

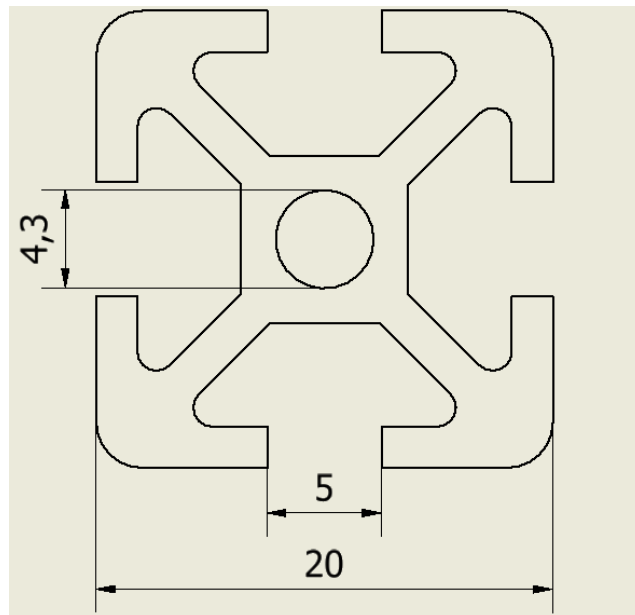
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Profil dan Dimensi Kerangka

Profil yang digunakan untuk konstruksi kerangka 3d printer Core XY tersebut yaitu berbentuk aluminium *profile extrusion* 2020 termasuk dalam kategori aluminium struktural yang memiliki panjang bermacam macam kemudian disatukan sehingga membentuk konstruksi kerangka 3d printer Core XY.



Gambar 2.1 Dimensi Aluminium *Profile Extrusion* 2020

2.1.2 *Computer Aided Design* (CAD)

Computer Aided Design adalah suatu perangkat lunak komputer untuk menggambar suatu produk atau bagian dari suatu produk. Produk yang ingin digambarkan bisa diwakili oleh garis-garis maupun simbol-simbol yang memiliki makna tertentu. CAD bisa berupa gambar 2 dimensi, 3 dimensi dan *solid modelling*. Berawal dari menggantikan fungsi meja gambar kini perangkat lunak CAD telah berevolusi dan terintegrasi dengan perangkat lunak CAE (*Computer Aided Engineering*) dan CAM (*Computer Aided Manufacturing*). Integrasi itu

dimungkinkan karena perangkat lunak CAD saat ini merupakan aplikasi desain produk/komponen dalam bentuk *solid* dan/atau *surface modelling*. *Solid* model memungkinkan kita untuk memvisualisasikan komponen dan rakitan yang kita buat secara realistis. Selain itu model mempunyai properti seperti massa, volume, pusat gravitasi, luas permukaan dan sebagainya. Beberapa perangkat lunak CAD yang digunakan di Indonesia yaitu: *Alias*, *CATIA*, *Autodesk® Inventor®*, *Pro/ENGINEER®*, *Parasolid®*, *SolidWorks™* dan *Power Shape* dan *UGS NX*. (Dicky Seprianto, Romi Wilza, Iskandar, 2017).

2.1.3 Metode Elemen Hingga

Metode Elemen Hingga adalah metode numerik untuk mendapatkan solusi permasalahan diferensial, baik persamaan diferensial biasa (*Ordinary Differential Equatiao*n) maupun persamaan diferensial biasa (*Partial Differential Equatio*n). Karena persamaan diferensial seringkali digunakan sebagai model permasalahan engineering. Saat ini MEH merupakan salah satu metode numerik paling *versatile* untuk memecahkan problem dalam domain kontinu. Pada awalnya MEH dikembangkan untuk memecahkan problem dibidang mekanika benda padat (*Solid Mechanic*), tetapi kini MEH sudah merambah ke hampir semua *problem engineering* seperti mekanika fluida (*fluid mechanic*), perpindahan panas (*heat transfer*), elektromagnetik (*electro magnetism*), getaran (*vibration*), analisis modal (*modal analysis*), dan banyak lagi problem *engineering* lainnya (Isworo, 2018).

