

**DESAIN REPLIKA TULANG ZYGOMATICUM DENGAN  
METODE COMBINING THE GROOVES SECTION**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai salah satu syarat  
Untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin



Oleh :  
Nama : Purwo Agung Wicaksono  
NIM : 00525071



**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2007**

## LEMBAR PENGESAHAN

### DESAIN REPLIKA TULANG ZYGOMATICUM DENGAN METODE COMBINE THE GROOVES SECTION

Oleh :

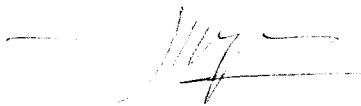
Nama : Purwo Agung Wicaksono

NIM : 00525071

Jogjakarta, ..... Desember 2006

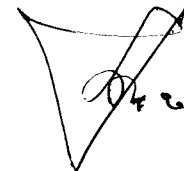
Menyetujui

Pembimbing 1



( Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng )

Pembimbing 2



( Dr. Zainuri Sabta Nugraha )

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**  
**DESAIN REPLIKA TULANG ZYGOMATICUM DENGAN METODE**  
**COMBINING THE GROOVES SECTION**

**TUGAS AKHIR**

Oleh :

Nama : **Purwo Agung Wicaksono**

No. Mahasiswa : **00 525 071**



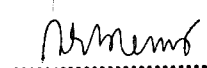
Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin  
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

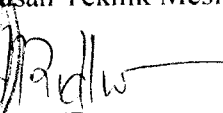
Yogyakarta, Januari 2007

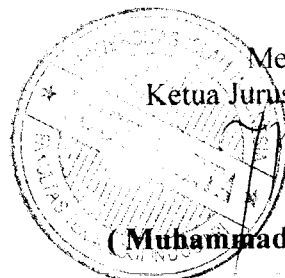
Tim Penguji  
**Ir. Paryana Puspaputra M.Eng.**  
Ketua

**Muhammad Ridlwan ST. MT.**  
Anggota I

**Agung Nugroho Adi ST. MT.**  
Anggota II

  
.....  
  
.....  
  
.....

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin  
  
(**Muhammad Ridlwan ST. MT.**)





*“Kupersembahkan karyaku ini untuk;  
Papa dan Mama yang selalu memberikan kasih  
dan sayangnya kepadaku sepanjang masa  
Adik-adikku, Iik, Ukon dan Iis  
yang selalu mendoakan dan menjadi teman baikku di rumah  
widjayanti Wardhani yang selalu memberikan dukungan  
dikala suka maupun duka  
dikala jauh maupun dekat  
Terima kasih untuk cinta kalian kepadaku  
Dan Sahabat-sahabat terbaikku  
Yang Menyegarkan hari-hariku”*



## MOTTO

**Kita adalah apa yang kita kerjakan berulang kali. Dengan demikian, kecemerlangan bukan tindakan, tetapi kebiasaan.  
(Aristoteles)**

**"Banyak bersikap diam adalah keindahan yang menghiasi orang yang berakal dan rahasia yang menutup-nutupi orang bodoh"  
(Ulama)**

Bersabarlah kepada setiap orang, tetapi lebih bersabarlah kepada dirimu sendiri. Janganlah gelisah karena ketidaksempurnaanmu, dan bangunlah selalu dengan perkasa dari suatu kejatuhan

**Orang yang luar biasa itu sederhana dalam ucapan, tetapi hebat dalam tindakan**

**Sahabat sejati bukan memberi pada saat orang meminta, ia mempunyai mata pandang yang mampu menembus relung kebisuan sahabatnya. Ia memberi tanpa kata-kata, tanpa menepuk dada.**

**"Segala upaya yang dibangun dengan keikhlasan dan kerja keras, tidak terlupakan dari sikap dengki dan cemoohan orang lain yang memang terjangkiti penyakit dengki, namun apabila kita yakin hanya kepada Allah, maka Allah akan senantiasa menolong hamba-hambanya yang ikhlas berjuang." (Aa Gym)**

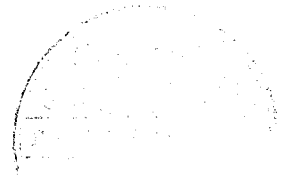
Tuntutlah ilmu, tetapi tidak melupakan ibadah, dan kerjakanlah ibadah, tetapi tidak melupakan ilmu (Hasan al-Bashri)

"Wanita itu dinikahi karena 4 hal : karena kecantikannya, karena keturunannya, karena kekayaannya, dan karena agamanya. Menangkanlah dengan memilih agamanya maka taribat yadaaka (kembali kepada fitrah atau beruntung)."  
(HR. Al-Bukhari, Muslim, dan lain-lain)

Semangat tanpa pengetahuan sama dengan api tanpa cahaya.

Setiap manusia rindu untuk mencintai dan dicintai.

Takluk namun tidak menyerah itulah kemenangan.



## KATA PENGANTAR



Assalaamu'alaikum Wr.Wb.

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah membrikan rahmat, hidayah dan karunia-Nya, schingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, beserta para keluarga, sahabat dan para pengikutnya.

Tugas Akhir dengan judul “DESAIN REPLIKA TULANG ZYGOMATICUM DENGAN METODE COMBINE THE GROOVES SECTION” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri , Universitas Islam Indonesia.

Penulis sangat menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini akan tidak terselesaikan dengan baik tanpa bantuan moral maupun material dari berbagai pihak. Atas segala bantuan yang diberikan kepada penulis, baik berupa bimbingan, dorongan, kerjasama, fasilitas maupun kemudahan lainnya maka pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya dan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Fathul Wahid, ST, Msc, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak M. Ridlwan, ST., MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir.Paryana Puspaputra M.Eng, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir I
4. Bapak Dr. Zainuri Sabta Nugraha, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir II.
5. Bapak dan Ibu Dosen serta karyawan FTI UII yang telah membimbing dan membantu baik kegiatan akademis maupun administratif.

6. Bapak dan Ibu, adik - adikku atas dukungan baik lahir maupun batin dalam penyelesaian tugas akhir ini. Seluruh keluarga dengan segala dukungan dan doanya.
7. Anak-anak angkatan 2000 : Febry, Wawan, Said, Nanu, Yusron, Fatul, Agung, Karsono, untuk persahabatan yang kalian berikan.
8. Serta semua temen-temen Jurusan Teknik Mesin UII.
9. Seluruh rekan-rekan yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu atas bantuannya hingga terselesaikannya tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, ini tidak lepas dari kurangnya pengetahuan penulis, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca demi kemajuan penulis di masa mendatang.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat dan membantu mengembangkan ilmu pengetahuan penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

*Wassalaamu'alaikum Wr.Wb.*

Jogjakarta, Januari 2007

Penulis

Purwo Agung Wicaksono



### *Abstraksi*

*Di bidang kedokteran ilmu anatomi tubuh manusia harus di kuasai oleh mahasiswa kedokteran maupun praktisi medis yang dalam pembelajarannya terkadang membutuhkan model/replika sebagai sarana pendidikan. Perkembangan bioteknologi yang pesat memungkinkan untuk merancang replica bagian tulang tubuh dengan ketelitian bentuk yang mendekati dengan bentuk aslinya.*

*Kemajuan teknologi selalu bersaing dalam hal pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Salah satu contoh adalah kemajuan dalam teknologi industri manufaktur. Aplikasi teknologi manufaktur ini dapat digunakan dalam desain replika tulang zygomaticum. PowerSHAPE merupakan software yang canggih dalam mendesain bentuk bentuk dari replika tulang zygomaticum. Tujuan dari penelitian ini adalah dapat membuat desain replika tulang zygomaticum dengan ketelitian yang tinggi sehingga hasil desain sesuai dengan bentuk tulang zygomaticum. Untuk mendapatkan hasil desain replika yang baik maka digunakan metode combined the grooves section dengan bantuan mesin CNC milling Roland MDX-20.*

*Harapan setelah melakukan tugas akhir ini adalah dapat memberikan suatu pemikiran yang baru dalam proses desain replika tulang zygomaticum yang mempunyai bentuk yang sangat kompleks dan hasilnya dapat berguna sebagai tambahan referensi untuk melakukan penelitian yang selanjutnya.*

*Kata kunci : PowerSHAPE, os zygomaticum, desain, combining the grooves section.*

## DAFTAR ISI

Halaman judul	i
Lembar pengesahan pembimbing	ii
Lembar pengesahan penguji	iii
Halaman persembahan	iv
Halaman motto	v
Kata pengantar	vi
Abstraksi	vii
Daftar isi	viii
Daftar gambar	x
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
1.1 latar belakang masalah	1
1.2 rumusan masalah	2
1.3 batasan penelitian	2
1.4 tujuan penelitian	2
1.5 manfaat penelitian	3
1.6 sistematika penulisan	3
<b>BAB 2. LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Tulang ( <i>Bone/os</i> )	4
2.2 <i>Os zygomaticum</i>	14
2.3 <i>PowerSHAPE</i>	15
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Materi Penelitian	19
3.2 Bahan dan Alat	20
3.3 Tahap – tahap Perancangan	22
3.3.1 Langkah-langkah Pemodelan tulang zygomaticum	23
3.3.2 Pembuatan Tripod Kamera	24
3.3.3 Pembuatan simulasi program pemesinan	25

3.4	Proses Pemesinan	28
3.4.1	Persiapan pemesinan	28
3.4.2	Mengatur Titik Nol	29
3.4.3	Proses Transfer Data	29
3.4.4	Proses Pemesinan	30
3.5	Proses Pendesainan	31
3.5.1	Pentransferan Gambar	31
3.5.2	Pengulangan Alur	32
3.5.3	Pembuatan <i>Surface</i>	32
3.6	Data Percobaan	35
3.6.1	Hasil Percobaan	35
<b>BAB 4. ANALISA DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Pembuatan Kurva Tulang <i>Zygomaticum</i>	40
4.2	Desain Produk	42
4.3	Proses Pemesinan	50
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan	53
5.2	Saran	53

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Os libia</i> dan <i>os tulna</i>	5
Gambar 2.2 <i>Vertebral column</i>	5
Gambar 2.3 <i>Vertebra prominens</i>	6
Gambar 2.4 <i>Bones of hand, finger</i>	6
Gambar 2.5 <i>Neurocranium</i>	7
Gambar 2.6 <i>Viscerocranium</i>	7
Gambar 2.7 <i>Os. frontale</i>	8
Gambar 2.8 <i>Os. parietale</i>	8
Gambar 2.9 <i>Os. temporale</i>	8
Gambar 2.10 <i>Os. sphenoidale</i>	9
Gambar 2.11 <i>Os. occipitalis</i>	9
Gambar 2.12 <i>Os. ethmoidalis</i>	9
Gambar 2.13 <i>Os. maksilare</i>	10
Gambar 2.14 <i>Os. palatinum</i>	10
Gambar 2.15 <i>Os. nasale</i>	ii
Gambar 2.16 <i>Os. lacrimale</i>	11
Gambar 2.17 <i>Os. zygomaticum</i>	11
Gambar 2.18 <i>Os. concha nasalis inferior</i>	12
Gambar 2.19 <i>Vomer</i>	12
Gambar 2.20 <i>Os. mandibulare</i>	12
Gambar 2.21 <i>Os zygomaticum</i> sebelah kiri luar dan dalam	13
Gambar 2.22 Tulang-tulang tengkorak	14
Gambar 2.23 <i>Layout PowerSHAPE</i>	14
Gambar 2.24 <i>label editor</i>	16
Gambar 3.1 Mesin CNC tipe <i>Engraving Machining MDX 20</i>	18
Gambar 3.2 <i>Silikon rubber</i>	19
Gambar 3.3 <i>Wax</i>	19
Gambar 3.4 diagram alir	22

Gambar 3.5 Tripod untuk kamera	25
Gambar 3.6 Tampilan <i>ArtCAM.JewelSmith</i>	25
Gambar 3.7 Tampilan <i>size for a new model</i>	26
Gambar 3.8 <i>Shape editor</i>	26
Gambar 3.9 Desain kotak yang telah jadi	27
Gambar 3.10 Tampilan <i>z level roughing</i>	27
Gambar 3.11 Tampilan <i>save toolpaths as *.md2</i>	28
Gambar 3.12 Bagan <i>ArtSpool</i>	30
Gambar 3.13 <i>Primitif plane</i>	31
Gambar 3.14 Label hasil pemotretan	31
Gambar 3.15 Penyusunan alur dengan garis referensi	32
Gambar 3.16 Garis kotak – kotak dan perpotongan <i>wireframe</i>	33
Gambar 3.17 Garis perpotongan	34
Gambar 3.18 Pembuatan <i>composite curve</i>	34
Gambar 3.19 <i>Surface</i> yang telah jadi	35
Gambar 3.20 hasil alur	35
Gambar 3.21 Hasil percobaan 52x pemakanan	38
Gambar 3.22 Alur yang telah tersusun dengan rapi	38
Gambar 3.23 Hasil <i>wireframe</i>	39
Gambar 4.1 <i>Plane primitive</i>	42
Gambar 4.2 <i>Import foto</i>	42
Gambar 4.3 Garis bantu	43
Gambar 4.4 Pembuatan alur	43
Gambar 4.5 <i>Dialog box layer</i>	44
Gambar 4.6 <i>Wireframe</i>	44
Gambar 4.7 Penggunaan <i>single line</i>	45
Gambar 4.8 Penggunaan garis	46
Gambar 4.9 <i>Curve</i> pemotong <i>wireframe</i>	47
Gambar 4.10 <i>Create a composite curve</i>	48
Gambar 4.11 <i>Wireframe</i> yang akan dibentuk <i>surface</i>	48
Gambar 4.12 <i>Surface</i> yang terbentuk	49

Gambar 4.13 <i>Edit surface</i>	49
Gambar 4.14 Model tulang <i>zygomaticum</i>	50
Gambar 4.15 <i>PowerMILL</i>	51
Gambar 4.16 Gerakan pahat dan hasil potongan cetakan	52

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Di dalam dunia kedokteran terdapat ilmu yang mempelajari tentang anatomi tubuh yang didalamnya mempelajari bentuk dan struktur tulang. Tulang adalah salah satu bagian terpenting dari susunan anatomi tubuh, dimana fungsi tulang adalah sebagai penyangga organ tubuh.

Salah satu jenis tulang yang dikenal adalah tulang *zygomaticum*. Bagian ini berfungsi sebagai penghubung antara sendi *mandibula*, *proc.condylaris* dan *porus acusticus externus*, yang terletak di dua sisi bagian tengkorak kepala manusia yaitu sisi kanan dan kiri depan.

Tulang *zygomaticum* pada setiap manusia mempunyai bentuk yang berbeda-beda, tergantung bentuk tengkoraknya. Untuk tulang *zygomaticum* pada orang barat yang mayoritas mempunyai tulang yang besar dan panjang. Berbeda dengan orang timur yang mempunyai tulang *zygomaticum* yang bentuknya sedikit kecil dan sedikit pendek dari orang barat. Pada setiap bentuk tulang *zygomaticum* yang berbeda-beda itu terdapat lekukan atau relief yang mempunyai fungsi dan letak yang sama sebagai fungsi sambungan dan fungsi letak otot atau *tendo*. Karena setiap manusia mempunyai bentuk tulang yang berbeda-beda, maka pendesainan replika tulang *zygomaticum* dibutuhkan ketelitian yang baik dari bentuk tulang yang asli.

Pendesainan replika tulang *zygomaticum* membutuhkan informasi letak dan bentuk yang tepat. Untuk dapat mendesain replika tulang *zygomaticum* dengan baik, maka digunakan metode *combining the grooves section* yaitu dengan menyusun bagian dari gambar-gambar yang telah difoto dengan mengubah bentuk format gambar JPEG ke dalam bentuk format *PowerSHAPE document* sehingga muncul alur-alur (*grooves*) yang membentuk suatu relief bayangan berupa *wireframe* dan kemudian akan di-



*surface* dengan cara menyatukan *wireframe - wireframe* yang sudah tersusun dengan baik.

Dengan adanya tugas akhir ini maka diharapkan dapat menghasilkan suatu pilihan dalam mendesain replika tulang *zygomaticum* dengan baik.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang dapat diambil adalah bagaimana meng-implementasikan *software PowerShape* dalam perancangan desain replika tulang *zygomaticum* sehingga mendapatkan hasil yang baik.

## **1.3 Batasan Penelitian**

Batasan penelitian dalam tugas akhir ini adalah :

1. Menggunakan metode *combining the grooves section* untuk mendesain replika tulang *zygomaticum*.
2. Pemotongan *master model* dengan menggunakan mesin *CNC MILLING type engraving Roland MDX 20*.
3. Pengambilan gambar penampang menggunakan kamera *digital 4.0 megapixel*.
4. Perancangan desain gambar tulang *zygomaticum* dengan menggunakan *software PowerShape*.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Dapat membuat desain replika tulang *zygomaticum* dengan hasil yang lebih baik menggunakan metode *combining the grooves section*.
2. Dapat menggunakan *software PowerSHAPE* untuk membuat desain replika tulang *zygomaticum* berupa gambar 3D.



## 1.5 Manfaat Penelitian

Dari penelitian yang akan dilaksanakan maka akan didapat beberapa manfaat yaitu sebagai berikut :

1. Dapat mengaplikasikan *software PowerSHAPE* serta dapat menentukan suatu metode yang tepat dalam mendesain tulang *zygomaticum*.
2. Dapat menerapkan ilmu yang diperoleh di bangku kuliah agar bersifat aplikatif dan hasil dari desain ini dapat berguna untuk para praktisi kedokteran dan akademik untuk melakukan analisa dan praktikan anatomi kedokteran setelah dibuatkan model replika tulang *zygomaticum* pada proses selanjutnya.
3. Hasil dari desain ini dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk membuat benda replika tulang *zygomaticum* .
4. Menjalinkan suatu bentuk komunikasi yang baik dan bermanfaat antara bidang *mechanical engineering* dengan bidang anatomi kedokteran.

## 1.6 Sistematika Penulisan.

Penulisan pada tugas akhir ini diuraikan dalam bab demi bab yang disusun secara berurutan untuk mempermudah pembahasan. Pokok-pokok permasalahan dalam penulisan dibagi empat pokok bahasan. Bab I berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian dan manfaat penelitian. Bab II memberikan gambaran dasar-dasar teori yang digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan penelitian dan pemecahan masalah yang dihadapi. Untuk metode penelitian yang dilakukan dibahas dalam bab III. Bab IV akan dilakukan pengolahan data dan pembahasan berdasarkan data yang didapatkan dari percobaan penelitian yang telah dilakukan. Sedangkan untuk bab V berisi kesimpulan dari pembahasan dan saran untuk proses penelitian yang akan datang.

## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1 Tulang (*bone/os*)

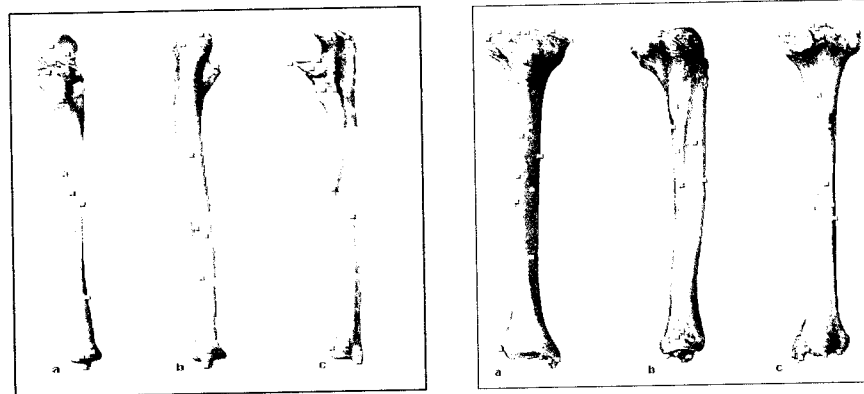
Sistem rangka tulang yang terdapat pada tubuh terdiri dari 206 bentuk dan mempunyai banyak fungsi. Tulang merupakan kerangka penunjang tubuh terhadap kompresi, gaya tarik bumi/gravitasi, dan merupakan sistem pengungkit kaku yang menjadi dasar gerakan. Beberapa tulang tersebut mempunyai lapisan luar yang kuat, keras, tebal, dan pada bagian tengah berongga yang mengandung sumsum(*medula ossium*). Pada struktur penyangga tubuh manusia tulang mempunyai beberapa fungsi, yaitu sebagai berikut :

- a. menentukan bentuk dasar tubuh.
- b. menyokong berat badan sehingga terjadi titik keseimbangan.
- c. membentuk sistem pengungkit persendian sehingga memungkinkan gerakan yang terbatas sesuai dengan sistem persendiannya.
- d. melindungi struktur-struktur vital dari kerusakan, misalnya *cranium* melindungi otak.
- e. tempat menghasilkan sel – sel darah, yaitu di sumsum tulang, yang terdapat di bagian dalam tulang. (Aswin, 1989:9).

Di dalam sistem rangka tulang diklasifikasikan menurut bentuk dari tulang itu sendiri. Klasifikasi tulang menurut bentuknya dibagi dalam empat jenis, yaitu sebagai berikut :

- a. Tulang panjang (*os longom*)

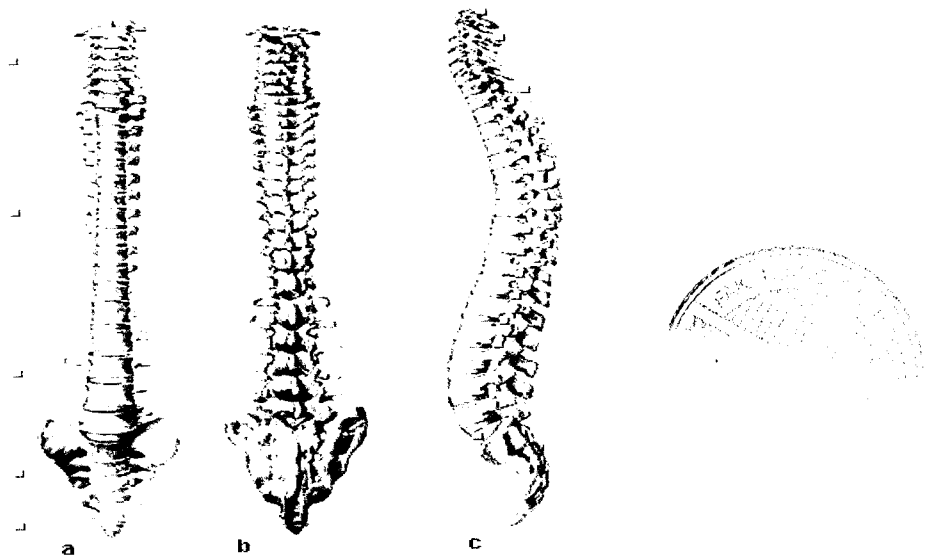
Fungsi dari tulang panjang ini sebagai tuas, pada umumnya panjangnya melebihi dari lebar tulang itu. contohnya adalah *os libia* dan *os tulna* seperti gambar 2.1



**Gambar 2.1** *os libia* dan *os tulna*

b. Tulang pendek (*os breve*)

Fungsi dari tulang pendek ini adalah untuk memindahkan daya, pada tulang ini biasanya berongga. Contohnya adalah *vertebral column* seperti gambar 2.2

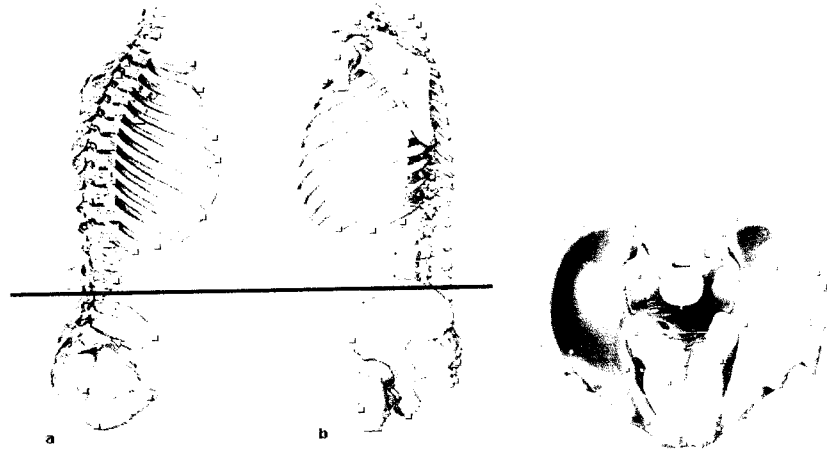


**Gambar 2.2** *vertebral column*

c. Tulang pipih (*os planum*)

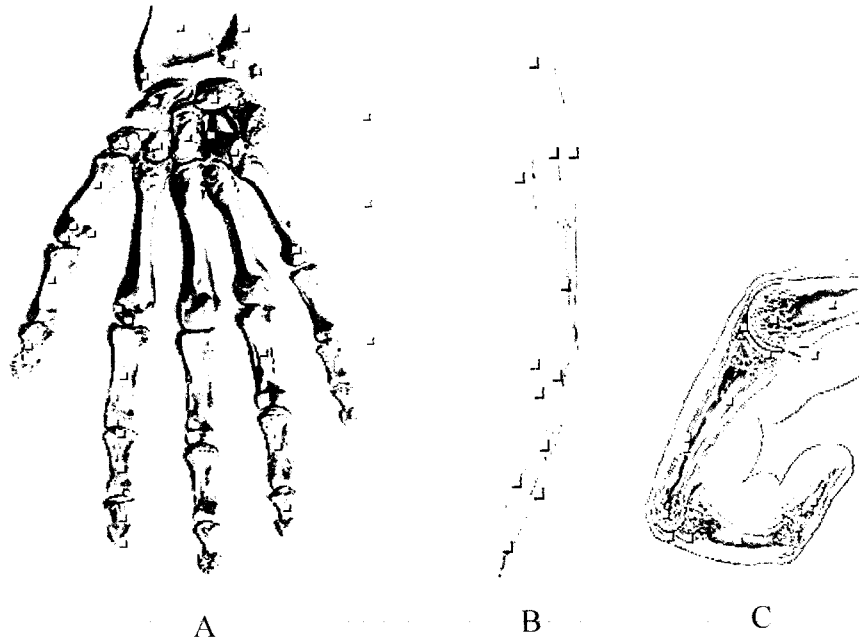
Fungsi dari tulang ini sebagai tempat melekatnya otot dan melindungi beberapa organ dibawahnya. Bentuk dari tulang ini pipih, tipis dan

melengkung. Contohnya adalah *vertebra prominens* seperti pada gambar 2.3



**Gambar 2.3** *vertebra prominens*

- d. Tulang tidak berbentuk (*os pneumaticum*)  
Fungsi dari tulang ini sebagai tempat melekatnya otot atau artikulasi.  
Contohnya adalah tulang ruas tangan (*bones of hand, finger*)

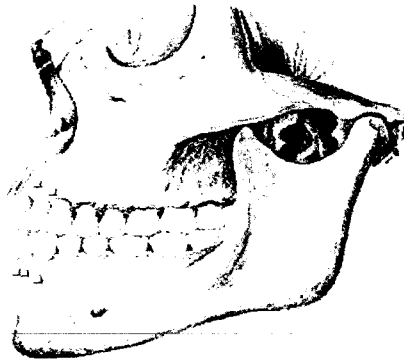
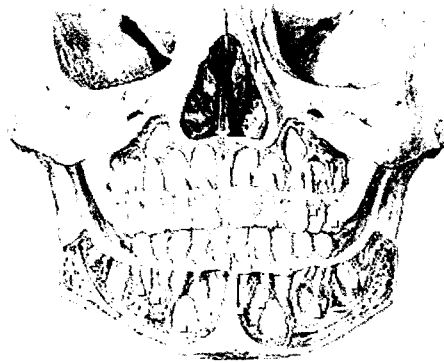


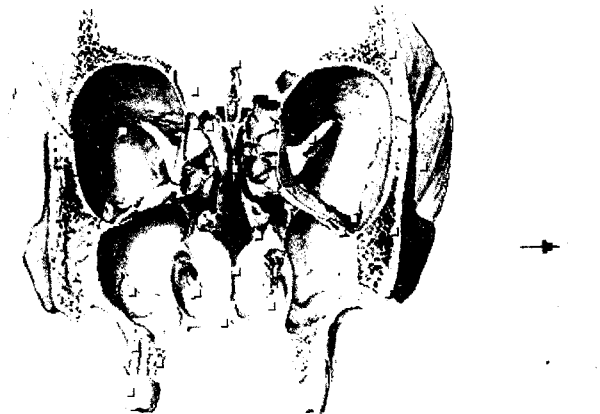
**Gambar 2.4** *bones of hand, finger*

Tulang tengkorak dibagi menjadi dua bagian, yaitu *Neurocranium* (tulang - tulang yang membungkus otak otak) dan *Viscerocranium* (tulang - tulang yang membentuk wajah). *Neurocranium* terdiri atas tulang - tulang pipih yang membentuk wajah.



**Gambar 2.5** *Neurocranium*



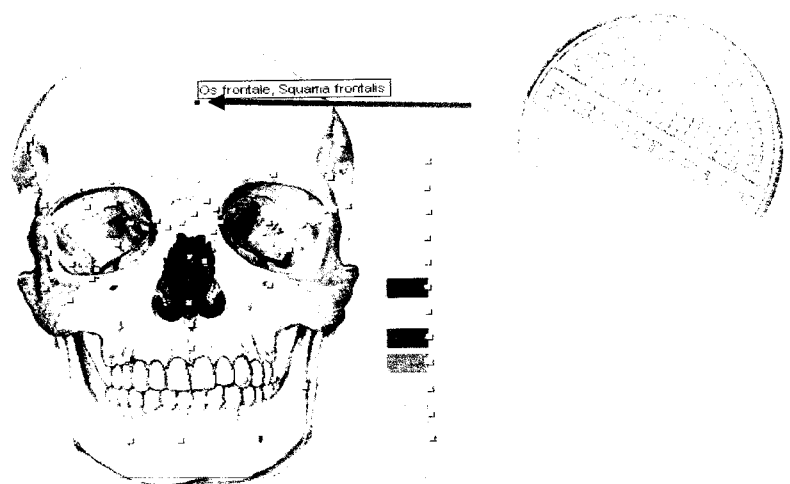


**Gambar 2.6** *Viscerocranium*

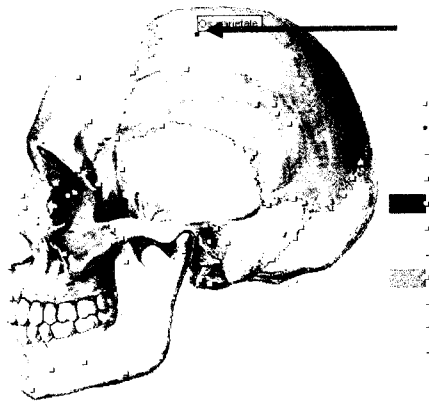
(sumber: VCD Sobotta, 2000:)

a. *Neurocranium* dibentuk oleh :

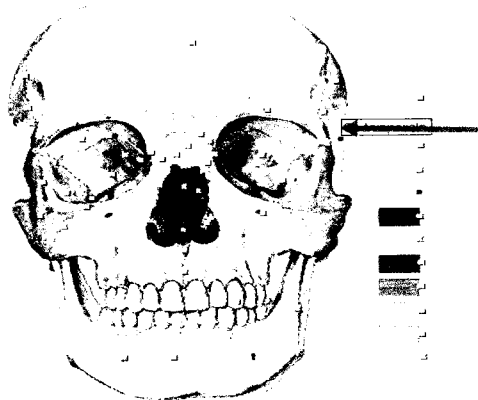
1. *Os. Frontale* (gbr. 2.7)
2. *Os. Parietale* (gbr. 2.8)
3. *Os. Temporale* (gbr 2.9)
4. *Os. Sphenoidale* (gbr 2.10)
5. *Os. Occipitalis* (gbr 2.11)
6. *Os. Ethmoidalis* (gbr 2.12)



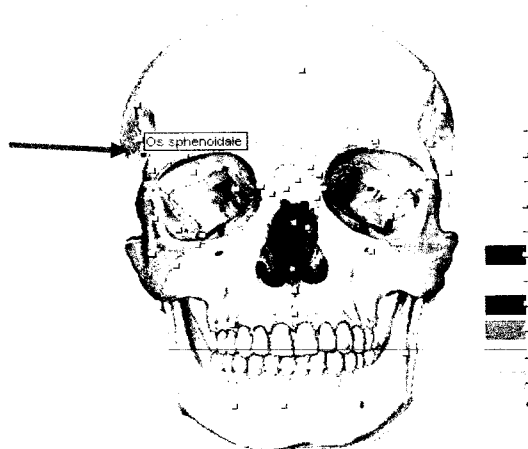
**Gambar 2.7** *Os. frontale*



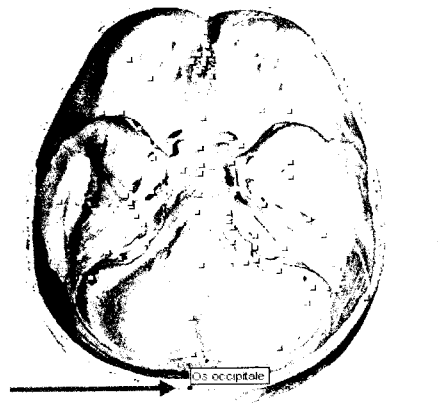
**Gambar 2.8** *Os parietale*



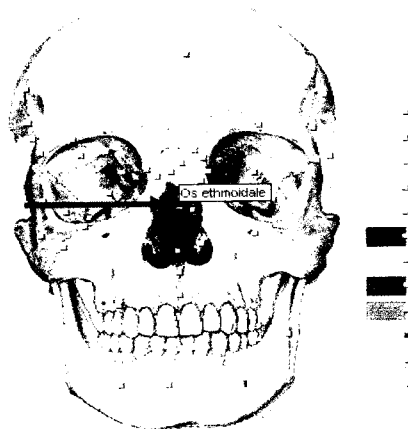
**Gambar 2.9** *Os. Temporale*



**Gambar 2.10** *Os. sphenoidale*



**Gambar 2.11** *Os. occipitalis*

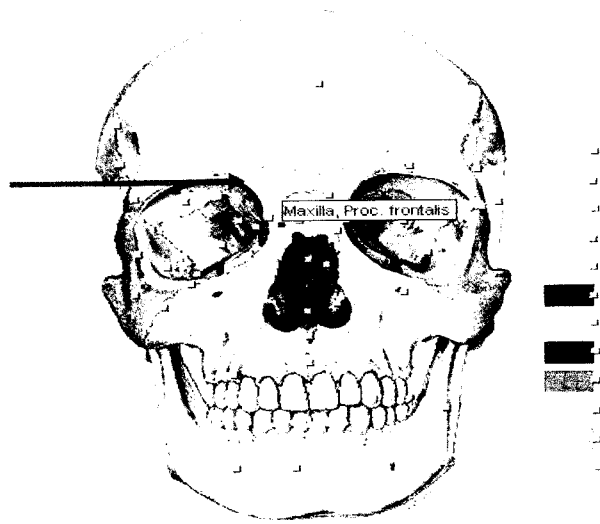


**Gambar 2.12** *Os. ethmoidalis*

b. *Viscerocranium* dibentuk oleh :

1. *Os. Maksilare* (gbr. 2.13)
2. *Os. Palatinum* (gbr 2.14)
3. *Os. Nasale* (gbr 2.15)
4. *Os. Lacrimale* (gbr 2.16)
5. *Os. Zygomaticum* (gbr 2.17)
6. *Os. Concha nasalis inferior* (gbr 2.18)
7. *Vomer* (gbr 2.19)
8. *Os. Mandibulare* (2.20)

