



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PENGARUH *WETTABILITY* DAN KEKASARAN PERMUKAAN
TERHADAP HIDRODINAMIKA ALIRAN
DENGAN KONDISI BATAS SLIP**

TUGAS AKHIR

MOHAMMAD NUR IRVANSYAH

L2E 007 059

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

**SEMARANG
MARET 2012**

TUGAS SARJANA

Diberikan kepada:

Nama : Mohammad Nur Irvansyah
NIM : L2E 007 059
Pembimbing : Dr. Jamari, ST, MT
Jangka Waktu : 7 (tujuh) bulan
Judul : Pengaruh *wettability* dan kekasaran permukaan terhadap hidrodinamika aliran dengan kondisi batas slip
Isi Tugas :

1. Menganalisa pengaruh kondisi batas *slip* untuk fluida *Newtonian* terhadap performansi pelumasan pada permukaan kontak.
2. Menganalisa pengaruh *micro-texturing* terhadap performansi pelumasan pada permukaan kontak dengan menggunakan fluida *Newtonian*

Dosen Pembimbing,




Dr. Jamari, ST, MT

NIP. 197403042000121001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi/Tesis/Disertasi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**





NAMA : Mohammad Nur Irvansyah
NIM : L2E 007 059
Tanda Tangan : 
Tanggal : Maret 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
NAMA : Mohammad Nur Irvansyah
NIM : L2E 007 059
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin / S-1
Judul Skripsi : Pengaruh *wettability* dan kekasaran permukaan terhadap hidrodinamika aliran dengan kondisi batas slip

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan/Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing : Dr. Jamari, ST, MT ()
Penguji : Dr. Rusnaldy, ST, MT ()
Penguji : Ir. Sugeng Tirta Atmadja, MT ()
Penguji : Dr. Susilo AW, ST, MT ()

Semarang, Maret 2012

Jurusan Teknik Mesin

Ketua,



Dr. Sulardjaka, ST, MT

NIP. 197104201998021001

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mohammad Nur Irvansyah
NIM : L2E 007 059
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya dan dosen pembimbing yang berjudul:

**“PENGARUH WETTABILITY DAN KEKASARAN PERMUKAAN TERHADAP
HIDRODINAMIKA ALIRAN DENGAN KONDISI BATAS SLIP”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : Maret 2012

Yang menyatakan



(Mohammad Nur Irvansyah)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Sarjana ini sebagai rasa syukur Penulis dan dipersembahkan untuk:

- ✚ Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya.
- ✚ Bapak dan Ibu tercinta yang selalu memberikan do'a dan dukungan baik moril maupun material, semoga Kalian bahagia dan bangga.
- ✚ Seluruh keluargaku tersayang dan teman-teman, terimakasih atas dukungannya.

ABSTRAK

Teknologi MEMS (*Micro Electro Mechanical System*) merupakan gabungan dari komponen elektrik dan komponen mekanik dan mempunyai ukuran dari 100 nm sampai 1 mm. Masalah umum yang terkait dengan kegagalan perangkat MEMS adalah *stiction*. *Stiction* merupakan peristiwa melekatnya permukaan satu dengan permukaan lainnya yang saling kontak. Salah satu cara agar tidak terjadi *stiction* adalah dengan cara memberikan efek pada permukaan tersebut sehingga tidak dapat menyerap air atau dikenal sebagai *hydrophobic*. Sehingga fluida yang digunakan sebagai pelumas akan terjadi *slip* pada permukaan batas. Untuk menjadikan fenomena *slip* pada permukaan, ada 2 cara yaitu dengan cara pelapisan permukaan (*coating*) atau memberikan efek kekasaran permukaan.

Dalam penelitian ini, kasus kontak *sliding* dimodelkan dengan *infinite width*. Pemodelan dipecahkan dengan menggunakan *software Fluent*. Persamaan *slip* akan dibuat melalui pemrograman *User-Defined Function (UDF) Fluent* untuk memecahkan studi kasus tentang fenomena *slip*.

Hasil menunjukkan bahwa penggunaan kondisi *mixed slip* dengan daerah *slip* 65% dari permukaan akan menghasilkan *load support* yang paling besar dan menghasilkan *friction* yang paling kecil dibandingkan pada kondisi permukaan bertekstur dan kondisi permukaan halus. Dari setiap pemodelan yang dilakukan hanya kondisi *mixed-slip* yang memenuhi kriteria untuk dilakukan optimasi *hydrodynamic lubrication*, yaitu menghasilkan *load support* yang maksimum dan *friction* yang minimum.

