

PROCEEDINGS BOOK

save the earth!

www.bss-ub.com



 **th BASIC SCIENCE NATIONAL SEMINAR**
basic science's role in saving the earth

February 21st, 2009

PPI Building, 2nd Floor, Brawijaya University

Prosiding "6th Basic Science National Seminar"

Reviewer :

Dr. -Ing. Setiawan P.S., M.Eng.

Dr. Sri Rahayu, M.Kes

Barlah Rumhayati, Ph.D

Dr. Abdul Rouf Alghofari

Dr. Eng. Agus Naba, S.Si., MT

Dr. Sukir Maryanto

Widodo, PhD MED Sc.

ISBN : 978 - 979 - 19450 - 0 - 4

Penerbit :

Jurusan Fisika, FMIPA, UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Jl. Veteran, Malang 65145

Telp./Fax: 0341-575833/575834

Site: www.fisika.brawijaya.ac.id

COPYRIGHT©2009 Jurusan Fisika, FMIPA, UNIVERSITAS BRAWIJAYA

PENGOLAHAN LIMBAH YANG MENGANDUNG DODESIL BENZENA SULFONAT (DBS) DALAM SEPTIK TERAERASI YANG DINOKULASIKAN KONSORSIUM MIKROBA.....	I - 95
PRODUKSI SENYAWA ANTI MIKROBA TERHADAP MUTAN PISANG RAJA SEREH YANG TAHAN BLOOD DEASES BACTERIUM (DBD).....	I - 103
STUDI KOMPARASI METODE EKSTRAKSI CAIR-CAIR DENGAN METODE MEMBRAN CAIR EMULSI PADA PEMULIHAN FENOL DARI AIR LIMBAH	I - 108
PENGARUH DENSITAS ARUS LISTRIK TERHADAP KINERJA SISTEM ELEKTROLISIS AIR SUHU TINGGI MENGGUNAKAN <i>MOLTEN SALT NUCLEAR</i> <i>REACTOR (MSR)</i>	I - 114
PEMBERIAN MALEIC ANHIDRIDA (MA) PADA BLENDING POLIPROPILEN- PATI TAPIOKA	I - 122
DEGRADASI AEROB KOLESTEROL DALAM SEDIMEN SUNGAI	I - 128
KANDUNGAN Pb, Cd, DAN Cr AIR SUNGAI BADUNG.....	I - 132
BIOAKUMULASI PB, CU, DAN CD DALAM IKAN	I - 138
SEISMITAS DAN DEFORMASI G. KELUD PADA PERTUMBUHAN KUBAH LAVA TAHUN 2007	I - 141
LIMBAH PABRIK GULA : PENANGANAN, PENCEGAHAN DAN PEMANFAATANNYA DALAM UPAYA PROGRAM LANGI BIRU DAN BUMI HIJAU	I - 147
PEMBUATAN DAN KARAKTERISASAI KOMPOSIT BERBAHAN ZEIN-SERBUK KAYU KERAS.....	I - 153
PENDUGAAN POLA SEBARAN KEDALAMAN AIR TANAH DI SEKITAR TPA SUPIT URANGN DENGAN MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS SOUNDING.....	I - 160
MENGURANGI POLUSI UDARA KENDARAAN BERMOTOR DENGAN MENGGUNAKAN AIR, OLI DAN ASAM KARBONAT SEBAGAI FILTER	I - 167
II. ENERGI	
PERANCANGAN TRANSFORMATOR TIGA FASA 150 MVA DENGAN BANTUAN PC	II - 1
OPTIMASI PENEMPATAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI BERDASAR JATUH TEGANGAN (STUDI KASUS PADA WILAYAH KAWASAN TERTIB LISTRIK UPJ SEMARANG SELATAN)	II - 7
MODIFIKASI SISTEM PENDINGIN UDARA UNTUK MEREDUKSI <i>OVER</i> <i>HEATING</i> PADA MESIN KENDARAAN BERMOTOR.....	II - 13
MANFAAT COGENERATOR TEKANAN TINGGI UNTUK PABRIK GULA.....	II - 19
BIODESULFURISASI SENYAWA DIBENZOTHIOPHENE DAN DERIVATNYA DALAM N-TETRADECANE SEBAGAI MODEL MINYAK BUMI OLEH <i>SPHINGOMONAS SUBARCTICA</i>	II - 25

