

LEMBAR  
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU *PEER REVIEW*  
KARYA ILMIAH : PROSIDING

Judul Artikel : Analisa Distribusi Temperatur pada Pelat dengan Menggunakan Metode Beda Hingga  
 Nama Penulis : **Harto Tanujaya**  
 Jumlah Penulis : 1 (tunggal)  
 Status Pengusul : Penulis Tunggal  
 Identitas Prosiding : a. Judul Prosiding : Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI X) 2016  
 b. ISBN/ISSN : ISBN: 978-602-71459-3-1  
 c. Thn Terbit, Tempat : Jakarta, 21 - 22 April 2016  
 d. Alamat Repository PT/Web Prosiding :  
<https://lintar.untar.ac.id/dokportofolio/forumilmiah/35d0f35b29c991f8fcb085a87e316511.pdf>  
 e. Terindex di : -

Kategori Publikasi *Prosiding* Ilmiah (beri (√) pada kategori yang tepat)

*Prosiding* Internasional  
 *Prosiding* Nasional  
 *Prosiding* Terindex Scopus

Hasil Penilaian *Peer Review*

Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimal <i>Prosiding</i> Ilmiah (isi di kolom yang sesuai)			Nilai Akhir <i>peer</i> Yang Diperoleh
	<i>Prosiding</i> Internasional	<i>Prosiding</i> Nasional	<i>Prosiding</i> Terindex	
Kelengkapan dan kesesuaian unsur isi <i>prosiding</i> (10%)		90% x 10% x 10		0,9
Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)		92% x 30% x 10		2,76
Kecukupan & kemutakhiran data/informasi dan metodologi (30%)		93% x 30% x 10		2,79
Kelengkapan unsur & kualitas penerbit (30%)		95% x 30% x 10		2,85
Nilai <i>peer</i> Maksimal (100%)		10		9,3
Kontribusi Pengusul; (nilai akhir <i>peer</i> x bobot penulis tunggal = <b>9,3 x 100% = 9,3</b> )				<b>9,3</b>
Komentar/Usulan <i>Peer Review</i> : (Terlampir hal. 2)	1. Tentang kelengkapan dan kesesuaian unsur: 2. Tentang ruang lingkup dan kedalaman pembahasan; 3. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi; 4. Kelengkapan unsur dan kualitas penerbit: 5. Indikasi Plagiasi: 6. Kesesuaian Bidang Ilmu: <i>Terlampir</i>			

Jakarta, 18.12. 2019  
 Penilai I



(Prof. Dr. Ir. Agustinus Purna Irawan)  
 NIDN/NIP : 0328087102 / 10398021  
 Jabatan/Pangkat/Bidang Ilmu: Professor/IVC/Teknik Mesin  
 Unit Kerja: Fakultas Teknik – Universitas Tarumanagara

<p>KOMENTAR PEER REVIEW</p>	<p>1. Tentang kelengkapan dan kesesuaian unsur:</p> <p>Artikel dengan judul <b>Analisa Distribusi Temperatur pada Pelat dengan Menggunakan Metode Beda Hingga</b>, ditulis secara benar sesuai dengan standar penulisan artikel ilmiah yang memuat pendahuluan, metode/peralatan yang digunakan, pengambilan data dan data, analisa dan kesimpulan.</p> <p>2. Tentang ruang lingkup dan kedalaman pembahasan:</p> <p>Artikel tersebut membahas mengenai perpindahan kalor pada pelat dg metode numerik beda hingga, dibahas secara spesifik dan mudah dipahami.</p> <p>3. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi;</p> <p>Metodologi terstruktur dan jelas, data dan referensi yang diambil up to date.</p> <p>4. Kelengkapan unsur dan kualitas penerbit:</p> <p>Kepanitiaan, reviewer makalah dan penyelenggara seminar jelas dan terdokumentasi. Artikel didalam prosiding ber ISBN/ISSN dan dapat dibaca melalui daring.</p> <p>5. Indikasi Plagiasi:</p> <p>Artikel dengan judul <b>Analisa Distribusi Temperatur pada Pelat dengan Menggunakan Metode Beda Hingga</b> yang dipresentasikan di <b>Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI X) 2016</b> pada tanggal 21 - 22 April 2016 di Jakarta dan diselenggarakan oleh Jurusan Teknik Mesin, Universitas Tarumanagara, dapat dibaca secara daring dan tidak ditemukan indikasi plagiasi dengan tingkat kesamaan menggunakan software <b>Turnitin sebesar 12 %</b>. <a href="https://lintar.untar.ac.id/dokportofolio/forumilmiah/35d0f35b29c991f8fcb085a87e316511.pdf">https://lintar.untar.ac.id/dokportofolio/forumilmiah/35d0f35b29c991f8fcb085a87e316511.pdf</a></p> <p>6. Kesesuaian Bidang Ilmu:</p> <p>Artikel tersebut membahas tentang perpindahan kalor pada pelat dg metode numerik beda hingga dan ada Linieritas keilmuan dengan pengusul.</p>
-------------------------------------	--