Kata kunci: pelumasan, *slip*, kekasaran permukaan, *sliding*.

ABSTRACT

MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) is a combination of electrical components and mechanical components and has characteristic length from 100 nm to 1 mm. A common problem associated with the failure of MEMS devices is stiction. Stiction is adhering one surface to another surface that contacted each other. A solution to avoid stiction is by giving the surface effect so that it can not absorb water or well known as hydrophobic. Thus fluid used as lubricant will slip at boundary surface. There are two methods to make slip, first by coating the surface and by giving the surface roughness.

In the present work, sliding contact cases are modeled with infinite width. The problems are solved by using Fluent software. Then the slip equation will be made through the Fluent UDF programming to solve a case study on the phenomenon of slip.

The results show that modeling of mixed slip condition with slip area 65% of the surface will produce the greatest load support and the smallest friction compared with the textured surface conditions and smooth surface conditions. There is only mixed-slip condition that meets the criteria to be optimized hydrodynamic lubrication, which produces the maximum load support and the minimum friction.

Keywords: lubrication, slip, surface roughness, sliding.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan segala rahmat dan hidayah-Nya, karena hanya dengan izin-Nya lah maka penulis dapat melewati masa studi dan menyelesaikan Tugas Akhir yang merupakan tahap akhir dari proses untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin di Universitas Diponegoro.

Kedua sholawat dan salam semoga selalu dilimpahkan kepada Nabi Besar, Nabi akhir jaman, yang diutus untuk seluruh umat manusia, NABI MUHAMMAD SAW, karena dengan cinta, kasih dan tauladanmu setiap umat manusia yang mengikutimu dapat menuju ke kebahagiaan abadi.

Pada dasarnya karya ini tidak akan terselesaikan tanpa bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini perkenankanlah Penulis untuk mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak, diantaranya:

1. Bapak dan Ibu yang telah memberikan dorongan, do'a dan semangat.
2. Dr. Jamari, ST, MT selaku dosen pembimbing Tugas Sarjana.
3. Dr. Rusnaldy, ST, MT, Ir. Sugeng Tirta Atmadja, MT, dan Dr. Susilo AW, ST, MT selaku dosen penguji Tugas Sarjana.
4. M. Tauviquurrahman, ST, MT dan Rifky Ismail, ST, MT selaku dosen di LAB. EDT.
5. Semua pihak yang telah membantu sampai terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penyusun menyadari bahwa dalam menyusun laporan ini terdapat kekurangan dan keterbatasan, oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan dan kemajuan penulis dimasa yang akan datang sangat diharapkan. Akhir kata penulis berharap semoga hasil laporan ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca.

Semarang, Maret 2012

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN TUGAS SARJANA	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xviii
NOMENKLATUR	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Pembatasan Masalah	4
1.5 Metode Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	8
BAB II DASAR TEORI	9
2.1 Pendahuluan	9
2.1.1 Pengaruh Perubahan Skala Mikro	11
2.1.2 Pelumasan pada MEMS	14
2.1.3 Fluida <i>Newtonian</i>	19
2.2 <i>FLUENT</i>	20
2.3 Persamaan <i>Navier-Stokes</i>	24
2.4 Fenomena <i>Slip</i>	25
2.4.1 Model-model <i>Slip</i>	26

2.5	Riset <i>Hydrodynamic Lubrication</i>	27
2.6	Kekasaran Permukaan.....	29
2.6.1	Kekasaran Permukaan Buatan (Tekstur Permukaan).....	29
2.6.2	Kekasaran Permukaan Alami	34
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN		36
3.1	Kasus I - Permukaan Kondisi <i>No-slip</i>	36
3.1.1	<i>Smooth Slider Bearing</i>	36
3.1.1.1	Spesifikasi Masalah	36
3.1.1.2	Hasil	38
3.1.2	<i>Step Slider Bearing</i>	44
3.1.2.1	Spesifikasi Masalah	44
3.1.2.2	Hasil	46
3.2	Kasus II - Permukaan Bertekstur dengan Kondisi <i>No-slip</i>	51
3.2.1	<i>Fully Textured</i>	53
3.2.1.1	Spesifikasi Masalah	53
3.2.1.2	Hasil	55
3.2.2	<i>Partially Textured</i>	61
3.2.2.1	Spesifikasi Masalah	62
3.2.2.2	Hasil	63
3.3	Kasus III - Permukaan <i>Smooth</i> dengan Kondisi Slip.....	65
3.3.1	Spesifikasi Masalah.....	65
3.3.2	Hasil.....	67
3.4	Kasus IV - Permukaan <i>Smooth</i> dengan Kondisi <i>Mixed Slip</i>	72
3.4.1	<i>No-slip Step Bearing vs Mixed Slip Parallel Bearing</i>	72
3.4.1.1	Spesifikasi Masalah	72
3.4.1.2	Hasil	75
3.4.2	<i>Mixed Slip Slider Bearing</i> dengan variasi h^*	80
3.4.2.1	Spesifikasi Masalah	80
3.4.2.2	Hasil	82

