

TUGAS AKHIR

**PEMBUATAN 3D MODEL CAD GERAHAM
PERTAMA KANAN MANDIBULA PERMANEN**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri**



Oleh :

Nama : Hary Wibowo

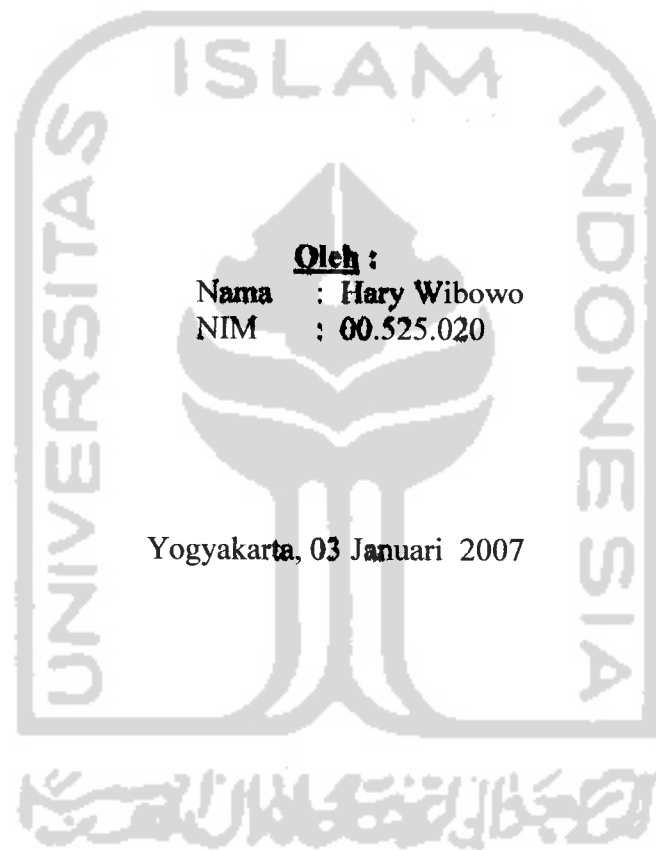
NIM : 00.525.020



**JURUSAN TAKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2007**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PEMBUATAN 3D MODEL CAD GERAHAM
PERTAMA KANAN MANDIBULA PERMANEN**



Pembimbing I

Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng
Disetujui, 03 Januari 2007

Pembimbing II

Prof. Dr. drg. Soeraedi Sastrodharsono, Sp.KG. (K).
Disetujui, 08 Januari 2007

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PEMBUATAN 3D MODEL CAD GERAHAM PERTAMA KANAN MANDIBULA PERMANEN

TUGAS AKHIR

Oleh :
Nama : Hary Wibowo
NIM : 00.525.020

Telah Dipertahankan Didepan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Tim Penguji

Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng
Ketua



Disetujui, 09 Januari 2007

Agung Nugroho Adi, ST., MT.
Anggota I



Disetujui, 06 Januari 2007

Purtojo, ST.
Anggota II

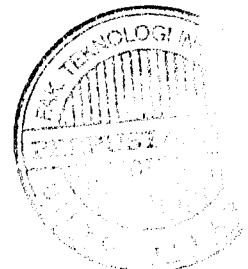


Disetujui, 05 Januari 2007

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Muhammad Ridlwan, ST., MT.
Yogyakarta, 09 Januari 2007



PERSEMBAHAN

Rasullullah SAW. bersabda : Cintailah Allah karena Dia telah memberimu makan dari nikmat-nikmat-Nya, cintailah aku demi cintamu kepada Allah SWT. Dan cintalah keluargaku demi cintamu padaku. (HR. At-Tirmidzi)
Sesungguhnya hidup dan matiku hanya milik Allah SWT., dan hanya kepada-Nya segala kebaikan dipersembahkan.

Kedua ahli surga yang kucintai... Ibu dan Bapak-ku...
Yaa Allah... jadikanlah segala kesusahan, kesedihan & tangis air mata mereka yang diakibatkan oleh perbuatan kami anaknya, sebagai penghapus dosa-dosa mereka
Dan izinkanlah mereka untuk memasuki surga-Mu dari pintu mana saja yang mereka kehendaki.

Seorang anak merasa bahagia saat menempuh tahun pertama pada pendidikan dasarnya... Kemudian suatu ketika saat sang ayah bertanya ingin menjadi apa kelak jika ia telah dewasa, sang anak menjawab bahwa ia ingin menjadi

"Insinyur"

Bagi sang ibu, saat itu menjadi insinyur selain merupakan cita-cita yang sangat besar bagi putranya, juga merupakan suatu ambisi yang perlu dukungan sepenuhnya.
Dan kini bagi keduanya, dengan tulus karya ini ananda haturkan.



MOTTO

" Manusia itu bagaikan seratus ekor unta yang hampir-hampir engkau tidak mendapatkannya seekorpun yang bisa dijadikan tunggangan. "

(HR. Bukhari)

" Sesungguhnya, apa yang kamu ketahui tak akan lebih dari setetes ilmu dari lautan ilmu Allah. Maka atas dasar apakah engkau bersikap sombong ???!!!. "

(Ust. Ja'far Umar Tholib)

" Ilmu ini Allah yang berikan, dan Allah tidak berikan kepada kita kecuali hanya sedikit. Tidaklah kamu diberikan ilmu, kecuali sedikit !!!. "

(Ust. Abdul Hakim Abdad)

" Manusia hanya akan mendapatkan apa yang ia usahakan, karena amalan kita tidak akan tertukar dengan amalan orang lain. "

(KH. Abdullah Gymnastiar)

" Kanalilah dirimu kanalilah lawanmu seratus kali perang seratus kali kamu menang. "

(Tsun Zu)

" Orang yang melewati satu hari dalam hidupnya tanpa ada suatu hak yang ia tunaikan atau suatu fardu yang ia lakukan atau kemuliaan yang ia wariskan atau pujian yang ia hasilkan atau kebaikan yang ia tanamkan atau ilmu yang ia dapatkan, maka sungguh-sungguh ia telah durhaka kepada harinya dan menganiaya diri. "

(Hary Wibowo)

" Orang hidup harus punya tujuan dan cita-cita, hidup tanpa cita-cita tidak ada seninya, cita-cita tanpa usaha impian saja, usaha tanpa berdo'a sia-sia belaka. "

(Fitri Susiswani Isbandi)

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga dengan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir berjudul **“Pembuatan 3D Model CAD Geraham Pertama Kanan Mandibula Permanen”** ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis tidak lepas dari kesulitan-kesulitan sehingga memerlukan kerja keras, pemahaman dan pola pikir yang mendalam. Namun berkat bantuan dan masukan dari berbagai pihak akhirnya kesulitan-kesulitan itu dapat diatasi. Dengan rasa syukur penulis mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Ibu, Bapak, dan Kakak-kakakku Priyadi Purnomo, SE., Ni'mah Said Sadikke, SE., S.Sos. dan Samsu Ardian, ST. terimakasih atas doa, bantuan, serta dukungan baik moril maupun materiil.
2. Bapak Fathul Wahid, ST., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Muhammad Ridlwan, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Ibu Yustiasih Purwaningrum, ST., MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng. selaku Pembimbing I.
6. Bapak Prof. Dr. drg. Soeraedi Sastrodharsono, Sp.KG. (K). selaku Pembimbing II, beserta ibu Soeraedi yang telah membantu penulis dan mitra setia jalan-jalan pagi dengan Ibu dari penulis.



7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Mesin, serta seluruh karyawan administrasi, pustakawan fakultas dan pusat Universitas Islam Indonesia.
8. Saudaraku dari Cilacap yang sedang belajar di Yogyakarta, Doyo Kunto Priyono, ST. '00 T.Informatika FTI UII, Heru Eko Prasetyo, ST. '00 T.Kimia FT UGM, Irwan Dwi '03 Akuntansi FE UGM dan Diastri Winanda Prawesti SMU Negeri 3 Kodya DIY atas doa dan dukungannya.
9. Fitri Susiswani Isbandi, S.Sos. beserta keluarga, atas perhatian, doa dan dukungannya. *Thank you for being an important piece of my life.*
10. Sahabat Sejatiku, Alfian Kusuma Wijaya, ST. '01 Arsitektur FTSP UII, Adhi Kushartanto, ST. '00 T.Mesin FTI UII dan Dody Nur Andrian, SH., LLM. Dosen FH Unsoed. *Thank for your attention, aid, support and motivate me to do better.*
11. Semua pihak yang telah membantu penulis secara langsung maupun tak langsung dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

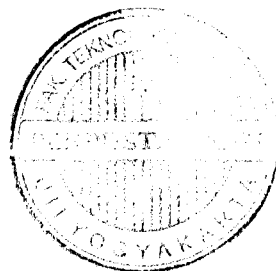
Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini penulis telah berusaha untuk menyelesaikan dengan sebaik mungkin sesuai dengan kemampuan yang ada, tetapi penulis sangat menyadari dengan sepenuhnya bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan yang harus diperbaiki dikemudian hari.

Oleh karena itu semua saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kemajuan penulis yang akan datang. Dan sangat besar harapan semoga laporan ini dapat berguna bagi semua pihak yang memerlukan.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, 20 Desember 2006

Penulis



Hary Wibowo

00.525.020

Abstraksi

Pasar bebas merupakan isu global yang mau tidak mau harus dihadapi, sehingga diperlukan persiapan yang cukup. Perkembangan teknologi yang pesat memungkinkan untuk membuat 3D bagian tubuh dengan tingkat ketelitian bentuk yang mendekati aslinya. Di bidang kedokteran ilmu anatomi gigi tubuh manusia harus dikuasai oleh mahasiswa kedokteran khususnya kedokteran gigi, praktisi maupun tim medis yang dalam proses pembelajarannya terkadang membutuhkan pemodelan atau replika sebagai sarana pendidikan. Dimana bentuk-bentuknya, gigi mempunyai fungsi pengunyahan yang saling mendukung satu dengan yang lain sesuai dengan fungsinya. Dari tiga puluh dua jumlah gigi permanen, salah satu yang sering rusak karena penyakit dan bentuknya kompleks yaitu gigi geraham pertama kanan permanen rahang bawah (*mandibular first molar teeth permanent* atau *molar pertama*). Tujuan dari penelitian ini adalah pembuatan 3D model CAD geraham pertama kanan mandibula dengan tingkat ketelitian yang lebih baik dan hasil mendekati aslinya. Manfaat penelitian ini ialah dapat mengetahui strategi yang tepat dalam pembuatan 3D model CAD dan cetakan geraham pertama kanan mandibula dengan bentuk yang kompleks.

Pada penelitian ini, akan dibuat 3D model CAD geraham pertama yang terdapat pada rahang bawah sebelah kanan. Dalam pembuatan 3D model CAD geraham pertama kanan mandibula menggunakan software CAD (*Computer Aided Design*) yaitu *PowerSHAPE*. Dengan memanfaatkan fasilitas kurva, dan multilayer pada software CAD akan memperoleh hasil dan *surface* yang lebih maksimal, selanjutnya dapat dibuat cetakan dan simulasi pemesinan dengan software CAM (*Computer Aided Manufacturing*) yaitu *PowerMILL*. Untuk mendapatkan alur bentuk 3D geraham pertama kanan mandibula menggunakan bantuan mesin CNC (*Computer Numerical Control*) milling tipe *Engraving Roland EGX600*.

Struktur gigi geraham pertama kanan mandibula yang kompleks dibutuhkan ketelitian dalam pembuatan 3D model CAD-nya, potongan yang lebih kecil pada tiap sumbu X, Y dan tiap-tiap sudut dengan memanfaatkan fasilitas multilayer akan memperoleh hasil dan *surface* yang lebih maksimal. Pada simulasi pembuatan cetakan saat proses finishing semakin kecil diameter pahat dan *stepover* yang digunakan akan mendapatkan hasil dengan permukaan yang lebih halus.

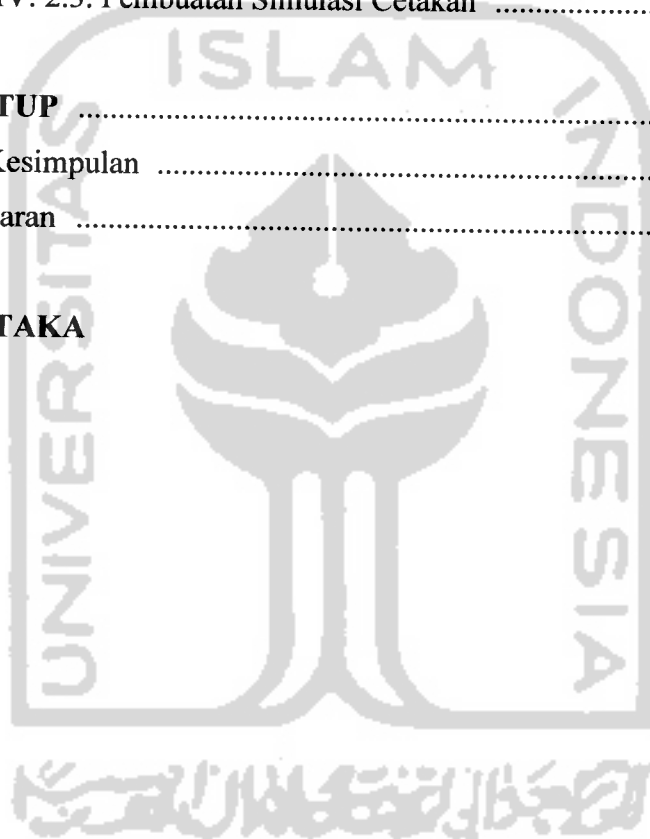
Kata kunci : gigi geraham pertama mandibula, *mandibular first molar*, molar pertama, 3D model CAD, multilayer, *wireframe*, *surface*.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAKSI	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR ISTILAH	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Rumusan Masalah	3
I.3. Batasan Masalah	3
I.4. Tujuan Penelitian	4
I.5. Manfaat Penelitian	4
I.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II. LANDASAN TEORI	5
II.1. Morfologi Gigi	5
II.2. Morfologi Gigi Geraham Permanen	6
II.2.1. Cara Membedakan Gigi Geraham Pertama Permanen	7
II.2.2. Ciri Utama Gigi Geraham Pertama Permanen	8
II.3. Perkembangan <i>CAD-CAM-CNC</i>	9

II.4. <i>PowerSHAPE</i>	10
BAB III. PEMBUATAN 3D MODEL CAD	12
III. 1. Pembuatan <i>Master</i> Geraham Pertama Kanan	
<i>Mandibula</i>	13
III. 2. Pembuatan Duplikat Geraham Pertama Kanan	
<i>Mandibula</i>	14
III. 3. Pemotongan Model Dengan Menggunakan Mesin <i>CNC</i> .	14
III. 3.1. Model Geraham Pertama Dicitak Dalam	
Gypsum	15
III. 3.2. <i>Tripod</i> Kamera	15
III. 3.3. Pemotongan Pada Mesin <i>CNC</i>	16
III. 4. Pembuatan 3D Model <i>CAD</i> Geraham Pertama Kanan	
<i>Mandibula</i>	18
III. 4.1. Pembuatan <i>Wireframe</i>	18
III. 4.2. <i>Wireframe</i> Dipotong	20
III. 4.3. <i>Surface</i> 3D Model <i>CAD</i> Geraham Pertama Kanan	
<i>Mandibula</i>	22
III. 5. Pembuatan Simulasi Cetakan Geraham Pertama Kanan	
<i>Mandibula</i>	23
III. 5.1. Dibuat Cetakan Pada <i>PowerSHAPE</i>	24
III. 5.2. Menentukan Strategi dan Parameter Pemesinan	
Pada <i>PowerMILL</i>	25
BAB IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN	28
IV. 1. Analisis	28
IV. 1.1. Analisis Pembuatan <i>Wireframe</i>	28
IV. 1.2. Analisis Pemotongan <i>Wireframe</i> dan <i>Surface</i>	29
IV. 1.2.1. Percobaan Pertama Pemotongan	
Dengan Dua Belas Garis	29
IV. 1.2.2. Percobaan Kedua Pemotongan	

Dengan Lima Belas Garis	31
IV. 1.2.3. Percobaan Ketiga Pemotongan Sejajar	
Sumbu X Y dan Tiap Sudut	32
IV. 1.3. Analisis Pembuatan Simulasi Cetakan	35
IV. 2. Pembahasan	36
IV. 2.1. <i>Wireframe</i>	36
IV. 2.2. Pemotongan <i>Wireframe</i> dan <i>Surface</i>	36
IV. 2.3. Pembuatan Simulasi Cetakan	39
BAB V PENUTUP	40
V. 1. Kesimpulan	40
V. 2. Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

		Halaman
GAMBAR 1.1.	Geraham Pertama <i>Mandibula</i> Permanen	2
GAMBAR 2.1.	Lengkung Gigi Permanen <i>Mandibula</i>	5
GAMBAR 2.2.	Lengkung Gigi Permanen <i>Maxilla</i>	6
GAMBAR 2.3.	Geraham Pertama <i>Mandibula</i> Permanen	8
GAMBAR 2.4.	Tampilan <i>PowerSHAPE</i>	11
GAMBAR 3.1.	Diagram Alir Penelitian	12
GAMBAR 3.2.	Material dan Peralatan Untuk Dibuat <i>Master</i> Geraham Pertama	13
GAMBAR 3.3.	Cetakan Untuk Dibuat Duplikat Geraham Pertama	14
GAMBAR 3.4.	3D Geraham Pertama Yang Ditanam Dalam Gypsum	15
GAMBAR 3.5.	<i>Tripod</i> Kamera	16
GAMBAR 3.6.	Proses Pemotongan	17
GAMBAR 3.7.	Hasil Pemotongan 3D Geraham Pertama	17
GAMBAR 3.8.	Garis Referensi	18
GAMBAR 3.9.	Meng- <i>import</i> Foto ke <i>PowerSHAPE</i>	19
GAMBAR 3.10.	Alur Geraham Pertama	19
GAMBAR 3.11.	<i>Wireframe</i> Geraham Pertama	20
GAMBAR 3.12.	Potongan <i>Wireframe</i> 3D Sejajar Sumbu X	20
GAMBAR 3.13.	Potongan <i>Wireframe</i> 3D Sejajar Sumbu Y	21
GAMBAR 3.14.	Potongan <i>Wireframe</i> 3D Tiap Sudut	21
GAMBAR 3.15.	<i>Surface</i> Sisi <i>Bukal</i> , <i>Mesial</i> , <i>Lingual</i> dan <i>Distal</i>	22
GAMBAR 3.16.	<i>Surface</i> Sisi <i>Oklusal</i>	23
GAMBAR 3.17.	<i>Surface</i> Sisi Bawah	23
GAMBAR 3.18.	<i>Surface</i> <i>Oklusal</i> dan <i>Solid Oklusal</i>	24

GAMBAR 3.19.	Cetakan Geraham Pertama Kanan <i>Mandibula</i>	25
GAMBAR 3.20.	Tampilan <i>Solid Block</i> di <i>PowerMILL</i>	25
GAMBAR 3.21.	Dialog <i>Box Block</i>	26
GAMBAR 3.22.	Dialog <i>Box Raster Ares Clearance</i>	26
GAMBAR 3.23.	Dialog <i>Box Raster Finishing</i>	27
GAMBAR 4.1.	Tahapan Pembuatan <i>Wireframe</i>	28
GAMBAR 4.2.	Pemotongan Pertama <i>Wireframe</i>	29
GAMBAR 4.3.	Hasil Pemotongan Pertama <i>Wireframe</i>	30
GAMBAR 4.4.	Hasil <i>Surface</i> Pertama	30
GAMBAR 4.5.	Pemotongan Kedua <i>Wireframe</i>	31
GAMBAR 4.6.	Hasil Pemotongan Kedua <i>Wireframe</i>	31
GAMBAR 4.7.	Hasil <i>Surface</i> Kedua	32
GAMBAR 4.8.	Pemotongan Ketiga Sejajar Sumbu X	33
GAMBAR 4.9.	Pemotongan Ketiga Sejajar Sumbu Y	33
GAMBAR 4.10.	Pemotongan Ketiga Pada Tiap Sudut	34
GAMBAR 4.11.	Hasil <i>Surface</i> Ketiga	35
GAMBAR 4.12.	Hasil Simulasi Cetakan Pada <i>PowerMILL</i>	35
GAMBAR 4.13.	Hasil <i>Surface</i> Pemotongan <i>Wireframe</i> Secara Acak ...	36
GAMBAR 4.14.	<i>Wireframe</i> dan Potongan <i>Wireframe</i>	37
GAMBAR 4.15.	Hasil <i>Surface</i> Pemotongan <i>Wireframe</i> Sejajar Sumbu X, Y dan Tiap Sudut	38
GAMBAR 4.16.	Hasil Simulasi Cetakan Pada <i>PowerMILL</i>	39



DAFTAR ISTILAH

I. Bidang Kedokteran Gigi

<i>Akar</i>	Bagian yang menutupi <i>cementum</i> gigi yang tertanam didalam tulang, dan menyokong gigi.
<i>Alur / fissura</i>	Alur yang membagi <i>cuspis</i> .
<i>Apeks</i>	Ujung akar geligi.
<i>Bidang median</i>	Garis pembagi badan.
<i>Bukal</i>	Permukaan luar gigi-geligi belakang yang berkontak dengan pipi.
<i>Bifurkasi</i>	Pembelahan akar menjadi dua bagian.
<i>Caninus</i>	Gigi ketiga dari garis tengah yang digunakan untuk memegang dan menyobek makanan.
<i>Cementum</i>	Lapisan jaringan kalsifikasi yang menutupi akar gigi.
<i>Cuspis</i>	Suatu puncak pada permukaan <i>oklusal</i> gigi.
<i>Dentin</i>	Badan gigi, diantara <i>enamel</i> dan <i>cementum</i> , yang dibentuk oleh sel-sel <i>odontoblast</i> .
<i>Distal</i>	Bagian yang terjauh dari garis tengah.
<i>Enamel (email)</i>	Jaringan keras seperti kaca, yang menutupi makota gigi, yang dibentuk oleh sel-sel <i>ameloblast</i> .
<i>Erupsi</i>	Proses yang memunculkan gigi seperti melalui tulang dan <i>gingival</i> .
<i>Fisurra</i>	Suatu celah perkembangan, biasanya ditemukan pada permukaan <i>oklusal</i> atau <i>bukal</i> .
<i>Incisivus</i>	Gigi pertama dan kedua dari garis tengah yang digunakan untuk memotong makanan.
<i>Insisal</i>	Tepi gigitan gigi-geligi depan.
<i>Labial</i>	Permukaan luar gigi-geligi luar yang berkontak dengan bibir.
<i>Lingual</i>	Permukaan luar gigi yang berkontak dengan lidah.