Jakarta, 18.12.2019  
Penilai I



(Prof. Dr. Ir. Agustinus Purna Irawan)  
NIDN/NIP : 0328087102 / 10398021  
Jabatan/Pangkat/Bidang Ilmu: Professor/IVC/Teknik Mesin  
Unit Kerja: Fakultas Teknik – Universitas Tarumanagara

LEMBAR  
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW  
KARYA ILMIAH : PROSIDING

Judul Artikel : Analisa Distribusi Temperatur pada Pelat dengan Menggunakan Metode Beda Hingga  
 Nama Penulis : **Harto Tanujaya**  
 Jumlah Penulis : 1 (tunggal)  
 Status Pengusul : Penulis Tunggal  
 Identitas Prosiding : a. Judul Prosiding : Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI X) 2016  
 b. ISBN/ISSN : ISBN: 978-602-71459-3-1  
 c. Thn Terbit, Tempat : Jakarta, 21 - 22 April 2016  
 d. Alamat Repository PT/Web Prosiding : <https://lntar.untar.ac.id/dokportofolio/forumilmiah/35d0f35b29c991f8fcb085a87e316511.pdf>  
 e. Terindex di :-

Kategori Publikasi *Prosiding* Ilmiah  *Prosiding* Internasional  
 (beri (√) pada kategori yang tepat)  *Prosiding* Nasional  
 *Prosiding* Terindex Scopus

Hasil Penilaian *Peer Review*

Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimal <i>Prosiding</i> Ilmiah (isi di kolom yang sesuai)			Nilai Akhir Yang Diperoleh
	<i>Prosiding</i> Internasional	<i>Prosiding</i> Nasional	<i>Prosiding</i> Terindex	
Kelengkapan dan kesesuaian unsur isi <i>prosiding</i> (10%)		1		0,91
Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)		3		2,79
Kecukupan & kemutakhiran data/informasi dan metodologi (30%)		3		2,79
Kelengkapan unsur & kualitas penerbit (30%)		3		2,85
Total = 100%		10		9,34
Kontribusi Pengusul; (nilai akhir <i>peer</i> x penulis tunggal = 9,34 x 100% = 9,34				9,34
Komentar/Usulan <i>Peer Review</i> :	1. Tentang kelengkapan dan kesesuaian unsur; 2. Tentang ruang lingkup dan kedalaman pembahasan; 3. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi; 4. Kelengkapan unsur dan kualitas penerbit; 5. Indikasi Plagiasi; 6. Kesesuaian Bidang Ilmu: <i>Terlampir</i>			

Jakarta, 11 - 11 - 2019  
 Penilai

(Dr. Ir. M. Sobron Yamin L., M.Sc.)  
 NIDN/NIP : 0114056705 / 10311009  
 Jabatan/Pangkat/Bidang Ilmu: Lektor Kepala/IV/Teknik Mesin  
 Unit Kerja: Fakultas Teknik – Universitas Tarumanagara

<p>KOMENTAR PEER REVIEW</p>	<p>1. Tentang kelengkapan dan kesesuaian unsur:</p> <p>Artikel <b>Analisa Distribusi Temperatur pada Pelat dengan Menggunakan Metode Beda Hingga</b>, sesuai dengan kaidah penulisan artikel ilmiah yang meliputi pendahuluan, metode/alat, data dan analisa serta kesimpulan.</p> <p>2. Tentang ruang lingkup dan kedalaman pembahasan:</p> <p>Ruang lingkup pembahasan artikel tersebut tentang perpindahan kalor pada pelat dengan metode beda hingga, dengan kedalaman pembahasan yang spesifik.</p> <p>3. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi;</p> <p>Data yang diambil dan digunakan untuk analisa dan referensi tergolong baru dan mutakhir, dengan susunan metodologi yang baik.</p> <p>4. Kelengkapan unsur dan kualitas penerbit:</p> <p>Penerbit dan penyelenggara seminar bergerak dalam dunia pendidikan dan sering mengadakan acara seminar/konferensi berskala nasional/internasional. Editor/ketua panitia dan reviewer untuk makalah tersusun jelas. Prosiding ber ISBN/ISSN dan dapat dilihat secara online.</p> <p>5. Indikasi Plagiasi:</p> <p>Artikel Analisa Distribusi Temperatur pada Pelat dengan Menggunakan Metode Beda Hingga yang dipresentasikan pada tanggal 21 - 22 April 2016 di Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI X) 2016 di Jakarta dan diselenggarakan oleh Jurusan Teknik Mesin, Universitas Tarumanagara, dapat dibaca secara daring dan tidak ditemukan indikasi plagiasi  <a href="https://lintar.untar.ac.id/dokportofolio/forumilmiah/35d0f35b29c991f8fcb085a87e316511.pdf">https://lintar.untar.ac.id/dokportofolio/forumilmiah/35d0f35b29c991f8fcb085a87e316511.pdf</a></p> <p>6. Kesesuaian Bidang Ilmu:</p> <p>Artikel Analisa Distribusi Temperatur pada Pelat dengan Menggunakan Metode Beda Hingga dengan pembahasan tentang perpindahan kalor pada pelat dengan metode beda hingga sesuai dan linier dengan bidang ilmu pengusul.</p>
-------------------------------------	--