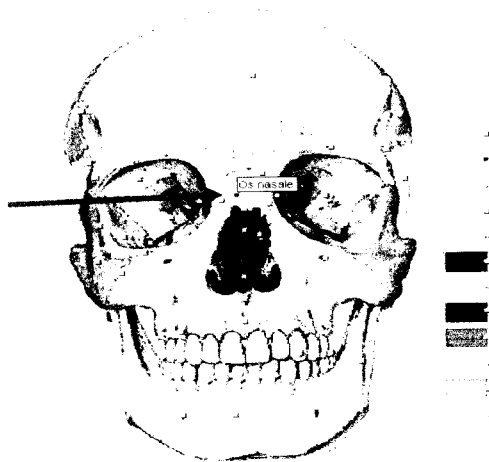




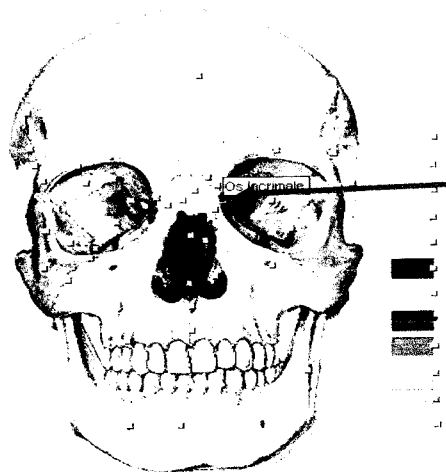
**Gambar 2.13** *Os. maksilare*



**Gambar 2.14** *Os. palatinum*



**Gambar 2.15** *Os. nasale*



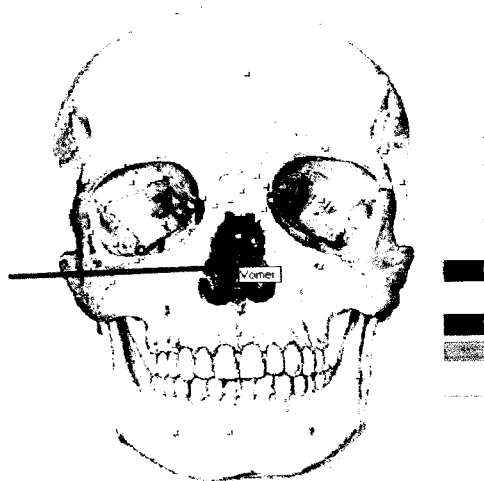
**Gambar 2.16** *Os. lacrimale*



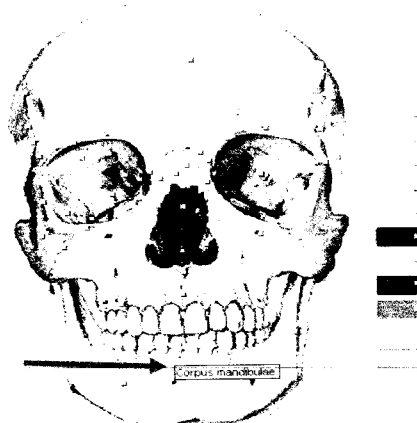
**Gambar 2.17** *Os. zygomaticum*



**Gambar 2.18** *Os. concha nasalis inferior*

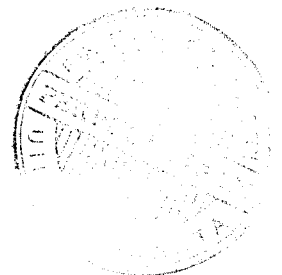


**Gambar 2.19** *Vomer*



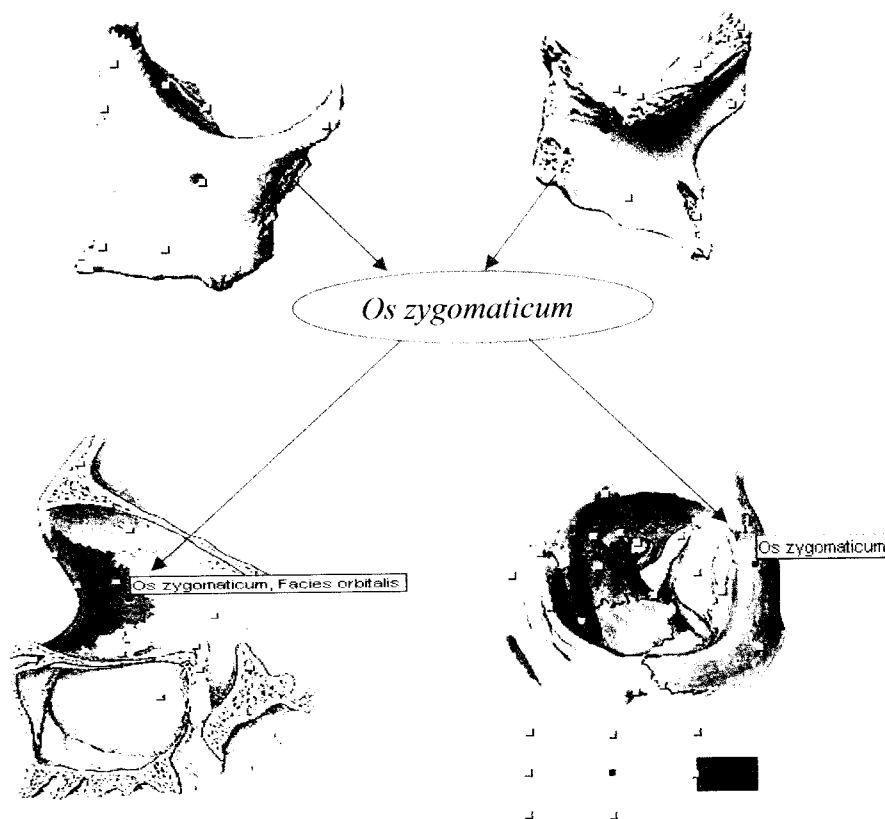
**Gambar 2.20** *Os. mandibulare*

(sumber: VCD Sobotta, 2000:)



## 2.2 Os Zygomaticum

Dari berbagai macam jenis tulang yang ada, *os zygomaticum* adalah salah satu bagian yang penting dari tengkorak. *Os zygomaticum* dikatakan juga tulang pipi dikarenakan tulang ini yang membentuk tulang-tulang wajah. *Os zygomaticum* terletak di sebelah samping-depan tulang tengkorak. *Os zygomaticum* berpasangan dengan *maxilla*, *os temporal*, *os sphenoid* dan *os frontal*.



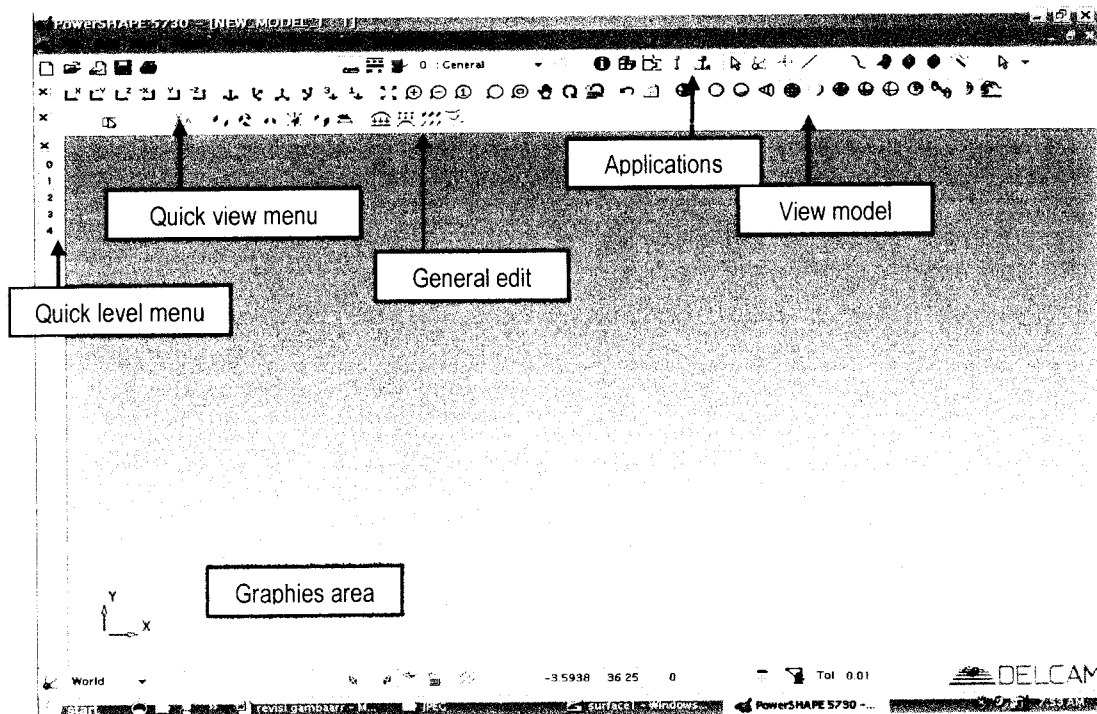
**Gambar 2.21** *Os zygomaticum* sebelah kiri luar dan dalam

(sumber: Sobotta, 2000:179)

*Os zygomaticum* mempunyai banyak relief dan lekukan yang sangat kompleks. Untuk mendesain *os zygomaticum* dengan baik maka dibutuhkan penggunaan suatu metode yang tepat agar hasil yang dibutuhkan mendekati dengan konsep tulang yang ada pada *os zygomaticum*.

## 2.3 PowerSHAPE

*PowerSHAPE* merupakan *software* khusus yang memberikan kemudahan bagi pemakainya untuk merancang suatu produk dan analisa komponen khususnya yang mempunyai bentuk kompleks dengan hasil yang baik. *PowerSHAPE* merupakan *software* untuk *modelling* yang terdiri dari *core module*, yang mencakup semua fungsi dasar dan beberapa modul spesifik, seperti *PS-Draft* (untuk membuat gambar detail), *PS-Moldmaker* (untuk membuat desain cetakan), *PS-Electrode* (untuk membuat *Electrode* dari model solid), *PS-Assembly* (untuk *assembly* model solid), *PS-Render* (untuk menghasilkan *image* kualitas tinggi)<sup>1</sup>. *PowerShape* juga dapat mengimpor data file *DXF* berupa *PDF file*, *Catia(\*.exp, \*.cat)*, *IGES* dan *VDAFS*. Data impor ini desain gambar yang diakses dari *software catia* kemudian data *catia* bisa diimpor ke *PowerShape* melalui *Data Exchange*. Data dari *AutoCAD* juga dapat ditransfer ke *PowerShape* dengan cara mengubah file *AutoCAD* ke dalam format *catia* terlebih dahulu.



**Gambar 2.22** *Layout PowerSHAPE.*

<sup>1</sup> Purtoyo, PowerSHAPHE Training Centre, Buku Pertama, 2006.

*PowerSHAPE* dapat digunakan untuk membuat perancangan 2D dan kemudian dapat ditampilkan ke bentuk 3D. *PowerSHAPE* juga dapat menyiapkan model yang akan diproduksi di mesin dengan cara mengimpor suatu model dari sistem *CAD (Computer Aided Design)* dan dapat menambahkan maupun mengedit tampilan model tersebut. Selain itu *PowerSHAPE* juga dapat mengimpor *file* dalam bentuk *STL* atau *DMT*. Dan membuat output data *file* berupa *IGES*, *DXF* dan *DMT*.

Fungsi yang dimiliki *software PowerSHAPE* antara lain :

1. Desain yang rumit dari sketsa yang ada dengan menggunakan *tools* desain *PowerSHAPE* dapat dibuat dengan cepat.
2. Pembuatan dan pengeditan teks dapat dilakukan dengan mudah dan dapat digerakkan sesuai dengan yang diinginkan.
3. Desain - desain baru dapat dibuat dari gambar 2D yang kemudian ditambahkan dimensi 3D atau memberi dimensi 3D langsung pada desain, atau gambar yang telah ada.

*Surface* dapat didefinisikan sebagai permukaan dari suatu material atau dapat diibaratkan sebagai kulit tanpa ketebalan yang terletak di material. *Surface* dibuat dari gabungan garis, kurva maupun titik.

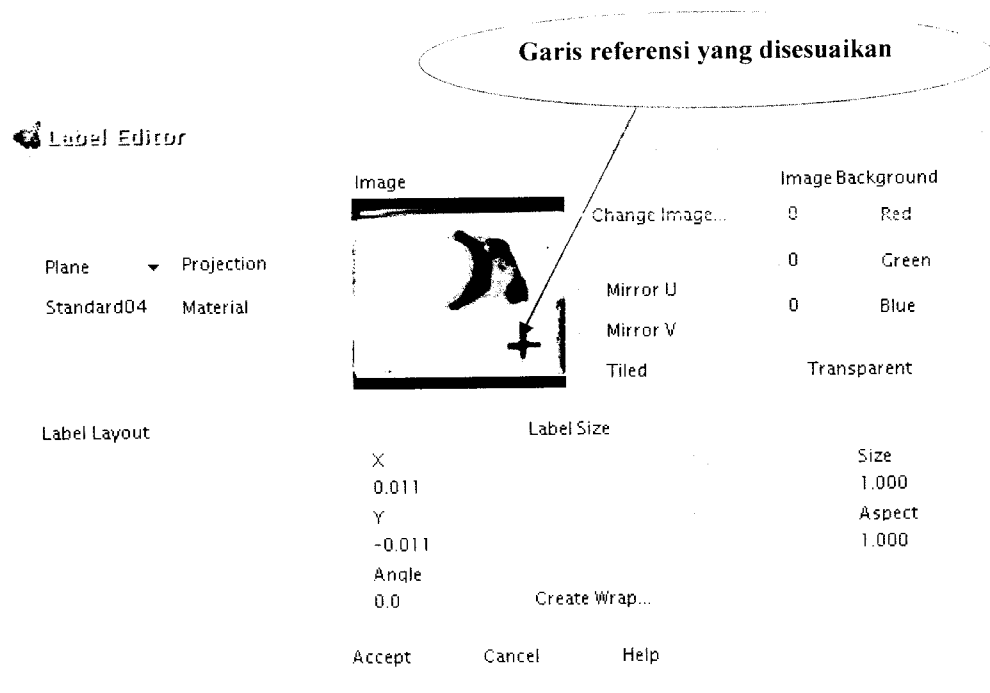
Untuk membuat bentuk pemodelan seperti *os zygomaticum* yang kompleks, yang pertama kali dilakukan adalah mengimpor gambar dalam bentuk *file* JPEG. Setelah itu menggambar beberapa alur yang telah diimpor lalu dilanjutkan dengan membuat alur yang diperoleh menjadi satu bagian (*polyline*). Langkah terakhir adalah menyusun beberapa alur tersebut menjadi sebuah rangka (*wireframe*). Selain dari kurva (*curve*), rangka dapat dibuat dari garis (*line*) maupun titik (*node*). Rangka yang telah terbentuk digabungkan menjadi satu objek. Objek inilah yang akan menjadi *surface*.

Dalam kasus penelitian ini akan dijumpai persoalan dalam pengambilan foto dan mengimpor foto sebagai bahan dalam pengolahan desain tulang *zygomaticum*. Pada kasus tertentu, yaitu ketika proses pengimporan gambar maka akan terlihat ada perubahan dimensi dan ukuran dari garis referensi ke dalam fungsi *label* pada *PowerSHAPE*. Di dalam

proses ini yang pertama kali dituntut adalah paham dan mengerti tentang bentuk dan dimensi dari tulang *zygomaticum*. Hal ini disebabkan setiap pemakanan 0,4mm ke arah z- akan membuat data/foto yang diambil akan semakin mengecil. Untuk itu seorang operator harus melakukan zoom fokus pada objek secara manual yang dimiliki kamera, kemudian kamera secara otomatis akan autofokus terhadap objek gambar yang diambil.

Karena dengan teknik seperti itu masih memungkinkan hasil data yang diperoleh belum tepat, maka digunakan suatu asumsi bahwa gambar alur akan dibuat skala perbandingan ketika gambar akan di import-kan ke *label PowerSHAPE*.

Sehingga dibuat suatu asumsi bahwa tulang ini akan dibentuk dengan kemampuan skala antara 0-0.03 arah vertikal dan 0-0.03 arah horizontal seperti pada gambar berikut ini :



**Gambar 2.23** *label editor*

Selanjutnya disesuaikan dengan garis referensi yang telah dibuat, sehingga penyusunan alur tidak terlalu melenceng dari bentuk yang akan di *surface* ketika *wireframe* telah tersusun dengan baik.

Hal ini dapat terjadi berulang kali karena penyusunan dan penyesuaian garis referensi yang tidak tepat pada tempatnya. Sehingga di dalam proses pembuatan desain 3D tersebut akan menghasilkan bentuk yang tidak cocok dengan tulang *zygomaticum* yang sebenarnya.

Pada desain 3D yang harus dipahami adalah fungsi – fungsi dari *line, curve, plane primitive, import, import foto, create a point, create a bezier curve, create a composite curve, levels form, surface, single line, tool create a composite curve, tool create surface from network of curve, create surface from network of curve, create a fill in surface, edit surface, PowerSHAPE options* dan lainnya untuk mempermudah dalam desain tulang *zygomaticum*.

Desain replika tulang *zygomaticum* dengan menggunakan metode *combining the grooves section* adalah metode dengan cara menyusun alur-alur yang telah didapat dari proses pemesinan berupa gambar dengan format data *jpeg*, kemudian gambar diolah menjadi bentuk *wireframe* yang kemudian disusun secara rapi kemudian di *surface* menjadi replika tulang *zygomaticum*.

Pada metode CT scan (*radiation therapy machine*) adalah dengan memasukan objek ke dalam mesin CT scan, kemudian melalui proses *Positron Emission Tomography (PET)* dengan bantuan energi sinar X yang saling memotong/menyilang objek kemudian di transmisikan secara matematika yaitu titik-titik berupa data gambar scan. Data ini mempunyai file output berupa file *MRI (Magnetic Resonance Imaging)*. Dengan *CAT scan (computerized axial tomography)* dan *3-D computed tomography (CT) images* ini data output bisa diubah bentuk format file menjadi JPEG, TIFF berupa gambar/foto 2D, 3D dan 4D.



Untuk hasil gambar dari *CT scan* dapat langsung di import ke dalam bentuk 3D kemudian akan menghasilkan gambar 3D yang hidup kemudian bisa diproses untuk dijadikan bentuk cetakan.

Keunggulan dari CT Scan adalah dapat menghasilkan gambar grafis yang detail dan bisa menghasilkan gambar 3D yang menyerupai objek. Keunggulan yang lain adalah gambar yang dihasilkan dari proses *CAT scan (computerized axial tomography)* dan *3-D computed tomography* adalah memilih warna yang bisa diatur sesuai dengan keinginan dan data dapat disimpan ke dalam format *GIF (Graphic Interchange Format)*, *3D studio*, *Voxgram images*.