<i>Mandibula</i>	Rahang bawah.
<i>Marginal ridge</i>	<i>Enamel</i> ditepi <i>mesial</i> dan <i>distal</i> gigi.
<i>Maxilla</i>	Rahang atas.
<i>Median (midline)</i>	Garis pembagian <i>vertical</i> pada rahang.
<i>Mesial</i>	Permukaan proksimal gigi ke garis tengah.
<i>Molar</i>	Gigi keenam, ketujuh dan kedelapan dari garis tengah dalam gigi-geligi tetap dan keempat dan kelima dari gigi-geligi susu yang digunakan untuk menghaluskan makanan.
<i>Oklusal</i>	Permukaan gigit.
<i>Palatal</i>	Permukaan dalam gigi-geligi atas yang berkontak dengan <i>palatum</i> , bisa juga digunakan <i>lingual</i> .
<i>Premolar</i>	Gigi keempat dan kelima dari garis tengah.

II. Bidang Teknik Mesin

<i>CAD</i>	<i>Computer Aided Design</i> .
<i>CAM</i>	<i>Computer Aided Manufacturing</i> .
<i>CNC</i>	<i>Computer Numerical Control</i> .
<i>Feeding movement</i>	Gerak pemakan pada mesin <i>CNC</i> .
<i>Finishing</i>	Proses akhir dari pemesinan.
<i>G-Code</i>	<i>Preparatory function</i> yang digunakan untuk menentukan geometri pergerakan pahat dan status operasi <i>controller</i> mesin.
<i>Jig</i>	Untuk mencekam / memegang benda kerja saat proses pemesinan agar benda kerja tidak bergeser.
<i>Manufaktur</i>	Teknologi produksi.
<i>M-Code</i>	<i>Miscellaneous function</i> yang merupakan kode perintah yang digunakan sebagai <i>ON / OF</i> control dan fungsi pembantu.
<i>NC-Program</i>	Baris kode instruksi yg mendiskripsikan bagaimana suatu desain komponen (<i>part</i>) akan dimanufaktur.

Replika
Roughing
Stepdown
Stepover
Toolpathing

Pemodelan.

Proses pemesinan dimana hasil masih kasar.

Kedalaman pemakanan.

Lebar pemakanan.

Proses menterjemahkan model 3D *CAD* dari komputer menjadi sebuah lintasan dan menterjemahkan menjadi sebuah perintah pada mesin *CNC* yang menggerakkan pahat arah sumbu X, Y dan Z.

Wireframe

Rangka.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pasar bebas merupakan isu global yang mau tidak mau harus dihadapi, sehingga diperlukan persiapan yang cukup. Kesadaran akan hal tersebut sangat penting dan hal itu ditunjukkan dengan semangat masyarakat yang tinggi dalam memilih ilmu masa depan bagi anak-anaknya, sehingga dari data yang ada menunjukkan peminat ilmu yang menyangkut teknologi informasi sangat tinggi dalam penerimaan mahasiswa baru.

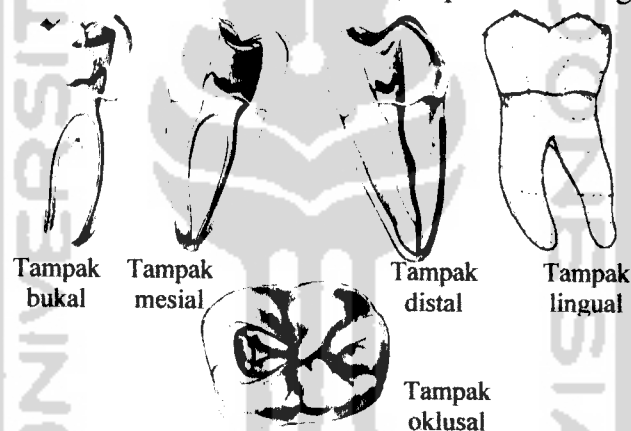
Pada akhir dekade 80-an, Prof. O.Diran, dari ITB menyatakan bahwa ada empat bidang ilmu yang akan menjadi pilar masa depan di antaranya yaitu:

1. Teknologi informasi
2. Bio-Teknologi
3. Kedirgantaraan
4. Teknologi produksi (*manufaktur*)

Dari beberapa bidang ilmu yang akan menjadi pilar untuk masa depan diatas, ada satu poin yang cukup menarik yaitu tentang teknologi produksi (*manufaktur*). Seperti yang diketahui teknologi produksi pada era sekarang ini tidak hanya meliputi masalah automotif saja akan tetapi teknologi produksi pada saat ini telah merambah ke teknologi lain, seperti pembuatan alat-alat rumah tangga, pembuatan sarana dan prasarana pendidikan, pembuatan mainan dan lain-lainnya. Teknologi produksi erat kaitannya dengan adanya *CAD-CAM-CNC*. Munculnya *CAD-CAM-CNC* memberi kemudahan otomatisasi perancangan, sehingga sangat memberikan andil yang cukup besar dalam peningkatan kualitas hasil produksi, terutama yang terkait dengan pemanfaatan teknologi tinggi. (Agusman, 2005:6)

Bioteknologi adalah teknologi berbasis biologi khususnya pada bidang medis. *Anatomi* gigi merupakan pengetahuan tentang bentuk dan hubungan beberapa bagian gigi yang dapat diperoleh dengan metode memotong dengan tujuan

menentukan sifat dan susunan bagian-bagiannya. Untuk mendapat informasi yang lebih rinci tentang struktur yang lebih kecil dapat diungkap dengan bantuan lensa tangan atau mikroskop (Itjingsingsih, 1991:1). Ilmu *anatomi* gigi harus dikuasai oleh mahasiswa kedokteran khususnya kedokteran gigi, praktisi maupun tim medis yang dalam proses pembelajarannya terkadang membutuhkan pemodelan atau replika sebagai sarana pendidikan. Dimana bentuk-bentuknya, gigi mempunyai fungsi pengunyahan yang saling mendukung satu dengan yang lain sesuai dengan fungsinya. Dari berbagai macam bentuk gigi, salah satu yang sering rusak karena penyakit dan mempunyai lima tonjol pada sisi *oklusal*, sehingga memerlukan ketelitian tinggi dalam pembuatan 3D *CAD*-nya yaitu pada bagian gigi geraham (*molar*). Gigi geraham pertama kanan mandibula, dapat dilihat di gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Geraham pertama *mandibula* permanen (*mandibular first molar permanent*)
(*Endodontics, Jonh I. Ingle: Hal 163, Lea & Febiger, Philadelphia*)

Seiring dengan perkembangan teknologi, bentuk-bentuk gigi yang kompleks tidak mungkin dibuat secara manual karena membutuhkan waktu yang lama, tingkat ketelitian yang tinggi dan kesesuaian bentuk mendekati aslinya. Atas dasar itu, maka timbul pemikiran untuk dibuat 3D model *CAD* gigi geraham pertama kanan permanen rahang bawah (*mandibular first molar teeth permanent atau molar pertama*) dengan ketelitian bentuk mendekati aslinya dan hasil seragam dengan *software CAD-CAM* dan mesin *CNC*.

Pembuatan 3D model *CAD* geraham pertama kanan *mandibula*, dimulai dengan pemotongan model. Dalam penelitian ini 3D model geraham pertama yang

digunakan terbuat dari material *stonegips* dan ditanam dalam gipsum. Dimana setiap pemotongan dengan kedalaman tertentu terbentuk lapisan. Dalam setiap lapisan terdapat suatu alur dari model tersebut, kemudian dengan menggunakan *software PowerSHAPE* alur-alur tersebut disusun menjadi sebuah rangka (*wireframe*). Penggunaan *software PowerSHAPE*, karena *software* ini memiliki fasilitas dalam pembuatan 3D model *CAD* geraham pertama kanan *mandibula* dengan ketelitian yang lebih baik. Berikutnya dibuat simulasi cetakan, hasil 3D model *CAD* geraham pertama kanan *mandibula* dari *PowerSHAPE* kemudian di-*transfer* ke *PowerMILL*. *Software PowerMILL* memberikan kemudahan dalam pembuatan *NC (numerical control)* program yang berupa *numbering, G-Code, M-Code* serta menentukan strategi dan parameter pemesinan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana membuat 3D model *CAD* geraham pertama kanan *mandibula*, dengan tingkat ketelitian yang lebih baik dan hasilnya mendekati bentuk geraham pertama kanan *mandibula* yang asli dengan menggunakan *software PowerSHAPE*.
2. Bagaimana menentukan strategi dan parameter pemesinan menggunakan *software PowerMILL* dalam membuat simulasi cetakan geraham pertama kanan *mandibula*.

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini meliputi hal-hal sebagai berikut :

1. Pemotongan *master* model menggunakan mesin *CNC milling* tipe *engraving Roland EGX 600*.
2. 3D model *CAD* geraham pertama kanan *mandibula* dibuat dengan menggunakan *software CAD*, yaitu *PowerSHAPE*.
3. Simulasi cetakan sisi *oklusal* geraham pertama kanan *mandibula* dibuat dengan menggunakan *software CAM*, yaitu *PowerMILL*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian adalah sebagai berikut :

1. Membuat 3D model *CAD* geraham pertama kanan *mandibula* dengan ketelitian bentuk dan hasil mendekati geraham pertama kanan *mandibula* aslinya.
2. Dapat menggunakan *software PowerSHAPE* dalam pembuatan 3D model *CAD* geraham pertama kanan *mandibula*.
3. Dapat menggunakan *software PowerMILL* dalam pembuatan simulasi cetakan geraham pertama kanan *mandibula*.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Dapat mengetahui strategi yang tepat dalam pembuatan 3D model *CAD* dan simulasi cetakan geraham pertama kanan *mandibula*.
2. Dapat dimanfaatkan sebagai sarana untuk menerapkan ilmu yang diperoleh di perguruan tinggi.
3. Menjalin hubungan yang baik antara bidang pendidikan teknik mesin dan bidang pendidikan kedokteran gigi.

1.6 Sistematika Penulisan

Bagian ini adalah bagian utama dari tugas akhir, dengan sistematika penulisannya sebagai berikut : Bab I Pendahuluan, bab ini berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dari tugas akhir ini. Bab II Dasar Teori, bab ini memuat teori-teori yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan dalam tugas akhir ini. Dan juga berisikan tentang teori-teori yang berhubungan dengan perancangan produk yang akan dirancang. Bab III Perancangan Produk, bab ini berisikan penjelasan tentang proses perancangan produk. Bab IV Analisis Dan Pembahasan, bagian ini membahas hasil penelitian yang didapat dan membandingkan dengan teori yang ada untuk mendapatkan kebenaran hasil. Bab V Penutup, bab ini berisi kesimpulan dan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya, serta keterbatasan-keterbatasan yang ditemukan selama menyelesaikan tugas akhir.

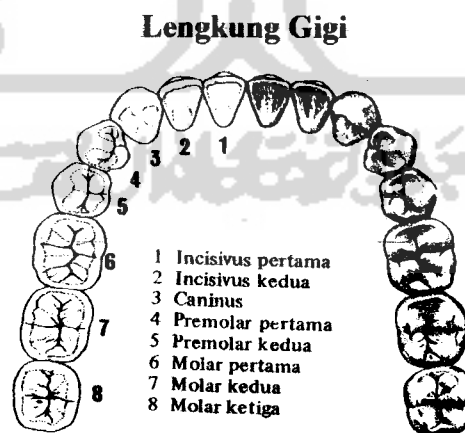
BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Morfologi Gigi

Klasifikasi gigi dari pertumbuhannya terdiri dari dua jenis, gigi susu atau gigi sementara (*decidui*) dan gigi tetap (*permanent*). Setiap manusia pada umumnya mempunyai gigi permanen sebanyak tigapuluh dua buah, enambelas gigi pada rahang atas (*maxilla*) dan enambelas gigi pada rahang bawah (*mandibula*). Setiap rahang terdiri dari dua kelompok gigi yang dinamakan, kelompok gigi depan (*anterior*) dan kelompok gigi belakang (*posterior*). Gigi *anterior* terdiri dari, dua gigi seri tengah (*incisivus centralis*), dua gigi seri samping (*incisivus lateralis*) dan dua gigi taring (*caninus*). Gigi *posterior* terdiri dari, empat gigi geraham kecil (*premolar*) dan enam gigi geraham besar (*molar*). (Sastrodharsono, 2006; Adriana, 2002)

Pada bagian *posterior* gigi *decidui* hanya ada *molar*, sedang *premolar* tumbuh pada gigi permanen. Gigi permanen dipakai dari dewasa sampai seterusnya sebagai pengganti dari gigi *decidui*. Lengkung gigi permanen *mandibula*, dapat dilihat di gambar 2.1.

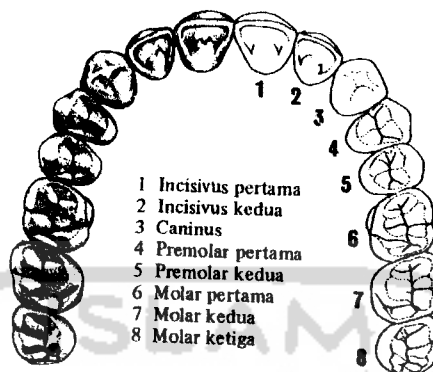


Gambar 2.1 Permanen *mandibula*

(*Dental Morphology an Illustrated Guide*, Goeffrey C Van Beek BDS: hal 53, Buku Kedokteran EGC)

Lengkung gigi permanen *maxilla*, dapat dilihat di gambar 2.2.

Lengkung Gigi



Gambar 2. 2 Permanen *maxilla*

(*Dental Morphology an Illustrated Guide*, Goeffrey C Van Beek BDS: hal 53, Buku Kedokteran EGC)

2. 2 Morfologi Gigi Geraham Permanen

Gigi geraham (*molar*) permanen merupakan kelompok gigi belakang (*posterior*), yang terdiri dari *molar* pertama, *molar* kedua dan *molar* ketiga menurut posisi dari garis tengah.

Permukaan *oklusal* gigi *molar* terbesar dari semua gigi dan mempunyai fungsi mengunyah, menggiling dan menghancurkan makanan. Gigi *molar* mempunyai tiga sampai lima puncak utama dan merupakan satu-satunya gigi dengan puncak pada *bukal* lebih dari satu. Di antara puncak terdapat pola alur dan *fissura* yang rumit, merupakan ciri setiap gigi.

Adanya akar yang kuat dan menyebar menyebabkan *molar* mempunyai penjangkaran kuat yang dilakukan pada rahang. *Molar mandibula* mempunyai dua akar, satu *mesial* dan satu *distal*. *Molar maxilla* mempunyai tiga akar, *mesio-bukal*, *disto-bukal* dan *palatal*, dari ketiganya akar *palatal* yang terbesar.

Molar mandibula terdapat lima puncak, tiga di *bukal* dan dua di *lingual* dan mempunyai bentuk empat persegi panjang atau bujur sangkar. *Molar mandibula* mempunyai ukuran terbesar pada *mesio-distal*. *Molar pertama mandibula* merupakan *molar* terbesar pada rahang bawah. Ukuran *molar* ketiga bervariasi, bisa lebih besar atau lebih kecil dibanding *molar mandibula* kedua, untuk akar *molar mandibula*

cenderung melengkung ke *distal*. Mahkota *molar mandibula* berinklinasi ketengah, merupakan ciri semua gigi *mandibula posterior*. (Beek, 1983:51)

Molar maxilla terdapat empat puncak, dengan puncak *disto-lingual* terkecil, lebih menonjol dari pada puncak *molar mandibula* dan pada umumnya. Bentuk *molar maxilla* tampak *oklusal* berbentuk jajaran genjang dan mempunyai ukuran *buko-palatal* yang lebih lebar, sisi *bukal* dan *lingual* jajaran genjang. *Molar maxilla* pertama lebih besar dari pada *molar* kedua dan *molar* kedua lebih besar dari *molar* ketiga. Karena adanya penurunan bertahap ukuran puncak *disto-lingual*, bisa menyebabkan tidak adanya *molar* ketiga. Mahkota *molar maxilla* terletak ditengah-tengah akar. (Beek, 1983:51)

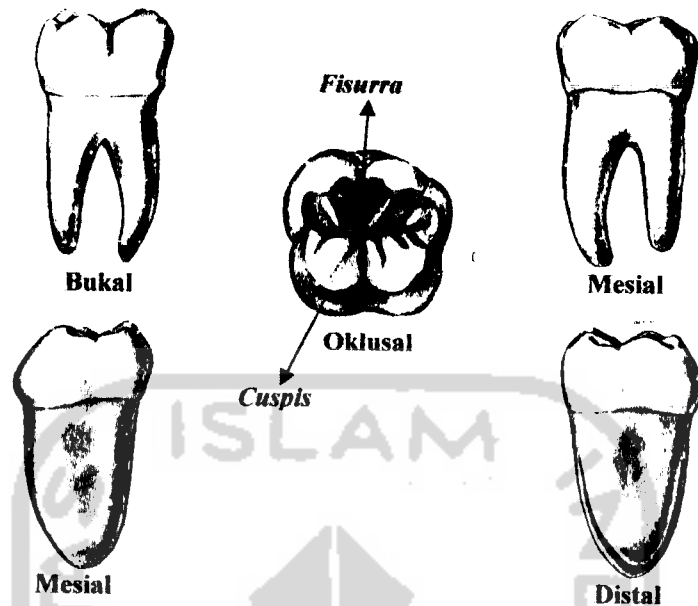
2. 2. 1 Cara membedakan gigi geraham pertama permanen

Membedakan gigi geraham (*molar*) pertama kanan *mandibula* permanen dengan semua gigi *molar* lain, dengan memegang gigi tegak lurus. Dari permukaan *bukal* akan terlihat kelima *cuspis*, dari permukaan *lingual* hanya tiga *cuspis* yang terlihat, karena *cuspis lingual* yang lebih runcing mengaburkan *cuspis mesio* dan *disto-bukal* yang sedikit lebih rendah, sehingga hanya *cuspis distal* dan kedua *cuspis lingual* yang terlihat. *Distal* tidak setinggi yang *mesial* dan sering patah oleh perpanjangan alur *segmental* sentral, yang bisa meluas kepermukaan *distal* sendiri.