Jakarta  
Penilai I

2019

(Dr. Ir. M. Sobron Yamin L., M.Sc.)  
NIDN/NIP : 0114056705 / 10311009

Jabatan/Pangkat/Bidang Ilmu: Lektor Kepala/IV/Teknik Mesin  
Unit Kerja: Fakultas Teknik – Universitas Tarumanagara

Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI X) 2016  
Riset Multidisiplin untuk Merunjang Pengembangan Industri Nasional  
Jakarta, 21-22 April 2016

## ANALISA DISTRIBUSI TEMPERATUR PADA PELAT DENGAN MENGGUNAKAN METODE BEDA-HINGGA

**Harto Tanujaya**  
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Turumanagara  
Jl. Letjen S. Parman No. 1 Jakarta  
e-mail: hartot@ft.untar.ac.id ; hart\_tan18@yahoo.com

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai perpindahan kalor pada pelat dengan menggunakan metode analisis Gauss Seidel. Perhitungan distribusi temperatur pada pelat dilakukan secara simulasi numerik dengan menggunakan metode beda-hingga. Distribusi dan analisis temperatur dilakukan dengan pendekatan kasus 2D. Aliran kalor perpindahan panas konduksi yang terjadi pada pelat hanya terjadi dalam 2 arah sumbu  $x$  dan sumbu  $y$ . Mula-mula material bahan pelat termasuk jenis  $Al$ , kalor jenis  $c$  dan konduktivitas termal bahan pelat  $k$  diasumsikan merata dan tidak berubah terhadap perubahan temperatur. Kondisi fluida di sekitar pelat diasumsikan tetap dan merata, sehingga nilai koefisien perpindahan kalor konveksi  $h$  dan suhu fluida  $T_f$  konstan. Temperatur tertinggi didapatkan pada mode  $T_{12}$  dengan nilai  $298,57^\circ C$  dan temperatur terendah didapatkan pada mode-mode  $T_{13}$ ,  $T_{14}$  dan  $T_{15}$  dengan nilai  $295,02^\circ C$ . Pada iterasi ke-15 kesalahan aproksimasi yang terjadi hampir-konstan berkisar  $0,03\%$ .

**Kata kunci:** perpindahan kalor, konduksi, temperatur, Gauss Seidel

### PENDAHULUAN

Dalam dunia industri, pendinginan suatu Aluminium yang keluar dari mesin produksi sangat diperlukan. Proses pendinginan ini bertujuan agar pelat Aluminium tersebut dapat dengan cepat untuk diproses lebih lanjut. Distribusi temperatur pada pelat Aluminium perlu diketahui agar memudahkan dalam menyelesaikan permasalahan perpindahan kalor konduksi pada pelat panas tersebut. Pada kasus perpindahan kalor konduksi, sekarang banyak penyelesaian analitis untuk studi kasus tersebut yang terdapat dalam berbagai literatur. Akan tetapi dalam beberapa kasus dan kondisi-kondisi tertentu banyak syarat-syarat, kondisi batas dan geometri yang rumit sehingga tidak dapat diselesaikan secara analitis. Kalaupun dapat diselesaikan secara analitis akan menghasilkan angka-angka dan bentuk-bentuk yang sukar untuk dievaluasi. Dalam keadaan yang demikian maka pendekatan yang memungkinkan untuk ditempuh adalah dengan menggunakan teknik beda berhingga (*finite difference method*).

### TEORI

Pada kasus perpindahan kalor konduksi multidimensi, metode numerik merupakan metode alternatif dari penyelesaian secara analitis dan secara grafik. Metode numerik ini umumnya digunakan pada kasus-kasus tertentu, seperti bentuk geometri benda yang tidak teratur atau kondisi batas yang berubah dengan waktu sedemikian rupa sehingga tidak mungkin didapat penyelesaian matematis. Metode ini menggunakan teknik pendekatan beda hingga, elemen hingga, dan batasan metode elemen. Pada penyelesaian secara

### Match Overview

12%

Rank	Source	Percentage
1	docobook.com	7%
2	Submitted to Udayana...	5%

# SNMI2016

---

## ORIGINALITY REPORT

---

<b>12%</b>	<b>12%</b>	<b>0%</b>	<b>5%</b>
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

---

## PRIMARY SOURCES

---

<b>1</b>	<b>docobook.com</b> Internet Source	<b>7%</b>
<b>2</b>	<b>Submitted to Udayana University</b> Student Paper	<b>5%</b>

