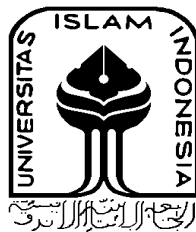


# **PERBAIKAN KEKUATAN MEJA MESIN CEDU CNC 3 AXIS**

## **TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



**Disusun Oleh :**

**Nama : Muhammad Adhan Ali**

**No. Mahasiswa : 12525104**

**NIRM : 2012061164**

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

**2018**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini saya, Muhammad Adhan Ali menyatakan tugas akhir dengan judul : “Perbaikan Kekuatan Meja Mesin CEDU CNC 3 Axis”, bahwa dalam skripsi ini merupakan hasil kerja saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah di ajukan orang lain untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi, kecuali secara tertulis diacu dalam penulisan skripsi ini dan disebutkan sebagai referensi. Apabila kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima hukuman/sanksi apapun sesuai hukum yang berlaku

Yogyakarta, 15 Agustus 2018

Penulis,



Muhammad Adhan Ali

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**

**PERBAIKAN KEKUATAN MEJA MESIN CEDU CNC 3 AXIS**

**TUGAS AKHIR**



Yogyakarta, 15 Agustus 2018

Pembimbing I,

**Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng**

Pembimbing II,

**Rahmat Riza, S.T., M.Sc., M.E.**

# LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

## PERBAIKAN STRUKTUR MEJA MESIN CEDU CNC 3 AXIS

### TUGAS AKHIR

ISLAM

Disusun Oleh :

Nama : Muhammad Adhan Ali

No. Mahasiswa : 12525104

NIRM : 2012061164

Tim Penguji

Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M. Eng.

Ketua

Tanggal : 10 September 2018

Arief Budi Wicaksono, S.T., M. Eng.

Anggota I

Tanggal : 6 September 2018

Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M.

Anggota II

Tanggal : 6 September 2018

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr.Eng. Risdiyono, S.T.,M.Eng.

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

*Saya persembahkan tugas akhir ini kepada ayah dan bunda yang tidak henti-hentinya memberi dukunga, kasih sayang,dan do'a.*

*Kepada adik dan seluruh keluarga besar atas segala mptivasi, semangat dan bantuannya.*

*HMTM, Tempat terbaik untuk membentuk karakter. tempat berproses terbaik bagi para pemikir dan penggerak.*

*Ruang 1.09, Tempat para penggagas hal-hal inovatif.*

## **HALAMAN MOTTO**

“Allah selalu menjawab do’amu dengan 3 cara. Pertama, langsung mengabulkannya. Kedua, menundanya. Ketiga, menggantinya dengan yang lebih baik” (Anonim)

“Dunia ini ibarat bayangan. Kalau kau berusaha menangkapnya, ia akan lari. Tapi kalau kau membelakanginya, ia tak punya pilihan selain mengikutimu.” (Ibnu Qayyim Al Jauziyyah)

## KATA PENGANTAR



“Assalamu’alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh”

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Tak lupa penulis memanjatkan shalawat kepada Nabi Muhammad SAW, yang telah membawa umat muslim keluar dari zaman *jahilliyah*.

Pelaksanaan tugas akhir harus ditempuh oleh setiap mahasiswa untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikannya dan memperoleh gelar sarjana di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Selama pelaksanaan dan penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis sudah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih atas semua bantuannya baik langsung maupun tidak langsung, khususnya kepada :

1. Allah SWT, yang telah memberikan nikmat Iman dan Islam kepada penulis dan Nabi agung Muhammad SAW juga atas segenap keluarga, para sahabat, para pengikutnya hingga akhir zaman.
2. Ayah dan bunda serta seluruh keluarga tercinta yang selalu mendo’akan dan memberikan dukungan dalam menempuh pendidikan.
3. Adik saya Affan Bukhari, Yuhan Annisa, dan Ibrahim Hasan yang tak henti-hentinya menjadi sumber motivasi saya, terimakasih selalu ada disaat dibutuhkan.
4. Bapak Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng. selaku dosen pembimbing I tugas akhir yang telah memberikan waktu luangnya untuk membimbing penulis.
6. Bapak Rahmat Riza, S.T., M.Sc., M.E. selaku dosen pembimbing II tugas akhir yang telah memberikan waktu luangnya untuk membimbing penulis.



7. Seluruh anggota tugas akhir 1.09 yang telah memberikan motivasi kepada penulis.
8. Teknik mesin uii 2012 terimakasih untuk pengalaman dan perjalanan ini.
9. Untuk para senior HMTM FTI UII termakasih buat ilmu dan kebersamaan yang tidak ternilai harganya.
10. Serta ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan namanya satu-persatu.

Tidak dipungkiri bahwa laporan ini masih banyak terdapat kesalahan dan masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan kemampuan dan pengalaman, karena itu saya mohon sekiranya kritik dan saran yang membangun sebagai bahan evaluasi dan pembelajaran agar dapat lebih baik lagi dikemudian hari.

Besar harapan terhadap laporan Tugas Akhir yang telah saya selesaikan, semoga laporan ini dapat bermanfaat semua orang yang memerlukan.

***Wassalamu'alaikum WrWb.***

Yogyakarta, 15 Agustus 2018

Muhammad Adhan Ali



# PERBAIKAN KEKUATAN MEJA MESIN CEDU CNC 3 AXIS

Oleh : Muhammad Adhan Ali

## ABSTRAK

*Pada zaman modern sekarang ini mesin CNC banyak digunakan di Indonesia. Teknik Mesin UII membeli mesin CNC CEDU buatan lokal yang terletak pada ruangan 1.09 FTI UII. Banyak permasalahan yang terjadi pada saat pemakaian mesin CNC CEDU ini. Permasalahan bermula dari meja CNC cedu. Permasalahan ini terjadi karena struktur meja CNC yang tidak begitu kuat. Maka dilakukan analisis dan perbaikan keuan meja CNC cedu. Pada perancangan ini dibuatlah beberapa rancangan meja CNC. Pertama meja plat dan kedua meja kanal C. Pertama dilakukan analisis meja awal, kekuatan von mises 3,168Mpa. Analisis kedua untuk meja plat, Kekuatan von mises 1,509Mpa. Analisis ketiga untuk meja kanal C, kekuatan von mises 2,285Mpa. Dari kedua meja modifikasi yang sudah ada, dipilihlah meja kanal C sebagai konsep perbaikan untuk meja awal. Karena dari perbandingan kekuatan meja kanal C sudah cukup untuk menggantikan meja awal.*

**Kata kunci :** *Mesin CNC, Modifikasi, von mises*

# **IMPROVEMENT OF TABLE CNC CEDU 3 AXIS MACHINE STRENGTH**

By : Muhammad Adhan Ali

## **ABSTRACT**

*In this era, there are many application of CNC machines in Indonesia. Mechanical Engineering UII purchased a local CEDU CNC machine, this machine located at 1.09 FTI UII room. There are many problems occur when this CEDU CNC machine works. The problem starts with the CNC table become unstable when working. This problem occurs because the CNC table structure is not strong. Then it was repaired by modification the CNC table. In this modification there are several CNC table designs were made. First table is the modification table with aluminium plate and second table is the modification with aluminium channel beam. Then, perform a static analysis for all design to get the strength of structure. First analysis for the original table, the value of von mises is 3.168 MPa. Second analysis for aluminium plate tables, the value of von mises is 1,509 Mpa. Last analysis for channel beam table, the value of von mises is 2,285 Mpa. From the two design of modification tables analysis, the channel beam table was chosen for modification concept of original CNC table. Because the channel beam table matches with this modification design criteria.*

**Keywords:** *CNC machines, Modification, von mises*

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Pernyataan keaslian .....	ii
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing .....	iii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji .....	iv
Halaman Persembahan .....	v
Halaman Motto .....	vi
Kata Pengantar.....	vii
Abstrak .....	ix
Abstract.....	x
Daftar Isi .....	xi
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar .....	xiv
Bab 1 Pendahuluan .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan .....	2
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan .....	2
1.6 Sistematika Penulisan .....	2
Bab 2 Tinjauan Pustaka .....	4
2.1 Kajian Pustaka .....	4
2.2 Mesin perkakas .....	4
2.3 Desain Produk.....	5
2.4 Statika .....	5
2.4.1 Tumpuan.....	6
2.5 Tegangan Normal .....	7
2.6 Metode Elemen Hingga .....	8
2.7 Autodesk Inventor.....	9
Bab 3 Metode Penelitian .....	11
3.1 Alur Penelitian .....	11

3.2	Observasi Lapangan.....	12
3.2.1	Mesin CEDU CNC 3 axis.....	12
3.3	Desain Meja CNC CEDU 3 Axis .....	13
3.3.1	Permasalahan Pada Alat .....	13
3.3.2	Kriteria Desain.....	14
3.4	<i>Preprocessor</i> .....	14
Bab 4	Hasil dan Pembahasan .....	16
4.1	Hasil Pengujian .....	16
4.1.1	<i>Solver Solution</i> .....	16
4.1.2	<i>Post Processor</i> .....	17
4.2	Analisis Meja CNC .....	26
4.2.1	Analisis Meja Plat.....	26
4.2.2	Analisis Meja Kanal C.....	27
4.2.3	Pemilihan Meja.....	28
Bab 5	Penutup.....	29
5.1	Kesimpulan .....	29
5.2	Saran atau Penelitian Selanjutnya .....	29
Daftar Pustaka	.....	30

## DAFTAR TABEL

Tabel 3-1 Peralatan perancangan.....	12
Tabel 4-1 Hasil analisis <i>von mises</i> .....	19
Tabel 4-2 Hasil analisis 1 <sup>st</sup> <i>principal stress</i> .....	21
Tabel 4-3 Hasil analisis 3 <sup>rd</sup> <i>principal stress</i> .....	23
Tabel 4-4 Hasil analisis <i>displacement</i> .....	25
Tabel 4-5 Hasil analisis <i>safety factor</i> .....	26
Tabel 4-6 Perbandingan meja awal dengan meja plat .....	26
Tabel 4-7 Perbandingan antara meja awal dan meja kanal C.....	27