Permukaan *bukal* mahkota jelas cembung dan terbagi menjadi tiga *cuspis*, masing-masing ditempati oleh satu *cuspis bukal*. Diantara *cuspis* ini terdapat alur dangkal, yang meluas dari *fissura oklusal* diantara *cuspis mesio* dan *disto-bukal* serta berakhir pada *bukal*, pada sekitar 60% kasus.

Molar pertama *mandibula* permanen mempunyai dua akar yang bergabung pada batang akar umum, beberapa milimeter dibawah *cervical margin*. Akar *mesial* datar, dengan alur longitudinal pada permukaan *mesial*, dan membengkok ke *distal*. Akar *distal* lebih membulat pada potongan melintang dan sedikit lebih pendek. Gigi geraham pertama kanan *mandibula*, dapat dilihat di gambar 2.3.

(Beek, 1983:88)



Gambar 2. 3 Molar pertama mandibula permanen

(Illustrated Dental Embryology Histology and Anatomy, Mary Bath-Bolugh ms : hal 290,
W.B. Saunders Company)

2. 2. 2 Ciri utama gigi geraham pertama permanen

1. Lima *cuspis*, tiga *bukal* dua *lingual*.
2. Bulat permukaan *bukal* berinklinasi ke *lingual* dengan dua *fisurra*.
3. Gigi terbesar *mandibula*.
4. Permukaan *bukal* terlihat lima *cuspis* dan permukaan *lingual* terlihat tiga *cuspis*.
5. *Mesio-distal* mahkota lebih panjang dari pada *buko-lingual*, permukaan *bukal* lebih panjang dari pada *lingual*.
6. Bagian *oklusal* kira-kira empat persegi.
7. Pada hampir semua kasus, terdapat pola *drypithecusprimitif*, yaitu gigi dengan lima *cuspis*, dengan dasar *cuspis mesio-lingual* dan *sentro-bukal* bertemu pada *fossa* sentral.
8. Dua akar, akar *mesial* lebih panjang mendatar *mesio-distal*, beralur longitudinal dan bengkok ke *distal*, akar *distal* lebih membulat dan sedikit bengkok ke *distal*.

(Beek, 1983:90)

2.3 Perkembangan CAD-CAM-CNC

Teknologi CAD-CAM-CNC tidak dapat terpisahkan dari perkembangan teknologi komputer. Munculnya fasilitas-fasilitas baru pada *software* desain dan perancangan berhubungan dengan perkembangan teknologi. Perkembangan teknologi tersebut, salah satunya adalah peranan dan dukungan dari komputer, banyak permasalahan yang mampu diselesaikan dengan komputer. Komputer yang dulunya hanya ditugasi untuk menyimpan data dan informasi secara efektif, kini sudah sangat luas spektrumnya. Salah satu yang boleh dikatakan baru adalah pemanfaatan komputer pada bidang rancang bangun dan perindustrian, yaitu penggunaan CAD-CAM-CNC.

Munculnya CAD-CAM-CNC memberi kemudahan otomatisasi perancangan sangat memberikan andil yang cukup besar dalam peningkatan kualitas hasil produksi, terutama yang terkait dengan pemanfaatan teknologi tinggi. Bahkan dalam penggunaannya sendiri sudah sangat luas. Mulai dari mendesain kemasan makanan sampai bentuk makanan yang memikat pembeli. Di bidang karoseri, tidak perlu mengerjakan desain sampai berjam-jam bahkan berhari-hari dengan adanya CAD-CAM-CNC berkembang untuk saling mendukung dalam meningkatkan efisiensi proses guna mempersingkat waktu produksi, proses mendesain produk-produk menjadi lebih cepat, memangkas waktu non-produktif maupun meningkatkan untuk kerja sistem yang dapat memenangkan konsumennya dalam kompetisi pasar bebas.

CAD singkatan dari *Computer Aided Design*, CAM singkatan dari *Computer Aided Manufacturing* dan CNC singkatan dari *Computer Numerical Control*. Merupakan hal yang sangat penting dalam sebuah proses produksi. Prinsip dasar dari CAD terdiri dari dua data, yaitu data geometri dan data non-geometri. Data geometri adalah data yang terdiri dari hal yang berupa *line* (garis), *curve* (kurva), *node* (titik) yang secara bersama mewakili bentuk geometri. Sedang data non-geometri adalah data yang berupa daftar komponen dan nomor gambar. Kedua jenis data ini dalam kerjanya terutama untuk memberi informasi produk yang akan dibuat. CAD secara bebas dapat didefinisikan sebagai segala aktivitas desain yang dibantu oleh komputer, desain ini dapat dilakukan mulai dari konsep hingga penyelesaian. Desain yang telah dibuat secara interaktif melalui CAD akan berkurang kegunaannya jika

tidak dilanjutkan pada bagian produksi (*manufacturing*). Dalam hal ini *Computer Aided Manufacturing (CAM)* memberikan kemudahan dalam membuat *NC (numerical control)* program yang berupa *numbering, G-Code, M-Code* serta menentukan strategi-strategi dan parameter pemesinan. (Gibbs dan Thomas, 1991)

Setelah kedua tahapan ini dilakukan maka bagaimana mewujudkannya ke pemesinan dimana dengan *CNC* tidak perlu lagi menterjemahkan bahasa mesin secara manual cukup hasil data yang telah kita peroleh dari *CAM* dapat langsung di-*transfer* menuju ke pemesinan. Sehingga hubungan antara *CAD-CAM* dan *CNC* suatu bagian yang sangat integral.

2.4 *PowerSHAPE*

Pembuatan 3D model *CAD* geraham pertama kanan *mandibula* menggunakan bantuan *software PowerSHAPE*. *PowerSHAPE* merupakan *software* khusus yang memberikan kemudahan bagi pemakainya untuk merancang suatu produk dan analisa komponen khususnya yang mempunyai bentuk kompleks dengan hasil kualitas tinggi. *PowerSHAPE* merupakan *software* untuk *modelling* yang terdiri dari *core module*, yang mencakup semua fungsi dasar dan beberapa modul spesifik, yaitu sebagai berikut.

1. *PS-Draft* (untuk membuat gambar detail).
2. *PS-Moldmaker* (untuk membuat desain cetakan).
3. *PS-Electrode* (untuk membuat *Electrode* dari model *solid*).
4. *PS-Assembly* (untuk *assembly* model *solid*).
5. *PS-Render* (untuk menghasilkan *image* kualitas tinggi)

(Delcam plc, 2002.)



Tampilan *PowerSHAPE* dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Tampilan *PowerSHAPE*

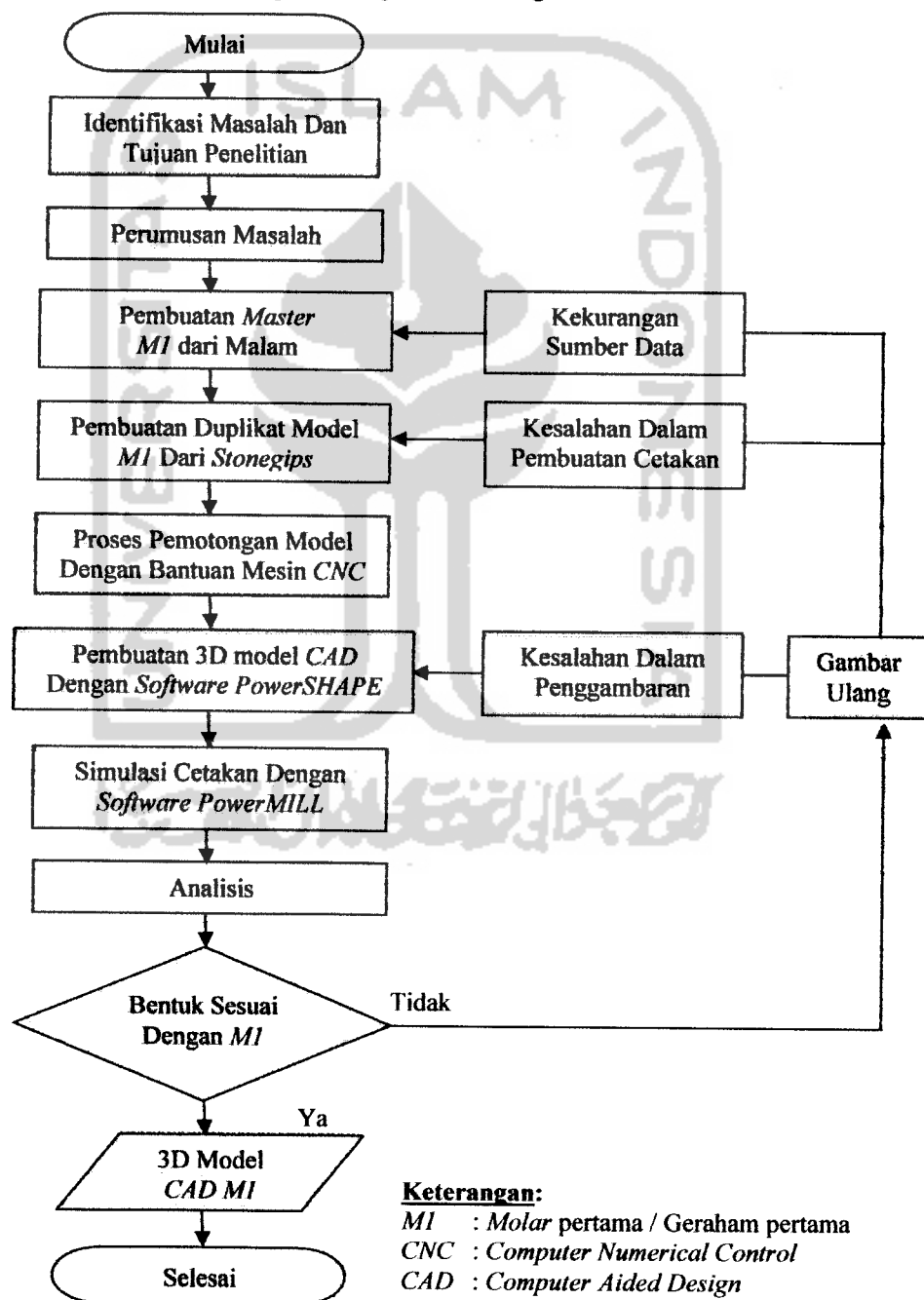
Untuk memodelkan produk pada *PowerSHAPE* dapat digunakan *surface*. *Surface* dapat didefinisikan sebagai permukaan dari suatu material atau dapat diibaratkan sebagai kulit tanpa ketebalan yang terletak dimaterial. *Surface* dibuat dari gabungan garis, kurva maupun titik.

Untuk membuat bentuk pemodelan seperti geraham pertama kanan *mandibula* yang pertama dilakukan adalah membuat rangka (*wireframe*) dalam bentuk dua dimensi terlebih dahulu. Rangka dapat dibuat dari garis (*line*), kurva (*curve*), maupun titik (*node*). Rangka tersebut kemudian digabungkan menjadi satu obyek. Obyek inilah yang akan menjadi *surface*. Bentuk rangka geraham pertama kanan *mandibula* diperoleh dengan bantuan mesin *CNC Roland EGX 600*.

BAB III

PEMBUATAN 3D MODEL CAD

Tahapan yang dilakukan dalam pembuatan 3D model *CAD* geraham pertama kanan *mandibula*, dapat dilihat pada diagram alir di gambar 3.1.

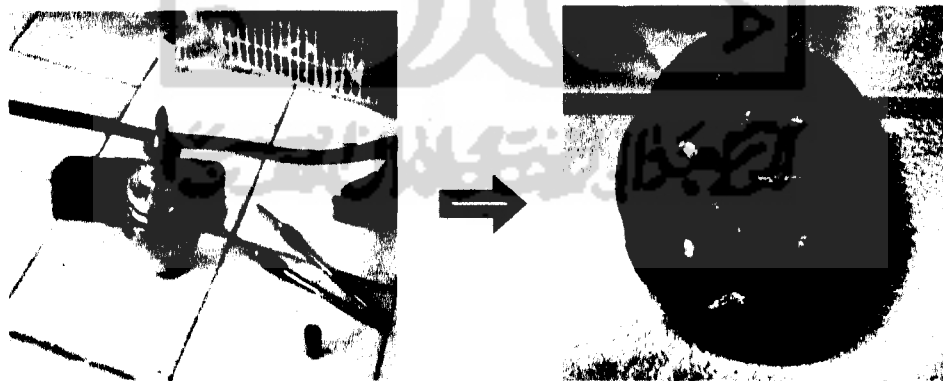


Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian

Langkah-langkah dalam pembuatan 3D model *CAD* geraham pertama kanan *mandibula* agar dapat mencapai ketelitian bentuk yang mendekati aslinya, sebagai berikut :

3.1 Pembuatan *Master* Geraham Pertama Kanan *Mandibula*

Tujuan pembuatan *master* geraham pertama kanan *mandibula* sebagai acuan saat dibuat 3D model *CAD*-nya sekaligus bentuk gigi geraham pertama kanan *mandibula* dipelajari. Material yang dipakai dalam pembuatan *master* geraham pertama kanan *mandibula* yaitu malam. Dengan cara, malam yang semula dalam bentuk lembaran dipanasi sampai mencair, setelah mencair dimasukkan kedalam kertas karton yang sebelumnya telah dibuat silinder. Dengan menggunakan pisau khusus dan cara-cara tertentu malam yang berbentuk silinder dibuat menjadi geraham pertama kanan *mandibula* sampai mendapatkan hasil mendekati aslinya dan memenuhi prinsip dari geraham pertama kanan *mandibula*. Dalam pembuatan *master* menggunakan material malam karena, apabila terjadi kesalahan dalam pembuatan lebih mudah untuk diperbaiki dan lebih lunak dibanding material lain. Karena pembuatannya manual, untuk dipermudahnya ukurannya diperbesar dari gigi sebenarnya, terlihat pada gambar 3.2.



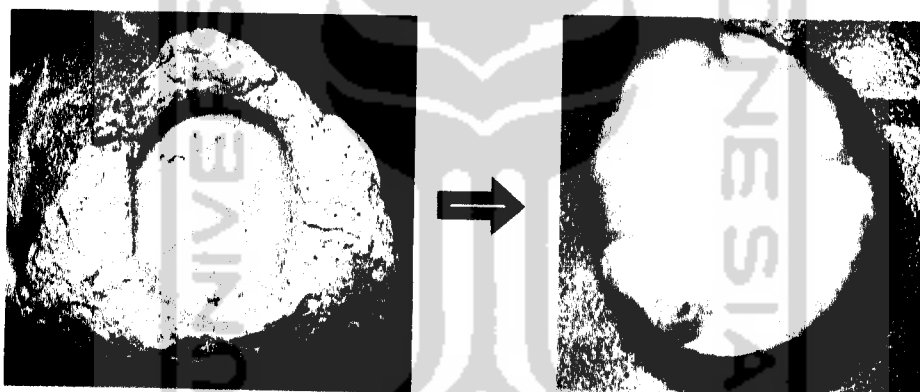
Gambar 3. 2 Material dan peralatan untuk dibuat *master* geraham pertama

Beberapa peralatan dan material yang digunakan untuk pembuatan *master* :

1. Kertas karton.
2. Starples.
3. *Cutter*.
4. Malam / *Wax* 15 lembar.
5. Pemanas.
6. Pisau khusus gigi.

3.2 Pembuatan Duplikat Model Geraham Pertama Kanan *Mandibula*

Tujuan dari pembuatan duplikat geraham pertama kanan *mandibula* adalah untuk diperbanyak kemudian dicetak dan ditanam dalam gipsum, jika terjadi kesalahan tidak dibuat lagi *master* dari malam. Untuk pembuatan duplikat geraham pertama kanan *mandibula* dari material *stonegips*, menggunakan cetakan dari material *alginate*. Dengan cara, *alginate* dicampur dengan air setelah menjadi adonan, berikutnya *master* geraham pertama kanan *mandibula* yang terbuat dari malam dimasukkan kedalam adonan tersebut. Setelah beberapa saat kemudian dikeluarkan secara hati-hati, dikarenakan sifat *alginate* yang cepat kering, lunak, mudah terbentuk dan menyusut setelah kering. Hal ini dapat dilakukan berulang-ulang untuk diperoleh duplikat yang lebih banyak. Seperti yang terlihat pada gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Cetakan untuk dibuat duplikat geraham pertama

Beberapa peralatan dan material yang digunakan untuk pembuatan duplikat :

1. *Stonegips*.
2. *Alginate*.
3. Cetakan.
4. Air.

3.3 Pemotongan Model Dengan Menggunakan Mesin *CNC*

Pada pemotongan model dengan menggunakan mesin *CNC* sebelum dilakukan pemotongan 3D model geraham pertama kanan *mandibula* diperlukan beberapa persiapan, persiapan pemotongan sebagai berikut :



3.3.1 Model geraham pertama dicetak dalam gipsum

Proses pemotongan diawali dengan, model geraham pertama kanan *mandibula* yang terbuat dari *stonegips* ditanam dan dicetak kedalam gipsum. Dengan cara ini bentuk geraham pertama kanan *mandibula* yang terbuat dari *stonegips* dapat dipertahankan dan mempermudah pemegangan *jig* pada mesin *CNC*. Kemudian dipotong dengan kedalaman tertentu dengan bantuan mesin *CNC*. 3D model geraham pertama kanan *mandibula* ditanam dalam gipsum yang terbuat dari *stonegips*, dapat dilihat pada gambar 3.4.

Gambar 3. 4 3D geraham pertama dari *stonegyp* yang tertanam dalam gipsum

Beberapa peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Cetakan kaca dengan ukuran 120mm x 120mm x 50mm.
2. Landasan kaca dengan ukuran 150mm x 150mm.
3. Lem kaca.
4. Ampelas.
5. Gypsum.
6. Air.
7. Oli sebagai pelumas.

3.3.2 Tripod kamera

Dengan menggunakan kamera, pada setiap selesai pemotongan dengan bantuan mesin *CNC* diambil gambarnya dengan cara difoto dengan kamera digital untuk diperoleh *file JPEG*. Dalam setiap pengambilan gambarnya, kamera

ditempatkan pada *tripod* agar posisi selalu tetap. *Tripod* kamera yang digunakan, dapat dilihat pada gambar 3.5.

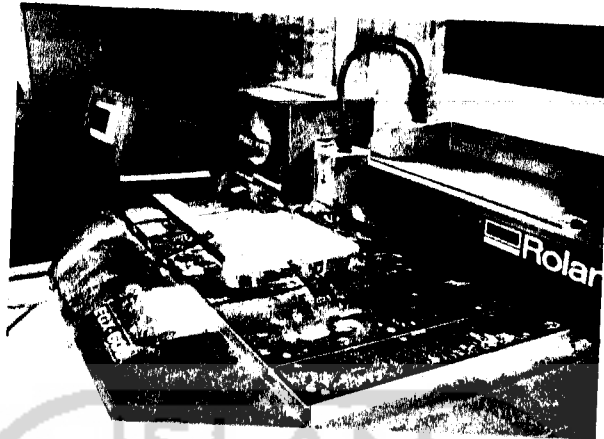


Gambar 3.5 *Tripod* kamera

Tripod yang dipakai dalam penelitian ini dapat mengambil gambar dengan posisi yang tetap, sudut dapat diatur dan kemudian dikunci. Tinggi dari *tripod* disesuaikan dengan kemampuan fokus makro, yaitu kemampuan kamera digital dalam mengambil gambar obyek pada jarak dekat (kurang dari satu meter). Dalam penelitian ini menggunakan kamera digital 6 *Megapixel*, dengan kemampuan fokus makro $\pm 50\text{mm} - 100\text{mm}$.

