

**PERPINDAHAN MASSA KONVEKTIF DENGAN KONTROL
TURBULENSI MENGGUNAKAN METODE *WALL RECESS*
PADA SEL ELEKTROKIMIA PLAT SEJAJAR**

SKRIPSI

Oleh

HANIFA AKROM

0404020355



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP 2007/2008**

**PERPINDAHAN MASSA KONVEKTIF DENGAN KONTROL
TURBULENSI MENGGUNAKAN METODE *WALL RECESS*
PADA SEL ELEKTROKIMIA PLAT SEJAJAR**

SKRIPSI

Oleh

HANIFA AKROM

0404020355



**SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GANJIL 2007/2008**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

**”PERPINDAHAN MASSA KONVEKSI DENGAN KONTROL TURBULENSI
MENGUNAKAN METODE *WALL RECESS* PADA SEL ELEKTROKIMIA PLAT
SEJAJAR”**

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 15 Juli 2008

Hanifa Akrom

NPM : 0404030255

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

**PERPINDAHAN MASSA KONVEKTIF DENGAN KONTROL TURBULENSI
MENGUNAKAN METODE *WALL RECESS* PADA SEL ELEKTROKIMIA PLAT
SEJAJAR**

Dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini telah diujikan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 4 Juli 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia

Depok, 15 Juli 2008

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Harinaldi , M.Eng

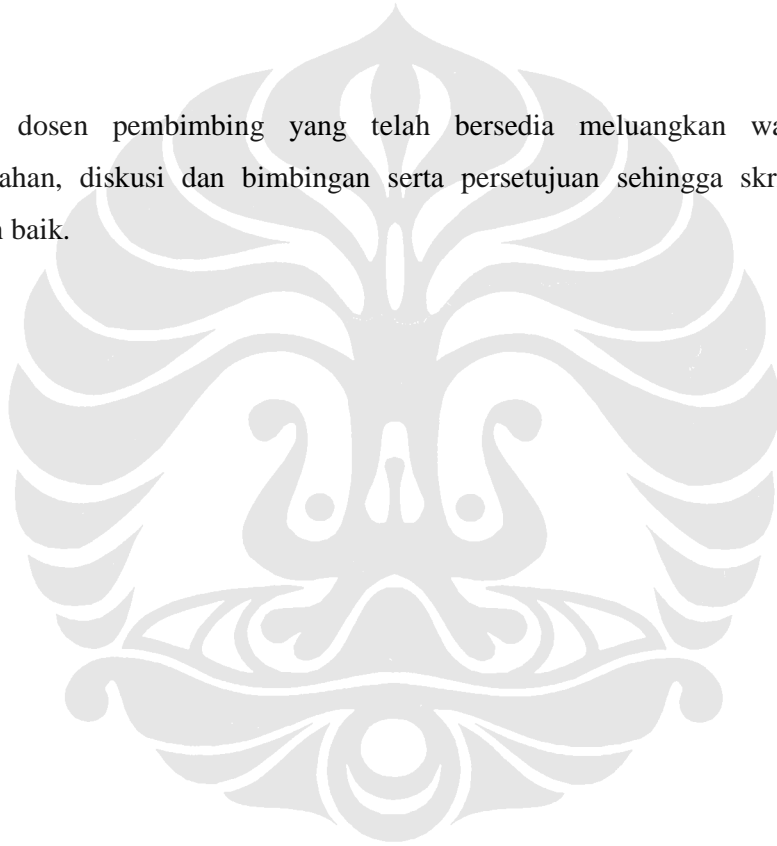
NIP. 132048279

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Dr. Ir. Harinaldi, M.Eng

selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.



DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
PENGESAHAN	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 TUJUAN PENELITIAN	2
1.3 PEMBATASAN MASALAH	2
1.4 METODOLOGI PENELITIAN	3
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 ELEKTROKIMIA	5
2.1.1 Konsep Elektrokimia	5
2.1.2 Tembaga	8
2.1.3 Larutan CuSO ₄	9
2.2 ALIRAN TURBULEN	12
2.3 PERPINDAHAN MASSA	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 AKTIVITAS PENELITIAN	16
3.2 DESKRIPSI ALAT DAN BAHAN	17
3.3 KALIBRASI ALAT UKUR	28
3.3 PROSEDUR PENGAMBILAN DATA	30
BAB IV PENGOLAHAN DATA	32
4.1 PENENTUAN DATA UNCERTAINTY	32
4.2 PERHITUNGAN BILANGAN REYNOLDS	33
4.3 PERHITUNGAN KOEFISIEN PERPINDAHAN MASSA	34

4.4 PERHITUNGAN DIFFUSIVE FLUX	37
4.5 PERHITUNGAN BILANGAN SHERWOOD	38
BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN	40
5.1 ANALISA KOEFISIEN PERPINDAHAN MASSA	40
5.2 ANALISA BILANGAN REYNOLDS DENGAN NILAI MAKSIMUM KOEFISIEN PERPINDAHAN MASSA	45
5.3 ANALISA BILANGAN SHERWOOD DENGAN BILANGAN REYNOLDS	48
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	50
6.1 KESIMPULAN	50
6.2 SARAN	51
DAFTAR ACUAN	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	54