Energi I

Ruang : M 10

No.	KM	Nama Pendaftar	Instansi	Judul	Moderator
1	BSS_121_1	Evi Susanti, S.Si.,M.Si	Kimia Universitas Negeri Malang	Komparasi Teknik Sakarifikasi dan Fermentasi Simultan (SFS) dengan Hidrolisis dan Fermentasi Terpisah (HFT) Pada Pembuatan Bioetanol dari Ubi Jalar Putih (Ipomoea Batatas L)	Wisnu Ari Adi, S.Si.
2	BSS_128_1	Elida Purba, Dr, M.Sc.	Universitas Lampung	Comparison of hydrolysis of Cassava Starch ((Manihot esculenta) and Sweet Potato Starch (Ipomea batatas) with Cold Process using ENZIM Acid-Fungal Amylase and Glucoamylase.	
3	BSS_141_1	Ach. Muhib Zainuri, ST.	Politeknik Negeri Malang	Simulasi Karakteristik Perpindahan Panas dan Massa pada Pengeringan Paper Web di Dryer Section	
4	BSS_158_1	Wisnu Ari Adi, S.Si.	PTBIN - BATAN	PREPARASI PADUAN HIDRIDA LOGAM ULTRA FINE-GRAINED SISTEM Mg-Fe MENGGUNAKAN TEKNIK MECHANICAL MILLING UNTUK HYDROGEN STORAGE	M.Rosyd Ridlo,M.Eng
5	BSS_161_1	Dr. Eng. Ismail	Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN)	FISIBILITAS PEMANFAATAN THORIUM SEBAGAI BAHAN BAKAR ENERGI NUKLIR MASA DEPAN	
6	BSS_192_1	Hadi Suwarno, Dr	PTBN-BATAN	PENGARUH TOLUEN TERHADAP PEMBENTUKAN FASA HIDRIDA LOGAM SISTEM Mg-Ti DENGAN MENGGUNAKAN TEKNIK MECHANICAL ALLOYING	
7	BSS_204_1	M.Rosyd Ridlo,M.Eng	Pusat Penelitian Fisika LIPI	Sel Sonoelektrolisis air untuk Produksi Hidrogen	Ir. Giyatmi.MSi
8	BSS_207_1	Bambang Winardi, Ir	Teknik Elektro, FT Universitas Dipegoro	PERANCANGAN TRANSFORMATOR TIGA FASA 150 MVA DENGAN BANTUAN PROGRAM DELPHI 6	
9	BSS_207_2	Bambang Winardi, Ir	Teknik Elektro, FT Universitas Dipegoro	Optimasi Penempatan Transformator Distribusi Berdasar Jatuh Tegangan (Studi Kasus Pada Wilayah Kawasan Tertib Listrik UPJ Semarang Selatan)	
10	BSS_238_3	Ir. Giyatmi.MSi	STTN -BATAN	ANALISIS SWOT ENERGI ALTERNATIF DALAM MENENTUKAN KEBIJAKAN NASIONAL ENERGI-MIX DI INDONESIA	Samsudin Anis, S.T., M.T.
11	BSS_239_1	Monna Rozana, S.T.	Teknik Fisika UGM	Pengaruh Temperatur dan Perbandingan Mol H ₂ O-O ₂ pada Gas Masukan terhadap Kualitas Gas Hasil Proses Gasifikasi Batubara Bawah Tanah	
12	BSS_251_1	Aman Santoso, Drs.,MSi	UM	KAJIAN PRODUK AGROINDUSTRI YANG POTENSIAL DAN FEASIBEL UNTUK DIKEMBANGKAN SEBAGAI BAHAN BAKU BIODIESEL DI INDONESIA	
13	BSS_275_1	Samsudin Anis, S.T., M.T.	Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang	MODIFIKASI GEOMETRI SISTEM PENDINGIN UDARA UNTUK MEREDUKSI OVER HEATING PADA MESIN KENDARAAN BERMOTOR	Drs. Sudarto, M.Eng
14	BSS_293_1	Budi Rohman	Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN)	PERHITUNGAN KOEFISIEN REAKTIVITAS VOID REAKTOR KARTINI	
15	BSS_318_1	Ir. Muhammad Saechu	Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI)	MANFAAT COGENERATOR TEKANAN TINGGI UNTUK PABRIK GULA	
16	BSS_321_1	Drs. Sudarto, M.Eng	Bapeten	Peran Pengawasan Tenaga Nuklir Terhadap Pengembangan Sektor Industri Energi Nuklir	Elida Purba, Dr, M.Sc.
17	BSS_331_1	Budi Kamulyan,Drs.,MSc.	Kimia FMIPA UB	PEMANFAATAN PRODUK SAMPING DARI DISTILASI TAR-ASAP CAIR SEBAGAI BAHAN BAKAR PENGANTI KEROSIN	