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip statika keseimbangan.....	5
Gambar 2.3 Reaksi tumpuan rol.....	6
Gambar 2.4 Reaksi tumpuan sendi.....	6
Gambar 2.5 Reaksi tumpuan jepit.....	7
Gambar 2.6 batang prismatik yang dibebani gaya aksial.....	7
Gambar 2.7 gaya tarik aksial.....	8
Gambar 2.8 gaya tekan aksial.....	8
Gambar 3.1 CNC Cedu 3 axis.....	12
Gambar 3.2 Desain awal meja CNC.....	13
Gambar 3.3 Meja bengkok pada saat digunakan.....	13
Gambar 3.4 Desain awal meja.....	14
Gambar 3.5 Penempatan beban.....	15
Gambar 3.6 Penempatan <i>fixed</i> pada meja.....	15
Gambar 4.1 Proses <i>loading simulate system</i> .....	16
Gambar 4.2 hasil <i>von mises</i> meja awal.....	17
Gambar 4.3 hasil <i>von mises</i> meja plat.....	18
Gambar 4.4 hasil <i>von mises</i> meja kanal C.....	18
Gambar 4.5 1 <sup>st</sup> <i>principal stress</i> meja awal.....	19
Gambar 4.6 hasil 1 <sup>st</sup> <i>principal stress</i> meja plat.....	20
Gambar 4.7 hasil 1 <sup>st</sup> <i>principal stress</i> kanal C.....	20
Gambar 4.8 hasil 3 <sup>rd</sup> <i>principal stress</i> meja awal.....	21
Gambar 4.9 hasil 3 <sup>rd</sup> <i>principal stress</i> meja plat.....	22
Gambar 4.10 hasil 3 <sup>rd</sup> <i>principal stress</i> meja kanal C.....	22
Gambar 4.11 Hasil <i>Displacement</i> meja awal.....	23
Gambar 4.12 Hasil <i>Displacement</i> meja plat.....	24
Gambar 4.13 Hasil <i>Displacement</i> meja kanal C.....	24
Gambar 4.14 <i>Safety factor</i> .....	25

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada zaman modern seperti sekarang ini mesin CNC banyak digunakan Negara Indonesia. Mesin CNC yang ada dibuat oleh Indonesia sekarang ini merupakan mesin tiruan dari Negara-negara Eropa, Amerika, dan Asia. Oleh karena itu mesin CNC buatan Indonesia kurang baik dari segi kekuatan. Karena pada saat pembuatan tidak ada analisis terlebih dahulu sebelum pembuatan mesin.

Pada ruang 1.09 FTI UII (pusat studi desain manufaktur produk *jewelry*) ada mesin CNC buatan lokal. Mesin lokal ini dibeli untuk dikembangkan, agar mesin CNC di Indonesia tidak kalah bersaing dengan negara-negara eropa. Oleh karena itu ruang 1.09 FTI UII berniat untuk mengembangkan produk CNC buatan lokal ini, agar lebih baik pada saat pembuatan produk.

Mesin yang ada diruang 1.09 FTI UII masih kurang sempurna. Mesin ini digunakan mahasiswa tugas akhir untuk membuat produk tugas akhir. Pada saat digunakan untuk membuat produk mesin CNC masih kurang baik untuk hasil produknya. Banyak hasil produk yang cacat pada saat mesin CNC digunakan.

Meskipun demikian, terdapat beberapa faktor kendala di mesin CNC cedu 3 *axis* ini, salah satu faktornya, meja CNC. Produk cacat dapat dikarenakan meja CNC yang tidak rata. Dari sinilah berupa ada tindakan untuk menganalisis struktur meja tersebut, untuk mengetahui kekuatan dari struktur meja CNC edu 3 *axis* yang ada di ruangan 1.09 FTI UII.

Berdasarkan latar belakang yang sudah sebutkan, maka diangkatlah topik tugas akhir yang berjudul “ Perbaikan kekuatan meja mesin CEDU CNC 3 *axis*”. Dengan menganalisis struktur meja tersebut sebagai dasar perbaikan untuk meja CNC 3 *axis* di ruang 1.09 FTI UII.



## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana cara menganalisis struktur meja CNC edu 3 *axis*?
2. Bagaimana mengetahui kekuatan struktur meja CNC edu 3 *axis*?
3. Merancang struktur meja modifikasi CNC 3 *axis*.

## **1.3 Batasan Masalah**

1. Meja CNC edu 3 *axis* di ruangan 1.09 FTI UII.
2. Material Alumunium 6061.
3. Dimensi meja 500mm x 345mm x 14mm.
4. Desain menggunakan *software* Autodesk inventor 2016.
5. Analisis hanya sebatas simulasi menggunakan software Autodesk inventor 2016.

## **1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan**

1. Mengetahui kekuatan struktur model awal meja CEDU CNC 3 *axis*.
2. Mengetahui kekuatann struktur model modifikasi meja CEDU CNC 3 *axis*.
3. Mengetahui struktur meja yang akan digunakan.

## **1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan**

1. Dapat digunakan sebagai referensi perbaikan terhadap mesin CEDU CNC 3 *axis* di ruang 1.09 FTI UII.
2. Dapat mengetahui cara menganalisis menggunakan *software Autodesk Inventor*.
3. Dapat mengetahui tumpuan – tumpuan gaya yang diberikan.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Pada penulisan laporan tugas akhir ini terdiri dari beberapa bagian, yang bertujuan memudahkan dalam memahami laporan tugas akhir ini. Penulisan laporan tugas akhir ini dibagi menjadi lima bab yaitu :

Bab I berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat perancangan serta sistematika penulisan laporannya. Bab II berisikan kajian pustaka yang menerangkan tentang perkembangan terkini terkait topik perancangan dan landasan teori yang di pakai dalam perancangan ini. Bab III berisikan penjelasan tentang alur perancangan yang di lengkapi dengan diagram alir, alat dan bahan yang digunakan, konsep desain, metode pengujian produk dan metode pengolahan atau analisis hasil pengujian. Bab IV berisikan penjelasan mengenai hasil yang telah dicapai dalam perancangan ini dan pembahasannya. Bab V merupakan bab penutup yang berisikan kesimpulan beserta saran yang didapat dalam pelaksanaan perancangan ini.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kajian Pustaka**

CNC adalah singkatan dari *Computer Numerikally Controlled*, mesin perkakas otomatis yang di program secara numerik. Mesin yang dilengkapi dengan komputer yang dapat menyimpan dan memproses sejumlah angka dan huruf dalam bentuk data yang selanjutnya menjadi data lintasan, dan data perintah. (Widarto, 2008)

Pada penilitan yang di lakukan oleh Arifin pada tahun 2016, perancangan lengan CNC yang harus dipenuhi adalah kekuatan rangka lengan agar mampu menahan beban dari motor *stepper* dan *ball screw*. Keamanan dalam penggunaan material, hasil perhitungan, dan tegangan tarik dari rangka lengan. (Arifin, 2016)

#### **2.2 Mesin perkakas**

Mesin perkakas didefinisikan sebagai suatu mesin atau peralatan yang dapat berfungsi untuk memotong atau mendeformasikan suatu material menjadi suatu produk jadi maupun setengah jadi dalam bentuk dan ukuran tertentu seperti yang dikendaki. Proses pemotongan dan pembentukan ini mesin memerlukan alat bantu potong yang sering dinamakan alat potong atau pahat potong.

Kata mesin perkakas biasanya digunakan untuk mesin atau peralatan yang pengoperasiannya tidak menggunakan tenaga manusia secara langsung. Para ahli sejarah teknologi berpendapat bahwa mesin perkakas sesungguhnya lahir ketika keterlibatan manusia dihilangkan dalam proses pembentukan atau proses pemotongan dari berbagai macam peralatan untuk menghasilkan suatu produk tertentu.

Jenis-jenis mesin perkakas.

1. Mesin bubut
2. Mesin frais
3. Mesin sekrap
4. Mesin *drill*

## 5. Mesin CNC

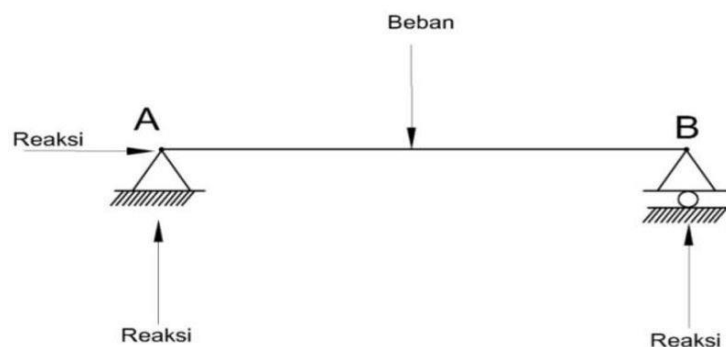
Mesin perkakas yang baik kualitasnya, salah satunya dapat di lihat dari meja kerja yang kuat dan kaku. Tingkat kekuatan dan kekakuan dari bagian-bagian mesin secara menyeluruh harus dapat memenuhi syarat untuk suatu operasi yang dapat menanggulangi *chip section* yang besar. Selain itu juga harus mampu meredam getaran yang ditimbulkan akibat pengoperasian mesin perkakas tersebut (Widarto, 2008)

### 2.3 Desain Produk

Desain produk merupakan skema dimana bagian-bagian fungsional dari produk tersebut disusun menjadi beberapa komponen yang berbentuk fisik. Desain produk ditetapkan selama masa pengembangan konsep dan perancangan (Ulrich & Eppinger, 2001). Berbagai macam perangkat lunak desain digunakan pada dunia industri manufaktur. Adapun perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah *autodesk inventor*.

### 2.4 Statika

Statika adalah ilmu yang mempelajari suatu beban terhadap gaya-gaya yang mungkin ada pada benda tersebut. Keberadaan gaya-gaya mempengaruhi sistem menjadi suatu obyek tinjauan utama. Sedangkan dalam perhitungan rangka, gaya-gaya yang di perhitungkan adalah gaya luar dan gaya dalam (Meriam & Kraige, 1997).



