



UMSurabaya

KAJI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI AIR
PRESSURE TERHADAP WORKPIECE
CLAMPING CHUCK 590 PN PADA
MESIN CNC VERTICAL LATHE WN20-T4
DI PT. PRIMA ALLOY STEEL UNIVERSAL, Tbk
MENGUNAKAN SIMULASI
SOFTWARE INVENTOR

TUGAS AKHIR

ANGGE SUGMA,ARI SANDI

NIM : 20151331049

DOSEN PEMBIMBING

PONIDI, ST.,MT.,IPM.,A.Eng

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
SURABAYA
2020

HALAMAN JUDUL

**KAJI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI AIR
PRESSURE TERHADAP WORKPIECE CLAMPING CHUCK
590 PN PADA MESIN CNC VERTICAL LATHE WN20-T4 DI
PT. PRIMA ALLOY STEEL UNIVERSAL,Tbk
MENGUNAKAN SIMULASI SOFTWARE INVENTOR**

TUGAS AKHIR

ANGGE SUGMA ARI SANDI

20151331049

DOSEN PEMBIMBING

PONIDI, S.T.,M.T.,IPM.,A.Eng

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA

SURABAYA

2020

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini telah di uji dan dinyatakan sah oleh panitia ujian tingkat sarjana (S1) Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana.

Diuji pada tanggal :

Disetujui dan disahkan oleh:

Dosen Penguji:

1. Arif Batutah, S.T.,M.T. : ()
2. Ir. Suhianto, M.T. : ()
3. Hadi Kusnanto, ST.,M.T. : ()

Dosen Pembimbing:

Ponidi, S.T.,M.T.,IPM.,A.Eng : ()

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik

Ir. Gunawan, M.T
(NIDN. 0707085902)

Menyetujui

Kaprodi Fakultas Teknik

Hadi Kusnanto, ST.,M.T
(NIDN. 071707701)

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Angge Sugma Ari Sandi

NIM : 20151331049

Jurusan : Teknik Mesin

Judul : Kaji eksperimental pengaruh variasi *air pressure* terhadap *workpiece clamping chuck* 590 PN pada mesin cnc *vertical lathe* WN20-T4 di PT. Prima alloy steel universal, tbk menggunakan simulasi *software inventor*

Tanggal Pengajuan Tugas Akhir :

Tanggal Selesai Tugas Akhir :

No.	Tgl	Materi	Paraf Pembimbing U*	Paraf p**	Paraf Mahasiswa
1	20 Mei	Proposal Revisi			
2	01 Juni	Proposal Acc + Bab I Rev.			
3	08 Juni	Bab I Acc + Bab II			
4	26 Juni	Bab II Acc			
5	05 Juli	Bab III Rev.			
6	10 Juli	Bab III Acc + Bab IV			
7	01 Agud	Bab IV Rev.			
8	20 Okt	Bab IV Acc + Bab V			
9	13 Nov	Bab V Rev.			
10	20 Des	Bab V Acc			

Menyetujui,
Pembimbing

Mengetahui,
Kaprodi Teknik Mesin

Ponidi, ST.,M.T.,IPM.,A.Eng
(NIDN. 0703027201)

Hadi Kusnanto, ST.,M.T
(NIDN. 071707701)

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Angge Sugma Ari Sandi
NIM : 20151331049
Fakultas : Teknik
Program studi : S1 Teknik Mesin

Menyatakan bahwa skripsi/KTI/Tesis yang saya tulis ini benar-benar tulisan karya sendiri bukan hasil plagiasi, baik sebagian maupun keseluruhan. Bila di kemudian hari terbukti hasil plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai ketentuan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Surabaya.

Surabaya, Desember 2019

Yang membuat pernyataan

(Angge Sugma Ari Sandi)

ABSTRAK

KAJI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI AIR PRESSURE TERHADAP WORKPIECE CLAMPING CHUCK 590 PN PADA MESIN CNC VERTICAL LATHE WN20-T4 DI PT. PRIMA ALLOY STEEL UNIVERSAL,Tbk MENGGUNAKAN SIMULASI SOFTWARE INVENTOR

Nama : Angge Sugma Ari Sandi

NRP/NIM : 20151331049

Fakultas : Teknik

Dosen Pembimbing : Ponidi, ST.,M.T.,IPM.,A.Eng

Mesin bubut adalah suatu mesin perkakas yang digunakan untuk memotong benda yang diputar, salah satunya adalah mesin bubut turret. Mesin bubut turret adalah mesin bubut yang digunakan untuk memproduksi benda yang identik dalam jumlah yang banyak. Dalam mesin *vertical lathe* WN20 T-4 memiliki sistem *pneumatic* yang menggunakan tekanan udara (*air pressure*) sebagai kekuatan untuk proses kinerja pencekaman benda kerja dengan tekanan minimal penumatik 5 bar. Dalam kaji eksperimental ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari variasi *air pressure* terhadap kinerja *workpiece clamping chuck* 590PN pada mesin CNC *Vertical Lathe*.

Dalam melakukan penelitian ini, yang merupakan variabel bebas adalah variasi tekanan udara pada *clamp pneumatic*. Karena nilai tekanan menggunakan satuan Mpa maka nilai bar diubah menjadi Mpa. Dikarenakan jumlah rahang chuck ada 3 bagian dan sumber tekanan terpusat maka di dapatkan tekanan pada masing-masing titik sebagai berikut 0,7 Mpa menjadi 0,233 Mpa, 0,8 Mpa menjadi 0,266 Mpa, 0,9 menjadi 0,300 Mpa.

Hasil dari simulasi penelitian ini menunjukkan bahwa pada tekanan tertinggi yaitu 0,9 bar di dapatkan tegangan von mises 2,794 Mpa, *1st principal stress* sebesar 2,311 Mpa, dan *3rd principal stress* – 5,601. Dari hasil simulasi variasi tekanan tertinggi di ketahui aman dan tidak merusak benda kerja dikarenakan nilai yang di dapatkan masih di bawah nilai tegangan ijin material yaitu sebesar 27,8 Mpa.

Kata kunci: Mesin bubut turret, *clamping chuck*, *pneumatic*, hasil simulasi

ABSTRACT

EXPERIMENTAL STUDY OF WATER PRESSURE VARIATION EFFECT ON WORKPIECE CLAMPING CHUCK 590 PN IN WN20-T4 CNC VERTICAL LATHE MACHINE IN PT. PRIMA ALLOY STEEL UNIVERSAL, Tbk BY USING INVENTOR SOFTWARE SIMULATION

Name : Angge Sugma Ari Sandi

NRP/NIM : 20151331049

Faculty : Mechanical engineering FT-UM Surabaya

Lecturer Supervisor: Ponidi, S.T.,M.T.,IPM.,A.Eng

Lathe machine is a tool used to cut rotated objects, one of which is a turret lathe. The turret lathes is a lathe used to produce identical objects in large quantities. The vertical lathe machine WN20 T-4 has a pneumatic system that uses air pressure as the power for the performance process of gripping the work piece with a minimum pressure of 5 bar pneumatic. This experimental study aimed to determine the effect of variations in air pressure on the performance of 590PN clamping chuck work piece on a CNC Vertical Lathe. In conducting this research, the independent variable was the variation of air pressure in the pneumatic clamp. Because the pressure value used the Mpa unit, the bar value was changed to Mpa. Due to the number of chuck jaws, there were 3 parts and the source of centralized pressure was obtained at each point as follows 0.7 MPa to 0.233 MPa, 0.8 MPa to 0.266 MPa, 0.9 to 0.300 MPa. The results of this study indicated that at the highest pressure of 0.9 bar we get von mises voltage of 2.794 MPa, 1st principal stress of 2.311 MPa, and 3rd princpal stress of - 5.601.

From the simulation results, the highest pressure variation was safe and undamaged the work piece because the value obtained was still below the material permit stress value equal to 27.8 MPa.

Keywords: Turret Lathe Machine, clamping chuck, pneumatic, simulation result

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir yang berjudul: **KAJI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI AIR PRESSURE TERHADAP WORKPIECE CLAMPING CHUCK 590 PN PADA MESIN VERTICAL LATHE WN20- T4 DI PT. PRIMA ALLOY STEEL UNIVERSAL,Tbk MENGGUNAKAN SOFTWARE INVENTOR**. Pembuatan dan penyusunan tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi strata satu (S1) dan memperoleh gelar sarjana Sarjana Teknik (S.T) di Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surabaya.

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT dan tanpa menghilangkan rasa hormat, saya selaku penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah membantu dan terus memberi semangat kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada;

1. Kedua orang tua yang telah memberikan semangat serta motivasi untuk terus menyelesaikan tugas akhir ini hingga selesai
2. Bapak Ponidi, ST.,MT selaku dosen pembimbing yang dengan sabar membimbing sampai tugas akhir ini selesai.
3. Bapak Hadi Kusnanto, ST.,MT selaku Kaprodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surabaya
4. Bapak Icun Sundoro Selaku atasan saya di tempat bekerja
5. Rizki Indra Pratama, S.ST, Choirul Dwi Agus Setiawan selaku rekan kerja yang selalu mensupport saya
6. Teman-teman kuliah teknik mesin Angkatan 2015

Penulis berusaha berusaha secara optimal dengan segala pengetahuan dan sumber informasi yang telah di peroleh

dalam menyusun tugas akhir ini. Namun, penulis juga menyadari berbagai keterbatasan yang dimiliki, oleh karena itu penulis memohon maaf atas keterbatasan materi laporan tugas akhir ini. Penulis sangat mengharapkan masukan berupa saran yang membangun demi capaian maksimal laporan tugas akhir ini. Besar harapan penulis agar laporan tugas akhir ini nantinya menjadi manfaat bagi pembaca, khususnya dalam eksperimen uji simulasi selanjutnya.

Sidoarjo 18 juni
2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACK.....	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR GRAFIK.....	xvi
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR PERSAMAAN.....	xviii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Permasalahan.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
Bab I : Pendahuluan.....	4
Bab 2 : Tinjauan Pustaka.....	4
Bab 3 : Metodologi Penelitian.....	4

BAB II	6
Tinjauan Pustaka.....	6
2.1. Pengertian Pneumatik	6
2.1.1. Komponen Pneumatik	7
2.1.2. Kelebihan dan kekurangan pneumatik.....	9
2.1.3. Prinsip Dasar Kerja Pneumatik	10
2.1.4. Komponen Utama Sistem Pneumatik	13
2.1.5. Tingkatan Tekanan.....	16
2.1.6. Satuan Tekanan	17
2.2. Pengertian <i>Clamping Chuck</i>	19
2.2.1. Macam – Macam <i>Chuck</i>	20
2.3. <i>Clamping Chuck</i> 590 PN.....	24
2.4. Hukum Pascal	26
2.5. Autodesk Inventor	28
2.5.1. Pengertian Autodesk Inventor.....	28
2.5.2. Cara menjalankan Autodesk Inventor	28
2.5.3. Cara menjalankan Autodesk Inventor	30
2.5.4. Mendefinisikan Hasil Simulasi	35
2.6. Faktor Keamanan (<i>Safety Factor</i>)	38
2.7. Material Aluminium Alloy 6061.....	40
BAB III	43
METODOLOGI PENELITIAN	43
3.1. Menggunakan Metode Eksperimental	43
3.2. Tempat dan Waktu Pelaksanaan	43

3.3	Variabel Penelitian.....	43
3.3.1	Variabel Bebas (<i>Independent Variable</i>).....	43
3.3.2	Variabel Terikat (<i>Dependent Variable</i>).....	44
3.4	Peralatan dan Bahan Penelitian	44
3.4.1	Bahan Uji Penelitian	44
3.4.2	Alat.....	44
3.5	Diagram Skema Pembuatan Simulasi	46
BAB IV		47
PENGUJIAN DAN ANALISA		47
4.1	Pengujian Simulasi <i>Stress Analysis</i>	47
4.1.1	Tujuan	47
4.1.2	Peralatan.....	47
4.1.3	Langkah Percobaan.....	47
4.2	Hasil dan Analisa.....	51
4.2.1	Von Mises Stress.....	51
4.2.2	1 st Principal Stress.....	56
4.2.3	3 rd Principal Stress	59
BAB V		63
PENUTUP		63
5.1	Kesimpulan	63
5.2	Saran	64
DAFTAR PUSTAKA		65
LAMPIRAN.....		67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 katup pneumatic 5/3	8
Gambar 2.2 Sistem pneumatik	11
Gambar 2.3 <i>Chuck</i> rahang dua	20
Gambar 2.4 Chuck rahang 3	21
Gambar 2.5 <i>Chuck</i> 590 PN	22
Gambar 2.6 <i>Chuck</i> rahang 4	23
Gambar 2.7 <i>Chuck magnetic</i>	24
Gambar 2.8 <i>Chuck</i> dalam kondisi membuka	25
Gambar 2.9 <i>Chuck</i> dalam kondisi menutup	25
Gambar 2.10 Luas area pada meja <i>clamp</i>	27
Gambar 2.11 Tampilan Autodesk inventor	29
Gambar 2.12 Tampilan untuk proses pembuatan simulasi .	30
Gambar 2.13 Kelompok toolbar analysis	31
Gambar 4.1 Start up Autodesk Inventor 2020	47
Gambar 4.2 tampilan menu stress analysis	48
Gambar 4.3 tampilan menu create study	49
Gambar 4.4 Menentukan titik beban	49
Gambar 4.5 kondisi clamping chuck sebelum simulasi	51
Gambar 4.6 <i>von mises stress</i> variasi pertama	51

Gambar 4.7 <i>von mises stress</i> variasi ke dua	52
Gambar 4.8 <i>von mises stress</i> variasi ke tiga	54
Gambar 4.9 <i>1st principal stress</i> variasi pertama	56
Gambar 4.10 <i>1st principal stress</i> variasi beban ke dua	57
Gambar 4.11 <i>1st principal stress</i> variasi beban ke 3	58
Gambar 4.12 <i>3rd principal stress</i> variasi pertama	59
Gambar 4.13 <i>3rd principal stress</i> variasi ke dua	60
Gambar 4.14 <i>3rd principal stress</i> variasi ke tiga	61

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 analisa <i>von mises stress</i>	55
Grafik 4.2 analisa <i>1st principal stress</i>	59
Grafik 4.3 analisa <i>3rd principal stress</i>	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Konversi Tekanan	18
Tabel 2.2 Spesifikasi Clamping Chuck	26
Tabel 2.3 <i>Safety factor</i> berdasarkan tegangan luluh	39
Tabel 2.4 <i>Safety factor</i> berdasarkan jenis beban	40
Tabel 2.5 Karakteristik Al 6061	41
Tabel 2.6 Komposisi Al 6061	42
Tabel 3.1 Peralatan utama	45
Tabel 3.2 Peralatan pendukung	45

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1 Hukum pascal	27
Persamaan 2.1 Tegangan Tarik ijin	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Mesin Bubut adalah suatu mesin perkakas yang digunakan untuk memotong benda yang diputar. Proses bubut sendiri menurut buku *General Machinist Theory* (2011) merupakan suatu proses pemakanan benda kerja untuk mendapatkan bentuk dan ukuran dengan menggerakkan pahat baik sejajar maupun tegak lurus sumbu putar dari benda kerja. Sedangkan mesin bubut turret adalah mesin bubut yang digunakan untuk memproduksi benda yang identik dalam jumlah yang banyak (Jesudoss, 2011).