Modifikasi Sistem Pendingin Udara Untuk Mereduksi *Over Heating* Pada Mesin Kendaraan Bermotor

Samsudin Anis

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia
samsudin_anis@yahoo.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh geometri sirip khususnya profil permukaan sirip terhadap koefisien perpindahan kalor pada sistem pendingin udara. Profil permukaan yang digunakan adalah profil datar dan gelombang. Spesimen terbuat dari naptalin dan diuji di dalam terowongan angin pada berbagai kecepatan aliran udara. Dengan mengukur pengurangan massa naptalin yang menguap dapat dihitung koefisien perpindahan massanya. Selanjutnya, koefisien perpindahan kalor dapat ditentukan dengan menggunakan analogi perpindahan kalor dan massa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa geometri permukaan sirip berpengaruh pada sistem pendingin mesin kendaraan bermotor. Hal ini karena profil permukaan yang berbeda menghasilkan nilai koefisien perpindahan kalor yang berbeda pula. Hasil penelitian menunjukkan pula bahwa profil gelombang dapat meningkatkan nilai koefisien perpindahan kalor sebesar 26 % terhadap profil datar. Ini menunjukkan bahwa penggunaan profil gelombang pada sistem pendingin udara kendaraan bermotor akan lebih optimal membuang kalor ke lingkungan sehingga dapat mereduksi terjadinya *over heating*.

Kata kunci: perpindahan kalor, geometri permukaan sirip, *over heating*

1. Pendahuluan/Pengantar

Kondisi mesin yang terlalu panas (*over heating*) sering terjadi pada mesin kendaraan bermotor. Indikatornya adalah tenaga mesin berkurang disertai dengan suara *ngelitik* jika kendaraan dipacu pada kecepatan tinggi dan temperatur kerja mesin meningkat ($>90^{\circ}\text{C}$). Hal ini terjadi karena sistem pendingin tidak bekerja secara optimal. Salah satu faktor penyebabnya adalah arus lalu-lintas yang semakin padat dan selalu macet. Kondisi lalu-lintas tersebut tidak memungkinkan sepeda motor melaju secara konstan sehingga putaran mesin tidak stabil. Terlebih lagi, secara geografis Indonesia berada di garis katulistiwa yang beriklim tropis. Akibatnya proses pendinginan mesin tidak berjalan maksimal sehingga berpotensi menimbulkan *over heating*. Dampak yang ditimbulkan adalah pemakaian bahan bakar menjadi boros, tenaga mesin berkurang, mesin menjadi macet, dan yang lebih fatal adalah mengakibatkan kerusakan mesin.

Optimalisasi kinerja sistem pendingin mesin yang dicirikan dengan nilai koefisien perpindahan kalor yang tinggi merupakan solusi masalah di atas. Optimalisasi ini dapat dilakukan dengan berbagai metode, salahsatunya adalah dengan melakukan modifikasi geometri sirip. Sirip merupakan sekumpulan konduktor termal dengan geometri tertentu yang dipasang paralel sebanyak mungkin untuk memperluas bidang kontak dengan udara luar agar panas yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar dalam silinder mesin dapat segera dilepas ke lingkungan. Hal ini dilakukan untuk menjaga kondisi mesin tetap pada temperatur kerjanya.