---

Exclude quotes    On  
Exclude bibliography    On

Exclude matches    < 5%

# SNMI2016

*by* Fakultas Teknik

---

**Submission date:** 06-Dec-2019 12:17PM (UTC+0700)

**Submission ID:** 1228363244

**File name:** Prosiding-SNMI-X-2016.pdf (2.75M)

**Word count:** 2432

**Character count:** 13981

PROSIDING



ISBN : 978-602-71459-3-1



SEMINAR NASIONAL MESIN DAN INDUSTRI  
(SNMI - X) 2016

## “ RISET MULTIDISIPLIN UNTUK MENUNJANG PENGEMBANGAN INDUSTRI NASIONAL ”

AUDITORIUM LANTAI 8 GEDUNG M, KAMPUS 1  
UNIVERSITAS TARUMANAGARA  
21 - 22 April 2016

Diterbitkan oleh :  
Program Studi Teknik Mesin  
dan  
Program Studi Teknik Industri  
Fakultas Teknik  
Universitas Tarumanagara



**UNTAR**  
FAKULTAS  
TEKNIK



PROSIDING  
SEMINAR NASIONAL MESIN DAN INDUSTRI ( SNMI - X ) 2016  
Program Studi Teknik Mesin dan Program Studi Teknik Industri



**SEKRETARIAT PANITIA**

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin  
Program Studi Teknik Mesin dan Teknik Industri  
Universitas Tarumanagara

Jl. Lejen S. Parman No.1 Jakarta 11440

Telp. (021) 5672548 Fax. (021) 5663277

e-mail : snmi\_mesin@ft.untar.ac.id / snmi\_mesin@yahoo.co.id

Web : www.untar.ac.id



**REVIEWER**

1. Prof. Dr. Agustinus Purna Irawan
2. Harto Tanujaya, S.T., M.T., Ph.D.
3. Dr. Abrar Riza, S.T., M.T.
4. Dr. Lamto Widodo, S.T., M.T.
5. Ir. Sofyan Djamil, M.Si
6. Dr. Adiarto, M.Sc
7. Ir. Rosehan, M.T.

**EDITOR**

Prof. Dr. Agustinus Purna Irawan

**PENYUNTING**

Dr. Lamto Widodo, S.T., M.T.

**DESAIN SAMPUL DAN TATA LETAK**

Didi Widya Utama S.T., M.T.

**PENERBIT**

Program Studi Teknik Mesin dan Teknik Industri  
Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara  
Jakarta

**REDAKSI**

Jl. Letjen. S. Parman No. 1 Jakarta 11440

Telp. (021) 5663124

Fax.: (021) 5663277

e-mail: snmi\_mesin@ft.untar.ac.id ; snmi\_mesin@yahoo.co.id

### SUSUNAN PANITIA

<b>Pelindung</b>	: Prof. Dr. Ir. Roesdiman Soegiarso Rektor Universitas Tarumanagara
<b>Penasehat</b>	: Prof. Dr. Agustinus Purna Irawan Dekan Fakultas Teknik
<b>Penanggungjawab</b>	: Harto Tanujaya, ST., MT., Ph.D. Ketua Jurusan Teknik Mesin
<b>Panitia Pengarah:</b>	
Ketua	: Prof. Dr. Ir. Eddy S. Siradj, M.Sc.
Anggota	: Prof. Dr. Ir. I Made Kartika, Dipl.Ing. Prof. Dr. Ir. Bambang Suryawan, M.T. Prof. Dr. Ir. T. Yuri M. Zagloel Prof. Dr. Ir. Dahmir Dahlan
<b>Panitia Pelaksana:</b>	
Ketua	: Dr. Ir. Erwin Siahaan, M.Si
Wakil Ketua	: Lithrone Laricha Salomon, S.T., M.T.
Sekretariat	: 1. Ir. Sofyan Djamil, M.Si (Sekretaris/Koordinator) 2. Farida Ariyanti, S.E
Bendahara	: 1. I Wayan Sukania, S.T., M.T. (Koordinator) 2. Harto Tanujaya, S.T., M.T., Ph.D.
Seksi Publikasi & Sponsor	: 1. M. Agung Saryatmo S.T., M.M. (Koordinator) 2. Dr. Ir. Erwin Siahaan, M.Si 3. Didi Widya Utama S.T., M.T. 4. Ahmad S.T., M.T.
Seksi Makalah	: 1. Prof. Dr. Agustinus Purna Irawan (Koordinator) 2. Dr. Abrar Riza, S.T., M.T. 3. Dr. Lamto Widodo, S.T., M.T. 4. Ir. Sofyan Djamil, M.Si 5. Dr. Adianto, M.Sc 6. Ir. Rosehan, M.T. 7. Endro Wahyop
Seksi Acara & Dokumentasi	: 1. Wilson K, S.T., M.T. (Koordinator) 2. Dr. Abrar Riza, S.T., M.T 3. Dr. Ir. M. Sobron Y Lubis, M.Sc. 4. Agung Gunawan
Seksi Perlengkapan	: 1. Dr. Steven Darmawan, S.T., M.T.(Koordinator) 2. Ir. Rosehan, M.T. 3. Kusno Aminoto 4. Budi Herman 5. Herman 6. Marsudi
Seksi Konsumsi	: 1. Sulastini, S.E.(Koordinator) 2. Karyati, S.E.
Seksi Keamanan	: 1. Ahmad, S.T., M.T. 2. Siswanto 3. Bahrudin