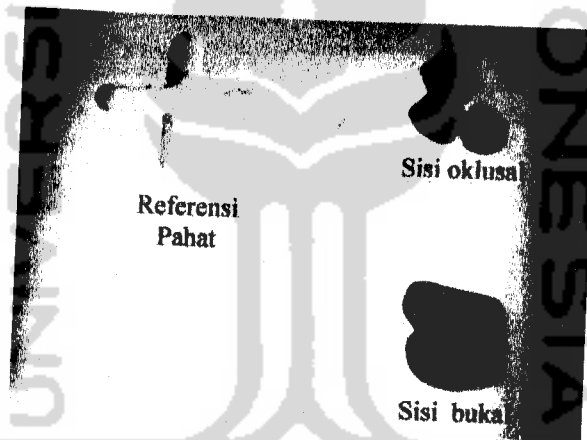
3.3.3 Pemotongan pada mesin *CNC*

Proses pemotongan pertama yang menghasilkan alur 3D geraham pertama kanan *mandibula* yang terpotong, diasumsikan sebagai tahap terbentuknya lapisan pertama. Begitu seterusnya sampai proses pemotongan dilanjutkan sampai seluruh 3D model geraham pertama kanan *mandibula* yang ditanam dalam gipsium terpotong seluruhnya dan menghasilkan beberapa lapisan. Setiap selesai dilakukan pemotongan, sebelum difoto dilakukan pembuatan garis referensi pahat, tujuan dibuat garis referensi pahat untuk penyusunan alur dalam pembuatan *wireframe*. Proses pemotongan pada mesin *CNC*, dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Proses pemotongan

Salah pertama hasil pemotongan 3D model geraham pertama kanan *mandibula* yang ditanam dalam gipsum, dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Hasil potongan 3D geraham pertama

Pada setiap selesai pemotongan dengan kedalaman tertentu dengan bantuan mesin *CNC*, diambil gambarnya dengan cara difoto dengan kamera digital untuk diperoleh *file JPEG*. Gambar foto-foto yang diperoleh merupakan *file JPEG* yang dapat diimpor dari *PowerSHAPE*, untuk dibuat 3D model *CAD*-nya.

Beberapa peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Mesin *CNC milling* tipe *engraving Roland EGX 600*.
2. Komputer dengan bantuan *software PowerMILL*, untuk dibuat *NC-program* yang berupa *numbering, G-Code* dan *M-Code*, simulasi dan kemudian *men-transfer NC-program* ke mesin *CNC*.

3. Benda kerja berupa cetakan gipsum dengan model geraham pertama kanan *mandibula* dari *stonegips* yang ditanam dalam gipsum.
4. Pahat *HSS end mill* dengan diameter 5 mm.
5. Kamera digital 6 *Megapixel*.
6. Penggaris.
7. Spidol.
8. Kuas.

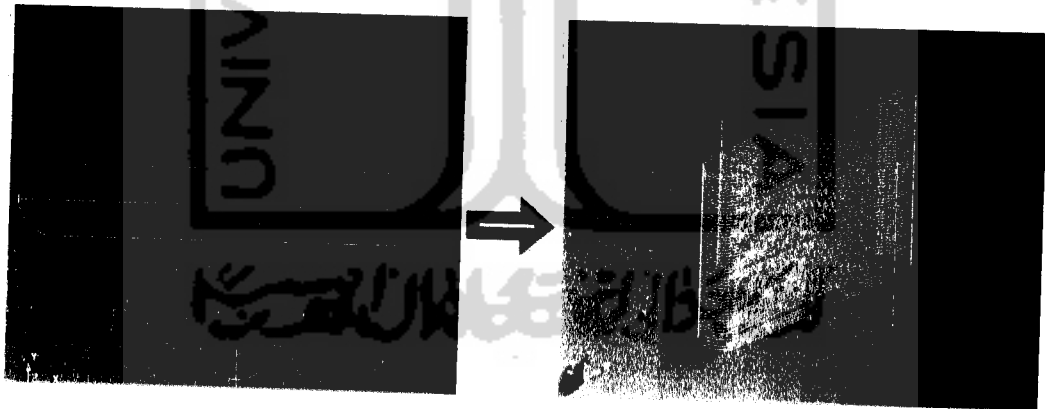
3.4 Pembuatan 3D Model CAD Geraham Pertama Kanan *Mandibula*

Software yang dipakai dalam pembuatan 3D model *CAD* adalah *PowerSHAPE*. Langkah-langkah pembuatan 3D model *CAD* geraham pertama kanan *mandibula* :

3.4.1 Pembuatan *wireframe*

Langkah-langkah dalam pembuatan *wireframe* geraham pertama kanan *mandibula* sebagai berikut :

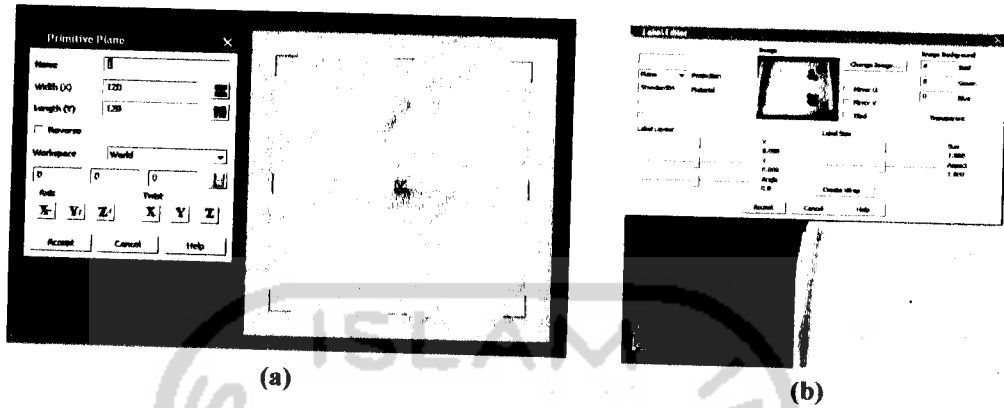
1. Referensi pahat dibuat di *PowerSHAPE*, hasil dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3. 8 Garis referensi

- Referensi garis yang menggunakan pahat *HSS end mill* 5mm ini, digunakan sebagai acuan untuk menyusun alur yang telah digambar pada tiap *layer*-nya.
2. Pembuatan alur dimulai dengan meng-*import* foto hasil pemesinan dalam bentuk *file JPEG*. Gambar (a) *plane primitive* dengan ukuran disesuaikan dengan besar gipsum, yaitu 120mm X 120mm. Gambar (b) hasil foto lapisan alur geraham pertama kanan *mandibula* yang sudah diimpor dari *PowerSHAPE*, kemudian

pada hasil foto diberikan beberapa point sesuai dengan alur. Hasil dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3. 9 Meng-import foto ke PowerSHAPE

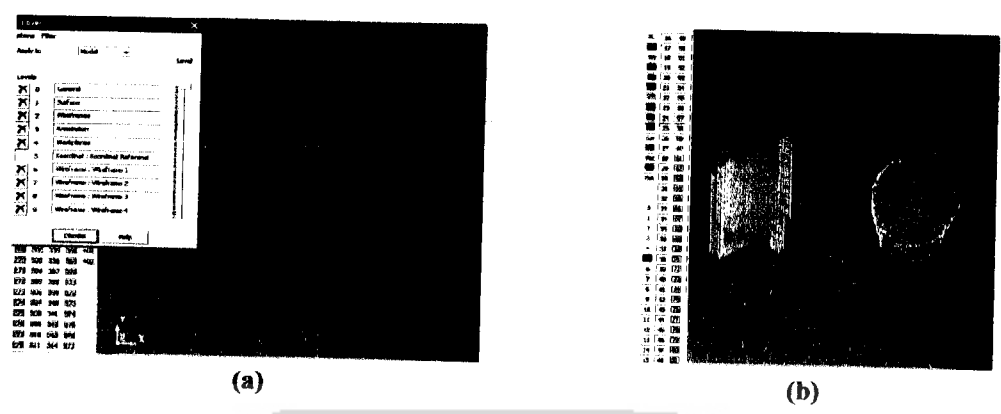
Gambar (a) berikutnya *point-point* tersebut disatukan, sehingga akan terbentuk sebuah alur.



Gambar 3.10 Alur geraham pertama

Gambar (b) setelah terbentuk sebuah alur, kemudian alur tersebut dibuat menjadi satu bagian. Begitu seterusnya, sampai semua foto dalam bentuk *file JPEG* hasil pemotongan menggunakan mesin *CNC* dibuat alurnya. Salah satu hasil alur, dapat dilihat pada gambar 3.10.

3. Pembuatan susunan alur menjadi sebuah *wireframe*. Gambar (a) mengelompokkan gambar dan fungsi gambar.



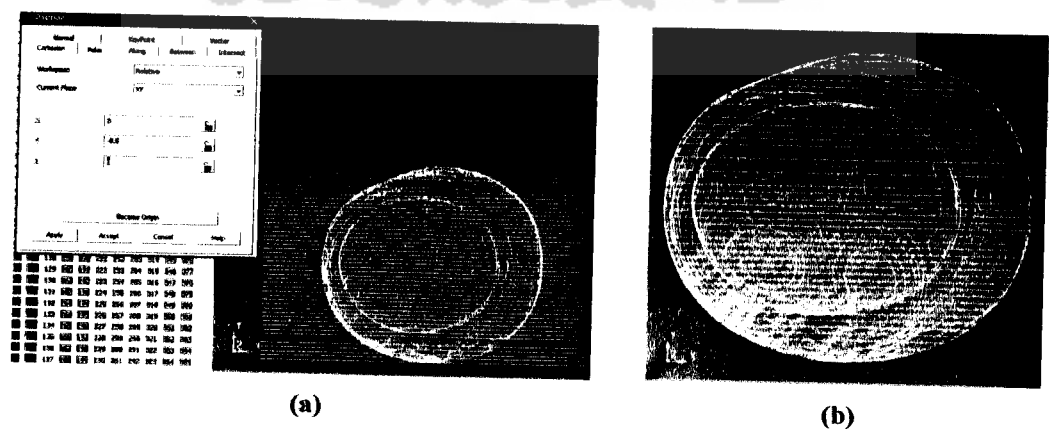
Gambar 3.11 Wireframe geraham pertama

Gambar (b) susunan alur sudah menjadi sebuah wireframe. Hasil dapat dilihat pada gambar 3.11.

3.4.2 Wireframe dipotong

Wireframe geraham pertama kanan mandibula yang telah diperoleh, selanjutnya dipotong sejajar sumbu X, sejajar sumbu Y dan tiap sudutnya. Pemotongan wireframe dimaksudkan agar surface yang dihasilkan lebih halus dan bentuk mendekati aslinya. Jarak tiap potong disamakan dengan jarak tiap alur dari wireframe yaitu 0,5mm. Langkah-langkah dalam pemotongan wireframe geraham pertama kanan mandibula sebagai berikut :

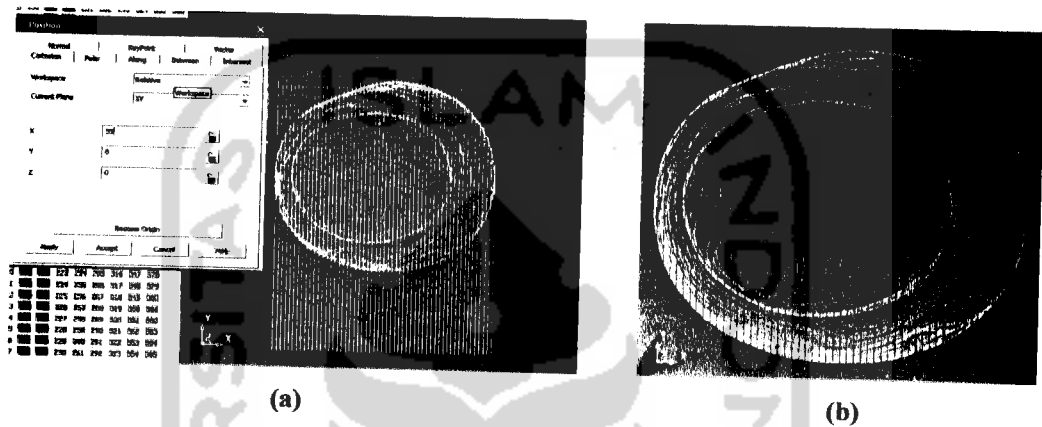
1. Wireframe 3D geraham pertama kanan mandibula dipotong sejajar sumbu X. Gambar (a) dibuat garis bantu sejajar sumbu X sampai seluruh wireframe terpotong.



Gambar 3.12 Potongan wireframe 3D sejajar sumbu X

Gambar (b) setelah seluruh *wireframe* terpotong garis, selanjutnya *wireframe* dipotong kurva sampai seluruh *wireframe* terpotong kurva yang sejajar sumbu X. Hasil dapat dilihat pada gambar 3.12.

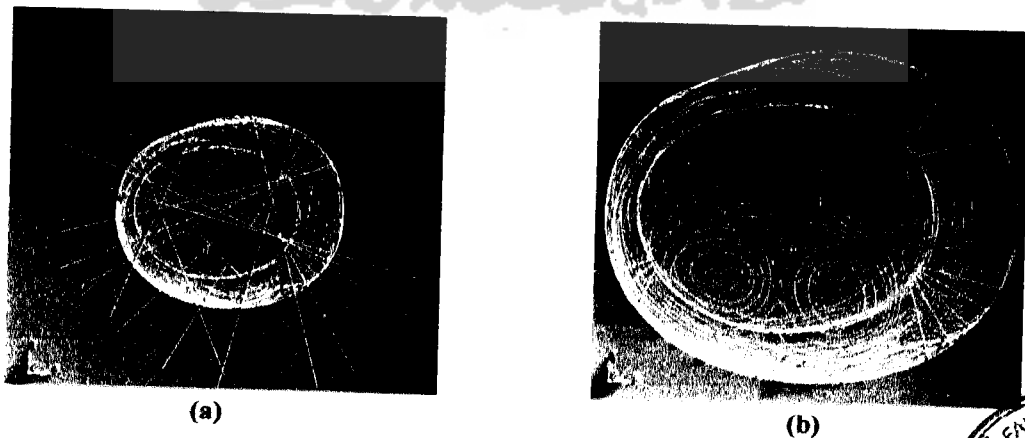
2. *Wireframe* 3D geraham pertama kanan *mandibula* dipotong sejajar sumbu Y. Gambar (a) dibuat garis bantu sejajar sumbu Y sampai seluruh *wireframe* terpotong.



Gambar 3.13 Potongan *wireframe* 3D sejajar sumbu Y

Gambar (b) setelah seluruh *wireframe* terpotong garis, selanjutnya *wireframe* dipotong kurva sampai seluruh *wireframe* terpotong kurva yang sejajar sumbu Y. Hasil dapat dilihat pada gambar 3.13.

3. *Wireframe* 3D geraham pertama kanan *mandibula* dipotong tiap sudut. Gambar (a) dibuat garis bantu pada tiap sudut *wireframe* geraham pertama kanan *mandibula*.



Gambar 3.14 Potongan *wireframe* 3D tiap sudut



Gambar (b) setelah seluruh tiap sudut *wireframe* terpotong garis, selanjutnya *wireframe* dipotong kurva sampai keempat sudut *wireframe* terpotong kurva tegak lurus dengan *wireframe*. Hasil dapat dilihat pada gambar 3.14.

3.4.3 *Surface* 3D model CAD geraham pertama kanan *mandibula*

Setelah melakukan analisa terhadap potongan-potongan pada *wireframe* 3D model CAD gigi geraham pertama kanan *mandibula*, tahap selanjutnya adalah dibuat *surface*. *Surface* adalah permukaan dari suatu material atau dapat diibaratkan sebagai kulit tanpa ketebalan yang terletak pada material. Langkah-langkah dalam pembuatan *surface* geraham pertama kanan *mandibula* sebagai berikut :

1. *Surface* yang pertama, gambar (a) dipilih kurva yang saling berpotongan dengan *wireframe* 3D geraham pertama kanan *mandibula*, kurva sejajar sumbu X, kurva sejajar sumbu Y dan kurva pada tiap sudutnya atau sisi *bukal*, *mesial*, *lingual* dan *distal* dengan cara sisi *oklusal* dipotong.



Gambar 3.15 *Surface* sisi *bukal*, *mesial*, *lingual* dan *distal*.

Gambar (b) *surface* sisi *bukal*, *mesial*, *lingual* dan *distal*. Hasil dapat dilihat pada gambar 3.15.

2. *Surface* yang kedua, gambar (a) kurva atas atau sisi *oklusal* yang saling berpotongan dipilih, yaitu kurva sejajar sumbu X, kurva sejajar sumbu Y.



Gambar 3.16 *Surface* sisi oklusal

Gambar (b) *surface* sisi *oklusal*. Hasil dapat dilihat pada gambar 3.16.

3. *Surface* yang ketiga, gambar (a) *wireframe* yang paling bawah dipilih.



Gambar 3.17 *Surface* sisi bawah.

Gambar (b) *surface wireframe* yang paling bawah. Hasil dapat dilihat pada gambar 3.17.

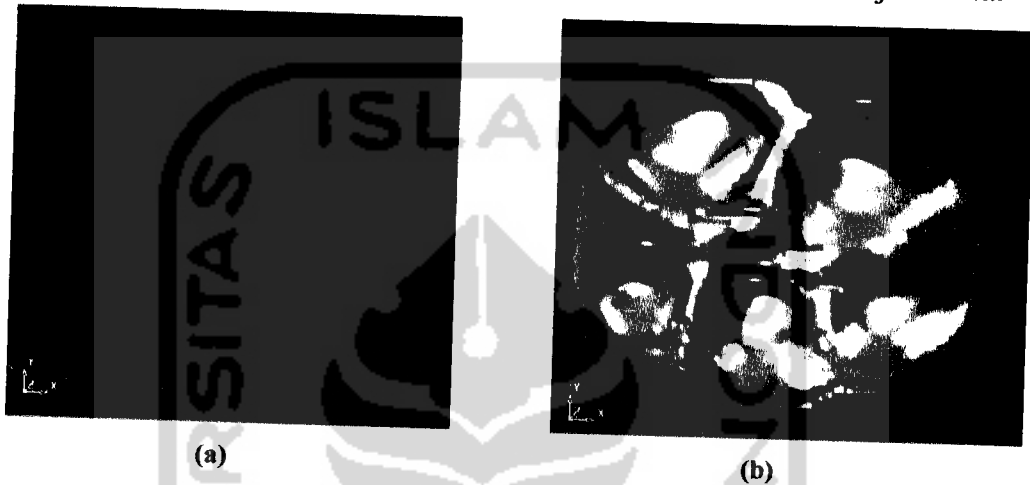
3.5 Pembuatan Simulasi Cetakan Geraham Pertama Kanan *Mandibula*.

Software yang dipakai dalam simulasi pembuatan cetakan adalah *PowerMILL*. Langkah-langkah pembuatan cetakan geraham pertama kanan *mandibula* sebagai berikut :

3.5.1 Dibuat cetakan pada *PowerSHAPE*.

Sebelum hasil 3D model *CAD* di-transfer ke *PowerMILL*, terlebih dahulu dibuat cetakannya pada *software PowerSHAPE*. Sebagai contoh diambil sisi *oklusal* geraham pertama kanan *mandibula* untuk dijadikan cetakan. Langkah-langkah dalam pembuatan cetakan sisi *oklusal* geraham pertama sebagai berikut :

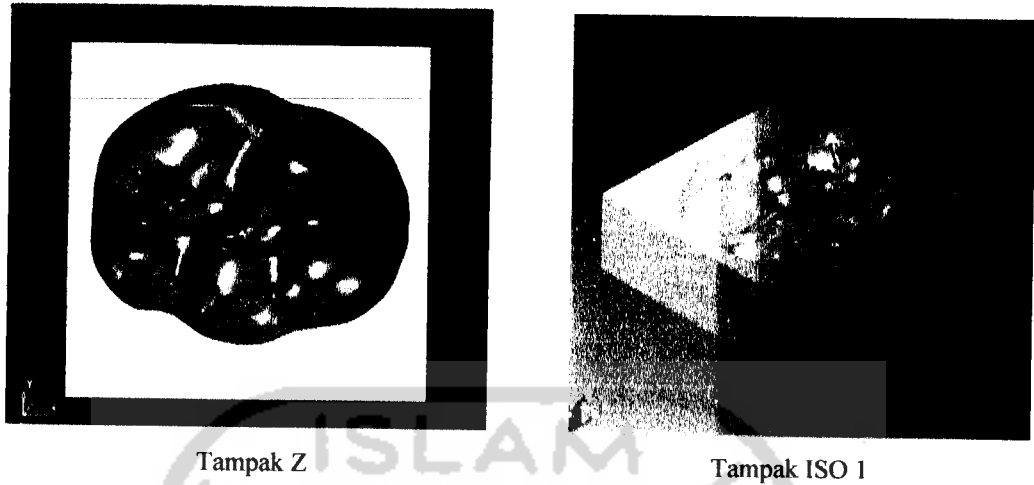
1. *Surface* sisi *oklusal* geraham pertama kanan *mandibula* dirubah menjadi *solid*.



Gambar 3.18 *Surface oklusal* dan *solid oklusal*.

Gambar (a) *surface* sisi *oklusal*, gambar (b) *solid* sisi *oklusal*. Hasil dapat dilihat pada gambar 3.18.