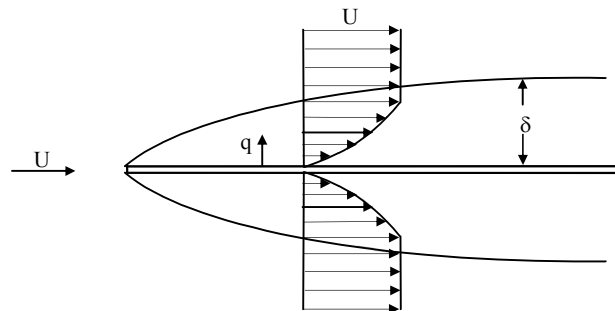
Usaha untuk mengoptimalkan sistem pendingin mesin telah dikaji oleh para peneliti terdahulu antara lain diungkapkan oleh Chyu et.al (1999) yang menyelidiki pengaruh aliran masuk tegak lurus pada perpindahan kalor/massa susunan sirip. Eksperimen ini menggunakan plat yang berisi susunan pin berukuran tujuh baris dan lima kolom dengan variasi jarak antar pin, diameter pin, dan susunan pin. Udara dialirkan pada masukan yang berbeda, yaitu tepi kiri, tepi kanan, dan tengah. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa posisi aliran di tengah lebih baik dari yang lain. Chang Ming Ling et.al. (1994) meneliti perpindahan kalor dan penurunan tekanan pada sirip segitiga pada dinding yang berlawanan dalam ruang berbentuk persegi. Dengan melakukan variasi jarak antar sirip, tinggi dan lebar sirip serta perbandingannya, didapatkan koefisien perpindahan kalor dari dinding sirip persegi 1 hingga 2,3 kali lebih besar dari dinding yang lebih halus dan penurunan tekanannya lebih besar 1 hingga 10 kali. Anis

dan Budiyo (2007) meneliti pengaruh bentuk sirip pada sistem pendingin mesin kendaraan bermotor. Empat jenis sirip yaitu segiempat, segitiga, silindris, dan baji diuji dalam terowongan angin dengan kecepatan aliran udara yang bervariasi. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa sirip segiempat menghasilkan nilai koefisien perpindahan kalor yang lebih baik.

Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa yang dapat dilakukan untuk meningkatkan proses transfer kalor. Namun demikian, kinerja sistem pendingin tidak hanya dipengaruhi oleh arah aliran fluida, jumlah sirip atau bentuk sirip saja tetapi masih ada faktor lain yang memungkinkan berpengaruh secara langsung pada sistem pendingin mesin tersebut seperti geometri permukaan sirip yang belum dikaji pada penelitian-penelitian di atas. Penelitian ini menggunakan bentuk sirip segiempat dan ditekankan pada modifikasi profil permukaan sirip meliputi profil datar dan gelombang yang diuji pada berbagai kecepatan aliran udara.

2. Teori Lapis Batas

Analisa transfer kalor pada permukaan sirip tidak terlepas dari teori lapis batas. Ilustrasi lapis batas dengan aliran sepanjang sirip dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Profil lapis batas kecepatan pada permukaan plat

Pada gambar di atas, U merupakan kecepatan aliran udara (m/s), q adalah laju transfer kalor (W/m^2), dan δ adalah tebal lapis batas (m). Penyelesaian analitik untuk menghitung koefisien perpindahan kalor pada aliran laminar ($Re < 5 \times 10^5$) kasus tersebut adalah (F. P. Incropera dan D. P. DeWitt, 1996):

$$Nu = \frac{hx}{k} = 0,664 Re^{1/2} Pr^{1/3} \quad (1)$$

Nu = Bilangan Nusselt

h = Koefisien perpindahan kalor konveksi (W/m^2K)

k = Konduktivitas fluida (W/mK)

Re = Bilangan Reynolds

Pr = Bilangan Prandtl ($\geq 0,6$)

3. Analogi Perpindahan Kalor dan Massa

Metode analogi perpindahan kalor dengan perpindahan massa didasarkan pada analogi Reynolds yang menghubungkan parameter-parameter kunci dari lapis batas kecepatan, termal, dan konsentrasi untuk angka Prandtl dan Schmidt 1. Analogi ini kemudian dikembangkan oleh Chilton-Colburn untuk perpindahan kalor dan massa pada kisaran angka Prandtl dan Schmidt yang lebih luas (Incropera, F. P. & DeWitt, D. P., 1996). Hubungan perpindahan kalor dengan perpindahan massa dapat diperoleh dengan mengikuti (Rhine & Tucker, 1991):

$$St Pr^{2/3} = St_m Sc^{2/3} \quad (2)$$

St = Bilangan Stanton untuk perpindahan kalor

St_m = Bilangan Stanton untuk perpindahan massa

Sc = Bilangan Schmidt

Koefisien perpindahan kalor diperoleh dengan asumsi bilangan Reynolds kedua sistem dan faktor j yang sama, yaitu:

$$h = h_m \rho c_p \left[\frac{Sc}{Pr} \right]^{2/3} \quad (3)$$

h_m = Koefisien perpindahan massa (m/s)

