

TUGAS AKHIR
PERANCANGAN PROTOTIPE STRUKTUR GIGI MANUSIA
PADA MESIN PRINTER 3D

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelara Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

RIKI JULIANSYAH
1307230100



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2019

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

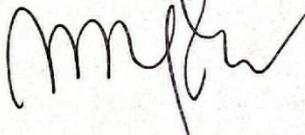
Nama : Riki Juliansyah
NPM : 1307230100
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Perancangan Prototipe Struktur Gigi Manusia Pada
Mesin Printer 3D
Bidang ilmu : Kontruksi Dan Teknik Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 07 September 2019

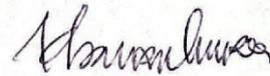
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



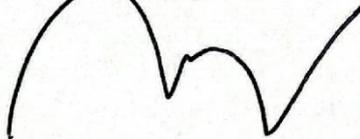
Muhammad Yani, S.T.,M.T

Dosen Penguji II



Khairul Umurani, S.T.,M.T

Dosen Penguji III



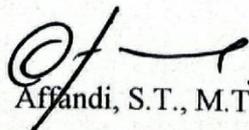
Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar

Dosen Penguji IV



Sudirman Lubis.,S.T.,M.T

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,



Affandi, S.T., M.T

SURAT KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Riki Juliansyah
Tempat /Tanggal Lahir : Hampan Perak/05 Juli 1995
NPM : 1307230100
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Perancangan Prototipe Struktur Gigi Manusia Pada Mesin Printer 3D”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 07 September 2019



Saya yang menyatakan,

Riki Juliansyah

ABSTRAK

Seiring perkembangan zaman hingga saat ini kemajuan teknologi berkembang sangat pesat, dengan berjalannya waktu dan berkembangnya pola pikir manusia. Hal ini berdampak juga dengan dunia kesehatan yang membutuhkan peralatan dan alat-alat medis terbaru dan canggih serta akan kemudahan dan efisiensi dalam penggunaannya beberapa instansi-instansi dan sekolah kedokteran/kesehatan yang membutuhkan serta memanfaatkan alat prototipe struktur gigi manusia ini diantaranya untuk alat peraga dunia kedokteran untuk menjelaskan uji fungsi serta komponen-komponen yang ada di struktur gigi manusia. Bentuk prototipe ini memungkinkan material memiliki bobot minimal dengan kekuatan yang sangat besar dan daya yang tinggi, namun tetapi memiliki daya produksi yang rendah. dalam perancangan ini didesain 3 prototipe struktur gigi manusia beserta simulasinya, model 1 yaitu struktur gigi normal, model 2 struktur gigi tapered, model 3 struktur gigi ovoid, ketiga model tersebut memiliki lengkung gigi yang berbeda beda. Dari hasil desain tiga struktur gigi manusia tersebut setelah di uji, maka 80% desain gigi normal lebih unggul dan lebih baik struktur nya dibanding desain struktur gigi ovoid dan desain struktur gigi tapered.

Kata kunci: Perancangan Prototipe Struktur Gigi Manusia

ABSTRACT

Along with the times up to now technological advances are developing very rapidly, over time and the development of the human mindset. This has an impact also on the world of health which requires the latest and most sophisticated medical equipment and equipment as well as the ease and efficiency in its use of several institutions and medical / health schools that need and utilize this prototype tool for human tooth structure including for the props of the medical world to explain the test functions and components that exist in the structure of human teeth. This prototype shape allows the material to have a minimum weight with enormous strength and high power, but has low production power. In this design, three prototypes of human tooth structure and its simulations are designed, model 1 is normal tooth structure, model 2 is tapered tooth structure, model 3 structure of ovoid teeth, all three models have different dental arches. From the results of the three human tooth structure designs after being tested, then 80% of normal tooth designs are superior and better in structure than ovoid tooth structure designs and tapered tooth structure designs.

Keywords: Prototype Design of Human Tooth Structure

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Karakteristik Getaran Pada 3 Piringan Akibat Perubahan Putaran Poros” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini..
2. Bapak Sudirman Lubis, S.T.,M.T selaku Dosen Pimbimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Muhammad.Yani, S.T.,MT selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Khairul Umurani, ST,.MT selaku Dosen Pembanding II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Sekaligus sebagai Seketaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar ST,.MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
6. Bapak Ade Faisal, S.T.,M.Sc.,Ph.D selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Affandi, ST,.M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

8. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
9. Orang tua tercinta, ayahanda Suprayudi dan ibunda Agustriana yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
10. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
11. Para sahabat tercinta, keluarga himpunan mahasiswa teknik mesin umsu dan keluarga di rumah yang telah banyak membantu dan memberikan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia keteknikmesin.

Medan, 07 September 2019

RIKI JULIANSYAH

1307230100

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Khusus	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Teori Mesin Printer 3D	4
2.2 Cara Kerja Mesin Printer 3D	4
2.3 Filament PLA (Polylactic Acid)	5
2.4 Filament ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene)	6
2.5 Pengertian Gigi Manusia	7
2.6 Struktur Gigi Manusia	8
2.7 Perubahan Warna Gigi (Diskolorasi)	10
2.8 Bentuk Lengkungan Gigi Manusia	10
2.9 Metode Pengukuran Lengkung Gigi	12
2.9.1 Lebar Lengkung Gigi	12
2.9.2 Panjang Lengkung Gigi	14
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu	16
3.1.1 Tempat Penelitian	16
3.1.2 Waktu Penelitian	16
3.2 Alat dan Bahan	16
3.2.1 Alat Yng Digunakan	16
3.2.2 Bahan Yang Digunakan	18
3.3 Diagram Alir	21
3.4 Langkah Mernggambar Struktur Gigi Manusia	22
3.5 Proses Pembuatan Prototipe	29
3.6 Pengoperasian Mesin Printer 3D Prusa i3 A8	29
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Desain Tiga Model Struktur Gigi Manusia	31

4.1.1 Hasil Pembuatan Struktur Gigi Atas	31
4.1.2 Hasil Pembuatan Struktur Gigi Bawah	32
4.2 Hasil Pembuatan Struktur Gigi Bawah Dan Atas	32
4.3 Hasil Model Desain Pembuatan Struktur Gigi Manusia	33
4.3.1 Hasil Desain Struktur Gigi Bawah Tapered	33
4.3.2 Hasil Desain Struktur Gigi Bawah Ovoid	34
4.3.3 Hasil Desain Struktur Gigi Bawah Normal	34
4.4 Desain Struktur Gigi Bawah Dan Atas	35
4.5 Hasil Desain Struktur Gigi Atas Normal	36
4.6 Hasil Desain Struktur Gigi Atas Ovoid	36
4.7 Hasil Desain Struktur Gigi Atas Tapered	37
4.8 Hasil Pengujian Simulasi Tekan Deformasi Struktur Gigi Atas Normal	37
4.9 Hasil Pengujian Simulasi Deformasi Tekan Struktur Gigi Atas Ovoid	38
4.10 Hasil Pengujian Simulasi Deformasi Tekan Struktur Gigi Atas Tapered	38
4.11 Hasil Pengujian Simulasi Deformasi Tekan Struktur Gigi Bawah Normal	39
4.12 Hasil Pengujian Simulasi Deformasi Tekan Struktur Gigi Bawah Ovoid	40
4.13 Hasil Pengujian Simulasi Deformasi Tekan Struktur Gigi Bawah Tapered	40
4.14 Hasil Perbandingan Uji Simulasi Deformasi Tekan Struktur Gigi Atas Dengan Beban 29.4 N.	41
4.14.1 Hasil Perbandingan Uji Simulasi Deformasi Tekan Struktur Gigi Atas Dengan Beban 39.2 N.	42
4.14.2 Hasil Perbandingan Uji Simulasi Deformasi Tekan Struktur Gigi Atas Dengan Beban 49 N.	43
4.14.3 Hasil Perbandingan Uji Simulasi Deformasi Tekan Struktur Gigi Atas.	44
4.15 Hasil Perbandingan Uji Simulasi Deformasi Tekan Struktur Gigi Bawah Dengan Beban 29.4 N.	45
4.15.1 Hasil Perbandingan Uji Simulasi Tekan Struktur Gigi Bawah Dengan Beban 39.2 N.	46
4.15.2 Hasil Perbandingan Uji Simulasi Tekan Struktur Gigi Bawah Dengan Beban 49 N.	47
4.15.3 Hasil Perbandingan Uji Simulasi Tekan Struktur Gigi Bawah.	48
4.16 Hasil Perbandingan Uji Simulasi Deformasi Tekan Dan Tegangan Pada Struktur Gigi Bawah Dan Struktur Gigi Atas.	49
4.16.1 Hasil Uji Simulasi Tegangan Struktur Gigi Atas Dengan Beban 29.4 N.	50
4.16.2 Hasil Uji Simulasi Tegangan Struktur Gigi Atas Dengan Beban 39.2 N.	51
4.16.3 Hasil Uji Simulasi Tegangan Struktur Gigi Atas Dengan Beban 49 N.	51
4.17 Hasil Perbandingan Uji Simulasi Tegangan Struktur Gigi Atas	52

4.17.1 Hasil Uji Simulasi Tegangan Struktur Gigi Bawah Dengan Beban 29.4 N.	53
4.17.2 Hasil Uji Simulasi Tegangan Struktur Gigi Bawah Dengan Beban 39.2 N.	54
4.17.3 Hasil Uji Simulasi Tegangan Struktur Gigi Bawah Dengan Beban 49 N.	55
4.18 Hasil Perbandingan Uji Simulasi Tegangan Struktur Gigi Bawah.	55

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	57

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

LEMBAR ASISTENSI

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu Penelitian	16
Tabel 4.1 Ukuran Desain Pembuatan Struktur Gigi Manusia.	33
Tabel 4.2 Data Nilai Pengujian Deformasi Struktur Gigi Atas Dengan Beban 29.4 N.	41
Tabel 4.3 Data Nilai Pengujian Deformasi Struktur Gigi Atas Dengan Beban 39.2 N.	42
Tabel 4.4 Data Nilai Pengujian Deformasi Struktur Gigi Atas Dengan Beban 49 N.	43
Tabel 4.5. Data Nilai Pengujian Deformasi Struktur Gigi Atas Dengan Beban 49 N, 39.2 N Dan 29.4 N.	44
Tabel 4.6. Data Nilai Pengujian Deformasi Struktur Gigi Bawah Dengan Beban 29.4 N.	45
Tabel 4.7. Data Nilai Pengujian Deformasi Struktur Gigi Bawah Dengan Beban 39.2 N.	46
Tabel 4.8. Data Nilai Pengujian Deformasi Struktur Gigi Bawah Dengan Beban 49 N.	47
Tabel 4.9. Data Nilai Pengujian Deformasi Struktur Gigi Bawah Dengan Beban 49 N, 39.2 N Dan 29.4 N.	48
Tabel 4.10 Data Nilai Pengujian Nilai Pengujian Deformasi Dan Tegangan Struktur Gigi Bawah Dan Atas Dengan Beban 29.4 N, 39.2 N Dan 49 N.	50
Tabel 4.11 Data Nilai Pengujian Tegangan Struktur Gigi Atas Dengan Beban 29.4 N.	50
Tabel 4.12 Data Nilai Pengujian Tegangan Struktur Gigi Atas Dengan Beban 39.2 N.	51
Tabel 4.13 Data Nilai Pengujian Tegangan Struktur Gigi Atas Dengan Beban 49 N.	51
Tabel 4.14 Data Nilai Pengujian Tegangan Struktur Gigi Atas Dengan Beban 29.4 N, 39.2 N Dan 49 N.	52
Tabel 4.15 Data Nilai Pengujian Tegangan Struktur Gigi Bawah Dengan Beban 29.4 N.	54
Tabel 4.16 Data Nilai Pengujian Tegangan Struktur Gigi Bawah Dengan Beban 39.2 N.	55
Tabel 4.17 Data Nilai Pengujian Tegangan Struktur Gigi Bawah Dengan Beban 49 N.	55
Tabel 4.18 Data Nilai Pengujian Tegangan Struktur Gigi Bawah Dengan Beban 29.4 N, 39.2 N Dan 49 N.	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Mesin <i>Printer 3D</i>	4
Gambar 2.2	Filament PLA (Polylactic Acid)	6
Gambar 2.3	Filament ABS (Acrylonitrile Butadiene Stryrene)	7
Gambar 2.4	Bagian-Bagian Gigi	8
Gambar 2.5	Bentuk Gigi Normal	11
Gambar 2.6	Bentuk Gigi Ovoid	11
Gambar 2.7	Bentuk Gigi Tapered	12
Gambar 2.8	Pengukuran Lengkung Gigi Secara Transversal Dengan Metode Raberin	12
Gambar 2.9	Pengukuran Lengkung Gigi Secara Transversal Dengan Metode Lindsten	13
Gambar 2.10	Pengukuran Lengkung Gigi Secara Sagital Dengan Metode Labirin	14
Gambar 2.11	Pengukuran Lengkung Gigi Secara Sagital Dengan Metode Lindsten.	15
Gambar 3.1	Mesin Printer 3D Prusa i3 A8	17
Gambar 3.2	Laptop	18
Gambar 3.3	Filament PLA (Polylactic Acid)	19
Gambar 3.4	Filament ABS (Acrylonitrile Butadiene Stryrene)	20
Gambar 3.5	Diagram Alir Rancangan Struktur Gigi Manusia	21
Gambar 3.6	Tampilan Awal Solidworks	22
Gambar 3.7	Tampilan Menu	22
Gambar 3.8	Menu Bar	23
Gambar 3.9	Tab Sketch	23
Gambar 3.10	Plane Bidang Gambar	23
Gambar 3.11	Pemilihan Plane	24
Gambar 3.12	Pemilihan <i>Window Property</i>	25
Gambar 3.13	Pemilihan <i>Tool Buttom Smart Dimension</i> Struktur Gigi Atas.	25
Gambar 3.14	Klik Garis Horizontal	26
Gambar 3.15	Membuat Geometri 3D	26
Gambar 3.16	Hasil Gambar Struktur Gigi Atas	27
Gambar 3.17	Pemilihan <i>Tool Buttom Smart Dimension</i> Struktur Gigi <i>Bawah</i> .	27
Gambar 3.18	Hasil Gambar Struktur Gigi Atas	28
Gambar 3.19	Rancangan Struktur Gigi Atas Dan Bawah	28
Gambar 3.20	Pengoperasian Mesin Printer 3D Prusa i3 A8	30
Gambar 4.1	Hasil Desain Tiga Model Struktur Gigi Manusia	31
Gambar 4.2	Struktur Gigi Atas	32
Gambar 4.3	Struktur Gigi Bawah	32
Gambar 4.4	Struktur Gigi Bawah Dan Atas	33
Gambar 4.5	Gambar Struktur Gigi Tapered	34
Gambar 4.6	Gambar Struktur Gigi Ovoid	34
Gambar 4.7	Hasil Gambar Struktur Gigi Normal	35
Gambar 4.8	Struktur Gigi Atas Dan Bawah	35

Gambar 4.9	Struktur Gigi Atas Normal	36
Gambar 4.10	Struktur Gigi Atas Ovoid	36
Gambar 4.11	Struktur Gigi Atas Tapered	37
Gambar 4.12	Peletakan Tumpuan Beban Pada Struktur Gigi Atas	37
Gambar 4.13	Hasil Simulasi Struktur Gigi Atas Normal	38
Gambar 4.14	Hasil Simulasi Struktur Gigi Atas Ovoid	38
Gambar 4.15	Hasil Simulasi Struktur Gigi Atas Tapered	39
Gambar 4.16	Peletakan Tumpuan Beban Pada Struktur Gigi Bawah	39
Gambar 4.17	Hasil Simulasi Struktur Gigi Bawah Normal	40
Gambar 4.18	Hasil Simulasi Struktur Gigi Bawah Ovoid	40
Gambar 4.19	Hasil Simulasi Struktur Gigi Bawah Tapered	41
Gambar 4.20	Grafik Hasil Perbandingan Uji Tekan Simulasi Dengan Beban 29.4 N.	41
Gambar 4.21	Grafik Hasil Perbandingan Uji Tekan Simulasi Dengan Beban 39.2 N.	43
Gambar 4.22	Grafik Hasil Perbandingan Uji Tekan Simulasi Dengan Beban 49 N.	44
Gambar 4.23	Grafik Hasil Perbandingan Uji Tekan Simulasi Dengan Beban 49N, 39.2 N Dan 29.4 N.	45
Gambar 4.24	Grafik Hasil Perbandingan Uji Tekan Simulasi Dengan Beban 29.4 N.	46
Gambar 4.25	Grafik Hasil Perbandingan Uji Tekan Simulasi Dengan Beban 39.9 N.	47
Gambar 4.26	Grafik Hasil Perbandingan Uji Tekan Simulasi Dengan Beban 49 N.	48
Gambar 4.27	Grafik Hasil Perbandingan Uji Tekan Simulasi Dengan Beban 49 N, 39.2 N Dan 29.4 N.	49
Gambar 4.28	Grafik Hasil Uji Simulasi Tegangan Dengan Beban 29.4 N.	50
Gambar 4.29	Grafik Hasil Uji Simulasi Tegangan Dengan Beban 39.2 N.	51
Gambar 4.30	Grafik Hasil Uji Simulasi Tegangan Dengan Beban 49 N.	52
Gambar 4.31	Grafik Hasil Uji Simulasi Struktur Gigi Atas Tegangan Dengan Beban 29.4 N,39.2 N Dan 49 N.	53
Gambar 4.32	Grafik Hasil Uji Simulasi Tegangan Dengan Beban 29.4 N.	54
Gambar 4.33	Grafik Hasil Uji Simulasi Tegangan Dengan Beban 39.2 N.	54
Gambar 4.34	Grafik Hasil Uji Simulasi Tegangan Dengan Beban 49 N.	55
Gambar 4.35	Grafik Hasil Uji Simulasi Struktur Gigi BawahTegangan Dengan Beban 29.4 N,39.2 N Dan 49 N.	56

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Printer 3D merupakan sebuah terobosan baru dalam dunia teknologi. Printer 3D adalah sebuah printer yang mampu mencetak benda berdimensi tiga, bukan berupa gambar atau tulisan di atas kertas. Kelebihan dari printer 3D adalah sangat memungkinkan untuk membuat berbagai bentuk pola rumit. Hal ini dikarenakan keleluasan gerakan printer pada ruang lingkup tiga dimensi. Terkait dengan definisinya tersebut, maka printer 3D dapat berfungsi penting dalam dunia manufaktur.

Dari segi material printer, material yang hingga saat ini umumnya digunakan untuk printer 3D adalah plastik dan plastik campuran karet. Namun terdapat beberapa jenis filamen yang masih belum umum digunakan. Salah satunya yaitu jenis lilin.

Saat ini alat printer 3D pada umumnya dijual dengan harga yang mahal. Hal ini dikarenakan konstruksi alat yang rumit dan besar. Pada tugas akhir ini penulis akan mencoba merakit dan mengoperasikan alat printer 3D dengan cara sederhana dan penggunaan material PLA dan ABS sebagai bahan material produk dari yang di hasilkan oleh alat printer 3D.

Gigi adalah organ sistem pencernaan yang terletak di dalam rongga mulut. Gigi termasuk alat pencernaan mekanik karena berfungsi untuk memotong, merobek, dan mengunyah makanan sebelum makanan tersebut masuk ke bagian pencernaan selanjutnya. Gigi memiliki struktur padat dan keras untuk menjalankan fungsinya dengan baik.

Bentuk lengkung gigi merupakan suatu garis imajiner yang menghubungkan sederatan gigi pada rahang atas dan rahang bawah yang dibentuk oleh mahkota gigi, posisi dan inklinasi gigi, bibir, pipi dan lidah. Setiap orang mempunyai pola pertumbuhan yang berbeda, sehingga tidak ada manusia yang mempunyai ukuran dan bentuk lengkung gigi yang sama persis. Pertumbuhan maksila dan mandibular berhenti pada usia sekitar 15 tahun untuk perempuan, sedangkan pada laki-laki sekitar 17 tahun, hal ini berarti pertumbuhan lengkung gigi sudah berhenti pada usia tersebut.

Pembuatan gigi palsu biasanya menggunakan cetakan/mal, pengerjaan dengan media mal ini kurang efisien sehingga gigi yang dicetak melalui mal ukuran dan postur gigi kurang presisi. Adanya mesin printer 3D ini untuk mempermudah di bidang kedokteran terutama pada dokter gigi yang akan bisa mencetak dengan desain gigi yang diinginkan dengan menggunakan material biokeramik.

Dimulainya Printing 3D dapat ditelusuri kembali ke tahun 1976 ketika printer inkjet diciptakan. Pada tahun 1984, adaptasi dan kemajuan pada konsep inkjet bermetamorfosis pada teknologi pencetakan dari pencetakan menggunakan tinta menjadi pencetakan menggunakan bahan. Dalam beberapa dekade berbagai aplikasi teknologi Printer 3D telah dikembangkan di beberapa industri. Berikut ini adalah sejarah singkat dari perkembangan pencetakan 3D.

Charles Hull (alah satu pendiri 3D System) menciptakan teori stereolithography yaitu proses pencetakan yang memungkinkan nyata objek 3D yang akan dibuat dari data digital. Teknologi ini digunakan untuk membuat model 3D dari gambar dan memungkinkan pengguna untuk menguji desain sebelum masuk ke dalam program manufaktur. Perancangan prototipe struktur gigi manusia ini dirancang dan dibuat dengan menggunakan printer 3D.

Dengan latar belakang ini maka penulis tertarik untuk mengadakan penelitian sebagai tugas sarjana dengan judul : Perancangan Prototipe Struktur Gigi Manusia Pada Mesin PRINTER 3D.

1.2. Rumusan Masalah

Bagaimana mengevaluasi hasil struktur gigi manusia dengan desain yang dibuat dari mesin printer 3D.