**DAFTAR ISI**

Kata Pengantar	i
Sambutan Dekan Fakultas Teknik	ii
Daftar Isi	iii
Susunan Panitia	vii
Susunan Acara	viii
Jadwal Presentasi	ix

**Bidang Teknik Mesin**

1. Uji Eksperimental Perbandingan Unjuk Kerja Motor Otto Berbahan Bakar Pertalite dengan Campuran Pertalite-Aditif, <i>Abdul Halim Nasution, Hiskia Benindo Purba, M. Hafiz Pratama</i>	1
2. Efisiensi dan Efektivitas Sirip Berpenampang Segienam Keadaan Tak Tunak, <i>Julius Teguh Ariwibowo dan P.K. Purwadi</i>	12
3. Pengaruh Post Weld Heat Treatment pada Pengelasan <i>Friction Stir Welding</i> (FSW) Aluminium 2024, <i>Agus Duniawan</i>	22
4. Efektivitas Sirip dengan Luas Penampang Fungsi Posisi Berpenampang Segiempat Sama Sisi Kasus Satu Dimensi pada Keadaan Tak Tunak, <i>Marcellus Ruben Winastwan dan P.K. Purwadi</i>	34
5. Konduktivitas Termal <i>Hybrid Nanofluid Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-CuO-Air</i> , <i>Wayan Nata Septiadi, Cahyo Sudarmo</i>	43
6. Ketahanan Aus Hibrid Komposit <i>Phenolic Resin</i> dengan Penguat Basalt/ Aluminium/Kulit Kerang pada Kampas Rem, <i>Enden Perdana, I.D.G Ary Subagia, IMD Parwata</i>	50
7. Mesin Pengering Baju Energi Listrik Dengan Daya 800 Watt, <i>PK Purwadi dan Wibowo Kusbandono</i>	56
8. Analisa Pengaruh Penambahan Mg pada Komposit Matrik Alumunium Remelting Piston Berpenguat SiO <sub>2</sub> Menggunakan Metode Stir Casting terhadap Konduktivitas Termal dan Ketahanan Aus, <i>Imam Supriyatma, Teguh Triyono, Eko Surojo</i>	62
9. Studi Eksperimental Analisis Pengaruh Variasi Kecepatan <i>Inlet</i> Turbin terhadap <i>Performance</i> Turbin Francis Poros Vertikal, <i>Sigit Deddy Purnomo Sidhi, Samsul Kamal, Prajitno</i>	71
10. Pengaruh Letak Titik Injeksi (Gates Position) terhadap Waktu Pengisian (Filling Time) pada Injeksi Molding dengan Menggunakan Simulasi, <i>Albet Fojiana Saputra dan Sibut</i>	78
11. Pengkajian Pengoperasian Jaringan Mikro, <i>Hamzah Hilal</i>	79
12. Laju Pembentukan Biogas di Daerah Stepa dengan Temperatur Konstan Sebesar 54 <sup>0</sup> C, <i>I Gusti Bagus Wijaya Kusuma</i>	88
13. Kajian Unjuk Kerja terhadap Pemakaian Pertalite pada Sepeda Motor, <i>I Gusti Bagus Wijaya Kusuma</i>	94
14. Analisa Struktur Mikro dan Sifat Mekanik Paduan Aluminium Hasil Pengecoran Cetakan Pasir, <i>Abdul HayMukhsin, Muhammad Syahid, Rustan Tarakka</i>	100
15. Mesin Pengupas Kulit Kacang Tanah, <i>Febryan Maulana</i>	105
16. Studi Eksperimental Sistem Refrigerasi Kompresi Uap Menggunakan Nosel pada <i>Outlet</i> Evaporator dan <i>Inlet</i> Kondensor, <i>Yohanes Kuntjoro, Suhanan</i>	115
17. Pemodelan Dua Dimensi Thermo-Elasto-Viskoplastis Proses Pembentukan Aluminium dengan Metode Elemen Hingga, <i>Wahyu Kurniawan</i>	123