ρ = Densitas fluida (kg/m³)

c_p = Kalor spesifik fluida (kJ/kg.K)

Koefisien perpindahan massa dihitung dengan persamaan:

$$h_m = \frac{\dot{m}.R.T}{\Delta p.A.M_N} \quad (4)$$

\dot{m} = Laju kehilangan massa (kg/s)

R = Konstanta gas universal (= 8314 N.m./kmol.K)

T = Temperatur lingkungan (K)

Δp = Beda tekanan uap naptalin (N/m²)

A = Luas permukaan spesimen (m²)

M_N = Berat molekul naptalin (C₁₀H₈, C = 12,01 dan H = 1,008)

Tekanan uap naptalin p (N/m²) merupakan fungsi temperatur yang dihitung dengan persamaan (Chang Ming Ling et. al., 1994):

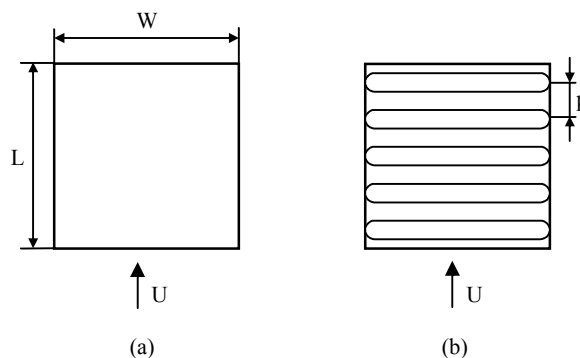
$$\log p = 13,564 - \frac{3729,4}{T} \quad (5)$$

dan bilangan Schmidt naptalin dihitung dengan persamaan:

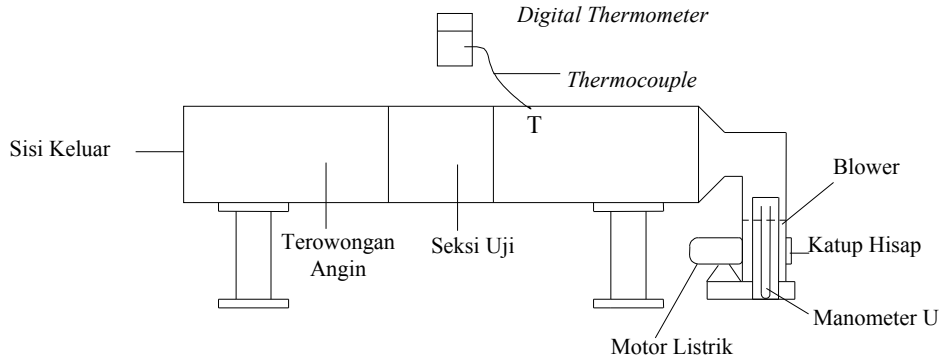
$$Sc = \frac{8,0743}{T^{0,2165}} \quad (6)$$

4. Metode Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah naptalin yang dicetak dalam bentuk plat dengan profil permukaan seperti terlihat pada gambar 2. Dalam penelitian ini, ada dua parameter utama yaitu: 1) profil permukaan sirip dengan variasi profil datar dan profil gelombang dan 2) kecepatan aliran udara (U) digunakan empat variasi kecepatan. Sedangkan variabel-variabel yang diukur adalah: 1) massa awal spesimen (m_1), 2) massa akhir spesimen (m_2), 3) beda tekanan kecepatan aliran udara percobaan (ΔP), 4) lama waktu percobaan (t), 5) temperatur aliran udara percobaan (T), dan 6) ukuran geometri spesimen.