3.5	Kasus V - Permukaan Bertekstur dengan Kondisi <i>Mixed Slip</i>	88
3.5.1	Variasi Bentuk Tekstur Permukaan <i>Parallel Bearing</i>	88
3.5.1.1	Spesifikasi Masalah	88
3.5.1.2	Hasil	91
3.5.2	Variasi Bilangan <i>Re</i> pada <i>Mixed Slip Parallel Bearing</i>	94
3.5.2.1	Spesifikasi Masalah	94
3.5.2.2	Hasil	96
3.5.3	Variasi Bilangan <i>Re</i> dan λ pada <i>Partial Texture</i> dan <i>Mixed Slip Parallel Bearing</i>	101
3.5.3.1	Spesifikasi Masalah	101
3.5.3.2	Hasil	105
3.5.4	Kombinasi <i>Partial Texture</i> dengan <i>Mixed Slip</i> pada <i>Parallel Bearing</i>	115
3.5.4.1	Spesifikasi Masalah	115
3.5.4.2	Hasil	118
BAB IV PENUTUP		122
4.1	Kesimpulan	122
4.2	Saran	122
DAFTAR PUSTAKA		123
LAMPIRAN A PENURUNAN PERSAMAAN <i>NAVIER-STOKES</i>		127
LAMPIRAN B KODE UDF UNTUK KONDISI BATAS SLIP		135

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Salah satu contoh MEMS: <i>digital micromirror device for displays</i>	1
Gambar 1.2	<i>Roadmap</i> penelitian	6
Gambar 1.3	<i>Flowchart</i> Penelitian	7
Gambar 2.1	Jenis-jenis rezim pelumasan (a) <i>Hydrodynamic lubrication</i> , (b) <i>Mixed Lubrication</i> , (c) <i>Boundary Lubrication</i>	11
Gambar 2.2	Karakteristik fluida <i>Newtonian</i>	20
Gambar 2.3	<i>Flowchart</i> metode solusi algoritma <i>pressure-based</i> (a) <i>segregated</i> dan (b) <i>coupled</i>	23
Gambar 2.4	SEM dari struktur permukaan bio yang berbeda: (a) sayap lebah, (b) kelopak azaleas, (c) kelopak mawar, (d) permukaan daun <i>colocasia esculenta</i> , (e) struktur mikro dan nano pada daun teratai, (f) sayap jangkrik	30
Gambar 2.5	Dua rezim kontak tetesan air pada permukaan kasar, (a) rezim kontak Wenzel, (b) rezim kontak Cassie	31
Gambar 2.6	Kekasaran permukaan	35
Gambar 3.1	Skema <i>slider bearing</i>	37
Gambar 3.2	Sktruktur <i>mesh</i> pada domain komputasi <i>slider bearing</i>	37
Gambar 3.3	Kondisi batas pada domain komputasi <i>slider bearing</i>	38
Gambar 3.4	Variasi tekanan maksimum dan beban total dengan <i>mesh refinement</i> pada (a) arah <i>x</i> dan <i>z</i> , (b) arah <i>x</i> , (c) arah <i>z</i>	41
Gambar 3.5	Distribusi tekanan sepanjang dinding bawah <i>slider bearing</i>	41
Gambar 3.6	Profil kecepatan arah <i>x</i> pada (a) $x = 0,2$ mm, (b) $x = 13,34$ mm, (c) $x = 19,8$ mm	42
Gambar 3.7	Vektor kecepatan arah <i>x</i> pada (a) $x = 0,2$ mm, (b) $x = 13,34$ mm,, (c) $x = 19,8$ mm	44
Gambar 3.8	Skema <i>step slider bearing</i>	45
Gambar 3.9	Sktruktur <i>mesh</i> dan blok pada domain komputasi <i>step bearing</i>	45
Gambar 3.10	Kondisi batas pada domain komputasi <i>step bearing</i>	46
Gambar 3.11	Grafik distribusi tekanan sepanjang dinding bawah <i>step bearing</i>	47