18. Simulasi Pemantauan Unit Produksi yang Melibatkan Produk dan Mesin Perkakas, <i>Rachmad Hartono, Sri Raharno, Yatna Yuwana Martawirya, Bagus Made Arthaya</i>	134
19. Analisis Topografi Permukaan Logam dan Optimasi Parameter Pemotongan pada Proses Milling <i>Aluminium Alloy</i> , <i>Sobron Yamin Lubis &amp; Agustinus Christian</i>	143
20. Rancang Bangun Elektrolisa Air (Electrolyzer) untuk Menurunkan Emisi Gas Buang dan Penghematan Bahan Bakar Sepeda Motor, <i>Isman Harianda dan Abdul Razak</i>	151
21. Prestasi Mesin Diesel Menggunakan Bahan Bakar Campuran Biodiesel Kepuh dan Solar, <i>Husin Ibrahim, Abdi Hanra Sebayang, Rahmawaty</i>	157
22. Studi Eksperimental Pengaruh Jenis Airfoil NACA 0024 terhadap Kinerja Turbin Achard dengan Variasi Lebar Inlet Aliran pada PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro), <i>Mahmud Akhyar, Prajitno</i>	165
23. Kekerasan dan Struktur Mikro Hibrid Komposit Phenolik Resin Berpenguat Partikel Basalt/Aluminium Oxide/Kulit Kerang pada Bahan Kampas Rem, <i>Tut Riskyada, Adi Atmika, Dwi Budiana, I.D.G Ary Subagia</i>	166
24. Perancangan Stacking Konveyor untuk Material Handling Sement dengan Kapasitas 35 Ton/Jam, <i>I Nyoman Artana dan Febryan Maulana</i>	173
25. Modifikasi Terbatas Rasio Sistem Transmisi pada <i>Multi Purpose Vehicle (MPV)</i> dengan Penggerak Roda Depan, <i>I Ketut Adi Atmika</i>	184
26. Pengaruh <i>Rake Angle</i> Pahat <i>Insert</i> Karbida dan Keramik terhadap Laju Keausan Pahat, <i>Rosehan, Erwin Siahaan dan Wahyudi Komala</i>	192
27. Pemodelan Matematika Kesalahan Geometri pada <i>Guideway</i> di Mesin Perkakas NC Miling Vertikal Tiga-Sumbu, <i>Widiyanti Kwintarini, Agung Wibowo, Yatna Yuwana Martawirya, Bagus M. Arthaya</i>	201
28. Daftar Spesifikasi Guna Perancangan Alat Angkut Mini Tandan Kelapa Sawit, <i>Muhammad Ihram M, Tono Sukarnoto, Jamal M. Afiff dan Soeharsono</i>	208
29. Pendekatan Inverse Material Konstitutive dalam Prediksi Kekuatan Hasil Las Titik ( <i>Spot Welding</i> ), <i>I Nyoman Budiarsa, I Nyoman Gde Antara</i>	215
30. Pemanfaatan Air Hujan sebagai Sumber Energi Cadangan Berbasis PLTMH, <i>Tetuko Kurniawan, Royan Askarnowo, Hengki Trio Antoni, Budi Sutrisno, Bagaskara Aji Pradana, Bayu Darmawan</i>	221
31. Optimasi Desain Sirip Penguat pada Bangku Plastik, <i>Didi Widya Utama</i>	230
32. Analisa Distribusi Temperatur pada Pelat dengan Menggunakan Metode Beda-Hingga, <i>Harto Tanujaya</i>	238
33. Pengaruh Kadar Karbon Terhadap Proses Gasifikasi Batubara, <i>Abrar Riza, Yazid Bindar, Herri Susanto dan Dwiwahdju Sasongko</i>	241
34. Pengaruh Sudut Orientasi Pengambilan Sampel Uji Terhadap Kekuatan Tarik pada Material Komposit, <i>Sofyan Djamil</i>	250
35. Konsep Desain Alat Transportasi Elektrik untuk Tempat Wisata, <i>Suprobo, Didi Widya Utama, Steven Darmawan, Agustinus Purna Irawan</i>	258

**Bidang Teknik Industri**

1. A New Method for Manufacturing Depleted Thorium Dioxide (ThDO <sub>2</sub> ) Steel Casks for Spent Nuclear Fuel, <i>Moh. Hardiyanto, Ni Made Sudri, Bendjamin Ch. Nendissa, Yenny Widianty</i>	1
2. Evaluasi Beban Kerja Pengemudi Bus Transjakarta Koridor 3: Uji Aktivitas Amilase pada Air Liur sebagai Indikator Stres dan Kelelahan, <i>Belia Perwitasari Maharani, Budi Aribowo</i>	8

## ANALISA DISTRIBUSI TEMPERATUR PADA PELAT DENGAN MENGUNAKAN METODE BEDA-HINGGA

1

Harto Tanujaya

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara

Jl. Letjen S. Parman No. 1 Jakarta

e-mail. hartot@ft.untar.ac.id ; hart\_tan18@yahoo.com

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai perpindahan kalor pada pelat dengan menggunakan metode analisis Gauss Seidel. Perhitungan distribusi temperatur pada pelat dilakukan secara simulasi numerik, dengan menggunakan metode beda hingga. Distribusi dan analisa temperatur dilakukan dengan pendekatan kasus 2D. Aliran kalor perpindahan panas konduksi yang terjadi pada pelat hanya terjadi dalam 2 arah sumbu  $x$  dan sumbu  $y$ . Sifat-sifat material bahan pelat (massa jenis,  $\rho$ , kalor jenis  $c$  dan konduktivitas termal bahan pelat  $k$ ) diasumsikan merata dan tidak berubah terhadap perubahan temperatur. Kondisi fluida di sekitar pelat diasumsikan tetap dan merata, sehingga nilai koefisien perpindahan kalor konveksi  $h$  dan suhu fluida  $T_{\infty}$  konstan. Temperatur tertinggi didapatkan pada node  $T_{8,1}$  dengan suhu  $298,57^{\circ}\text{C}$  dan temperatur terendah didapatkan pada node-node  $T_{8,8}$ ,  $T_{8,9}$ ,  $T_{9,8}$ , dan  $T_{9,9}$  dengan suhu  $295,02^{\circ}\text{C}$ . Pada iterasi ke-15 kesalahan aproksimasi yang terjadi hampir konstan berkisar  $0,03\%$ .

