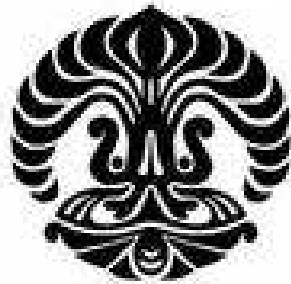


**PENGEMBANGAN METODE PENDETEKSIAN RUANG
TERBATAS (*CLOSED BOUNDED VOLUME*) PRODUK DENGAN
BENTUK KOMPLEKS MELALUI *PAIRED NORMAL VECTORS*
BUCKETING (PNVB) UNTUK PEMBUATAN LINTASAN PAHAT
PEMESINAN AWAL (*ROUGHING*) MULTI AXIS**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister
Teknik

**ACHMAD YAHYA TEGUH PANUJU
0706173055**



**UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM PASCA SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
DEPOK
JUNI 2009**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Achmad Yahya Teguh Panuju

NPM : 0706173055

Tanda Tangan :

Tanggal : 19 Juni 2009

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh:

Nama : Achmad Yahya Teguh Panuju
NPM : 0706173055
Program Studi : Departemen Teknik Mesin
Judul : Pengembangan Metode Pendeteksian Ruang Terbatas (*Closed Bounded Volume*) Produk dengan Bentuk Kompleks melalui *Paired Normal Vectors Bucketing* (PNVB) untuk Pembuatan Lintasan Pahat Pemesinan Awal (*Roughing*) Multi Axis

Telah berhasil dipertahankan di depan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Gandjar Kiswanto, M.Eng. (.....)
Penguji 1 : Ir. Hendri D. S. Budiono, M.Eng. (.....)
Penguji 2 : Ir. Henky S. Nugroho, M.T. (.....)
Penguji 3 : Ir. Bambang P. Prianto, M.I.Komp. (.....)

Ditetapkan di

Tanggal

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji hanya milik Allah SWT, Yang telah menjadikan penulis mampu untuk menyelesaikan tesis ini. Semoga salam dan shalawat senantiasa tercurahkan kepada Baginda Rasulullah SAW, kepada keluarganya, para sahabatnya dan orang-orang yang mengikuti mereka sampai hari akhir nanti.

Pada kesempatan ini, perkenankanlah penulis untuk mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan doa, bimbingan, serta dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas ini. Ucapan terima kasih yang tulus penulis sampaikan kepada:

1. Orang tua, istri dan keluarga tercinta yang telah memberikan dukungannya dalam segala hal.
2. Dr. Ir. Gandjar Kiswanto, M.Eng selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penyelesaian makalah ini.
3. Seluruh staf pengajar dan karyawan Departemen Teknik Mesin UI yang telah banyak membantu dalam pengerjaan tugas ini.
4. Teman-teman penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah berjasa dalam pengerjaan tugas ini.

Penulis juga ingin meminta maaf apabila dalam proses pengerjaan tesis ini terdapat berbagai kekhilafan dan kekurangan di sana-sini, mudah-mudahan Allah SWT memberikan ampunan-Nya dan menjadikan semua karya kita sebagai bagian dari amal shalih yang kita lakukan. Amin.

Depok, 19 Juni 2009

Penulis

Achmad Yahya Teguh Panuju

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Achmad Yahya Teguh Panuju

NPM : 0706173055

Program Studi : Pasca Sarjana Teknik Mesin

Departemen : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“Pengembangan Metode Pendeteksian Ruang Terbatas (*Closed Bounded Volume*) Produk dengan Bentuk Kompleks melalui *Paired Normal Vectors Bucketing* (PNVB) untuk Pembuatan Lintasan Pahat Pemesinan Awal (*Roughing*) Multi Axis”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari saya selama mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Tanggal : 19 Juni 2009

Yang menyatakan

(Achmad Yahya Teguh Panuju)