Gambar 2. Geometri permukaan spesimen, (a) profil datar dan (b) profil gelombang



Gambar 3. Skema pengujian

Spesimen diuji dalam terowongan angin (gambar 3). Sebelum dilakukan pengujian, spesimen ditimbang pada timbangan digital untuk mengetahui massa awal spesimen. Selama pengujian, beda tekanan kecepatan aliran udara dan temperatur seksi uji dicatat tiap 10 menit untuk mendapatkan tekanan dan temperatur reratanya. Pengukuran tekanan kecepatan aliran udara menggunakan manometer sedangkan pengukuran temperatur menggunakan termokopel dan dibaca pada digital termometer. Massa spesimen setelah pengujian ditimbang kembali untuk mengetahui massa akhir spesimen. Perbedaan massa sebelum dan setelah pengujian digunakan untuk perhitungan koefisien perpindahan kalor. Semua instrumen yang digunakan terkalibrasi sesuai dengan teknik standard yang digunakan pada penelitian-penelitian sebelumnya.

5. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menguraikan tentang pengaruh geometri sistem pendingin udara khususnya profil permukaan sirip terhadap koefisien perpindahan kalor. Untuk mendapatkan informasi efek modifikasi geometri tersebut, telah dilakukan eksperimen yang melibatkan dua jenis profil permukaan sirip yaitu profil datar dan gelombang yang diuji pada berbagai kecepatan aliran fluida. Metode yang digunakan adalah metode analogi perpindahan kalor dan massa dimana spesimen terbuat dari naptalin. Pengurangan massa naptalin digunakan untuk menghitung koefisien perpindahan massa yang selanjutnya dengan analogi dapat dihitung koefisien perpindahan kalornya.

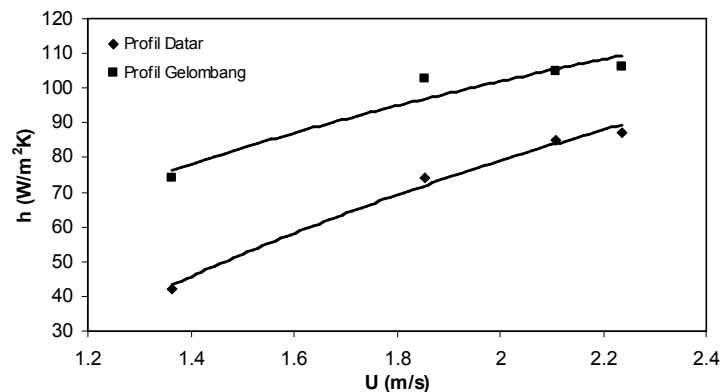
Hasil pengujian selengkapnya disajikan pada tabel berikut:

Tabel 1. Variabel pengukuran pada berbagai kecepatan aliran udara		
Variabel	Profil Permukaan	
	Datar	Gelombang
U = 1,36 m/s dan $\bar{T} = 302,75$ K		
$\dot{m} \times 10^8$ (kg/s)	1.259	2.319
p (N/m ²)	17.195	18.020
h_m (m/s)	0.016	0.028
Sc	2.344	2.344
h (W/m ² K)	42.289	74.286
U = 1,86 m/s dan $\bar{T} = 303,375$ K		
$\dot{m} \times 10^8$ (kg/s)	2.370	3.356
p (N/m ²)	18.446	18.881
h_m (m/s)	0.028	0.039
Sc	2.343	2.343
h (W/m ² K)	74.188	102.592
U = 2,11 m/s dan $\bar{T} = 303,5$ K		
$\dot{m} \times 10^8$ (kg/s)	2.772	3.433
p (N/m ²)	18.881	18.881
h_m (m/s)	0.032	0.040
Sc	2.343	2.343
h (W/m ² K)	84.757	104.970

Variabel	Profil Permukaan	
	Datar	Gelombang
$U = 2,24 \text{ m/s}$ dan $\bar{T} = 302,5 \text{ K}$		
$\dot{m} \times 10^8 \text{ (kg/s)}$	2.661	3.089
$p \text{ (N/m}^2\text{)}$	17.603	16.796
$h_m \text{ (m/s)}$	0.033	0.040
Sc	2.344	2.345
$h \text{ (W/m}^2\text{K)}$	87.290	106.206

Gambar 4 menunjukkan profil koefisien perpindahan kalor (h) pada variasi profil permukaan. Secara umum, nilai koefisien perpindahan kalor mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya kecepatan aliran fluida. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah massa yang terbawa aliran fluida akibat gaya gesek di permukaan sirip semakin besar karena kecepatan aliran fluida yang tinggi menghasilkan energi mekanik yang besar pula.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa variasi profil permukaan memberikan nilai koefisien perpindahan kalor yang berbeda. Profil gelombang memberikan nilai koefisien perpindahan kalor rerata yang lebih besar dibandingkan dengan profil datar, masing-masing sebesar $97,014 \text{ W/m}^2\text{K}$ dan $72,131 \text{ W/m}^2\text{K}$. Dari nilai tersebut dapat diketahui bahwa persentase peningkatan nilai koefisien perpindahan kalor profil gelombang terhadap profil datar sebesar 26 %.