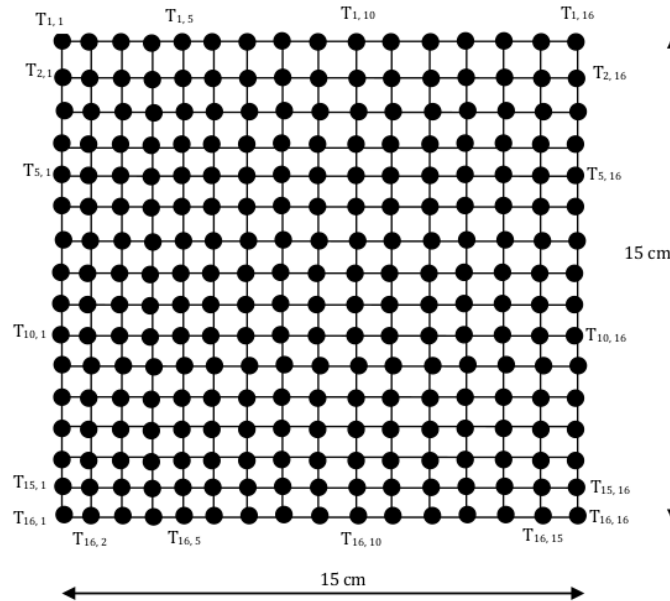
**Kata kunci;** perpindahan kalor, konduksi, temperatur, Gauss Seidel

### PENDAHULUAN

Dalam dunia industri, pendinginan suatu Aluminium yang keluar dari mesin produksi sangat diperlukan. Proses pendinginan ini bertujuan agar pelat Aluminium tersebut dapat dengan cepat untuk diproses lebih lanjut. Distribusi temperatur pada pelat Aluminium perlu diketahui agar memudahkan dalam menyelesaikan permasalahan perpindahan kalor konduksi pada pelat panas tersebut. Pada kasus perpindahan kalor konduksi, sekarang banyak penyelesaian analitis untuk studi kasus tersebut yang terdapat dalam berbagai literatur. Akan tetapi dalam beberapa kasus dan kondisi-kondisi tertentu banyak syarat-syarat, kondisi batas dan geometri yang rumit sehingga tidak dapat diselesaikan secara analitis. Walaupun dapat diselesaikan secara analitis akan menghasilkan angka-angka dan bentuk-bentuk yang sukar untuk dievaluasi. Dalam keadaan yang demikian maka pendekatan yang memungkinkan untuk ditempuh adalah dengan menggunakan teknik beda berhingga (*finite difference method*).

### TEORI

Pada kasus perpindahan kalor konduksi multidimensi, metode numerik merupakan metode alternatif dari penyelesaian secara analitis dan secara grafik. Metode numerik ini umumnya digunakan pada kasus-kasus tertentu, seperti bentuk geometri benda yang tidak teratur atau kondisi batas yang berubah dengan waktu sedemikian rupa sehingga tidak mungkin didapat penyelesaian matematis. Metode ini menggunakan teknik pendekatan beda hingga, elemen hingga, dan batasan metode elemen. Pada penyelesaian secara analitis, variabel bebas adalah temperatur  $T$ , dan variabel tidak bebasnya adalah  $x$  dan  $y$ . Berbeda untuk penyelesaian dengan menggunakan metode numerik, dalam metode ini sistem nya menggunakan titik-titik diskrit untuk temperatur. Domain dibagi menjadi beberapa bagian dengan titik tengahnya sebagai referensi. Titik-titik tersebut disebut sebagai node. Kumpulan node-node akan membentuk jaringan atau *mesh*. Node-node dibedakan menjadi arah  $x$  adalah  $\Delta x$  dan arah  $y$  adalah  $\Delta y$ .



Gambar 1. Distribusi Node

### METODE PENGUJIAN

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelat Aluminium murni ukuran 15 x 15 cm dengan tebal satu satuan, dan temperatur sekeliling pelat tersebut 300 °C, seperti diperlihatkan pada Gambar 1. Aluminium murni mempunyai konduktivitas termal ( $k$ ) pada suhu 300 °C adalah 228 W/m °C (tabel JP Holmann). Nilai koefisien perpindahan konveksinya  $h$  diasumsikan sebesar 12 W/m<sup>2</sup> C. Jumlah keseluruhan node berjumlah 256 node, dengan jarak antar node 1 cm, ini menunjukkan persamaan yang akan digunakan berjumlah 256 persamaan dengan jumlah variabel 256. Metode yang digunakan menggunakan prinsip iterasi dalam penyelesaiannya. Persamaan sejumlah 256 akan diterasi guna mendapatkan nilai setiap nodenya, agar distribusi suhu pada pelat tersebut dapat diketahui.