Proses inti MEH adalah membagi *problem* yang kompleks menjadi bagian-bagian kecil atau elemen-elemen dari mana solusi yang lebih sederhana dapat dengan mudah diperoleh. Solusi dari setiap elemen jika digabungkan akan menjadi solusi problem secara keseluruhan.

2.1.4 Faktor Keamanan

Faktor Keamanan pada awalnya didefinisikan sebagai suatu bilangan pembagi kekuatan ultimate material untuk menentukan “tegangan kerja” atau “tegangan desain”. Perhitungan tegangan design ini pada jaman dulu belum mempertimbangkan faktor-faktor lain seperti *impact*, *fatigue*, dan lain-lain,

sehingga faktor keamanan nilainya cukup besar yaitu sampai 20-30. Dalam “*modern engineering practice*”, faktor keamanan dalam *design* harus mempertimbangkan hampir semua faktor yang mungkin meningkatkan terjadinya kegagalan. Factor keamanan merupakan hasil perbandingan dari tegangan luluh sesungguhnya terhadap tegangan maksimum yang terjadi,

$$\text{Faktor Keamanan} = \frac{\text{Tegangan Luluh}}{\text{Tegangan Maksimum}}$$

Beberapa referensi juga mendefinisikan faktor keamanan sebagai perbandingan antara “*design overload*” dan “*normal load*”. Penentuan nilai numerik faktor keamanan sangat tergantung pada berbagai parameter dan pengalaman. Parameter-parameter utama yang harus diperhatikan adalah jenis material, tipe dan mekanisme aplikasi beban, keadaan diberi tegangan, jenis komponen dan lain- lain, sehingga tabel dapat dilihat seperti dibawah ini.

Tabel 2.1 Faktor keamanan yang disarankan
(Aaron D.Deutschman, Machine Design, 1975)

No.	Faktor Keamanan	Parameter dan tingkat ketidak pastian
1.	1,25 – 1,5	Data material yang sangat akurat dan andal, jenis pembebanan yang pasti, metoda perhitungan tegangan yang akurat
2.	1,5 – 2	Data Material yang cukup baik, kondisi lingkungan yang stabil, dan beban serta tegangan yang terjadi dapat dihitung dengan baik.
3.	2,0 – 2,5	<i>Average</i> material, komponen dioperasikan pada lingkungan normal, beban dan tegangan dapat dihitung dengan material
4.	2,5 – 3	Untuk material yang datanya kurang baik, atau material getas dengan pembebanan dan lingkungan rata-rata
5	3 - 4	Untuk material yang belum teruji, dengan pembebanan, dan lingkungan rata-rata. Angka ini juga disarankan untuk material yang teruji dengan baik, tetapi kondisi lingkungan dan pembebanan tidak dapat ditentukan dengan pasti

2.1.5 Tegangan dan Analisa Gaya

Salah satu masalah fundamental dalam *mechanical engineering* adalah menentukan pengaruh beban pada komponen mesin atau peralatan. Intensitas gaya dalam pada suatu benda didefinisikan sebagai tegangan (*stress*). Untuk menjaga prinsip kesetimbangan, tentu pada penampang tersebut terdapat gaya-gaya dalam yang bekerja.

Tegangan bisa diartikan sebagai gaya per satuan luas. Ketika sebuah gaya diberikan kepada sebuah benda. Tegangan adalah perbandingan antara besar gaya terhadap luas dimana gaya tersebut dikenakan. Jika gaya yang dikenakan tegak lurus dengan permukaan benda, maka terjadi tegangan normal. Jika gaya yang dikenakan berarah tangensial terhadap elemen luasan benda, maka terjadi tegangan geser. Jika gaya tersebut tidak tegak lurus maupun paralel terhadap permukaan benda, maka gaya tersebut dapat diuraikan dalam komponen normal dan tangensial. Persamaan Hukum Newton 1 dapat dinotasikan seperti dibawah ini:

$$\Sigma F = 0 \quad (2.2)$$

Umumnya gaya – gaya yang bekerja pada luasan sangat kecil pada penampang tersebut bervariasi dalam besar maupun arah. Gaya dalam merupakan resultan dari gaya – gaya pada luasan sangat kecil ini. Intensitas gaya menentukan kemampuan suatu material terutama dalam memikul beban, disamping itu mempengaruhi sifat-sifat kekakuan maupun stabilitas. Intensitas gaya dan arahnya yang bervariasi dari titik ke titik dinyatakan sebagai tegangan. Karena perbedaan pengaruhnya terhadap material struktur, biasanya tegangan diuraikan menjadi komponen yang tegak lurus dan sejajar dengan arah potong suatu penampang.