DAFTAR ISI

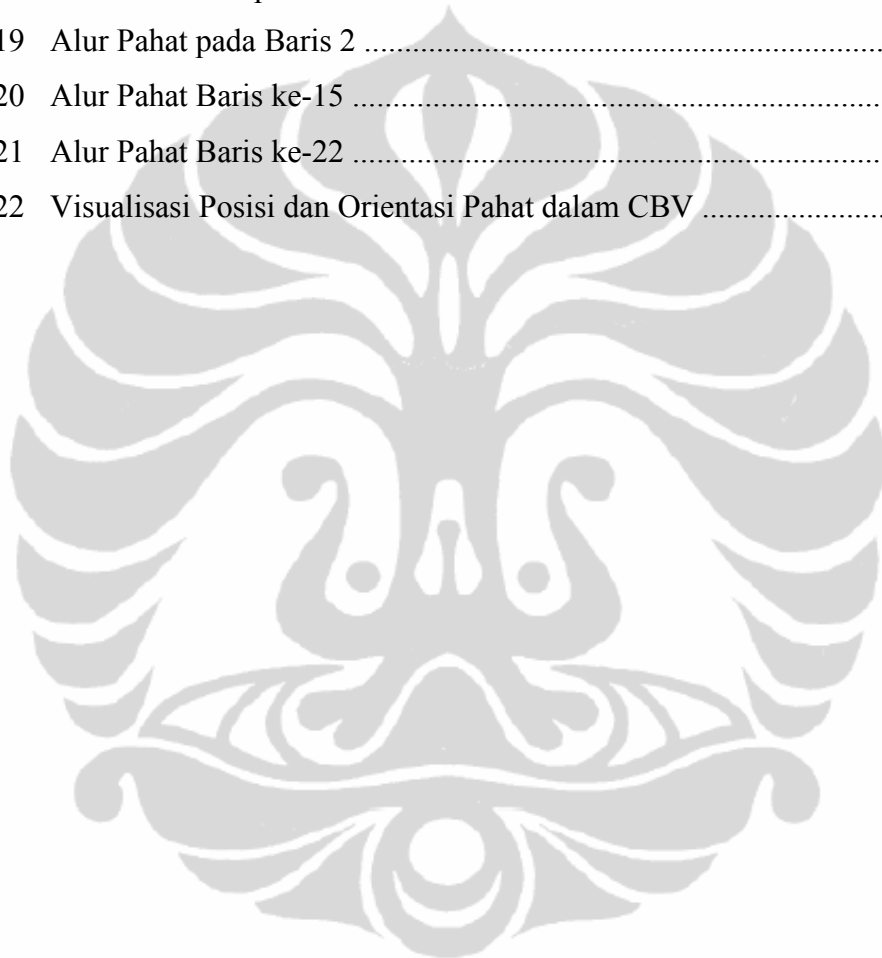
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Perumusan Masalah	2
1.4 Pembatasan Masalah	2
1.5 Metodologi Penelitian	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
2. PERMESINAN 5 AXIS DAN SISTEM CAM	4
2.1 Permesinan NC 5 Axis	4
2.2 Tipe Pemesinan	5
2.3 Software CAM dalam Permesinan NC	7
2.4 Struktur Model Faset dan Format Stereolithography	8
2.5 Geometri dalam Model Faset	10
2.5.1 Titik Perpotongan Garis dengan Segitiga	10
2.5.2 Penentuan Tinggi Titik dalam Bidang	11
2.5.3 Penghitungan Vektor Normal pada CC point	12
2.5.4 Cross Product	15
3. PENGEMBANGAN METODE DAN ALGORITMA PEMESINAN MULTI AXIS.	16
3.1 Validasi Jenis File STL	17
3.2 Pembacaan Data dari File STL dan Pembuatan Struktur Data	17
3.3 Proses Normalisasi	18
3.4 Proses Bucketing	19