1.3. Ruang Lingkup

Ruang lingkup diperlukan untuk menghindari pembahasan atau pengkajian yang tidak terarah agar pemecahan masalah dapat mudah dilaksanakan, maka penulis akan membahas masalah yang berkaitan dengan :

1. Mengevaluasi struktur gigi normal, ovoid dan tapered.
2. Mengevaluasi kekuatan dari tiga jenis struktur gigi pada manusia.

1.4. Tujuan Penelitian

1. Mempermudah di bidang kedokteran terutama pada dokter gigi.

2. Mempermudah membuat prototipe struktur gigi manusia pada mesin printer 3D.
3. Untuk mengevaluasi kekuatan prototipe struktur gigi manusia menggunakan mesin printer 3D.

1.5. Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini, diantaranya :

1. Menghasilkan pengetahuan ilmiah dalam pencetakan struktur gigi manusia dengan menggunakan bahan filament PLA (Polylactid Acid) di mesin printer 3D.
2. Menambah pengetahuan tentang desain struktur gigi manusia dengan menggunakan software solidworks.
3. Menambah pengetahuan tentang pengujian simulasi tekan yang dilakukan dengan menggunakan software solidworks.

1.6. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini sebagai berikut :

Bab 1 : Menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

Bab 2 : Menjelaskan mengenai tinjauan pustaka yang berisi mengenai teori singkat dari penelitian.

Bab 3 : Menjelaskan tentang metodologi penelitian.

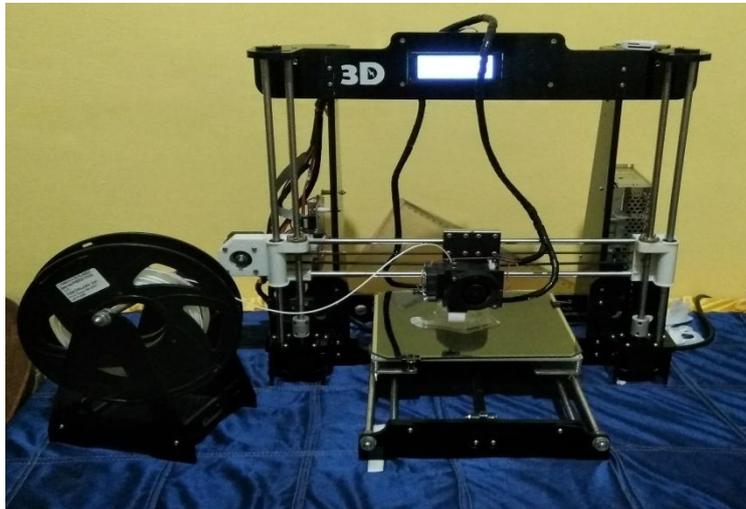
Bab 4 : Menjelaskan data dan hasil pada penelitian.

Bab 5 : Menjelaskan mengenai kesimpulan dari penelitian dan saran.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Teori Mesin Printer 3D

Mesin *Printer 3D* ialah proses mesin pembuatan benda padat atau nyata tiga dimensi dari sebuah desain secara digital menjadi bentuk tiga dimensi yang tidak hanya dapat dilihat tapi juga dipegang dan memiliki volume. Selama ini sudah terbiasa mendengar proses printing gambar hanya dapat mencetak sebuah teks atau gambar di sebuah kertas atau media dua dimensi yang tidak memiliki volume dan wujud benda nyata. Mesin printer 3D pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Mesin *Printer 3D*

2.2. Cara Kerja Mesin Printer 3D

1. Model Objek 3D

Model objek 3D ini dapat dibuat dengan menggunakan software khusus untuk model desain 3D yang printernya mendukung contohnya solidwork, catia, autocad dan delcam.

2. Proses Printing

Apabila desainnya sudah dibuat anda bisa langsung print di mesin *printer 3D*. Kemudian proses pencetakan ini tergantung dari besar dan ukuran model. Proses printing menggunakan prinsip Additive Layer dengan rangkaian proses mesin membaca rancangan 3D dan mulai

menyusun lapisan secara berturut turut untuk membangun model virtual digabungkan secara otomatis untuk membentuk susunan lengkap yang utuh.

3. Finishing

Pada tahap ini anda dapat menyempurnakan bagian bagian kompleks yang bisa jadi disebabkan oleh over sized atau ukuran yang berbeda dari yang diinginkan. Teknik tambahan untuk menyempurnakan proses ini dapat pula menggunakan teknik multiple material atau kombinasi warna dan anda juga bisa mengamplas permukaan yang tidak rata.

2.3. Filament PLA (Polylactic Acid)

Bahan PLA (Polylactic Acid) ialah plastik cetak 3D yang merupakan bahan biodegradable thermoplastic aliphatic polyester yang terbuat dari tepung jagung, tapioca atau tebu, Filament PLA relatif aman digunakan. Filament PLA dapat dipanaskan hingga meleleh dan dapat di print pada suhu 120°C sampai 200°C tanpa memanaskan alas/bed printer terlebih dahulu, Tetapi sangat disarankan alas printer/bed memiliki panas dengan suhu 60°C. PLA juga tidak terlalu sensitif terhadap perubahan suhu. Hasil cetak PLA lebih mengkilat dan tidak rawan warping (ujung cetak model melengkung ke atas) dibanding ABS.

Bahan filament PLA ini menggunakan teknologi terbaru yang memberikan ketahanan yang panjang dan kualitas terjamin. PLA mudah menyerap kelembaban, maka disarankan untuk menyimpan PLA di wadah kedap udara dengan dilengkapi silica gel atau wadah yg tertutup rapat.

PLA agak sedikit lebih rapuh dibandingkan dengan ABS. Jika terjatuh atau terpukul, beberapa bagian mungkin saja pecah. Dan jika memiliki design yang tipis akan mudah pecah saat dilakukan stress test atau sengaja dibengkokkan. Pada penggunaan PLA biasanya mengalami penyumbatan pada ujung *nozzle* pada printer 3D, ini disebabkan sifat lengket dan mengembang saat dipanaskan. Untuk mengatasi masalah tersebut tambahkan sedikit minyak pada ujung *nozzle*, baca pengaturan pada setiap printer mengenai setting panas dan lainnya. Kelebihan

PLA ialah tidak perlu cemas mengenai hasil cetak pada printer bed saat dilepaskan pecah, melengkung atau terjadi penyusutan.

Dengan demikian aplikasi yang cocok dengan PLA ialah digunakan untuk membuat prototipe perangkat medis, yang menarik dari PLA dapat mengalami degradasi atau pelapukan pada waktu tertentu, menurut beberapa literature waktu pelapukannya berkisar antara 6 hingga 24 bulan. Dengan kondisi seperti ini, sampah botol yang dibuat dengan PLA akan mengalami pelapukan sehingga menjadi lebih ramah lingkungan. Filament PLA (Polylactic Acid) pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Filament PLA (Polylactic Acid)

2.4. Filament ABS (Acrylonitrile Butadiene Stryrene)

Filament ABS (Acrylonitrile Butadiene Stryrene) bahan plastik cetak 3D, thermoplastik berbasis minyak, biasa juga ditemukan pada system pipa (DWP), trim otomotif, helm, dan mainan seperti lego. Benda yang dicetak dengan bahan ABS memiliki kekuatan, fleksibilitas dan daya tahan yang lebih tinggi dibandingkan yang dibuat dari PLA.

Filament ABS dapat dipanaskan hingga meleleh dan dapat di print pada suhu 210°C sampai dengan 240°C, bahan ABS ini beda dengan PLA, jika PLA tidak harus memanaskan alas/bed printer dengan suhu minimal 80°C, ini sangat penting dikarenakan jika penggunaan hasil cetakan di aplikasikan pada kendaraan atau tatakan minuman panas sangat tidak diinginkan saat digunakan berbuah bentuk. ABS memiliki glass transition zone atau suhu yang melunak pada plastic dengan suhu 50°C. Namun yang sangat perlu diperhatikan adalah ABS setelah mengalami pendinginan akan mengalami penyusutan atau pengecilan. Penyusutan

dapat menyebabkan masalah pada saat melepas hasil cetakan dari alas/bed. Untuk mengatasi masalah ini, harus diperhatikan adalah alas/bed printer yang harus dipanaskan dan sebaiknya printer tertutup atau tidak langsung terkena paparan udara dan tidak didalam ruangan yang dingin.

ABS adalah plastik yang cukup kuat jika dicetak pada suhu yang sesuai dan akan mendapatkan ikatan lapisan yang bagus, ABS dilakukan strest test seperti benturan atau tekukan akan cukup kuat menahannya. Salah satu kekurangan ABS adalah bau yang kuat saat dicetak, meskipun tidak mengganggu ke kebanyakan orang, beberapa orang mungkin memiliki masalah dengan mencetak ABS dalam kondisi ruangan tertutup. Direkomendasikan mencetak diruangan yang memiliki ventilasi yang baik, baik itu menggunakan ABS dan PLA. Mencetak sebuah benda yang akan terjatuh, diletakkan di lingkungan yang panas atau digunakan dengan benturan-benturan penggunaan ABS hal yang paling sempurna, seperti gagang pisau, tapak gelas panas, mainan dan cincin. Ini sangat bagus untuk kebanyakan mesin printer 3D tertutup atau tidak langsung terkena paparan udara dan tidak di dalam ruangan yang dingin. Hindari pencetakan dengan suhu atau ruangan yang mempercepat pendinginan. Kelebihan filament ABS adalah plastic yang cukup kuat jika dicetak pada suhu yang sesuai dan akan mendapatkan ikatan lapisan yang bagus. Filament ABS (Acrylonitrile Butadiene Stryrene) pada gambar 2.3

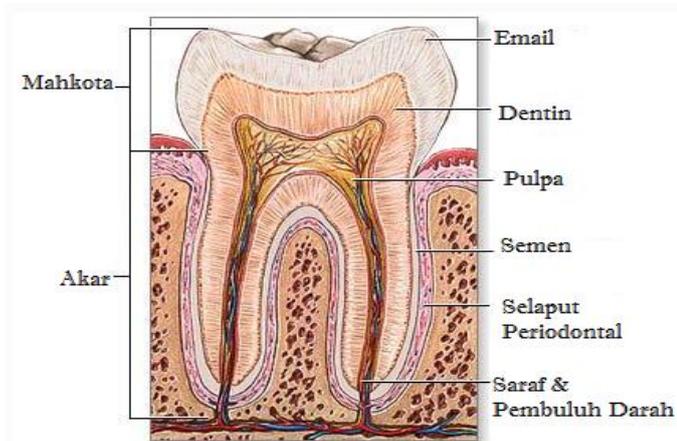


Gambar 2.3 Filament ABS (Acrylonitrile Butadiene Stryrene)

2.5. Pengertian Gigi Manusia

Gigi adalah organ sistem pencernaan yang terletak di dalam rongga mulut. Gigi termasuk alat pencernaan mekanik karena berfungsi untuk memotong,

merobek, dan mengunyah makanan sebelum makanan tersebut masuk ke bagian pencernaan selanjutnya. Gigi memiliki struktur padat dan keras untuk menjalankan fungsinya dengan baik. Gambar bagian-bagian gigi pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Bagian-Bagian Gigi.

Bagian bagian gigi tersusun atas 3 bagian utama, yaitu :

- Mahkota Gigi (Puncak)

Mahkota gigi merupakan bagian yang tampak dari luar. Lapisan ini terlihat berwarna putih karena dilapisi oleh struktur yang disebut email gigi. Masing – masing jenis gigi memiliki bentuk mahkota yang bervariasi.

- Leher Gigi (Colum)

Leher atau colum gigi merupakan bagian yang sudah tertanam ke dalam gusi. Bagian ini merupakan pembatas antara mahkota dengan akar gigi.

- Akar Gigi

Akar gigi merupakan bagian yang tertanam di dalam rahang (lihat gambar) sehingga tidak tampak dari luar. Manusia memiliki beberapa jenis gigi, setiap jenis gigi dapat memiliki jumlah akar yang berbeda, ada yang memiliki 2 akar adapula yang memiliki 3 akar.

2.6. Struktur Gigi Manusia

Struktur ini merupakan lapisan – lapisan yang membentuk gigi sehingga menjadi sempurna. Lapisan – lapisan tersebut adalah :

- Email Gigi

Seperti yang telah kami jelaskan sebelumnya, email gigi merupakan lapisan pelapis mahkota gigi. Email gigi memiliki sifat keras karena dibentuk oleh kalsium. Bagian teratas dari lapisan email merupakan lapisan dengan struktur paling keras, semakin ke bawah akan semakin tipis sehingga kekerasannya berkurang. Sebenarnya warna dari email gigi kita tidaklah putih sepenuhnya, melainkan keabu-abuan. Fungsi lapisan ini adalah untuk melindungi tulang gigi dari bagian luarnya.

- **Sementum Gigi**

Jika bagian mahkota yang tampak dari luar dilapisi oleh lapisan email, maka akar gigi di dalam rahang dilapisi oleh lapisan sementum. Lapisan ini juga berfungsi untuk melindungi akar gigi, namun strukturnya tidaklah setebal dan sekeras email gigi. Dalam keadaan normal lapisan ini tidak tampak dari luar karena ditutupi oleh rahang dan gusi, namun beberapa penyakit dapat menyebabkan sementum terlihat.

- **Tulang Dentin**

Lapisan ini terletak setelah lapisan email di bagian mahkota dan setelah lapisan semen di bagian akar gigi. Tulang dentin merupakan lapisan terluas pada bagian gigi, strukturnya meliputi seluruh panjang gigi, mulai dari mahkota sampai akar. Dinamakan tulang dentin karena strukturnya mirip tulang namun lebih keras sebab memiliki kandungan kalsium yang lebih banyak. Tulang dentin juga berfungsi sebagai pelindung kedua setelah email dan sementum gigi. Warna dari bagian ini biasanya kekuningan.

- **Rongga Gigi (Pulpa)**

Pulpa merupakan jaringan lunak yang membentuk rongga pada bagian dalam gigi. Rongga ini berisi pembuluh darah dan pembuluh saraf. Pulpa berfungsi sebagai pemberi nutrisi gigi karena memiliki pembuluh darah, dan untuk mengidentifikasi benda asing, tekanan, suhu dan nyeri karena memiliki pembuluh saraf.

2.7. Perubahan Warna Gigi (Diskolorasi)

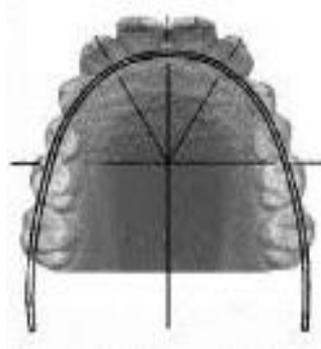
Perubahan warna gigi dapat menimbulkan suatu problem estetika bagi penderitanya (Walton dan Torabijened). Perubahan warna gigi dapat diklasifikasikan menjadi perubahan warna ekstrinsik dan intrinsik. Perubahan warna intrinsik adalah pewarnaan gigi oleh noda yang terdapat di dalam email dan dentin selama odontogenesis atau setelah erupsi gigi (Grossman *et al*). Perubahan warna ini dapat disebabkan oleh kelainan genetik, demam tinggi yang terjadi pada masa pembentukan email dan dentin, penggunaan obat-obatan tertentu dalam jangka waktu yang lama seperti tetrasiklin, trauma, serta mengkonsumsi fluoride dalam kadar yang berlebih dan dalam jangka waktu yang lama (Irmawati dan Herawati). Perubahan warna ekstrinsik ditemukan pada permukaan luar gigi, misalnya pewarnaan yang disebabkan oleh rokok, makanan dan minuman yang mengandung tanin, serta agen kation seperti klorheksidin, atau garam mineral seperti besi sehingga menyebabkan terjadinya plak dan karang gigi (Grossman *et al*). Pada umumnya beberapa jenis tanin akan bereaksi dengan enamel protein pada permukaan gigi. Ikatan kuat tersebut menyebabkan gigi berwarna kuning hingga coklat (Anonim). Namun, tidak semua jenis tanin dapat mengakibatkan gigi berubah warna menjadi coklat, pada beberapa buah seperti stroberi yang memiliki tanin (asam elagat) yang dapat berikatan dengan zat yang menyebabkan perubahan warna pada enamel. Adanya reaksi oksidasi dari asam elagat menyebabkan terjadinya perubahan warna menjadi warna yang lebih terang (Margaretha dkk).

2.8. Bentuk Lengkung Gigi (Diskolorasi)

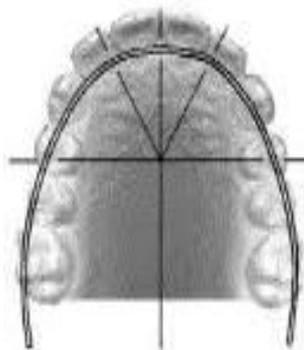
Bentuk lengkung gigi merupakan suatu garis imajiner yang menghubungkan sederatan gigi pada rahang atas dan rahang bawah yang dibentuk oleh mahkota gigi, posisi dan inklinasi gigi, bibir, pipi dan lidah. Setiap orang mempunyai pola pertumbuhan yang berbeda, sehingga tidak ada manusia yang mempunyai ukuran dan bentuk lengkung gigi yang sama persis. Pertumbuhan maksila dan mandibular berhenti pada usia sekitar 15 tahun untuk perempuan, sedangkan pada laki-laki sekitar 17 tahun, hal ini berarti pertumbuhan lengkung gigi sudah berhenti pada usia tersebut.

Untuk mengawasi banyaknya variasi lengkung gigi, beberapa klinisi membuat klasifikasi bentuk lengkung gigi guna memudahkan pekerjaannya. Model dilihat dari oksual kemudian diamati bentuk lengkung gigi. Taner dkk mengkombinasi lima bentuk lengkung gigi dengan persamaan kubik Bezier menggunakan sistem komputerisasi dan menghasilkan tiga *template* bentuk lengkung gigi yaitu *tepered*, *ovoid* dan *normal*. Titik referensi pada sistem *pentamorphic* ini adalah titik tengah inisial gigi insivius sentral dan lateral, puncak *cups* gigi kaninus, puncak *cups* bukal gigi premolar pertama dan kedua, dan puncak *cups* mesiobukal gigi molar pertama.

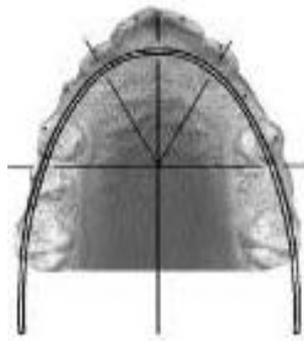
Bentuk lengkung gigi yang telah dijabarkan oleh para peneliti pada dasarnya dikategorikan atas tiga bentuk, yaitu *normal*, *ovoid* dan *tapered*. Gambar bentuk gigi normal, bentuk gigi ovoid dan bentuk gigi tapered pada gambar 2.5, gambar 2.6 dan gambar 2.7



Gambar 2.5 Bentuk Gigi Normal



Gambar 2.6 Bentuk Gigi Ovoid



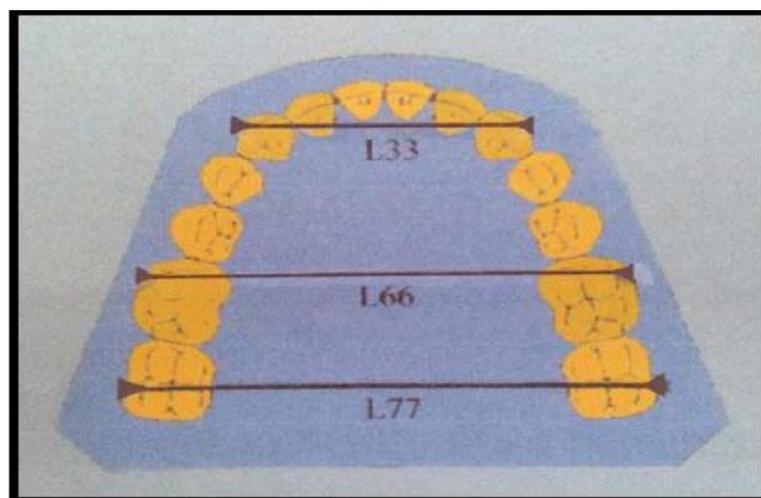
Gambar 2.7 Bentuk Gigi Tapered

2.9. Metode Pengukuran Lengkung Gigi

2.9.1. Lebar Lengkung Gigi

Raberin menyatakan bahwa dimensi lengkung gigi permanen terdiri dari tiga ukuran transversal dan tiga ukuran sagital. Menurut Raberin, lebar lengkung gigi adalah yang di ukur dalam arah transversal yang dikategorikan atas:

- L33 yaitu jarak yang diukur antara puncak tonjol kaninus kiri ke kaninus kanan (lebar inter-kaninus).
- L66 yaitu jarak yang diukur antara puncak tonjol mesio-bukal molar 1 permanen kiri ke molar permanen kanan (lebar inter-molar1)
- L77 yaitu jarak yang diukur antara puncak tonjol disto-bukal molar 2 permanen kiri ke molar permanen kanan (lebar inter-molar 2). Gambar pengukuran lengkung gigi secara transversal dengan metode raberin pada gambar 2.8



Gambar 2.8 Pengukuran Lengkung Gigi Secara Transversal Dengan Metode Raberin.

Anwar dan Fida dalam penelitian mereka tentang variasi kesesuaian klinis pada dimensi lengkung dan bentuk lengkung antara berbagai tipe wajah menggunakan metode pengukuran dimensi lengkung gigi rahang atas dan rahang bawah.