Mesin ini dapat dioperasikan dengan mudah, bahkan dapat dioperasikan oleh operator yang tidak harus memiliki kemampuan mengoperasikan mesin bubut biasa. Mesin ini memiliki ciri khas berupa adanya turret yang berisi beberapa pahat yang dapat digunakan secara bergantian. Dengan adanya mesin bubut turret proses pengerjaan bola-bola pada payung geulis akan semakin cepat dan menghasilkan produk yang seragam. PT. Prima Alloy steel merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang manufaktur velg mobil. Dimana dalam hal ini memiliki mesin-mesin bubut yang canggih guna memperlancar proses produksi salah satunya adalah mesin CNC vertical lathe WN20 T-4. Hal ini di sebabkan karena mesin ini sangat efisien untuk proses pembubutan velg mobil dikarenakan memiliki 2 turret yang berisi beberapa pahat yang digunakan secara bergantian. Dalam industri manufaktur memiliki beragam alat bantu yang memegang peran penting dalam proses produksi salah satunya adalah pencekam benda

kerja jenis-jenis pencekam antara lain *clamp* (Huang, M-S. ,Dkk, 2011), *chuck* (Basavarajaa, J. S, dkk, 2014)

Dalam mesin *vertical lathe* WN20 T-4 memiliki 2 *clamping chuck* yang masing masing di dalamnya terdapat 3 rahang untuk melakukan proses pencekaman dengan sistem pneumatik yang menggunakan tekanan udara (*air pressure*) sebagai kekuatan untuk proses kinerja pencekaman benda kerja dengan tekanan minimal pneumatik 5 bar. Dalam kaji eksperimental ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari variasi air pressure terhadap kinerja *workpiece clamping chuck* 590PN pada mesin CNC *Vertical Lathe*.

1.2. Permasalahan

Rumusan masalah dalam kaji eksperimental ini berdasarkan latar belakang diatas adalah:

- Bagaimana pengaruh variasi *air pressure* terhadap *workpiece clamping chuck* 590PN pada pencekaman velg mobil?

1.3. Batasan Masalah

Adapun dari penelitian ini agar jelas maka dicantumkan beberapa batasan yaitu:

1. Hanya menganalisa pada variasi tekanan 7,8,9 bar.
2. Analisa variasi tekanan menggunakan software inventor professional 2020
3. Analisa fixture berada di bawah
4. Material bahan menggunakan aluminium 6061
5. Ukuran velg yang digunakan 8x18 inc
6. Hanya menganalisa kondisi velg pada saat di cekam
7. Analisa hanya berfokus pada hasil simulasi
8. Nilai tekanan yang diberikan terbagi menjadi 3 titik sesuai dengan konfigurasi meja cekam

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan Dalam kaji eksperimental ini adalah:

- Untuk mengetahui pengaruh variasi *air pressure* terhadap kondisi *workpiece clamping chuck* 590PN pada benda yang di cekam yaitu velg mobil.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Bagi penulis

Untuk menambah wawasan bagi mahasiswa terutama teknik mesin tentang *clamping chuck* dan pengaruh terhadap kinerjanya apabila dilakukan variasi terhadap tekanan udaranya.

2. Bagi PT. Prima Alloy Steel

Sebagai data masukan bagi perusahaan tentang pengaruh dari variasi tekanan udara terhadap *clamping chuck* WN20 T-4

3. Bagi Universitas Muhammadiyah Surabaya

Menambah wawasan tentang pengaruh variasi tekanan udara pada *clamping chuck* dan dapat dijadikan bahan referensi khususnya teknik mesin Universitas Muhammadiyah Surabaya yang mengalami atau melakukan analisa permasalahan yang sama.

1.6. Sistematika Penulisan

Agar penulisan laporan skripsi ini memiliki struktur dan tujuan penulisan dapat tercapai dengan baik, maka penulisan laporan skripsi ini disusun mengikuti sistematika berikut ini :

Bab I : Pendahuluan

Menjelaskan tentang latar belakang penelitian atau actual yang memang memerlukan suatu pemecahan masalah. Dalam bab ini terdapat beberapa aspek seperti latar belakang, rumusan masalah, Batasan masalah, tujuan dan manfaat serta sistematika penulisan.

Bab 2 : Tinjauan Pustaka

Menjelaskan tentang dasar-dasar teori yang akan digunakan untuk pembahasan dan perhitungan dari akhir tugas ini.

Bab 3 : Metodologi Penelitian

Berisi tentang alur proses perencanaan analisa. Seperti pengamatan awal alur, pengambilan data, skema pengambilan data dan alat yang akan digunakan dalam proses analisa tersebut.

Bab 4 : Analisa dan Pembahasan

Berisi tentang hasil analisa pembahasan pengelolaan data dan pembahasan hasil dari yang di peroleh dengan melakukan pengamatan dan perhitungan

Bab 5 : Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan Saran berisi tentang ringkasan dari keseluruhan hasil dari perhitungan yang dilakukan terhadap data-data yang berhubungan dengan tujuan yang dilakukan pada tugas akhir ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Pneumatik

Pneumatik adalah merupakan teori atau pengetahuan tentang udara yang bergerak, dengan syarat keseimbangan udara itu sendiri saat bergerak. Orang pertama yang dikenal telah menggunakan teori pneumatik adalah orang Yunani kuno bernama ktesibio. Istilah pneumatik berasal dari bahasa Yunani yaitu *pneuma* yang berarti hembusan (tiupan) Udara. Jadi pneumatik berarti terisi udara atau digerakkan oleh udara mampat. Pneumatik tidak hanya meliputi penelitian aliran udara melalui suatu sistem saluran yang terdiri atas pipa-pipa, selang-selang, gawai dan sebagainya, tetapi juga aksi dan penggunaan udara mampat (Andrew Parr. 2003). Dengan kata lain pneumatik berarti mempelajari tentang gerakan angin (udara) yang dapat menghasilkan tenaga atau kecepatan. Pneumatik dalam pelaksanaan merupakan ilmu pengetahuan dari semua proses mekanis dimana udara memindahkan suatu gaya atau suatu gerakan. Dalam pengertian yang lebih sempit pneumatik dapat diartikan sebagai teknik udara mampat (*compressed air technology*). Udara yang dimampatkan adalah udara yang diambil dari udara lingkungan yang kemudian ditiupkan secara paksa kedalam tempat yang ukurannya relatif kecil. Sedangkan dalam pengertian teknik pneumatik meliputi : alat-alat penggerak, pengukuran, pengaturan, pengendalian, penghubungan dan perentangan yang meminjam gaya dan penggeraknya dari udara mampat. Dalam penggunaan sistem pneumatik semuanya menggunakan udara sebagai fluida kerja dalam arti udara mampat sebagai pendukung, pengangkut, dan pemberi tenaga. Dalam artian lain, dasar sistem penumatik yaitu penggunaan udara bertekanan (*Druckluft*) untuk menggerakkan sistem. Pneumatik menggunakan hukum-hukum aeromekanika, yang menentukan keadaan keseimbangan gas dan uap (khususnya

udara atmosfer) dengan adanya gaya-gaya luar (*aerostatika*) dan teori aliran (*aerodinamika*). Dengan kata lain pneumatik mempelajari tentang gerakan angin (udara) yang dapat untuk menghasilkan udara dan kecepatan. (Drs.Suyanto, M. Pd, M. T, 2003 : 1).

2.1.1. Komponen Pneumatik

Dalam menggunakan aplikasi sistem pneumatik sangat penting untuk kita memilih komponen-komponen yang tepat, komponen-komponen pneumatik dibagi atas beberapa bagian (Krist, T dan Ginting, 1993)

- a. Sumber energi (*Energy supply*) seperti compressor, tangki udara (*Reservoir*), unit penyiapan udara, unit penyalur udara dan lain-lain.
- b. *Actuator pneumatic*, seperti silinder kerja tunggal, silinder kerja ganda dan lain-lain.
- c. Elemen kontrol, seperti katup jenis $5/2$, $3/2$, *Flow Regulator*, dan lain-lain.
- d. Elemen masukan, seperti *sensor*, tombol, pedal, *roller* dan sebagainya.

a. Sumber Energi

Pada sistem pneumatik, sumber energi didapatkan dari udara, dalam penelitian ini nantinya didapatkan dari kompresor. Kompresor berfungsi untuk menampung udara yang ada sehingga udara tersebut nantinya dapat digunakan untuk sumber energi sistem pneumatik. Prinsip kerja dari sumber energi pada sistem pneumatik adalah udara dimampatkan sehingga udara yang ada berkumpul dan mempunyai energi untuk menggerakkan sistem pneumatik tersebut.

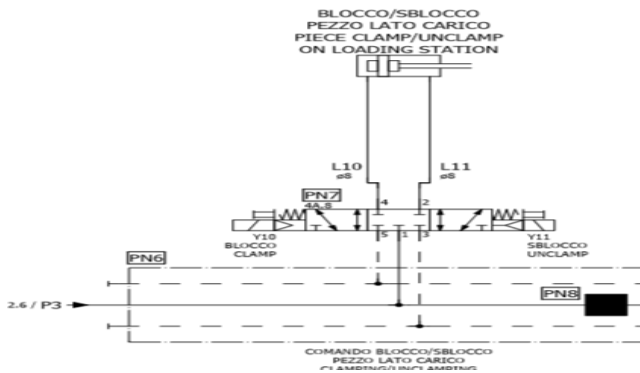
Komponen-komponen yang digunakan untuk mendapatkan udara mampat antara lain, kompresor sebagai penghasil udara mampat, tangki udara sebagai penyimpan udara, unit persiapan udara untuk mempersiapkan udara mampat dan unit penyalur udara untuk menyalurkan udara mampat kepada komponen-komponen pneumatik.

b. Aktuator Pneumatik

Adalah aktuator yang memanfaatkan udara bertekanan menjadi gerakan mekanik. Dengan memberikan udara bertekanan pada sisi permukaan pistonnya.

c. Elemen Kontrol Pneumatik

Merupakan komponen pneumatik yang digunakan untuk mengendalikan aliran udara yang masuk dan keluar, tekanan atau tingkat aliran (*flow rate*) dari udara mampat yang akan disalurkan kepada komponen-komponen pneumatik lain sebagai *input* atau pada *actuator*. Dalam hal *clamping chuck* ini elemen control yang digunakan adalah katup 5/3.



Gambar 2.1 katup pneumatic 5/3

Sumber: (doc. IMT Intermato.S.p,A)

d. Elemen Masukan

Elemen masukan adalah komponen yang menghasilkan suatu besaran atau sinyal yang diberikan kepada sistem sebagai masukan untuk menjalankan sistem kepada langkah sistem berikutnya. Elemen pneumatik terdiri dari *switch* dan *sensor*. Seperti tombol, tuas, pedal, *roller*, dan sebagainya.

2.1.2.Kelebihan dan kekurangan pneumatik

Kelebihan pneumatik adalah udara dapat mengembang begitu kuat dan cepat di ruangan yang sempit dalam waktu yang relatif singkat, oleh karena itu pneumatik sering digunakan dalam berbagai mesin industri. Selain kelebihan tersebut, Pneumatik juga memiliki kelebihan lainnya sehingga alat alat pneumatik lebih diunggulkan dari pada alat lainnya. Kelebihan itu dapat dilihat dari: (Thomas Krist, 1993: 6- 8) (Krist, T, 1993)

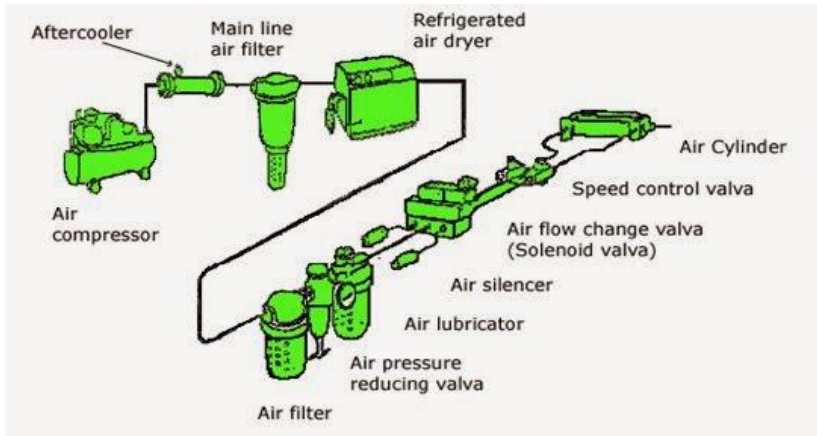
1. Fluida kerja mudah diperoleh dan di transfer (udara)
2. Fluida dapat disimpan dengan baik
3. Bersih dan kering. Dikarenakan udara dalam keadaan bersih waktu di mampatkan, apabila terjadai kebocoran pada pipa, benda kerja tidak akan menjadi kotor
4. Tidak peka terhadap suhu. Dikarenakan udara dapat digunakan dalam suhu- suhu yang tinggi bahkan tahan terhadap panas
5. Aman terhadap ledakan dan kebakaran
6. Kesederhanaan konstruksi sehingga mudah di pelihara
7. Kuat dan kokohs

Namun demikian selain kelebihan kelebihan di atas udara bertekanan dalam pneumatik juga menimbulkan kekurangan kekurangan yang antara lain: Thomas Krist, 1993: 9- 10)

1. Gangguan suara (bising). Apabila terjadi kebocoran saluran akan mengakibatkan kebisingan dari udara yang keluar
2. Mudah menguap(volatile). Sering halnya terjadi pada sistem jaringan udara mampat yang besar menyebabkan kebocoran sehingga udara mudah keluar
3. Bahaya pembekuan. Terjadi apabila terdapat pemuai mendadak dan penurunan suhu secara tiba tiba yang berkaitan dengan pemuai mendadak ini dapat terjadi pembentukan es
4. Gaya tekan terbatas
5. Biaya produksi tinggi dikarenakan perlu peralatan perataan khusus

2.1.3. Prinsip Dasar Kerja Pneumatik

Sistem pneumatik merupakan suatu sistem yang menggunakan udara yang sudah termampatkan sebagai media kerjanya. Sistem pneumatik terdiri dari suatu kompresor di tambah bagian pengatur dan pengendali.