Tegangan merupakan perbandingan antara gaya tarik atau tekan yang bekerja terhadap luas penampang benda. Seperti persamaan berikut:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2.3)$$

Dimana : σ = tegangan (N/mm²)

F = gaya tekan atau tarik (N)

A = luas penampang (mm²)

2.2 Kajian Pustaka

Dalam penelitian Tugas akhir dibutuhkan suatu penelitian terlebih dahulu, untuk dijadikan sebuah referensi untuk diobservasi. Berikut ini merupakan beberapa referensi yang berkaitan.

a. Jurnal analisis struktur rangka

Akmal Lazuardi dkk (2022) melakukan penelitian mengenai kerangka 3D *Printing* yang mana judul nya adalah “Analisis struktur aluminium *profile v-slot* sebagai desain rangka mesin 3D *printer*”. Penelitian ini membahas mengenai kekuatan struktur rangka 3d *printing*. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa material aluminium *profile v-slot* cocok digunakan sebagai bahan struktur mesin 3D *printer*. Berdasarkan pemodelan yang dilakukan tegangan yang didapatkan oleh tiap bagian yaitu *frame* atas, bawah, dan *handle* menunjukkan distribusi tegangan masih di bawah UTS dan YS sehingga aman digunakan untuk struktur permesinan manufaktur cerdas.

Penelitian tentang kekuatan struktur mekanik dari perancangan desain rangka 3D *Printer* tipe Core XY menggunakan *software* Autodesk Inventor 2015 dan mengetahui kualitas produk hasil 3D *Printer* yang dibuat. Penelitian ini merupakan jenis perancangan dengan metode Pahl & Beitz dengan tahapan penjabaran tugas atau spesifikasi, perancangan konsep, perancangan wujud, dan perancangan secara terperinci. Analisis data menggunakan statistik deskriptif. Hasil analisis data menunjukkan bahwa kekuatan rangka 3D *Printer* cukup baik dibuktikan dengan analisis menggunakan *software* Autodesk inventor 2015 dan hasil benda kerja yang diproses menggunakan 3D *Printer* mempunyai nilai kepresisian dengan toleransi ± 0.5 mm dibuktikan dengan hasil pengukuran benda kerja dengan menggunakan alat ukur. Jadi disimpulkan bahwa 3D *Printer* tipe core XY yang dibuat layak digunakan untuk proses pembuatan benda 3 Dimensi. (Amri & Sumbodo, 2018)

b. Jurnal analisis tegangan

Helmi Fauzi, (2013), dalam penelitiannya mengenai Analisis tegangan pada *Frame* mobil listrik sinosi menggunakan metode elemen hingga. Penelitiannya

menggunakan metode analisis dengan dilakukan perhitungan secara manual dengan metode elemen hingga yang kemudian dibandingkan dengan Simulasi menggunakan *software Catia P3V5R14*. Sehingga dapat memperhitungkan besar tegangan, regangan dan defleksi yang terjadi pada struktur *frame* mobil listrik “sinosi”. Adapun material yang digunakan adalah baja St37 berprofil U dengan pembebanan -1020 N, 3980 N, dan -485 N pada jarak 0 cm, 101,5 cm, dan 200 cm. Dari hasil perhitungan menggunakan metode elemen hingga didapat nilai sebelum diberi penguat lebih besar daripada nilai sesudah diberi penguat. Perbandingan nilai *displacement* antara *frame* sebelum diberi penguat dan sesudah diberi penguat, didapat peningkatan sebesar 7,32% akibat adanya penambahan penguat pada *frame*. Perbandingan nilai regangan antara *frame* sebelum diberi penguat dan sesudah diberi penguat, didapat peningkatan sebesar 14,11% akibat adanya penambahan penguat pada *frame*. Perbandingan nilai tegangan antara *frame* sebelum diberi penguat dan sesudah diberi penguat, didapat peningkatan sebesar 14,11% akibat adanya penambahan penguat pada *frame*. Perbandingan tegangan hasil perhitungan metode elemen hingga dan Simulasi menggunakan *software Catia* menunjukkan tegangan hasil analisa menggunakan *software Catia* nilainya lebih besar dari hasil analisa menggunakan metode elemen hingga. Perbedaan yang cukup besar ini diakibatkan adanya perbedaan metode pendekatan yang digunakan.