3.5 Pendeteksian closed bounded volume	21
3.6 Pengelompokan CBV	24
3.7 Analisa Batas-batas CBV	27
3.8 Posisi dan Orientasi Awal Pahat	29
3.9 Pembentukan Lintasan dan Orientasi Pahat	30
4. HASIL DAN ANALISA.....	32
4.1 Pengambilan Data, Validasi dan Pembuatan Struktur Data	33
4.2 Proses Normalisasi	34
4.3 Proses Bucketing	36
4.4 Pendeteksian CBV	37
4.5 Pengelompokan CBV	39
4.6 Penghitungan Vektor Normal cc point pada CBV	41
4.7 Penentuan Arah Makan Pahat pada CBV dan Posisi Awal Pahat	42
4.8 Pembuatan Lintasan dan Orientasi Pahat	43
5. KESIMPULAN DAN SARAN PENELITIAN LEBIH LANJUT.....	49
DAFTAR REFERENSI	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sumbu-sumbu pada Mesin NC	4
Gambar 2.2	Mesin NC 5 Axis	5
Gambar 2.3	Proses Pembubutan	6
Gambar 2.4	Proses Face Milling	6
Gambar 2.5	Proses Peripheral Milling	7
Gambar 2.6	Perbandingan antara Model Faset dengan Resolusi Rendah dan Resolusi Tinggi	8
Gambar 2.7	Penentuan normal faset dengan <i>right-hand rule</i>	9
Gambar 2.8	Contoh File STL	10
Gambar 2.9	Titik di Dalam Faset	11
Gambar 2.10	Point Berpotongan dengan Faset ABC pada Titik D	12
Gambar 2.11	Vektor normal cc-point pada perhitungan Resultan Normal Berbobot	13
Gambar 2.12	Vektor normal cc-point pada perhitungan resultan normal bidang	14
Gambar 2.13	Vektor normal cc-point Pada Interpolasi Normal Vertex	14
Gambar 2.14	Cross Product	15
Gambar 3.1	Visualisasi Proses Bucketing	20
Gambar 3.2	Contoh Closed Boundary Volume dan Opened Boundary Volume	21
Gambar 3.3	Posisi Head to Head dan Butt to Butt	22
Gambar 3.4	CBV Terpisah Mutlak dan CBV Bertumpuk	25
Gambar 3.5	Contoh Matriks 'Peta'	26
Gambar 3.6	Kemungkinan Arah Masuk Pahat ke Dalam CBV	28
Gambar 4.1	Macam-macam Komponen dengan Bentuk Kompleks	32
Gambar 4.2	Matriks MatrixNormal Layer I	33
Gambar 4.3	Matriks MatrixNormal Layer II	34
Gambar 4.4	Matriks Sebelum Normalisasi	34
Gambar 4.5	Matriks Sesudah Normalisasi	35
Gambar 4.6	Plot Model sebelum normalisasi dan sesudah normalisasi	35
Gambar 4.7	Hasil plot model pada sumbu Cartesian 3 dimensi	36
Gambar 4.8	Matriks Bucket	37
Gambar 4.9	Pendeteksian Seluruh CBV pada Model	38
Gambar 4.10	Visualisasi Salah Satu CBV Hasil Pengelompokan CBV	39

Gambar 4.11	Pemetaan CC Point CBV dalam Matriks	40
Gambar 4.12	Visualisasi Vektor Normal pada CC Point CBV	41
Gambar 4.13	Arah Makan dan Posisi Awal Pahat	42
Gambar 4.14	Alur Lintasan Pahat	43
Gambar 4.15	Alur Pahat setelah Mencapai CC Point Paling Kanan	43
Gambar 4.16	Alur Pahat pada Baris 1	44
Gambar 4.17	Orientasi Pahat pada Titik 1 dan 2	45
Gambar 4.18	Orientasi Pahat pada Titik 3 dan 4	45
Gambar 4.19	Alur Pahat pada Baris 2	46
Gambar 4.20	Alur Pahat Baris ke-15	46
Gambar 4.21	Alur Pahat Baris ke-22	47
Gambar 4.22	Visualisasi Posisi dan Orientasi Pahat dalam CBV	48



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Struktur Data Faset	14
Tabel 3.2	Struktur Data Vertex	14