Gambar 4. Profil koefisien perpindahan kalor pada variasi profil permukaan

Hasil tersebut menunjukkan bahwa desain profil permukaan sirip menghasilkan pola aliran fluida, distribusi kecepatan fluida, dan panjang lintasan partikel fluida yang berbeda. Perolehan nilai koefisien perpindahan kalor yang tinggi pada profil gelombang tersebut dimungkinkan karena memiliki pola aliran fluida yang tidak teratur sepanjang permukaan sirip, sebagaimana diketahui bahwa pola aliran yang acak akan menghasilkan nilai koefisien perpindahan kalor yang besar.

Pengamatan fisik menunjukkan bahwa pengurangan massa yang terjadi pada permukaan sirip gelombang tidak seragam, dimana pada daerah yang tidak jauh dari depan sirip mengalami kehilangan massa yang cukup besar akibat efek pengerukan oleh resirkulasi aliran fluida, sehingga membantu menaikkan koefisien perpindahan kalor.

Sesuai teori lapis batas bahwa aliran fluida pada daerah pengecilan luas penampang akan mengalami peningkatan kecepatan dengan menurunnya tekanan, dan kecepatan akan menurun dengan meningkatnya tekanan aliran fluida pada daerah pembesaran luas penampang. Peningkatan tekanan tersebut memungkinkan terbentuknya daerah aliran terpisah (*separated flow-region*) sehingga terjadi resirkulasi aliran fluida (Schlichting, H., 1979), yang selanjutnya pola aliran fluida menjadi tidak teratur dan acak yang dapat memperbesar koefisien perpindahan kalor. Dari prinsip ini dapat dipahami bahwa profil gelombang memiliki potensi resirkulasi aliran fluida yang lebih besar.

6. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Modifikasi profil permukaan sirip sistem pendingin mesin kendaraan bermotor berpengaruh terhadap koefisien perpindahan kalor. Hal ini karena profil permukaan yang berbeda menghasilkan pola aliran dan distribusi kecepatan fluida yang berbeda sehingga.
- b. Profil gelombang menghasilkan nilai koefisien perpindahan kalor rerata lebih tinggi 26% dibandingkan profil datar. Ini menunjukkan bahwa penggunaan sirip dengan profil permukaan gelombang akan lebih optimal membuang kalor ke lingkungan sehingga dapat mereduksi terjadinya *over heating* pada mesin kendaraan bermotor.

Daftar Pustaka

- [1] Anis, S dan Budiyono, A. (2007), Pengaruh Bentuk Sirip Pada Sistem Pendingin Mesin Kendaraan Bermotor, *Jurnal Sainstekol*, Vol. 4, No. 1, 31 – 40.
- [2] Chang-Ming Ling, Yuan-Yue Jin, Zhong-Qi Chen (1994), Heat/Mass Transfer and Pressure Drop in Triangular – Rib – Roughened Rectangular Channel, *Int. Journal Heat and Fluid Flow*, Vol. 15, No. 6, 486 – 490.
- [3] Chyu, M.K., et.al. (1999), Effect of Perpendicular Flow Entry on Convective Heat/Mass Transfer from Pin – Fan Array, *Transaction of the ASME*, Vol. 121, 668 – 674.
- [4] Incropera, F. P., DeWitt, D. P. (1996), *Fundamentals of Heat Transfer*, Ed. 2, John Willey & Sons, New York.
- [5] Rhine, J.M., Tucker, R.J. (1991), *Modeling of Gas Fired Furnaces and Boilers*, Ed. 1, McGraw-Hill Book Co., London.
- [6] Schlichting, H. (1979), *Boundary Layer Theory*, Ed. 7, McGraw-Hill Book Co., New York.