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Skema elektroplating	6
Gambar 2.2 Jenis karakteristik aliran dalam pipa	13
Gambar 3.1 Skema dari alat sel elektrokimia plat sejajar	17
Gambar 3.2 Sel elektrokimia plat sejajar	18
Gambar 3.3 Desain sel elektrokimia plat sejajar	19
Gambar 3.4 Plat sejajar anoda dan katoda	19
Gambar 3.5 Penomoran pada mikroelektode	20
Gambar 3.6 Susunan kabel mikroelektrode	20
Gambar 3.7 Posisi <i>step</i> dalam kanal larutan elektrolit	21
Gambar 3.8 Desain dari kanal aliran plat sejajar	22
Gambar 3.9 Desain dari sel elektrokimia	22
Gambar 3.10 Posisi pompa yang digunakan	23
Gambar 3.11 <i>Power Supply</i> yang digunakan	24
Gambar 3.12 Reservoir untuk menampung larutan CuSO_4 .	24
Gambar 3.13 Posisi flowmeter setelah pompa	25
Gambar 3.14 <i>Water moor</i>	26
Gambar 3.15 <i>Voltage regulator</i>	26
Gambar 3.16 Digital multimeter yang digunakan dan <i>software</i> yang digunakan untuk membaca data di computer	27

Gambar 3.17 Grafik hasil kalibrasi flowmeter.	29
Gambar 4.1 Grafik <i>data uncertainty</i> di titik 21	32
Gambar 4.2 Grafik <i>data uncertainty</i> di titik 45	33
Gambar 5.1 Grafik koefisien perpindahan massa vs jarak disetiap kondisi bilangan Reynold yang berbeda. (a) 0,8 ltr/min (b) 1 ltr/min (c) 2 ltr/min (d) 3 ltr/min	41
Gambar 5.2 Grafik koefisien perpindahan massa pada eksperimen di setiap titik dengan berbagai bilangan Reynolds	42
Gambar 5.3 Grafik koefisien perpindahan massa vs jarak [Oduoza, 1997]	42
Gambar 5.4 Pola aliran separasi dan bertaut kembali akibat kontur tangga pada kanal aliran	43
Gambar 5.5 Grafik <i>diffusive flux</i> vs jarak menggunakan CFD. (a) 0,8 ltr/min ; (b) 1 ltr/min ; (c) 2 ltr/min ; (d) 3 ltr/min	44
Gambar 5.6 Profil kecepatan dan streamline aliran yang terjadi karena kontur tangga pada kanal aliran	45
Gambar 5.7 Grafik nilai maksimum koefisien perpindahan massa vs bilangan Reynolds dengan menggunakan pencetus turbulensi berupa kontur tangga (<i>step</i>)	46
Gambar 5.8 Grafik nilai peak K_m vs bilangan Reynolds [Oduoza, 1997]	46
Gambar 5.9 <i>Turbulence kinetics energy</i> yang terjadi pada aliran	47
Gambar 5.10 Grafik <i>Turbulence kinetics energy</i> yang terjadi pada aliran	48
Gambar 5.11 Grafik perbandingan Sherwood dengan Reynolds	49

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 <i>Properties</i> dari tembaga	8
Tabel 2.2 <i>Properties</i> dari CuSO ₄	10
Tabel 3.1 <i>Properties</i> pada tembaga dan larutan CuSO ₄	26
Tabel 3.2 Nilai perbandingan pada flowmeter dengan hasil kalibrasi	28
Tabel 4.1 Nilai Re_{jet} dan Re_{duct} dengan debit aliran sebesar 0,8 ltr/min, 1 ltr/min, 2 ltr/min dan 3 ltr/min.	34
Tabel 4.2 Nilai koefisien perpindahan massa pada kondisi 0,8 ltr/min.	35
Tabel 4.3 Nilai koefisien perpindahan massa pada kondisi 1 ltr/min	36
Tabel 4.4 Nilai koefisien perpindahan massa pada kondisi 2 ltr/min	36
Tabel 4.5 Nilai koefisien perpindahan massa pada kondisi 3 ltr/min	37
Tabel 4.6 Nilai diffusive flux di setiap kondisi	38
Tabel 4.7 Data-data untuk memenuhi bilangan Sherwood	39
Tabel 4.8 Nilai bilangan Sherwood di setiap kondisi	39
Tabel 5.1 Nilai koefisien perpindahan massa di setiap titik	40
Tabel 5.2 Bilangan Reynolds dengan nilai <i>peak</i> koefisien perpindahan massa	45
Tabel 5.3 Nilai parameter pada bilangan Sherwood	48

DAFTAR NOTASI

Notasi	Keterangan	Dimensi
A	Luas	m^2
C	Konsentrasi larutan	mol/m^3
D	Koefisien Difusi massa	m^2/s
d	Diameter pipa	m
d_h	Diameter hidrolis	m
e	Muatan listrik	C/mol
F	Konstanta Faraday	A.s/mol
I	Arus	Ampere
K_m	Koefisien perpindahan massa	m/s
\dot{M}	Fluks massa	kg/s
M_r	Berat molekul	gr/mol
m	Massa	kg
N	Jumlah molekul	mol^{-1}
P	Parameter atau keliling pipa	m
Q	Debit aliran	m^3/s
Re	Bilangan Reynolds	
Re_{jet}	Bilangan Re dengan penampang $0,5 d_h$	
Re_{duct}	Bilangan Re dengan penampang d_h	
Sc	Bilangan Schmidt	
Sh	Bilangan Sherwood	
T	Temperatur	K
t	Waktu	s
u	Kecepatan	m/s
V	Volume	m^3
z	Elektron valensi	
Notasi Yunani		
μ	Viskositas dinamik	kg/ms
ρ	Massa jenis	kg/m^3
ν	Viskositas kinematik	m^2/s

ρ_1	Massa jenis zat 1	kg/m^3
ρ_2	Massa jenis zat 2	kg/m^3