Gambar 2.2. Sistem pneumatik

Sumber:(<http://1.bp.blogspot.com>)

Keterangan gambar di atas adalah:

1. Kompresor adalah peralatan yang digunakan untuk mengasihkan udara dengan cara menyerap udara dari sekitar dengan menggunakan motor listrik.
2. *After cooler*,digunakan untuk mendinginkan udara kempa yang kebanyakan dengan air atau media lain yang mempunyai fungsi untuk mendinginkan udara kempa.
3. *Main line air filter*. Berfungsi untuk mengeleminasi debu dan air yang terkandung dalam udara kempa.
4. *Refrigerated air dryer*. Berfungsi untuk mengeringkan udara basah atau udara yang masih mengandung embun sehingga udara yang dihasilkan benar-benar kering.
5. *Air Filter*. Dipergunakan untuk menyaring debu yang terbawa oleh air.

6. *Air pressure reducing valve*. Berfungsi untuk mereduksi udara kempa pada batas yang dikehendaki agar tetap konstan pada saat digunakan.
7. *Air lubricator*. Berfungsi untuk menyuplai pelumas kedalam udara kempa menggunakan aliran udara sehingga, alat dapat bekerja dengan halus dan memperpanjang waktu pemakaian.
8. *Air silincer*. Berfungsi untuk mereduksi nozel yang timbul sampai pada batas yang aman.
9. *Air flow (change selenoid valve)*. Berfungsi untuk mengubah aliran lasung dari kompresor dengan cara membuka atau menutup katup yang menerima sinyal elektrik.
10. *Speedcontrol valve*. Berfungsi untuk mengontrol kecepatan silinder dengan mengatur valve aliran dari udara kempa.
11. *Air cylinder*. Berfungsi untuk mengubah energi udara kempa menjadi gaya gerak yang efektif.

Biasanya untuk menstabilkan udara kempa dibelakang kompresor biasanya di pasang penampung sehingga tekanan udara lebih stabil dan kinerja kompresor lebih ringan dan jika sewaktu waktu kompresor mati masi terdapat cadangan udara dalam penampung tersebut. Selain komponen di atas terdapat juga komponen lainnya yang berfungsi untuk mengukur tekanan udara yaitu *pressure gauge*, merupakan alat untuk memantau besarnya tekanan yang terjadi pada sistem pneumatik. Keberadaan *pressure gauge* dalam sistem pneumatik cukup vital karena dengan adanya *pressure gauge* seorang operator akan tahu berapa tekanan yang akan terjadi dalam sistem pneumatik ini.

2.1.4. Komponen Utama Sistem Pneumatik

Dalam sistem pneumatik terdapat komponen-komponen guna untuk mendukung kinerja sistem pneumatik sendiri. Berikut ini adalah komponen utama sistem pneumatik:

1. Silinder pneumatik

Adalah sebuah tabung pneumatik yang menghasilkan tenaga dorong dan tenaga tarik. Tenaga yang dihasilkan dari tabung pneumatik terdapat dari 2 hal yaitu:

- A. Tekanan udara (kg/cm^2) yang dimasukkan.
- B. Luas permukaan piston dari tabung pneumatik

Apabila udara bertekanan di masukkan kedalam tabung sebesar $5\text{kg}/\text{cm}^2$ maka berarti setiap centimeter persegi permukaan piston akan bekerja gaya sebesar 5kg. Apabila luas permukaan piston dikalikan 5kg, maka hasilnya adalah gaya total dari keseluruhan permukaan piston yang bekerja. Ini dinyatakan sederhana dengan:

Gaya = Tekanan x Luas

Gaya: Gaya yang dihasilkan tabung (kg)

Tekanan: Tekanan yang di berikan oleh udara (kg/cm^2)

Luas: Luas permukaan piston (cm^2)

2. Valve

Solenoid valve merupakan katup yang dikendalikan dengan arus listrik baik AC maupun DC melalui kumparan / selenoida. Solenoid valve ini merupakan elemen kontrol yang paling sering digunakan dalam sistem fluida. Seperti pada sistem pneumatik, sistem hidrolik ataupun pada sistem kontrol mesin yang membutuhkan elemen kontrol otomatis. Contohnya pada sistem pneumatik, *solenoid valve* bertugas

untuk mengontrol saluran udara yang bertekanan menuju aktuator pneumatik (silinder).

3. *Air filter, Regulator, Lubricator*

Udara yang bertekanan keluar dari tangki penampung akan melalui sebuah *on/off valve*. Sebelum mencapai jaringan distribusi, udara harus melewati unit filter atau penyaring yang akan yang akan memisahkan kandungan air/ *water* dari udara sehingga peralatan-peralatan terhindar dari proses korosi, kemudian udara mengalir melalui alat pengatur tekanan atau regulator yang di lengkapi dengan alat pengukur tekanan. Tekanan udara dalam tangki penampung biasanya lebih tinggi dari pada tekanan yang dibutuhkan. Karena itulah alat pengatur tekanan dibutuhkan, tekanan dapat di kontrol dengan memutar tombol pengontrolnya. Untuk keperluan industri, dengan maksud supaya komponen-komponen pneumatic bisa lebih awet, masih bisa ditambahkan satu unit alat yaitu *lubricator* atau unit pelumas. Unit pelumas ini berfungsi untuk menyemprotkan minyak pelumas atau oli yang sangat halus kedalam udara tersebut.

4. Katup pneumatik

Sistem kontrol pneumatik terdiri dari beberapa komponen sinyal dan bagian kerja. Komponen-komponen sinyal dan kontrol menggunakan rangkaian atau urutan-urutan kerja dari berbagai kerja yang disebut katup (*valve*). Jadi katup pneumatik adalah perlengkapan pengontrolan ataupun pengatur, baik untuk memulai (*start*) ataupun berhenti (*stop*). Arah aliran atau tekanan dari suatu perantara yang dibawa oleh kompresor dan disimpan dalam suatu bejana. (Drs. Suyanto, M.Pd, M.T,2003 : 40) (Suyanto,2003). Dalam DIN 24300, mengikuti rekomendasi CETOP (*Comite Europeen des Transmissions Oleohydrauliques et Pneumatiques*) dan ISO/R 1219 – 1970 katup dibagi dalam 5 kelompok, menurut fungsinya:

1. Katup pengarah (*direction way valve*)

Adalah perlengkapan yang menggunakan lubang-lubang saluran kecil yang akan dilewati oleh aliran udara bertekanan, terutama untuk memulai (*start*) dan berhenti (*stop*) serta mengarahkan aliran itu.

2. Katup pengontrol aliran (*flow control valve*)

Adalah peralatan pneumatik yang berfungsi sebagai pengatur dan pengendali aliran udara bertekanan (pengendali angin) khususnya udara yang harus masuk kedalam silinder-silinder pneumatik. Ada juga aliran angin tersebut harus di kontrol untuk peralatan pengendali katup-katup pneumatik.

3. Katup pengontrol dan pengatur tekanan (*pressure control valve*)

Katup pengontrol dan pengatur tekanan adalah bagian dari komponen pneumatik yang mempengaruhi tekanan atau dikontrol oleh besarnya tekanan. Dalam katup ini terdapat 3 jenis yaitu:

a. Katup pembatas tekanan (*pressure limiting valve*)

Katup ini digunakan utamanya sebagai katup pengaman. Kerja utamanya adalah mencegah tekanan udara yang berlebihan dari sistem pneumatik yang ada. Jika tekanan maksimum sudah tercapai pada bagian masuk dari katup, maka bagian keluar dari katup terbuka sehingga udara bertekanan akan keluar ke atmosfer.

b. Katup rentenan

Fungsinya hampir sama dengan katup pembatas.

c. Katup pengatur tekanan (*pressure regulating valve*)

Katup ini berfungsi untuk menjaga tekanan supaya terjadi tekanan yang tetap atau konstan.

4. Katup penutup (*shut-off valve*)

Katup ini berfungsi sebagai pemberi atau pencegah aliran udara yang tak terbatas. Artinya, jika aliran udara harus dihentikan, maka katup akan bertindak. Tetapi jika di butuhkan aliran kecil, maka katup akan membuka sedikit saja. Pemakaian sederhana adalah pada keran air.

5. Katup kombinasi atau gabungan (*combination valve*)

Katup kombinasi merupakan katup *pneumatic* yang tersusun sedemikian rupa sehingga cara kerjanya sangat spesifik. Keberadaan katup ini di rancang untuk maksud tertentu yang tentunya disesuaikan dengan kebutuhan operasinya.

2.1.5 Tingkatan Tekanan

Umumnya, elemen-elemen pneumatik seperti silinder dan katup disiapkan untuk menerima tekanan kerja maksimal 8 sampai 10 bar. Memang untuk pengoperasian yang ekonomis, tekanan 6 bar sudah cukup. Tetapi karena adanya tahanan arus pada masing-masing komponen dan dalam pipa-pipa saluran, sambungan pipa, panjang pipa, kebocoran, maka harus diperhitungkan pula nilai susut tekanan antara 0,1 sampai 0,5 bar. Oleh sebab itu, kompresor harus menyediakan tekanan 6,5 sampai 7 bar supaya tekanan kerja sebesar 6 bar tetap terjamin. Jika tiba-tiba ada perubahan tekanan konsumsi, tangki udara bisa dipasang untuk menstabilkan tekanan pada jaringan kerja udara bertekanan. Pada operasi normal tangki udara ini diisi oleh kompresor, dengan alasan untuk cadangan yang dapat digunakan setiap saat. Hal ini bertujuan untuk berjaga apabila kompresor mati secara tiba-tiba.

2.1.6 Satuan Tekanan

Satuan tekanan sering digunakan untuk mengukur kekuatan dari suatu cairan atau gas. Satuan tekanan dapat dihubungkan dengan satuan volume (isi) dan suhu, semakin tinggi tekanan didalam suatu tempat dengan isi yang sama maka suhu akan semakin tinggi. Akan tetapi pernyataan ini tidak selamanya benar atau terkecuali untuk uap air. Jika tekanan uap air ditingkatkan maka terjadi perubahan dari gas kembali ke cair. Berikut ini adalah unit tekanan itu sendiri:

1. Atmosfer (atm)
2. *Manometric unit*:
 - Sentimeter, inci, dan milimeter merkuri (torr)
 - Templat (jangka tinggi kolom air yang setara) termasuk milimeter (mm H_2O), sentimeter (cm H_2O), meter, inci, dan kaki dari air
3. Adat unit
 - Ton-force (pendek) dan ton-force (lama), pound-force, ons-force, dan poundal inci per persegi
 - Psi (pound per square inch)
4. Non-SI unit metrik:
 - Bar, decibar, milibar
 - Kilogram-force persentimeter persegi
 - Gram-force dan ton-force per sentimeter persegi
 - Dyne per sentimeter persegi
 - Kilogram-force dan ton-gaya per meter persegi

Berikut ini adalah tabel konverensi tekanan :

TEKANAN

DARI	KE	DIKALIKAN DENGAN	CONTOH
atm (atmosfer)	bar	1.01325	$1.1 \text{ atm} \times 1.01325 = 1.115 \text{ bar}$
atm	MPa	0.10132	$1.1 \text{ atm} \times 0.10132 = 0.111 \text{ MPa}$
atm	PSI	14.696	$1.1 \text{ atm} \times 14.696 = 16.166 \text{ PSI}$
bar	atm	0.98692	$10 \text{ bar} \times 0.98692 = 9.8692 \text{ atm}$
bar	MPa	0.1	$10 \text{ bar} \times 0.1 = 1.0 \text{ MPa}$
bar	PSI	14.504	$10 \text{ bar} \times 14.504 = 145 \text{ PSI}$
MPa (megapascal)*	atm	9.8692	$10 \text{ MPa} \times 9.8692 = 98.692 \text{ atm}$
MPa	bar	10	$10 \text{ MPa} \times 10 = 100 \text{ bar}$
MPa	PSI	145.0	$10 \text{ MPa} \times 145.0 = 1450 \text{ PSI}$
PSI (pound / inci persegi)	atm	0.068	$100 \text{ PSI} \times 0.068 = 6.80 \text{ atm}$
PSI	bar	0.0689	$100 \text{ PSI} \times 0.0689 = 6.89 \text{ bar}$
PSI	MPa	0.00689	$100 \text{ PSI} \times 0.00689 = 0.689 \text{ MPa}$
kp/cm ² (kilopound / cm ²)	bar	0.981	$10 \text{ kp/cm}^2 \times 0.981 = 9.81 \text{ bar}$
kp/cm ²	MPa	0.0981	$10 \text{ kp/cm}^2 \times 0.0981 = 0.981 \text{ MPa}$
kp/cm ²	PSI	14.223	$10 \text{ kp/cm}^2 \times 14.223 = 142.2 \text{ PSI}$

Tabel 2.1 konverensi tekanan

* = unit SI, unit internasional berdasarkan "Système International d'Unités"

2.2. Pengertian *Clamping Chuck*

Clamping dan *work holder* Bagian peralatan produksi yang berfungsi menahan atau memegang benda kerja (termasuk *jig* dan *fixture*). Bagian *jig* atau *fixture* berfungsi untuk mencekam benda kerja sehingga posisi benda kerja tidak berubah selama proses pemesinan, apabila benda kerja mengalami pergeseran akan berakibat tidak presisinya proses pembubutan atau hasil dari proses pembubutan tidak sesuai dengan apa yang diharapkan. *Chuck* adalah jenis penjepit khusus yang diperuntukkan memegang objek dengan simetri radial, terutama silinder. *Chuck* dalam permesinan bubut di peruntukkan memegang benda kerja yang berputar. Pada mesin bubut, *chuck* dipasang pada poros yang berputar di dalam *headstock*. Untuk beberapa tujuan (seperti pengeboran) *chuck* tambahan mungkin dipasang pada *tailstock* yang tidak berputar.