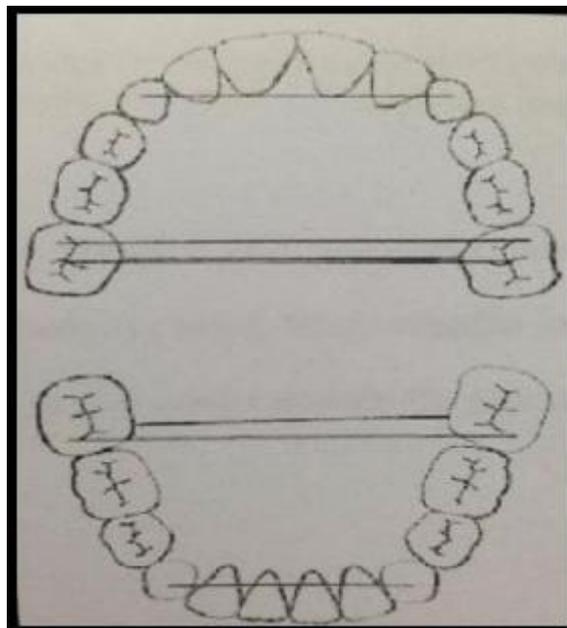
Menurut Lindsten, pengukuran lengkung gigi pada masa gigi bercampur pada rahang atas adalah:

- Puncak tonjol kaninus kan dan kiri (L33)
- Puncak tonjol mesiobukal molar pertama permanen kanan dan kiri (L66MB)
- Fossa sentral molar gigi pertama permanen kanan dan kiri (L66S)
- Permukaan palatal gigi molar pertama permanen kanan dan kiri (L66S)

Untuk rahang bawah pengukuran dilakukan melalui:

- Puncak tonjol kaninus kanan dan kiri (L33)
- Puncak tonjol mesiobukal molar pertama permanen kanan dan kiri (L66MB)
- Permukaan lingual gigi molar pertama permanen kanan dan kiri (L66L).

Gambar lengkung gigi secara transversal dengan metode lindsten pada gambar 2.9

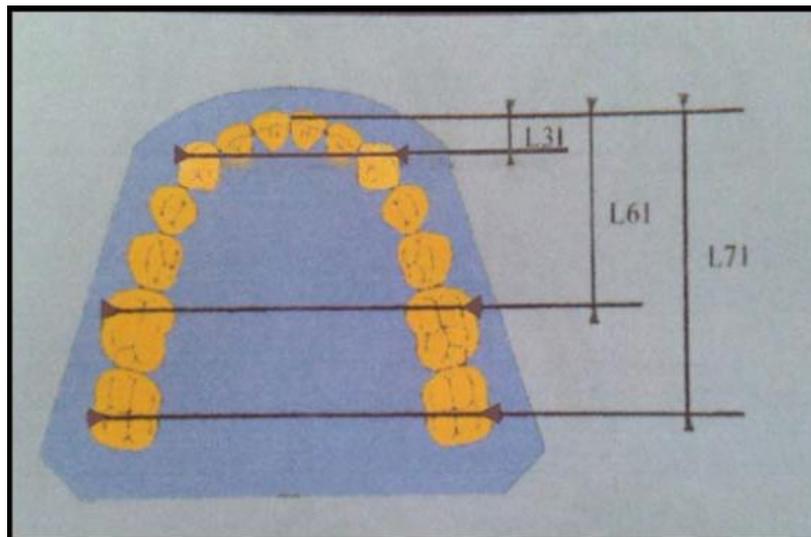


Gambar 2.9 Pengukuran Lengkung Gigi Secara Transversal Dengan Metode Lindsten.

2.9.2. Panjang Lengkung Gigi

Menurut Raberin, panjang lengkung gigi adalah jarak yang diukur dalam arah sagital yang di kategorikan atas :

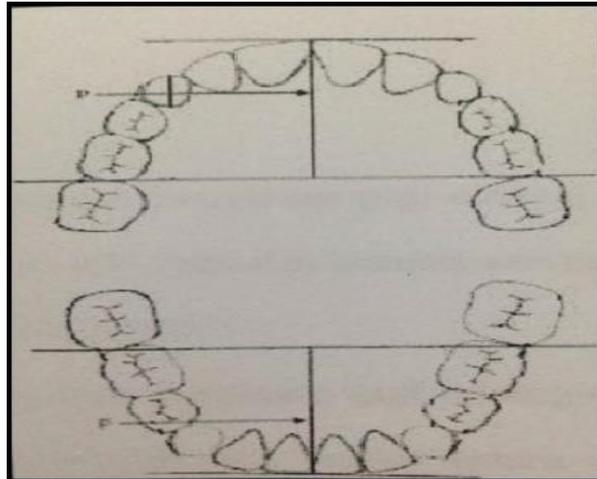
- L31 yaitu jarak yang diukur dari pertengahan insisivus sentralis tegak lurus yang menghubungkan puncak tonjol kaninus kiri dan kanan (kedalaman kaninus).
- L61 yaitu jarak yang diukur dari pertengahan insisivus sentralis tegak lurus terhadap garis yang menghubungkan puncak tonjol mesiobukal molar kiri dan kanan (kedalam molar 1).
- L71 yaitu jarak yang diukur dari pertengahan insisivus sentralis tegak lurus terhadap garis yang menghubungkan puncak tonjol distobukal molar 2 permanen kiri dan kanan (kedalam molar 2). Gambar pengukuran lengkung gigi secara sagital dengan metode raberin pada gambar 2.10



Gambar 2.10 Pengukuran Lengkung Gigi Secara Sagital Dengan Metode Raberin.

Hasan N, menggunakan sebuah alat ukur elektronik dengan keakuratan 0,1mm, panjang lengkung gigi diukur dari pertengahan gigi insisivus sentralis tegak lurus terhadap garis yang menghubungkan puncak tonjol kaninus dan puncak tonjol disto-bukal gigi molar permanen kedua kiri dan kanan. Raberin menambahkan dengan mengukur jarak dari pertengahan insisivus sentralis tegak lurus terhadap yang menghubungkan tonjol mesi-bukal gigi molar pertama permanen kiri dan kanan.

Menurut Lindsten, pengukuran lengkung gigi pada masa gigi bercampur arah sagital baik pada rahang atas maupun rahang bawah diukur melalui permukaan mesial (titik kontak mesial) gigi molar pertama permanen tegak lurus dengan insisivus interior. Gambar pengukuran lengkung gigi secara sagital dengan metode lindstein pada gambar 2.11



Gambar 2.11 Pengukuran Lengkung Gigi Secara Sagital Dengan Metode Lindsten.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1. Tempat Penelitian

Adapun Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Kapten Muchtar Basri, No.3 Medan.

3.1.2 . Waktu Penelitian

Adapun waktu pelaksanaan penelitian Pengerjaan pengujian dan penyusunan tugas sarjana ini di laksanakan mulai 11 April 2019 dapat dilihat pada tabel 3.1 dan langkah-langkah penelitian.

Tabel 3.1:Timeline Kegiatan

No	Kegiatan	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September
01	Pengajuan Judul						
02	Studi Literatur						
03	Penyediaan Bahan Dan Spesimen						
04	Pembuatan Spesimen						
05	Pelaksanaan Pengujian						
06	Penyelesaian Skripsi						

3.2. Proses Perancangan Struktur Gigi Manusia

Proses perancangan struktur gigi manusia ini, dicetak dengan bahan filament PLA (polylactic acid) menggunakan mesin printer 3D di desain menggunakan software solidworks.

3.2.1. Alat Yang Digunakan.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian, pengujian ini, adalah sebagai berikut:

- Mesin printer 3D

Alat ini merupakan mesin atau alat pembuatan benda padat atau nyata tiga dimensi dari sebuah desain secara digital menjadi bentuk tiga dimensi yang tidak hanya dapat dilihat tapi juga bisa dipegang dan memiliki volume, jenis printer 3D yang digunakan adalah jenis mesin printer 3D prusa i3 anet A8.

Pembuatan model 3D ini memerlukan waktu ber jam jam, tergantung dari model/ukuran yang akan kita print, jika dimensi ukuran lebih besar maka waktu proses pencetakan cukup lama. Printer 3D ini memberikan kemudahan kepada designer dan tim pengembangan konsep untuk membuat sebuah prototipe, dibandingkan dengan mesin injeksi moulding untuk meminimalisir kesalahan dalam desain produk yang akan di produksi dalam jumlah banyak. Gambar mesin printer 3D prusa i3 A8 pada gambar 3.1

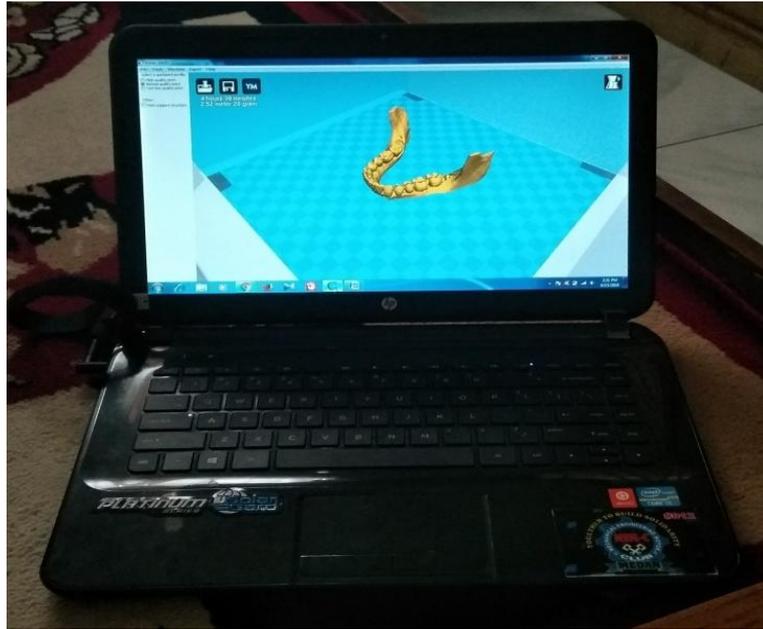


Gambar 3.1 Mesin Printer 3D Prusa i3 A8

- Laptop

Spesifikasi laptop yang digunakan dalam studi numeric ini adalah sebagai berikut

1. Processor : Intel(R) Core(TM) i3-4005 CPU 1.70 GHz
2. RAM : 2.00 GB
3. Operation system : windows 7 pro 64 bit operation system. Gambar laptop pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Laptop

3.2.2. Bahan Yang Digunakan

Adapun bahan yang digunakan dalam proses perancangan struktur gigi manusia pada mesin *printer3D* ini:

- Filament PLA (Polylactic Acid)

PLA (Polylactic Acid) adalah plastik cetak 3D yang merupakan bahan biodegradable thermoplastic aliphatic polyester yang terbuat dari tepung jagung, tapioca atau tebu, Filament PLA relatif aman digunakan. Filament PLA dapat dipanaskan hingga meleleh dan dapat di print pada suhu 120 derajat celsius sampai 200 derajat celsius tanpa memanaskan alas/bed printer terlebih dahulu. PLA tidak terlalu sensitif terhadap perubahan suhu. Hasil cetak PLA lebih mengkilat dan tidak rawan warping (ujung cetak model melengkung ke atas) dibanding ABS.

Karakteristik secara umum dari filament PLA ialah tidak beracun, menyempit saat dipanaskan sehingga cocok digunakan sebagai bahan pembungkus, dapat juga digunakan untuk aplikasi pencetakan 3D. Namun disisi lain suhu transisi yang relatif rendah menjadikan material ini cocok digunakan untuk diaplikasikan yang bersentuhan dengan cairan panas yang berlebih, dengan demikian aplikasi yang cocok dengan filament PLA ialah digunakan untuk

membuat prototipe perangkat medis. Gambar filament PLA (Polylactic Acid) pada gambar 3.3

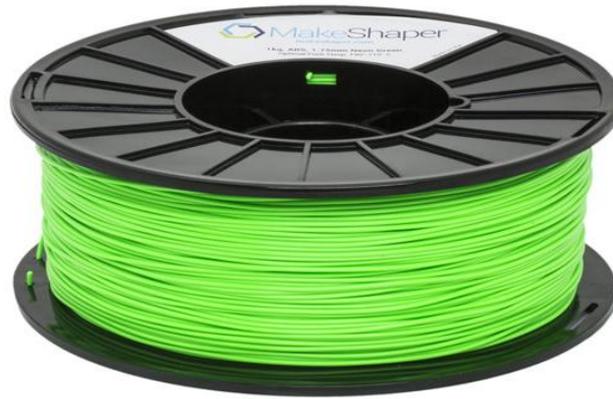


Gambar 3.3 Filament PLA (Polylactic Acid)

- Filament ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene)

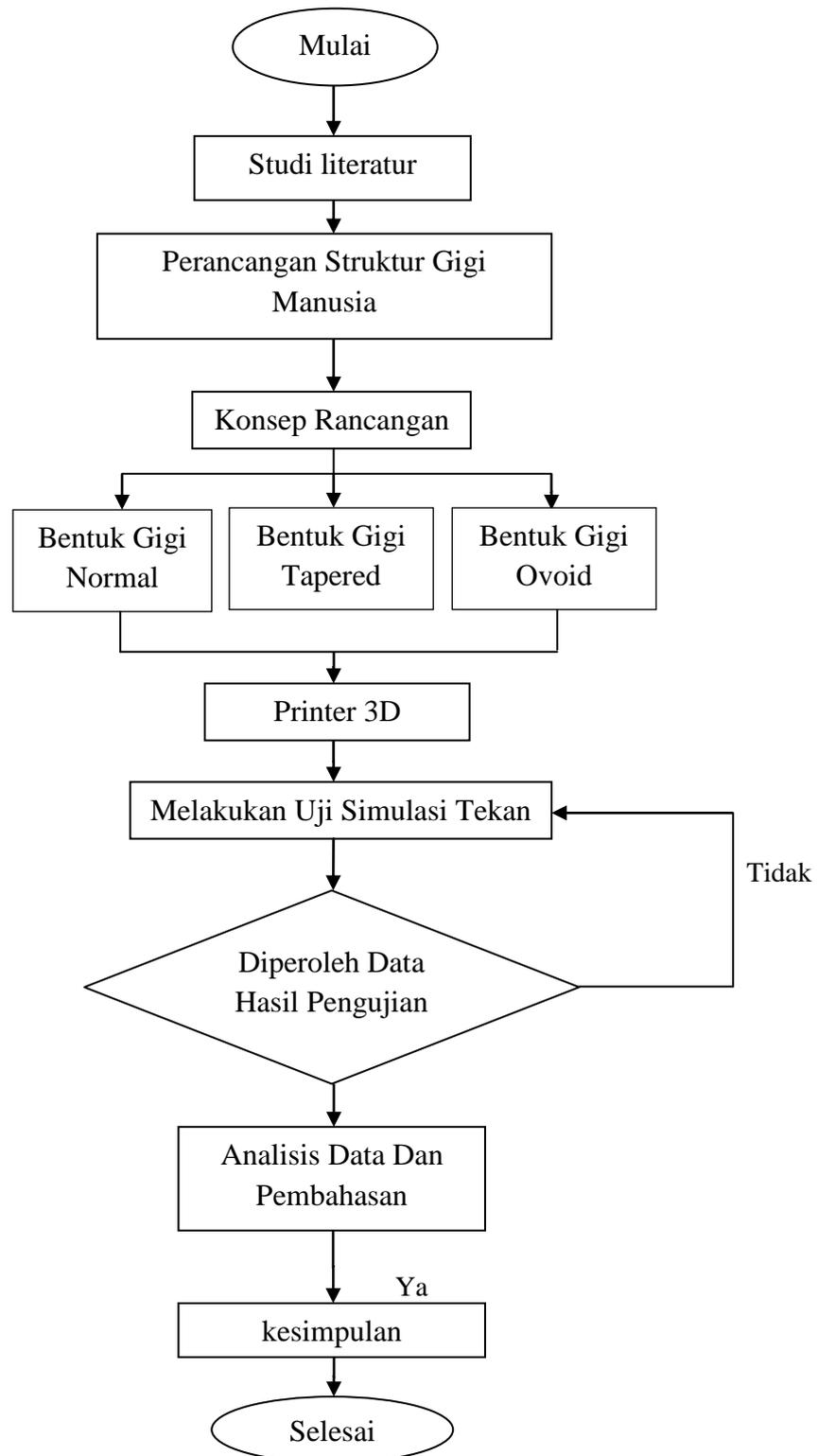
ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) adalah plastik cetak 3D, thermoplastik berbasis minyak, biasa ditemukan pada system pipa (DWP), trim otomotif, helm, dan mainan seperti lego. Benda yang dicetak dengan ABS memiliki kekuatan, fleksibilitas dan daya tahan yang lebih tinggi dari pada yang dibuat dari PLA. Filament ABS dapat dipanaskan hingga meleleh dan dapat di print pada suhu 210°C-240°C dengan harus memanaskan alas/bed printer terlebih dahulu dengan suhu 80°.

Penggunaan filament ABS ini memiliki glass transition atau suhu yang melunak pada plastik dengan suhu 50°C ini sangat penting dikarenakan jika penggunaan hasil cetakan diaplikasikan pada kendaraan atau tatakan minuman panas sangat tidak diinginkan bila saat digunakana berubah bentuk, ABS bersifat plastic yang cenderung sangat mudah di cetak dengan panas yang sesuai dengan suhunya dan tanpa takut macat atau penyumbatan pada *nozzle* printer 3D, yang sangat perlu diperhatikan yaitu filament ABS setelah mengalami pendinginan akan mengalami penyusutan atau pengecilan . Karakteristik secara umum dari filament ABS ini yaitu plastik yang cukup kuat jika dicetak pada suhu yang sesuai dan akan mendapat ikatan lapisan yang bagus. Filament ABS dilakukan strest test seperti benturan atau tekanan akan cukup kuat menahannya. Gambar filament ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) pada gambar 3.4



Gambar 3.4 Filament ABS (Acrylonitrile Butadiene Stryrene)

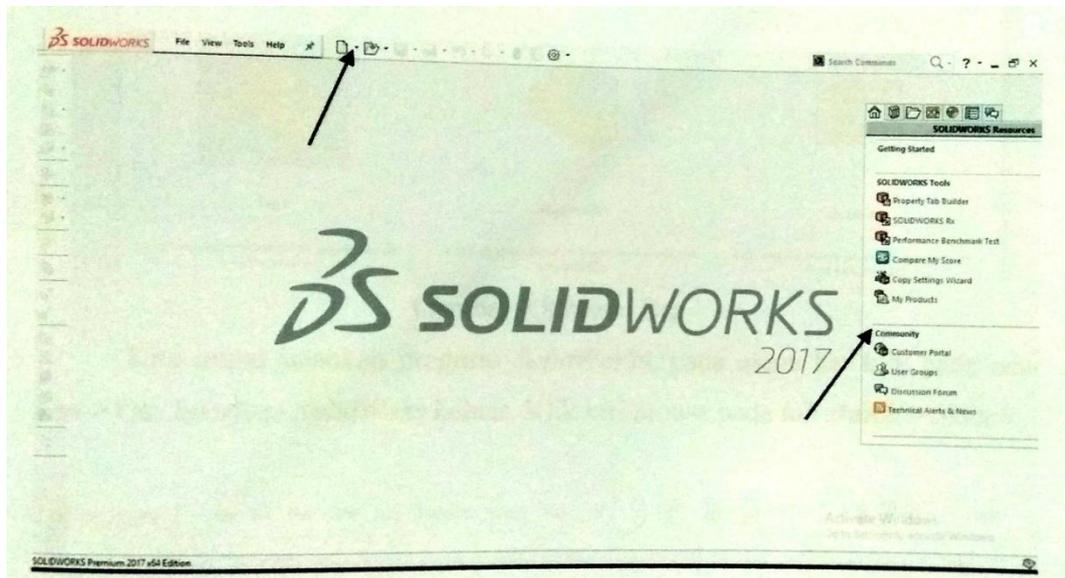
3.3. Diagram Alir pada gambar 3.5



Gambar 0.5 Diagram Alir Rancangan Struktur Gigi Manusia

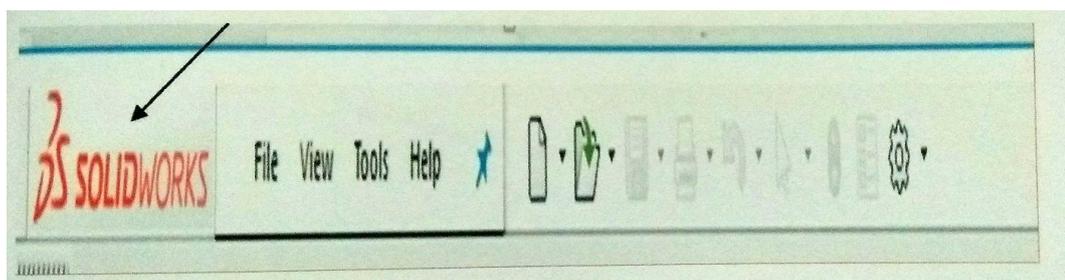
3.4. Langkah Menggambar Struktur Gigi Manusia

Langkah awal menjalankan software *solidwork* 2017 anda akan mendapatkan tampilan seperti pada gambar 3.6



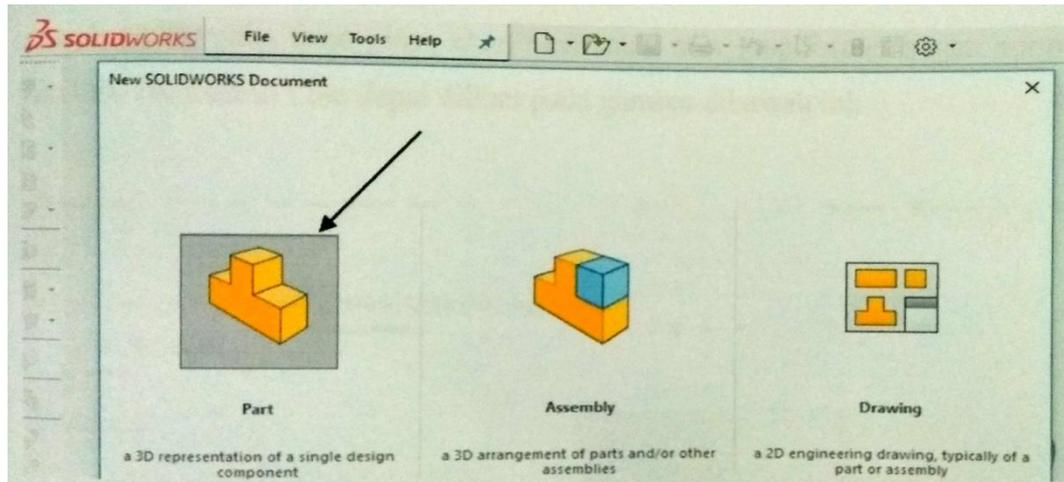
Gambar 3.6 Tampilan Awal Solidworks

Semua *Tool Button* tidak aktif kecuali *Tool Button New* dan *Open File* beserta *Tool Button* pada *TaskPane*. Menu bar juga tidak dapat terlihat, untuk menampilkannya klik logo area *SolidWorks* maka menu akan terlihat tampil pada gambar 3.7



