

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**



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

PROSIDING

SEKRETARIAT PANITIA
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin
Program Studi Teknik Mesin dan Teknik Industri
Universitas Tarumanagara
Jl.Letjen 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



UNTAR
FAKULTAS
TEKNIK

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. Adianto, 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

Pelindung	: Prof. Dr. Ir. Roesdiman Soegiarso Rektor Universitas Tarumanagara
Penasehat	: Prof. Dr. Agustinus Purna Irawan Dekan Fakultas Teknik
Penanggungjawab	: Harto Tanujaya, ST., MT., Ph.D. Ketua Jurusan Teknik Mesin
Panitia Pengarah:	
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
Panitia Pelaksana:	
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. Adiando, M.Sc 6. Ir. Rosehan, M.T. 7. Endro Wahyono
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 Peralite dengan Campuran Peralite-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</i> Al ₂ O ₃ -CuO-Air, <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, I MD 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 ₂ 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 ⁰ C, <i>I Gusti Bagus Wijaya Kusuma</i>	88
13. Kajian Unjuk Kerja terhadap Pemakaian Peralite 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 & 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 ₂) Steel Casks for Spent Nuclear Fuel, <i>Moh. Hardiyanto, Ni Made Sudri, Bendjamine 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

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, ρ , 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_{∞} 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 $0,03\%$.

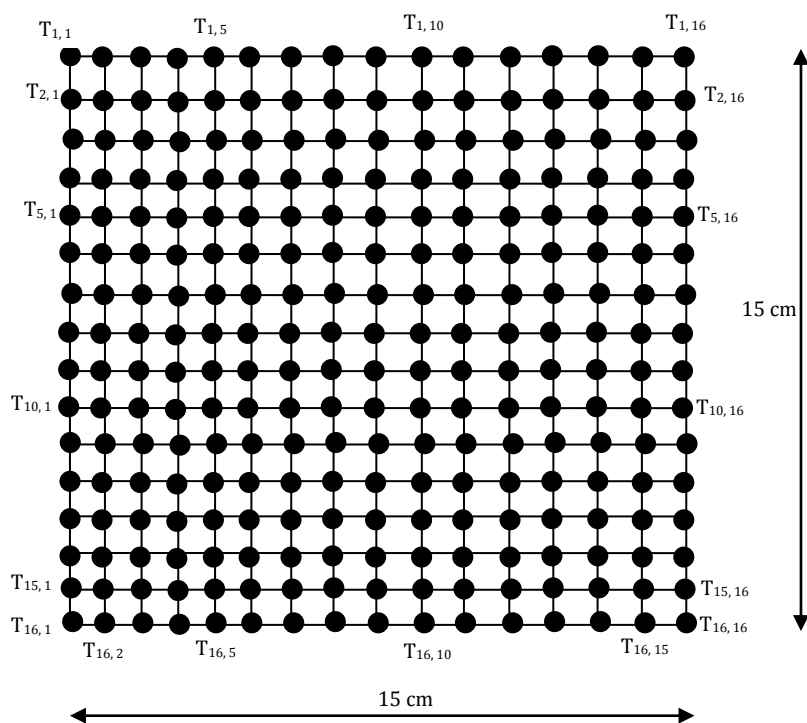
Kata kunci; perpindahan kalor, konduksi, temperatur, Gauss Seidel

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. 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 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 Δx dan arah y adalah Δy .



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/m² 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,

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

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

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

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,

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

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 (Δx dan Δy). 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.