Chuck pada beberapa mesin bubut memiliki rahang yang bergerak secara independen, memungkinkan mereka untuk memegang benda berbentuk tidak teratur. Beberapa desain *chuck* bahkan lebih kompleks, melibatkan rahang yang berbentuk khusus, jumlah rahang yang lebih tinggi, mekanisme pelepasan cepat, atau fitur khusus lainnya.

Dalam proses pencekaman, terdapat kondisi yang harus terpenuhi diantaranya adalah

1. Kuat untuk mencekram atau memegang benda kerja, sehingga benda kerja tidak mengalami kondisi bergeser.
2. Tidak merusak kondisi benda kerja atau mendeformasi secara cepat pada saat proses pencekaman.

3. Menjamin loading dan unloading benda kerja dengan cepat.

2.2.1. Macam – Macam *Chuck*

1. *Chuck* rahang 2

Digunakan untuk menjepit benda kerja yang tidak teratur pada mesin bubut.



Gambar 2.3 *Chuck* rahang dua

Sumber: (<http://blog.ub.ac.id>)

2. *Chuck* rahang 3 (*Three jaw / self centering jaw chuck*)

lalah *chuck* yang biasanya memiliki rahang 3 buah, dalam pemakaiannya biasanya *chuck* ini digunakan untuk menjepit benda berbentuk bulat, segitiga maupun segi enam. Mekanisme gerakan *chuck* rahang 3 bekerja dengan prinsip otomatis apabila salah satu pinion digerakan dengan menggunakan kunci *chuck* maka ketiga rahang akan bergerak bersamaan, hal ini menunjukkan saling terkaitnya ketiga rahang *chuck* tersebut, gerakan *chuck jaws* ini tergantung putaran kunci *chuck*, apabila

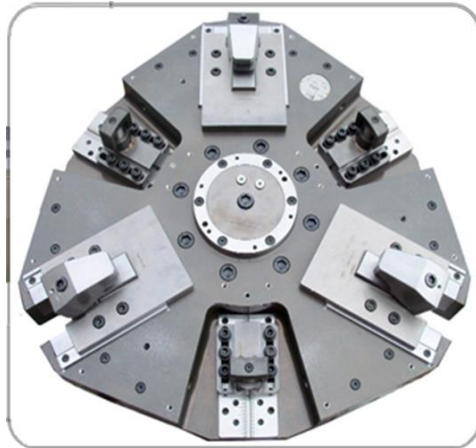
kunci *chuck* diputar searah jarum jam maka gerakan jawsnya akan menuju titik pusat dari bentuk lingkaran rumah *chuck* dan apabila kunci *chuck* diputar ke kiri maka ketiga *jaws* nya akan meregang dan keluar dari titik pusat secara bersamaan. Pada *clamping chuck* 590 PN menggunakan system pneumatik dimana untuk membuka atau menutup rahang menggunakan tekanan udara yang telah di mampatkan.



Gambar 2.4 *Chuck* rahang 3

Sumber:

(<https://teknostory.files.wordpress.com>)



Gambar 2.5 *Chuck* 590 PN

Sumber: (IMT Intermato S.p.A)

3. *Chuck* rahang 4 independent

Chuck rahang 4 yang bersifat independent ini dirancang untuk memegang benda kerja segi empat, membubut bentuk eksentrik, bahkan benda bersegi dengan posisi pembubutan jauh dari posisi senter benda kerja.



Gambar 2.6 *Chuck* rahang 4

Sumber: (digilib.polban.ac.id)

4. *Chuck Magnetic*

Benda kerja dapat dipegang pada gerinda permukaan dan mesin perkakas yang lain dengan menggunakan pencekam magnetis. Pencekam magnetis mempunyai daya magnet dengan jenis magnet permanen atau magnet yang dibangkitkan arus listrik. Semua benda yang dipegang pada pencekam magnetis harus didemagnetisasi setelah pekerjaan selesai.



Gambar 2.7 *Chuck magnetic*

Sumber:(<http://www.docmagnet.com>)

2.3. Clamping Chuck 590 PN

Seperti pada sedikit penjelasan di atas, Clamping chuck ini adalah jenis clamping yang digunakan pada *vertical lathe* yang mempunyai 3 rahang pencekam. Pada chuck ini menggunakan O-ring sebagai penahan aliran udara pada saat clamp mulai melakukan pencekaman. Prinsip kerja sistem ini pada proses clamp apabila udara bertekanan masuk pada saluran masuk, maka udara tersebut akan masuk dan memberikan tekanan yang kemudian di salurkan pada permukaan silinder yang kemudian menekan silinder ke arah bawah di akibatkan karena adanya O ring yang menahan udara yang masuk sehingga bisa menekan dengan tekanan yang stabil tanpa adanya udara yang keluar dan kemudian terjadilah proses pencekaman. Pada proses *un-clamp* udara akan masuk pada saluran keluar yang kemudian udara tersebut akan menuju ke arah bawah melalui saluran udara yang terdapat di dalam meja clamp, kemudian mendorong ke atas permukaan silinder sehingga *chuck* akan bergerak ke atas sehingga *chuck* akan membuka.



Gambar 2.8 *Chuck* dalam kondisi membuka

Sumber: data pribadi



Gambar 2.9 *Chuck* dalam kondisi menutup

Sumber: data pribadi

<i>Descrizione / Description</i>	<i>Dati / Data</i>
Ordine Nr. / Order No.	
Modello / Model:	1 ^a -2 ^a operazione / 1 st -2 nd operation
Dimensione ruote / Wheel size 590PN	14" - 20"
Dimensione ruote / Wheel size 686PN	18" - 24"
Peso / Weight 590PN	214 kg - OP1 215 kg - OP2
Peso / Weight 686PN	250 kg - OP1 250 kg - OP2
Portata Massima / Maximum capacity 590PN	30 Kg
Portata Massima / Maximum capacity 686PN	40 kg
Attacco / Attachment	ASA 11 (Special IMT)
Bloccaggio staffe / Jaws clamping	Pneumatico - Pressione min 5 Bar Pneumatic - min pressure 5 Bar
<i>Dimensione corpo / Body dimension</i>	<i>Velocità MAX di rotazione / Max RPM</i>
590PN 730 mm 14"-20"	1600 giri/1 - RPM
686PN 830 mm 18"-24"	1400 giri/1 - RPM
<i>Lubrificazione / Lubrication</i>	
Grasso / Grease	
OIL ISO G68 (Mobil Vactra 2) Automatico da impianto lubrificazione macchina Automatic by lubrication machine system	

Tabel 2.2 Spesifikasi *clamping chuck*

Sumber: Manual book IMT Internato S.p.A

2.4. Hukum Pascal

Tentang perpindahan tekanan statis, terdapat hukum pascal yang telah di buktikan oleh B. Pascal Secara eksperimen. Dalam hukum ini menyatakan bahwa tekanan yang diberikan kesuatu bagian dari suatu fluida dalam sebuah ruangan tertutup akan bekerja tegak lurus pada bagian dalam ruangan tersebut. Rumus hukum pascal dalam sistem tertutup dapat di tulis dengan:

($P_{keluar} = P_{masuk}$) atau dapat di tulis dengan $P_1 = P_2$. Seperti yang kita ketahui bahwa tekanan adalah gaya dibagi besar luasan penampangnya ($P = F/A$) maka persamaan tersebut dapat ditulis kembali sebagai berikut:

$$\frac{F_2}{A_2} = \frac{F_1}{A_1} \text{ atau } \frac{F_2}{F_1} = \frac{A_1}{A_2}$$

Persamaan 2.1 Hukum pascal

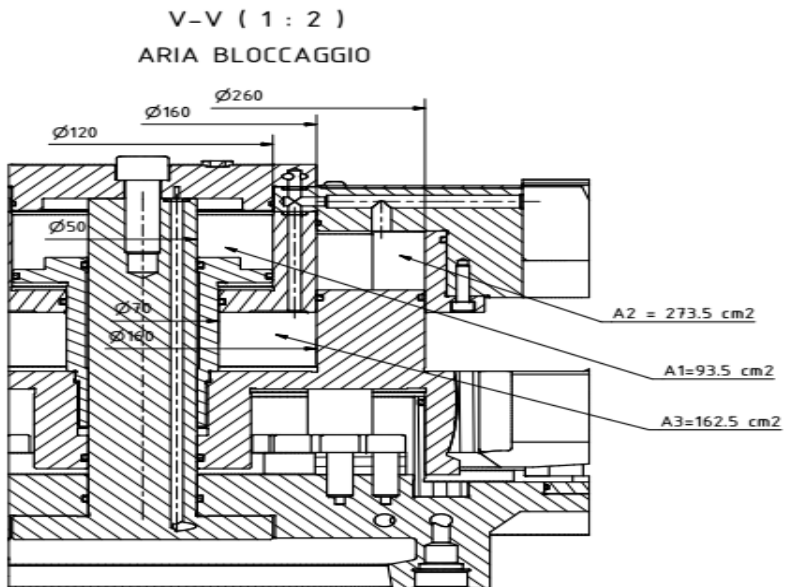
Keterangan:

F1= gaya di penampang 1 (N)

F2= gaya di penampang 2 (N)

A1= luas penampang 1 (m^2)

A2= luas penampang 2 (m^2)



Gambar 2.10 Luas area pada meja *clamp*

Sumber: Manual book Intermato S.p.A

2.5. Autodesk Inventor

2.5.1. Pengertian Autodesk Inventor

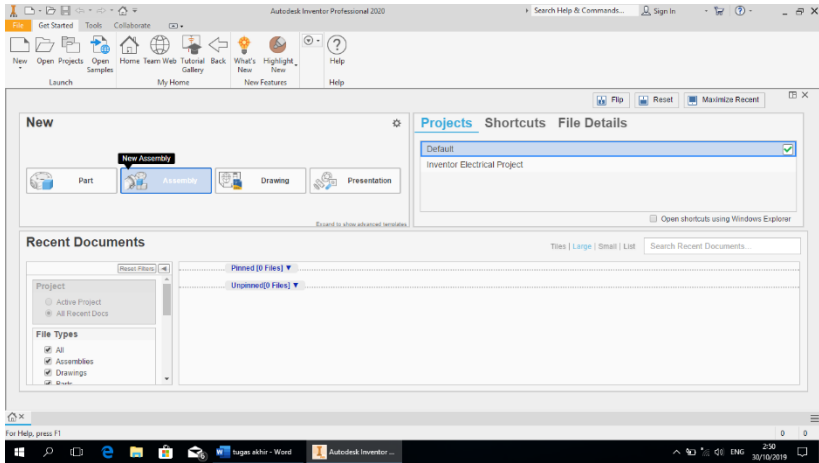
Autodesk inventor merupakan program yang dirancang khusus untuk keperluan bidang Teknik seperti desain produk, desain mesin, desain mold, desain konstruksi, atau keperluan teknik lainnya. Autodesk inventor adalah program permodelan solid berbasis fitur parametrik, artinya semua objek dan hubungan antargeometrinya sudah jadi tanpa perlu mengulang lagi dari awal. Hal ini sangat memudahkan kita ketika sedang dalam proses desain suatu produk atau rancangan.

Untuk membuat suatu model 3D yang solid ataupun surface, kita harus membuat sketch terlebih dahulu atau mengimpor gambar 2D dari Autodesk Autocad. Setelah gambar atau model tersebut jadi, kita dapat membuat gambar kerjanya menggunakan fasilitas drawing. Autodesk Inventor juga mampu memberikan simulasi pergerakan dari produk yang kita desain serta mempunyai alat untuk menganalisis kekuatan, sehingga alat ini sangat membantu kita untuk mengurangi kesalahan dalam membuat dan menganalisa suatu desain.

2.5.2 Cara menjalankan Autodesk Inventor

Untuk mengoperasikan software Autodesk Inventor memiliki beberapa tahap diantaranya:

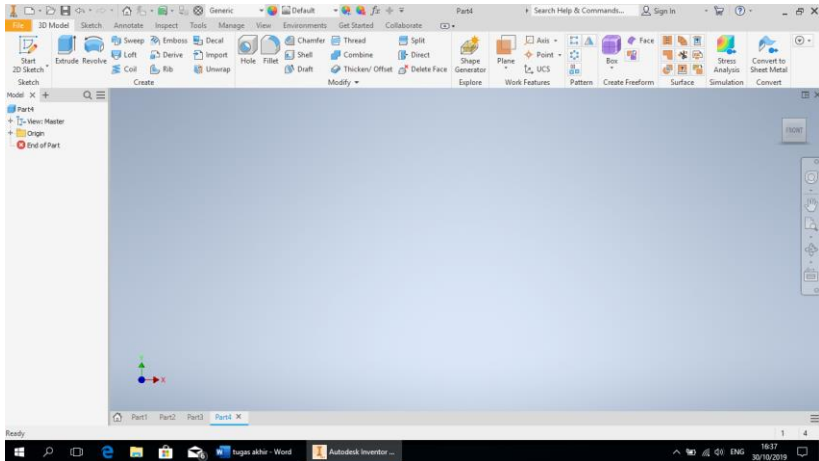
1. Buka software Autodesk Inventor. Setelah menu awal autodesk muncul, buat project terlebih dahulu dengan cara klik project kemudian muncul tampilan menu. Kemudian kliklah *new* kemudian akan muncul gambar kotak dialog seperti berikut



Gambar 2.11 Tampilan Autodesk inventor

Sumber: dokumen pribadi

2. Untuk memulai proses pembuatan simulasi kita perlu meng klik tulisan *part* hingga muncul menu desktop seperti gambar di bawah ini.