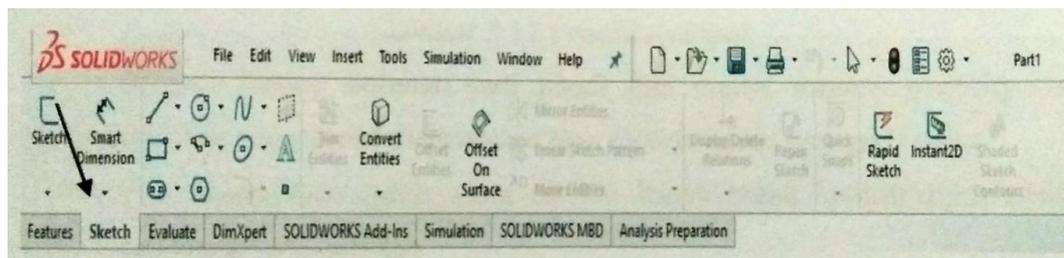
Gambar 3.7 Tampilan Menu

Untuk menampilkan menu secara permanen ketika buka *solidworks* maka menunya akan terbuka, klik pada pin menu bar. Untuk mulai membuat gambar di *solidworks* klik pada tombol *new* atau klik pada *file new* maka akan tampil seperti gambar 3.8



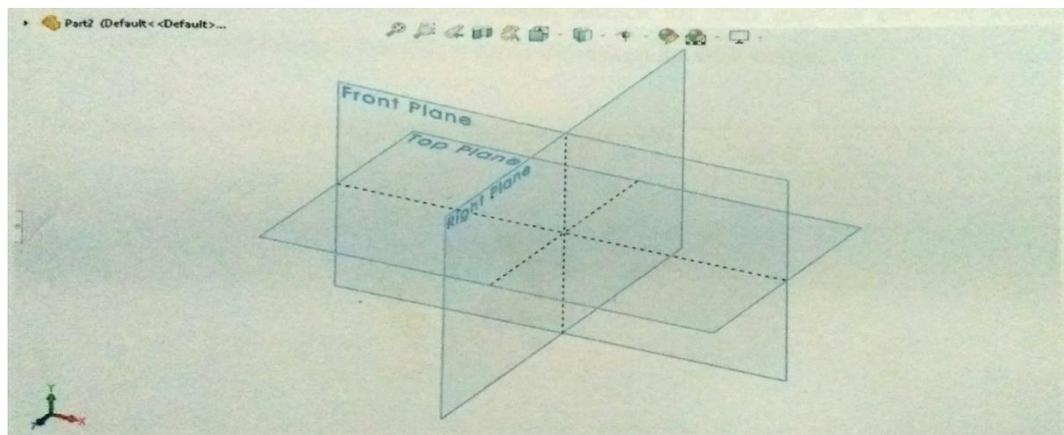
Gambar 3.8 Menu Bar

Kita mulai menjalankan program solidworks, pada menu bar klik pada *new part*>Ok. *Interface SolidWorks Keluar* lalu klik kiri mouse pada *tab sketch*>*Sketch*. Pada gambar 3.9



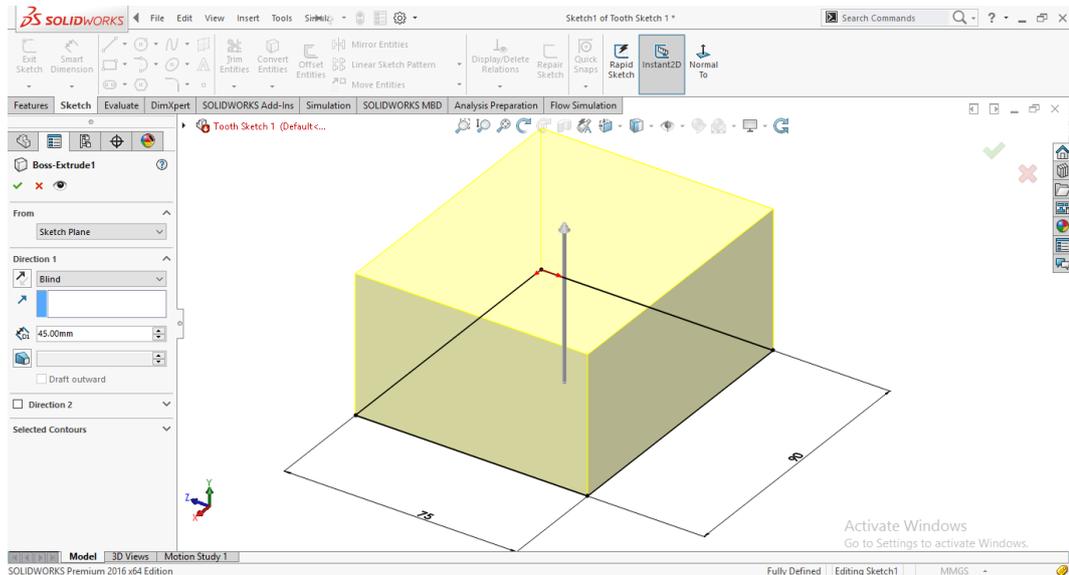
Gambar 3.9 Tab Sketch

Akan keluar tiga plane, tentukan satu plane untuk tiga gambar seperti pada gambar 3.10



Gambar 3.10 Plane Bidang Gambar

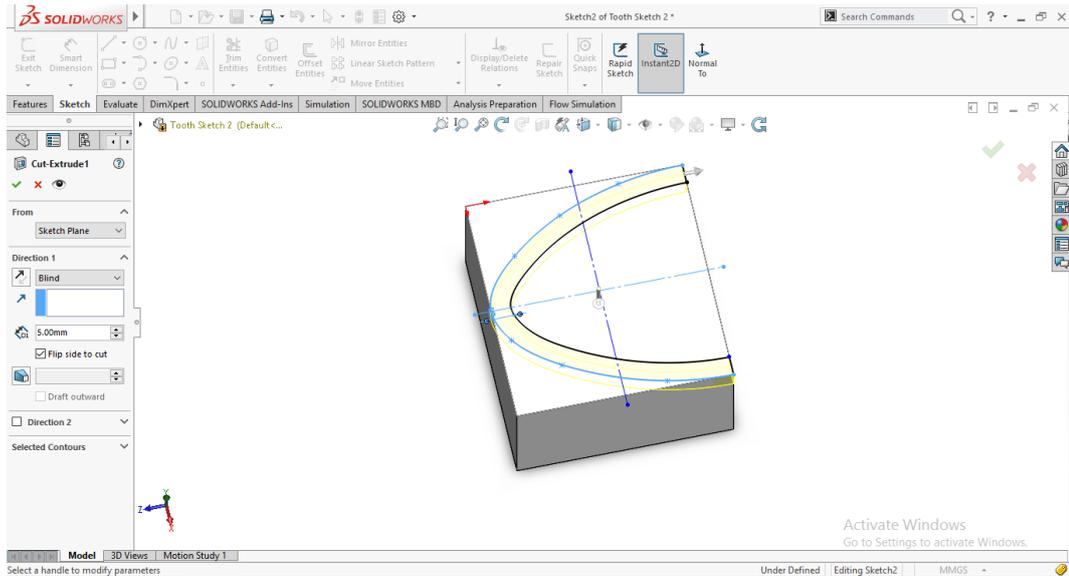
Kita pilih front plane (dekatkan kursor ke front plane maka ujung front plane akan berubah jadi merah sebagai tanda terselect, klik pada front plane) setelah di klik maka front plane akan memenuhi area grafik (pandangan normal) lalu klik Toolbutton Line dapat dilihat pada gambar 3.11



Gambar 3.11 Pemilihan Plane

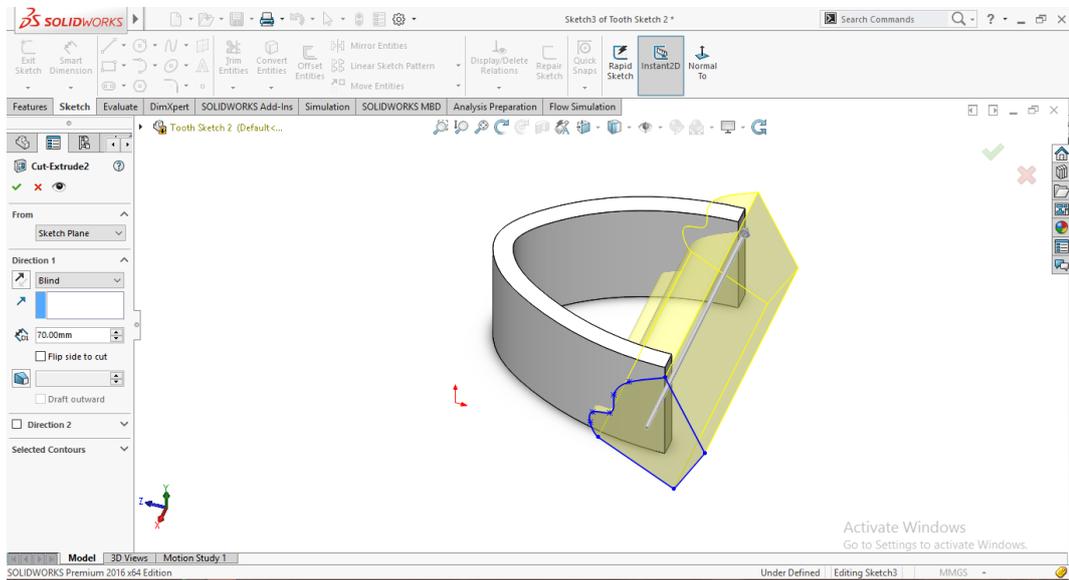
Bentuk kursor berubah jadi pensil dan muncul *window property* dari pembuatan *line* yang berisi *Orientation line*. Option untuk type garis yaitu:

- *For construction* (garis yang dibikin hanya untuk konstruksi/pembentuk misalnya garis sumbu)
- Infinite Length garis panjang yang tak terbatas
- Untuk kedua pilihan ini kita kosongkan saja, jika siap membuat garis arahkan kursor ke arah gambar (bentuk kursor akan berubah menjadi bentuk pensil) dekat pada titik origin. Gambar window property pada gambar 3.12



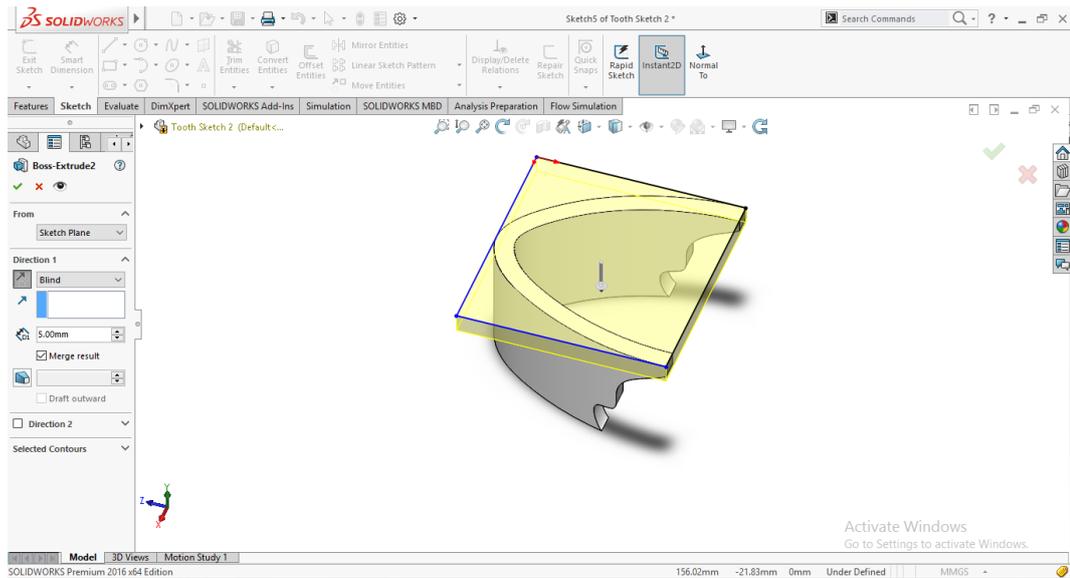
Gambar 3.12 Pemilihan *Window Property*

Klik pada *tool button Smart Dimension* klik pada garis vertical lalu seret mouse untuk meletakkan ukuran ke sebelah kiri pada tempat yang tidak terlalu jauh dan garis, klik untuk meletakkan ukuran. Gambar pemilihan *tool button smart dimension* struktur gigi atas pada gambar 3.13



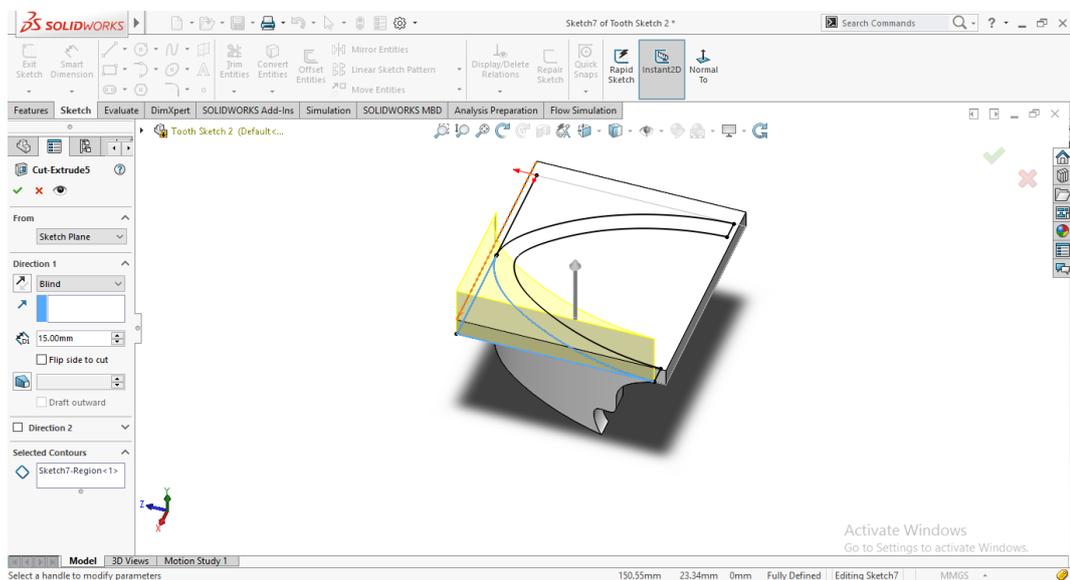
Gambar 3.13 Pemilihan *Tool Button Smart Dimension* Struktur Gigi Atas

Klik pada garis horizontal (atas) lalu seret mouse untuk meletakkan ukuran kesebelah atas pada tempat yang tidak terlalu jauh dari garis. Gambar klik garis horizontal pada gambar 3.14

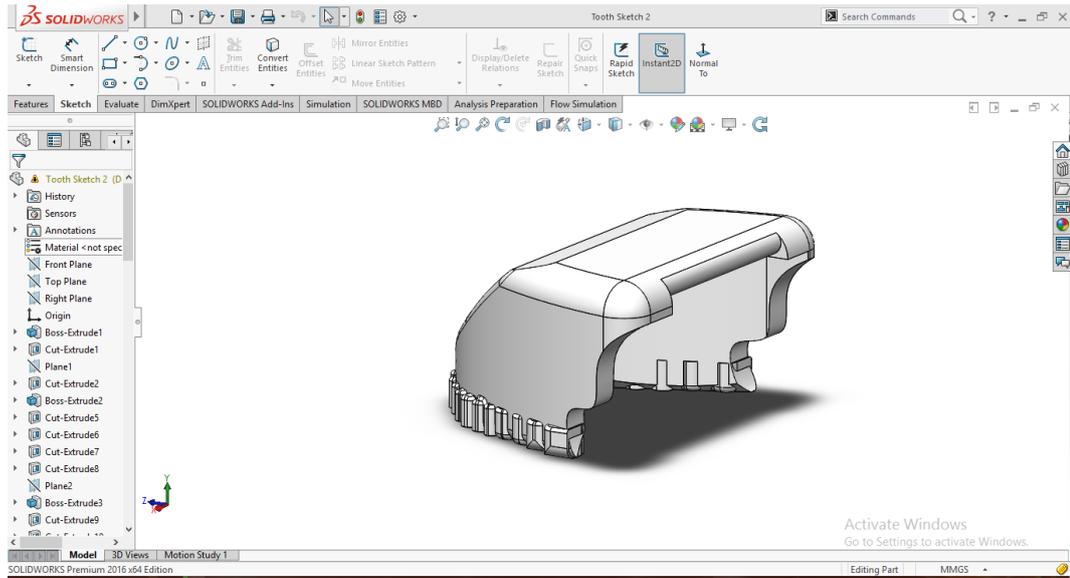


Gambar 3.14 Klik Garis Horizontal

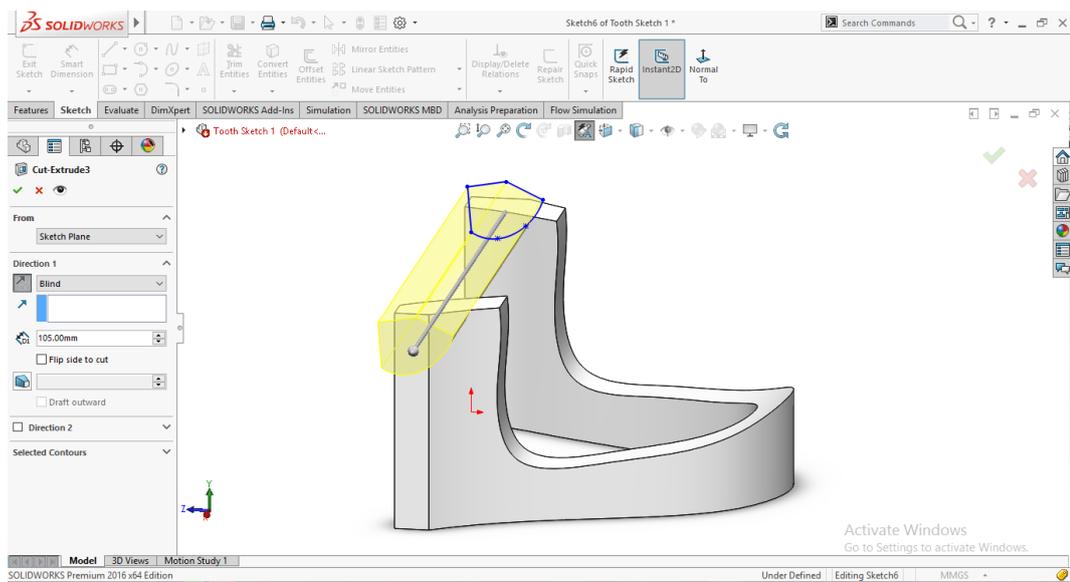
Klik pada convert entities berupa garis arc lingkaran atau kurva dari hasil proyeksi edges, surface atau kurva dari geometri 3D pada gambar 3.15 dan hasil struktur gigi atas pada gambar 3.16 dan pada gambar 3.17 pemilihan *tool bottom smart dimension* struktur gigi bawah. Hasil desain struktur gigi bawah terdapat pada gambar 3.18.



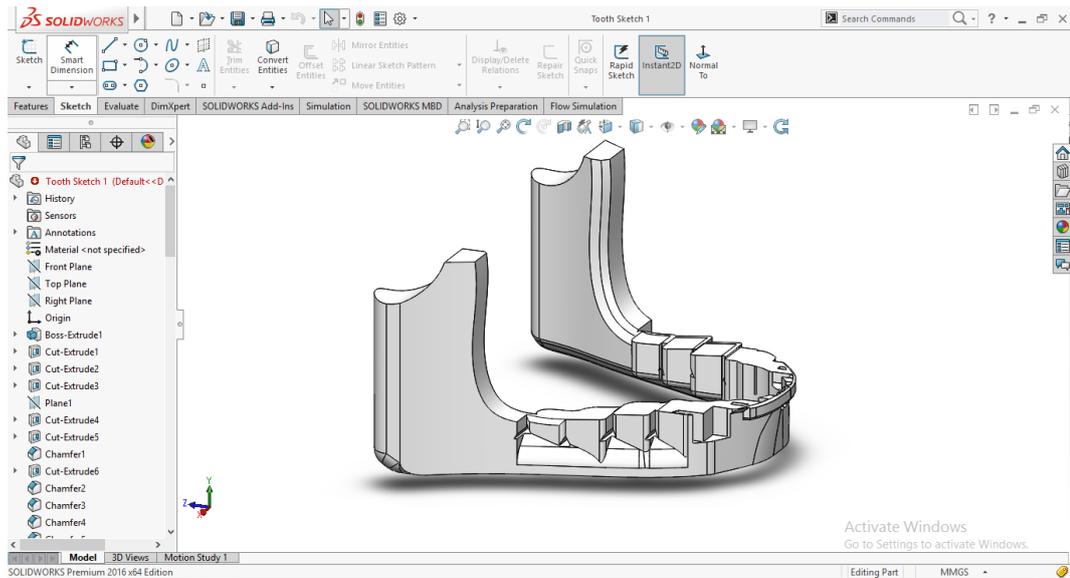
Gambar 3.15 Membuat Geometri 3D



Gambar 3.16 Hasil Gambar Struktur Gigi Atas



Gambar 3.17 Pemilihan Tool Buttom Smart Dimension Struktur Gigi Bawah.