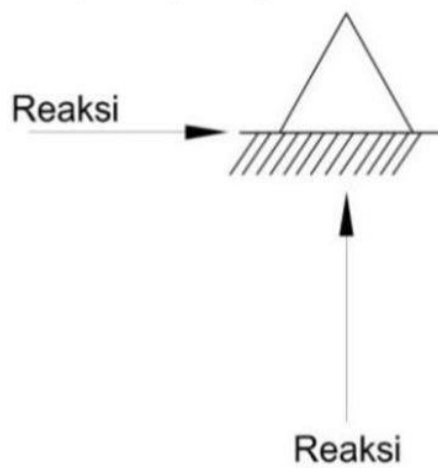
Gambar 2.1 Prinsip statika keseimbangan

Sumber : (Arifin, 2016)

## 2.4.1 Tumpuan

Jenis tumpuan dalam ilmu statika:

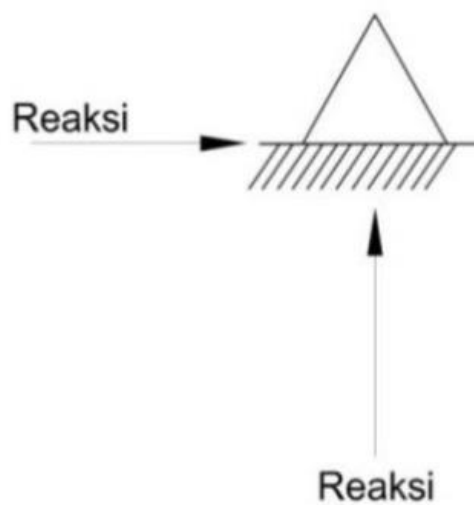
1. Tumpuan rol



Gambar 2.2 Reaksi tumpuan rol

Tumpuan ini dapat menahan gaya vertikal (tegak lurus rol) dan tidak dapat menahan gaya horizontal (sejajar bidang rol)

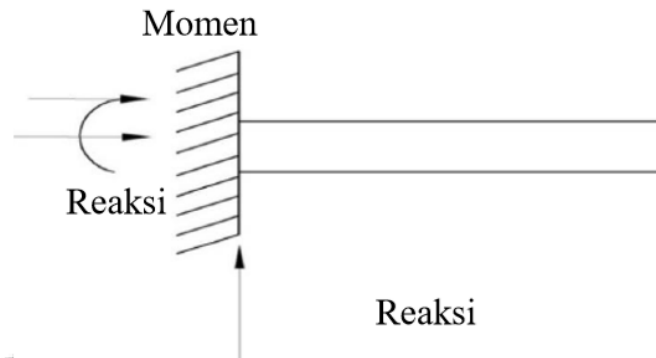
2. Tumpuan sendi



Gambar 2.3 Reaksi tumpuan sendi

Tumpuan yang mampu menahan beban vertikal dan horizontal.

### 3. Tumpuan jepit

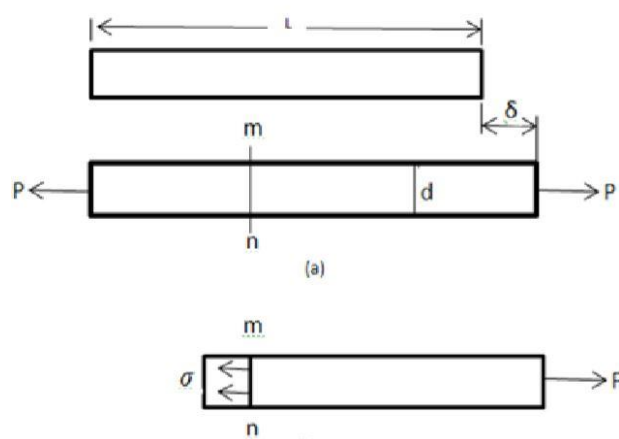


Gambar 2.4 Reaksi tumpuan jepit

Tumpuan yang mampu menahan beban vertikal, horizontal, dan momen.

## 2.5 Tegangan Normal

Tegangan normal adalah intensitas gaya yang bekerja normal (tegak lurus) terhadap irisan yang mengalami tegangan. Bila gaya-gaya luar yang bekerja pada suatu batang sejajar terhadap sumbu utamanya dan potongan penampang batang tersebut konstan, tegangan internal yang di hasilkan adalah sejajar terhadap sumbu tersebut. Gaya-gaya seperti itu di sebut gaya aksial, dan tegangan yang timbul dikenal sebagai tegangan aksial. (Gere & Timoshenko, 1972).

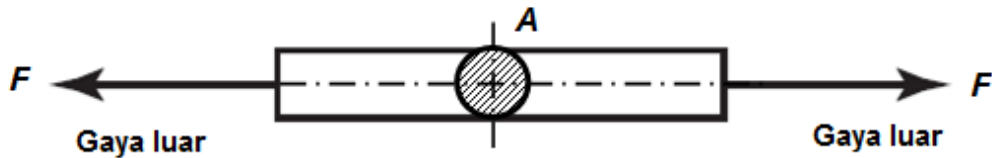


Gambar 2.5 batang prismatik yang dibebani gaya aksial

Tegangan normal dapat berbentuk seperti berikut.

1. Tegangan tarik (*Tensile stress*)

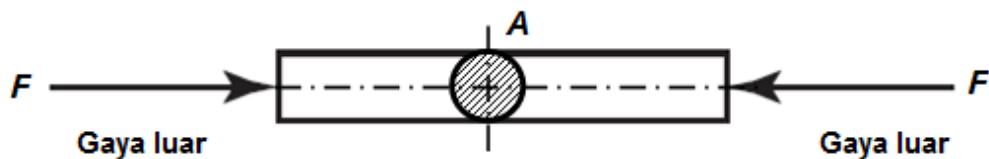
Apabila sepasang gaya tarik aksial menarik suatu batang, dan akibatnya batang ini cenderung menjadi meregang atau bertambah panjang. Gaya tarik aksial tersebut menghasilkan tegangan tarik pada batang di suatu bidang yang terletak tegak lurus atau normal terhadap sumbunya.



Gambar 2.6 gaya tarik aksial

2. Tegangan tekan (*Compressive stress*)

Apabila sepasang gaya tekan aksial mendorong suatu batang, akibatnya batang ini cenderung untuk mempendek atau menekan batang tersebut. Maka gaya tarik aksial tersebut menghasilkan tegangan tekan pada batang disuatu bidang yang terletak tegak lurus atau normal terhadap sumbunya.



Gambar 2.7 gaya tekan aksial

## 2.6 Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga adalah metode numerik untuk mendapatkan solusi persamaan diferensial yang sering digunakan sebagai model permasalahan *engineering*. Proses inti metode elemen hingga adalah membagi problem yang kompleks menjadi elemen-elemen kecil sehingga solusi lebih sederhana saat diperoleh. Adapun dasar dari metode elemen hingga adalah membagi benda kerja menjadi elemen-elemen kecil yang jumlahnya berhingga, sehingga dapat



menghitung reaksi akibat beban (*load*) pada kondisi batas (*boundary condition*) yang diberikan (Kosasih, 2012).

Prosedur *finite element analysis* ada 3 terdiri dari:

1. *Preprocessor*, pada tahapan ini untuk pembuatan model, memberi tumpuan, beban, jenis material, dan *meshing*.
2. *Solve solution*, pada tahap ini langkah perhitungan analisis dengan cara perhitungan *element per element* pada saat *meshing*.
3. *Post processor*, pada tahap ini untuk melihat hasil dan gambaran simulasi yang telah dibuat.

## 2.7 Autodesk Inventor

Autodesk inventor adalah salah satu peranti lunak (*software*) CAD (*Computer Aided Drawing and Design*) dari produk *Autodesk corp.* Digunakan untuk keperluan *engineering design* dan *drawing*. *Autodesk inventor* merupakan produk pengembangan dari *AutoCAD* dan *Autodesk Mechanical Desktop*. (Huda, 2014). *Software* ini berfungsi untuk menggambar dan perancangan sistem mekanis yang akan dibuat. Untuk hasil analisis sendiri *software autodesk inventor* punya beberapa hasil yang ditampilkan seperti,

1. *Von mises stress*

*Von mises* aman atau tidak amannya dapat menggunakan hasil analisis, dimana jika tegangan *von mises* lebih kecil dari *yield strength* maka material yang digunakan dapat dikatakan aman

2. *1<sup>st</sup> principal stress*

*1<sup>st</sup> principal stress*, adalah maksimum tegangan tarik (*tensile*) akibat adanya beban. Ini membantu untuk mengetahui tegangan tarik maksimum dan nilai tegangan yang normal pada bidang, dimana tegangan geser adalah nol.

3. *3<sup>rd</sup> principal stress*

*3<sup>rd</sup> principal stress* adalah maksimum gaya tekan (*compressive stress*) karena adanya tekanan. Ini membantu untuk mengetahui atau

menafsirkan kompresi tegangan maksimum yang terjadi pada komponen karena kondisi beban fisik.

4. *Displacement*

*Displacement* adalah perpindahan bentuk yang dikenai gaya kegunaan hasil perpindahan untuk menentukan lokasi dan luasnya meja CNC yang akan ditekuk dan berapa banyak gaya untuk menekuk meja CNC dengan jarak tertentu.