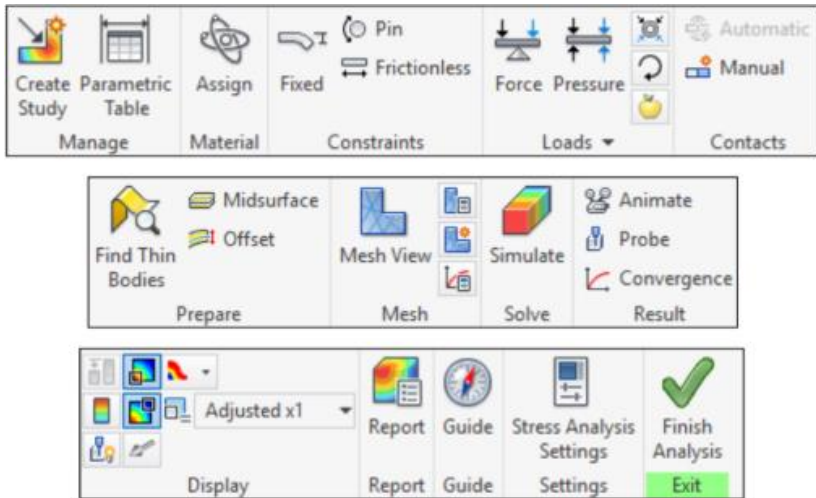


Gambar 2.12 Tampilan untuk proses pembuatan simulasi

Sumber: dokumen pribadi

2.5.3 Cara menjalankan Autodesk Inventor

Kelompok toolbar analisis inventor berisi perintah-perintah untuk melakukan analisis tegangan di antaranya *manage, constraints, loads, prepare, mesh, result, display, solve, report, guide, material, contacts, dan settings.*



Gambar 2.13 Kelompok toolbar analysis

Berikut ini kelompok toolbar analysis dan kegunaannya:

1. *Create New Simulation*

Menampilkan kotak dialog dimana kita menentukan parameter untuk simulasi, menentukan tujuan desain, parameter komponen, tipe, dan kondisi model.

2. *Parametric Table*

Berfungsi untuk menentukan parameter yang dipilih pada proses simulasi. Selain itu, tool ini juga untuk memvariasikan parameter yang berbeda dan menentukan pembatas (*constraint*) desain. Pembatas desain tersebut termasuk massa, tegangan, deformasi, dll.

3. *Assign Material*

Berfungsi untuk mengubah material komponen dan factor keamanan untuk setiap simulasi.

4. *Fixed Constraint*

Membatasi gerakan di semua arah untuk geometri yang dipilih, menunjukkan bagian yang terikat ke komponen lain. *Fixed constraint* mewakili bagian itu tetap melekat pada bagian lain sehingga membatasi gerakannya. Cara menggunakannya yaitu dengan memilih permukaan (*face*), atau tepi untuk menerapkan pembatas tetap (*fixed constraint*).

5. *Pin Constraint*

Fungsinya adalah membatasi tekanan pada arah radial, aksial, dan tangensial. Pembatas pin akan sama dengan pembatas tetap apabila arah tangensial juga tetap.

6. *Frictionless constraint*

Mencegah gerakan permukaan yang dipilih mengalami deformasi atau bergerak ke arah normal. Pembatas gesekan (*frictionless constraint*) juga bias digunakan untuk model dengan kondisi batas simetri, misalnya seperempat atau setengah model.

7. *Force*

Fungsinya adalah menerapkan beban gaya eksternal ke geometri yang dipilih. Caranya adalah dengan cara memilih permukaan, tepi, atau sudut untuk menerapkan beban gaya. *Force* dapat mensimulasikan perilaku model beban yang terdistribusi secara seragam (permukaan, tepi) atau beban titik (sudut). Satuan dari gaya yaitu newton (N) atau pounds-force (lbf).

8. *Pressure*

Fungsinya adalah menerapkan tekanan seragam pada permukaan yang dipilih. Hal ini dilakukan dengan memilih permukaan untuk mensimulasikan perilaku model dibawah tekanan yang seragam. Beban tekanan yang diterapkan secara normal pada permukaan yang dipilih pada semua titik lengkung. Dalam hal ini beda dengan beban gaya yang tergantung pada vector. Tekanan biasanya menggunakan satuan *megapascal* (MPa) atau *pounds per square inch* (Psi).

9. *Remote Force*

Fungsinya untuk menerapkan gaya jarak jauh dengan besaran yang ditentukan ke model di lokasi mana saja. Cara menggunakannya dengan memilih permukaan dan menentukan titik beban jauh. Selain itu, tool ini juga berfungsi untuk menerima *vector* gaya . satuan dari remote force adalah *newton* (N) atau *pounds* (lb).

10. *Bearing Load*

Fungsinya untuk menerapkan beban aksial atau radial dari magnitude yang ditentukan ke permukaan silinder yang dipilih. Dalam hal ini kita bisa menggunakan komponen *vector* untuk menentukan *vector* beban bantalan. Berbeda dengan gaya beban yang terdistribusi seragam, beban bantalan menggunakan beban distribusi parabola. Satuan dari beban bantalan (*bearing load*) yaitu *newton* (N) atau *pounds-force* (lbf).

11. *Simulate*

Menjalankan simulasi berdasarkan konfigurasi simulasi yang dipilih. Disini kita bisa memilih dan melakukan banyak simulasi karena dalam toolbar ini menampilkan banyak sekali simulasi pada kotak dialog.

12. *Animate Results*

Fungsinya adalah untuk menganimasikan hasil simulasi. Hal ini dimaksudkan untuk mengamati perubahan perpindahan tegangan, regangan, atau tekanan pada urutan gambar.

13. *Colour Bar*

Berfungsi untuk menampilkan pengaturan blok warna untuk melihat atau memodifikasi mengubah nilai ambang maksimum dan minimum menjadi lebih focus pada area yang di inginkan.

14. *No Shading*

Fungsinya adalah untuk menyembunyikan hasil simulasi dengan cara menghapus warna dari hasil simulasi namun defleksi dan anotasi aktif lainnya dapat terlihat.

15. *Contour Shading*

Memiliki fungsi untuk memperjelas bayangan warna dari hasil simulasi secara jelas

16. *Smooth Shading*

Memiliki fungsi untuk membuat bayangan warna dari hasil simulasi menjadi lebih halus atau lembut.

17. *Adjust Displacement Display*

Memiliki fungsi untuk memperbesar skala deformasi model presentasi grafis. Caranya adalah dengan memilih pengaturan untuk mendapatkan nuansa kualitatif untuk deformasi model dan berlaku untuk hasil simulasi saja, namun pengaturan ini tidak berdampak pada simulasi sebenarnya.

18. *Report*

Memiliki fungsi untuk membuat laporan data dan hasil simulasi secara otomatis berbentuk web inventor

2.5.4. Mendefinisikan Hasil Simulasi

Setelah dilakukannya analisa, maka di jendela Autodesk inventor akan menampilkan bagian dari kategori hasilnya dengan kontur warna pada setiap model yang di tampilkan. Warna yang ditampilkan sesuai dengan rentang nilai yang di tunjukkan blok warna. pada warna yang terdapat pada sebelah kiri simulasi yaitu dari biru, hijau, kuning, orange kemudian merah menunjukkan nilai dari *yield strength*. Pada warna merah menunjukkan area dengan nilai maksimal, sedangkan warna pada benda yang dilakukan pada simulasi menunjukkan kondisi tegangan dari benda tersebut setelah menerima tekanan. Kita dapat juga mengatur jumlah warna yang digunakan pada balok warna, posisi, dan juga ukurannya dengan klik *color bar* pada *panel display*.

Dibawah ini adalah subkategori hasil simulasi:

1. Tegangan *Von Mises* (*Von Mises Stress*)

Teori tegangan maksimum menyatakan bahwa kegagalan akan terjadi bila tegangan utama maksimum dalam suatu komponen mencapai tegangan maksimum pada batas elastisitas. Dalam hal ini teori ini juga digunakan untuk memprediksi material getas. Namun pada benda elastis yang memberlakukan beban 3 dimensi, tegangan yang kompleks akan terjadi dikarenakan pada setiap titik dalam benda ada tekanan yang bekerja dalam berbagai arah. Von mises stress menghitung apakah kombinasi tegangan pada titik tertentu akan menyebabkan kegagalan atau tidak. Nama lain tegangan ini di sebut juga tegangan setara atau ekuivalen. Material dikatakan mulai luluh apabila tegangan *von mises* mencapai nilai kritis yang diketahui sebagai *yield strength*

2. *1st Principal Stress* (Tegangan Prinsip Pertama)

Tegangan prinsip pertama adalah tegangan tarik maksimum pada nilai tegangan yang normal dimana tegangan geser adalah nol. Tegangan ini di hitung dengan mengubah koordinat model sehingga tidak ada tegangan geser yang terjadi. Dalam hal ini menunjukkan juga dimana bagian yang paling tegang secara spesifik, biasanya di tujukan warna merah untuk menunjukkan bagian paling tegang

3. *3rd Principal Stress* (Tegangan Prinsip Ketiga)

Tegangan prinsip ketiga adalah tegangan tekan minimum. Kondisi ini umum terjadi dan membantu untuk untuk menafsirkan kompresi tegangan minimum yang terjadi pada komponen karena kondisi beban spesifik, nilai yang di hasilkan berbanding terbalik dengan *1st principal stress* maka dari itu hasil maksimum adalah negatif. Dalam hal ini warna kuning menunjukkan bagian yang menerima beban minimum.

4. *Displacement* (Perpindahan)

Berdasarkan hasil dari beban spesifik, hasil perpindahan menunjukkan bentuk model yang cacat dari representasi skala. Hasil perpindahannya digunakan untuk menentukan lokasi dan luasnya komponen yang akan di tekuk dan berapa banyak gaya yang dibutuhkan untuk menekuk model pada jarak tertentu.

5. *Safety Factor* (Faktor Keamanan)

Factor keamanan dihitung sebagai kekuatan luluh dari materi yang di bagi dengan tegangan prinsip, dalam hal ini menunjukkan area yang bagian yang cenderung gagal dibawah beban spesifik. Faktor keamanan di tunjukkan pada balok warna yang diikuti nilai minimum. Faktor keamanan kurang dari satu menunjukkan hasil kegagalan permanen. Dalam hal ini warna yang menunjukkan bagian yang paling aman adalah bagian yang berwarna biru tua.

2.6 Faktor Keamanan (*Safety Factor*)

Faktor keamanan adalah bilangan pembagi kekuatan *ultimate material* untuk menentukan tegangan kerja. Pada jaman dahulu nilai safety factor nilainya sangat besar karena belum mempertimbangkan factor-faktor lain seperti impact, fatigue, stress constrain, dll sehingga factor keamanannya cukup besar yaitu 20-30. Seiring dengan kemajuan teknologi, faktor keamanan dalam design harus mempertimbangkan hampir semua faktor yang mungkin meningkatkan terjadinya kegagalan. Dalam praktiknya factor keamanan dihitung terhadap *significant strength of material* jadi tidak harus berpacu terhadap *ultimate atau tensile strength*. Sebagai contoh, jika kegagalan melibatkan yield maka significant stress adalah *yield strength of material*, jika kegagalan melibatkan fatigue maka factor keamanan berdasarkan fatigue. Dengan demikian faktor keamanan di definisikan sebagai $N = \text{Significant strength of the material} / \text{Working stress}$.

Faktor keamanan juga di definisikan sebagai perbandingan antara *design overload* dan *normal load*. Penentuan nilai numerik faktor keamanan bergantung pada parameter-parameter utama yang harus di perhatikan. Parameter-parameter tersebut adalah jenis material, tipe, mekanisme aplikasi beban, state of stress, jenis komponen, dan lain-lain. Tingkat ketidak-pastian (uncertainty) juga merupakan hal penting yang menentukan nilai faktor keamanan yang digunakan.

Berikut adalah beberapa tingkat ketidak-pastian yang harus dipertimbangkan untuk elemen yang mendapat beban statik :

1. Tingkat ketidakpastian beban
2. Tingkat ketidakpastian material
3. Tingkat ketidakpastian metodologi dan analisis
4. Konsekuensi kegagalan keamanan – manusia dan ekonomi.

Selain itu faktor keamanan juga memiliki beberapa nilai yang dibagi menjadi:

Nilai (sf)	Keterangan
1,25-1,5	kondisi terkontrol dan tegangan yang bekerja dapat di tentukan dengan pasti
1,5-2,0	bahan yang sudah diketahui, kondisi lingkungan beban dan tegangan yang tetap dan dapat ditentukan dengan mudah
2,0-2,5	bahan yang beroperasi secara rata-rata dengan batasan beban yang diketahui.
2,5-3,0	bahan yang diketahui tanpa mengalami tes. Pada kondisi beban dan tegangan rata-rata
3,0-4,5	bahan yang sudah diketahui. Kondisi beban, tegangan dan lingkungan yang tidak pasti

Tabel 2.3 Faktor keamanan atau safety factor (sf) berdasarkan tegangan luluh (Joseph P vidosic “Machine Design Project)

Nilai (sf)	Keterangan
1,25-2	Kondisi beban statis
2-3	Kondisi beban Dinamis
3-5	Kondisi beban kejut

Tabel 2.4 Faktor keamanan atau safety factor (sf)

Berdasarkan jenis beban

(Dobrovolsky "Machine Element")

Nilai faktor keamanan digunakan untuk menentukan tegangan ijin suatu material, dimana juga dengan menggunakan nilai dari yield strength suatu material.

$$S_{syp} = \frac{S_{yp}}{N}$$

Persamaan 2.2 tegangan Tarik ijin

S_{yp} = Nilai yield strength dari bahan

N = Nilai faktor keamanan

2.7 Material Aluminium Alloy 6061

Dari sekian banyak logam yang potensial, Komposit Matrik Logam (MMCs) paduan Al 6061 (tersusun atas Al, Mg, Si, Cr, Cu) telah menjadi obyek dari banyak riset, terutama oleh keringannya, murah dan kemudahan untuk difabrikasi (**Schwartz, Mel M, 1992**). Al 6061 memiliki ketahanan korosi yang tinggi, karena terbentuk lapisan oksida tipis pada permukaannya, maka logam ini sangat reaktif. Sehingga jika bersentuhan dengan udara dan lapisan ini terkelupas maka akan segera terbentuk lapisan baru.