Gambar 3.18 Hasil Gambar Struktur Gigi Bawah

Dalam proses perancangan, desain gambar struktur gigi manusia ini dimasukan ke software *cura* untuk mengetahui berapa lama waktu dan berapa gram bahan yang digunakan, kemudian di save dengan format file *G-code* sehingga gambar tersebut bisa dicetak di mesin printer 3D. Rancangan struktur gigi atas dan bawah di software cura pada gambar 3.19



Gambar 3.19 Rancangan Struktur Gigi Atas Dan Bawah

3.5. Proses Pembuatan Prototipe

Proses pembuatan struktur gigi bawah cukup memakan waktu lama, yaitu memakan waktu 9 jam 45 menit. Dan waktu 9 jam 45 menit itu menggunakan speed mul 30% - 38% dan flow mul 100%. Untuk suhu yang saya gunakan pada saat mengeprint

gigi bawah, saya menggunakan suhu 190°C, suhu 190°C ini bisa dibilang suhu standart bahan filament PLA.

Apabila suhu temperatur kita tingkatkan menjadi 210°C, maka permukaan hasil print tidak rata dan bisa saja hasil print nya tidak rapi.

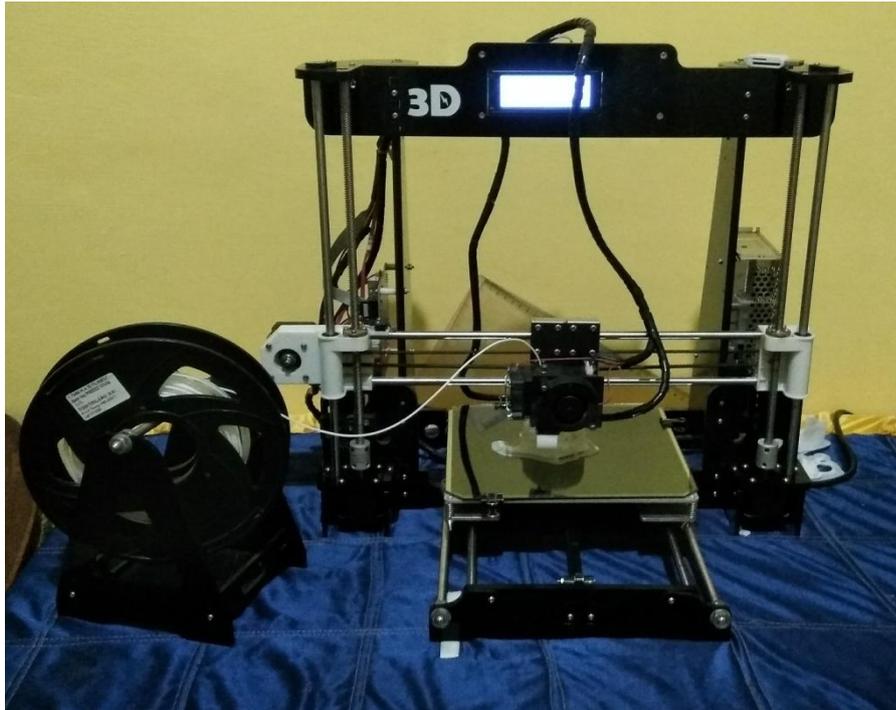
Dan untuk proses pembuatan struktur gigi atas memakan waktu yg tidak jauh berbeda, hanya saja untuk gigi atas memakan waktu 10 jam 15 menit, dan itu menggunakan speed mul 25% - 30% dan flow mul 100% dengan suhu temperature 200 °C. Hasil permukaan printing spesimen gigi atas dan gigi bawah itu sangat berbeda, karena suhu untuk printing gigi bawah saya menggunakan temperature suhu 190 °C dan gigi atas saya menggunakan temperature suhu 210°C.

3.6. Pengoperasian Mesin *Printer 3D* Prusa i3 A8

Untuk pengoperasian mesin *printer 3D* prusa i3 A8 ini tidak terlalu rumit, dan saya akan menjelaskan langkah pengoperasian yang sederhana dengan cara step by step :

- Mengaktifkan mesin printer 3D.
Bila mesin sudah aktif, maka yang harus anda lakukan di langkah selanjutnya untuk memasukan *SD Card*.
- Memasukan *SD Card*
Masukan *SD Card* ke slot memori yang tersedia pada bagian samping kiri mesin printer 3D. Jika memori sudah di masukan ke slot memori, langkah selanjutnya
- Mereset mesin *printer 3D*
Jika mesin sudah di reset, lalu anda liat pada monitor yang bertanda “*PRINTER READY*”
- Piih tombol menu, lalu lakukan “*QUICK SETTING*”- “*HOME ALL*”

Kemudian “*Preheat PLA*” bila anda menggunakan bahan filament ABS, maka anda harus memilih “*Preheat ABS*”. setelah itu “*BACK*” dan pilih “*Print File*” lalu anda pilih salah satu file yang ingin anda print. Gambar pengoperasian mesin printer 3D prusa i3 A8 pada gambar 3.20



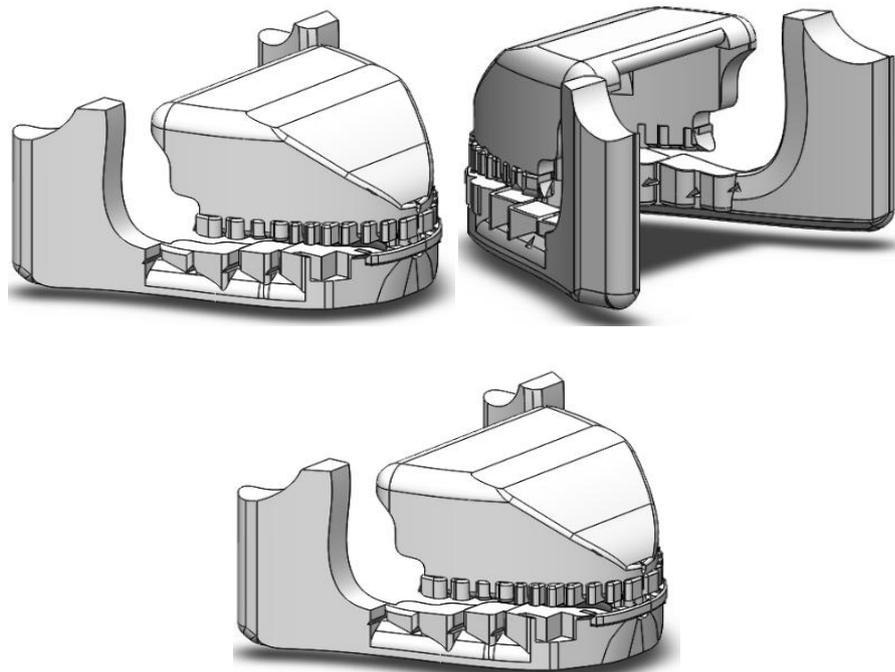
Gambar 3.20 Pengoperasian Mesin Printer 3D Prusa i3 A8

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Desain Tiga Model Struktur Gigi Manusia

Desain tiga model struktur gigi manusia terdiri dari struktur gigi manusia normal, struktur gigi manusia tapered dan struktur gigi manusia ovoid. Dimana desain tiga model struktur gigi manusia di desain dengan menggunakan software solidworks dan hasil desain tersebut dapat dilihat seperti pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Hasil Desain Tiga Model Struktur Gigi Manusia

4.1.1. Hasil Pembuatan Struktur Gigi Atas

Hasil pencetakan struktur gigi atas ini memakan waktu 10 jam 15 menit, dan itu menggunakan speed mul 25%-30% dan flow mul 100% dengan suhu temperatur 200°C, hasil permukaan yang menggunakan temperatur 200°C itu sangat berbeda dengan yang menggunakan temperatur 190°C, permukaan hasil printing 190 °C lebih halus dibandingkan dengan suhu 200 °C . Hasil jadi pembuatan struktur gigi atas pada gambar 4.2



Gambar 4.2 Struktur Gigi Atas

4.1.2. Hasil Pembuatan Struktur Gigi Bawah

Hasil pencetakan struktur gigi bawah yang permukaannya cukup rapi, karena menggunakan suhu 190° , jika suhu panasnya berlebih maka permukaannya terlihat lebih kasar. Dari hasil pencetakan struktur gigi bawah memakan waktu 9 jam 45 menit dengan speed mul 30%-38% dan flow mul 100%. Suhu yang dipergunakan standart titik leleh dari filament PLA (Polylactic Acid) yaitu 190°C . Hasil jadi pembuatan struktur gigi bawah pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Struktur Gigi Bawah

4.2. Hasil Pembuatan Struktur Gigi Bawah Dan Atas

Pada struktur gigi bawah lebih rapi, karena menggunakan temperatur 190°C sedangkan struktur gigi atas menggunakan temperatur 200°C . Dan berikut ini hasil

penggabungan antara struktur gigi atas manusia dan struktur gigi bawah manusia seperti terlihat pada gambar 4.4



Gambar 4.4 Struktur Gigi Bawah Dan Atas

4.3. Hasil Model Desain Pembuatan Struktur Gigi Manusia

Hasil model desain pembuatan prototipe struktur gigi manusia, dibuat menjadi 3 ukuran dan bentuk yang berbeda, dengan masing-masing ukuran dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.1 Ukuran Desain Pembuatan Struktur Gigi Manusia (Respository.usu.ac.id)

Panjang (P) (mm)	Lebar (L) (mm)	Tinggi (T) (mm)
112.5	97.1	84.1
112.4	95.1	82.1
112.6	94	84

4.3.1. Hasil Desain Struktur Gigi Bawah Tapered

Struktur gigi tapered ialah struktur gigi yang ujung nya mengecil, ini adalah gejala berbagai kondisi kranioafisial kadang-kadang disebut hipoplasia mandibula, tapered dapat menyebabkan kelurusan gigi yang abnormal karena tidak ada cukup ruang untuk gigi tumbuh. Desain struktur gigi tapered di desain dengan software *solidworks*. Gambar struktur gigi tapered pada gambar 4.5



Gambar 4.5 Gambar Struktur Gigi Bawah Tapered

4.3.2. Hasil Desain Struktur Gigi Bawah Ovoid

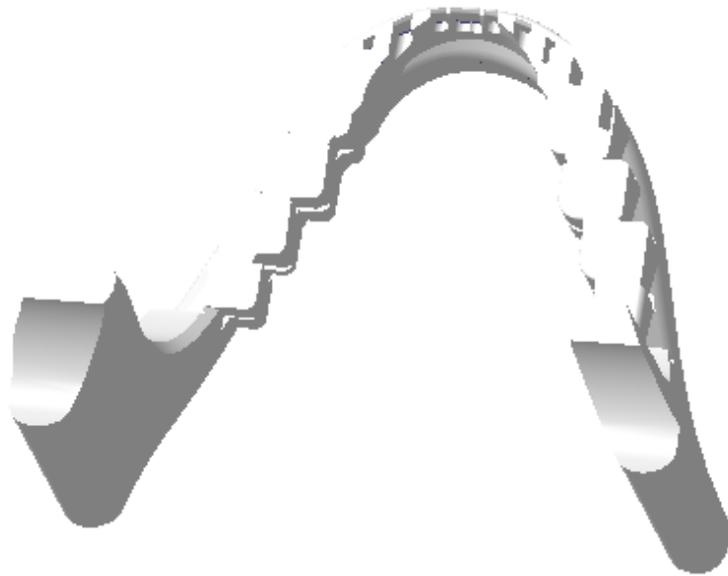
Struktur gigi ovoid ini hampir sama dengan struktur gigi normal, gigi ovoid ialah gigi yang mempunyai ujung lengkung gigi yang bersegi dan gigi depan yang agak ke dalam. Gambar struktur gigi ovoid pada gambar 4.6



Gambar 4.6 Gambar Struktur Gigi Bawah Ovoid

4.3.3. Hasil Desain Struktur Gigi Bawah Normal

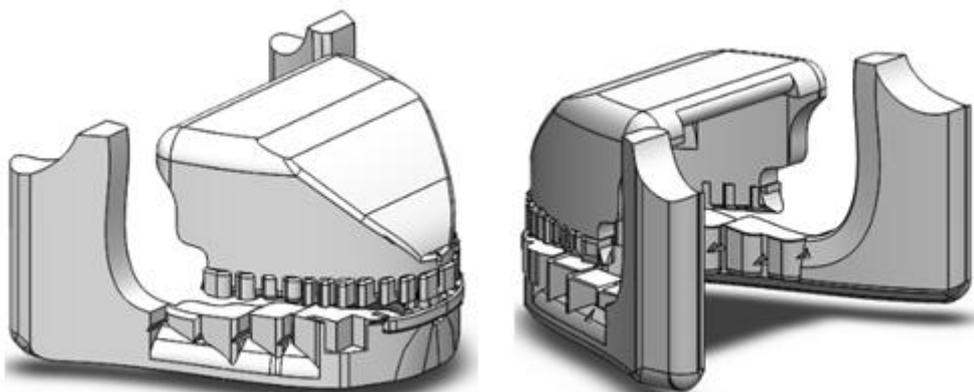
Struktur gigi normal ialah struktur atau bentuk lengkung gigi yang sempurna dan memiliki dua permukaan yang sempurna. Hasil gambar struktur gigi normal pada gambar 4.7



Gambar 4.7 Gambar Struktur Gigi Bawah Normal

4.4. Desain Struktur Gigi Bawah Dan Atas

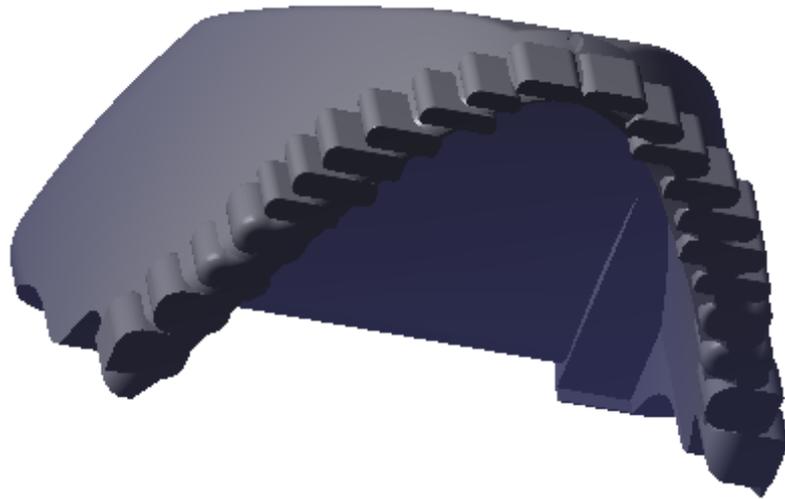
Adapun desain struktur gigi manusia yang terbaik dan desain struktur gigi atas dan struktur gigi bawah manusia, dikarenakan memiliki dua permukaan yang baik dan presisi. Terdapat delapan lekukan dari masing masing mandibula yaitu dua untuk gigi insisif, satu untuk gigi kaninus, dua gigi premolar dan dua nya lagi untuk gigi molar. Gambar struktur gigi atas dan bawah pada gambar 4.8



Gambar 4.8 Struktur Gigi Atas Dan Bawah

4.5. Hasil Desain Struktur Gigi Atas Normal

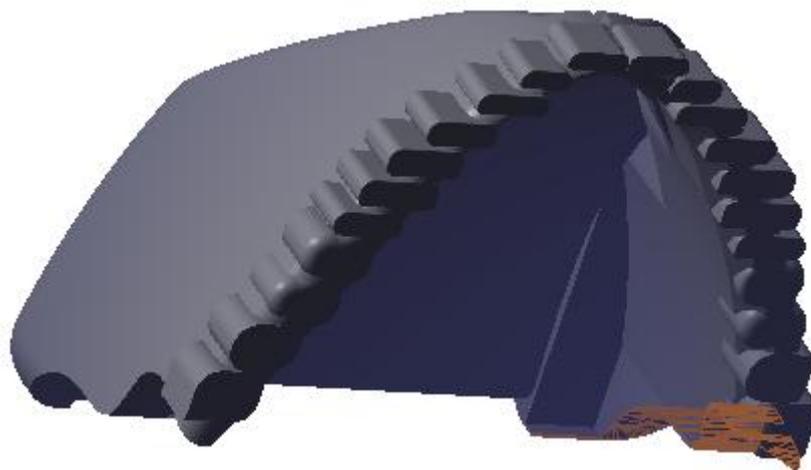
Dimana struktur gigi atas normal ini mempunyai bentuk lengkung gigi yang bagus dan baik. Gambar struktur gigi normal pada gambar 4.9



Gambar 4.9 Struktur Gigi Atas Normal

4.6. Hasil Desain Struktur Gigi Atas Ovoid

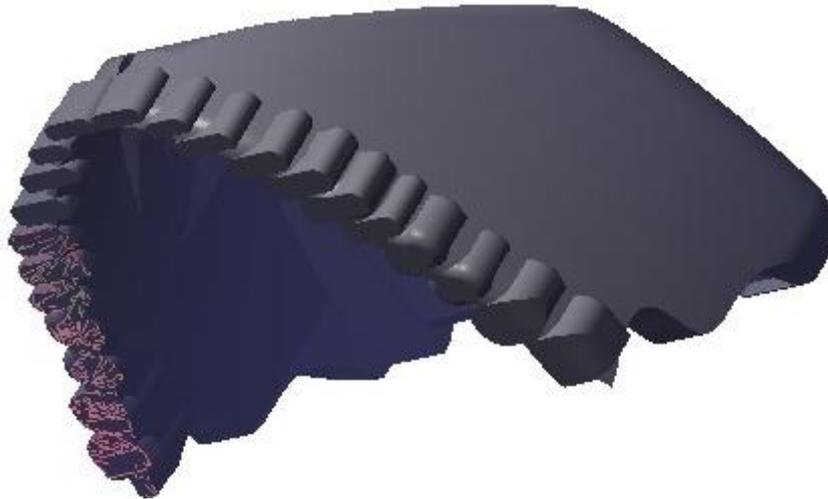
Struktur gigi ovoid mempunyai bentuk lengkung depan gigi yang agak kedalam. Gambar struktur gigi atas ovoid pada gambar 4.10



Gambar 4.10 Struktur Gigi Atas Ovoid

4.7. Hasil Desain Struktur Gigi Atas Tapered

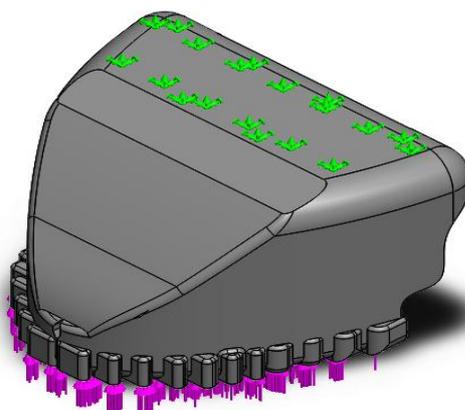
Struktur bentuk lengkung gigi atas tapered ini mempunyai lengkung depan yang mengecil atau bentuk giginya maju ke depan. Gambar struktur gigi atas tapered pada gambar 4.11



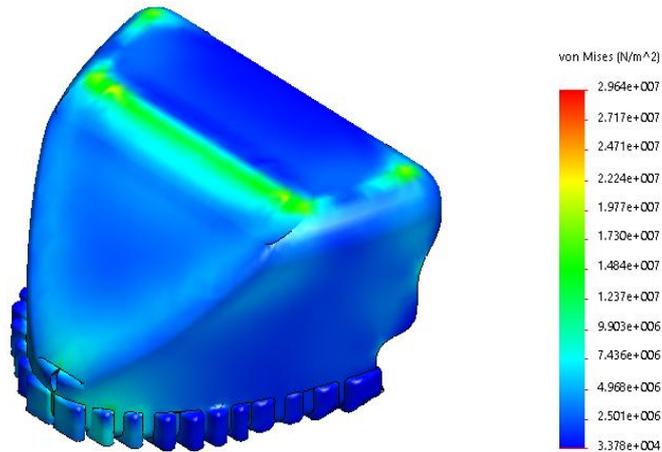
Gambar 4.11 Struktur Gigi Atas Tapered

4.8. Hasil Pengujian Simulasi Tekan Deformasi Struktur Gigi Atas Normal

Simulasi pengujian tekan struktur gigi atas normal dengan menggunakan perangkat lunak *SolidWorks* yang meliputi gaya tekan dari jenis rancangan struktur atas normal. Dengan memberikan nilai spesifikasi dimensi struktur atas normal seperti gambar hasil simulasi deformasi struktur gigi atas normal pada gambar 4.13 dan peletakan tumpuan beban pada struktur gigi atas pada gambar 4.12



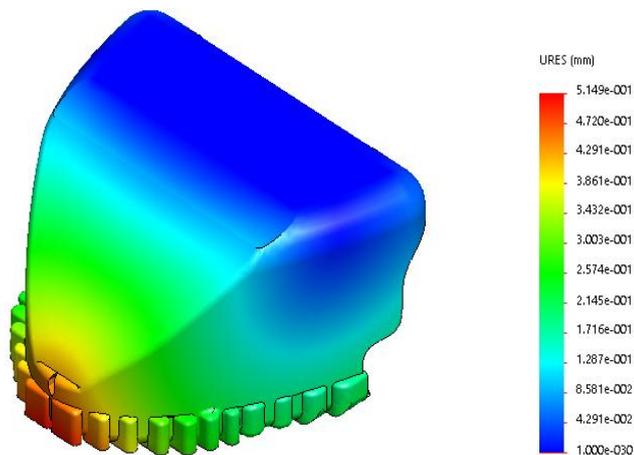
Gambar 4.12 Peletakan Tumpuan Beban Pada Struktur Gigi Atas



Gambar 4.13 Hasil Simulasi Deformasi Struktur Gigi Atas Normal

4.9. Hasil Pengujian Simulasi Deformasi Tekan Struktur Gigi Atas Ovoid.

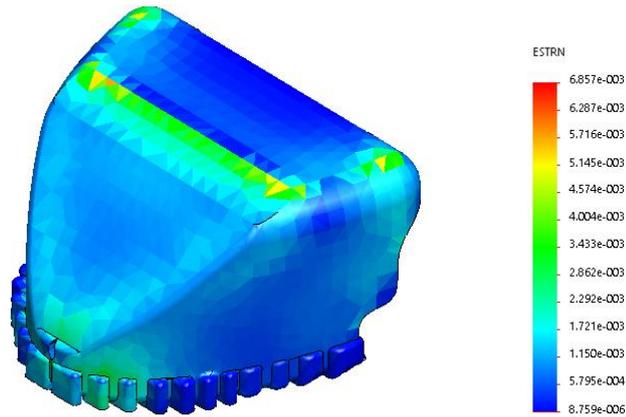
Simulasi pengujian tekan struktur gigi atas normal dengan menggunakan perangkat lunak *SolidWorks* yang meliputi gaya tekan dari jenis rancangan struktur atas ovoid. Dengan memberikan nilai spesifikasi dimensi struktur gigi atas ovoid seperti gambar hasil simulasi deformasi struktur gigi atas ovoid pada gambar 4.14.