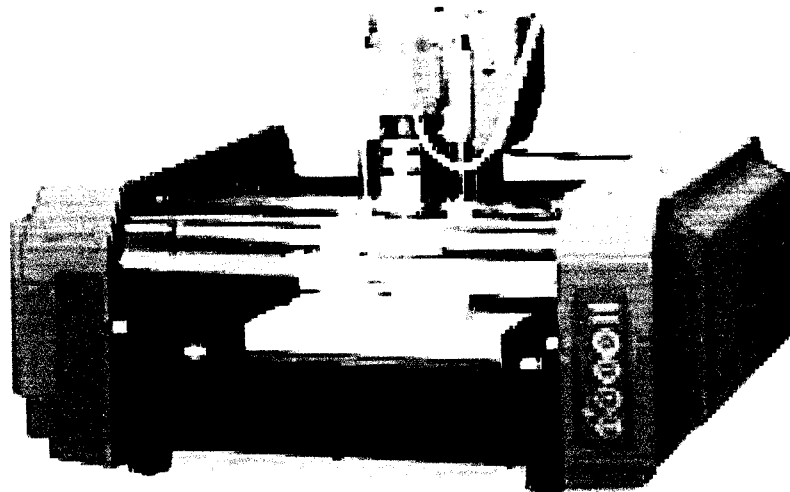
Untuk *3-D Studio (\*.3DS)* dapat di ekspor ke dalam bentuk format *AutoCad (\*.dwg, \*.dxf)*, *IGES (\*.IGS)* dan *Adobe Illustrator (\*.AI)*. kemudian data dapat di impor ke dalam software *PowerShape* atau *AutoCAD* untuk melakukan proses pembuatan Cetakan.

## BAB III METODOLOGI PERANCANGAN

### 3.1 Materi Penelitian

Dalam perancangan/desain tulang *zygomaticum* digunakan metode *combined the grooves section* yaitu dengan menyusun gambar-gambar yang telah difoto dengan mengubah bentuk format gambar *JPEG* ke dalam bentuk format *PowerSHAPE document* sehingga muncul alur - alur (*grooves*) yang membentuk suatu relief bayangan. Kemudian di-*surface* dengan cara menyatukan *wireframe - wireframe* yang sudah terbentuk dengan baik.

Untuk mendapatkan desain alur diperlukan mesin CNC tipe *Engraving Machining MDX 20* yang dapat menunjang proses pengambilan gambar kemudian data yang telah diperoleh dapat diolah menggunakan *software PowerSHAPE*.

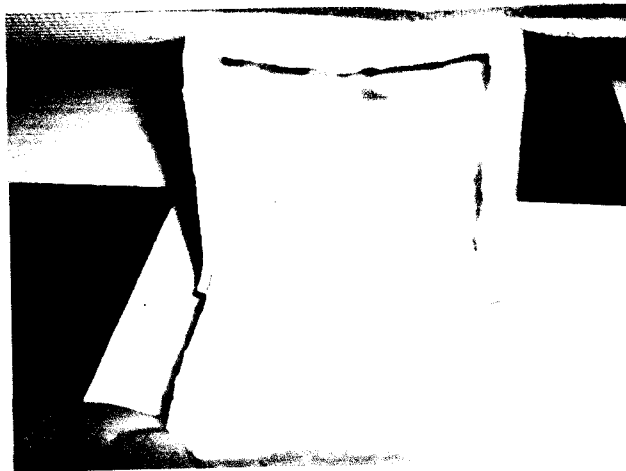


**Gambar 3.1** mesin CNC tipe *Engraving Machining MDX 20*

### 3.2 Bahan dan alat

1. *silicon rubber* dan *catalyst*.

*silicon rubber* dan *catalyst* merupakan bahan yang bersifat cair digunakan sebagai bahan dasar untuk membuat cetakan tulang *zygomaticum*.



Gambar 3.2 *silikon rubber*

2. *wax*

*wax* adalah bahan yang berupa mainan lilin anak-anak yang mudah dibentuk sesuai dengan keinginan yang akan dicetak.

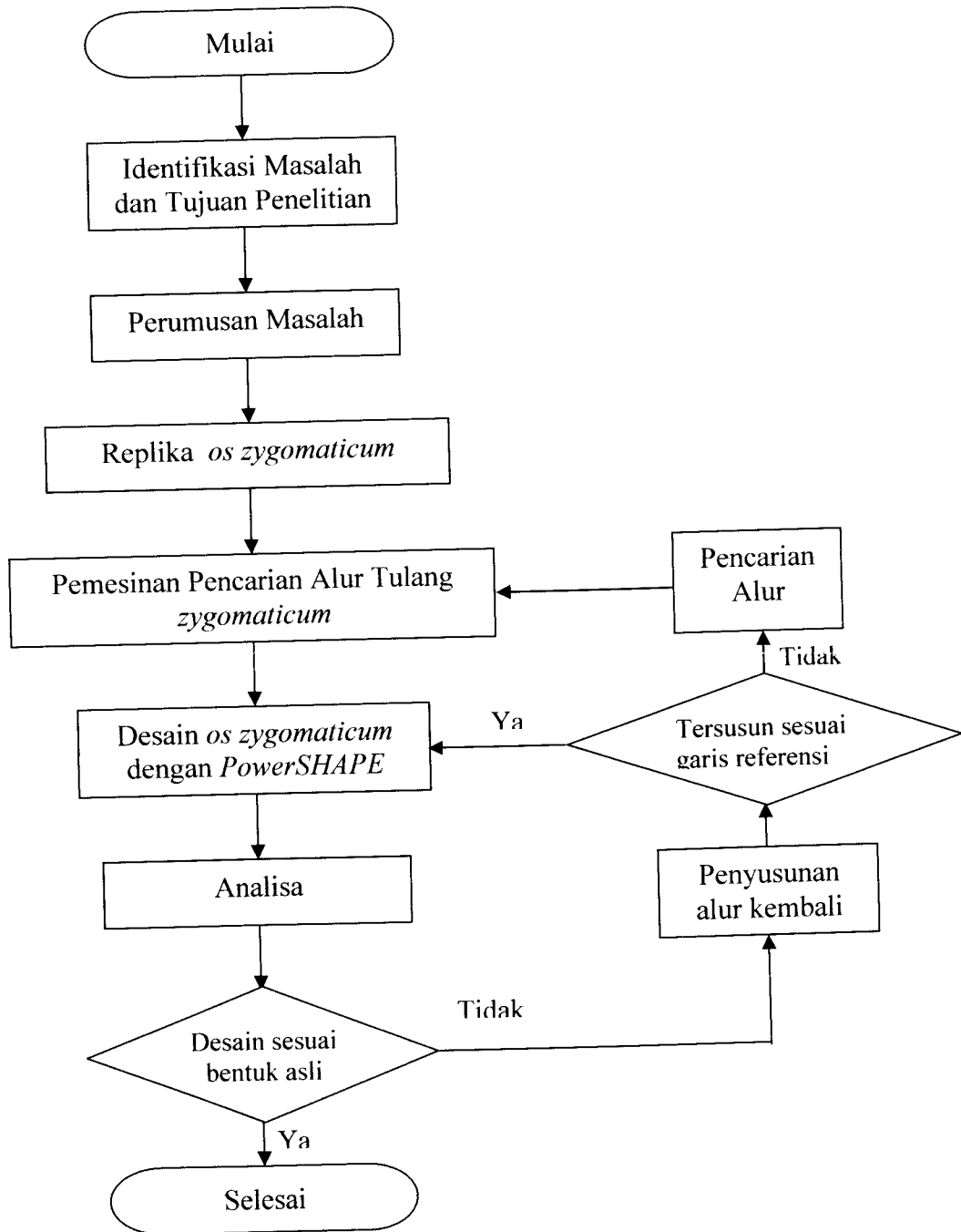


Gambar 3.3 *wax*

3. gipsum  
gipsum bubuk digunakan untuk menanam *wax* yang telah dibentuk sesuai bentuk replika tulang *zygomaticum*.
4. kamera digital.  
Kamera digital yang digunakan adalah kamera yang mempunyai resolusi gambar 4 megapixel.
5. tripod  
Penyangga kamera digital yang terbuat dari plat besi.
6. mesin CNC tipe *Engraving Machining MDX 20*  
mesin yang digunakan adalah mesin CNC milling tipe *Engraving Machining MDX 20*.

### 3.3 Tahap – tahap perancangan

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam perancangan produk dapat dilihat pada diagram alir seperti gambar 3.4.



Gambar 3.4 diagram alir

### 3.3.1 Langkah-langkah Pemodelan tulang *zygomaticum*.

Langkah - langkah pembuatan desain tulang *zygomaticum* dapat dijelaskan secara jelas sebagai berikut.

#### a. Membuat cetakan tulang *zygomaticum*.

Cetakan tulang *zygomaticum* dibuat dari bahan *silicon rubber*. Bahan ini bersifat cair. Proses pembuatan cetakan adalah dengan memasukan bahan *silicon rubber* yang cair ke dalam wadah dimana didalamnya sudah ada replika tulang yang terbuat dari *catalyst*.

Setelah bahan yang telah dicampur mengering maka cetakan sudah dapat diambil dan kemudian bisa dijadikan cetakan tulang *zygomaticum*.

Cetakan tulang *zygomaticum* yang terbuat dari *silicon rubber* dengan ukuran( *panjang x lebar x tinggi* )

- Sisi dalam-bawah = (63 x 50 x 18) mm

- Sisi luar-atas = (75 x 65 x 28) mm

#### b. Membuat replika tulang *zygomaticum* dari *wax*.

Replika *os zygomaticum* dibuat dari bahan *wax* (mainan lilin) dengan menggunakan cetakan *silicon rubber*. Fungsi dari *wax* adalah agar hasil cetakan dapat ditanam ke dalam cairan gipsum. Tujuan penggunaan *wax* adalah sebagai berikut.

1. Lebih mudah dibentuk karena sifatnya yang lunak.
2. Pada saat pemesian *wax* akan menyatu langsung dengan gipsum yang sudah kering dan mengeras sehingga mempermudah dalam proses pemesian.
3. *Wax* mempunyai beragam warna. Dalam hal ini *wax* menggunakan warna merah yang kontras dengan warna putih gipsum.

c. Penanaman replika tulang.

Replika tulang dari bahan *wax* yang telah jadi ditanamkan (ditanam) kedalam gipsium dengan menggunakan wadah yang terbuat dari kaca. Tujuan dari penanaman model adalah agar replika tulang dapat dimesin sehingga akan terbentuk alur-alur (*grooves*) tulang ketika pada saat pemesinan.

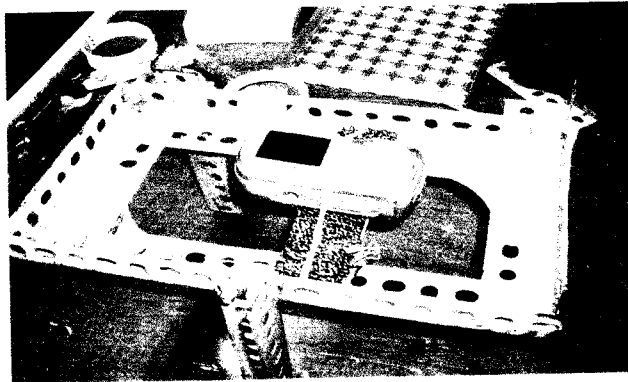
Langkah – langkah pembuatan adalah sebagai berikut.

1. Membuat cetakan dari kaca dengan dimensi (150 x 135 x 60) mm
2. Cetakan yang sudah dibuat ditempatkan pada kaca datar.
3. Tepung gipsium dicampur air dengan perbandingan 2 : 1.5
4. Adonan pertama dituang kedalam cetakan kira-kira 10mm, kemudian letakan replika tulang dan tuang adonan lagi hingga ketinggian 60mm.

Hasil cetakan akan didapat setelah dibiarkan/dijemur ditempat yang kering. Hal yang harus diperhatikan adalah perbandingan campuran antara tepung *gypsum* dengan air karena perbandingan campuran yang kurang tepat akan menyebabkan hasil cetakan yang berlubang pada bagian dalam cetakan.

### 3.3.2 Pembuatan Tripod Kamera

Peralatan kamera harus disiapkan terlebih dahulu karena pengambilan alur menggunakan kamera digital. Pembuatan tripod berguna sebagai peyangga kamera agar tidak terlepas dari titik fokus benda yang akan difoto. Tripod dibuat dari bahan plat besi tipe L kemudian dibuat bentuk kotak dan dipasang pada meja mesin yang sifatnya non-permanen.



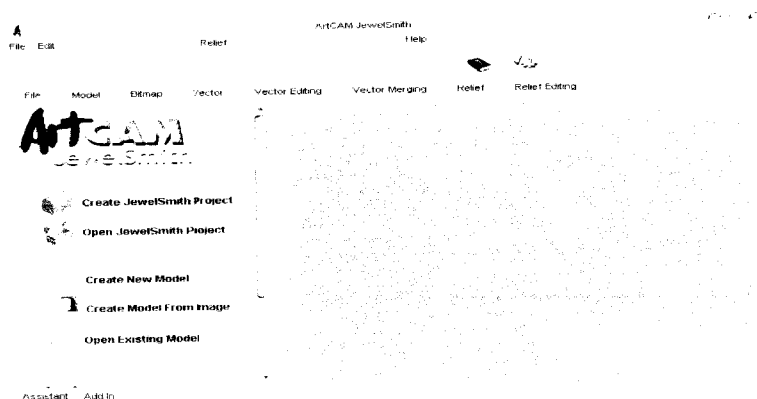
Gambar 3.5 Tripod untuk kamera

### 3.3.3 Pembuatan simulasi program pemesanan.

#### a. desain cetakan

Cetakan didesain terlebih dahulu dalam *ArtCAM JewelSmith* sebelum ditransfer ke *Artpool* untuk menentukan strategi dan parameter pemesinan. Langkah-langkah pembuatannya adalah sebagai berikut :

1. Dengan mengklik 2 kali *shortcut ArtCAM JewelSmith* maka akan muncul tampilan seperti di bawah ini

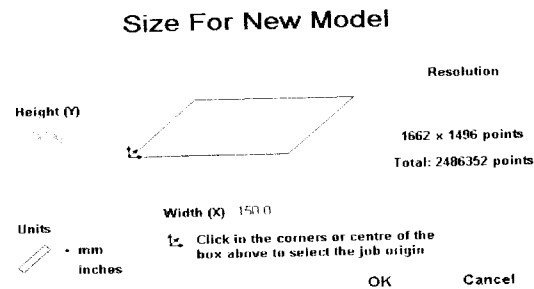


Gambar 3.6 tampilan *ArtCAM JewelSmith*

2. Dengan menggunakan perintah *Create new model* klik pada *toolbar*, kemudian isi *size for a new model* yaitu panjang(x)

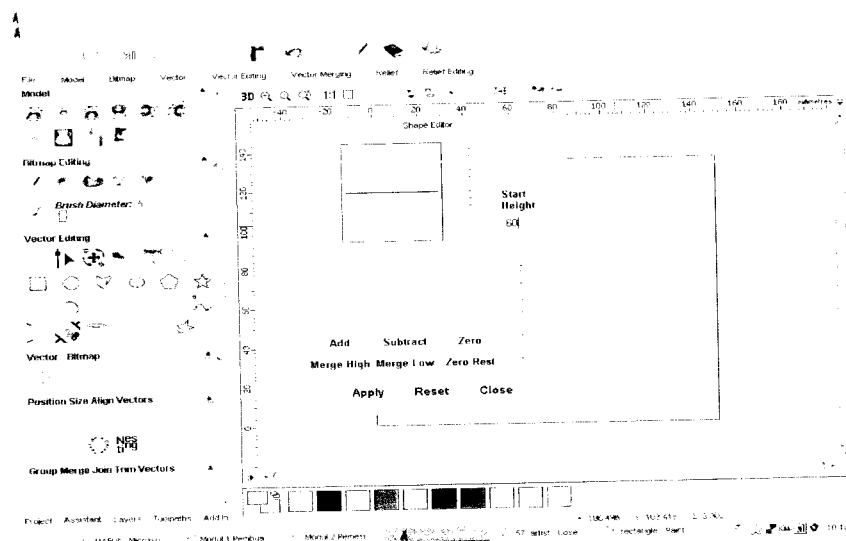


150mm, lebar (y) 135 sehingga terbentuk bidang kerja baru. kemudian klik *ok*



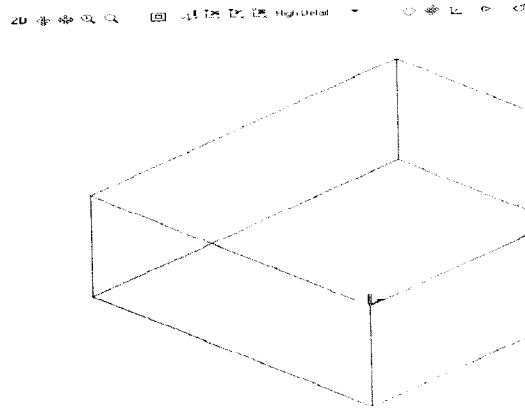
**Gambar 3.7** tampilan *size for a new model*

3. Untuk menentukan ukuran *double* klik kotak maka akan muncul *Shape editor*, isi *start height* 60.



**Gambar 3.8** *Shape editor*

4. Setelah desain cetakan jadi maka akan disimulasikan ke tahap berikutnya yaitu penentuan parameter pemesinan.

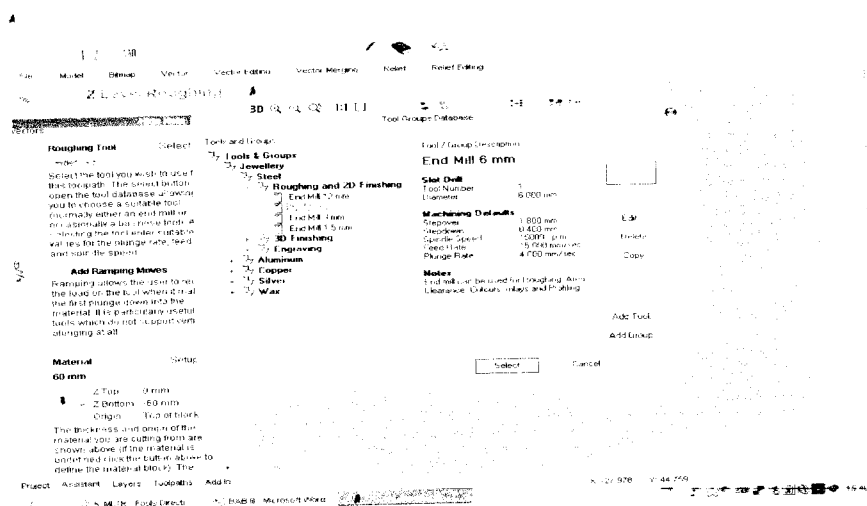


**Gambar 3.9** Desain kotak yang telah jadi

b. penentuan parameter pemesinan

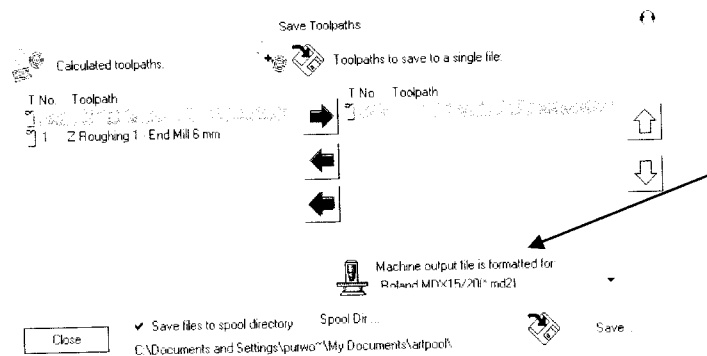
Setelah desain cetakan jadi maka langkah selanjutnya adalah penentuan parameter pemesinan. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut.