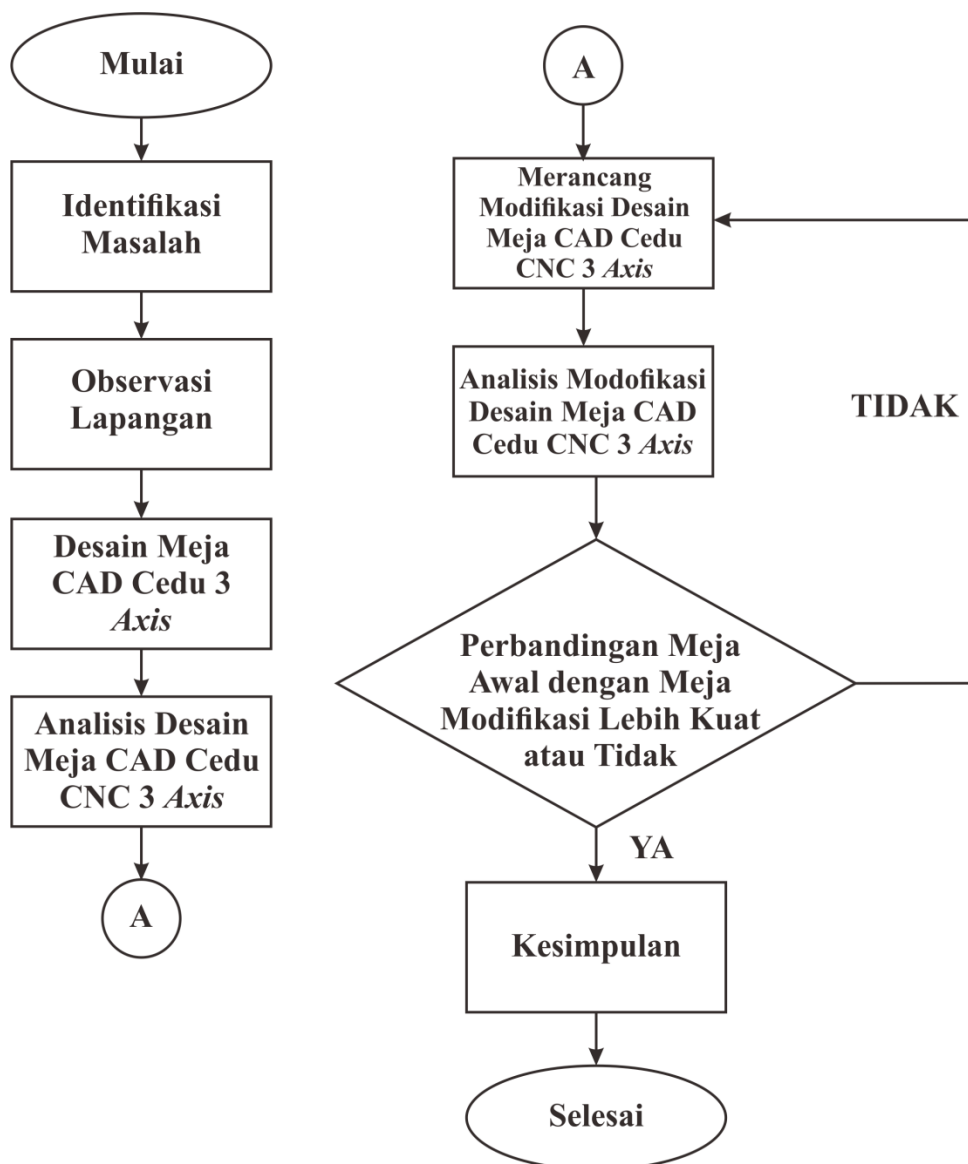
5. *Safety factor*

*Safety factor* adalah factor keamanan dari suatu material atau bahan. Keamanan dapat dihitung sebagai kekuatan luluh dari materi yang di bagi dengan tegangan tarik. Factor keamanan kurang dari 1 menunjukkan hasil atau kegagalan permanen.

## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Alur Penelitian

Alur penelitian berupa bagan yang merupakan diagram alir. Pada penelitian ini dilakukan melalui tahap-tahapan penelitian, untuk alur penelitian dapat dilihat Gambar 3.1.



Gambar 3-1 Alur Penelitian

### 3.2 Observasi Lapangan

Dalam melakukan desain meja CNC terdapat tahapan observasi lapangan. Observasi lapangan bertujuan untuk mengumpulkan data penelitian. Yang selanjutnya akan diidentifikasi permasalahannya guna menentukan konsep desain meja CNC. Adapun peralatannya yang merupakan pendukung dalam melakukan perancangan. Berikut ini peralatan perancangan dapat dilihat pada Tabel 3-1,

Tabel 3-1 Peralatan perancangan

No.	Nama Alat	Fungsi Alat
1	Komputer / Laptop	Untuk mendesain <i>software Inventor 2016</i>
2	Mistar ukur & Meteran	Sebagai alat ukur untuk mengetahui dimensi meja CNC
3	Kamera Digital	Untuk mengambil foto atau berupa video

Adapun data yang ditulis merupakan hal yang bersifat utama dalam penelitian. Berikut ini data-data penelitian untuk selanjutnya diidentifikasi permasalahannya guna menentukan konsep desain meja CNC.

#### 3.2.1 Mesin CEDU CNC 3 axis

Mesin Cedu CNC ini di produksi oleh seorang dosen UMS. Untuk mesin CNC itu sendiri masih banyak yang harus di perbaiki salah satunya meja CNC itu sendiri. Mesin CNC ini memiliki dimensi luar 500mm x 345mm x 14mm.



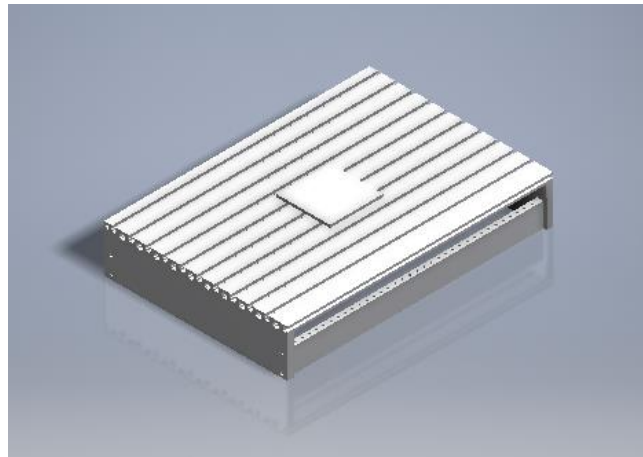
Gambar 3.1 CNC Cedu 3 axis

Penelitian ini akan merancang struktur yang baru untuk meja CNC ini. Agar lebih baik pada saat penggunaannya.

### 3.3 Desain Meja CNC CEDU 3 Axis

Pembuatan desain pada penelitian ini menggunakan *software Autodesk Inventor 2016*.

Desain meja asli dapat dilihat dari Gambar 3.2

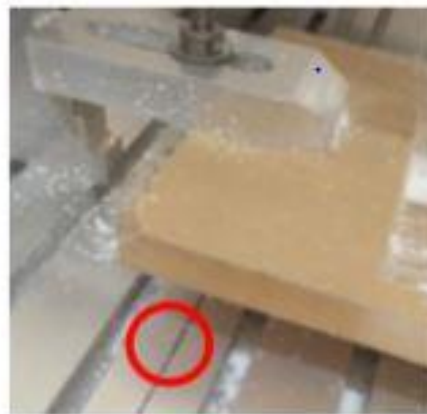


Gambar 3.2 Desain awal meja CNC

#### 3.3.1 Permasalahan Pada Alat

Berdasarkan survei alat yang sudah dilakukan maka ditetapkan masalah yang ada pada meja sebagai berikut

1. Kekuatan strukturnya kurang baik
2. Meja bengkok pada saat digunakan



Gambar 3.3 Meja bengkok pada saat digunakan

### 3.3.2 Kriteria Desain

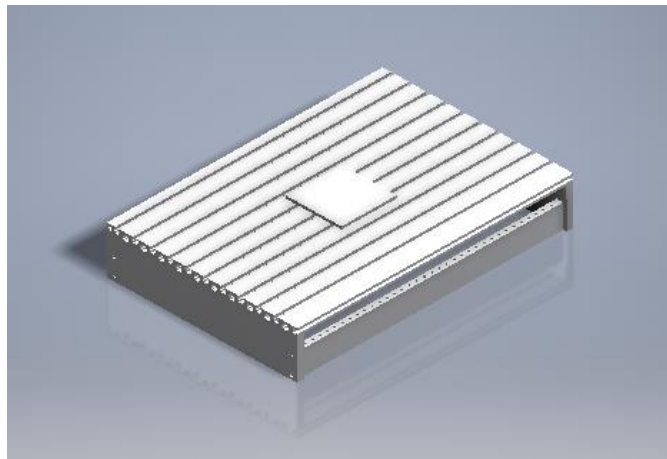
Adapun kriteria desain dibutuhkan yaitu,

1. Kekuatan struktur harus lebih besar dari meja awal
2. *Displacement* maksimal 0,05mm

### 3.4 *Preprocessor*

Pada tahapan ini untuk pembuatan model, memberi tumpuan, beban, jenis material, dan *meshing*.

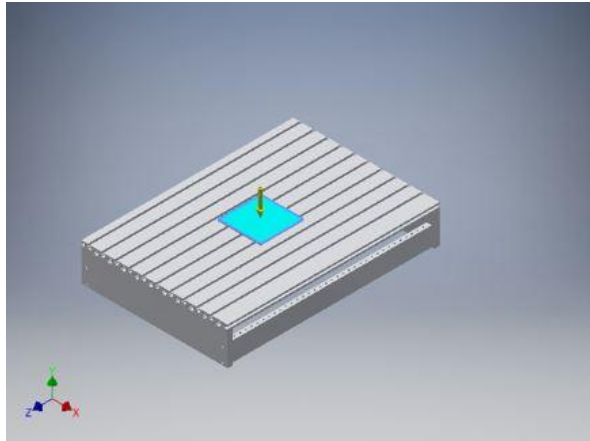
1. Pembuatan model meja CNC



Gambar 3.4 Desain awal meja

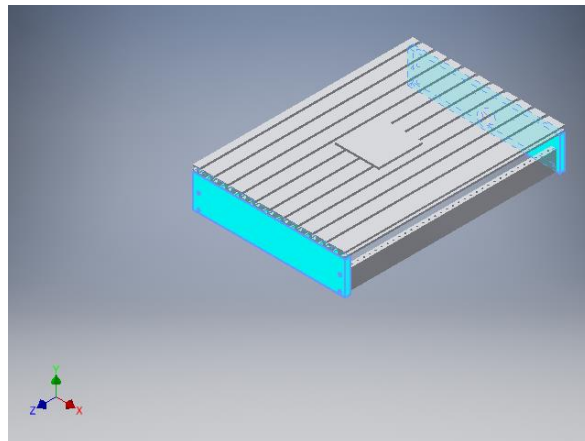
2. Analisis model meja CNC

Model analisis	: <i>Static Analysis</i>
Tumpuan	: Penjepit
Besar gaya	: 196 N
Material	: Alumunium 6061



Gambar 3.5 Penempatan beban

Untuk pemberian beban menggunakan *single point*, karena beban yang diberikan hanya satu. Beban ditempatkan pada tengah-tengah meja, karena titik kritis berada pada tengah-tengah meja. Untuk pemberian beban didapatkan dengan menggunakan hasil timbangan digital. Beban didapatkan pada saat pengetesan *drill* mesin CNC. Maka dapatlah hasil 196N untuk beban yang sudah dites



Gambar 3.6 Penempatan *fixed* pada meja

Untuk *fixed* atau tumpuan menggunakan tumpuan jepit. Tumpuan penjepit dapat menahan beban horisontal, vertikal, dan momen.