Al 6061 memiliki titik cair (*melting point*) 660° celcius. Kekuatan Tarik sebesar 12,6 kgf/mm, berat jenis (*density*) 2,70 g/cm³, ekspansi thermal (*linier coefficient of thermal*)

13,1.10⁻⁶ in atau in/⁰F dan *thermal conductivity* pada 25⁰C, 23 [W/ (cm .⁰C)] (Schwartz. Mel M,1992)

<i>Alloy</i>	<i>Temper</i>	<i>Tensile strength psi</i>	<i>Tensile yield strength psi</i>	<i>Elongation & in 2 in</i>	<i>Hardness Bhn</i>	<i>Shear strength psi</i>	<i>Fatigue limit psi</i>
6050	0	16.000	8.000	35	26	11.000	8.000
	T6	37.000	32.000	13	80	23.000	13.000
6061	0	18.000	8.000	25	30	12.000	9.000
	T4,T451	35.000	21.000	22	65	24.000	13.000
	T6,T651	45.000	40.000	12	95	30.000	14.000
	T81	55.000	52.000	15		32.000	
	T91	59.000	57.000	12		33.000	14.000
	T913	67.000	66.000	10		35.000	
6066	0	22.000	12.000	18	43	14.000	
	T4,T451	52.000	30.000	18	90	29.000	
	T6,T651	57.000	52.000	12	120	34.000	16.000
6070	0	21.000	10.000	20	35	14.000	9.000
	T6	57.000	52.000	12	120	34.000	14.000
6101	T6	32.000	28.000	15	71	20.000	
6151	T6	48.000	43.000	17	100	32.000	12.000
6201	T81	48.000		6			15.000
6262	T9	58.000	55.000	10	120	35.000	13.000
	T4,T451	42.000	27.000	20	60	22.000	13.000
6351	T6,T651	49.000	43.000	13	95	29.000	13.000
6951	0	16.000	6.000	30	28	11.000	
	T6	39.000	33.000	13	82	26.000	

Tabel 2.5 Karakteristik Al 6061
(Smith F. Wiliam, 1994)

Dengan sifat-sifat Al 6061 yang menguntungkan tersebut membuat Al 6061 banyak digunakan dalam berbagai Industri. Sifat-sifat mekanik Al 6061 dapat ditingkatkan dengan penambahan unsur-unsur paduan proses perlakuan panas dan proses pengerjaan dingin.

Adapun keuntungan Al 6061 adalah:

1. Ketangguhan sangat tinggi (kekuatan tarik 12,6 kgf/mm²)
2. Titik cair rendah (660⁰C)
3. Ringan (berat jenis 2,70 gr/cm³)
4. Tahan terhadap korosi
5. Mudah difabrikasi / dibentuk
6. Mudah didapat / diperoleh

Alloy	% Mg	% Si	% Mn	% Cr	% Cu	% other	Applications
6003	1,2	0,7					Cladding for sheets and plates
6005	0,5	0,8					Truck and marine structures railroad cars; furniture
6009	0,6	0,8	0,5		0,38		Auto body sheets
6010	0,8	1	0,5		0,38		Auto body sheets
6053	1,3	0,7		0,25			Wire and rods for riflets
6061	1	0,6		0,2	0,27		Heavy duty structures where corrosion resistance is needed Truck and marine structures
6063	0,7	0,4					Pipe; railings; furniture; architectural extrusions truck flooring
6065	1,1	1,3	0,8		0,9		Forging and extrusions for welded structures
6076	0,8	1,4	0,7		0,3		Heavy duty structures where pipelines High strength bus conductors
6101	0,6	0,5					Moderate strength intricate forging for machine and parts
6151	0,6	0,9		0,25			Structures requiring moderate strength ; busbars
6162	0,9	0,6					Electrical conductor wire (high strength) Component of clad rod and wire
6201	0,8	0,7		0,25		2,0 Zn	Screw -machine product better corrosion resistance 2011 Architecturals and trim extrusions
6253	1,2	0,7		0,09	0,27	0,55 pb;0,55 Bi	
6262	1	0,6				Low iron (0,15 max)	
6163	0,7	0,4					

Tabel 2.6 Komposisi Al 6061 dan penggunaan
(Smith F. Wiliam, 1994)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Menggunakan Metode Eksperimental

Metode ini merupakan metode penelitian yang memungkinkan peneliti untuk mengubah variabel serta meneliti akibat yang terjadi. Disini variabel yang di ubah tekanan udara pada klem *pneumatic* dalam satuan (bar).

3.2 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Tempat pengujian dan waktu pelaksanaan dilakukan di PT.Prima Alloy Steel pada bulan mei 2019. Analisa ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi tekanan *clamp pneumatic* terhadap *workpiece*.

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel Bebas (*Independent Variable*)

Dalam melakukan penelitian ini, yang merupakan variabel bebas adalah variasi tekanan udara pada klem pneumatik. Karena nilai tekanan menggunakan satuan Mpa maka nilai bar diubah menjadi Mpa dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$1 \text{ bar} = 0,1 \text{ Mpa}$$

Dari persamaan di atas, di dapatkan nilai titik beban sebagai berikut:

$$7 \text{ bar} = 7 \times 0,1 = 0,7 \text{ Mpa}$$

$$8 \text{ bar} = 8 \times 0,1 = 0,8 \text{ Mpa}$$

$$9 \text{ bar} = 9 \times 0,1 = 0,9 \text{ Mpa}$$

Karena jumlah rahang chuck ada 3 bagian dan sumber tekanan terpusat maka di dapatkan tekanan pada masing-masing titik sebagai berikut.

Variable beban 1. $0,7 \text{ Mpa} : 3 = 0,233 \text{ Mpa}$

Variable beban 2. $0,8 \text{ Mpa} : 3 = 0,266 \text{ Mpa}$

Variable beban 3. $0,9 \text{ Mpa} : 3 = 0,3 \text{ Mpa}$

Nilai faktor keamanan (N) yang di gunakan adalah 2 dikarenakan kondisi pembebanan yang terjadi terhadap velg mobil pada saat proses clamping adalah beban statis.

3.3.2 Variabel Terikat (*Dependent Variable*)

Variabel terikat yang diteliti adalah Tipe mesin WN-20T4 jenis mesin vertical lathe dengan 3 rahang pengecam.

3.4 Peralatan dan Bahan Penelitian

3.4.1 Bahan Uji Penelitian

Bahan utama dalam proses ini adalah velg ukuran 18x7,5 dengan bahan standart alloy steel pada software inventor.

3.4.2 Alat

Peralatan yang digunakan dalam proses pengambilan data terdiri dari peralatan utama yaitu,

Tabel 3.1 Peralatan utama

Nama alat	Jumlah	Kegunaan
Software Autodesk Inventor Profesional 2020	1	Sebagai media untuk membuat simulasi uji variasi cekam clamping chuck.
Laptop Lenovo V110 ideapad processor AMD A9.	1	Sebagai media alat untuk mengakses software inventor.

Tabel 3.2 Peralatan pendukung

	Jumlah	Kegunaan
Jangka sorong	1	Untuk mengukur benda uji.
Meteran	1	Untuk mengukur benda uji
Pressure gauge	1	Untuk melihat besaran tekanan udara
Velg mobil ukuran 8x17	1	Sebagai <i>workpiece</i>

3.5 Diagram Skema Pembuatan Simulasi

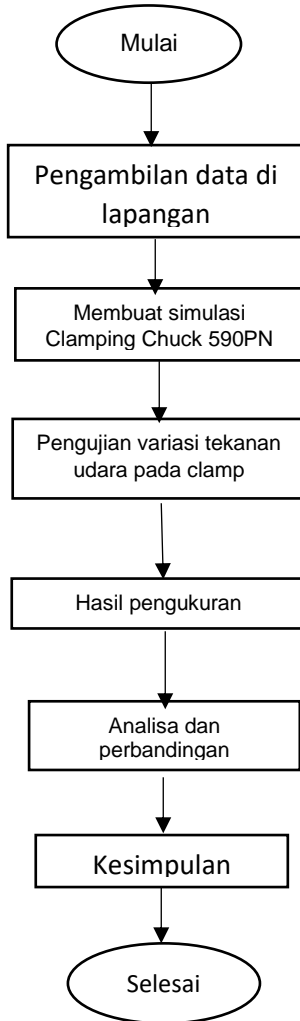


Diagram 3.5.1 Pengujian Clamping Chuck 590PN

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Pengujian Simulasi *Stress Analysis*

4.1.1 Tujuan

Untuk mengetahui dinamika tekanan yang terjadi pada velg ketika di cekam oleh *clamping chuck*

4.1.2 Peralatan

1. Laptop
2. Software desain Autodesk Inventor 2020

4.1.3 Langkah Percobaan

1. Nyalakan laptop
2. Buka software Inventor



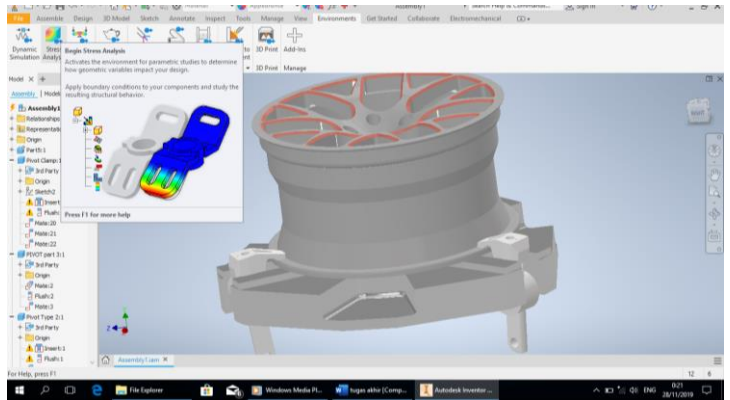
Gambar 4.1 Start up Autodesk Inventor 2020

Sumber: dokumen pribadi

3. Membuat desain velg dan *clamping chuck* sesuai kebutuhan eksperimen

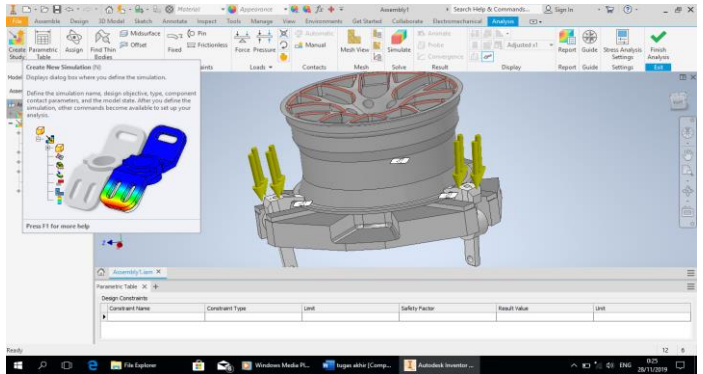
4. Lakukan assembly dan sesuaikan

5. Pilih menu stress analysis pada inventor



Gambar 4.2 tampilan menu stress analysis
Sumber: dokumen pribadi

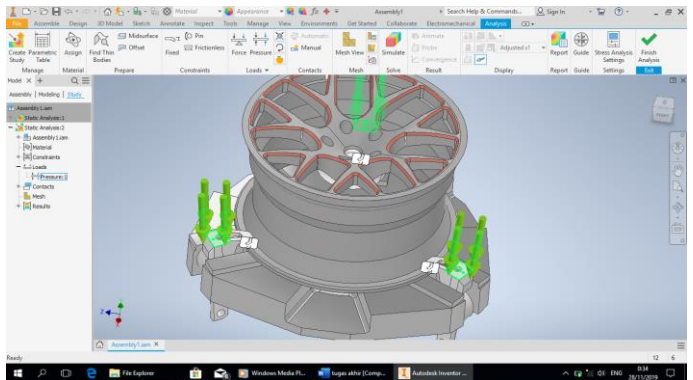
6. Klik create study untuk mengaktifkan panel simulasi



Gambar 4.3 tampilan menu *create study*

Sumber: dokumen pribadi

7. Tentukan titik *Load* (beban) berbentuk pressure dan fixed constrain (area permanen) dengan klik fungsi yang ada pada panel simulasi



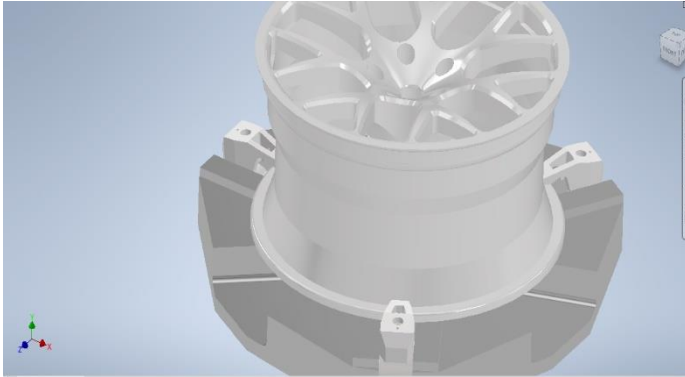
Gambar 4.4 Menentukan titik beban

Sumber: dokumen pribadi

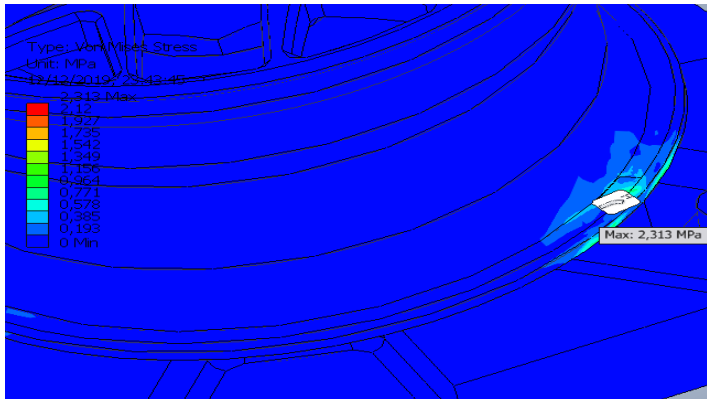
8. Masukkan nilai beban yang telah di tentukan
9. Klik simulation dan pilih run
10. Lakukan Analisa hasil simulasi berdasarkan nilai yang muncul
11. Lakukan langkah 1 sampai langkah 10 hingga seluruh hasil variasi load (beban) di dapatkan
12. Berikan kesimpulan dari seluruh hasil yang di dapat