1. Pertama, setelah gambar jadi klik ikon *z level rauching* yang ada pada *toolbar ArtCAM*, sehingga muncul layer yang berfungsi untuk mengeset ulang *material*, *rauching tools* dan kemudian klik *now* untuk mengkalkulasi proses pemesinan yang akan terjadi.



**Gambar 3.10** tampilan *z level rauching*

2. Kedua, klik tombol *toolpaths transform* untuk menggeser titik nol pada sumbu x dan y benda kerja.
3. Ketiga, untuk mengatur tinggi aman naiknya gerakan pahat agar tidak mengenai benda kerja digunakan perintah *machine safe z*.
4. Keempat, klik tombol *simulate toolpath* untuk menjalankan perintah pemesinan.
5. Keenam, hasil simulasi gerakan pahat terhadap benda kerja dapat dilihat dengan menggunakan perintah *run simulation at normal speed*.
6. keenam, membuat file dalam format *\*.md2* kemudian disimpan dalam folder seperti terlihat pada gambar 3.10



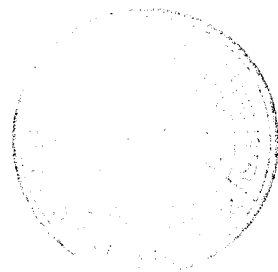
**Gambar 3.11** tampilan *save toolpaths as \*.md2*

### 3.4 Proses Pemesinan

#### 3.4.1 Persiapan pemesinan

Setelah penentuan parameter pemesinan langkah selanjutnya adalah pemesinan. Persiapan yang harus dilakukan sebelum proses pemesinan adalah sebagai berikut.

1. Gypsum berisi replika tulang yang telah kering dipasang pada meja mesin dengan penjepit yang telah ada.
2. Pahat *End Mill* dengan diameter 6 mm dipasang pada *Tool Post* dengan menggunakan kunci L.
3. Siapkan kamera tripod.



### 3.4.2 Mengatur Titik Nol

Untuk keamanan pada saat proses pemesinan kedudukan pahat harus diseting. Titik nol x, y, dan z diatur menggunakan *control panel*. Untuk mengatur posisi nol dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

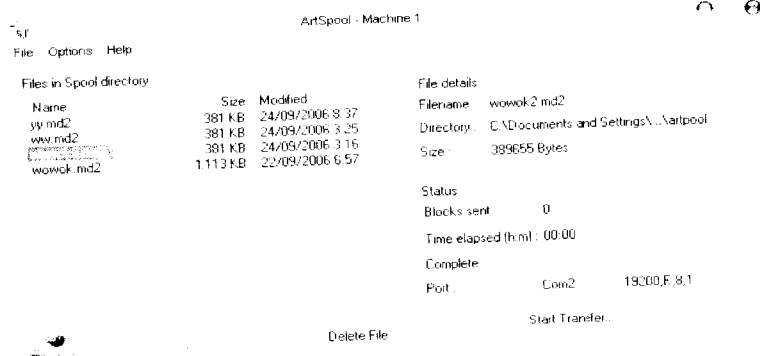
1. Memastikan mesin sudah *on*.
2. Menekan tombol *view* untuk membawa spindle ke posisi xy nol.
3. Menurunkan *spindle* dengan menekan tombol *down*, turunkan sampai sekitar 3 mm di atas benda kerja, jangan sampai menyentuh benda kerja.
4. Kemudian setelah memosisikan pahat 0,0,0 maka proses pemesinan dapat dilakukan dengan men-*start* pada layar *start transfer* pada monitor komputer kemudian pahat akan memotong ke arah sumbu z- dengan *stepdown* 0,4 mm.

### 3.4.3 Proses Transfer Data

Setelah proses persiapan selesai, langkah selanjutnya proses pemesinan. Namun sebelum itu data *out put* dari *ArtCAM* harus ditransfer ke mesin mesin CNC tipe *Engraving Machining MDX 20* dengan bantuan *ArtSpool*.

Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

1. Membuka program *ArtSpool*.
2. Mengklik *File* yang ada pada *toolbar* kemudian pilih *select other files*, pilih *file* yang akan ditransfer kemudian klik *open* setelah dipilih kemudian klik *start transfer data*.
3. Mentransfer data dari *output* simulasi dengan memasukan *file \*.md2* ke *ArtSpool* kemudian klik *start transfer* untuk memulai pengerjaan pada mesin *CNC Engraving Machining MDX 20*.



**Gambar 3.12** Bagan *ArtSpool*

### 3.4.4 Proses Pemesinan

#### Pelaksanaan

Jika data telah ditransfer maka tekan *start transfer* untuk memulai pemesinan. Karena pendesainan menggunakan metode pemotretan alur maka setelah melakukan sekali pemesinan, langkah selanjutnya adalah pembuatan garis referensi. Garis referensi dibuat dengan menggunakan pahat dengan kedalaman tertentu berbentuk tanda positif. Setelah itu mesin harus dalam keadaan *view* untuk proses pemotretan.

Langkah-langkahnya pemotretan adalah sebagai berikut.

1. Mengeset pahat pada keadaan *view*.
2. Memasang Tripot dan kameranya diatas gipsum.
3. Memastikan tripot dan kamera tidak berubah tempat, dengan membuat tanda pada meja mesin.
4. Pemotretan menggunakan *timer* agar kamera dan tripod tidak berubah tempat semula pada saat menekan tombol kamera.

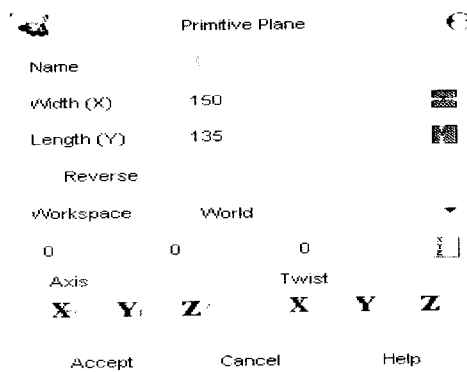
Setelah pemotretan selesai jalankan mesin kembali dengan menekan kembali tombol *view* untuk proses pemakanan selanjutnya, dan kemudian lakukan pemotretan kembali jika replika tulang telah terpahat. Lakukan proses ini sampai keadaan replika tulang habis terpahat.

## 3.5 Proses Pendesainan

### 3.5.1 Pentransferan Gambar

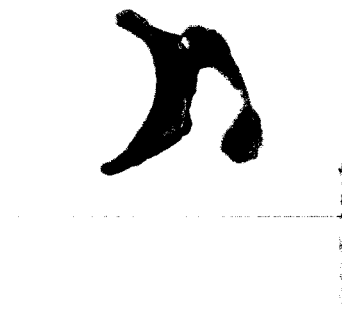
Hasil gambar yang sudah didapat akan dijadikan alur-alur di *PowerSHAPE*. Pentransferan gambar foto dilakukan dengan cara menggunakan *tool label*. *Tool label* ini dipakai untuk membuat motif atau warna pada desain, seperti motif kayu, warna kulit binatang dan lain-lain. Cara – cara pembuatan *label* adalah sebagai berikut.

1. Dengan *tool plane primitive* dibuat sebuah bidang baru dengan ukuran 150 x 135 mm.



**Gambar 3.13** *primitif plane*

2. Pada *toolbar format* pilih *labels*. Kemudian terdapat label-label yang merupakan bawaan dari *PowerSHAPE*. Untuk membuat label dari foto hasil pemesinan klik *new* dan tentukan alamat *file* berada.



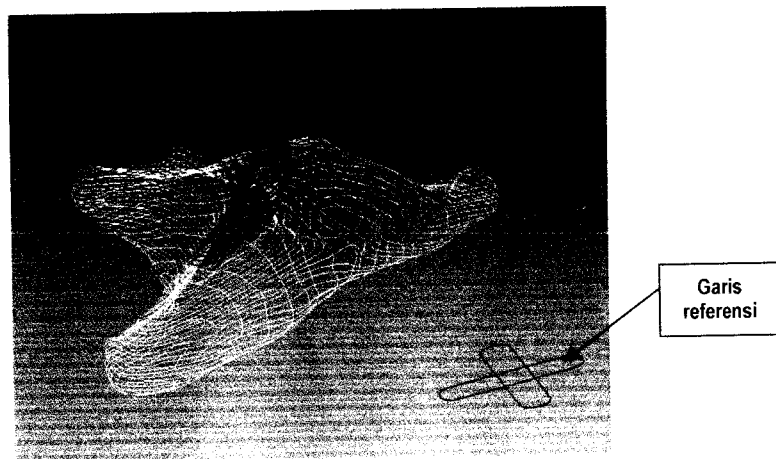
**Gambar 3.14** Label hasil pemotretan

### 3.5.2 Pengulangan Alur

Warna yang kontras antara replika tulang dan *gypsum* akan membentuk alur yang dapat digambar kembali.

Langkah penggambarannya adalah sebagai berikut.

1. Memilih *create a bezier curve* setelah label selesai dibuat.
2. Membuat alur mengelilingi potongan *wax* hingga menyambung dengan titik awal,
3. Mengatur jarak setiap alur yang telah jadi disusun sesuai urutan dengan 0.4 mm arah sumbu Z positif,
4. Menggunakan garis referensi sebagai acuan untuk penyusunan alur agar *wireframe* tidak melenceng.



**Gambar 3.15** Penyusunan alur dengan garis referensi

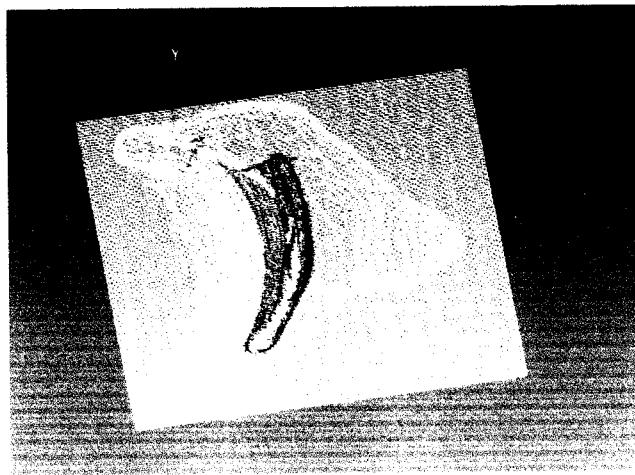
### 3.5.3 Pembuatan *Surface*

*Wireframe* alur yang telah jadi tidak dapat langsung dibuat *surface*. Bentuk tulang *zygomaticum* yang kompleks sangat sulit untuk dibuat langsung menjadi satu *surface*, dikarenakan kemampuan *arithmetic* pada *software PowerSHAPE* tidak bisa menjangkau lekukan-lekukan yang terlalu ekstrim sehingga tidak sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan cara

membagi *wireframe* menjadi beberapa bagian sesuai dengan lekukan - lekukan *surface* yang akan dibuat.

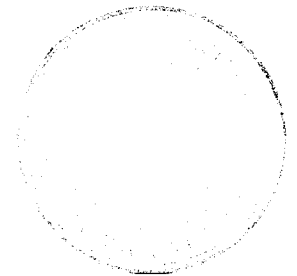
Langkah langkah pembuatan adalah sebagai berikut.

- a. Pertama, membuat garis kotak-kotak pada bidang xy dengan menggunakan *line* sebagai media bantuan untuk membuat *kurva* tambahan agar penyeleksian *surface* dapat lebih mudah membagi *wireframe* menjadi beberapa bagian.

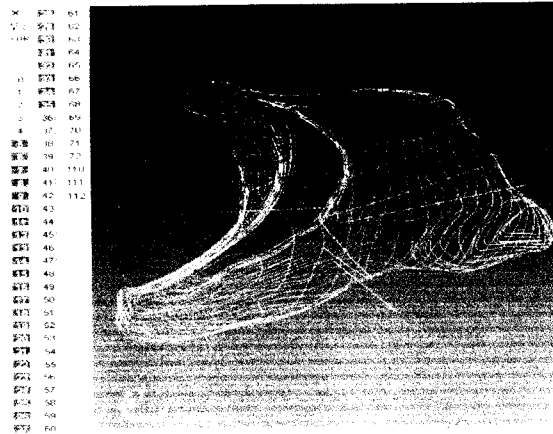


**Gambar 3.16** Garis kotak – kotak dan perpotongan *wireframe*

- b. Kedua, membuat kurva baru menggunakan *curve* diatas *wireframe* kemudian dengan cara mengaktifkan *layer* mulai dari *layer* 1 hingga seterusnya sehingga pada akhirnya akan memotong semua *wireframe*.

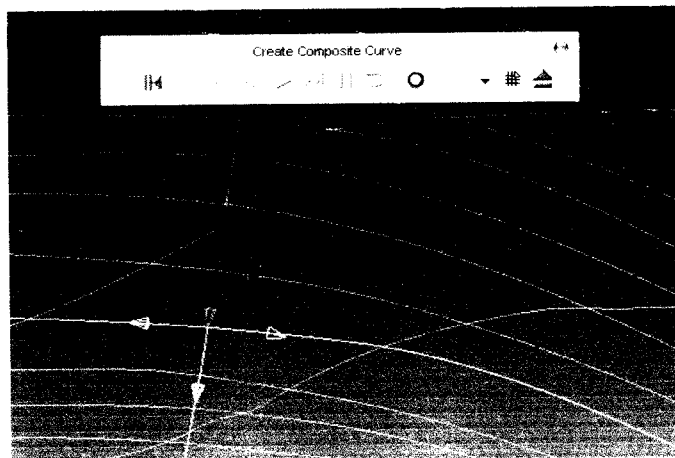






**Gambar 3.17** Garis perpotongan

- c. Ketiga, membuat susunan kurva yang akan kita bentuk menjadi surface dengan *tool create a composite curve*. Hal ini juga bertujuan agar dua bidang menjadi terpisah dan mencegah *surface* agar tidak berlubang karena tidak pas.



**Gambar 3.18** pembuatan *composite curve*

- d. Keempat, *surface* dibuat dengan menggunakan *tool create surface from network of curve* dengan memilih *wireframe* yang akan dibuat *surface* terlebih dahulu.



**Gambar 3.19** *Surface* yang telah jadi

- e. Kelima, menutup dengan bidang *surface* yang masih berlubang dengan cara mengulangi pemilihan kurva yang akan disurface dengan *create composite curve*. Bagian ini merupakan *error* yang pasti terjadi jika menggunakan metode pemotongan model.

### 3.6 Data percobaan

Pemesinan menggunakan *machine default* yaitu pahat jenis *endmill* dengan diameter 6 mm, *stepdown* 0.4 mm, *stepover* 1,8 mm dan *feed rate* 15 mm/sec. Pemesinan dilakukan pada pandangan atas dari replika tulang.

#### 3.6.1 Hasil Percobaan.

Dari hasil percobaan maka didapatkan hasil seperti ini :

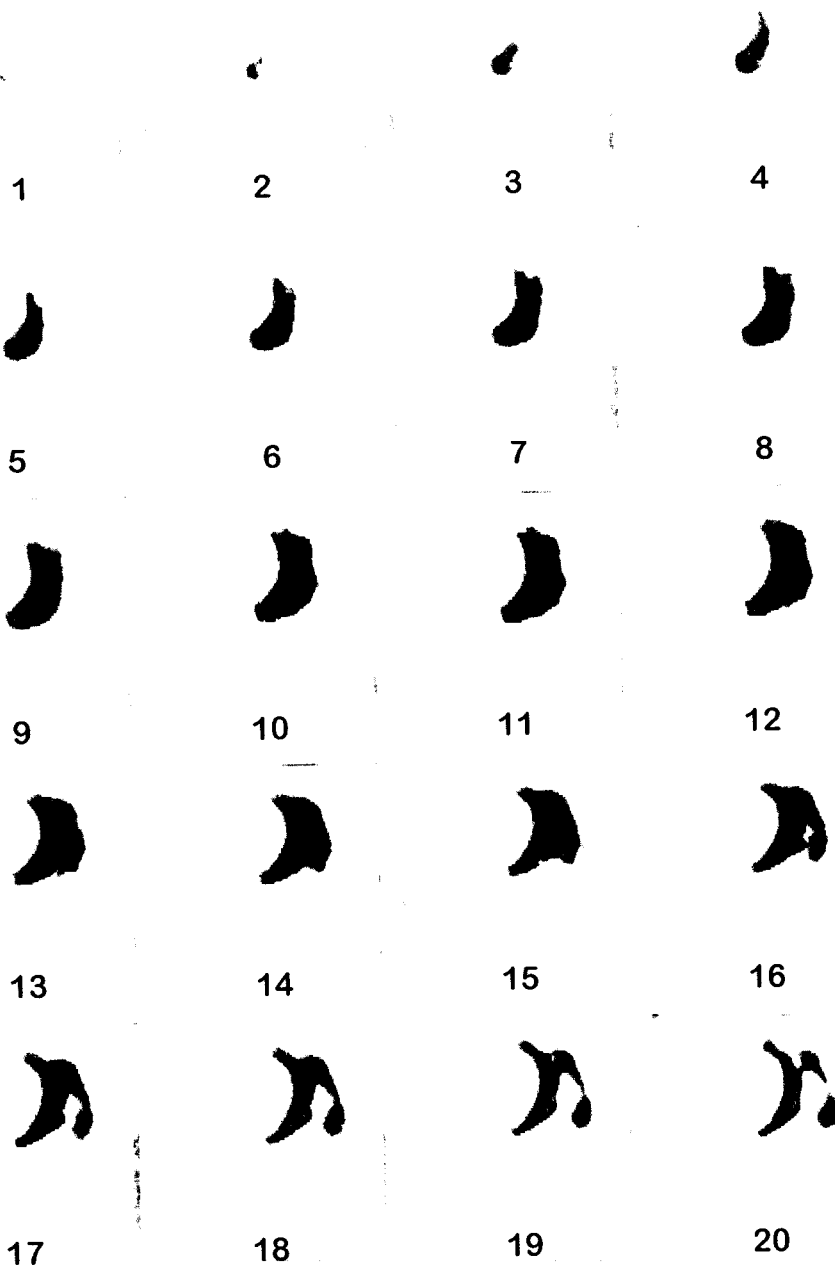


Hasil alur yang sudah didapat di pemesinan di pindahkan ke *PowerSHAPE* dengan pengurutan 0.4 arah sumbu Z+



**Gambar 3.20** hasil alur

Hasil percobaan berupa foto yang disusun secara berurutan mulai dari pemotongan 0 sampai dengan 0,4 mm x 52 kali sama dengan 20,8 mm.