## BAB 4

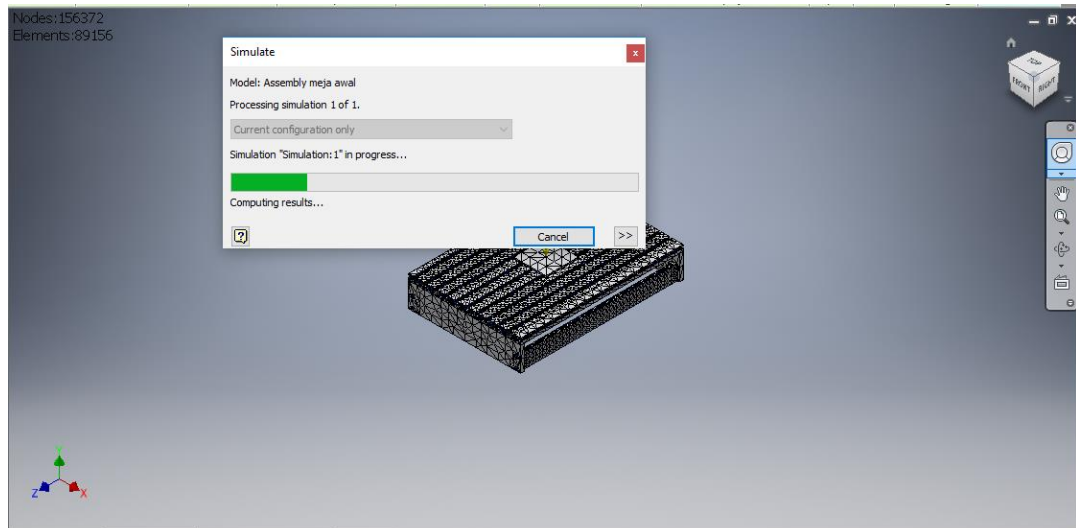
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Pengujian

Hasil pengujian berupa hasil dari *solver solution*, *solver solution* merupakan langkah-langka perhitungan analisis. Lalu dilanjutkan dengan *post processor* yang merupakan hasil dari simulasi analisis. Hasil analisis akan di tampilkan pada *software*, ada beberapa hasil yang akan diketahui pada saat hasil analisis keluar. Hasil pengujian dari ketiga meja CNC di buat dengan tabel agar lebih mudah saat pembacaan hasil dari *software*.

##### 4.1.1 Solver Solution

Proses langkah perhitungan analisis, tahap ini memecahkan masalah numerik yang didefinisikan dalam model. Perhitungan diselesaikan secara otomatis oleh *software* menggunakan persamaan atau model matematika. Proses simulasi saat *simulate* dapat di lihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.1 Proses *loading simulate system*

### 4.1.2 Post Processor

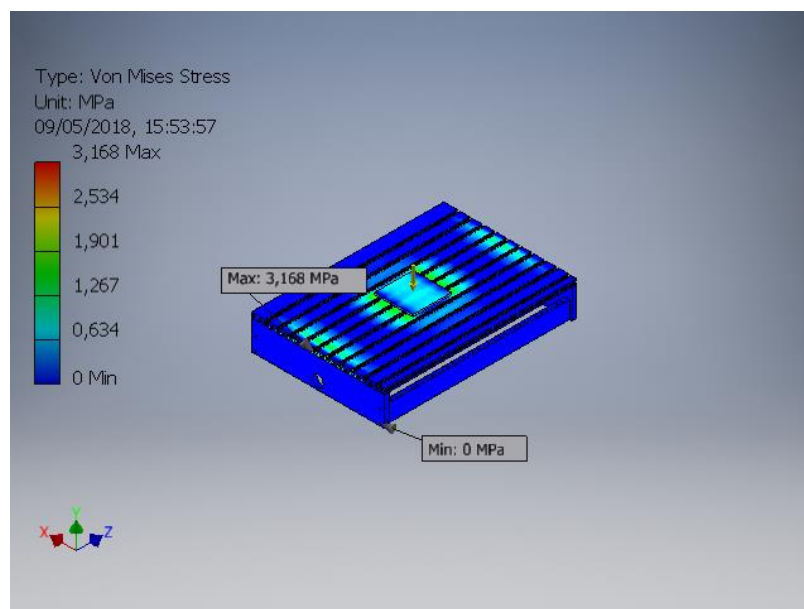
Proses terakhir merupakan hasil simulasi atau gambaran analisis yang telah dilakukan. Setelah proses *solver solution* selesai, hasil simulasi dapat ditampilkan secara otomatis pada *software autodesk inventor* yaitu:

1. *Von mises stress*
2. *1<sup>st</sup> principal stress*
3. *3<sup>rd</sup> principal stress*
4. *Displacement*
5. *Safety factor*

#### 4.1.2.1 Hasil Simulasi Von Misses

*Von mises* aman atau tidak amannya dapat menggunakan hasil analisis, dimana jika tegangan *von mises* lebih kecil dari *yield strength* maka material yang digunakan dapat dikatakan aman. Adapun gambar *von mises* dari masing-masing meja dapat dilihat dari gambar-gambar di bawah ini,

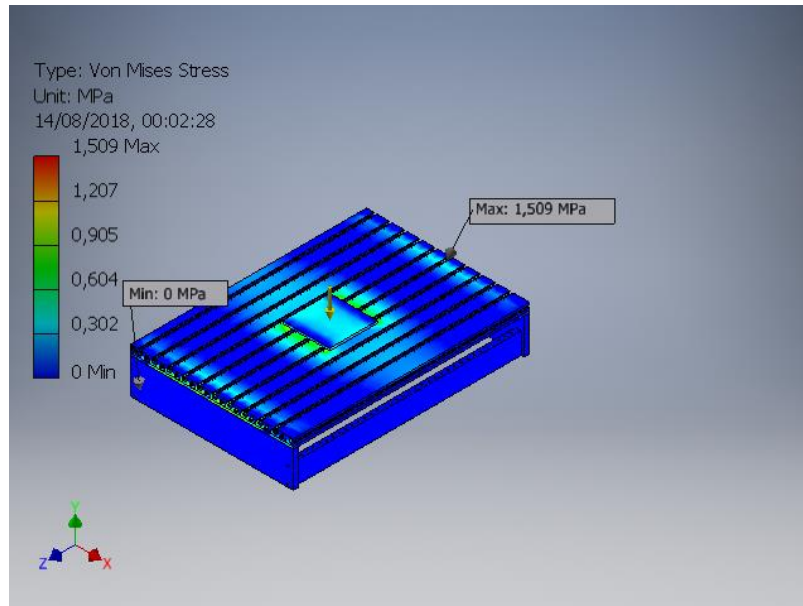
1. Meja awal



Gambar 4.2 hasil *von mises* meja awal

Pada Gambar 4.2 dapat di lihat bagian *von mises* yang paling besar (maksimum). Bagian maksimum berada pada bagian yang ditunjukkan tanda panah.

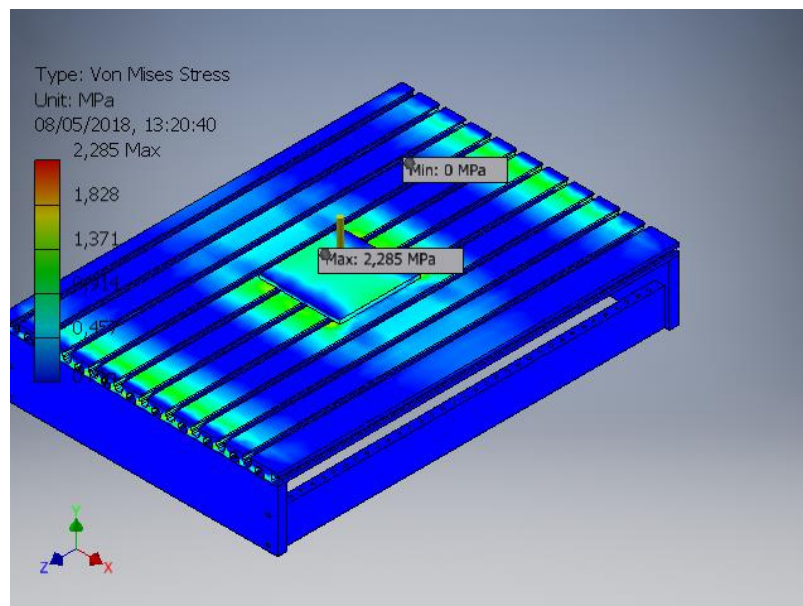
## 2. Meja plat



Gambar 4.3 hasil *von mises* meja plat

Pada Gambar 4.3 dapat dilihat bagian *von mises* yang paling besar berada pada bagian belakang meja CNC. Bagian maksimum berada pada bagian yang ditunjukkan tanda panah.

## 3. Meja kanal C



Gambar 4.4 hasil *von mises* meja kanal C

Pada Gambar 4.4 dapat dilihat bagian bagian maksimum berada di tengah meja. Bagian maksimum berada pada bagian yang di tunjukan tanda panah.

*Von mises* yang terjadi pada setiap meja berbeda-beda hasil analisisnya. Hasil analisis dapat di lihat dari Tabel 4-1 di bawah ini.

Tabel 4-1 Hasil analisis *von mises*

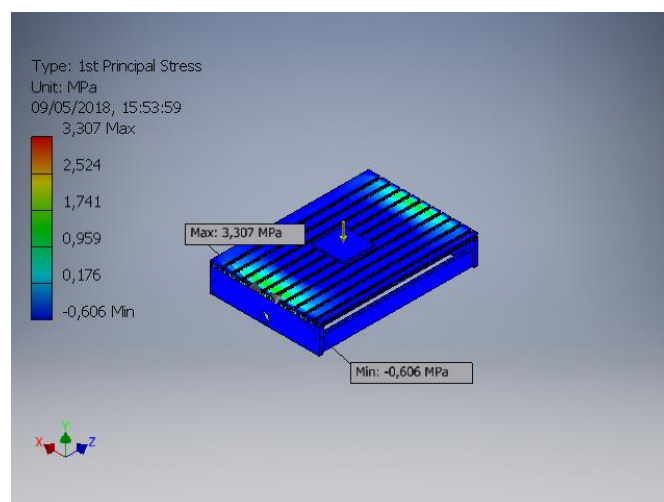
Meja	Von misses
Meja awal	3,168 Mpa
Meja Plat	1,509 Mpa
Meja Kanal C	2,285 Mpa

Data yang di ambil merupakan data maksimum dari *von mises*. Dapat di lihat dari Tabel 4-1, *von mises* yang paling kecil yaitu meja ke dua. Meja ke dua dapat menahan beban lebih baik dari pada meja awal dan meja ketiga.