Abidin dan Rama, (2017), berhasil membuat penelitian mengenai Analisa Distribusi Tegangan dan *Defleksi Connecting Rod* Sepeda Motor 100 CC menggunakan Metode Elemen Hingga. Tujuan dari penelitiannya adalah menganalisa tegangan *von mises* dan faktor keamanan pada *connecting rod* dengan bantuan *solidworks 2007*. Setelah dilakukan penelitian didapatkan hasil bahwa tegangan *von misses* maksimum yang terjadi yaitu sebesar $4,911e+008$ N/m² dan nilai tegangan *von mises* berada dibawah tegangan *yield* material baja AISI 1045 sehingga *connecting rod* dapat dikatakan dalam keadaan aman.

Wicaksono, romario, dkk. (2021) Penelitian ini difokuskan pada perancangan, simulasi, dan pembuatan mesin 3D printer. Perancangan mesin 3D *printer* dilakukan dengan membuat model kartesian berbasis *Fused Deposition Modelling*. Proses analisis dilakukan terhadap desain mesin 3D *printer*

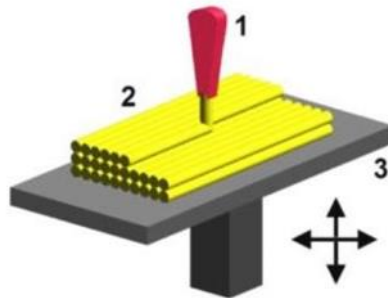
menggunakan metode elemen. Simulasi ini dilakukan dengan menggunakan asumsi tanpa pembebanan dan dengan menggunakan pembebanan hasil cetakan berbahan PLA sesuai dengan ukuran maksimal yang direncanakan. Hasil analisis telah dilakukan dan menunjukkan adanya pembebanan terpusat pada *bed spring*. Sehingga untuk menanggulangi kondisi yang terjadi, mesin 3D *printer* hanya diizinkan untuk menerima beban maksimal 40% massa dari total area printer yang disediakan.

2.3 3D Printing

3D *Printer* merupakan suatu mesin pencetak yang mencetak objek secara 3D yang dapat dilihat, dipegang serta memiliki *volume*. Suatu model 3D dibentuk lapis demi lapis yang proses pembuatan barang padat 3D dari file digital. (Andriyansyah et al., 2021)

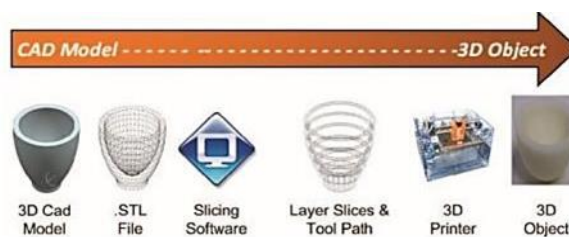
3D *Printer*, juga dikenal sebagai *Additive Manufacturing* (AM), mengacu pada proses yang digunakan untuk membuat sebuah objek tiga dimensi di mana lapisan material dibentuk di bawah kendali komputer untuk membuat suatu objek tersebut. Benda bisa mirip sama bentuk atau geometri dan biasanya diproduksi dengan menggunakan data model digital dari model 3D maupun dari sumber data elektronik lainnya seperti file *Additive Manufacturing File* (AMF). (Ramadhan et al., 2022)

Aplikasi teknologi 3D *printing* ini banyak digunakan paling utama untuk membuat purwa rupa (*prototype*) pada industri telepon genggam, penerbangan, otomotif, sepatu, desain industri, arsitektur, konstruksi, *dental*, industri kedokteran, pembelajaran, metode sipil serta yang lainnya. Dengan menggunakan teknologi ini perancang hendak dengan kilat mewujudkan kreasinya jadi objek 3D, sehingga lekas dapat dianalisa kelayakan sesuatu produk semacam ergonomi serta yang lain. Terdapat beberapa komponen utama pada mesin 3D *printing* berbasis FDM.