Gambar 4.14 Hasil Simulasi Deformasi Struktur Gigi Atas Ovoid

4.10. Hasil Pengujian Simulasi Deformasi Tekan Struktur Gigi Atas Tapered.

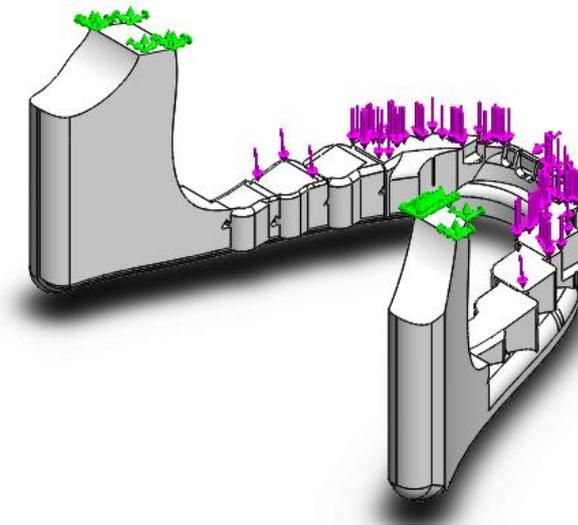
Simulasi pengujian tekan struktur gigi atas tapered dengan menggunakan perangkat lunak *SolidWorks* yang meliputi gaya tekan dari jenis rancangan struktur atas tapered. Dengan memberikan nilai spesifikasi dimensi struktur gigi atas tapered seperti gambar hasil simulasi deformasi struktur gigi atas tapered pada gambar 4.15.



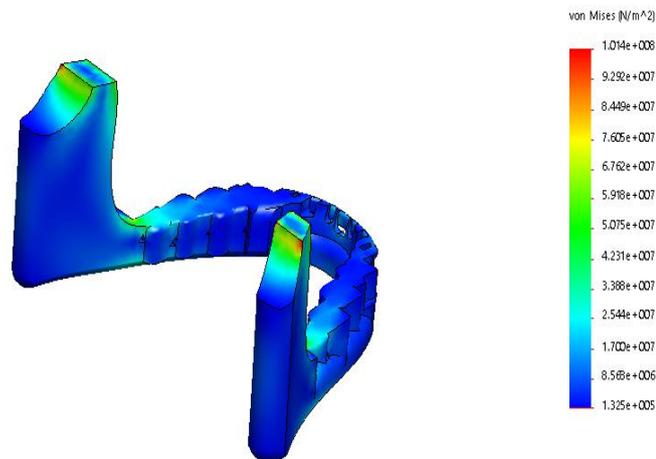
Gambar 4.15 Hasil Simulasi Deformasi Struktur Gigi Atas Tapered

4.11. Hasil Pengujian Simulasi Deformasi Tekan Struktur Gigi Bawah Normal.

Simulasi pengujian tekan struktur gigi bawah normal dengan menggunakan perangkat lunak *SolidWorks* yang meliputi gaya tekan dari jenis rancangan rahang bawah normal. Dengan memberikan nilai spesifikasi dimensi struktur gigi bawah normal seperti gambar hasil deformasi struktur gigi bawah normal pada gambar 4.17 dan peletakan tumpuan beban pada struktur gigi bawah pada gambar 4.16.



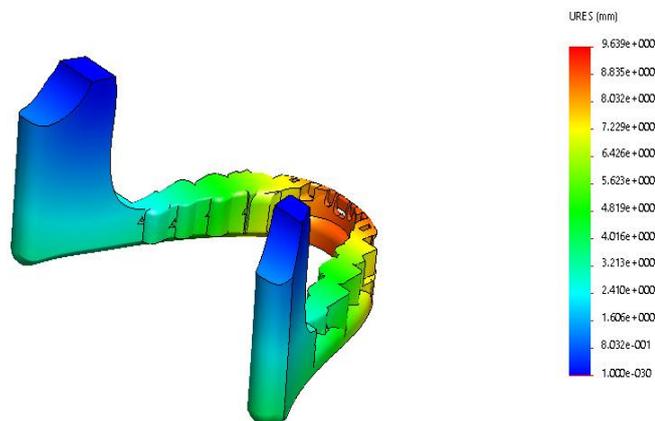
Gambar 4.16 Peletakan Tumpuan Beban Pada Struktur Gigi Bawah



Gambar 4.17 Hasil Simulasi Deformasi Struktur Gigi Bawah Normal

4.12. Hasil Pengujian Simulasi Deformasi Tekan Struktur Gigi Bawah Ovoid.

Simulasi pengujian tekan struktur gigi bawah ovoid dengan menggunakan perangkat lunak *SolidWorks* yang meliputi gaya tekan dari jenis rancangan rahang bawah ovoid. Dengan memberikan nilai spesifikasi dimensi struktur gigi bawah ovoid seperti gambar hasil simulasi deformasi struktur gigi bawah ovoid pada gambar 4.18.

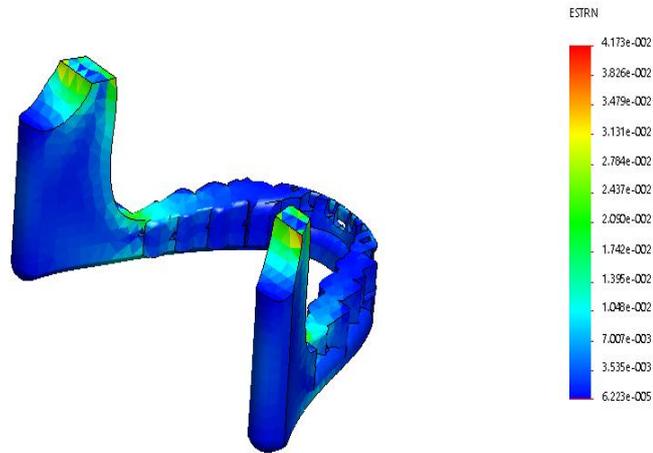


Gambar 4.18 Hasil Simulasi Deformasi Struktur Gigi Bawah Ovoid

4.13. Hasil Pengujian Simulasi Deformasi Tekan Struktur Gigi Bawah Tapered

Simulasi pengujian tekan struktur gigi bawah Tapered dengan menggunakan perangkat lunak *SolidWorks* yang meliputi gaya tekan dari jenis rancangan rahang bawah tapered. Dengan memberikan nilai spesifikasi dimensi

struktur gigi bawah tapered seperti gambar hasil simulasi deformasi struktur gigi bawah tapered pada gambar 4.19.



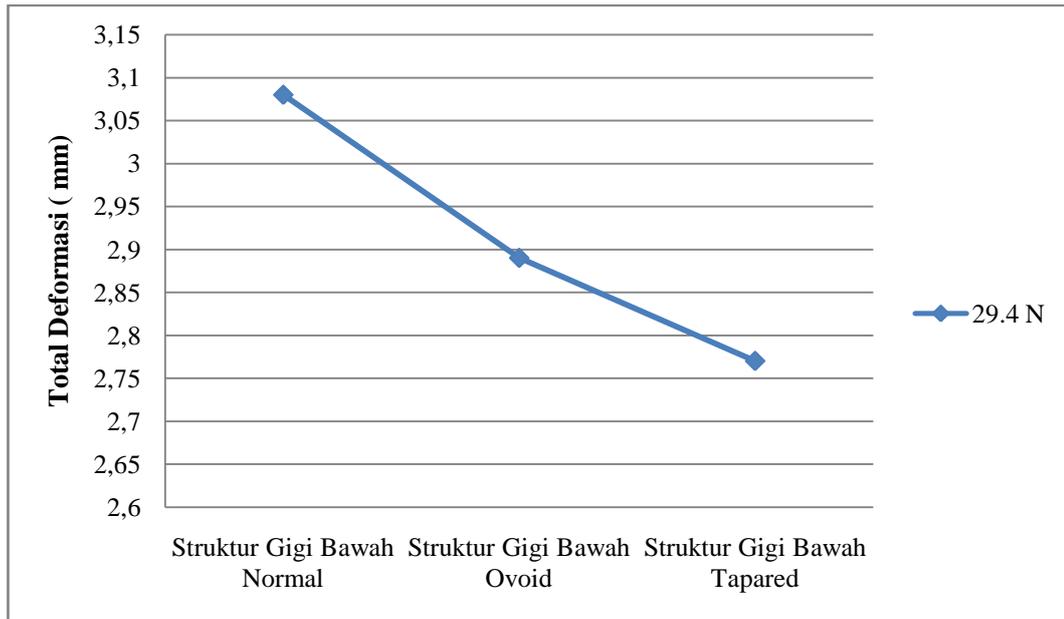
Gambar 4.19 Hasil Simulasi Deformasi Struktur Gigi Bawah Tapered

4.14. Hasil Perbandingan Uji Simulasi Deformasi Struktur Gigi Atas Dengan Beban 29.4 N.

Setelah dilakukan pengujian struktur gigi atas normal, ovoid dan tapered dengan beban 29.4 N. Terlihat pada tabel 4.2 dan gambar 4.20.

Tabel 4.2. Data nilai pengujian deformasi struktur gigi atas dengan beban 29.4 N.

No	Beban (N)	Struktur Gigi Atas Normal	Struktur Gigi Atas Ovoid	Struktur Gigi Atas Tapered
01	29.4 N	3.08 mm	2.89 mm	2.77 mm



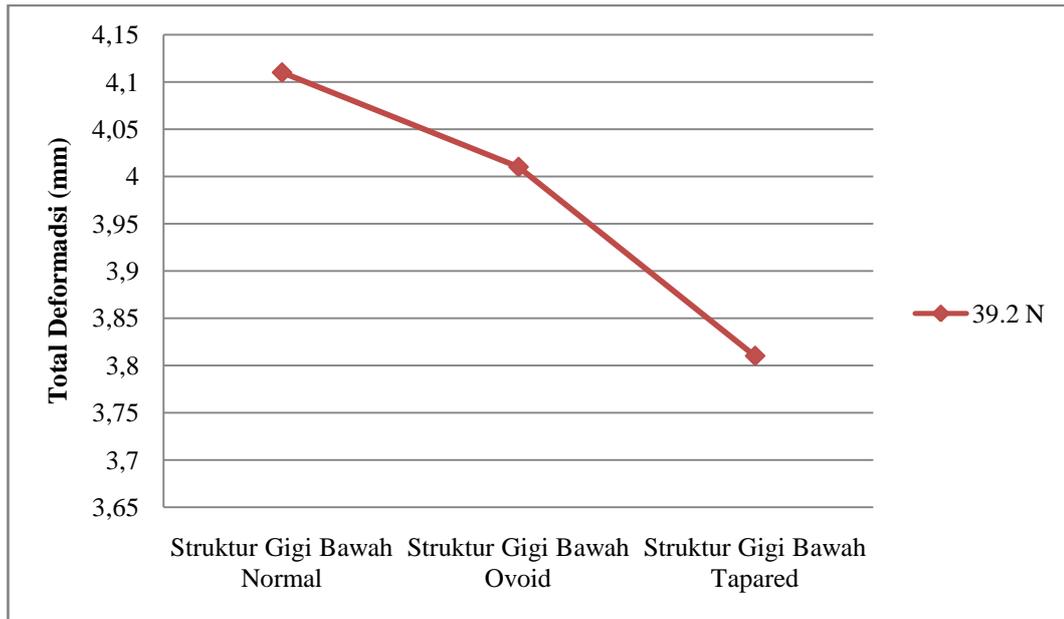
Gambar 4.20 Grafik Hasil Perbandingan Uji Simulasi Dengan Beban 29.4 N.

4.14.1. Hasil Perbandingan Uji Simulasi Deformasi Tekan Struktur Gigi Atas Dengan Beban 39.2 N.

Setelah dilakukan pengujian struktur gigi atas normal, ovoid dan tapered dengan beban 39.2 N. Terlihat pada tabel 4.3 dan gambar 4.21.

Tabel 4.3. Data nilai pengujian deformasi struktur gigi atas dengan beban 39.2 N.

No	Beban (N)	Struktur Gigi Atas Normal	Struktur Gigi Atas Ovoid	Struktur Gigi Atas Tapered
01	39.2 N	4.11 mm	4.01 mm	3.81 mm



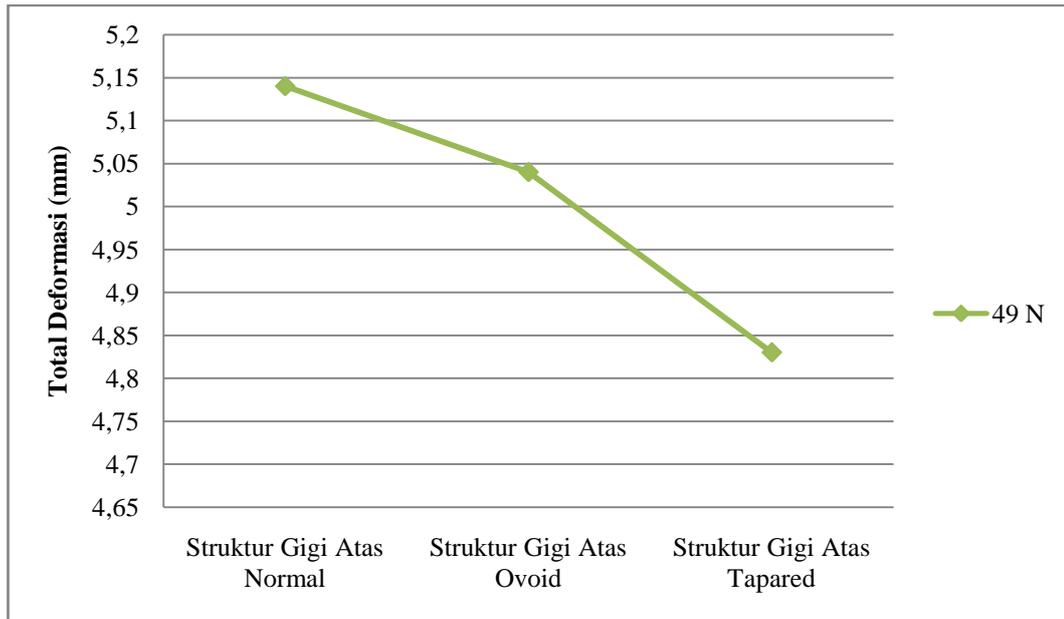
Gambar 4.21 Grafik Hasil Perbandingan Tekan Simulasi Deformasi Dengan Beban 39.2 N.

4.14.2. Hasil Perbandingan Uji Simulasi Deformasi Tekan Struktur Gigi Atas Dengan Beban 49 N.

Setelah dilakukan pengujian struktur gigi atas normal, ovoid dan tapered dengan beban 49 N. Terlihat pada tabel 4.4 dan gambar 4.22.

Tabel 4.4. Data nilai pengujian deformasi struktur gigi atas dengan beban 49 N.

No	Beban (N)	Struktur Gigi Atas Normal	Struktur Gigi Atas Ovoid	Struktur Gigi Atas Tapered
01	49 N	5.14 mm	5.04 mm	4.83 mm



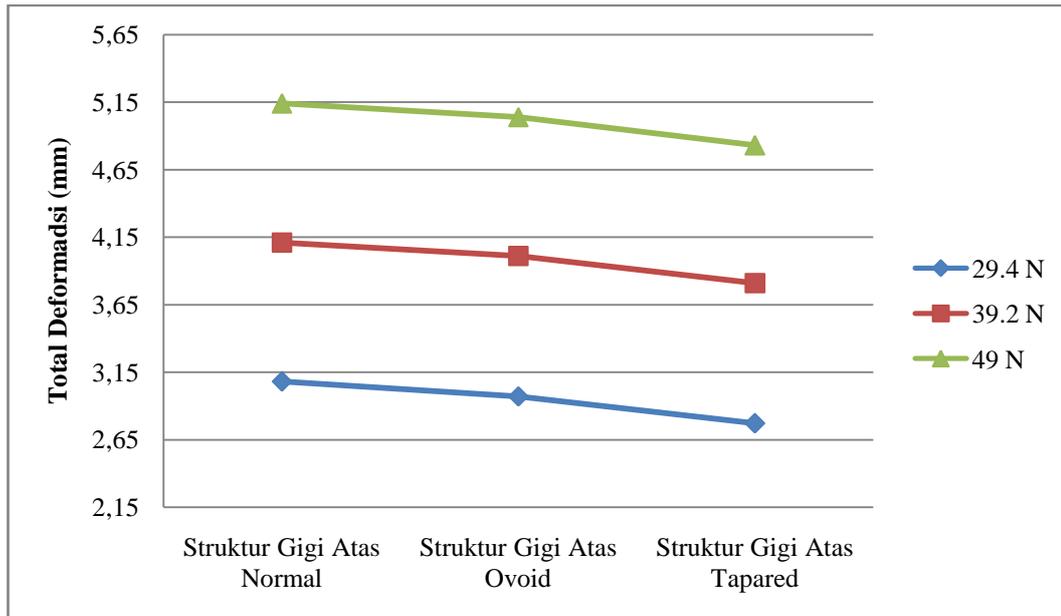
Gambar 4.22 Grafik Hasil Perbandingan Uji Simulasi Deformasi Dengan Beban 49 N.

4.14.3. Hasil Perbandingan Uji Simulasi Deformasi Tekan Struktur Gigi Atas.

Setelah dilakukan 3 (Tiga) pengujian struktur gigi atas normal, ovoid dan tapered dengan beban 49 N, 39.2 N dan 29.4 N. Terlihat pada tabel 4.5 dan gambar 4.23.

Tabel 4.5. Data nilai pengujian deformasi struktur gigi atas dengan beban 49 N, 39.2 N dan 29.4 N.

No	Beban (N)	Struktur Gigi Atas Normal	Struktur Gigi Atas Ovoid	Struktur Gigi Atas Tapered
01	49 N	5.14 mm	5.04 mm	4.83 mm
02	39.2 N	4.11 mm	4.01 mm	3.81 mm
03	29.4 N	3.08 mm	2.97 mm	2.77 mm



Gambar 4.23 Grafik Hasil Perbandingan Uji Simulasi Deformasi Tekan Dengan Beban 49 N, 39.2 N Dan 29.4 N.

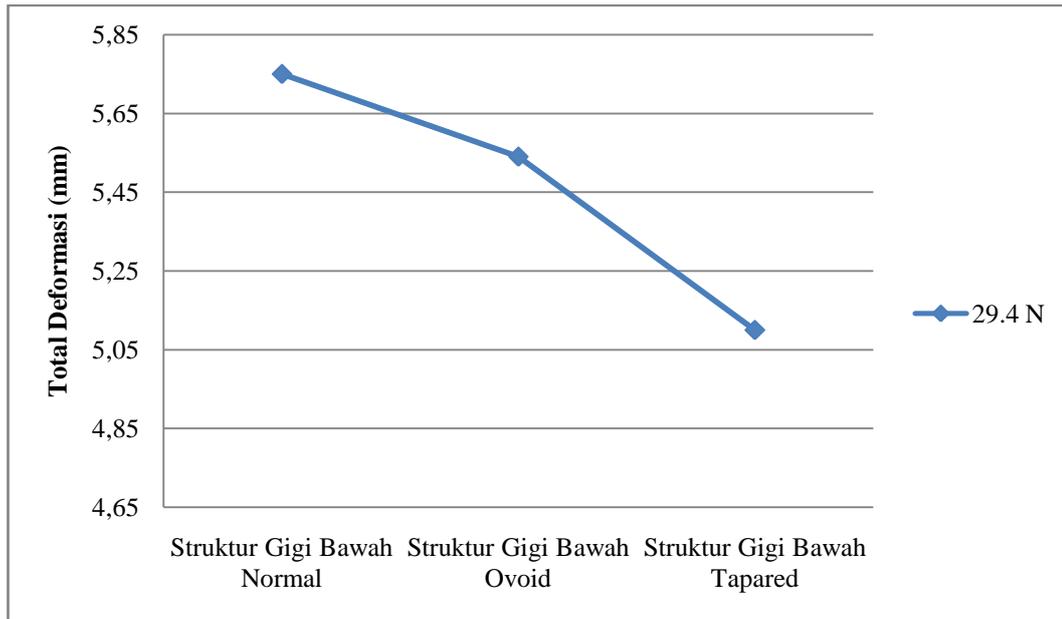
Dari gambar 4.23 didapatkan hasil deformasi tekan dengan beban dari pengujian struktur gigi atas normal dengan beban 49 N menghasilkan nilai total deformasi 5.14 mm, struktur gigi atas ovoid dengan beban 39.2 N menghasilkan nilai total deformasi 4.01 mm dan struktur gigi tapered dengan beban 29.4 N menghasilkan nilai total deformasi 2.77 mm. Maka dari hasil tersebut didapatkan nilai maksimum berada pada struktur gigi atas normal dengan beban 49 N menghasilkan nilai total deformasi 5.14 mm dan nilai minimum terdapat pada struktur gigi atas tapered dengan beban 29.4 N menghasilkan nilai total deformasi 2.77 mm.