#### 4.1.2.2 Hasil Simulasi 1<sup>st</sup> Principal Stress

1<sup>st</sup> *principal stress*, adalah tegangan tarik maksimum (*tensile*) akibat adanya beban. Ini membantu untuk mengetahui tegangan tarik maksimum dan nilai tegangan yang normal pada bidang, dimana tegangan geser adalah nol. Adapun gambar 1<sup>st</sup> *principal stress* pada setiap meja dapat dilihat dari gambar-gambar di bawah ini,

##### 1. Meja awal

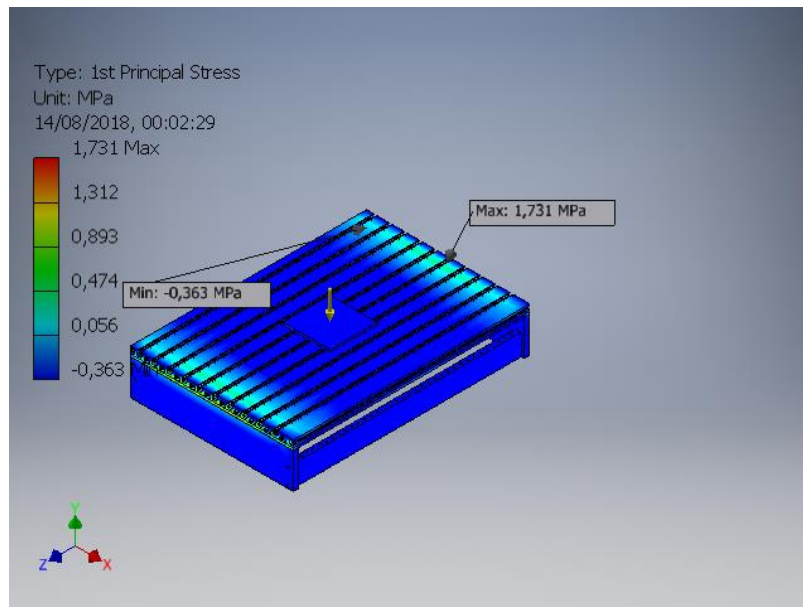


Gambar 4.5 1<sup>st</sup> *principal stress* meja awal

Pada Gambar 4.5 dapat di lihat tegangan tarik maksimum pada meja awal. Tegangan tarik maksimum di tunjukan pada tanda panah.

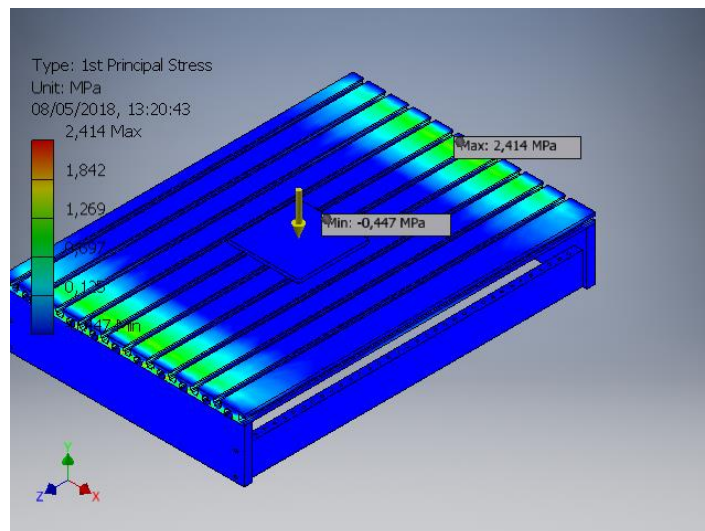
## 2. Meja plat

Pada Gambar 4.6 di bawah ini menunjukkan tegangan tarik maksimum pada meja plat. Tegangan tarik maksimum dapat dilihat dari tanda panah yang di tunjukan pada Gambar 4.6 .



Gambar 4.6 hasil 1<sup>st</sup> *principal stress* meja plat

## 3. Meja kanal C



Gambar 4.7 hasil 1<sup>st</sup> *principal stress* kanal C

Pada Gambar 4.7 di atas dapat dilihat tegangan tarik maksimum dari meja kanal C. Tegangan tarik maksimum dapat dilihat pada tanda panah yang terdapat Gambar 4.7.

Hasil dari 1<sup>st</sup> *principal stress* berbeda-beda hasil analisisnya. Dapat di lihat dari Tabel 4-2 di bawah ini.

Tabel 4-2 Hasil analisis 1<sup>st</sup> *principal stress*

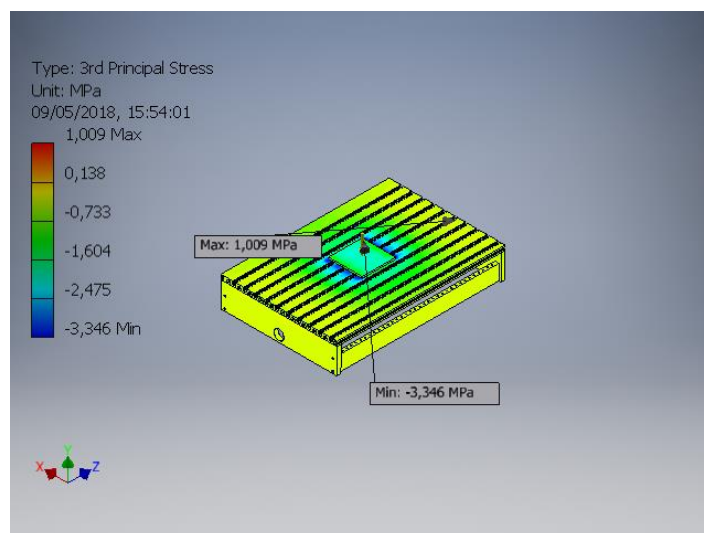
Meja	Von misses
Meja awal	3,307 Mpa
Meja Plat	1,731 Mpa
Meja Kanal C	2,241 Mpa

Data yang di ambil merupakan data maksimum 1<sup>st</sup> *principal stress*. Dapat di lihat dari tabel, 1<sup>st</sup> *principal stress* yang paling kecil yaitu meja ke dua. Meja ke dua dapat menahan beban lebih baik dari pada meja awal dan meja ketiga.

#### 4.1.2.3 Hasil Simulasi 3<sup>rd</sup> Principal Stress

3<sup>rd</sup> *principal stress* adalah maksimum gaya tekan (*compressive stress*) karena adanya tekanan. Ini membantu untuk mengetahui atau menafsirkan kompresi tegangan maksimum yang terjadi pada komponen karena kondisi beban fisik. Adapun dari gambar beberapa meja dapat di lihat dari gambar –gambar di bawah ini,

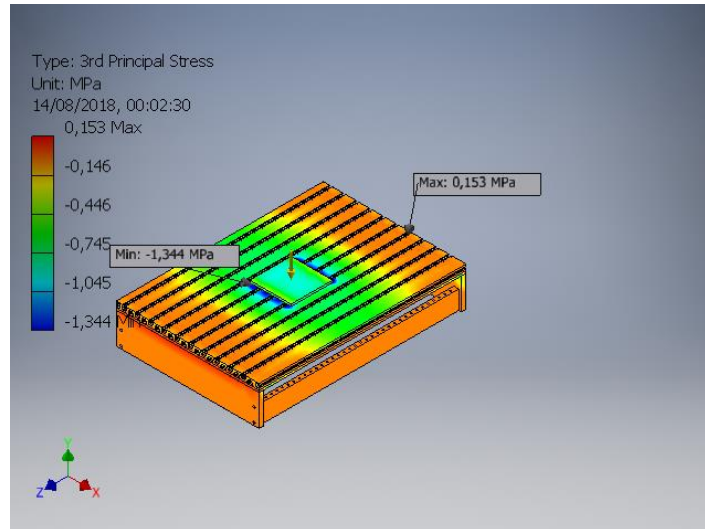
1. Meja awal



Gambar 4.8 hasil 3<sup>rd</sup> *principal stress* meja awal

Pada Gambar 4.8 tegangan maksimum tekan pada meja awal. Tegangan tekan maksimum dapat dilihat pada tanda panah yang ditunjukkan pada Gambar 4.8.

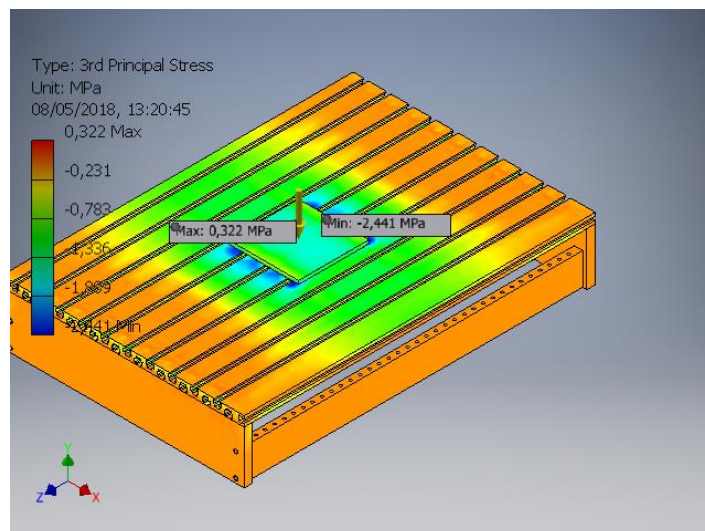
## 2. Meja plat



Gambar 4.9 hasil 3<sup>rd</sup> *principal stress* meja plat

Pada Gambar 4.9 tegangan tekan maksimum pada meja plat. Tegangan maksimum dapat dilihat pada tanda panah yang ditunjukkan pada Gambar 4.9

## 3. Meja kanal C



Gambar 4.10 hasil 3<sup>rd</sup> *principal stress* meja kanal C

Pada Gambar 4.10 tegangan tekan maksimum pada meja kanal C. tegangan maksimum dapat dilihat pada tanda panah yang ditunjukkan pada Gambar 4.10



Hasil simulasi analisis 3<sup>rd</sup> *principal stress* dapat kita lihat dari Tabel 4-3 di bawah ini.