21



22



23



24



25



26



27



28



29



30



31



32



33



34



35



36



37



38



39



40



41



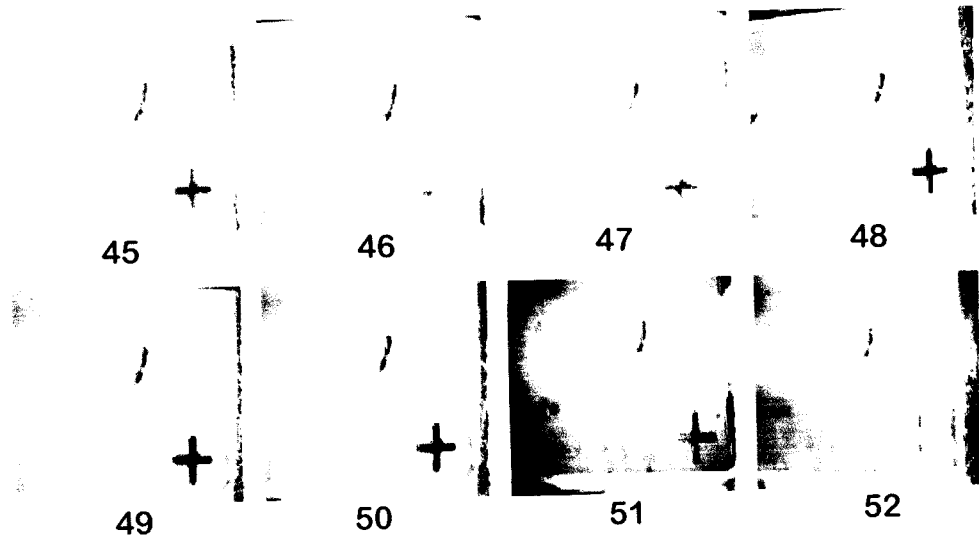
42



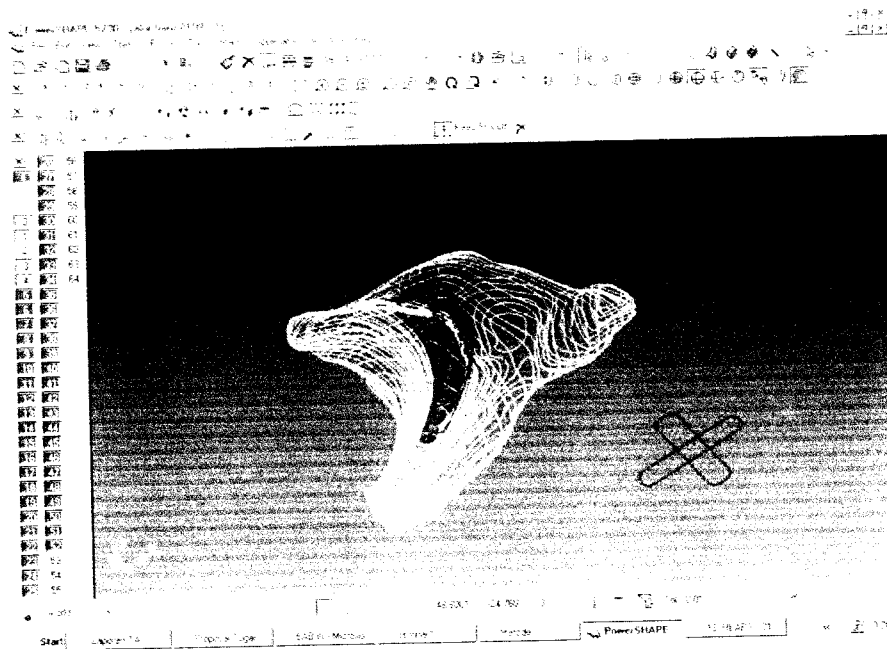
43



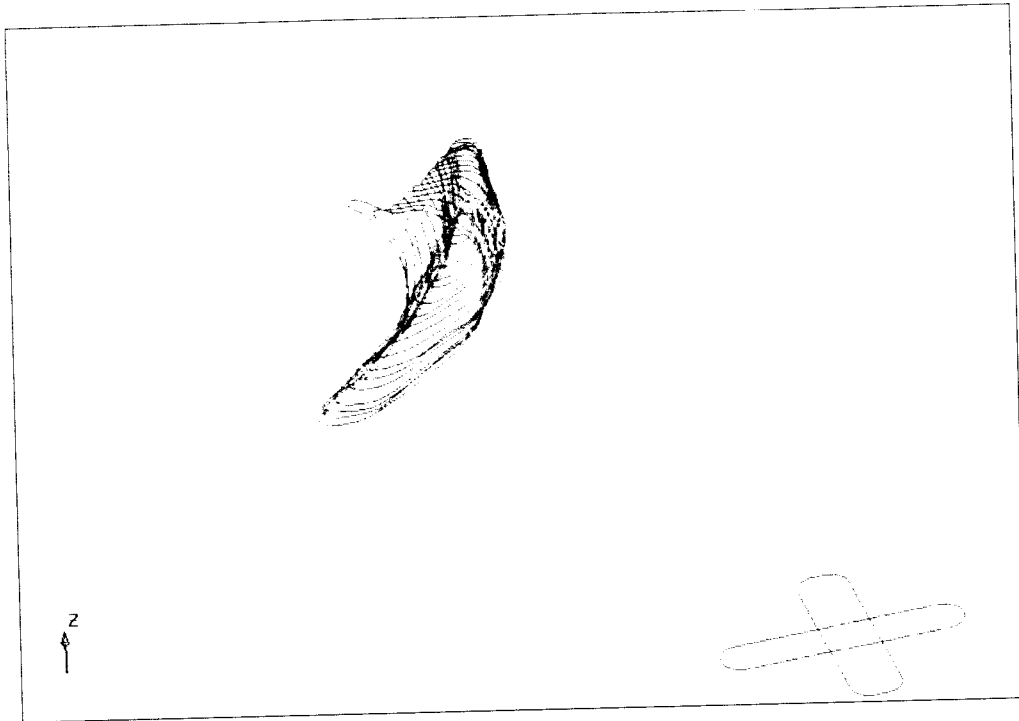
44



Gambar 3.21 Hasil percobaan 52x pemakanan



Gambar 3.22 alur yang telah disusun dengan rapi



**Gambar 3.23** Hasil *wireframe*

Dari hasil percobaan diatas maka sudah dapat dihasilkan sebuah bentuk alur-alur yang kemudian digabungkan dari alur yang pertama sampai yang terakhir dan membentuk *wireframe*.

## BAB IV

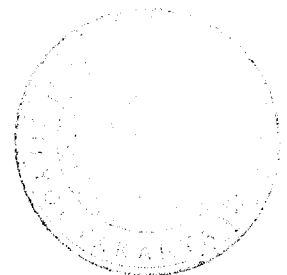
### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 PEMBUATAN KURVA TULANG ZYGOMATICUM

Proses pembuatan desain gambar tulang *zygomaticum* memerlukan beberapa tahap untuk mendapatkan hasil yang baik. Tulang *zygomaticum* memiliki kontur dan permukaan yang pipih dan melengkung sehingga dibutuhkan tingkat pemahaman yang baik dalam pembuatan desain gambarnya. Untuk menghasilkan suatu desain yang baik maka diperlukan suatu metode tertentu sehingga hasil yang didapatkan akan mendekati bentuk replika tulang *zygomaticum*. Pemilihan metode dengan cara menggambar secara manual tidak efektif dikarenakan waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan desain akan banyak terpakai sehingga ini akan mengurangi efisiensi waktu yang diberikan. Penggunaan *city scan* dalam desain juga dapat mengatasi beberapa kendala tersebut, akan tetapi biaya yang murah tidak dapat tercapai, karena mahalnya biaya akan menjadi suatu kendala tersendiri.

Agar mendapatkan beberapa susunan alur cukup efektif dan memiliki tingkat ketelitian yang baik dibutuhkan metode *combining the grooves section*. Tujuan dari metode ini adalah untuk mendapatkan alur-alur sehingga akan membentuk *wireframe* dari alur-alur yang telah disusun secara rapi. *Wireframe* adalah bentuk rangka dari replika tulang *zygomaticum* yang akan dibentuk menjadi desain gambar 3D.

Setelah mendapatkan metode yang paling efektif didalam merancang replika tulang *zygomaticum*, langkah selanjutnya adalah menyusun dan memposisikan alur tulang *zygomaticum* yang telah didapat. Dengan sistem pemakanan pada sumbu xy dimana setiap pemakanan membentuk lapisan dengan kedalaman tertentu. Dalam setiap lapisan terdapat suatu alur dari model tersebut kemudian alur-alur tersebut disusun menjadi sebuah rangka



(*wireframe*) dengan menggunakan *software PowerSHAPE*. Penggunaan *software PowerSHAPE* dikarenakan *software* ini mampu membuat desain replika tulang *zygomaticum* dengan tingkat ketelitian yang baik.

Pada penelitian ini, model tulang *zygomaticum* yang digunakan model yang terbuat dari bahan *wax* ditanam dalam gipsium dengan tujuan untuk mempertahankan bentuk dari model tersebut. Dengan menggunakan mesin *CNC Engraving Roland MDX 20*, cetakan gipsium dipotong dengan kedalaman 0.4mm setiap lapisnya dengan menggunakan pahat *EndMill 6mm*.

Setelah proses pemotongan selesai, setiap lapisnya dilakukan pengambilan gambar alur objek yang telah terpotong dengan menggunakan kamera digital. Hasil dari gambar tersebut berupa *file JPEG* yang kemudian akan ditransfer ke dalam *software PowerSHAPE* untuk dibuat desain gambar 3D replika tulang *zygomaticum*. Pengambilan gambar sebaiknya dilakukan 2 kali agar hasil foto bisa diambil mana yang terbaik. Kemudian dituntut agar operator pada saat pengambilan gambar menggunakan fungsi zoom kamera dengan baik. Hal ini dikarenakan proses pengambilan objek gambar akan semakin mengecil dengan *range* 0.4 mm ke sumbu *-Z* yaitu ke arah bawah akibat pemotongan pahat sebelumnya.

Pemilihan pahat *EndMill 6mm* sudah cukup baik dikarenakan beberapa hal sebagai berikut.

- a. Dapat dengan mudah membuat garis referensi pada bidang gipsium.
- b. Dapat menghasilkan alur-alur yang rapi dan permukaan yang baik.
- c. Susunan alur yang didapat mendekati bentuk model dan memiliki tingkat ketelitian yang baik.

Pembuatan garis referensi cukup dengan membuat tanda *plus (+)* dengan pemakaian pahat *ballnose 1.5mm* dengan kedalaman 50mm.

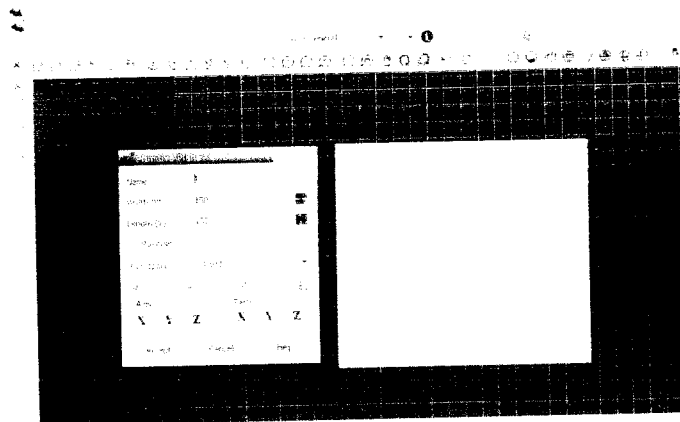


## 4.2 DESAIN PRODUK

Dengan beberapa susunan alur yang diperoleh maka bentuk kasar dari tulang akan dapat diperoleh. *Software* yang dipakai dalam proses desain model adalah *PowerSHAPE*.

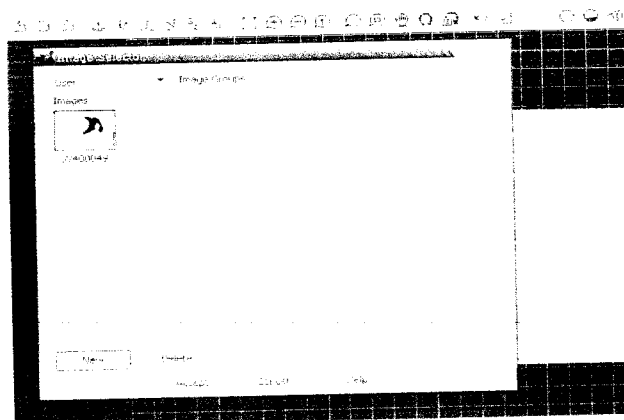
Langkah – langkah perancangan modelnya adalah sebagai berikut :

1. Pertama, di dalam *PowerSHAPE* dibuat suatu bidang terlebih dahulu dengan menggunakan perintah *surface* berupa *plane primitive*. Pada *dialog box plane primitive* dengan ukuran 150mm x 135mm sesuai dengan ukuran gipsum pada saat pemesinan seperti gambar 4.1



Gambar 4.1 *plane primitive*

2. Kedua, *mengimpor* foto bentuk *file* JPEG ke dalam *label*. Dengan mengklik *new* maka didapat hasil *import file* gambar seperti gambar 4.2.



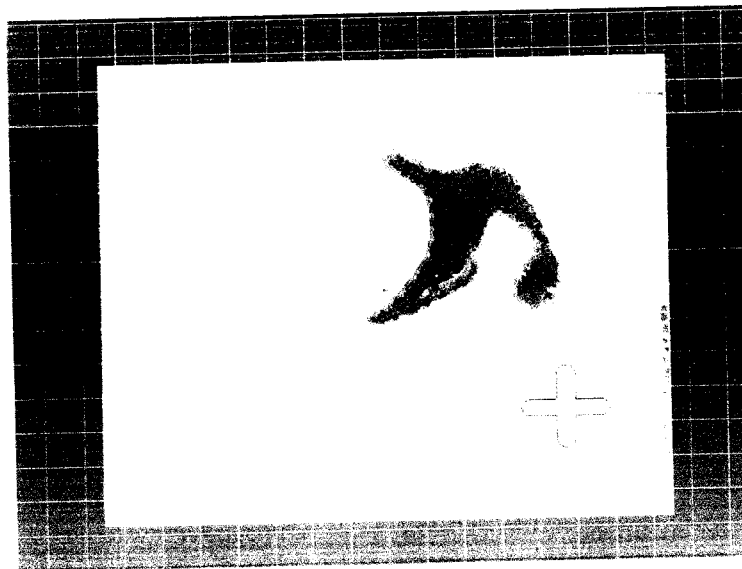
Gambar 4.2 *Import foto*

Bidang *plane* ini digunakan sebagai tempat hasil *import* foto dalam bentuk *file JPEG*.

Pada foto lapisan alur tulang *zygomaticum* diberikan beberapa *point* dengan menggunakan perintah *create a point*. Beberapa titik(*point*) tersebut akan disatukan dengan menggunakan perintah *create a bezier curve*, sehingga akan membentuk sebuah alur seperti gambar 4.4. Membuat garis bantu di dalam *PowerSHAPE* menggunakan perintah *line* dan *arc* seperti gambar 4.3. Garis bantu ini digunakan untuk menyusun *wireframe* dan memposisikannya pada posisi yang tepat dan benar.



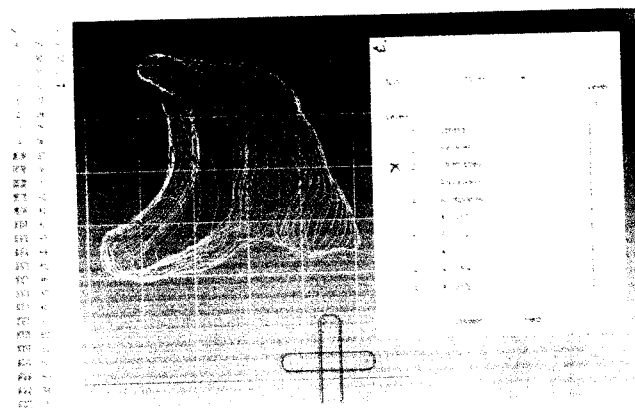
**Gambar 4.3** Garis bantu



**Gambar 4.4** Pembuatan alur

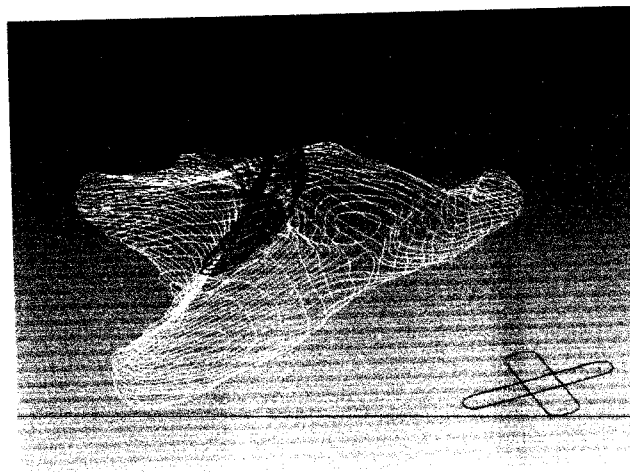
Setelah memasukan foto, kemudian alur tersebut dibuat menjadi satu bagian dengan menggunakan perintah *create a composite curve* atau bisa juga dengan *double click* tombol *alt* pada *keyboard*.