2. Pembuatan *block solid*.
3. Menggabungkan *block solid* dengan sisi *oklusal* yang sudah dibuat *solid*.
4. Dengan menggunakan perintah *feature (remove the selected solid, solid or symbol from the active solid)*. Maka gabungan antara *block solid* dengan sisi *oklusal solid* akan menghasilkan cetakan. Hasil dapat dilihat pada gambar 3.19.



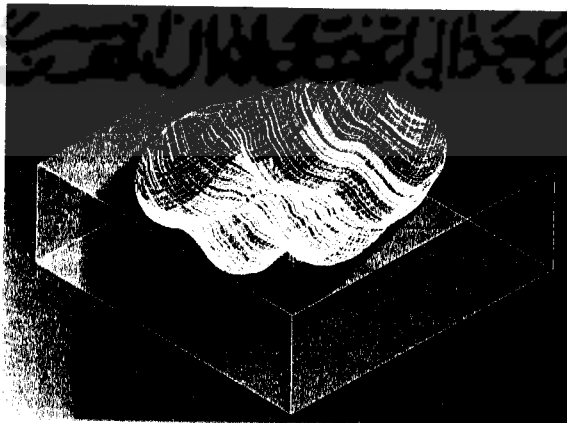
Gambar 3.19 Cetakan geraham pertama kanan *mandibula*

Hasil cetakan sisi *oklusal* geraham pertama kanan *mandibula* dari *PowerSHAPE* kemudian di-*transfer* ke *PowerMILL*.

3.5.2 Menentukan strategi dan parameter pemesinan pada *PowerMILL*.

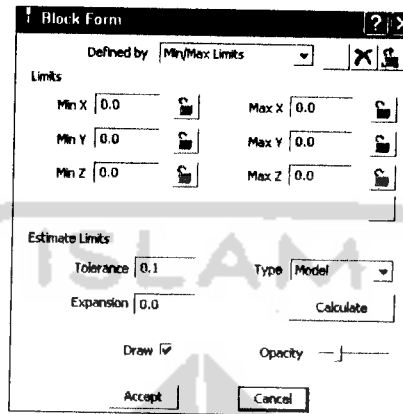
Setelah hasil cetakan sisi *oklusal* geraham pertama kanan *mandibula* di-*transfer* ke *PowerMILL*, berikutnya dibuat parameter dan strategi pemesinan. Langkah-langkah strategi dan parameter pemesinan sebagai berikut :

1. Hasil cetakan sisi *oklusal* geraham pertama kanan *mandibula* setelah di-*transfer* ke *PowerMILL*. Hasil dapat dilihat pada gambar 3.20.



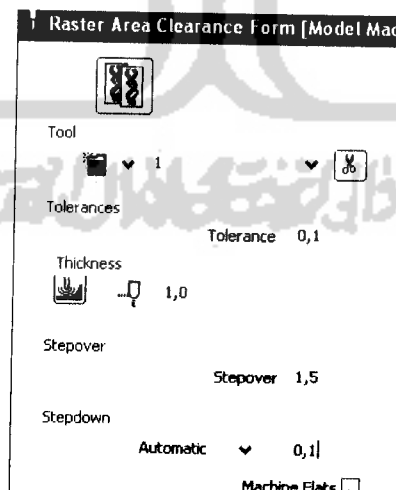
Gambar 3.20 Tampilan *solid block* di *PowerMILL*

- Menentukan ukuran dari benda kerja yang akan dibuat. Pada *dialog box* dipilih tombol *calculate* untuk menentukan ukuran dari benda kerja secara otomatis, dapat dilihat pada gambar 3.21.



Gambar 3.21 Dialog box block

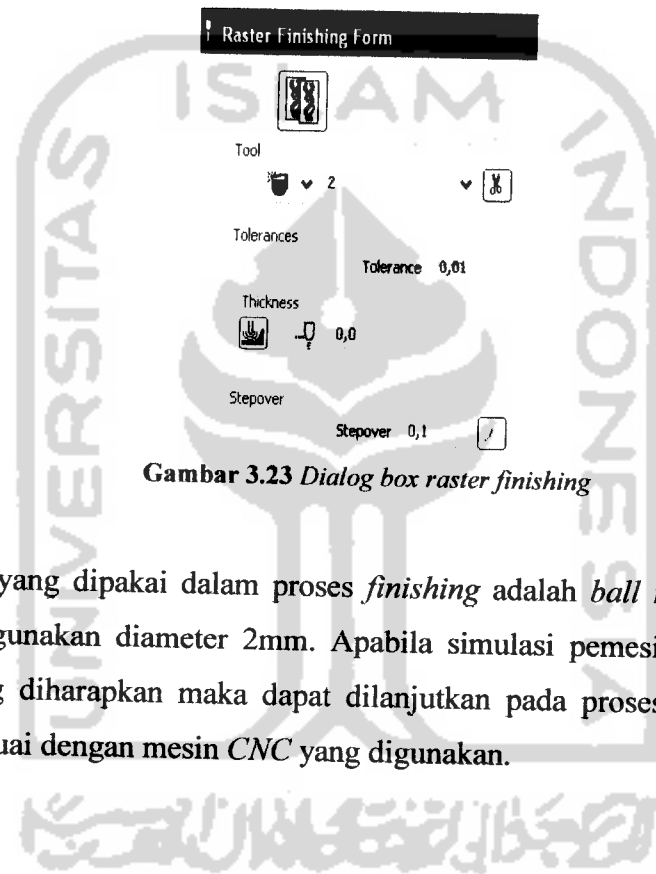
- Mengatur tinggi aman naiknya gerakan pahat agar tidak mengenai benda kerja.
- Proses pertama *roughing (end milling)*, yaitu proses pemesinan dimana hasil masih kasar atau tidak halus seperti 3D model *CAD* yang sudah dibuat. Pada proses *roughing* digunakan *stepdown* sebesar 0,1mm dan *stepover* sebesar 1,5mm dapat dilihat pada gambar 3.22.



Gambar 3.22 Dialog box raster area clearance

Jenis pahat yang dipakai dalam proses *roughing* adalah *end mill* dan ukuran pahat disesuaikan dimensi 3D model *CAD*, menggunakan diameter 3mm.

5. Proses berikutnya adalah *finishing* (*surface countouring*), merupakan proses akhir dari pemesinan. Proses pemesinan dilakukan pada bagian permukaan benda kerja hasil dari proses *roughing* dimana pahat yang ujungnya berupa bola (*ball nose*) bergerak mengikuti permukaan benda kerja yang bertujuan menghaluskan daerah permukaan. Pada proses *finishing* digunakan *stepover* sebesar 0,1mm, dapat dilihat pada gambar 3.23.



Gambar 3.23 Dialog box raster finishing

Jenis pahat yang dipakai dalam proses *finishing* adalah *ball nosed* dan ukuran pahat menggunakan diameter 2mm. Apabila simulasi pemesinan sudah sesuai dengan yang diharapkan maka dapat dilanjutkan pada proses pembuatan *NC-program* sesuai dengan mesin *CNC* yang digunakan.

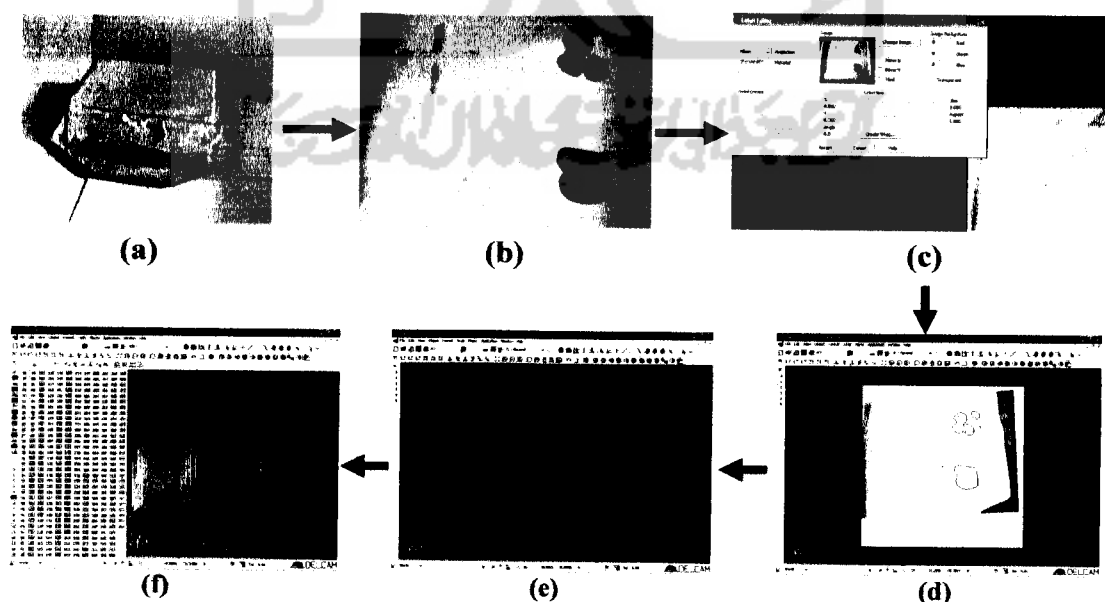
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis

Untuk dapat mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi hasil 3D model CAD geraham pertama kanan *mandibula* pada *PowerSHAPE* dan simulasi hasil cetakan pada *PowerMILL*. Maka diperlukan analisis pada proses pembuatan *wireframe*, pemotongan *wireframe* dan *surface* 3D model CAD pada *PowerSHAPE* dan strategi parameter pemesinan pada *PowerMILL*.

4.1.1 Analisis pembuatan *wireframe*

Wireframe 3D model CAD geraham pertama kanan *mandibula* didapat dari beberapa susunan alur. Proses pencarian alur menggunakan 3D model geraham pertama kanan *mandibula* yang ditangan dan dicetak dalam gipsum, kemudian dipotong menggunakan mesin *CNC milling tipe engraving Roland EGX 600*, dengan jenis pahat *end mill* diameter pahat 5mm dan kedalaman setiap pemotongan 0,5mm. Dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Tahapan pembuatan *wireframe*.

Gambar (a) benda kerja berupa gipsum dan 3D model geraham pertama kanan *mandibula* ditanam dan dicetak didalamnya. Gambar (b) salah pertama hasil pemotongan benda kerja dengan mesin *CNC*. Gambar (c) meng-*import* dari *PowerSHAPE* gambar foto yang diperoleh dari proses pemesinan. Gambar (d) pembuatan alur pada *PowerSHAPE*, dengan menggunakan referensi pahat. Gambar (e) alur yang didapat. Gambar (f) *wireframe* dari 3D model geraham pertama kanan *mandibula*.

Dengan memanfaatkan fasilitas *multilayer* pada *PowerSHAPE*, akan mempermudah dalam proses penyusunan alur-alur yang didapat dan dibuat menjadi sebuah *wireframe*.

4.1.2 Analisis pemotongan *wireframe* dan *surface*

Pada proses pemotongan *wireframe* digunakan bidang pemotong yang berupa garis, kemudian di-*copy* sesuai dengan kebutuhan.

4.1.2.1 Percobaan pertama pemotongan dengan dua belas garis

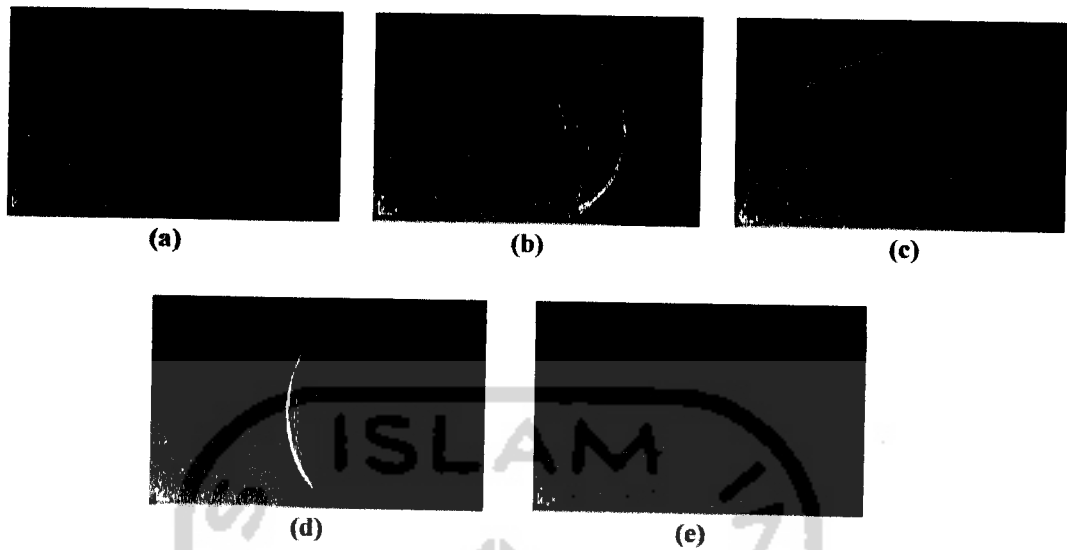
1. Pemotongan *wireframe* menggunakan bantuan dua belas garis secara acak. Dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Pemotongan pertama *wireframe*.

Gambar (a) sisi *bukal*, *mesial*, *lingual* dan *distal* dipotong delapan buah garis. Gambar (b) sisi *oklusal* dipotong dua belas garis.

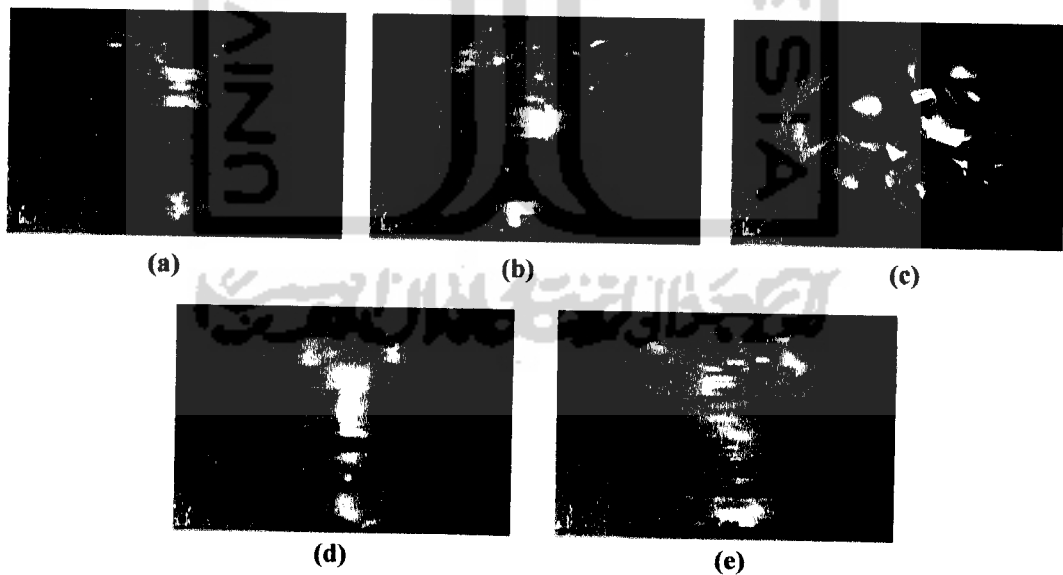
2. Hasil pemotongan *wireframe* menggunakan bantuan garis secara acak. Dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Hasil pemotongan pertama *wireframe*.

Gambar (a) potongan sisi *bukal*. Gambar (b) potongan sisi *mesial*. Gambar (c) potongan sisi *lingual*. Gambar (d) potongan sisi *distal*. Gambar (e) potongan sisi *oklusal*.

3. *Surface* yang dihasilkan pada percobaan pertama. Dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Hasil *surface* pertama.

Gambar (a) *surface* sisi *mesial* atau tampak X. Gambar (b) *surface* sisi *bukal* atau tampak -Y. Gambar (c) *surface* sisi *oklusal* atau tampak Z. Gambar (d) *surface* sisi *distal* atau tampak -X. Gambar (e) *surface* sisi *lingual* atau tampak Y.

4.1.2.2 Percobaan kedua pemotongan dengan lima belas garis

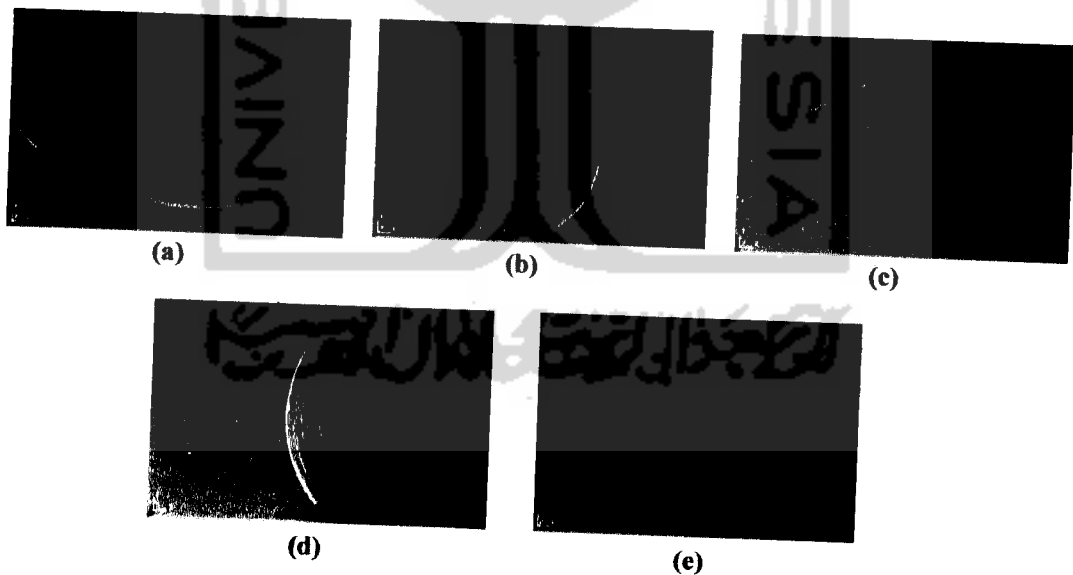
1. Pemotongan *wireframe* menggunakan bantuan lima belas garis secara acak. Dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Pemotongan kedua *wireframe*.

Gambar (a) sisi *bukal*, *mesial*, *lingual* dan *distal* dipotong delapan buah garis.
 Gambar (b) sisi *oklusal* dipotong lima belas garis.

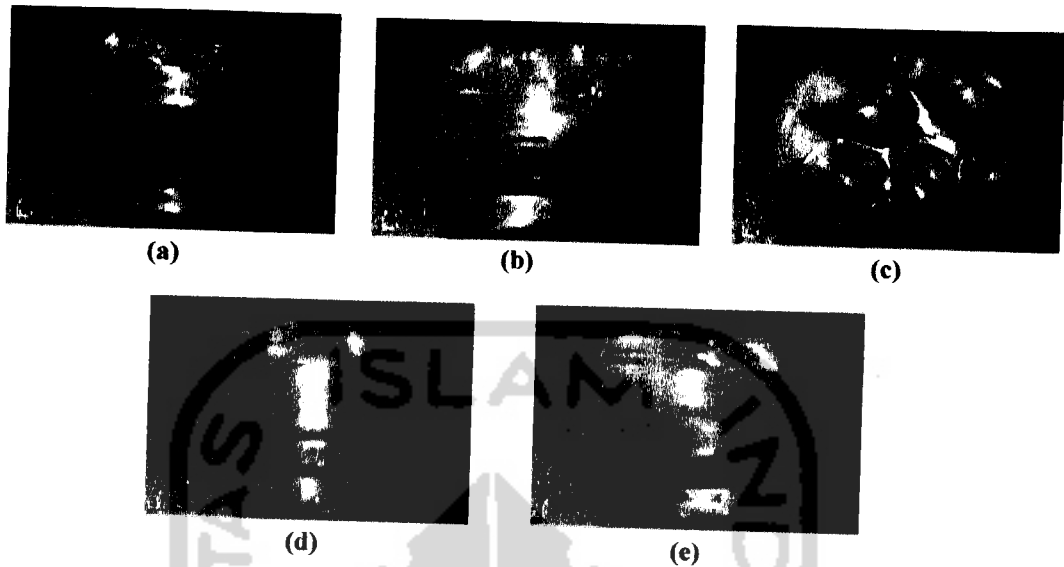
2. Hasil pemotongan *wireframe* menggunakan bantuan garis secara acak. Dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Hasil pemotongan kedua *wireframe*.

Gambar (a) potongan sisi *bukal*. Gambar (b) potongan sisi *mesial*. Gambar (c) sisi potongan *lingual*. Gambar (d) potongan sisi *distal*. Gambar (e) potongan sisi *oklusal*.