Tabel 4-3 Hasil analisis 3<sup>rd</sup> *principal stress*

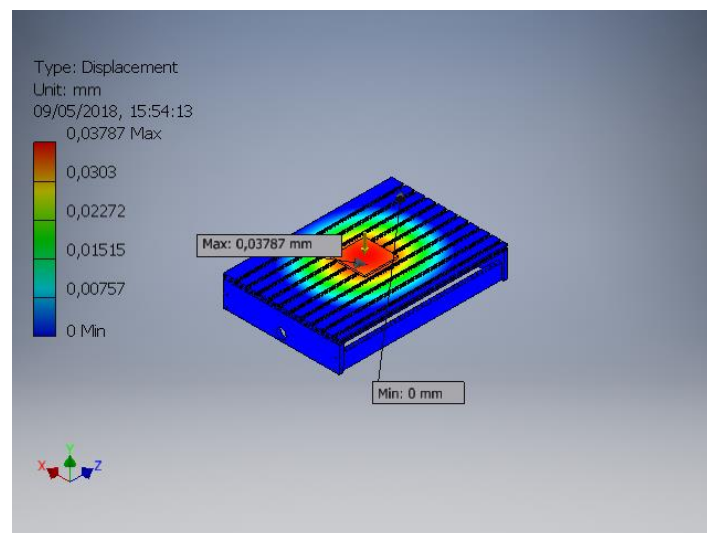
Meja	Von mises
Meja Awal	3,307 Mpa
Meja Plat	0,153 Mpa
Meja Kanal C	2,241 Mpa

Data yang di ambil merupakan data maksimum 3<sup>rd</sup> *principal stress*. Dapat di lihat dari Tabel 4-3, 3<sup>rd</sup> *principal stress* yang paling kecil yaitu meja ke dua. Meja ke dua dapat menahan beban lebih baik dari pada meja awal dan meja ketiga.

#### 4.1.2.4 Hasil Simulasi *Displacement* (Perpindahan)

*Displacement* adalah perpindahan bentuk yang dikenai gaya kegunaan hasil perpindahan untuk menentukan lokasi dan luasnya meja CNC yang akan ditekuk dan berapa banyak gaya untuk menekuk meja CNC dengan jarak tertentu.

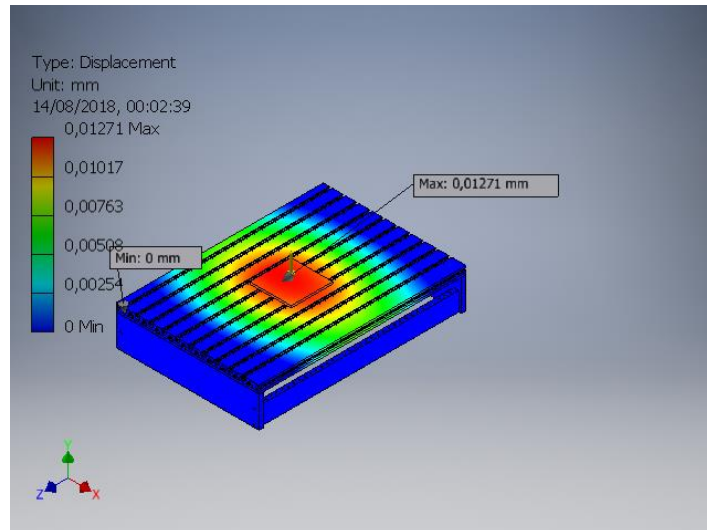
##### 1. Meja awal



Gambar 4.11 Hasil *Displacement* meja awal

Pada Gambar 4.11 *displacement* maksimal pada meja awal. Perpindahan bentuk maksimal di tengah meja karena titik kritis berada ditengah-tengah meja awal. Dapat dilihat pada tanda panah untuk titik perpindahan bentuk maksimal meja awal.

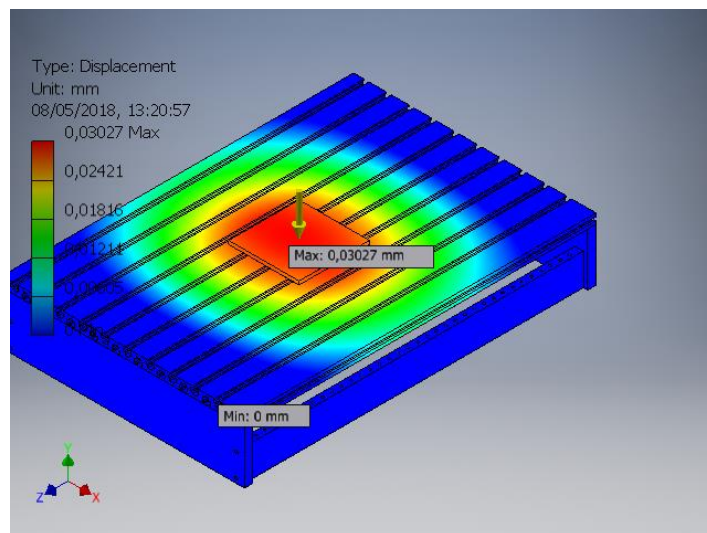
## 2. Meja plat



Gambar 4.12 Hasil *Displacement* meja plat

Pada Gambar 4.12 *displacement* maksimal pada meja plat. Perpindahan bentuk maksimal di tengah meja plat, karena titik kritis pada meja plat berada ditengah-tengah meja. Dapat dilihat tanda panah menunjukan titik perpindahan maksimum meja plat.

## 3. Meja kanal C



Gambar 4.13 Hasil *Displacement* meja kanal C

Pada Gambar 4.13 *displacement* maksimal pada meja kanal C. perpindahan bentuk berada di tengah meja, di karenakan titik kritis berada ditengah-tengah meja. Dapat di lihat tanda panah menunjukan bagian tengah untuk perpindahan bentuk maksimumnya.

Hasil dari *displacement* dapat di lihat dari Tabel 4-4 di bawah ini.

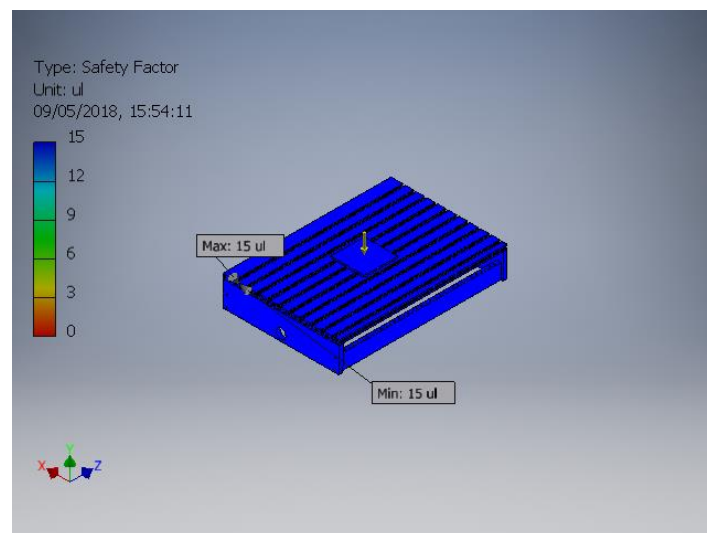
Tabel 4-4 Hasil analisis *displacement*

Meja	Von mises
Meja Awal	0,03787mm
Meja Plat	0,01271mm
Meja Kanal C	0,0302mm

Data yang di ambil merupakan jarak maksimum untuk *displacement* meja CNC. Dapat di lihat untuk hasil analisis meja CNC *displacement* yang paling kecil adalah meja kedua.

#### 4.1.2.5 Hasil Simulasi *Safety Factor*

*Safety factor* adalah faktor keamanan dari suatu material atau bahan. Keamanan dapat dihitung sebagai kekuatan luluh dari material yang di bagi dengan beban yang bekerja. Faktor keamanan kurang dari 1 menunjukkan hasil atau kegagalan permanen.



Gambar 4.14 *Safety factor*

Untuk *safety factor* sendiri untuk semua meja masih aman, dikarenakan beban yang di berikan tidak terlalu membebani *yield strength* dari material yang digunakan.

Hasil analisis untuk *safety factor* dapat dilihat dari Tabel 4-5 di bawah ini.

Tabel 4-5 Hasil analisis *safety factor*

Meja	Von misses
Meja Awal	15ul
Meja Plat	15ul
Meja Kanal C	15ul

Data yang diambil merupakan hasil *safety factor*, yang dimana hasil analisis untuk *safety factor* sendiri masih aman untuk ketiga meja CNC.

## 4.2 Analisis Meja CNC

Analisis dilakukan sebanyak tiga kali yang pertama yaitu pengujian menganalisis meja awal. Pengujian kedua menganalisis meja plat dan yang terakhir menganalisis meja kanal C. Analisis bertujuan untuk mengetahui kekuatan masing-masing struktur meja CNC dan meja mana yang akan dipilih untuk menggantikan meja awal. Pembebanan diberikan terhadap masing-masing meja CNC di tengah-tengah meja dengan gaya kearah bawah.

### 4.2.1 Analisis Meja Plat

Untuk data hasil analisis diambil dari simulasi *software autodesk inventor*, data analisis meja awal dan meja plat dapat dilihat dari Tabel 4-6 di bawah ini,

Tabel 4-6 Perbandingan meja awal dengan meja plat

	Meja awal	Meja Plat	persentase
<i>Von mises stress</i>	3,168 Mpa	1,509Mpa	52,36%
<b>1<sup>st</sup> principal stress</b>	3,307Mpa	1,731Mpa	47,6%
<b>3<sup>rd</sup> principal stress</b>	1,009Mpa	0,153Mpa	84,8%

<b><i>Displacement</i></b>	0,0378mm	0,01271mm	66,3%
<b><i>Safety factor</i></b>	15ul	15ul	-

Dapat di lihat dari Tabel 4-6 di atas hasil persentase dari meja awal dan meja kedua. Terdapat perbandingan antara meja awal dan meja plat. Nilai persentase di dapatkan dengan persamaan,

$$Persentase = \frac{meja\ awal - meja\ plat}{meja\ awal} \times 100\%$$

#### 4.2.2 Analisis Meja Kanal C

Untuk data hasil analisis di ambil dari hasil simulasi *software autodesk inventor*, data analisis meja awal dan meja kanal C dapat di lihat dari Tabel 4-7 di bawah ini.

Tabel 4-7 Perbandingan antara meja awal dan meja kanal C

	Meja awal	Meja Kanal C	persentase
<b><i>Von mises stress</i></b>	3,168 Mpa	2,285Mpa	27,87%
<b><i>1<sup>st</sup> principal stress</i></b>	3,307Mpa	2,241Mpa	32,23%
<b><i>3<sup>rd</sup> principal stress</i></b>	1,009Mpa	0,322Mpa	68,08%
<b><i>Displacement</i></b>	0,0378mm	0,0302mm	20,1%
<b><i>Safety factor</i></b>	15ul	15ul	-

Dari Tabel 4-7 di atas dapat dilihat persentase antara meja awal dan meja kanal C. Terdapat perbandingan meja awal dan meja kanal C, persentase antara kedua meja cukup besar.