4.15. Hasil Perbandingan Uji Simulasi Deformasi Tekan Struktur Gigi Bawah Dengan Beban 29.4 N.

Setelah dilakukan pengujian struktur gigi atas normal, ovoid dan tapered dengan beban 29.4 N. Terlihat pada tabel 4.6 dan gambar 4.24.

Tabel 4.6. Data nilai pengujian deformasi struktur gigi bawah dengan beban 29.4 N.

No	Beban (N)	Struktur Gigi Bawah Normal	Struktur Gigi Bawah Ovoid	Struktur Gigi Bawah Tapered
01	29.4 N	5.75 mm	5.54 mm	5.10 mm



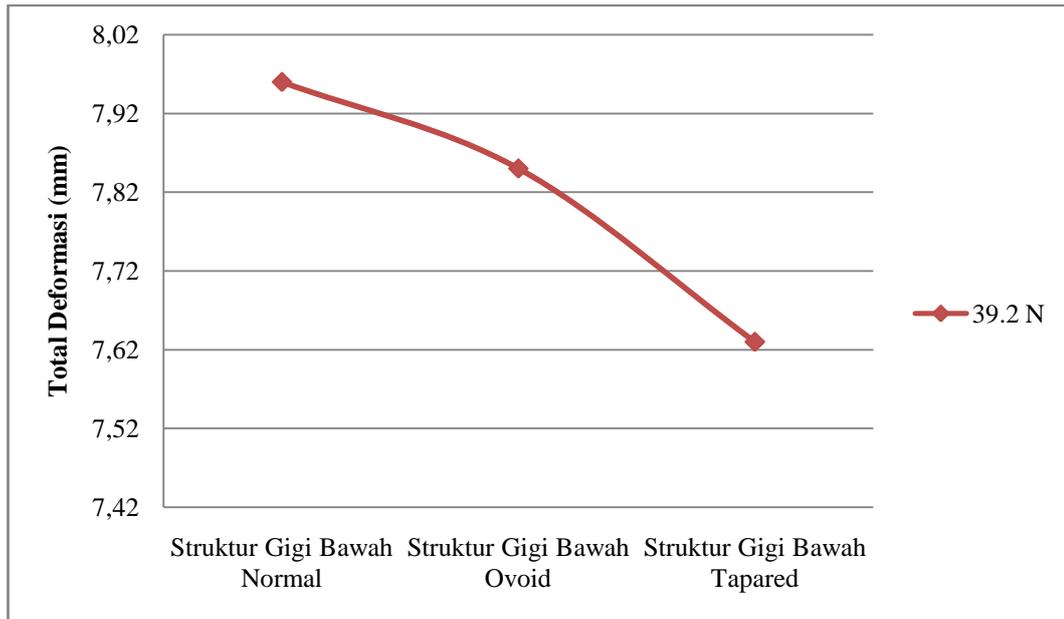
Gambar 4.24 Grafik Hasil Perbandingan Uji Simulasi Deformasi Dengan Beban 29.4 N.

4.15.1. Hasil Perbandingan Uji Simulasi Deformasi Tekan Struktur Gigi Bawah Dengan Beban 39.2 N.

Setelah dilakukan pengujian struktur gigi atas normal, ovoid dan tapered dengan beban 39.2 N. Terlihat pada tabel 4.7 dan gambar 4.25.

Tabel 4.7. Data nilai pengujian deformasi struktur gigi bawah dengan beban 39.2 N.

No	Beban (N)	Struktur Gigi Bawah Normal	Struktur Gigi Bawah Ovoid	Struktur Gigi Bawah Tapered
01	39.2 N	7.96 mm	7.85 mm	7.63 mm



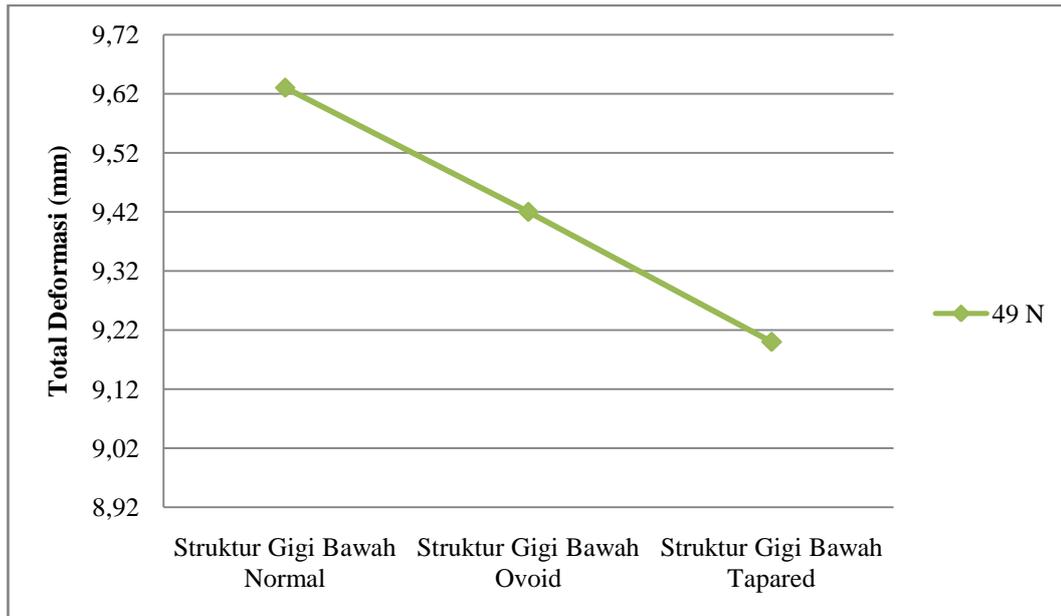
Gambar 4.25 Grafik Hasil Perbandingan Uji Simulasi Deformasi Dengan Beban 39.2 N.

4.15.2. Hasil Perbandingan Uji Simulasi Deformasi Tekan Struktur Gigi Bawah Dengan Beban 49 N.

Setelah dilakukan pengujian struktur gigi atas normal, ovoid dan tapered dengan beban 49 N. Terlihat pada tabel 4.8 dan gambar 4.26.

Tabel 4.8. Data nilai pengujian deformasi struktur gigi bawah dengan beban 49 N.

No	Beban (N)	Struktur Gigi Bawah Normal	Struktur Gigi Bawah Ovoid	Struktur Gigi Bawah Tapered
01	49 N	9.63 mm	9.42 mm	9.20 mm



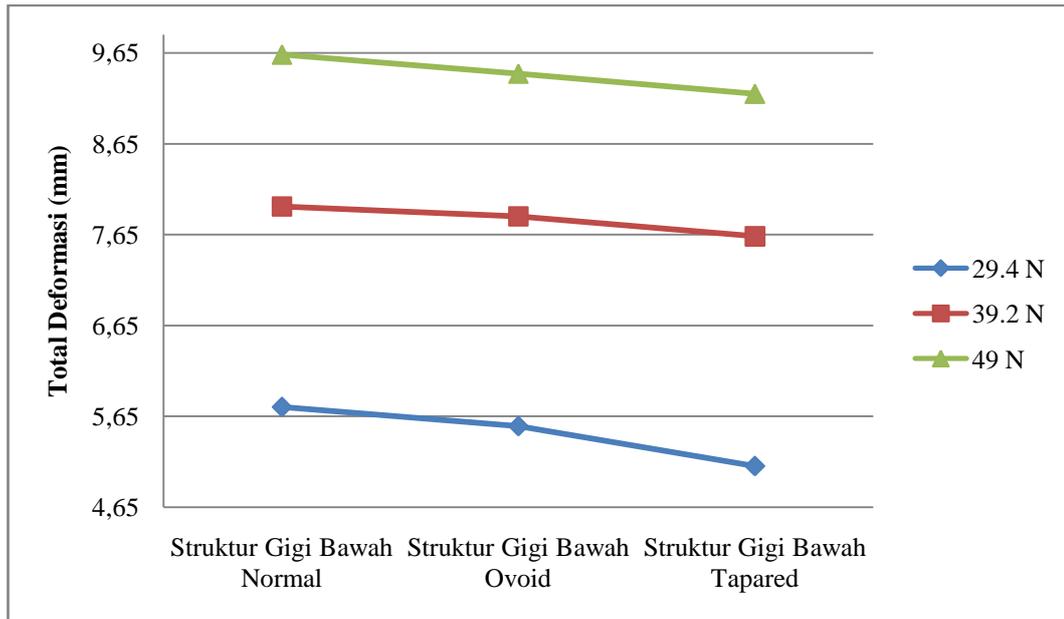
Gambar 4.26 Grafik Hasil Perbandingan Uji Deformasi Simulasi Dengan Beban 49 N.

4.15.3. Hasil Perbandingan Uji Simulasi Deformasi Tekan Struktur Gigi Bawah.

Setelah dilakukan 3 (Tiga) pengujian deformasi struktur gigi atas normal, ovoid dan tapered dengan beban 29.4 N, 39.2 N dan 49 N. Terlihat pada tabel 4.9 dan gambar 4.27.

Tabel 4.9. Data nilai pengujian deformasi struktur gigi bawah dengan beban 49 N, 39.2 N dan 29.4 N.

No	Beban (N)	Struktur Gigi Bawah Normal	Struktur Gigi Bawah Ovoid	Struktur Gigi Bawah Tapered
01	49 N	9.63 mm	9.42 mm	9.20 mm
02	39.2 N	7.96 mm	7.85 mm	7.63 mm
03	29.4 N	5.75 mm	5.54 mm	5.10 mm



Gambar 4.27 Grafik Hasil Perbandingan Uji Deformasi Simulasi Dengan Beban 49 N, 39.2 N Dan 29.4 N.

Dari gambar 4.27 didapatkan hasil deformasi tekan dengan beban dari pengujian struktur gigi bawah normal dengan beban 49 N menghasilkan nilai total deformasi 9.63 mm, struktur gigi atas ovoid dengan beban 39.2 N menghasilkan nilai total deformasi 7.85 mm dan struktur gigi tapered dengan beban 29.4 N menghasilkan nilai total deformasi 5.10 mm. Maka dari hasil tersebut didapatkan nilai maksimum berada pada struktur gigi atas normal dengan beban 49 N menghasilkan nilai total deformasi 9.63 mm dan nilai minimum terdapat pada struktur gigi atas tapered dengan beban 29.4 N menghasilkan nilai total deformasi 5.10 mm.

4.16. Hasil Perbandingan Uji Simulasi Deformasi Tekan Dan Tegangan Pada Struktur Gigi Bawah Dan Struktur Gigi Atas.

Setelah dilakukan 3 (Tiga) pengujian deformasi tekan dan tegangan pada struktur gigi atas normal, ovoid dan tapered dengan beban 29.4 N, 39.2 N dan 49 N. Terlihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.10. Data nilai pengujian deformasi dan tegangan struktur gigi bawah dan atas dengan beban 49 N, 39.2 N dan 29.4 N.

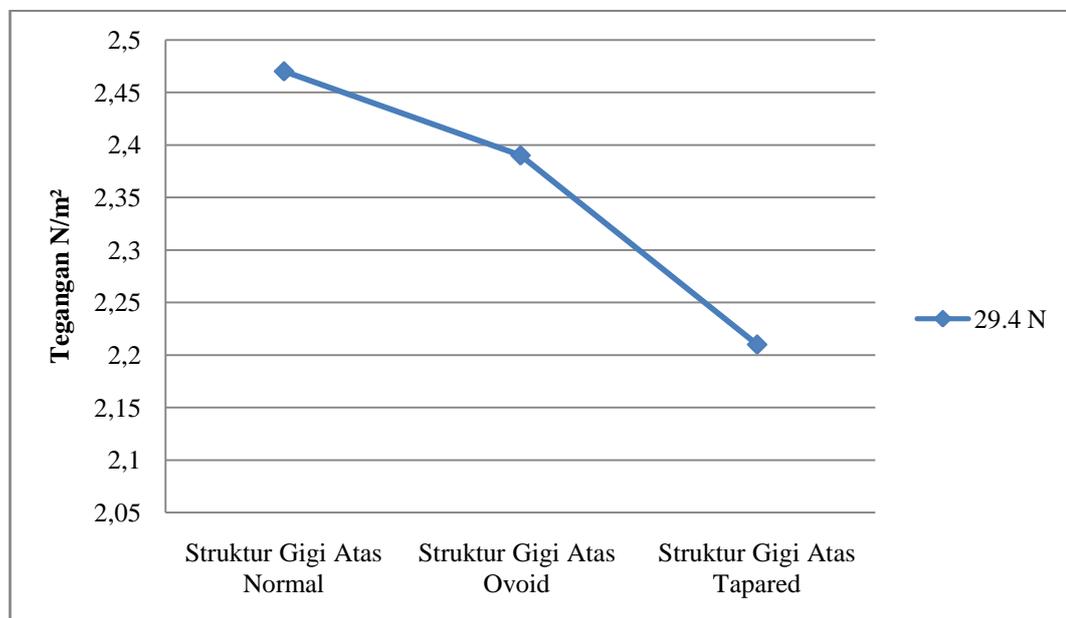
Beban (N)	Tegangan (N/m ²)			Deformasi (mm)		
	Struktur Gigi Atas Normal	Struktur Gigi Atas Ovoid	Struktur Gigi Atas Tapared	Struktur Gigi Atas Normal	Struktur Gigi Atas Ovoid	Struktur Gigi Atas Tapared
29.4 N	2.47	2.39	2.21	5.14	5.04	4.83
39.2 N	3.07	3.05	2.98	4.11	4.01	3.81
49 N	3.66	2.39	2.21	3.08	2.97	2.77

4.16.1. Hasil Uji Simulasi Tegangan Struktur Gigi Atas Dengan Beban 29.4 N.

Setelah dilakukan pengujian struktur gigi atas normal, ovoid dan tapered dengan beban 29.4 N. Terlihat pada tabel 4.11 dan gambar 4.28.

Tabel 4.11. Data nilai pengujian tegangan struktur atas bawah dengan beban 29.4 N.

No	Beban (N)	Struktur Gigi Atas Normal	Struktur Gigi Atas Ovoid	Struktur Gigi Atas Tapared
01	29.4 N	2.47 N/m ²	2.39 N/m ²	2.21 N/m ²



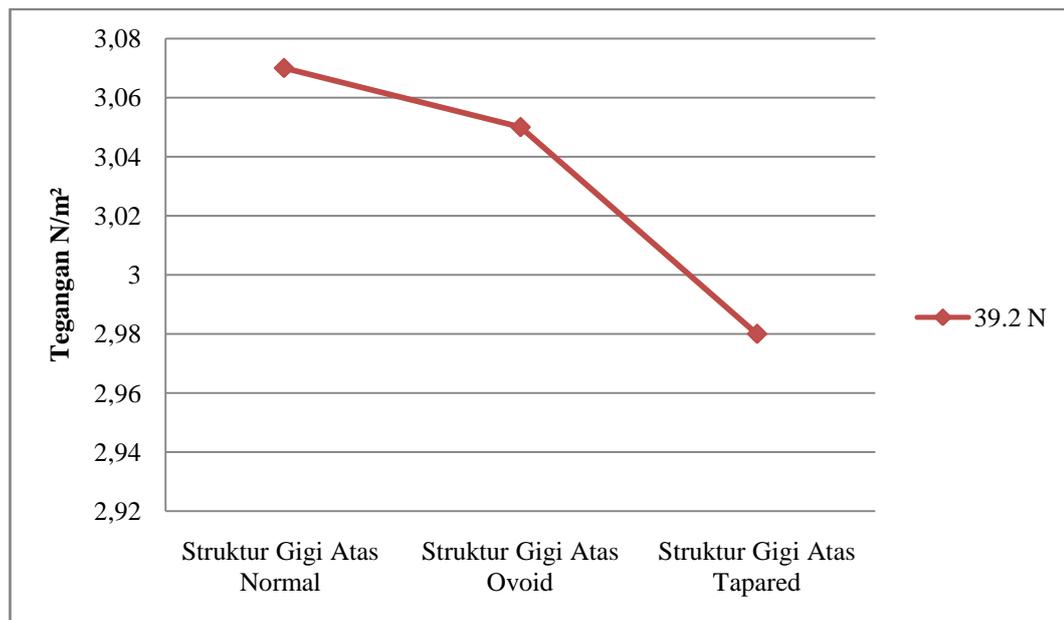
Gambar 4.28 Grafik Hasil Uji Simulasi Tegangan Dengan Beban 29.4 N.

4.16.2. Hasil Uji Simulasi Tegangan Struktur Gigi Atas Dengan Beban 39.2 N.

Setelah dilakukan pengujian struktur gigi atas normal, ovoid dan tapered dengan beban 39.2 N. Terlihat pada tabel 4.12 dan gambar 4.29.

Tabel 4.12. Data nilai pengujian tegangan struktur gigi atas dengan beban 39.2 N.

No	Beban (N)	Struktur Gigi Atas Normal	Struktur Gigi Atas Ovoid	Struktur Gigi Atas Taped
01	39.2 N	3.07 N/m ²	3.05 N/m ²	2.98 N/m ²



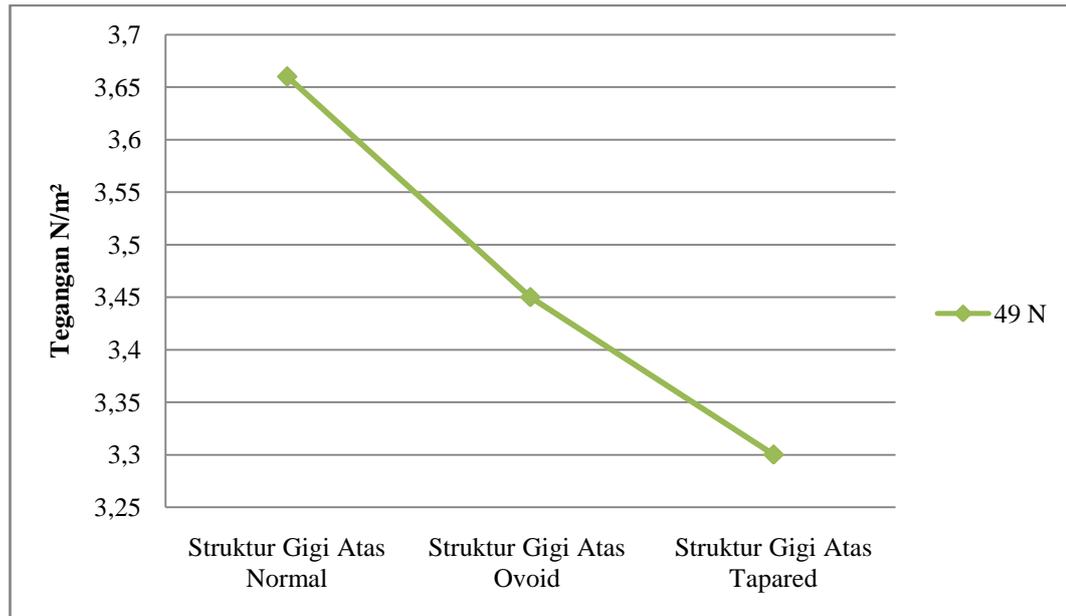
Gambar 4.29 Grafik Hasil Uji Simulasi Tegangan Dengan Beban 39.2 N.

4.16.3. Hasil Uji Simulasi Tegangan Struktur Gigi Atas Dengan Beban 49 N.

Setelah dilakukan pengujian struktur gigi atas normal, ovoid dan tapered dengan beban 49 N. Terlihat pada tabel 4.13 dan gambar 4.29.

Tabel 4.13. Data nilai pengujian tegangan struktur gigi bawah dengan beban 49 N.

No	Beban (N)	Struktur Gigi Atas Normal	Struktur Gigi Atas Ovoid	Struktur Gigi Atas Taped
01	49 N	3.66 N/m ²	3.45 N/m ²	3.30 N/m ²



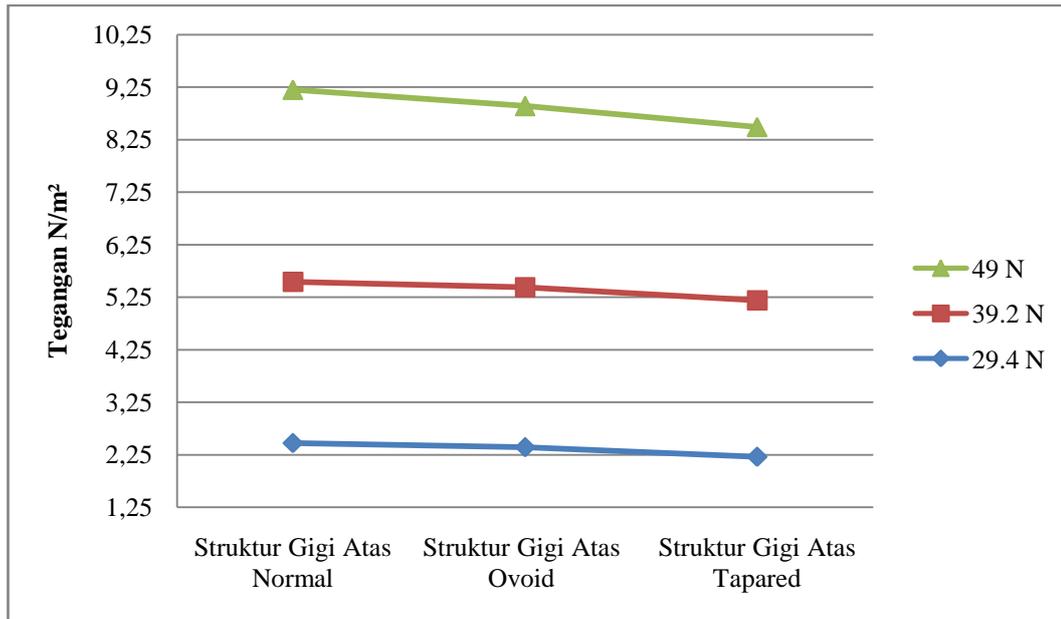
Gambar 4.30 Grafik Hasil Uji Simulasi Tegangan Dengan Beban 49 N.