3. *Surface* yang dihasilkan pada percobaan kedua. Dapat dilihat pada gambar 4.7.



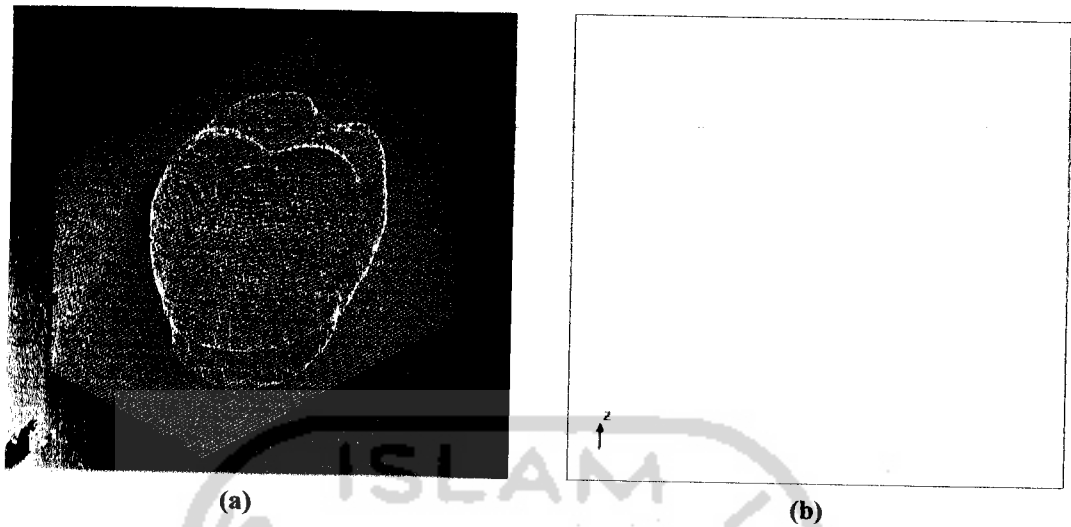
Gambar 4. 7 Hasil *surface* kedua.

Gambar (a) *surface* sisi *mesial* atau tampak X. Gambar (b) *surface* sisi *bukal* atau tampak -Y. Gambar (c) *surface* sisi *oklusal* atau tampak Z. Gambar (d) *surface* sisi *distal* atau tampak -X. Gambar (e) *surface* sisi *lingual* atau tampak Y.

4.1.2.3 Percobaan ketiga pemotongan sejajar sumbu X Y dan tiap sudut

Pada percobaan ketiga proses pemotongan *wireframe* menggunakan bantuan garis sejajar sumbu X, sejajar sumbu Y dan pada tiap sudut *wireframe*.

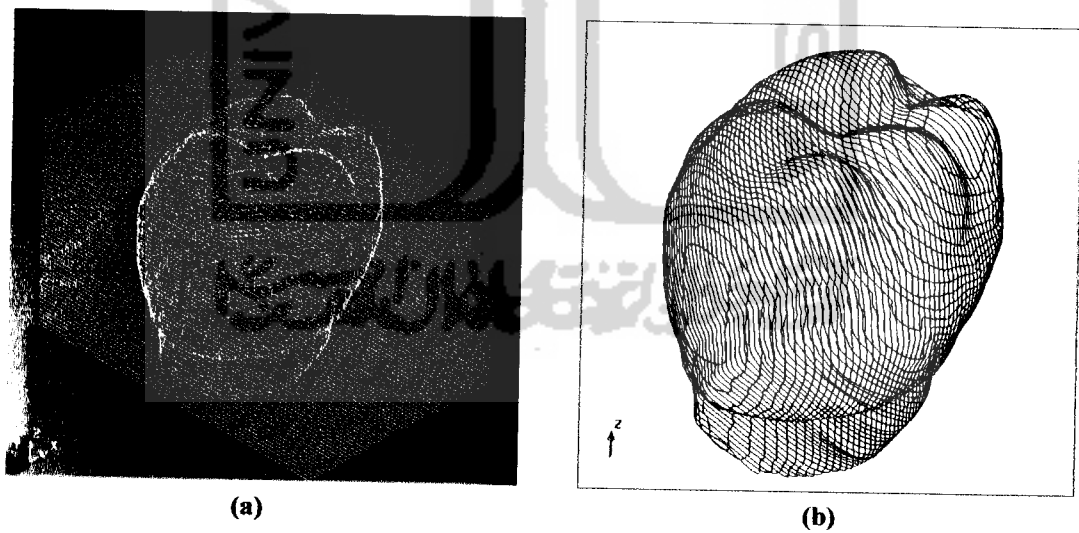
1. Pemotongan *wireframe* menggunakan bantuan garis sejajar sumbu X, dengan jarak disesuaikan dengan kedalaman pemotongan menggunakan mesin *CNC*, yaitu 0,5mm. Dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Pemotongan sejajar sumbu X.

Gambar (a) semua sisi *wireframe* terpotong garis sejajar sumbu X. Gambar (b) hasil *wireframe* yang dipotong kurva sejajar sumbu X.

2. Pemotongan *wireframe* menggunakan bantuan garis sejajar sumbu Y, dengan jarak disesuaikan dengan kedalaman pemotongan menggunakan mesin *CNC*, yaitu 0,5mm. Dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4. 9 Pemotongan sejajar sumbu Y.

Gambar (a) semua sisi *wireframe* terpotong garis sejajar sumbu Y. Gambar (b) hasil *wireframe* yang dipotong kurva sejajar sumbu Y.



3. Pemotongan *wireframe* menggunakan bantuan garis pada tiap-tiap sudutnya, dengan besar sudut 15° sisi *mesial* dan $22,5^{\circ}$ sisi *distal* jarak disesuaikan dengan kedalaman pemotongan menggunakan mesin *CNC*, yaitu 0,5mm. Dapat dilihat pada gambar 4.10.

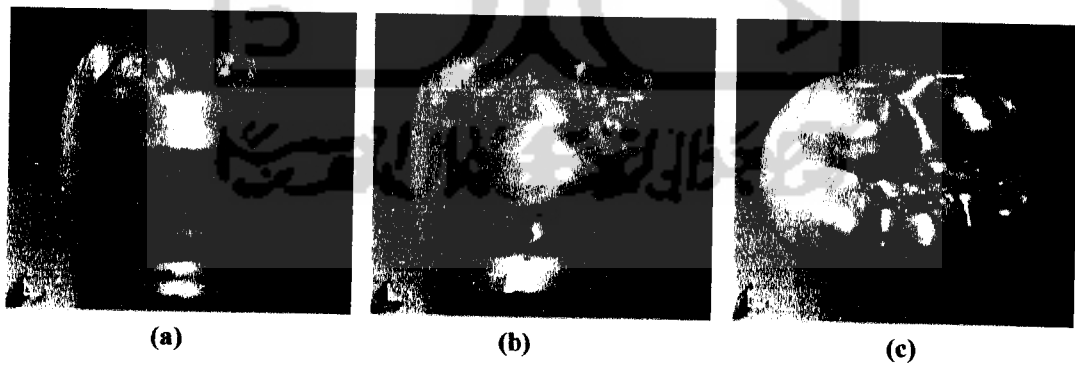


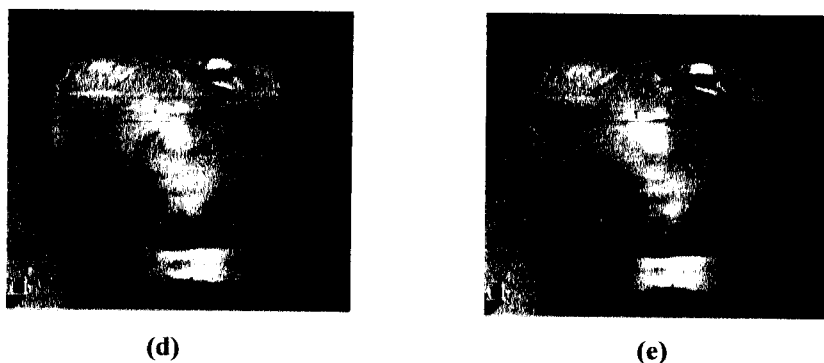
Gambar 4. 10 Pemotongan pada tiap sudutnya.

Gambar (a) *wireframe* pada tiap sudut yang dipotong enambelas buah garis.

Gambar (b) hasil *wireframe* pada tiap-tiap sudut yang dipotong kurva .

4. *Surface* yang dihasilkan pada percobaan ketiga. Dapat dilihat pada gambar 4.11.



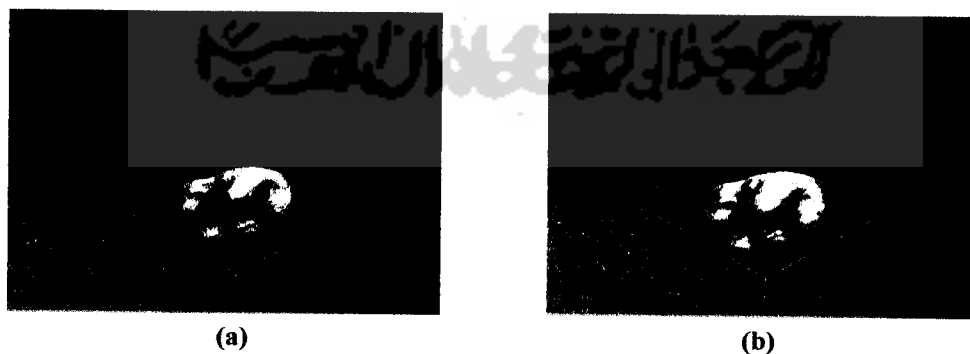


Gambar 4. 11 Hasil *surface* ketiga.

Gambar (a) *surface* sisi *mesial* atau tampak X. Gambar (b) *surface* sisi *bukal* atau tampak -Y. Gambar (c) *surface* sisi *oklusal* atau tampak Z. Gambar (d) *surface* sisi *distal* atau tampak -X. Gambar (e) *surface* sisi *lingual* atau tampak Y.

4.1.3 Analisis pembuatan simulasi cetakan

Proses pertama *roughing* jenis pahat yang digunakan *end mill* dengan diameter 3mm, *stepdown* sebesar 0.1mm dan *stepover* sebesar 1.5mm. Proses berikutnya *finishing*, proses pemesinan dilakukan pada bagian permukaan benda kerja hasil dari proses *roughing*, dimana pahat yang ujungnya berupa bola bergerak mengikuti permukaan benda kerja yang bertujuan memperhalus daerah permukaan, jenis pahat yang digunakan *ball nose* dengan diameter pahat 2mm dan *stepover* sebesar 0,1 mm. Hasil dapat dilihat pada gambar 4.12.



Gambar 4. 12 Hasil simulasi cetakan pada *PowerMILL*.

Gambar (a) Hasil proses pertama *roughing* (*end milling*). Gambar (b) Hasil proses berikutnya *finishing* (*surface countouring*).

Gambar (a) *wireframe*. Gambar (b) *wireframe* yang dipotong kurva sejajar sumbu X. Gambar (c) *wireframe* yang dipotong kurva sejajar sumbu Y. Gambar (d) *wireframe* yang dipotong kurva pada tiap sudutnya.

Pada percobaan ketiga hasil *surface* maksimal dan halus, bentuk mendekati geraham pertama kanan *mandibula* aslinya dan memenuhi prinsip dari geraham pertama kanan *mandibula*, pada penelitian ini menggunakan cara *wireframe* dipotong dengan kurva sejajar sumbu X, sejajar sumbu Y dan tiap sudutnya, dengan jarak potongan disesuaikan dengan jarak kedalaman pemakanan pada mesin *CNC*, yaitu 0,5mm. Hasil *surface* dapat dilihat pada gambar 4.15.



Tampak ISO 1

Gambar 4. 15 Hasil *surface* pemotongan *wireframe* sejajar sumbu X, Y dan tiap sudut.

Hal ini disebabkan karena :

1. Jarak *wireframe* yang dipotong antara tiap-tiap kurva, sama dengan jarak tiap-tiap alur pada *wireframe*, yaitu 0,5mm.
2. Karena adanya potongan kecil-kecil antara kurva dan *wireframe*, maka bentuk dari *surface* dapat mengikuti *wireframe*, sehingga hasil *surface* halus

dan diperoleh 3D CAD yang mendekati geraham pertama kanan *mandibula* aslinya.

4.2.3 Pembuatan simulasi cetakan

Dalam pembuatan cetakan ada dua tahap, yaitu *roughing* dan *finishing*. Pada proses *roughing* pahat yang digunakan adalah *end mill*, diameter pahat 3mm dengan *stepover* setengah dari diameter pahat yaitu 1,5mm dan *stepdown* sebesar 0.1mm. Tahap berikutnya *finishing*, bertujuan menghaluskan daerah permukaan. Pada proses *finishing* jenis pahat yang digunakan adalah *ball nosed*, diameter pahat 2mm dengan *stepover* sebesar 0,1 mm. Hasil simulasi cetakan dapat dilihat pada gambar 4.16.



Gambar 4. 16 Hasil simulasi cetakan pada *PowerMILL*.

Agar diperoleh hasil cetakan yang maksimal, maka dilakukan dua tahap yaitu *roughing* dan *finishing*. Pada proses *finishing* semakin kecil diameter pahat dan *stepover* yang digunakan semakin halus permukaan cetakan yang diperoleh.



DAFTAR PUSTAKA

- Delcam plc., 2002. Reference Manual "*PowerSHAPE*". Brimingham, B10 0HJ. England.
- Delcam plc., 2002. Reference Manual "*PowerMILL*". Brimingham, B10 0HJ. England.
- David Gibbs and Thomas M Crandell., 1991. "*Dasar-dasar Teknik Pemrograman CNC*". Departemen Rekayasa Teknologi Manufaktur, Ferris State University. By Industrial Press, New York.
- Risdiyono., 2004. "*Kuliah Pemrograman Mesin NC*". Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
- Purtojo., 2006. "*Modul Training PowerSHAPE*". Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
- Purtojo., 2006. "*Modul Training PowerMILL*". Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
- Haryanto A Gunandi dkk., 1991. "*Ilmu Geligi Tiruan Sebagai Lepas*". Jilid 1, Hipokrates, FKG Usakti.
- D.J. Neill, J.D.Walter., 1983. "*Geligi Tiruan Sebagai Lepas*". Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- R. Putz & R. Pabst. "*Sobotta Atlas Anatomi Manusia*". Edisi 21, Jilid 2, Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Jonh Ide Ingle, D.D.S., M.S.D., 1965. "*Endodontics*". Dean and Professor of Endodontics and Periodontics, University of Southern California School of Dentistry, Los Angeles, California., Lea & Febiger, Philadelphia.
- Mary Bath-Bolugh MS., 1997. "*Illustrated Dental Embryology Histology and Anatomy*". Anatomist and Histologist Faculty Biological and Healt Science, Washingtone. W.B. Saunders Company.
- Geoffrey C Van Beek B.D.S. & Anderson B.D.S., M.Sc., Ph.D., LDS., RSC., 1983. "*Dental Morphology an Illustrated Guide*" , Professor Mulut Universitas Bristol., Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Itjingsningsih WH., 1991. "*Anatomi GIGI*". Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Andriana S., 2002. "*Morfologi Gigi*". Modul Praktikum, FKG UGM.



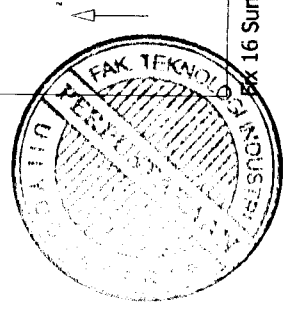
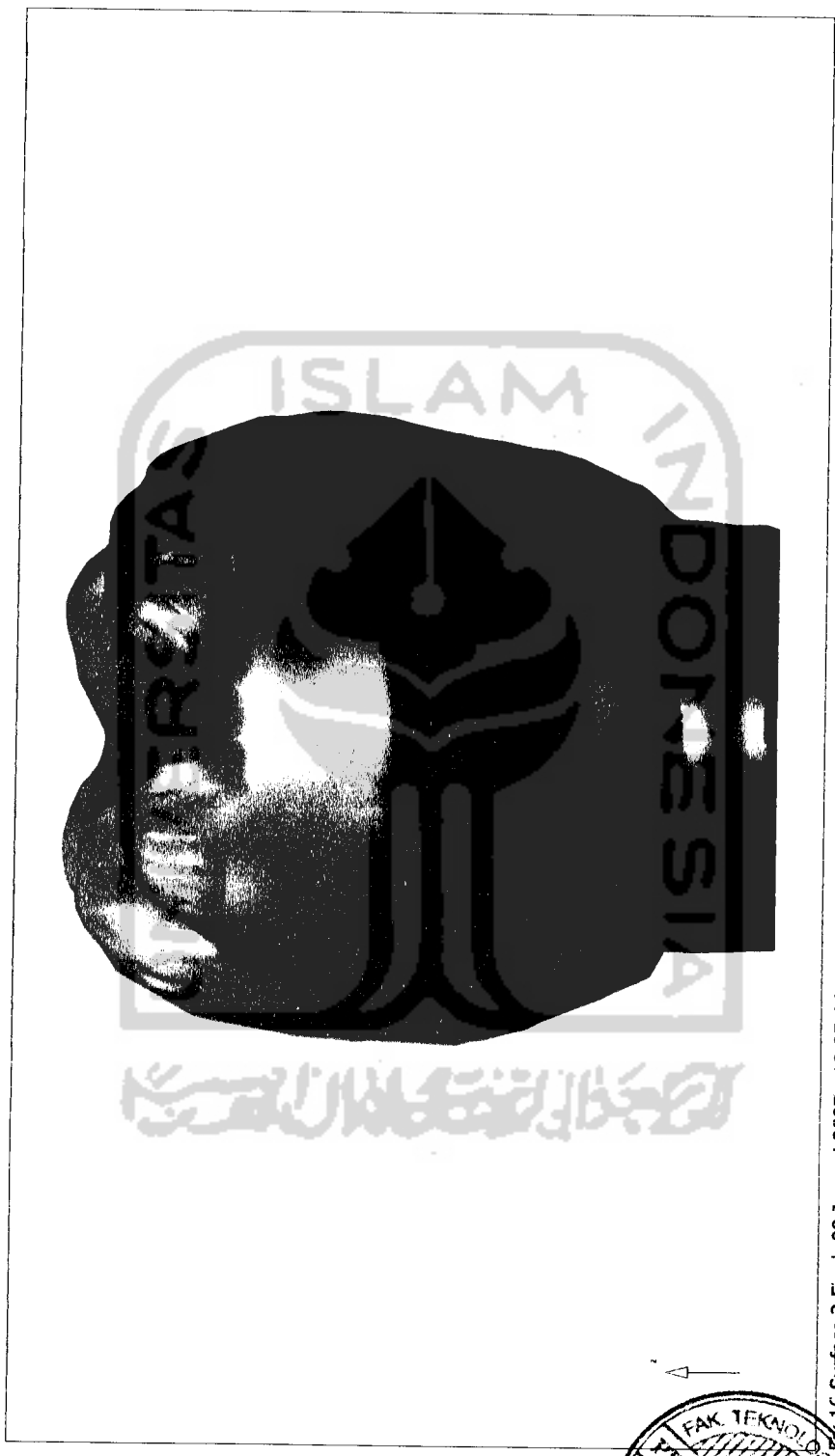
No.	Nama Bagian	Lampiran	Jumlah	Cat.
1	Molar Pertama	Oklusal	1	



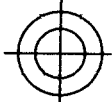
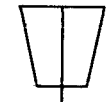
Fix 16 Surface 3 Final 08 Januari 2007 19:28:38

	SKALA : 1 : 1	DI GAMBAR :	Peringatan :
	SATUAN : Milli Meter	NO. GAMBAR :	
	TANGGAL :	DI SETUJUI :	
T.MESIN, UII			2007 A ₄