### **4.2.3 Pemilihan Meja**

Pemilihan meja dipilih sesuai kebutuhan pemakaian, dari data-data analisis yang sudah didapatkan dan kriteria desain. Dipilih meja kanal C, karena meja kanal C sudah cukup baik untuk menggantikan meja awal, dan struktur meja kanal C sudah cukup mendukung untuk kriteria desain.

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

1. Kekuatan struktur meja awal, *von mises* = 3,168Mpa, 1<sup>st</sup> *principal stress* = 3,307Mpa, 3<sup>rd</sup> *principal stress* = 1,009Mpa, *displacement* = 0,03787mm.
2. Kekuatan struktur meja plat, *von mises* = 1,626Mpa, 1<sup>st</sup> *principal stress* = 1,723Mpa, 3<sup>rd</sup> *principal stress* = 0,269Mpa, *displacement* = 0,01671mm.
3. Kekuatan struktur meja kanal C, *von mises* = 2,285Mpa, 1<sup>st</sup> *principal stress* = 2,2414Mpa, 3<sup>rd</sup> *principal stress* = 0,3222Mpa, *displacement* = 0,03027mm.
4. Pemilihan meja modifikasi, pemilahan ke meja kanal C

#### **5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya**

Dari hasil penelitian dan perancangan yang telah dilakukan, ada beberapa hal yang menurut penulis memerlukan penelitian lebih lanjut untuk menyempurnakan penelitian yang telah dilakukan antara lain :

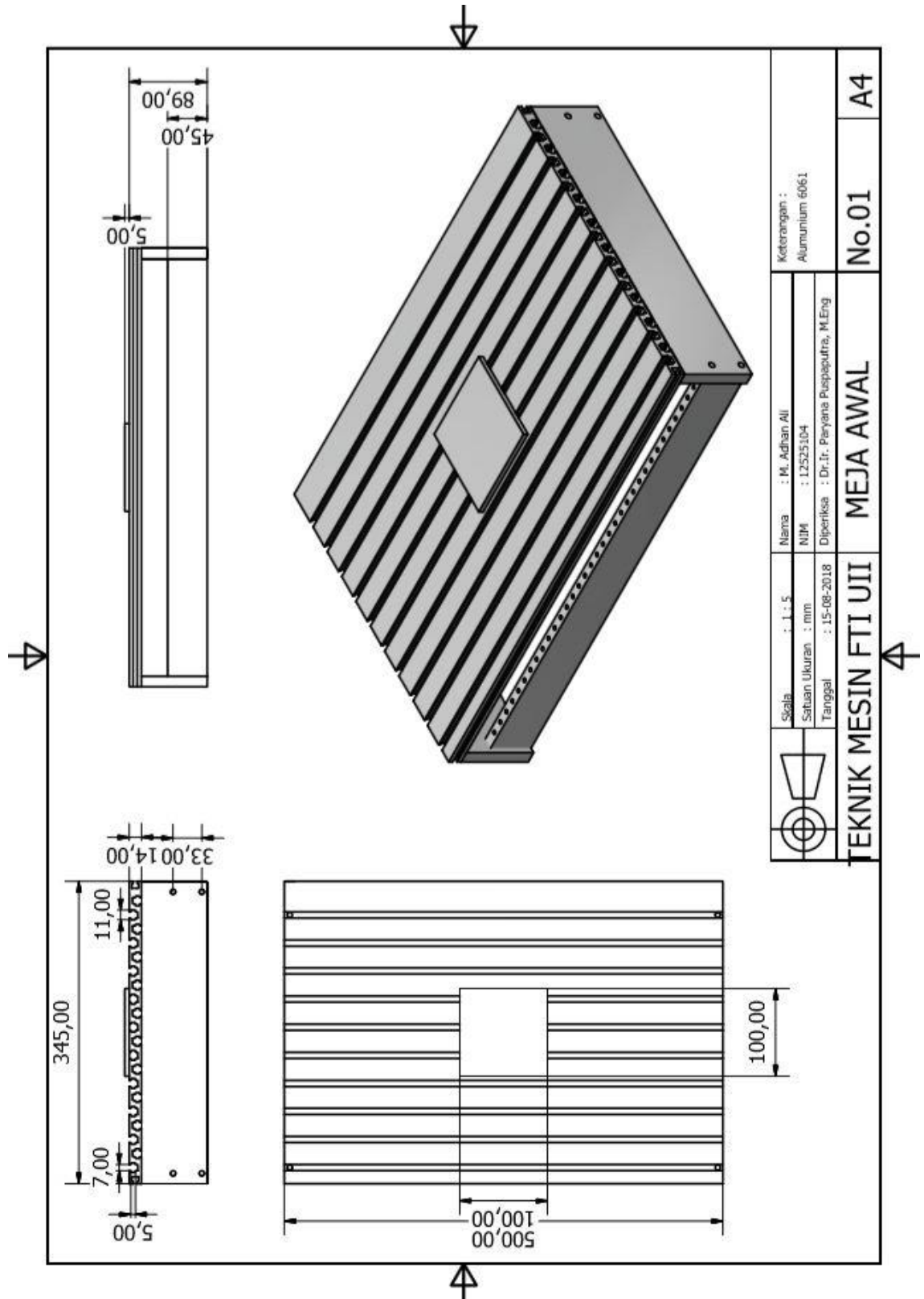
1. Masih perlu pengembangan pada meja CNC ini.
2. Perbanyak referensi dari segi mesin perkakas dan *finite element*.
3. Mencoba pengembangan struktur dari segi material yang berbeda.

## DAFTAR PUSTAKA

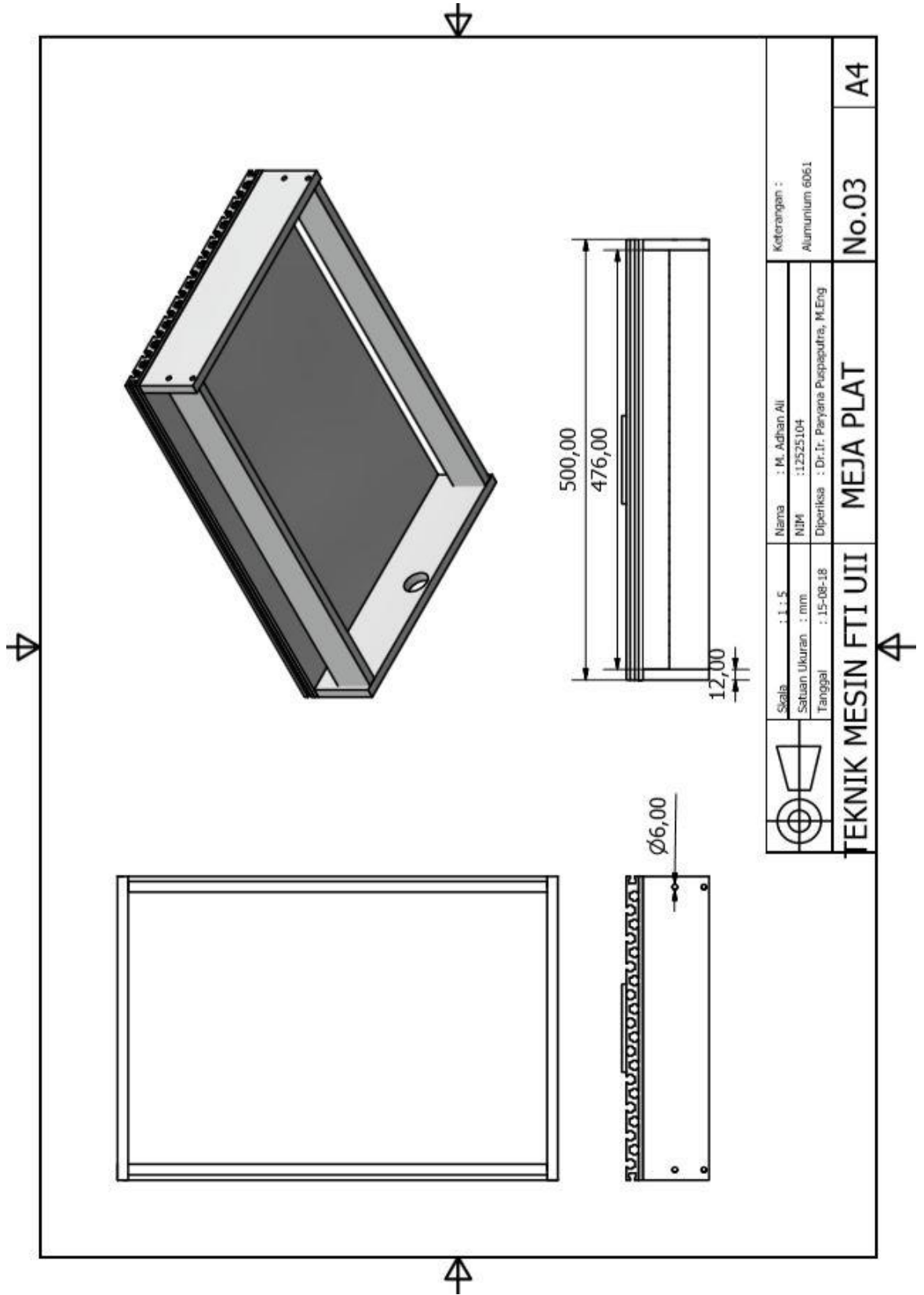
- Abbas, H., & Z, M. A. (2014). Penerapan Metode Elemen Hingga dalam Analisis Pengaruh Persentase Filler terhadap Getaran Balok Komposit Serbuk Kayu Jati dan Bayam .
- Arifin, K. M. (2016). Desain Dan Analisis Rangka Lengan CNC Sumbu Y Pada Hybrid Powder Spray CNC 2 Axis.
- Gere, J. M., & Timoshenko, S. P. (1972). *mekanika bahan*. Jakarta: Erlangga.
- Huda, y. F. (2014). *Mahir Menggunakan Autodesk Inventor Pro 2013 Untuk Menggambar Desain Mesin 3d*. yogyakarta: Andi.
- Kosasih, P. B. (2012). *Teori dan Aplikasi Metode Elemen Hingga*. yogyakarta: Andi Offset.
- Meriam, J. L., & Kraige, L. G. (1997). *Statics*. Virginia: John Wiley & Sons, Inc.
- Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2001). *Product Design and Development*. *Megraw-Hill Internasional*.
- Widarto. (2008). *Teknik Pemesinan*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.



# LAMPIRAN 1 GAMBAR 2D MEJA AWAL



## LAMPIRAN 2 GAMBAR 2D MEJA PLAT



**LAMPIRAN 3**  
**GAMBAR 2D MEJA KANAL C**