3. Ketiga, agar memudahkan dalam proses desain alur, garis referensi yang terbentuk ditempatkan pada satu *layer* tersendiri dengan menggunakan perintah *levels form* seperti gambar 4.5



**Gambar 4.5** *Dialog box level*

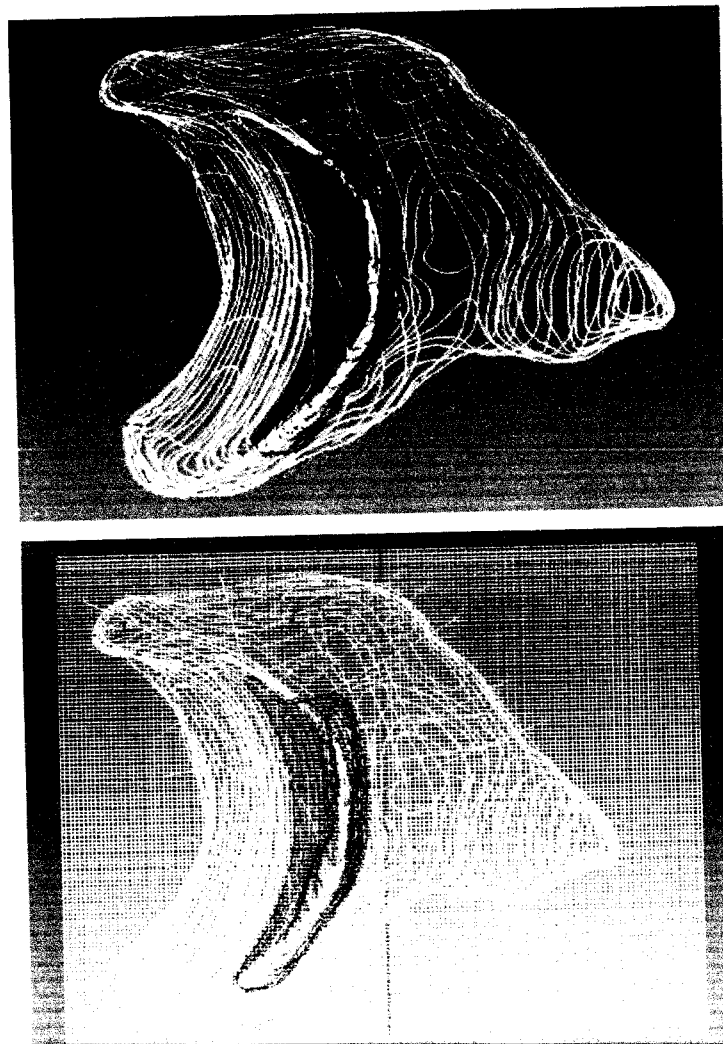
4. Keempat, beberapa susunan alur yang telah tersimpan pada masing – masing *layer* akan membentuk sebuah *wireframe* seperti gambar 4.6.



**Gambar 4.6** *Wireframe*

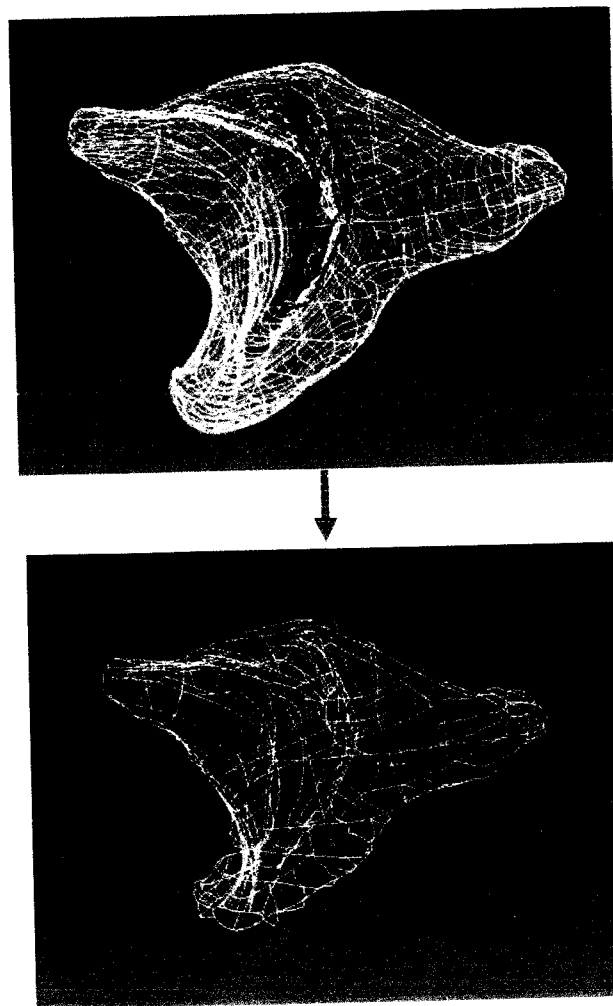
*wireframe* model yang telah terbentuk belum dapat dibentuk *surface*. Bentuk tulang *zygomaticum* yang kompleks dan terdapat jarak antara alur satu dengan yang lain memerlukan suatu cara untuk membuat sebuah *surface* yang diinginkan.

5. Keenam, menggandakan garis menjadi bentuk kotak-kotak membagi *wireframe* menjadi beberapa bagian dengan menggunakan garis bantu sehingga akan mempermudah dalam membuat garis pembagi dengan perintah *single line* seperti gambar 4.7.



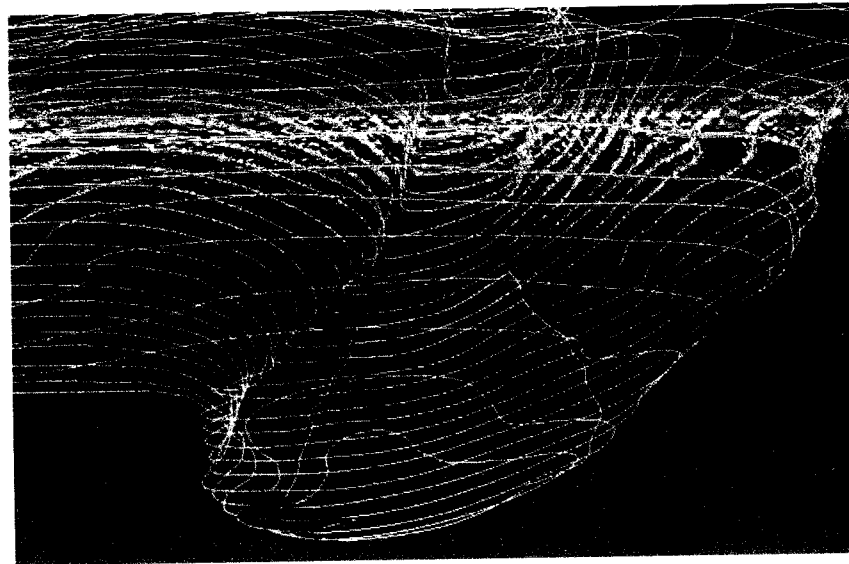
Gambar 4.7 Penggunaan *single line*

beberapa perpotongan yang telah terbentuk ini selanjutnya dihubungkan antara satu dengan yang lainnya dengan menggunakan *Create a Bezier curve* secara *random* atau acak yaitu dengan membagi atau memotong bagian dari tulang secara acak agar hasilnya mendekati dengan bentuk tulang yang sebenarnya. *Curve* yang menghubungkan beberapa perpotongan ini akan memotong *wireframe* menjadi beberapa bagian pada sisi – sisi tertentu dengan cara memainkan fungsi layer yaitu mengganti layer demi layer sehingga terbentuk potongan *curves* yang baru seperti gambar 4.8..



**Gambar 4.8** Penggunaan garis

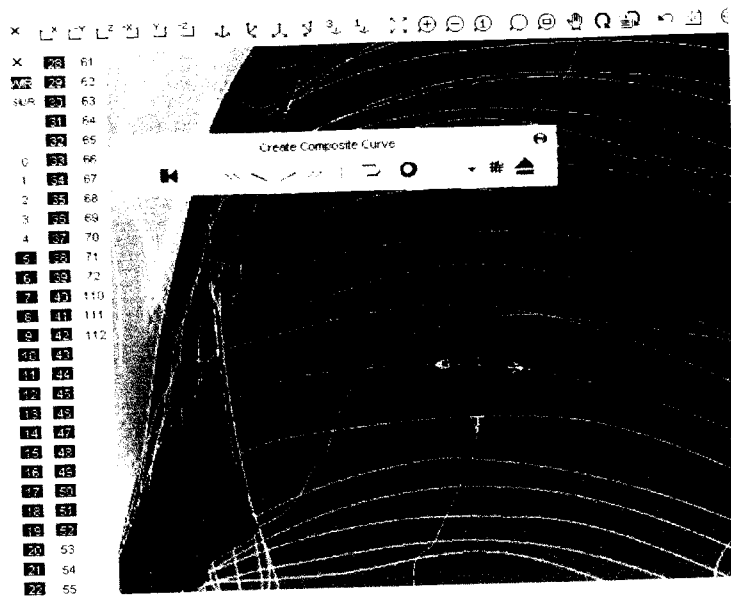
6. Ketujuh, dibuat *curve* dengan *tool create a bezier curve* pada perpotongan antara bidang dan *wireframe*. Dalam pembuatan garis perpotongan diperlukan *zoom* yang maksimal, karena dengan *zoom* yang maksimal perpotongan *curve* yang dibuat akan lebih mudah seperti gambar 4.9.



**Gambar 4.9** *Curve pemotong wireframe*

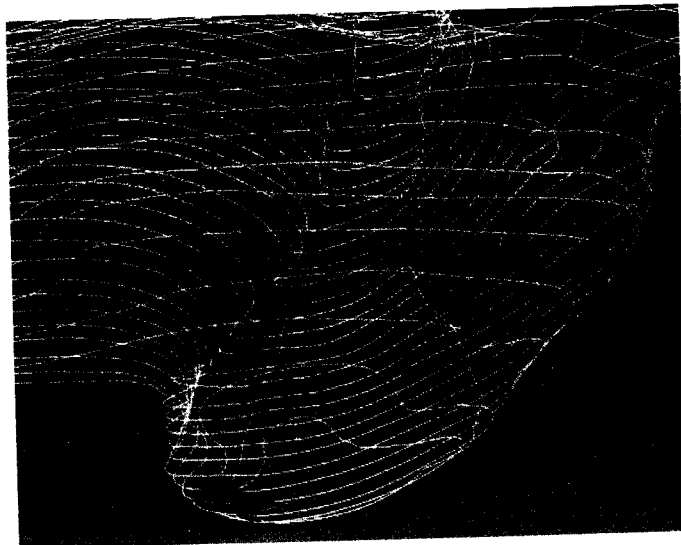
7. Kedelapan, dengan *tool create a composite curve* semua *wireframe* dibuat *double*(ganda) seperti gambar 4.10. Hal ini bertujuan untuk membuat dua bidang yang yang terpisah dan mencegah berlubangnya *surface* karena kurang pas pada saat penyeleksian kurva.



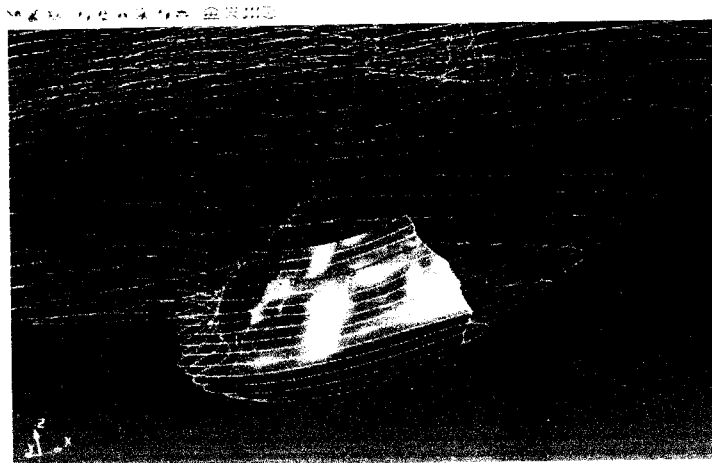


Gambar 4.10 *Create a composite curve*

8. Kesembilan. pembuatan *surface* dibuat dengan menggunakan *tool create surface from network of curve* dengan memilih *wireframe* yang akan dibuat *surface* seperti gambar 4.11 dan 4.12.

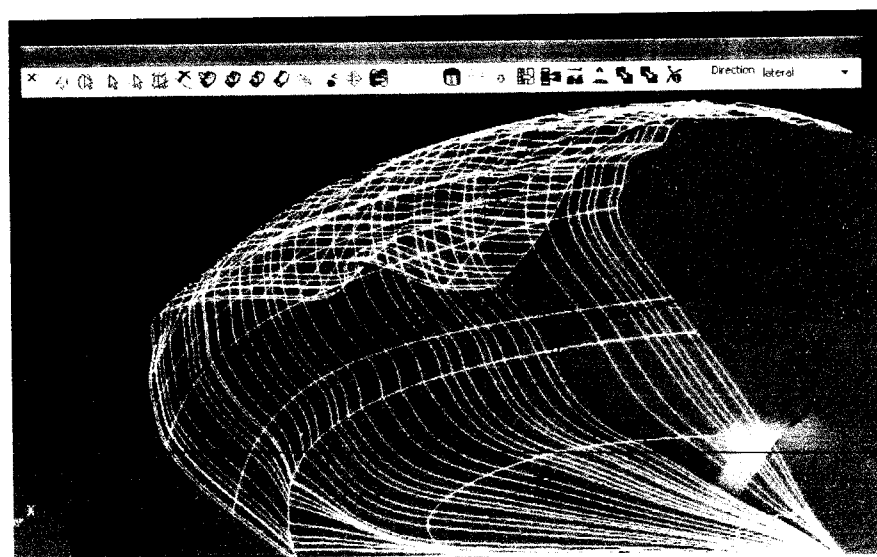


Gambar 4.11 *Wireframe yang akan dibentuk surface*



**Gambar 4.12** *Surface* yang terbentuk

Dalam pembuatan *surface*, selain menggunakan perintah *create surface from network of curve* pada bagian *wireframe* tertentu menggunakan perintah *create a fill in surface*. Hanya pada perintah *fill in*, *surface* tidak secara langsung menjadi *power surface*. Selain itu untuk lebih menyesuaikan dengan bentuk tulang *zygomaticum* yang memiliki bentuk yang kompleks dan spesifik, pada beberapa bagian dari *surface* perlu dilakukan edit untuk mendapatkan bentuk permukaan yang baik seperti gambar 4.13.

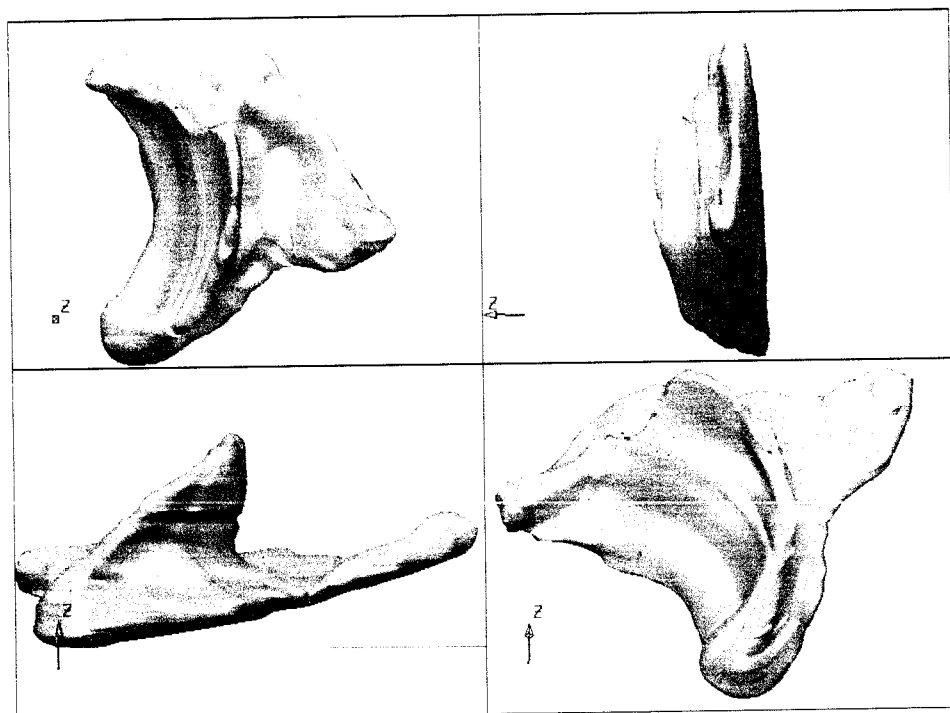


**Gambar 4.13** *Edit surface*



Pada proses *edit surface* ini bagian yang perlu diperhatikan adalah pada sisi lekukan-lekukan dan sambungan antara tulang yang menghubungkan ke belakang lainnya (*articulations*).

9. Kesepuluh, beberapa *surface* yang telah terbentuk ini akan membentuk model replika tulang *zygomaticum*.



**Gambar 4.14** Model tulang *zygomaticum*

### 4.3 Proses Pemesinan

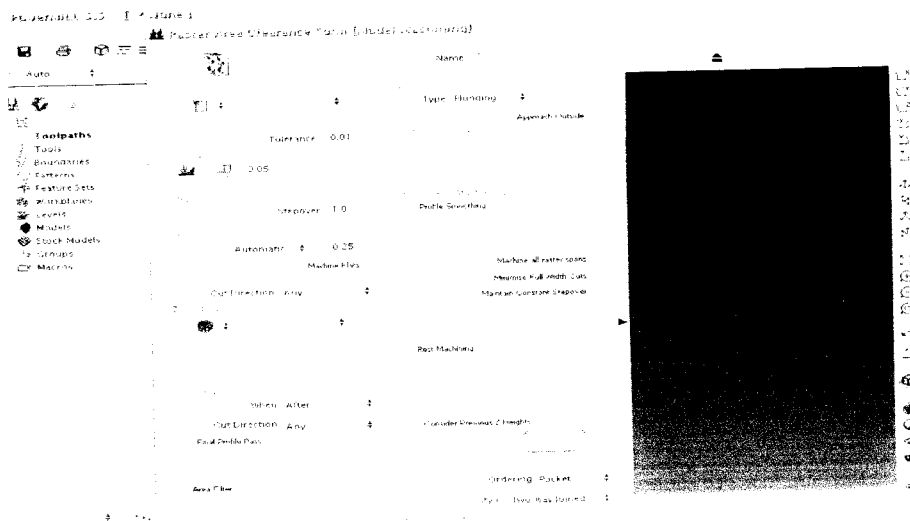
Untuk menjadikan model tulang *zygomaticum* ke dalam bentuk nyata perlu dilakukan proses pemesinan. Proses pemesinan mesin yang tersedia adalah jenis *CNC Roland EGX 600* dengan tiga sumbu. Sedangkan bentuk dari tulang *zygomaticum* yang kompleks dan terdapat beberapa lengkungan pada tulang tersebut. Sehingga untuk realisasi dengan menggunakan mesin tiga sumbu *CNC Roland EGX 600* tidak akan mungkin bisa dilakukan, dan

untuk merealisasikannya perlu digunakan dengan mesin CNC lima sumbu(5-axes).

