar 2.7 Perpindahan Panas Konveksi pada Plat Datar	11
Gambar 2.8 Tahapan menjalankan Gambit.....	12
Gambar 2.9 User Interface Gambit.....	13
Gambar 3.1 Diagram alur penelitian jet sintetik	16
Gambar 3.2 Stabilizer Tegangan.....	18
Gambar 3.3 AC-DC Universal Adaptors	18
Gambar 3.4 Thermometer Digital TM-946.....	19
Gambar 3.5 Kabel UPCB.....	20
Gambar 3.6 Thermostat Autonics TC4S.....	20
Gambar 3.7 Heat Mat.....	21
Gambar 3.8 Plat Datar.....	21
Gambar 3.9 Fan.....	22
Gambar 3.10 Akrilik	22
Gambar 3.11 Speaker	23
Gambar 3.12 Laptop.....	23
Gambar 3.13 Grid Check pada Aplikasi Fluent.....	24
Gambar 4.1 Grafik Temperatur ($^{\circ}\text{C}$) vs Waktu (Detik) Frekuensi 5 Hz, 10 Hz, dan 15Hz.....	28
Gambar 4.2 Grafik Temperatur ($^{\circ}\text{C}$) vs Waktu (Detik) Frekuensi 20 Hz, 25 Hz, dan 30 Hz.....	29

Gambar 4.3 Grafik Temperatur ($^{\circ}\text{C}$) vs Waktu (Detik) Frekuensi 35 Hz, 40 Hz,
dan 45 Hz.....30

Gambar 4.4 Grafik Temperatur ($^{\circ}\text{C}$) vs Waktu (Detik) Frekuensi 40 Hz.....31

Gambar 4.5 Legend Temperature.....35

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Countours of Static Temperature 5 Hz, 10 Hz, dan 15 Hz.....	32
Tabel 4.2 Countours of Static Temperature 20 Hz, 25 Hz, dan 30 Hz.....	33
Tabel 4.3 Countours of Static Temperature 35 Hz, 40 Hz, dan 45 Hz.....	34
Tabel 4.4 <i>Countour of Velocity Magnitude, Vectors Velocity, dan Pathlines</i> 5 Hz.....	36
Tabel 4.5 <i>Countour of Velocity Magnitude, Vectors Velocity, dan Pathlines</i> 10 Hz.....	37
Tabel 4.6 <i>Countour of Velocity Magnitude, Vectors Velocity, dan Pathlines</i> 15 Hz.....	38
Tabel 4.7 <i>Countour of Velocity Magnitude, Vectors Velocity, dan Pathlines</i> 20 Hz.....	39
Tabel 4.8 <i>Countour of Velocity Magnitude, Vectors Velocity, dan Pathlines</i> 25 Hz.....	40
Tabel 4.9 <i>Countour of Velocity Magnitude, Vectors Velocity, dan Pathlines</i> 30 Hz.....	41
Tabel 4.10 <i>Countour of Velocity Magnitude, Vectors Velocity, dan Pathlines</i> 35 Hz.....	42
Tabel 4.11 <i>Countour of Velocity Magnitude, Vectors Velocity, dan Pathlines</i> 40 Hz.....	43
Tabel 4.12 <i>Countour of Velocity Magnitude, Vectors Velocity, dan Pathlines</i> 45 Hz.....	44