Gambar 3.12	Profil kecepatan di arah x pada (a) $x = 0,5$ mm dan (b) $x = 19,5$ mm..	48
Gambar 3.13	Vektor kecepatan pada <i>step bearing</i> di (a) $x = 2e-4$ m, (b) $x = 1e-2$ m, dan (c) $x = 1,98e-2$ m	49
Gambar 3.14	Kontur <i>stream function</i> pada daerah <i>step</i> dengan <i>mesh</i> (a) 25×5 , (b) 20×10 , (c) 100×20 , (d) 200×40	49
Gambar 3.15	Kontur tekanan pada film dalam arah sumbu z	51
Gambar 3.16	Geometri sel tekstur dasar.....	53
Gambar 3.17	Sktruktur <i>mesh</i> pada domain komputasi <i>fully textured bearing</i>	54
Gambar 3.18	Kondisi batas pada domain komputasi <i>fully textured bearing</i>	55
Gambar 3.19	Distribusi tekanan untuk cekungan persegi ($\lambda = 1$).....	56
Gambar 3.20	Distribusi tekanan untuk cekungan panjang ($\lambda = 16$ dan $\lambda = 64$)	57
Gambar 3.21	Perbedaan solusi pada kasus yang sama – <i>slider</i> bertekstur dengan panjang tak hingga	59
Gambar 3.22	Profil tekanan dengan pergeseran cekungan optimal: (a) efek inersia tinggi dan (b) efek inersia rendah	60
Gambar 3.23	Geometri sel <i>partially textured</i>	62
Gambar 3.24	Sktruktur <i>mesh</i> pada domain komputasi <i>partially textured</i>	62
Gambar 3.25	Kondisi batas pada domain komputasi <i>partially textured bearing</i>	63
Gambar 3.26	Distribusi tekanan pada <i>partially textured parallel bearing</i>	64
Gambar 3.27	Skema <i>slider bearing</i> kondisi slip pada permukaan atas	66
Gambar 3.28	Sktruktur <i>mesh</i> pada domain komputasi <i>slider bearing</i>	66
Gambar 3.29	Kondisi batas pada domain komputasi <i>slider bearing</i>	67
Gambar 3.30	Distribusi tekanan sepanjang dinding bawah <i>slider bearing</i>	68
Gambar 3.31	Distribusi tegangan geser sepanjang dinding bawah <i>slider bearing</i>	69
Gambar 3.32	Profil kecepatan di arah x pada (a) $x = 0$ mm, (b) $x = 0,5$ mm, (c) $x = 1$ mm	69
Gambar 3.33	Vektor kecepatan di <i>inlet</i> dan <i>outlet</i> pada kondisi (a) <i>no-slip</i> dan (b) slip.....	71
Gambar 3.34	Skema <i>no-slip step bearing</i>	72
Gambar 3.35	Skema <i>parallel bearing</i> dengan kondisi <i>mixed slip</i> pada permukaan atas	73