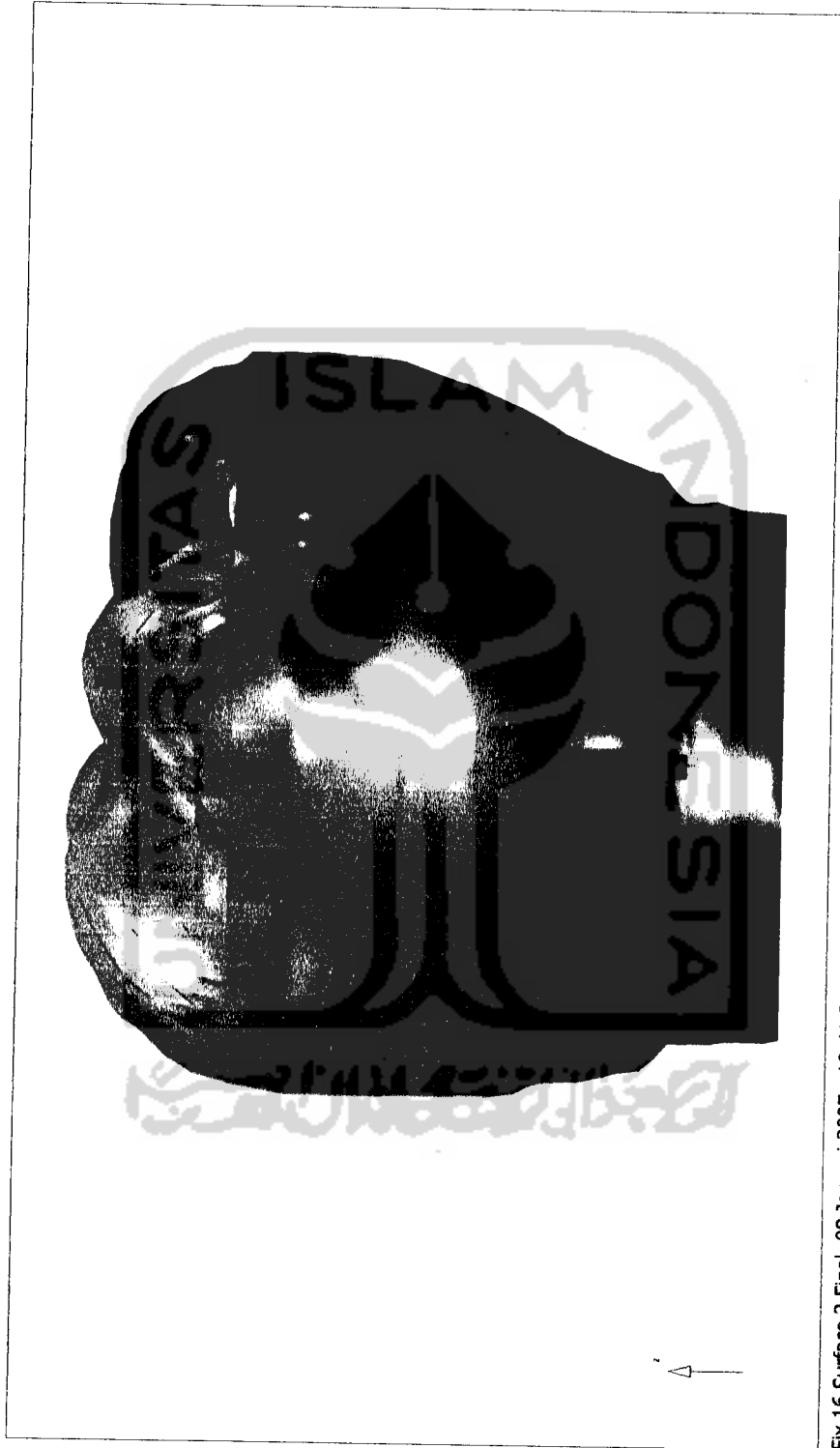
No.	Nama bagian	Jumlah	Cat.
1	Molar Pertama	Mesial	1



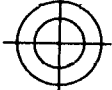

SK 16 Surface 3 Final 08 Januari 2007 19:37:06

 	SKALA : 1 : 1	DI GAMBAR :	Peringatan :
	SATUAN : Milili Meter	NO. GAMBAR :	
	TANGGAL :	DI SETUJUI :	
T.MESIN, UII		2007	A ⁴

No.	Nama bagian	Jumlah	Cat.
1	Molar Pertama	Bukal	1



Fix 16 Surface 3 Final 08 Januari 2007 19:41:31

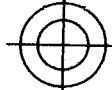

 	SKALA : 1 : 1	DI GAMBAR :	Peringatan :
	SATUAN : Milili Meter	NO. GAMBAR :	
	TANGGAL :	DI SETUJUI :	
T.MESIN, UII			2007 A ⁴

No.	Nama bagian	Jumlah	Cat.
1	Molar Pertama	Distal	1

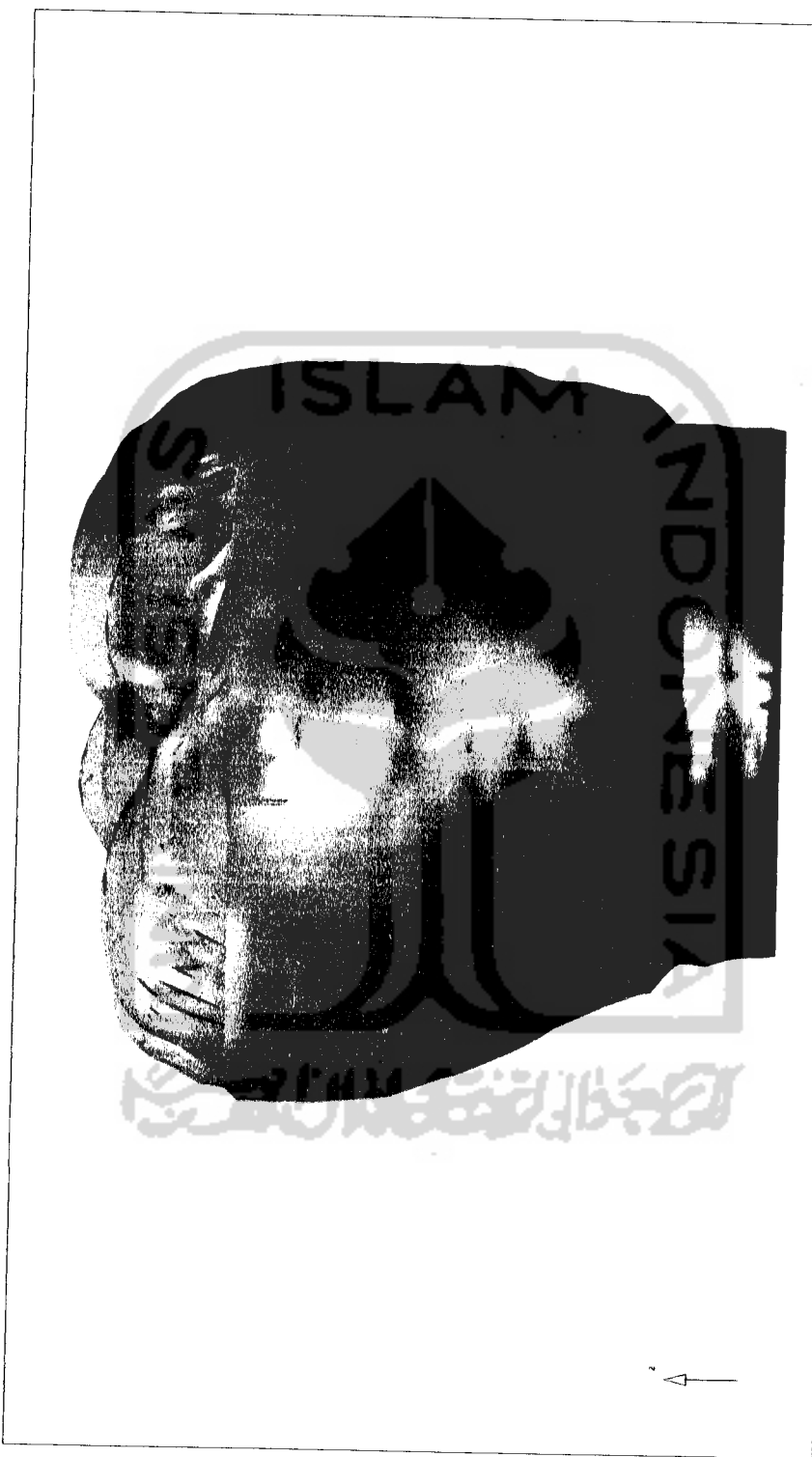


Fix 16 Surface 3 Final 08 Januari 2007 19:46:03



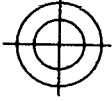
 	SKALA : 1 : 1	DI GAMBAR :	Peringatan :
	SATUAN : Milli Meter	NO. GAMBAR :	
	TANGGAL :	DI SETUJUI :	
T.MESIN, UII		2007	A 4

No.	Nama bagian	Jumlah	Cat.
1	Molar Pertama	Lingual	1



Fix 16 Surface 3 Final 08 Januari 2007 19:48:42



	SKALA : 1 : 1	DI GAMBAR :	Peringatan :
	SATUAN : Milli Meter	NO. GAMBAR :	
	TANGGAL :	DI SETUJUI :	
T.MESIN, UII			2007
			A 4



JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Sekretariat: Gd Fakultas Teknologi Industri UII Kampus Terpadu Lantai II Sayap Timur Jalan Kalitirang Km 14,4 Sleman 55001
 Telp. 0274-895287 ext 147 Fax. 0274-895007 ext 148 Hunting 0274-7498015

KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Hary Wibowo
 No. Mahasiswa : 00.525.020
 Pembimbing :

BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
Januari	I.	Pengoperasian <i>PowerSHAPE</i> Software	Pemahaman yang agak lama karena <i>software</i> yang dipakai <i>software</i> baru.	Kurangnya pengetahuan tentang <i>software PowerSHAPE</i> .	Dengan membaca modul saat training <i>PowerSHAPE</i>	1. 2.
	II.	Mempelajari geraham satu <i>mandibula</i>	Pemahaman yang kurang karena banyak istilah-istilah asing yang baru pada bidang kedokteran gigi.	Kurangnya pengetahuan tentang gigi.	Membaca dan melihat bentuk gigi geraham pada lab. Anatomi FKG UGM	1. 2.



JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Sekretariat: Gd Fakultas Teknologi Industri UII Kampus Terpadu Lantai II Sayap Timur Jalan Kaliurang Km 14,4 Sleman 55001
 Telp. 0274-895287 ext 147 Fax. 0274-895007 ext 148 Hunting 0274-7498015

KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Hary Wibowo
 No. Mahasiswa : 00.525.020
 Pembimbing :



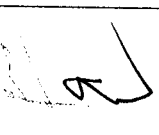

BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
Januari	III.	Menyetak gisum kebotol air mineral dan membuat prototype gigi geraham 1 rahang bawah dengan gysum. Yang Ke 1	Prototype gigi geraham bisa selesai pada akhirnya masih dikarenakan masih bingung dengan 5 pandangan pada gigi geraham.	Pada akar gigi geraham empat pandangan, dengan bentuk dan tonjolan yang berbeda-beda.	Jika dibuat sesuai dengan aslinya terlalu kecil dan susah, maka dibuat skala 4:1	1. 2.
	IV.	Menyetak gysum kebotol air mineral dan membuat prototype gigi geraham 1 rahang bawah dengan gysum. Yang Ke 2.	Prototype gigi geraham dari gysum bisa selesai dengan skala 6:1, tapi masih salah pada fisur atau pertemuan lengkung pada tonjolan jika dilihat tampak oklusal.	Kontur gigi setiap orang berbeda-beda, tapi tonjolan tampak oklusal sama ada lima.	Membuat lagi, dan menyetak lagi gypsum, membuat lagi gigi graham dan mengukirnya lebih hati-hati. Dengan melihat bentuk-bentuk gigi yang ada dibuku anatomi gig, modul praktikum FKG UGM dan buku endodontics.	1. 2.



JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Sekretariat: Gd Fakultas Teknologi Industri UII Kampus Terpadu Lantai II Sayap Timur Jalan Kaliurang Km 14,4 Sleman 55001
 Telp. 0274-895287 ext 147 Fax. 0274-895007 ext 148 Hunting 0274-7498015

KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Hary Wibowo
 No. Mahasiswa : 00.525.020
 Pembimbing :

BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
Februari	I.	Menyetak gisum kebotol air mineral dan membuat prototype gigi geraham 1 rahang bawah kanan dengan gisum. Dengan melihat bentuk gigi dibuku anatomi gigi, modul praktikum FKG UGM dan endodontics. Yang ke 3	Prototype gigi geraham dari gisum bisa selesai dengan skala 6:1, tapi masih banyak salah jika dilihat tampak <i>oklusal, distal, bukal, mesial</i> dan <i>lingual</i> .	Bentuk dan kontur gigi dari lima pandangan berbeda-beda	Membuat lagi, dan menyetak lagi gipsum, membuat lagi gigi geraham dan mengukirnya dengan pisau khusus gigi.	1.  2. 
	II.	Pengenalan dan pengoperasian <i>PowerMILL</i> software	Bisa menjalankan <i>software PowerMILL</i> pada prosedur umumnya dan dasarnya, dari memulai <i>PowerMILL</i> sampai simulasi <i>toolpath</i> .	Kurang bisa menguasai karena baru pertama kali pakai <i>software PowerMILL</i> .	Dengan membaca modul dan mengikuti instruktur saat training <i>PowerMILL</i> .	1.  2. 



KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR





Nama Mahasiswa : Hary Wibowo
 No. Mahasiswa : 00.525.020
 Pembimbing :

BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
Februari	III.	Menyetak ggsom kebotol air mineral dan membuat prototype gigi geraham 1 rahang bawah kanan dengan gisum. Yang ke 4	Prototype gigi geraham dari gyspum bisa selesai dengan skala 6:1, tapi masih salah jika dilihat tampak <i>oklusal, distal, bukal, mesial</i> dan <i>lingual</i> .	Bentuk dan kontur gigi dari lima pandangan berbeda-beda, gigi setiap orang juga beda.	Membuat lagi, dan menyetak lagi gipsum, membuat lagi gigi geraham dan mengukirnya dengan pisau khusus gigi dan ampelas dan melihat bentuk-bentuk gigi yang ada ditoko dan klinik.	1. 2.
	IV.	Menyetak gyspum kebotol air mineral dan membuat prototype gigi geraham 1 rahang bawah kanan dengan gipsum. dengan melihat dan membanding bentuk gigi yang ada di toko dan klinik gigi. Yang ke 5.	Prototype gigi geraham dari gipsum bisa selesai dengan skala 6:1, tapi masih kurang mendekati dari gigi sebenarnya jika dilihat tampak <i>oklusal, distal, bukal, mesial</i> dan <i>lingual</i> .	Bentuk dan kontur gigi dari lima pandangan berbeda-beda, gigi setiap orang juga beda tapi prinsip gigi setiap orang sama.	Membuat lagi, dan menyetak lagi gipsum, membuat lagi gigi geraham dan mengukirnya dengan pisau khusus gigi dan ampelas lebih hati-hati dan telaten.	1. 2.



KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Hary Wibowo
 No. Mahasiswa : 00.525.020
 Pembimbing :

BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
Maret	I.	Menyetak gisum kebotol air mineral dan membuat prototype gigi geraham 1 rahang bawah kanan dengan gisum. dengan melihat dan membanding bentuk gigi yang ada di toko dan klinik gigi. Yang ke 6	Prototype gigi geraham dari gisum bisa selesai dengan skala 6:1, tapi masih hampir mendekati dari gigi sebenarnya jika dilihat tampak <i>okusal, distal, bukal, mesial</i> dan <i>lingual</i> .	Bentuk dan kontur gigi dari lima pandangan berbeda-beda, gigi setiap orang juga beda tapi prinsip gigi setiap orang sama.	Menyetak lagi gipsum, membuat lagi gigi geraham 1 rahang bawah kanan dengan ukuran yang lebih kecil.	1.  2. 
	II.	Menyetak gisum kebotol air mineral dan membuat prototype gigi geraham 1 rahang bawah dengan ukuran lebih kecil dari sebelumnya. Yang ke 6	Prototype gigi geraham dari gisum bisa selesai dengan skala 4:1, hampir mendekati dari gigi sebenarnya jika dilihat tampak <i>okusal, distal, bukal, mesial</i> dan <i>lingual</i> .	Bentuk dan kontur gigi dari lima pandangan berbeda-beda, gigi setiap orang juga beda tapi prinsip gigi setiap orang sama.	Menyetak lagi gipsum, membuat lagi gigi geraham 1 rahang bawah kanan, tapi sebelumnya latihan bentuk dan morfologi gigi geraham dengan menggunakan malam	1.  2. 



JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Sekretariat: Gd Fakultas Teknologi Industri UJI Kampus Terpadu Lantai II Sayap Timur Jalan Kaliurang Km 14,4 Sleman 55001
Telp. 0274-895287 ext: 147 Fax. 0274-895007 ext: 148 Hunting 0274-7498015

KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Hary Wibowo
No. Mahasiswa : 00.525.020
Pembimbing :

BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
Maret	III.	Latihan membuat gigi geraham 1 rahang bawah kanan dengan malam	Prototype gigi geraham dari gipsium bisa selesai dengan skala 4:1,	Kontur gigi dari lima pandangan berbeda-beda, dengan menggunakan malam lebih mudah diperbaiki	Menyetak lagi gipsium, membuat lagi gigi geraham 1 rahang bawah kanan dengan malam	1. 2.

Pada minggu ke empat bulan maret dan minggu pertama bulan april cuti mengerjakan TA karena ada kakak yang nikah dimakasar.

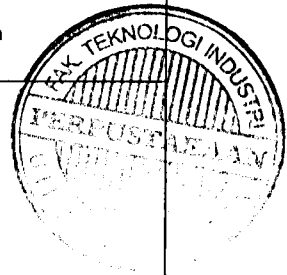


JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Sekretariat: Gd Fakultas Teknologi Industri UII Kampus Terpadu Lantai II Sayap Timur Jalan Kaliurang Km 14,4 Sleman 55001
 Telp. 0274-895287 ext 147 Fax. 0274-895007 ext 148 Hunting 0274-7498015

KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Hary Wibowo
 No. Mahasiswa : 00.525.020
 Pembimbing :

BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
April	II.	Menyetak 2 gisum kebotol air mineral dan membuat 2 prototype gigi geraham 1 rahang bawah kanan dengan gisum. dengan melihat dan membanding bentuk gigi yang ada di toko dan klinik gigi. Yang ke 7	Prototype gigi geraham dari gisum bisa selesai dengan skala 4:1, sudah mendekati dari gigi sebenarnya jika dilihat tampak <i>oklusal, distal, bukal, mesial</i> dan <i>lingual</i> .	Bentuk dan kontur gigi dari lima pandangan berbeda-beda, gigi setiap orang juga beda tapi prinsip gigi setiap orang sama.	Mengurangi lancip pada setiap tonjolan yang terlalu lebih, dan memotong akar untuk diambil mahkotanya saja	1. 2.
	III.	Mengurangi lancip dan memotong akar gigi geraham 1 rahang bawah	Gigi geraham 1 sekarang tinggal mahkotanya, tapi jika dilihat dari tampak <i>distal, bukal, mesial</i> dan <i>lingual</i> masih terlalu lancip	Bentuk gigi geraham diambil mahkotanya saja dikarenakan yang dinilai komersial tidak hanya masuk ke laboratorium praktikum	Mengurangi lancip pada setiap pandangan dengan amaplas dan pasau khusus gigi	1. 2.


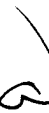




JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Sekretariat: Gd Fakultas Teknologi Industri UII Kampus Terpadu Lantai II Sayap Timur Jalan Kaliurang Km 14,4 Sleman 55001
Telp. 0274-895287 ext 147 Fax. 0274-895007 ext 148 Hunting 0274-7498015

KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Hary Wibowo
No. Mahasiswa : 00.525.020
Pembimbing :

BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
April	IV.	Mengurangi lancip pada mahkota gigi geraham 1 rahang bawah pada setiap pandangan dengan amaplas dan pasau khusus gigi	Lancip pada tamapak <i>distal</i> , <i>bukal</i> , <i>mesial</i> dan <i>lingual</i> pada mahkota gigi geraham sudut hilang.	Mahkota gigi ini diharapkan bernilai komersil dengan mengarahkan pada gigi palsu lepasan dengan acrylic	Mencari lebih banyak lagi conto-contoh pada toko klinik gigi dan informasi gigi yang disukai konsumen	1.  2. 