4.2 Hasil dan Analisa

4.2.1 Von Mises Stress



Gambar 4.5 kondisi clamping chuck sebelum simulasi
Sumber: dokumen pribadi

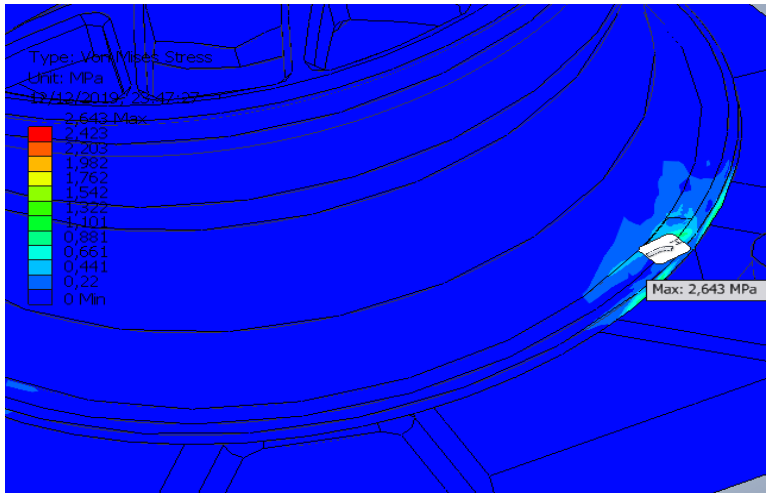


Gambar 4.6 von mises stress variasi pertama (0,233 Mpa)

Sumber: dokumen pribadi

Gambar 4.6 adalah hasil *von mises stress* dari simulasi dengan tekanan 0,7 Mpa yang dibagi menjadi 3 titik beban sesuai dengan jumlah cekam yaitu 3 buah cekam menjadi

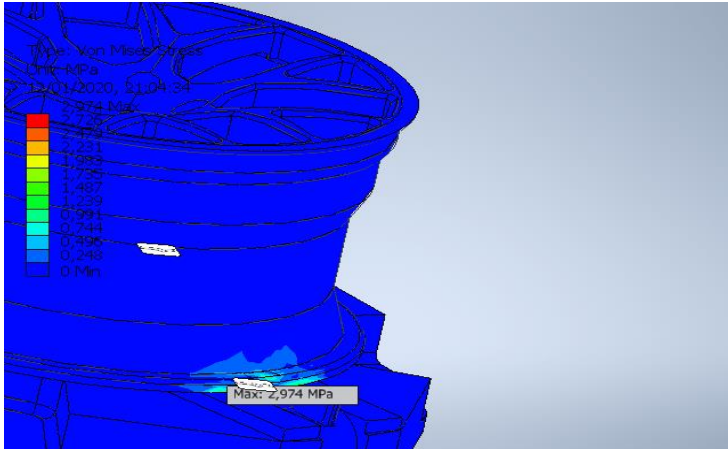
0,233 Mpa. Dari gambar diatas menunjukkan beberapa varian warna, warna biru menunjukkan tegangan minimum. Adapun warna hijau, kuning, dan orange menunjukkan perubahan warna dari tegangan minimal ke tegangan maksimal sedangkan warna merah menunjukkan nilai tegangan maksimal. Tegangan *von mises* maksimal sebesar 2,313 Mpa atau setara dengan 335,47 psi yang terjadi pada bagian warna yang mencolok. Ketika nilai yield strength (syp) dari material aluminium alloy (8000 psi atau 55,16 Mpa) dibagi dengan factor keamanan ($N = 2$) maka tegangan ijin material dari velg mobil adalah 27,8 Mpa. Hal ini dapat di artikan nilai tegangan von mises variasi pertama masih dikatakan aman dan tidak menimbulkan kerusakan pada velg karena masih dibawah nilai dari tegangan ijin material yaitu 27,8 Mpa.



Gambar 4.7 von mises stress variasi ke dua (0,266 Mpa)

Sumber: dokumen pribadi

Gambar 4.7 adalah hasil *von mises stress* dari simulasi dengan tekanan 0,8 Mpa yang dibagi menjadi 3 titik beban sesuai dengan jumlah cekam yaitu 3 buah cekam menjadi 0,266 Mpa. Dari gambar diatas menunjukkan beberapa varian warna, warna biru menunjukkan tegangan minimal. Adapun warna hijau, kuning, dan orange menunjukkan perubahan warna dari tegangan minimal ke tegangan maksimal sedangkan warna merah menunjukkan nilai tegangan maksimum. Tegangan *von mises* maksimal sebesar 2,643 Mpa atau setara dengan 383,33 psi yang terjadi pada bagian warna yang mencolok. Ketika nilai *yield strength* (syp) dari material aluminium alloy (8000 psi atau 55,16 Mpa) dibagi dengan factor keamanan ($N = 2$) maka tegangan ijin material dari velg mobil adalah 27,8 Mpa. Hal ini dapat di artikan nilai tegangan von mises variasi kedua masih dikatakan aman dan tidak menimbulkan kerusakan pada velg karena masih dibawah nilai dari tegangan ijin material yaitu 27,8 Mpa.



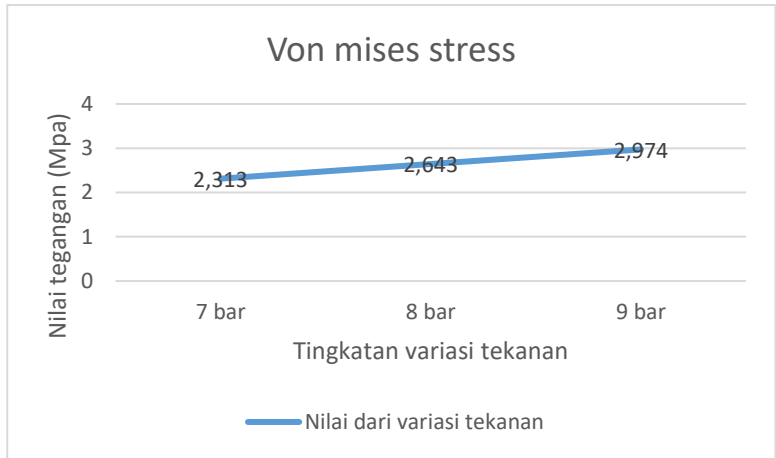
Gambar 4.8 von mises stress variasi ke tiga (0,300 Mpa)

Sumber: dokumen pribadi

Gambar 4.8 adalah hasil *von mises stress* dari simulasi dengan tekanan 0,9 Mpa yang dibagi menjadi 3 titik beban sesuai dengan jumlah cekam yaitu 3 buah cekam menjadi 0,300 Mpa. Dari gambar diatas menunjukkan beberapa varian warna, warna biru menunjukkan tegangan minimum. Adapun warna hijau, kuning, dan orange menunjukkan perubahan warna dari tegangan minimal ke tegangan maksimal sedangkan warna merah menunjukkan nilai tegangan maksimal. Tegangan *von mises* maksimal sebesar 2,974 Mpa atau setara dengan 431,34 psi yang terjadi pada bagian warna yang mencolok. Ketika nilai *yield strength* (syp) dari material aluminium alloy (8000 psi atau 55,16 Mpa) dibagi dengan factor keamanan ($N = 2$) maka tegangan ijin material dari velg mobil adalah 27,8 Mpa. Hal ini dapat di artikan nilai tegangan von mises variasi ketiga masih dikatakan aman dan tidak

menimbulkan kerusakan pada velg karena masih dibawah nilai dari tegangan ijin material yaitu 27,8 Mpa.

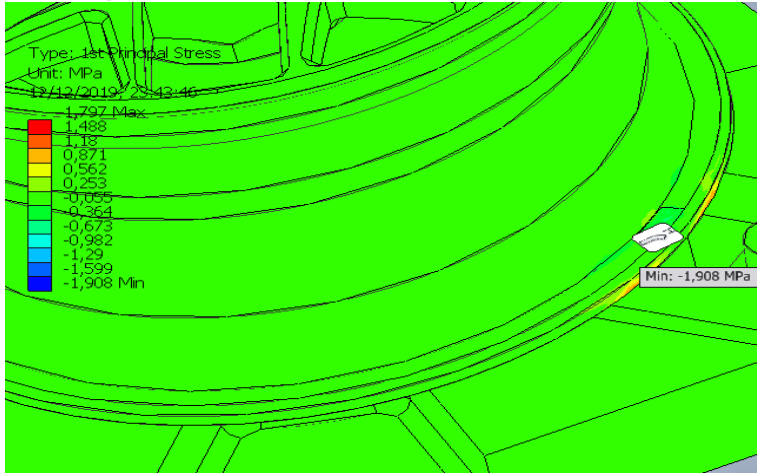
Grafik *von mises stress*



Grafik 4.1 analisa *von mises stress*

Sumber: dokumen pribadi

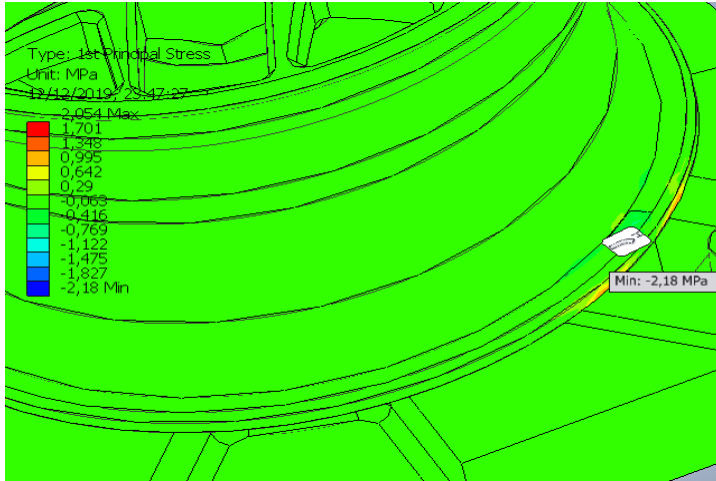
4.2.2 1st Principal Stress



Gambar 4.9 1st principal stress variasi pertama (0,233 Mpa)

Sumber: dokumen pribadi

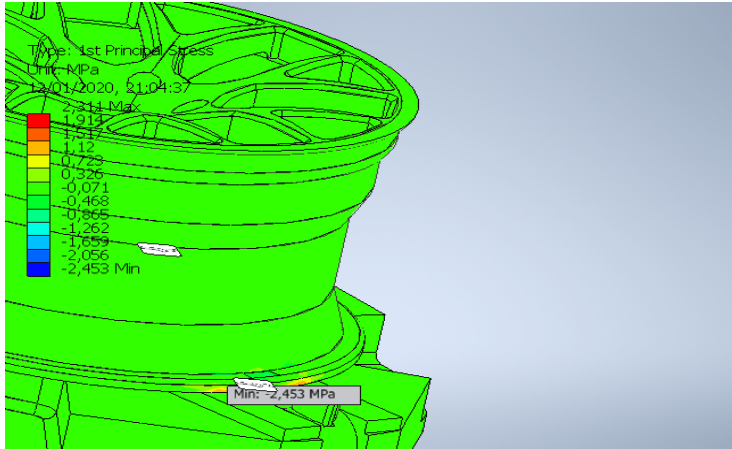
Gambar 4.10 adalah hasil 1st *principal stress* dari simulasi dengan tekanan 0,7 Mpa yang dibagi menjadi 3 titik beban sesuai dengan jumlah cekam yaitu 3 buah cekam menjadi 0,233 Mpa. Dari gambar diatas tegangan maksimal yang terjadi pada bagian yang berwarna paling mencolok sebesar 1,797 Mpa atau 260,63 psi sedangkan tegangan minimal terjadi sebesar -1,908 Mpa atau -276,73 psi. Ketika nilai *yield strength* (sy) dari material aluminium alloy (8000 psi atau 55,16 Mpa) dibagi dengan factor keamanan ($N = 2$) maka tegangan ijin material dari velg mobil adalah 27,8 Mpa. Hal ini dapat di artikan nilai tegangan 1st *principal stress* masih dikatakan aman dan tidak menimbulkan kerusakan pada velg karena masih dibawah nilai dari tegangan ijin material yaitu 27,8 Mpa.



Gambar 4.10 1st principal stress variasi beban ke dua (0,266 Mpa)

Sumber: dokumen pribadi

Gambar 4.11 adalah hasil *1st principal stress* dari simulasi dengan tekanan 0,8 Mpa yang dibagi menjadi 3 titik beban sesuai dengan jumlah cekam yaitu 3 buah cekam menjadi 0,266 Mpa. Dari gambar diatas tegangan maksimal yang terjadi pada bagian yang berwarna paling mencolok sebesar 2,054 Mpa atau 297,90 psi sedangkan tegangan minimal sebesar -2,18 Mpa atau -316,18 psi. Ketika nilai *yield strength* (syp) dari material aluminium alloy (8000 psi atau 55,16 Mpa) dibagi dengan factor keamanan ($N = 2$) maka tegangan ijin material dari velg mobil adalah 27,8 Mpa. Hal ini dapat di artikan nilai tegangan *1st principal stress* masih dikatakan aman dan tidak menimbulkan kerusakan pada velg karena masih dibawah nilai dari tegangan ijin material yaitu 27,8 Mpa.