Gambar 2.2 Sistem kerja *Fused Deposition Manufacturing* (FDM)
(Novakova & Kuric, 2012)

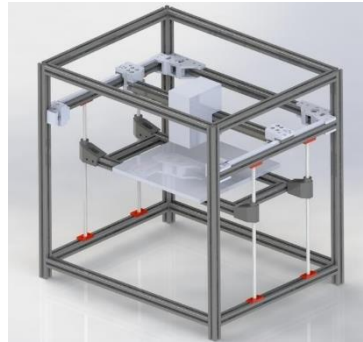
Prosedur umum dalam penggunaan *printer 3-D* yaitu dimulai dari ide *desain* yang akan dibuat, kemudian ide tersebut dituangkan dalam gambar 3-D melalui *software CAD* seperti *Solidworks*, *Autocad*, *Sketchup*, dan sebagainya (Cantu & Jonsson, 2012). Desain yang telah digambar tersebut disimpan dalam format *file .stl* (dot stl) kemudian diolah ke *software* seperti *Repetier*, *Cura* atau *Slicer* yang bertujuan untuk mengonversi *file* format *.stl* ke file *.gcode* supaya mesin *printer 3-D* dapat membaca desain yang akan dibuat. Setelah dikonversi *file* tersebut dimasukkan kedalam *motherboard printer 3-D* melalui *Micro SD Card* yang telah disiapkan dan memproses desain tersebut untuk menghasilkan produk 3 dimensinya (Novakova & Kuric, 2012).



Gambar 2.3 Proses Kerja dari *Printer 3-D*
(Tavena, Budi,dan Carla, 2015)

2.3.1 Bagian-Bagian Mesin 3D Printing

- a. *Frame* adalah struktur utama untuk menompang mesin *3D printing*. *Frame* harus kaku dan kokoh sehingga cetakannya bisa terbentuk dengan akurat.



Gambar 2.4 *Frame 3D Printing*

- b. *Print head* merupakan bagian dari *printing* yang berguna untuk melelehkan dan menggerakkan filamen. *Print head* terdiri dari *nozzle*, *heater*, dan *fan*.



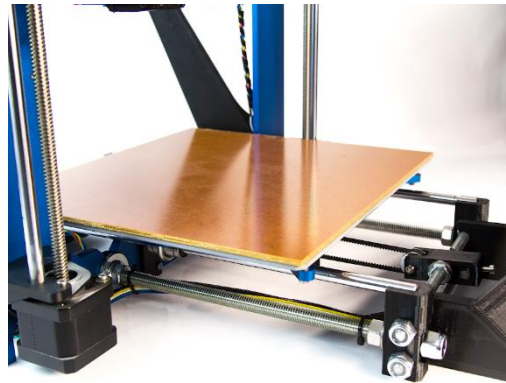
Gambar 2.5 *Print Head*
(Andrey, 2019)

- c. *Nozzle* merupakan bagian untuk menghasilkan bahan yang berupa semi-solid sehabis melewati *heater*. *Nozzle* memastikan keahlian bahan bisa dicairkan dengan benar. *Nozzle* bermutu baik bisa menyuplai bahan seperti polikarbonat, nilon, serta plastik temperatur besar yang lain.



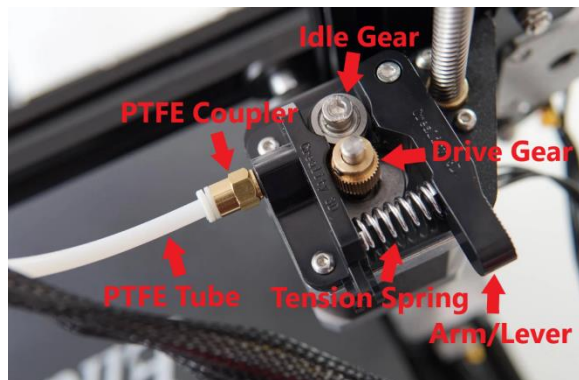
Gambar 2.6 *Nozzle*
(Benedict, 2022)

- d. *Build platform* atau *bed* adalah permukaan datar untuk mencetak. Beberapa printing memiliki bed yang dapat dipanaskan untuk memungkinkan pencetakan bahan yang perlu dijaga temperaturnya selama proses cetak.