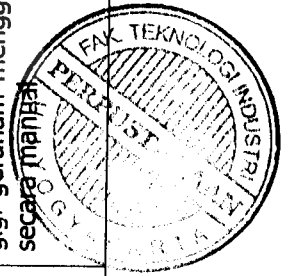


JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Sekretariat: Gd Fakultas Teknologi Industri UJI Kampus Terpadu Lantai II Sayap Timur Jalan Kaliurang Km 14,4 Sleman 55001
 Telp. 0274-895287 ext 147 Fax. 0274-895007 ext 148 Hunting 0274-7498015

KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Hary Wibowo
 No. Mahasiswa : 00.525.020
 Pembimbing :

BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
Mei	I.	Memperbanyak replika gigi geraham buatan manual, Replika gigi geraham dari gipsium dicetak dengan alginat, alginat yang telah membentuk cetakan gigi geraham, digunakan untuk cetak.	Stonegips hasil cetakan menggunakan alginat dengan master gigi geraham yang terbuat dari gypsum biasa hasil masih kurang, beda dengan master-nya.	Gipsium biasa keras, sedang alginat cepat kering. Jadi saat master ditarik bentuk cetakannya berubah.	Menggunakan master gigi geraham dengan bahan yang lebih lunak, dengan wax.	1. 2.
	II.	Mencetak wax menjadi bentuk silinder dan membuat master gigi geraham menggunakan wax secara manual	Mendekati gigi geraham aslinya dan sesuai dengan prinsip gigi geraham satu, mempunyai lima tonjolan.	Membuat dengan wax lebih mudah, karena lebih lunak dan jika salah bisa ditambal	Setiap terjadi kesalahan dalam pembuatan manual bisa ditambal dengan wax lainnya dengan cara ditambal.	1. 2.









JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Sekretariat: Gd Fakultas Teknologi Industri UII Kampus Terpadu Lantai II Sayap Timur Jalan Kaliurang Km 14,4 Sleman 55001
 Telp. 0274-895287 ext 147 Fax. 0274-895007 ext 148 Hunting 0274-7498015

KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Hary Wibowo
 No. Mahasiswa : 00.525.020
 Pembimbing :





BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
Mei	III.	Gigi geraham yang terbuat dari wax digunakan sebagai master, dengan menggunakan material <i>alginate</i> , <i>alginate</i> sudah membentuk cetakan gigi geraham, digunakan untuk mencetakan gigi geraham dengan material <i>stonegips</i>	Hasil cetakan menggunakan bahan <i>stonegips</i> , dengan bahan cetakan <i>alginate</i> , dan dengan master malam, hasilnya sesuai dengan master nya.	wax digunakan sebagai master, saat ditarik tidak merubah bentuk <i>alginate</i> yang sudah membentuk cetakan	Master gigi geraham, ditanam dalam gipsum untuk diambil contohnya dengan proses pemesinan.	1.  2. 
	IV.	Membuat cetakan gipsum berbentuk segiempat, untuk menanam master gigi geraham. Menanam master gigi kedalam gipsum berbentuk segi empat.	Master gigi geraham sudah tertanam dalam gipsum persegi.	Campuran antara gipsum air dan gipsum berpengaruh terhadap berat dan proses pengeringan.	Jika menanam master gipsum kedalam campuran air dan gipsum diperhatikan. Setelah gipsum kering bisa dilakukan proses pemesinan	1.  2. 



JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Sekretariat: Gd Fakultas Teknologi Industri UII Kampus Terpadu Lantai II Sayap Timur Jalan Kaliurang Km 14,4 Sleman 55001
 Telp. 0274-895287 ext 147 Fax. 0274-895007 ext 148 Hunting 0274-7498015

KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Hary Wibowo
 No. Mahasiswa : 00.525.020
 Pembimbing :





BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
Juni	I.	Proses pemesinan, pemakanan Gypsum persegi yang didalam nya ditanam <i>master</i> gigi geraham, yang terbuat dari <i>stonegips</i> . Dengan <i>master</i> gigi tampak <i>oklusal</i> dan <i>bukal</i> .	Foto alur gigi dalam <i>file JPEG</i> pemakanan setiap 0.5mm, Dengan <i>master</i> gigi tampak <i>oklusal</i> dan <i>bukal</i>	Dalam pengambilan gambar obyek harus dibersihkan sebelumnya. Posisi <i>tripod</i> kamera dengan obyek harus tegak lurus.	Digambar dengan <i>PowerSHAPE</i>	1.  2. 
	II.	Penacarian metode untuk gambar dengan <i>PowerSHAPE</i> yang man alur sudah diketahui dalam <i>file JPEG</i>	Dapat membuat <i>wireframe</i> , dengan titik, curva dan garis	Untuk gambar menggunakan referensi saat permesinan dan gambar harus tepat	Dicoba ulang dengan menggunakan referensi yang tepat	1.  2. 



JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Sekretariat: Gd Fakultas Teknologi Industri UII Kampus Terpadu Lantai II Sayap Timur Jalan Kaliurang Km 14,4 Sleman 55001
 Telp. 0274-895287 ext 147 Fax. 0274-895007 ext 148 Hunting 0274-7498015

KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Hary Wibowo
 No. Mahasiswa : 00.525.020
 Pembimbing :

BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
Juni	III.	Menggambar, <i>PowerSHAPE</i> dengan titik, garis, kurva dan dengan menggunakan referensi yang tepat tampak <i>bukal</i>	Mendapatkan sebuah alur dalam bentuk <i>wireframe</i> , tampak <i>bukal</i> .	Penggunaan referensi gambar yang tepat, menghasilkan bentuk <i>wireframe</i> sesuai dengan <i>master</i> gigi geraham.	Motong <i>wireframe</i> yang telah jadi dengan <i>plane</i> dan garis.	1.  2. 
	IV.	Motong <i>wireframe</i> yang telah jadi, tampak <i>oklusal</i> dan garis dan <i>plane</i> , lalu dihubungkan dengan kurva. Kemudian dibuat <i>composit curve</i> dan <i>disurface</i>	<i>Wireframe</i> yang sudah dipotong-potong, <i>composit curve</i> dan <i>disurface</i> sesuai dengan bentuknya.	Jika lekukan terlalu ekstrem, saat diambil <i>disurface</i> rata-rata. Solusi dilakukan pemotongan yang lebih kecil.	Gambar yang tampak <i>oklusal</i> .	1.  2. 









JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Sekretariat: Gd Fakultas Teknologi Industri UII Kampus Terpadu Lantai II Sayap Timur Jalan Kaliurang Km 14,4 Sleman 55001
 Telp. 0274-895287 ext 147 Fax. 0274-895007 ext 148 Hunting 0274-7498015

KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR





Nama Mahasiswa : Hary Wibowo
 No. Mahasiswa : 00.525.020
 Pembimbing :

BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
Juni	III.	Menggambar, <i>PowerSHAPE</i> dengan titik, garis, kurva dan dengan menggunakan referensi yang tepat tampak <i>bukal</i>	Mendapatkan sebuah alur dalam bentuk <i>wireframe</i> , tampak <i>bukal</i> .	Penggunaan referensi gambar yang tepat, menghasilkan bentuk <i>wireframe</i> sesuai dengan <i>master</i> gigi geraham.	Motong <i>wireframe</i> yang telah jadi dengan <i>plane</i> dan garis.	1.  2. 
	IV.	Motong <i>wireframe</i> yang telah jadi, tampak <i>oklusal</i> dan garis dan <i>plane</i> , lalu dihubungkan dengan kurva. Kemudian dibuat <i>composit curve</i> dan <i>disurface</i>	<i>Wireframe</i> yang sudah dipotong-potong, <i>composit curve</i> dan <i>disurface</i> sesuai dengan bentuknya.	Jika lekukan terlalu ekstrem, saat diambil <i>disurface</i> rata-rata. Solusi dilakukan pemotongan yang lebih kecil.	Gambar yang tampak <i>oklusal</i> .	1.  2. 



KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Hary Wibowo
 No. Mahasiswa : 00.525.020
 Pembimbing :

BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
Juli	I.	Menggambar, <i>PowerSHAPE</i> dengan titik, garis, kurva dan, dengan menggunakan referensi yang tepat Tampak <i>oklusal</i>	Mendapatkan sebuah alur dalam bentuk <i>wireframe</i> , tampak <i>oklusal</i> .	Penggunaan referensi gambar yang tepat, menghasilkan bentuk <i>wireframe</i> sesuai dengan <i>master</i> geraham <i>master</i> gigi	Motong <i>wireframe</i> yang telah jadi dengan <i>plane</i> dan garis	1.  2. 
	II.	Motong <i>wireframe</i> yang telah jadi, tampak <i>oklusal</i> dan garis dan <i>plane</i> , lalu dihubungkan dengan kurva. Kemudian dibuat <i>composit curve</i> dan <i>disurface</i>	<i>Wireframe</i> yang sudah dipotong-potong, <i>composit curve</i> dan <i>disurface</i> sesuai dengan bentuknya.	Untuk mendapatkan hasil yang maksimal, dilakukan pemongan yang lebih kecil.	Mencoba <i>surface</i> yang tampak oklusal, dipotong vertical dan horisonal, untuk dibandingkan hasilnya.	1.  2. 

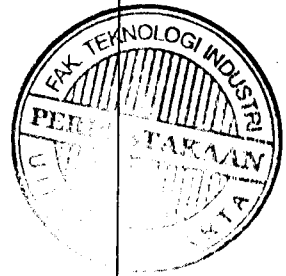


JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Sekretariat: Gd Fakultas Teknologi Industri UII Kampus Terpadu Lantai II Sayap Timur Jalan Kaliurang Km 14,4 Sleman 55001
 Telp. 0274-895287 ext 147 Fax. 0274-895007 ext 148 Hunting 0274-7498015

KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Hary Wibowo
 No. Mahasiswa : 00.525.020
 Pembimbing :

BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
Juli	III.	Mencoba <i>surface</i> yang tampak <i>oklusal</i> , dipotong vertical dan horisonal, untuk dibandingkan hasilnya.	<i>Wireframe</i> yang sudah dipotong-potong, <i>composit curve</i> dan <i>disurface</i> sesuai dengan bentuk <i>master</i> gigi geraham yang ditanam. Hasil sudah mendekati aslinya.	Potongan yang lebih kecil dibagian-bagian lekukan mudah <i>disurface</i> .	Mengerjakan penulisan untuk bab 1 dan 2	1. 2.
	IV.	Penulisan Bab 1 dan Bab 2	Penulisan Bab1 dan Bab 2 bisa selesai dengan referensi buku <i>endodontic</i> , modul drg. Andriana kuliah anatomi UGM, manual <i>PowerSHAPE</i> , jurnal dari <i>WEB</i> .	Kesulitan mencari materi yang sesuai dengan metode	Mencari materi yang lebih banyak lagi, baik buku dan jurnal dari <i>Web</i> .	1. 2.





JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Sekretariat: Gd Fakultas Teknologi Industri UII Kampus Terpadu Lantai II Sayap Timur Jalan Kaliurang Km 14,4 Sleman 55001
 Telp. 0274-895287 ext 147 Fax. 0274-895007 ext 148 Hunting 0274-7498015

KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Hary Wibowo
 No. Mahasiswa : 00.525.020
 Pembimbing :

BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
Agustus	I.	Penulisan Bab 3	Penulisan Bab 3 bisa selesai dengan referensi buku endodontic, modul drg. Andriana kuliah anatomi UGM, Buku Elemen Mesin, manual PowerSHAPE, jurnal dari WEB.	Penulisan mengalami kesulitan materi dalam metode.	Perbaikan Bab 1 dan 2, salah total. Mencari materi lebih banyak lagi, dari buku-buku dan jurnal-jurnal WEB.	1. 2.
	II.	Penulisan Bab 2 dan judul laporan tugas akhir.	Penulisan Bab 2 bisa selesai dengan referensi buku Sobotta 1, endodontic, modul drg. Andriana kuliah anatomi UGM, buku Illustrated dental embryology histology and anatomy, buku morfologi gigi dan anatomi fungsional dari sistem pengunyahan dan jurnal dari WEB.	Kesulitan pencarian jurnal-jurnal dari WEB karena keterbatasan istilah istilah gigi untuk pencarian.	Perbaikan Bab 3, tidak sesuai dengan diagram alir.	1. 2.



JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Sekretariat: Gd Fakultas Teknologi Industri UII Kampus Terpadu Lantai II Sayap Timur Jalan Kaliurang Km 14,4 Sleman 55001
 Telp. 0274-895287 ext 147 Fax. 0274-895007 ext 148 Hunting 0274-7498015

KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR





Nama Mahasiswa : Hary Wibowo
 No. Mahasiswa : 00.525.020
 Pembimbing :

BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
Agustus	III.	Perbaikan penulisan Bab 1, 2 dan 3, tidak sesuai dengan diagram alir.	Perbaikan Bab 1 dan 2 dapat selesai sesuai dengan catatan revisi dari pembimbing dua	kesulitan dalam memilih mencari materi tentang gigi.	Perbaikan Bab 3	1. 2.
	IV.	Perbaikan penulisan Bab 3, tidak sesuai dengan diagram alir.	Perbaikan Bab 3 dapat selesai sesuai dengan catatan revisi dari pembimbing dua	Keterbatasan dalam penulisan tentang perancangan produk, dikarenakan pembuatan produk belum selesai	Mencoba gambar lagi M1 kahan mandbula	1. 2.



KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Hary Wibowo
 No. Mahasiswa : 00.525.020
 Pembimbing :

BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
September	I.	Menggambar, <i>PowerSHAPE</i> dengan titik, garis, curva dan, dengan menggunakan referensi yang tepat Tampak <i>oklusal</i>	Mendapatkan sebuah alur dalam bentuk <i>wireframe</i> , tampak <i>oklusal</i> .	Penggunaan referensi gambar yang tepat, menghasilkan bentuk <i>wireframe</i> sesuai dengan <i>master</i> geraham <i>master</i> gigi	Motong <i>wireframe</i> yang telah jadi dengan lima belas garis.	1.  2. 
	II.	Motong <i>wireframe</i> yang telah jadi, tampak <i>oklusal</i> dengan lima belas garis, lalu dihubungkan dengan kurva. Kemudian dibuat <i>composit curve</i> dan <i>disurface</i>	<i>Wireframe</i> yang sudah dipotong-potong, <i>composit curve</i> dan <i>disurface</i> sesuai dengan bentuknya .	Pada sisi <i>oklusal</i> banyak tampilan lubang	Mencoba <i>surface</i> yang tampak <i>oklusal</i> , dipotong <i>vertical</i> dan horisonal, untuk dibandingkan hasilnya.	1.  2. 



JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Sekretariat: Gd Fakultas Teknologi Industri UII Kampus Terpadu Lantai II Sayap Timur Jalan Kaliurang Km 14,4 Sleman 55001
 Telp. 0274-895287 ext 147 Fax. 0274-895007 ext 148 Hunting 0274-7498015

KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Hary Wibowo
 No. Mahasiswa : 00.525.020
 Pembimbing :

BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
September	III.	Mencoba <i>surface</i> yang tampak sisi <i>oklusal</i> , dengan membuat banyak garis Bantu untuk motong <i>wireframe</i>	Lima tonjol sisi <i>oklusal</i> masih terlalu lancip	Hal ini disebabkan masih lekukan, dengan kurva masih belum beraturan	Mencoba ulang potongan pada <i>wireframe</i> dengan kurva.	1. 2.
	IV.	Motong <i>wireframe</i> yang telah jadi, tampak <i>oklusal</i> dengan lima belas garis, lalu menambahkan kurva yang memotong pada tiap tonjolan dan <i>fisura</i>	Jika dilihat pada tampak bukal dan lingual tiga tonjol pada sisi bukal masih terlalu lancip.	Kurangnya kurva yang memotong tiap-tiap tonjol pada tonjol	Mencoba ulang potongan pada <i>wireframe</i> dengan kurva kemudian <i>disurface</i> .	1. 2.





JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Sekretariat: Gd Fakultas Teknologi Industri UII Kampus Terpadu Lantai II Sayap Timur Jalan Kaliurang Km 14,4 Sleman 55001
 Telp. 0274-895287 ext 147 Fax. 0274-895007 ext 148 Hunting 0274-7498015

KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Hary Wibowo
 No. Mahasiswa : 00.525.020
 Pembimbing :

BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
Oktober	I.	Motong <i>wireframe</i> yang telah jadi, dengan lima belas garis, lalu menambahkan kurva yang memotong pada tiap tonjolan dan <i>fisurra</i>	<i>Surface</i> geraham satu kanan mandibula dapat selesai	Lereng pada tiap tonjol kurang landai	Memotong ulang dengan kurva dan mengulangi <i>surface</i>	1. 2.
	II.	Memotong ulang dengan kurva, kemudian di composite curve lalu di <i>surface</i> .	<i>Surface</i> geraham satu kanan mandibula dapat selesai	Lereng pada tiap tonjol masih kurang landai	Pada sisi <i>oklusa</i> dicoba dibuat potongan lebih banyak atau kurva-kurva bantu sebelum <i>disurface</i>	1. 2.



KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Hary Wibowo
 No. Mahasiswa : 00.525.020
 Pembimbing :

BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
Oktober	III.	Pada sisi <i>oklusal</i> dibuat potongan lebih banyak atau kurva-kurva bantu sebelum <i>disurface</i>	<i>Surface</i> geraham satu kanan mandibula dapat selesai, <i>surface</i> kecil-kecil pada sisi oklusal mengakibatkan banyak tampilan yang berlubang	<i>Surface</i> dilakukan pada potongan kecil-kecil	Mencoba memotong <i>wireframe</i> searah sumbu X, Y dan tiap-tiap sudut	1. 2.
	IV.	Membuat Curva yang searah sumbu searah sumbu X dan Y	Curva yang searah sumbu X dapat diselesaikan.	Pada saat pembuatan kurva di bagian <i>wireframe</i> yang menonjol agak sedikit rumit.	Membuat kurav yang memotong searah sumbu Y dan tiap-tiap sudut	1. 2.

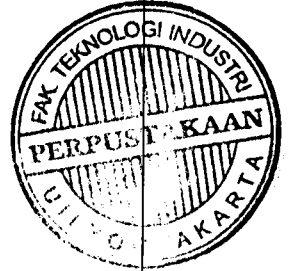


JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Sekretariat: Gd Fakultas Teknologi Industri UII Kampus Terpadu Lantai II Sayap Timur Jalan Kaliurang Km 14,4 Sleman 55001
 Telp. 0274-895287 ext 147 Fax. 0274-895007 ext 148 Hunting 0274-7498015

KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Hary Wibowo
 No. Mahasiswa : 00.525.020
 Pembimbing :

BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
November	I.	Membuat memotong sumbu searah sumbu Y dan tiap sudut	Curva yang searah sumbu Y dan tiap sudut dapat diselesaikan.	Pada saat pembuatan kurva di bagian wireframe yang menonjol agak sedikit rumit.	Membuat surface	1. 2.
	II.	Membuat surface, membuat cetakan di PowerMILL	Surface dan cetakan dapat selesai	Pemakaian pahat yang kecil dan stepover semakin kecil pada proses finishing akan memperoleh jhasil yang halus	Persiapan seminar	1. 2.





JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Sekretariat: Gd Fakultas Teknologi Industri UII Kampus Terpadu Lantai II Sayap Timur Jalan Kaliurang Km 14,4 Sleman 55001
 Telp. 0274-895287 ext 147 Fax. 0274-895007 ext 148 Hunting 0274-7498015

KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Hary Wibowo
 No. Mahasiswa : 00.525.020
 Pembimbing :

BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
November		Persiapan seminar, pembuatan makalah dan powerpoint untuk presentasi	Seminar dapat dilaksanakan pada minggu ketiga november		Penulisan Bab 1, 2 dan 3.	1.
	III.					2.
November		Perbaikan Penulisan Bab 1, 2 dan 3.	Perbaikan bisa selesai.	Pemilihan kalimat atau istilah-istilah yang bisa dimengerti mahasiswa kedokteran gigi dan mesin	Penulisan Bab 4 dan 5	1.
	IV.					2.



JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Sekretariat: Gd Fakultas Teknologi Industri UII Kampus Terpadu Lantai II Sayap Timur Jalan Kaliurang Km 14,4 Sleman 55001
Telp. 0274-895287 ext 147 Fax. 0274-895007 ext 148 Hunting 0274-7498015

KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Hary Wibowo
No. Mahasiswa : 00.525.020
Pembimbing :

BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
Desember	I.	Perbaikan Penulisan Bab 1, 2, 3, 4 dan 5	Perbaikan dapat diselesaikan.	Pada bab 3 laporan dibuat ringkas	Perbaikan laporan sesuai catatan revisi dari pembimbing satu dan dua	1. 2.
	II.	Perbaikan laporan sesuai catatan revisi dari pembimbing satu dan dua	Perbaikan dapat diselesaikan.	Pada penulisan laporan dibuat ingkrah dan padat	Pembuatan laporan lengkap, cover, halaman pengesahan dan lain-lain	1. 2.