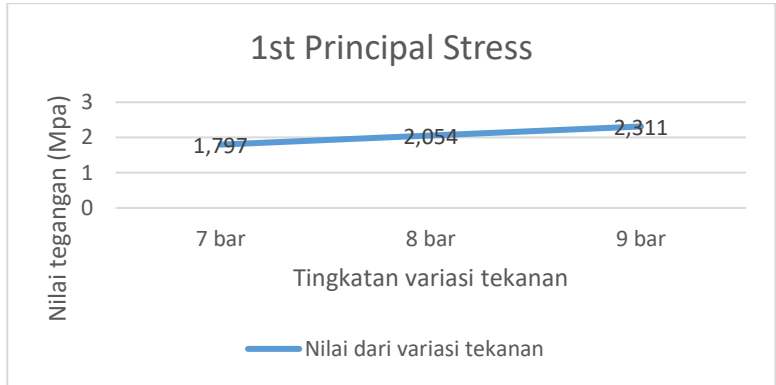


Gambar 4.11 1st principal stress variasi beban ke 3
(0,300 Mpa)

Sumber: dokumen pribadi

Gambar 4.12 adalah hasil *1st principal stress* dari simulasi dengan tekanan 0,9 Mpa yang dibagi menjadi 3 titik beban sesuai dengan jumlah cekam yaitu 3 buah cekam menjadi 0,3 Mpa. Dari gambar diatas tegangan maksimal yang terjadi pada bagian yang berwarna paling mencolok sebesar 2,311 Mpa atau 335,11 psi sedangkan tegangan minimal terjadi pada warna yang tidak mencolok sebesar -2,453 Mpa atau -355,77 psi. Ketika nilai *yield strength* (symp) dari material aluminium alloy (8000 psi atau 55,16 Mpa) dibagi dengan factor keamanan ($N = 2$) maka tegangan ijin material dari velg mobil adalah 27,8 Mpa. Hal ini dapat di artikan nilai tegangan *1st principal stress* masih dikatakan aman dan tidak menimbulkan kerusakan pada velg karena masih dibawah nilai dari tegangan ijin material yaitu 27,8 Mpa.

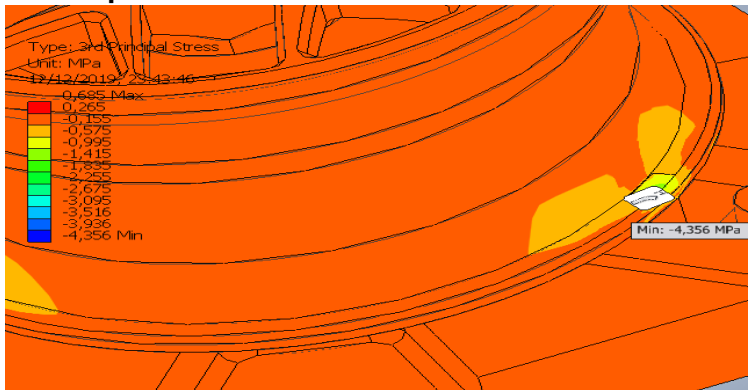
Grafik 1st principal stress



Grafik 4.2 analisa 1st principal stress

Sumber: dokumen pribadi

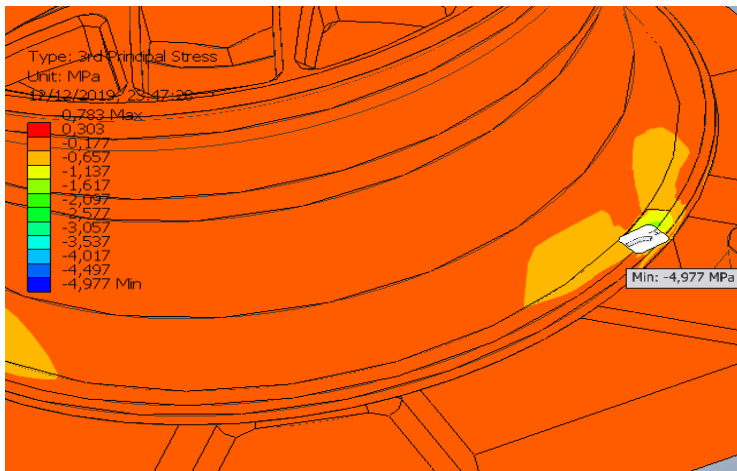
4.2.3 3rd Principal Stress



Gambar 4.12 3rd principal stress variasi pertama (0,233 Mpa)

Sumber: dokumen pribadi

Gambar 4.14 adalah hasil 3^{rd} *principal stress* dari simulasi dengan tekanan 0,7 Mpa yang dibagi menjadi 3 titik beban sesuai dengan jumlah cekam yaitu 3 buah cekam menjadi 0,233 Mpa. Dalam hal ini nilai tegangan tekan maksimal sebesar 0,685 Mpa dan tegangan minimal sebesar -4,356 Mpa. Ketika nilai *yield strength* (syp) dari material aluminium alloy (8000 psi atau 55,16 Mpa) dibagi dengan factor keamanan ($N = 2$) maka tegangan ijin material dari velg mobil adalah 27,8 Mpa. Hal ini dapat di artikan nilai tegangan 3^{rd} *principal stress* masih dikatakan aman dan tidak menimbulkan kerusakan pada velg karena masih dibawah nilai dari tegagangan ijin material yaitu 27,8 Mpa.

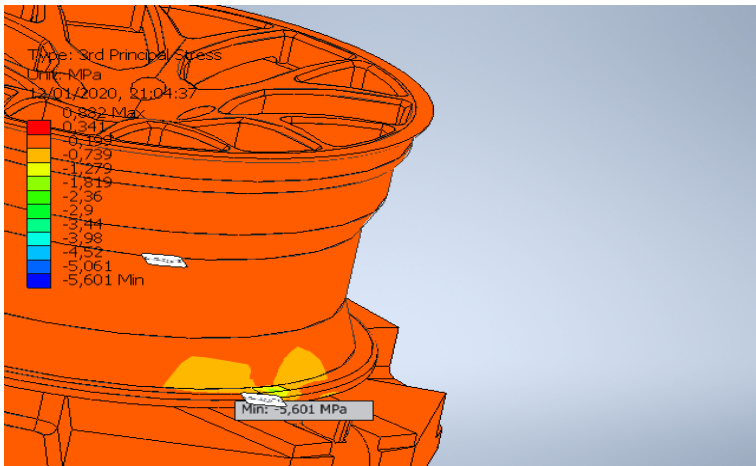


Gambar 4.13 3^{rd} *principal stress* variasi ke dua (0,266 Mpa)

Sumber: dokumen pribadi

Gambar 4.15 adalah hasil 3^{rd} *principal stress* dari simulasi dengan beban 0,8 Mpa yang dibagi menjadi 3 titik

beban sesuai dengan jumlah cekam yaitu 3 buah cekam menjadi 0,266 Mpa, maka di peroleh hasil nilai tegangan tekan maksimal sebesar 0,783 Mpa dan nilai minimal sebesar -4,977 Mpa. Ketika nilai *yield strength* (*sy*) dari material aluminium alloy (8000 psi atau 55,16 Mpa) dibagi dengan factor keamanan ($N = 2$) maka tegangan ijin material dari velg mobil adalah 27,8 Mpa. Hal ini dapat di artikan nilai tegangan *3rd principal stress* masih dikatakan aman dan tidak menimbulkan kerusakan pada velg karena masih dibawah nilai dari tegagangan ijin material yaitu 27,8 Mpa.



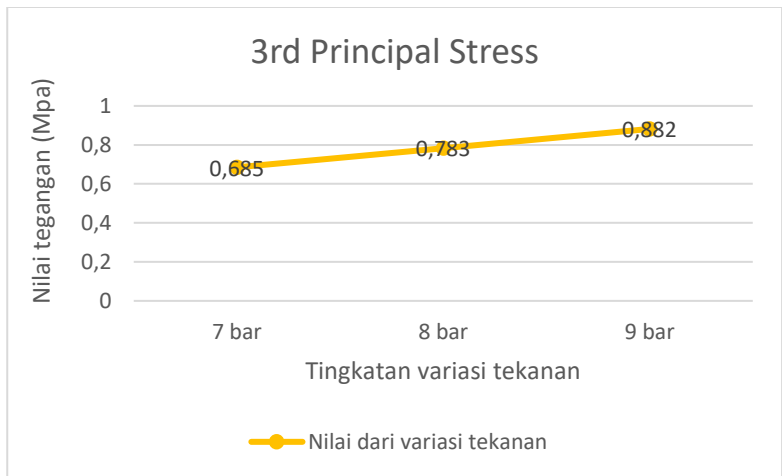
Gambar 4.14 *3rd principal stress* variasi ke tiga (0,300 Mpa)

Sumber: dokumen pribadi

Gambar 4.16 adalah hasil *3rd principal stress* dari simulasi dengan beban 0,9 Mpa yang dibagi menjadi 3 titik beban sesuai dengan jumlah cekam yaitu 3 buah cekam

menjadi 0,300 Mpa, maka di peroleh tegangan tekan maksimal sebesar 0,882 Mpa dan nilai minimal sebesar -5,601 Mpa. Ketika nilai *yield strength* (syp) dari material aluminium alloy (8000 psi atau 55,16 Mpa) dibagi dengan factor keamanan ($N = 2$) maka tegangan ijin material dari velg mobil adalah 27,8 Mpa. Hal ini dapat di artikan nilai tegangan 3^{rd} *principal stress* masih dikatakan aman dan tidak menimbulkan kerusakan pada velg karena masih dibawah nilai dari tegagangan ijin material yaitu 27,8 Mpa.

1. Grafik 3^{rd} *principal stress*



Grafik 4.3 analisa 3^{rd} *principal stress*

Sumber: dokumen pribadi

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan beberapa hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan, maka dibuatlah grafik untuk di ambil kesimpulan sebagai berikut

1. Pada variasi tekanan 7 bar, diperoleh tegangan sebesar:
Vonmisses : 2,313 Mpa
1st principal stress: 1,797 Mpa
3rd principal stress: 0,685 Mpa
2. Pada variasi tekanan 8 bar, diperoleh tegangan sebesar:
Vonmisses : 2,643 Mpa
1st principal stress: 2,054 Mpa
3rd principal stress: 0,783 Mpa
3. Pada variasi tekanan tertinggi yaitu 9 bar, diperoleh tegangan sebesar:
Vonmisses : 2,794 Mpa
1st principal stress: 2,311 Mpa
3rd principal stress: 0,882 Mpa
4. Nilai dari tegangan Tarik ijin di dapatkan sebesar 27,8 Mpa.
5. Pada tekanan maksimal 9 bar masih di perbolehkan dalam proses clamping karena nilai tegangannya masih dibawah nilai tegangan Tarik ijin sehingga nilai variasi dibawahnya yaitu 7,8 bar juga tidak merusak *workpiece*.

5.2 Saran

Saran dalam hasil analisa variasi tekanan adalah sebagai berikut:

1. Pada semua variasi tekanan didapatkan hasil yang aman. Hal yang selanjutnya dilakukan adalah membuat laporan pemeriksaan harian meliputi pemeriksaan kelancaran kinerja clamping chuck untuk mencegah gangguan pada clamping chuck agar clamping chuck dapat beroperasi secara maksimal tanpa kendala berarti.
2. Perlunya membuat pengujian kembali apabila ingin menaikkan variasi tekanan kembali dengan software inventor
3. Untuk pengembangan selanjutnya, dapat dilakukan uji simulasi pada *clamping chuck* atau *tablenya*

DAFTAR PUSTAKA

Dobrovolsky, et al, 1974. *Machine Element*, Moscow MIR publisher

Daftar gambar :

<http://blog.ub.ac.id/adithyarahman/2013/05/12/proses-produksi/> di akses pada 30 juni 2019

<https://teknostory.files.wordpress.com/2014/10/cekam3.png?w=176> di akses pada 30 juni 2019

digilib.polban.ac.id di akses pada 30 juni 2019

<http://www.docmagnet.com/wp-content/uploads/2014/05/magnetic-lathe-chuck.jpg> , di akses pada 2 juli 2019

Hirani, Harish. 2009. “ *Machine Element Design*” . tidak di terbitkan. Departemen Mechanical Engineering.

<https://www.scribd.com/doc/31240219/Dasar-Dasar-Clamping> , diakses pada 15 oktober 2019

<https://www.scribd.com/doc/58499326/pneumatik> , di akses pada 30 agustus 2019

<https://www.cejn.com/id-id/petunjuk--support/conversion-tables/>, di akses pada 10 november 2019

https://www.academia.edu/9578789/KARAKTERISTIK_ALLUMUNIUM_ALLOY_6061 , diakses pada 10 desember 2019

<http://www.learneasy.info/MDME/MEMmods/MEM09155A-CAE/010-intro-FEA/intro-FEA.html> , diakses pada 12 desember 2019

<http://libratama.com/faktor-keamanansafety-factor-dalam-perancangan-elemen-mesin/> , diakses pada 20 desember 2019

F.Krar, Stephen and R. Gill, Arthur.” *Exploring Advanced Manufacturing Technologies*”. First Edition. New York. Industrial Press Inc.

H.Shih, Randy. 2011.” *Learning Autodesk Inventor 2012*”. United States of Amerika. SDC Publications

IMT Intermato S.p.A. “ *Work piece clamping chuck*” .Edition 11-12. *Instruction code:UM02A590686PN. Manual book*. Italia

Krist, Thomas. 1993. “ Dasar-dasar pneumatik : prinsip dasar - perhitungan - komponen – pelaksanaan” alih bahasa: Dines Ginting. Jakarta. Erlangga.

Satiyono, Aris.,Sisminto. 2010.” *Autodesk Inventor Profesional 2009*”. Yogyakarta. C.V Andi OFFSET.

Sumbodo, Wirawan., Rizki Setiadi., Sigit Poejiono. 2017.” *Pneumatik dan Hidrolik*”. Ngaglik, Sleman. Deepublish.

Wibawa, Lasinta Ari Nendra. 2017. “ *Simulasi Kekuatan Komponen Sarana Pengujian Roket Menggunakan Autodesk Inventor 2017*”. Solo. BukuKatta 2018.

LAMPIRAN