Gambar 3.36	Sktruktur <i>mesh</i> pada domain komputasi (a) <i>step bearing</i> dan (b) <i>parallel bearing</i>	74
Gambar 3.37	Kondisi batas pada domain komputasi (a) <i>step bearing</i> dan (b) <i>parallel bearing</i>	74
Gambar 3.38	Distribusi tekanan sepanjang dinding bawah <i>slider bearing</i>	76
Gambar 3.39	Distribusi tegangan geser sepanjang dinding bawah <i>slider bearing</i>	77
Gambar 3.40	Profil kecepatan di arah x pada (a) $x = 0$ mm, (b) $x = 0,65$ mm, (c) $x = 1$ mm	77
Gambar 3.41	Vektor kecepatan di <i>inlet</i> dan <i>outlet</i> pada kondisi (a) <i>no-slip</i> dan (b) <i>slip</i>	79
Gambar 3.42	Skema <i>slider bearing</i> dengan kondisi <i>mixed slip</i> pada permukaan atas	80
Gambar 3.43	Sktruktur <i>mesh</i> pada domain komputasi <i>step bearing</i>	81
Gambar 3.44	Kondisi batas pada domain komputasi <i>step bearing</i>	81
Gambar 3.45	Distribusi tekanan sepanjang dinding bawah <i>slider bearing</i>	83
Gambar 3.46	Distribusi tegangan geser sepanjang dinding bawah <i>slider bearing</i>	84
Gambar 3.47	Profil kecepatan di arah x pada (a) $x = 0$ mm, (b) $x = 0,65$ mm, (c) $x = 1$ mm	84
Gambar 3.48	Pengaruh dari panjang daerah slip, B_s , pada gaya friksi di permukaan bawah, dimana $F^* = fh_2 / \eta UB$ adalah friksi tak berdimensi	87
Gambar 3.49	Pengaruh dari panjang daerah slip, B_s , pada debit fluida, dimana $Q^* = q / h_2U$ adalah debit tak berdimensi	88
Gambar 3.50	Geometri sel tekstur dasar (a) <i>rectangular</i> , (b) <i>v-shape</i> , dan (c) <i>dimple</i>	89
Gambar 3.51	Sktruktur <i>mesh</i> pada domain komputasi <i>fully textured bearing</i> (a) <i>rectangular</i> , (b) <i>v-shape</i> , dan (c) <i>dimple</i>	90
Gambar 3.52	Kondisi batas pada domain komputasi <i>fully textured bearing</i> (a) <i>rectangular</i> , (b) <i>v-shape</i> , dan (c) <i>dimple</i>	91
Gambar 3.53	Distribusi tekanan pada dinding bawah dari variasi bentuk tekstur permukaan	92
Gambar 3.54	Kontur <i>stream function</i> pada bentuk tekstur permukaan	

	(a) <i>rectangular</i> , (b) <i>v-shape</i> , dan (c) <i>dimple</i>	93
Gambar 3.55	Kontur tekanan pada bentuk tekstur permukaan (a) <i>rectangular</i> , (b) <i>v-shape</i> , dan (c) <i>dimple</i>	94
Gambar 3.56	Skema <i>parallel bearing</i> dengan kondisi <i>mixed slip</i> pada permukaan atas.....	95
Gambar 3.57	Sktruktur <i>mesh</i> pada domain komputasi <i>parallel bearing</i>	95
Gambar 3.58	Kondisi batas pada domain komputasi <i>parallel bearing</i>	96
Gambar 3.59	Distribusi tekanan sepanjang dinding bawah <i>slider bearing</i>	97
Gambar 3.60	Distribusi tegangan geser sepanjang dinding bawah <i>slider bearing</i>	98
Gambar 3.61	Distribusi kecepatan di sepanjang dinding atas <i>slider bearing</i>	99
Gambar 3.62	Profil kecepatan di arah x pada (a) $x = 0$ mm, (b) $x = 0,65$ mm, (c) $x = 1$ mm	100
Gambar 3.63	Skema <i>parallel bearing</i> dengan kondisi (a) bertekstur dan (b) <i>mixed slip</i> pada permukaan atas	102
Gambar 3.64	Gambar 3.64. Sktruktur <i>mesh</i> pada domain komputasi <i>parallel bearing</i> (a) bertekstur dan (b) <i>mixed slip</i> pada permukaan atas.....	103
Gambar 3.65	Kondisi batas pada domain komputasi <i>parallel bearing</i> (a) bertekstur dan (b) <i>mixed slip</i> pada permukaan atas.....	104
Gambar 3.66	Distribusi tekanan sepanjang dinding bawah <i>slider bearing</i> pada Re (a) 1, (b) 60, (c) 120, (d) 180.....	106
Gambar 3.67	Distribusi tegangan geser sepanjang dinding bawah <i>slider bearing</i> pada Re (a) 1, (b) 60, (c) 120, (d) 180.....	108
Gambar 3.68	Profil kecepatan pada $Re=1$ di arah x pada (a) <i>inlet</i> dan (b) <i>outlet</i>	111
Gambar 3.69	Profil kecepatan pada $Re=60$ di arah x pada (a) <i>inlet</i> dan (b) <i>outlet</i>	112
Gambar 3.70	Profil kecepatan pada $Re=120$ di arah x pada (a) <i>inlet</i> dan (b) <i>outlet</i> ..	113
Gambar 3.71	Profil kecepatan pada $Re=180$ di arah x pada (a) <i>inlet</i> dan (b) <i>outlet</i> ..	114
Gambar 3.72	Skema <i>parallel bearing</i> dengan kondisi bertekstur dan <i>mixed slip</i> pada bagian (a) bawah <i>dimple</i> , (b) atas <i>dimple</i> , (c) <i>negative-dimple</i> , dan (d) <i>positive-dimple</i>	115
Gambar 3.73	Sktruktur <i>mesh</i> pada domain komputasi <i>parallel bearing</i>	117
Gambar 3.74	Kondisi batas pada domain komputasi <i>parallel bearing</i>	117