Langkah penyelesaiannya dengan menggunakan persamaan,

$$2T_{m,n} \left( \frac{h \Delta x}{k} + 1 \right) - 2 \frac{h \Delta x}{k} T_{\infty} - (T_{m-1,n} + T_{m,n-1}) = 0 \quad (1)$$

$$T_{m,n} \left( \frac{h \Delta x}{k} + 2 \right) - \frac{h \Delta x}{k} T_{\infty} - \frac{1}{2} (2T_{m-1,n} + T_{m,n+1} + T_{m,n-1}) = 0 \quad (2)$$

$$T_{m,n+1} + T_{m,n-1} + T_{m+1,n} + T_{m-1,n} - 4T_{m,n} = 0 \quad (3)$$

Metode ini sangat efisien dalam menyelesaikannya. Prosedur dalam melakukan iterasi dengan mengasumsikan nilai awal inisial dalam perhitungan selanjutnya misalnya dengan mengasumsikan nilai awal 295 untuk setiap temperatur node. Proses akan diulang perhitungannya sampai dengan,

$$|T_{i,n+1} - T_{i,n}| \leq \delta \quad (4)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan dilakukan berdasarkan persamaan (1) sampai dengan persamaan (4), dan berdasarkan perhitungan akhir maka pada perhitungan sampai dengan iterasi ke-15, temperatur yang terjadi pada node  $T_{1,1}$  sampai dengan node  $T_{16,16}$  sangat bervariasi dengan nilai antara  $295\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $298,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Iterasi dilakukan sampai dengan iterasi ke-15 karena sudah tidak ada perubahan suhu yang berubah secara signifikan dengan distribusi error yang konstan berkisar  $0,03\%$  dan terus menurun pada iterasi kedua, ketiga dan seterusnya menurun sedikit demi sedikit sampai dengan iterasi ke-15.

Temperatur tertinggi didapatkan pada node  $T_{8,1}$  dengan suhu  $298,57\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan temperatur terendah didapatkan pada node-node  $T_{8,8}$ ,  $T_{8,9}$ ,  $T_{9,8}$ , dan  $T_{9,9}$  dengan suhu  $295,02\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Hal tersebut membuktikan bahwa distribusi temperatur pada pelat Aluminium tersebut semakin mengarah kedalam temperaturnya akan semakin rendah. Sedangkan temperatur tertinggi terjadi pada permukaan pelat. Rata-rata temperatur permukaan pelat memperoleh besar temperatur yang hampir sama. Distribusi temperatur mengilustrasikan bahwa arus kalor mengarah dari permukaan pelat kepusat dari pelat Aluminium secara merata. Hal ini mengindikasikan bahwa arus konduksi telah berjalan secara semestinya dari temperatur yang tinggi menuju ke temperatur yang lebih rendah yang berada pada pusat dari pelat Aluminium tersebut.

Hasil perhitungan node-node tersebut mengindikasikan bahwa faktor yang dapat mempengaruhi distribusi temperatur dan perpindahan kalor pada pelat tersebut adalah konduktivitas termal dari material pelat tersebut ( $k$ ), koefisien perpindahan kalor konveksi dari lingkungan disekitar pelat tersebut ( $h$ ), dan jarak antar node tersebut ( $\Delta x$  dan  $\Delta y$ ). Sifat-sifat material Aluminium dapat berubah sesuai dengan temperatur dari material tersebut.

## KESIMPULAN

Distribusi temperatur pada pelat Aluminium mengalir dari permukaan pelat kepusat dari pelat Aluminium secara merata dengan temperatur tertinggi didapatkan pada node  $T_{8,1}$  dengan suhu  $298,57\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan temperatur terendah didapatkan pada node-node  $T_{8,8}$ ,  $T_{8,9}$ ,  $T_{9,8}$ , dan  $T_{9,9}$  dengan suhu  $295,02\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Dari hasil perhitungan keseluruhan 256 node, distribusi temperatur dan perpindahan kalor pada pelat tersebut sangat dipengaruhi oleh konduktivitas termal material, koefisien perpindahan kalor konveksi lingkungan, dan jarak antar node tersebut. Pada iterasi ke-15 kesalahan aproksimasi yang terjadi hampir konstan berkisar  $0,03\%$ .

## DAFTAR PUSTAKA

1. Al Khawaja, Moh. Selmi, Numerical Solutions of Two Heat Transfer Limits of MFM Square Duct Flow Using Matlab Program, International Journal for Computational Methods in Engineering Science and Mechanics, Vol. 10, Issue 1, 2009.
2. Cengel, Y.A. 2007. Heat and Mass Transfer: A Practical Approach. 3rd Edition McGraw-hill. New York.
3. Incropera F P., Dewitt D. P., Fundamentals of Heat and Mass Transfer, John Wiley & Sons, Inc., 4 th edition, 1996.
4. Holman, J. P., 1993, Perpindahan Kalor, Erlangga, Jakarta.
5. Joseph E. Shigley, Larry D. Mitchel, 1991, Perencanaan Teknik Mesin, Erlangga, Jakarta.