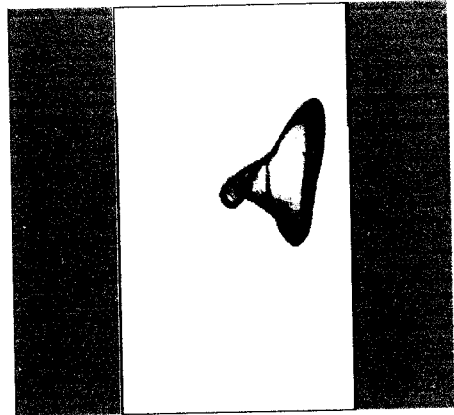
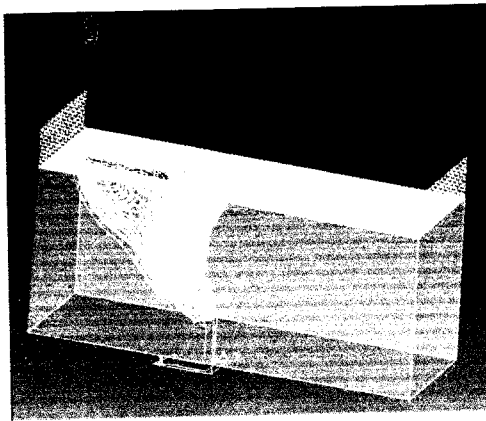
Untuk mencoba hasil desain ini maka kita perlu mengecek hasil *surface* yang telah jadi dengan cara memasukkan model desain ke dalam *software PowerMILL* untuk mengetahui apakah hasil *surface* sudah baik atau tidak(bolong) ketika melakukan *editing surface*.

Salah satu cara untuk mengaplikasikan fungsi *PowerMILL* adalah dengan mengaktifkan *toolbar application* kemudian pilih menu *application*. Kemudian akan muncul layar *powerMILL* seperti gambar dibawah ini. Dengan *Power MILL* ini maka kita dapat memasukkan parameter pemesinan sehingga kita akan dapatkan hasil dari simulasinya.

Setelah mensimulasikan hasil desain ke *PowerMILL* maka didapatkan hasil seperti gambar dibawah ini.



Gambar 4.15 PowerMILL



**Gambar 4.16** Gerakan pahat dan hasil potongan cetakan

## BAB V

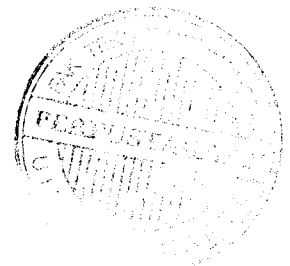
### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan yang telah dibuat maka dapat disimpulkan bahwa dengan metode *combining the grooves section* pada desain tulang *zygomaticum* sudah cukup efektif untuk merepresentasikan bahwa penggunaan *software PowerSHAPE* pada proses desain tulang *zygomaticum* telah mendapatkan hasil yang cukup baik. Sehingga hasil desain replika tulang *zygomaticum* telah mendekati bentuk tulang yang sesungguhnya. Ini dapat dilihat dari hasil gambar desain tulang *zygomaticum* 3D yang kemudian akan dapat diproses lebih lanjut pada tahap pembuatan replika yang sesungguhnya dan dengan didukung kemampuan dan spesifikasi mesin CNC yang bisa mengatasi permasalahan-permasalahan yang akan dihadapi pada proses selanjutnya.

#### 5.2 Saran

Dari analisis yang digunakan dapat penulis menyarankan bahwa untuk proses pengambilan gambar disarankan pada saat pemotretan, posisi kamera tidak berubah dari kedudukan kamera dan tanda yang sudah diberi di atas mesin *CNC Milling engraving MDX-20*. Setelah itu diharuskan untuk membuat perbandingan gambar yaitu pengambilan gambar sebaiknya dilakukan 2 kali dan bila perlu 3 kali agar hasil foto bisa diambil yang mana yang terbaik. Kemudian dituntut agar operator pada saat pengambilan gambar menggunakan fungsi *zoom* kamera dengan baik dikarenakan proses pengambilan objek gambar akan semakin mengecil dengan *range* 0,4 mm ke sumbu *-Z* yaitu ke arah bawah.



Perbandingan antara percampuran *gypsum* dan air pada saat pembuatan cetakan harus tepat dalam penakarannya yaitu antar 2:1 atau 2:1.5 sehingga hasil potongan *gypsum* tidak ada yang berongga yang akan menyebabkan permukaan *gypsum* tidak halus

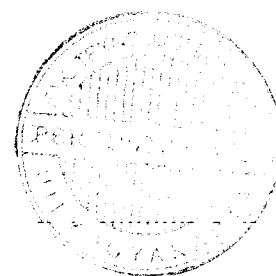
Pada saat mengimpor gambar ke dalam *label*, sebaiknya kita harus benar – benar memahami bentuk dari tulang *zygomaticum* agar *wireframe* – *wireframe* yang telah disusun cocok dengan hasil yang diharapkan.

Untuk bentuk tulang *zygomaticum* yang permukaannya mempunyai lekukan – lekukan yang ekstrim, kita membuat fungsi *random* yaitu dengan membagi atau memotong bagian dari tulang secara acak sehingga hasilnya mendekati dengan bentuk tulang yang sebenarnya.

Disarankan kepada mahasiswa yang akan melanjutkan ke tahap pembuatan replika tulang *zygomaticum* agar dalam penyeleksian potongan cetakan harus benar – benar diperhatikan bentuk dan dimensi tulang agar dalam proses pembuatan cetakan tidak mengalami kesulitan yang bisa terjadi ketika ada lekukan – lekukan yang tidak akan terjangkau oleh pahat dikarenakan bentuk tulang yang tipis/pipih dan menekuk ke dalam.

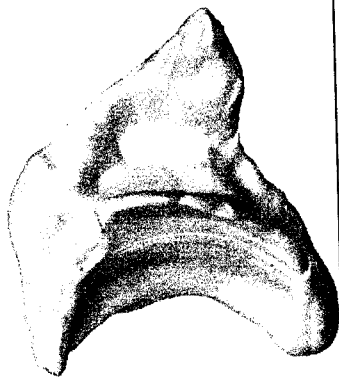
## DAFTAR PUSTAKA

- Prof. dr. Soedjono Aswin, PhD., Pengantar Anatomi ( Anatomi Umum ), 1989.
- Delcam plc., *Reference Manual "PowerMILL"*. Brimingham, B10 0HJ. England., 2002.
- Delcam plc., *Reference Manual "PowerSHAPE"*. Brimingham, B10 0HJ. England., 2002.
- Guyton, A.C. *Anatomy and Physiology*. Saunders College Publishing. Philadelphia. New York. London. Sydney. Tokyo, 1985.
- Moore, K. L. *Clinically Oriented Anatomy*. Williams & Wilkins. Baltimore. London. Sydney. Tokyo. 1985.
- Rogers , A. W. *Text Book of Anatomy*. Churchill Livingstone. Edinburgh. London. New York. Tokyo, 1992.
- Williams, P. L. *Gray's Anatomy. The Anatomical Basis of Medicine and Surgery*. Churchill Livingstone. New York. London. Melbourne, ( ed ) 1995.
- Ir. Purtojo., PowerShape Training Centre., Book #1 & Book#2.,2006
- Henry Gray (1821–1865). *Anatomy of the Human Body*. 1918 at <http://www.encyclopedia.com>. 12 september 2006
- Urban Schwarzenberg., VCD Sobotta version 1.5 Copyright © 1990-2000 Microsoft Cooperation.
- GRAPHICS INTERCHANGE FORMAT(sm), Version 89a(c), 1987,1988,1989,1990, Copyright CompuServe, Incorporated Columbus, Ohio Compu Serve, Graphics Interchange Format, Programming Reference <http://www.Voxel.com>. 9 januari 2007



# LAMPIRAN

Tampak Atas

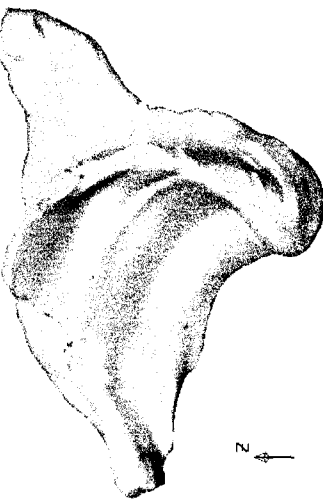


Z<sub>B</sub>

Tampak Depan

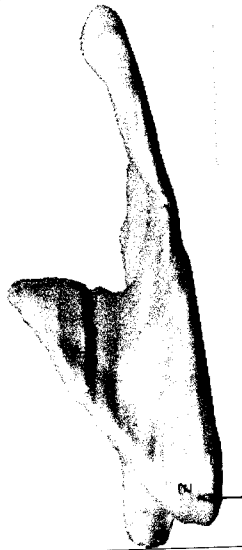


Z<sub>A</sub>




Z

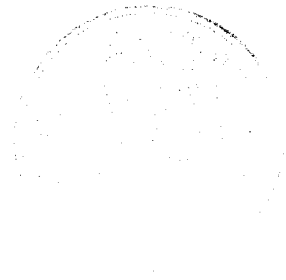
Tampak Samping



Z

Tampak Lateral

2.					
1.	TAMPAK SAMPING				
No. Jml.	NAMA	BAHAN	NORMALISASI	KETERANGAN	
	SKALA : 1 : 5	DIGAMBAR : PURWO AGUNG W.		KETERANGAN	
	SATUAN : mm	JURUSAN : T. MESIN			
	TANGGAL : 8-12-2006	DILIHAI : Ir. Paryana Pusaputra, M.Eng.			
JURUSAN TEKNIK MESIN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA					
		A4			







## JURUSAN TEKNIK MESIN

### FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Secretariat : 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 : Purwo Agung Wicaksono  
No. mahasiswa : 00.525.071  
Pembimbing : 1. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng.  
2. Dr. Zaenuri Sabta Nugraha

Bulan	Minggu	Kegiatan	Hasil	Analisis	Rencana (perbaikan)	Paraf
Juli 2006	Ke-1	Belajar bagaimana mengoperasikan software PowerSHAPE dengan balajar mandiri.	Masih kurang bisa memahami fungsi dari software <i>PowerSHAPE</i>	Perlu dilakukan proses pembelajaran yang tepat dan efektif	Masih mengikuti tutorial dari <i>PowerSHAPE</i>	
	Ke-2	Pengenalan dan pembelajaran tulang zygomatium dari referensi buku dan Lab. Anatomi Fakultas Kedokteran UII.	Mendapatkan beberapa referensi dari buku Sobotta dan CD <i>software</i> -nya	Mendalam tentang materi yang akan dibahas	Memperbanyak literatur yang akan digunakan dalam topik pembahasan	



## JURUSAN TEKNIK MESIN

### FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Secretariat : 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 : Purwo Agung Wicaksono  
 No. mahasiswa : 00.525.071  
 Pembimbing : 1. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng.  
 2. Dr. Zaenuri Sabta Nugraha

Bulan	Minggu	Kegiatan	Hasil	Analisis	Rencana (perbaikan)	Paraf
	Ke-3	Belajar memdesain mouse dengan PowerSHAPE.	Masih kurang familier dalam pemakaian toolbar software PowerSHAPE	Perlu dilakukan proses pembelajaran yang tepat dan efektif	Mengikuti pelatihan PowerSHAPE di lab. DAS	
	Ke-4	Mengikuti pelatihan PowerSHAPE di lab. DAS selama 4 hari	Hasil dari pelatihan adalah bisa mendesain berbagai macam bentuk objek dan lebih bisa memahami fungsi-fungsi dari toolbar yang ada	Sudah bisa membuat surface meskipun hasil surface masih dalam bentuk kasaran saja	Masih melanjutkan proses model surface ke tahap berikutnya	



## JURUSAN TEKNIK MESIN

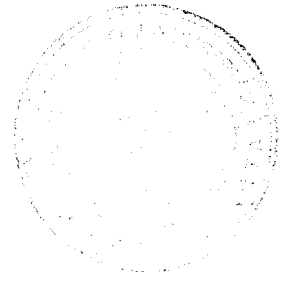
### FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Secretariat : 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 : Purwo Agung Wicaksono  
No. mahasiswa : 00.525.071  
Pembimbing : 1. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng.  
2. Dr. Zaenuri Sabta Nugraha

Bulan	Minggu	Kegiatan	Hasil	Analisis	Rencana / (perbaikan)	Paraf
Agustus	Ke-1	Pembuatan replica untuk masuk ke proses pemesian yaitu dengan membuat cetakan dari bahan silicon rodhorsil RTV 585 dan catalyst 60R.	Hasil cetakan lumayan baik meskipun ada sedikit perbedaan antara replica tulang dengan yang asli.	Perlu dilakukan perubahan bentuk pada wax tulang zygomatium secara manual	Setelah wax replica tulang zygomatium terbentuk akan masuk ke proses pemesian.	
	Ke-2	Menanam wax ke dalam cetakan gysum	Hasilnya cukup baik untuk selanjutnya di proses ke pemesian	Cukup dengan satu kali cetakan saja	Masuk ke proses pemesian	





## JURUSAN TEKNIK MESIN

### FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Secretariat : 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 : Purwo Agung Wicaksono  
 No. mahasiswa : 00.525.071  
 Pembimbing : 1. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng,  
 2. Dr. Zaenuri Sabta Nugraha

Bulan	Minggu	Kegiatan	Hasil	Analisis	Rencana (perbaikan)	Paraf
Agustus	Ke-3	penggunaan mesin milling <i>CNC Engraving Roland MDX 20</i> dengan simulasi <i>software ArtCAM</i> kemudian melakukan pemotongan gysum ( <i>milling</i> ) bertingkat 0.4mm	Hasilnya cukup memadai untuk memasuki proses desain.	Hasil foto yang diambil cukup baik untuk di desain 3D.	Dari gambar JPEG diubah menjadi alur-alur yang susun secara bertingkat dengan <i>range</i> 0.4mm	
	Ke-4	Menyusun alur – alur yang sebelumnya dirasa belum pas untuk memasuki proses surfacing	Hasil penyusunan alur yang didapat sudah dapat di- <i>surfacing</i> sesuai dengan bentuk tulang <i>zygomatium</i>	bisa disurface meskipun hasil surface masih dalam bentuk kasaran saja	Masih melanjutkan proses surface model tahap kedua	



**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Secretariat : 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 : Purwo Agung Wicaksono  
 No. mahasiswa : 00.525.071  
 Pembimbing : 1. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng.  
 2. Dr. Zaenuri Sabta Nugraha

Bulan	Minggu	Kegiatan	Hasil	Analisis	Rencana (perbaikan)	Paraf
September	Ke-1	Mensurface model 3D sesuai alur-alur yang sudah ada sebelumnya	Masih ada surface yang belum selesai yaitu pada gambar bagian ujung-ujung tulang <i>zygomatium</i>	Diperlukan bantuan curves untuk memsurface bagian ujung tulang <i>zygomatium</i>	Masih melanjutkan proses surface model tahap ketiga	
	Ke-2	1. Mengajukan Bab 1/2/3 2. Seminar	Laporan tentang pelaksanaan tugas akhir yang berjudul perancangan Desain Gambar 3D Tulang <i>Zygomatium</i>	Revisi	Latar belakang, dasar teori, proses pengambilan data harus sesuai dengan metode penulisan yang benar	



**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Secretariat : 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 : Purwo Agung Wicaksono  
 No. mahasiswa : 00.525.071  
 Pembimbing : 1. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng.  
 2. Dr. Zaenuri Sabta Nugraha

Bulan	Minggu	Kegiatan	Hasil	Analisis	Rencana (perbaikan)	Paraf
	Ke-3	Mensurface ulang model 3D sesuai alur-alur yang sudah ada sebelumnya dikarenakan hasilnya kurang memuaskan	Surface sudah selesai yaitu pada gambar bagian ujung-ujung tulang <i>zygomatium</i> sudah lebih tipis dan lebih akurat.	Surface harus dibuat lebih detail lagi.	Masih melanjutkan proses surface model tahap ketiga yaitu pengeditan surface.	
	Ke-4	Mengajukan Bab 1/2/3	Cara penulisan harus sesuai dengan format penulisan laporan tugas akhir	Latar belakang, dasar teori, proses pengambilan data	Revisi	



## JURUSAN TEKNIK MESIN

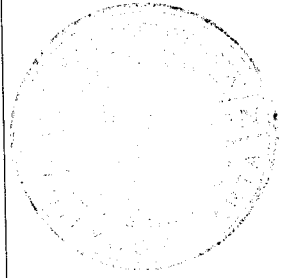
### FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Secretariat : 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 : Purwo Agung Wicaksono  
No. mahasiswa : 00.525.071  
Pembimbing : 1. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng.  
2. Dr. Zaenuri Sabta Nugraha

Bulan	Minggu	Kegiatan	Hasil	Analisis	Rencana (perbaikan)	Paraf
Oktober	Ke-1	Mensurface tulang model 3D sesuai alur-alur yang sudah ada sebelumnya dikarenakan hasilnya kurang maksimal	Surface sudah selesai yaitu pada gambar bagian ujung-ujung tulang <i>zygomatium</i> sudah lebih tipis dan dan permukaan lebih halus.	Hasil sudah cukup maksimal	Membuat format JPEG untuk dijadikan sebagai lembar lampiran.	
November	Ke-2	Pengajuan Bab 1,2,3,4,5	Bab 1,2,3,4,5 berjumlah 38 halaman	Cara penulisan bahasa ilmiah harus di cetak miring	Revisi	





## JURUSAN TEKNIK MESIN

### FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Secretariat : 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 : Purwo Agung Wicaksono  
No. mahasiswa : 00.525.071  
Pembimbing : 1. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng,  
2. Dr. Zaenuri Sabta Nugraha

Bulan	Minggu	Kegiatan	Hasil	Analisis	Rencana (perbaikan)	Paraf
Desember	Ke-2	Pengesahan tugas akhir untuk pengajuan pendadaran bulan desember T.A 2006/2007	Disetujui			