Gambar 3.75	Distribusi tekanan sepanjang dinding bawah <i>slider bearing</i> pada $Re..$	119
Gambar 3.76	Distribusi tegangan geser sepanjang dinding bawah <i>slider bearing</i>	119
Gambar 3.77	Profil kecepatan di arah x pada (a) <i>inlet</i> dan (b) <i>outlet</i>	120

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Fenomena gaya pada perubahan skala	12
Tabel 2.2	Ringkasan <i>mechanical, fluidic, dan thermal scaling</i>	13
Tabel 2.3	Macam-macam bentuk kekasaran permukaan.....	32
Tabel 3.1	Nilai <i>load support, friction</i> , dan tekanan maksimum dengan variasi <i>mesh</i> yang berbeda di arah <i>x</i> dan <i>z</i> pada <i>slider bearing</i>	39
Tabel 3.2	Nilai <i>load support, friction</i> , dan tekanan maksimum dengan variasi <i>mesh</i> yang berbeda pada <i>step bearing</i>	47
Tabel 3.3	Nilai <i>load support, friction</i> , tekanan maksimum, dan debit fluida kondisi slip dan <i>no-slip</i> pada <i>step bearing</i>	67
Tabel 3.4	Nilai <i>load support, friction</i> , dan tekanan maksimum kondisi slip dan <i>no-slip</i> pada <i>step bearing</i>	75
Tabel 3.5	Nilai <i>load support, friction</i> , tekanan maksimum, dan debit fluida pada kondisi slip dan <i>no-slip</i> pada <i>slider bearing</i>	82
Tabel 3.6	Nilai <i>load support, friction</i> , tekanan maksimum, dan debit fluida pada kondisi slip dan <i>no-slip</i> pada <i>slider bearing</i>	86
Tabel 3.7	Nilai <i>load support</i> dan <i>friction</i> dari variasi bentuk tekstur permukaan....	92
Tabel 3.8	Nilai <i>load support, friction</i> , dan debit kondisi <i>mixed slip</i>	96
Tabel 3.9	Nilai <i>load support</i> dan <i>friction</i> kondisi bertekstur dan <i>mixed slip</i>	105
Tabel 3.10	Nilai <i>load support</i> dan <i>friction</i> kondisi bertekstur dan <i>mixed slip</i>	118

NOMENKLATUR

Simbol	Keterangan	Satuan
λ	<i>Dimple ratio</i>	[-]
ρ_T	Kepadatan tekstur	[-]
S	Kedalaman cekung relatif	[-]
h^*	Rasio ketebalan film pada <i>inlet</i> dengan <i>outlet</i>	[-]
μ	Viskositas	[Pas]
σ	Gaya normal fluida	[Pa]
τ	Tegangan geser fluida	[N/m ²]
τ_c	Tegangan geser kritis permukaan	[N/m ²]
τ_{co}	Tegangan geser kritis	[N/m ²]
B	Panjang kontak <i>sliding</i>	[m]
B_s	Panjang daerah <i>slip</i>	[m]
F	Gaya gesek	[N]
P	Tekanan fluida	[Pa]
U_l	Kecepatan permukaan arah x	[m/s]
U_s	Kecepatan <i>slip</i>	[m/s]
W	<i>Load support capacity</i>	[N]
b	Panjang <i>slip</i>	[m]
h_F	Ketebalan <i>fluid film</i>	[m]
h_D	Kedalaman <i>dimple</i>	[m]
l_D	Panjang <i>dimple</i>	[m]
l_C	Panjang permukaan bertekstur	[m]
Q	Debit aliran	[m ³ /s]
ρ	Densitas pelumas	[kg/m ³]