4.17. Hasil Perbandingan Uji Simulasi Tegangan Struktur Gigi Atas.

Setelah dilakukan 3 (Tiga) pengujian tegangan struktur gigi atas normal, ovoid dan tapered dengan beban 29.4 N, 39.2 N dan 49 N. Terlihat pada tabel 4.14 dan gambar 4.31.

Tabel 4.14. Data nilai pengujian tegangan struktur gigi atas dengan beban 49 N, 39.2 N dan 29.4 N.

No	Beban (N)	Struktur Gigi Atas Normal	Struktur Gigi Atas Ovoid	Struktur Gigi Atas Tapered
01	29.4 N	2.47 N/m ²	2.39 N/m ²	2.21 N/m ²
02	39.2 N	3.07 N/m ²	3.05 N/m ²	2.98 N/m ²
03	49 N	3.66 N/m ²	3.45 N/m ²	3.30 N/m ²



Gambar 4.31 Grafik Hasil Uji Simulasi Struktur Gigi Atas Tegangan Dengan Beban 29.4 N,39.2 N Dan 49 N.

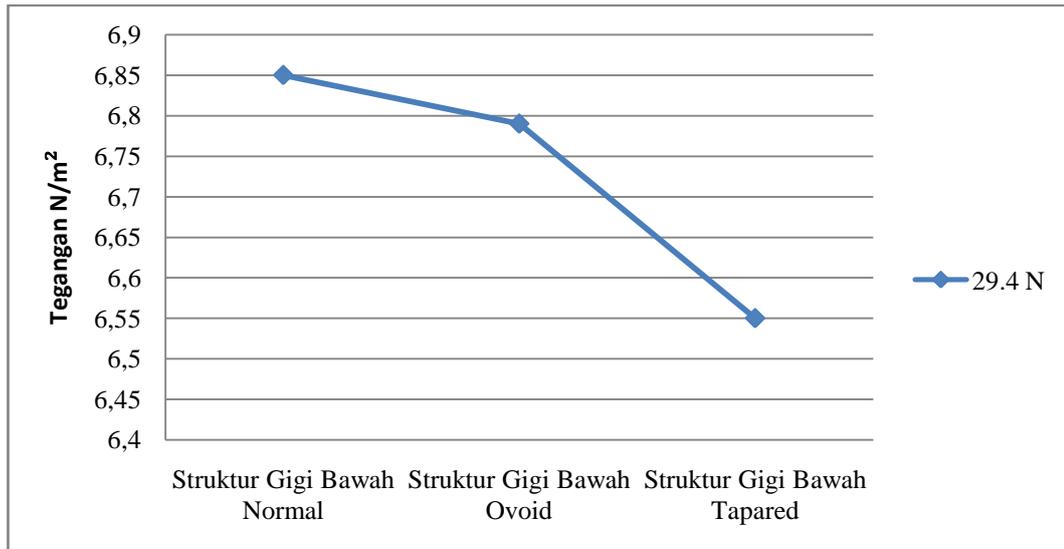
Dari gambar 4.31 didapatkan hasil tengangan dengan beban dari pengujian struktur gigi atas normal dengan beban 49 N menghasilkan nilai tegangan 36.6 N/m², struktur gigi atas ovoid dengan beban 39.2 N menghasilkan nilai tegangan 30.5 N/m² dan struktur gigi tapered dengan beban 29.4 N menghasilkan nilai tegangan 22 N/m². Maka dari hasil tersebut didapatkan nilai maksimum berada pada struktur gigi atas normal dengan beban 49 N menghasilkan nilai tegangan 36.6 N/m² dan nilai minimum terdapat pada struktur gigi atas tapered dengan beban 29.4 N menghasilkan nilai tegangan 22 N/m².

4.17.1. Hasil Uji Simulasi Tegangan Struktur Gigi Bawah Dengan Beban 29.4 N.

Setelah dilakukan pengujian struktur gigi atas normal, ovoid dan tapered dengan beban 29.4 N. Terlihat pada tabel 4.15 dan gambar 4.32.

Tabel 4.15. Data nilai pengujian tegangan struktur gigi bawah dengan beban 29.4 N.

No	Beban (N)	Struktur Gigi Bawah Normal	Struktur Gigi Bawah Ovoid	Struktur Gigi Bawah Tapered
01	29.4 N	6.85 N/m ²	6.79 N/m ²	6.55 N/m ²



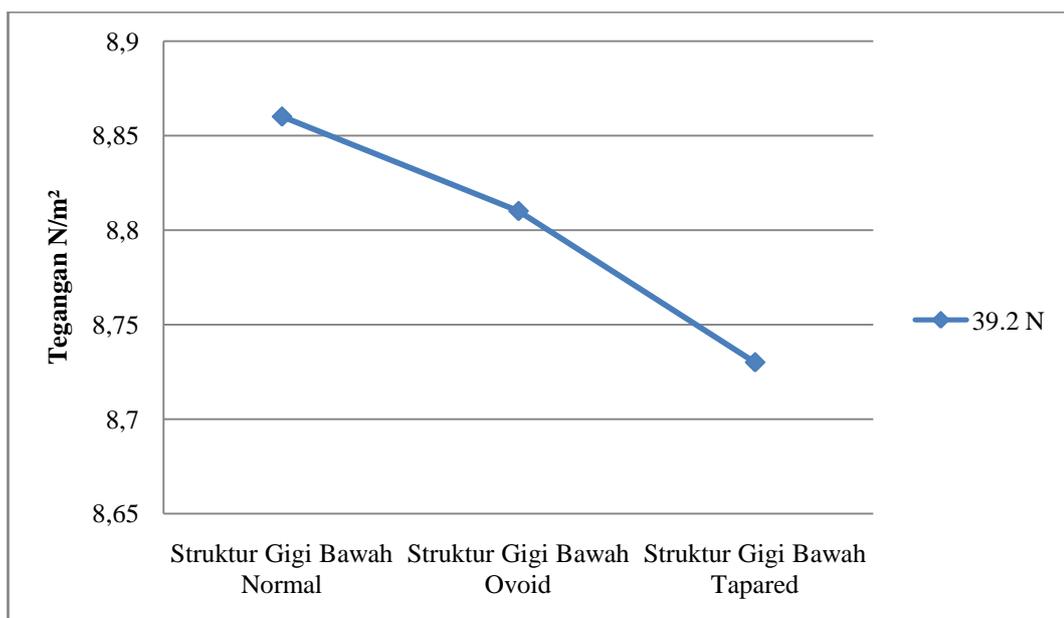
Gambar 4.32 Grafik Hasil Uji Simulasi Tegangan Dengan Beban 29.4 N.

4.17.2. Hasil Uji Simulasi Tegangan Struktur Gigi Bawah Dengan Beban 39.2 N.

Setelah dilakukan pengujian struktur gigi atas normal, ovoid dan tapered dengan beban 39.2 N. Terlihat pada tabel 4.16 dan gambar 4.33.

Tabel 4.16. Data nilai pengujian tegangan struktur gigi bawah dengan beban 39.2 N.

No	Beban (N)	Struktur Gigi Bawah Normal	Struktur Gigi Bawah Ovoid	Struktur Gigi Bawah Tapered
01	39.2 N	8.86 N/m ²	8.81 N/m ²	8.73 N/m ²



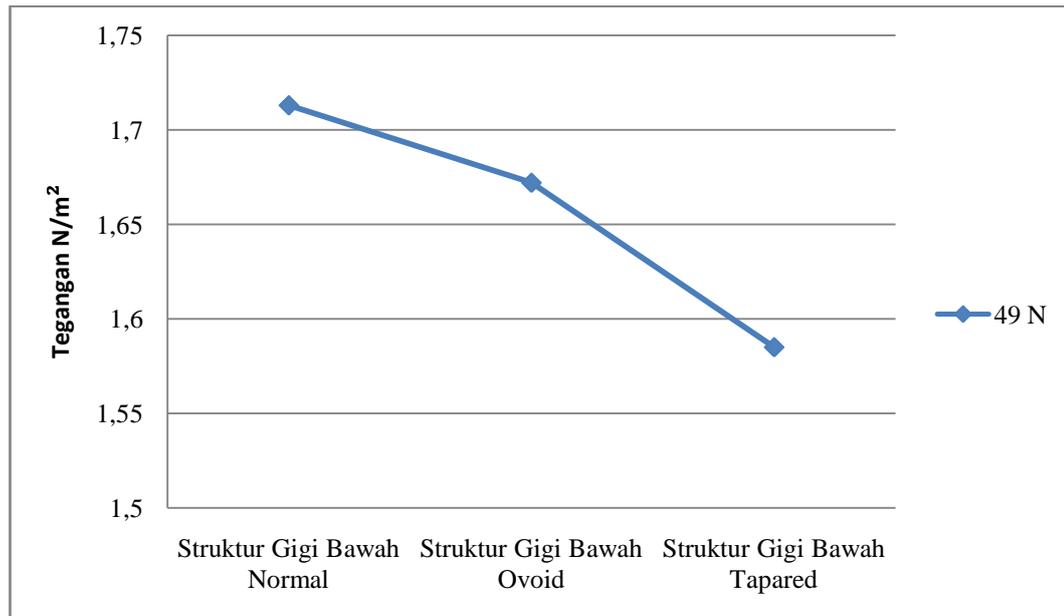
Gambar 4.33 Grafik Hasil Uji Simulasi Tegangan Dengan Beban 39.2 N.

4.17.3. Hasil Uji Simulasi Tegangan Struktur Gigi Bawah Dengan Beban 49 N.

Setelah dilakukan pengujian struktur gigi atas normal, ovoid dan tapered dengan beban 49 N. Terlihat pada tabel 4.17 dan gambar 4.34.

Tabel 4.17. Data nilai pengujian tegangan struktur gigi bawah dengan beban 49 N.

No	Beban (N)	Struktur Gigi Bawah Normal	Struktur Gigi Bawah Ovoid	Struktur Gigi Bawah Tapered
01	49 N	1.713 N/m ²	1.671 N/m ²	1.585 N/m ²



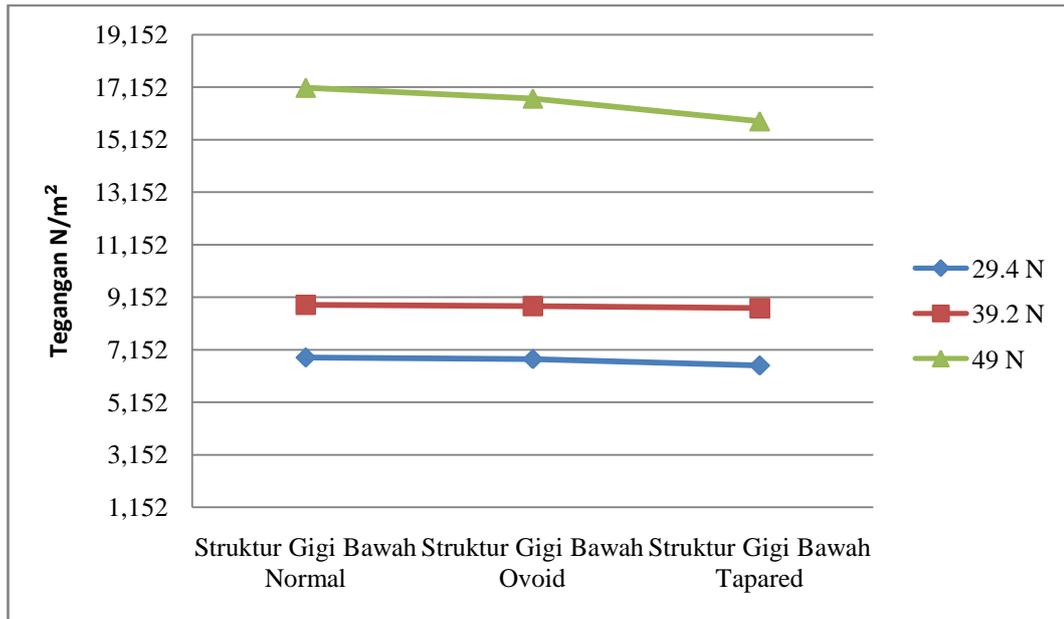
Gambar 4.34 Grafik Hasil Uji Simulasi Tegangan Dengan Beban 49 N.

4.18. Hasil Perbandingan Uji Simulasi Tegangan Struktur Gigi Bawah.

Setelah dilakukan 3 (Tiga) pengujian tegangan struktur gigi atas normal, ovoid dan tapered dengan beban 29.4 N, 39.2 N dan 49 N. Terlihat pada tabel 4.18 dan gambar 4.35.

Tabel 4.18. Data nilai pengujian tegangan struktur gigi bawah dengan beban 49 N, 39.2 N dan 29.4 N.

No	Beban (N)	Struktur Gigi Bawah Normal	Struktur Gigi Bawah Ovoid	Struktur Gigi Bawah Tapered
01	29.4 N	6.85 N/m ²	6.79 N/m ²	6.55 N/m ²
02	39.2 N	8.86 N/m ²	8.81 N/m ²	8.73 N/m ²
03	49 N	17.13 N/m ²	16.72 N/m ²	15.85 N/m ²



Gambar 4.35 Grafik Hasil Uji Simulasi Struktur Gigi Bawah Tegangan Dengan Beban 29.4 N,39.2 N Dan 49 N.

Dari gambar 4.35 didapatkan hasil tengangan dengan beban dari pengujian struktur gigi bawah normal dengan beban 49 N menghasilkan nilai tegangan 17.13 N/m², struktur gigi bawah ovoid dengan beban 39.2 N menghasilkan nilai tegangan 8.81 N/m² dan struktur gigi bawah tapered dengan beban 29.4 N menghasilkan nilai tegangan 6.55 N/m². Maka dari hasil tersebut didapatkan nilai maksimum berada pada struktur gigi bawah normal dengan beban 49 N menghasilkan nilai tegangan 17.13 N/m² dan nilai minimum terdapat pada struktur gigi bawah tapered dengan beban 29.4 N menghasilkan nilai tegangan 6.55 N/m².

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pembuatan prototipe struktur gigi manusia pada mesin printer 3D, dengan beberapa specimen yang bervariasi ini didapatkan beberapa kesimpulan yaitu :

1. Bahwa perancangan prototipe struktur gigi manusia dengan menggunakan perangkat lunak *solidwork* bekerja dengan maksimal seperti yang ditunjukkan pada gambar hasil perancangan 4.1
2. Bahwa mendesain tiga model prototipe struktur gigi manusia dengan menggunakan perangkat lunak *solidwork* bekerja dengan maksimal seperti yang ditunjukkan pada hasil gambar model struktur gigi.
3. Bahwa membuat prototipe struktur gigi manusia dengan menggunakan mesin printer 3D prusa i3 A8 berjalan dengan baik.
4. Bahwa mengoperasikan mesin printer 3D prusa i3 A8 berjalan dengan baik.

5.2. Saran

1. Agar melakukan untuk mensurvei langsung tentang gigi dan jenis lengkung gigi.
2. Agar dilakukan pengujian eksperimental.

DAFTAR PUSTAKA

- Anan, T, Yanmeng, X, Ruirong, Z, David, H, John, F, Milad, A, (2017). *Design and fabrication of modular supercapacitors using 3d printing*, College of Engineering, Design and Physical Sciences Brunel University London, UK.
- Feng, Z, Min Wei, Villayanur, V, V, Benjamin, S, Yuyan, S, Gang, W, Chi, Z, (2017). *3D printing technologies for electrochemical energy storage*, Department of Industrial Engineering, University at Buffalo, The State University of New York, Buffalo, NY 14260, United States.
- Galal Omami BDS, MSC, MDentSc, FRCD (C), (2017), *Diagnosis dan Radiologi*, University Kentucky College of Dentistry, 800 Rose Street, Room MN-320, Lexington, KY 40.536-0.297, USA.
- Ilke, D, Daniel, G, A, Bedrich, B, (2017), *Near-Convex Decomposition and Layering for Efficient 3D Printing*. Purdue University 305 N, University St, WEST Lafayette, IN.
- <http://www.thingiverse.com/explore/newest/3d-printing>. Teori 3D Printing. Diakses tanggal 25 Agustus 2018.
- Kan, W, Chia-Che, H, Chuck, Z, Ben, W, (2017), *A Review on the 3D Printing of Functional Structures for Medical Phantoms and Regenerated Tissue and Organ Applications*, Georgia Tech Manufacturing Institute, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA 30332, USA.
- Kaziban Olcay, Hanife Ataoglu, Sema Belli, (2017). *Study Cross-sectional*, American Association of Endodontists.10.1016.
- Qin Hu, Huan Zhu Hang Ren, (2017), *parameter gigi berbentuk Rock-melanggar eksperimen desain Orthogonal analisis Fuzzy*, School Electromechanical Engineering, Petroleum Universitas Barat Daya, Sichuan 610.500, Cina.
- Roger T Fenner . (1975), Book *Finite Element Methods for Engineers*
- Respository.usu.ac.id/Lengkung Gigi. Teori Lengkung Gigi Diakses tanggal 13 September 2018
- Smith. D, 1948 *Welding Skills and teknologi*, MC Graw Hill, New
- Tarigan, R., 2006, *Perawatan Pulpa Gigi (Endodonti) EGC*, Jakarta.
- Verena Preis, Sebastian Hahnel, Michael Behr, Martin Rosentritt (2017), *Gigi Berbasis Resin Wear Perlawanan*, Elsevier Ltd All rights reserved. 93.042.

Van Vlack, L, H, (1994). *Ilmu Dan Teknologi Bahan*, Edisi Ke Lima,
Erlangga
Jakarta.

LAMPIRAN

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK - UMSU
TAHUN AKADEMIK 2018 - 2019**

Peserta Seminar

Nama

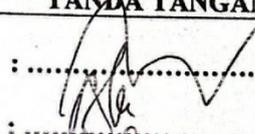
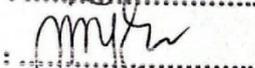
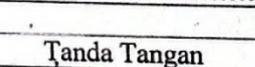
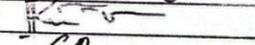
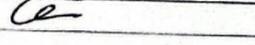
: Riki Juliansyah

NPM

: 1307230100

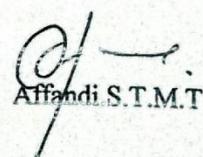
Judul Tugas Akhir

: Perancangan Prototipa Struktur Gigi Manusia Pada Mesin
Printer 3 D.

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing - I	: DR.Rakhmad Arief.Srg.M.Eng	:	
Pembimbing - II	: Sudirman Lubis.S.T.M.T	:	
Pemanding - I	: M.Yani.S.T.M.T	:	
Pemanding - II	: Khairul Umurani,S.T.M.T	:	
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1307230009	Kurniawan Eko Putra	
2	1307230173	SAHDI YOGA SAHAF	
3	1507230010	Fery Harriansyah.	
4	1507230012	Billy wahidman Patan	
5	1307230205	IBNU KHOLID	
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 06 Muharram 1440 H
07 September 2019 M

Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi S.T.M.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Riki Juliansyah
NPM : 1307230100
Judul T.Akhir : Perancangan Prototype Struktur Gigi Manusia Pada Mesin Prin-
Ter 3 D.

Dosen Pembimbing - I : DR. Rakhmad Arief Siregar S.T.M.Eng
Dosen Pembimbing - II : Sudirman Lubis S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : M. Yani S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Khairul Umurani S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

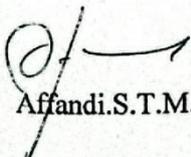
.....
Perbaikan bagian yg rusak di revisi
.....
.....
.....

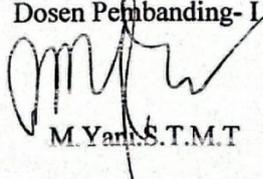
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

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

Medan 06 Muharram 1440H
07 September 2019 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- I

M. Yani S.T.M.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Riki Juliansyah
NPM : 1307230100
Judul T.Akhir : Perancangan Prototype Struktur Gigi Manusia Pada Mesin Prin-
Ter 3 D.

Dosen Pembimbing - I : DR.Rakhmad Arief.Siregar.S.T.M.Eng
Dosen Pembimbing - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T
Dosen Pemanding - I : M.Yani.S.T.M.T
Dosen Pemanding - II : Khairul Umurani.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (colliogium) seteah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

Rahmat Oetadeji Pulita Sarjana

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Medan 06 Muharram 1440H
07 September 2019 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin

Affandi
Affandi.S.T.M.T

Dosen Pemanding- II

Khairul Umurani
Khairul Umurani.S.T.M.T

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Perancangan Prototipe Struktur Gigi Manusia Pada Mesin Printer 3D

Nama : Riki Juliansyah
NPM : 1307230100

Dosen Pembimbing 1 : Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar
Dosen Pembimbing 2 : Sudirman Lubis, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	14-07-2018	Cari produk yang berbeda Lanjut bab 2	
2.	28-07-2018	Perbaiki bab 2	
3.	10-08-2018	Lanjut bab 3	
4.	05-09-2018	Lanjut bab 4	
5.	15-10-2018	Perbaiki bab 4	
6.	27-09-2019		
7.	27-07-2019	Perbaiki bab 4	
8.	18-07-2019	Perbaiki bab 4	
9.	29-09-2019		

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama : RIKI JULIANSYAH
Npm : 1307230100
Tempat/Tanggal Lahir : Hamparan Perak, 05 Juli 1995
Agama : Islam
Alamat : Jl. Marelان Raya No 99, Gg.Panggon, Kel.Rengas
Pulau, Kec. Medan Marelان, Kota Medan, Indonesia.
Jenis Kelamin : Laki – Laki
Anak Ke : 1 Dari 6 Bersaudara
No. Hp : 0822-7269-2665
Telp : -
Status Perkawinan : Belum Menikah
Email : rikijuliansyah317@gmail.com
Nama Orang Tua
Ayah : Suprayudi
Ibu : Agustriana

PENDIDIKAN FORMAL

2001-2007 : SD NEGERI 101743 HAMPARAN PERAK
2007-2010 : SMP SWASTA PGRI 3 MEDAN
2010-2013 : SMK TR SWASTA SINAR HUSNI-2
2013-2019 : UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA
UTARA