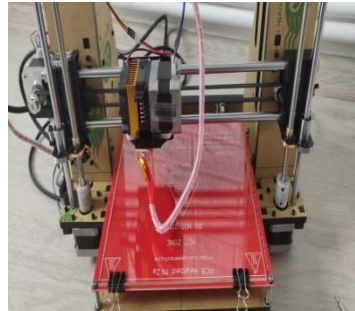
Gambar 2.7 *Bed*
(Anderson, 2016)

- e. *Bowden* berfungsi untuk mengatur filamen saat didorong atau ditarik oleh motor.



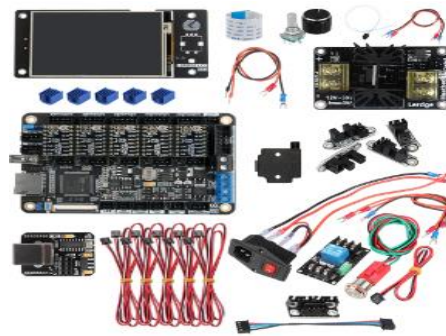
Gambar 2.8 *Bowden*
(Jackson, 2023)

- f. *Moving Parts* adalah kombinasi *motor stepper* yang terpasang pada sekrup, kabel, belt, dan sistem lain yang menempel pada *pulley*. Motor untuk *printing* 3D biasanya memiliki 200 *step per revolution*. Setidaknya ada 5 *motor stepper* pada 3D *printing*.



Gambar 2.9 *Motor Stepper*
(Alpin, 2021)

- g. *Electronics Control* terdiri dari mikroprosesor dan sebuah board sebagai kontrol untuk program pada mesin 3D *printing*. Sebagian besar *printing* 3D adalah sistem loop terbuka.



Gambar 2.10 *Electronics Control*
(Alpin, 2021)

2.3.2 Parameter Pada Mesin 3D *Printing*

Parameter merupakan suatu acuan yang digunakan untuk mengatur suatu nilai pada mesin untuk dapat memberikan hasil yang diinginkan pada saat proses. Pada mesin 3D *printing* parameter dimasukan melalui sebuah *software slicer* untuk menghasilkan bahasa program yaitu G-code, selanjutnya akan dibaca oleh mesin sebagai perintah untuk proses mencetak. Berikut parameter-parameter yang ada pada mesin 3D *printing*.

- a. *Nozzle temperature* adalah *temperatur* pada saat filamen diekstrusi.
- b. *Bed temperature* adalah *temperatur* pada papan/plat dimana objek menempel saat dicetak.
- c. *Layer height* adalah ketebalan setiap lapisan

- d. *Extrusion width* adalah lebar pada material yang telah *ekstrusi*. Besar nilai *extrusion width* harus lebih besar dari *layer height*
- e. *Perimeters* adalah jumlah minimum *shell vertikal* (dinding) yang akan dicetak.
- f. *Fill density* adalah tingkat kerapatan pada bagian inti dari objek yang akan dicetak. *Fill density* berkisar 0 sampai 100%
- g. *Fill pattern* adalah pola pengisian pada bagian inti objek. Namun *fill pattern* hanya dapat dilakukan dengan *fill density* kurang 100%. Memilih *fill pattern* tergantung pada jenis model, kekuatan struktural yang diinginkan, dan kecepatan cetak. Pola infill pada umumnya berbentuk *rectilinear*, *line*, dan *honeycomb*.
- h. *Raster angle* adalah sudut pola *infill (infill pattern)*.
- i. *Raft layers* berfungsi menambahkan lapisan tambahan di bawah model pada saat awal pencetakan yang berguna untuk menopang bagian *layer* yang mengambang. *Raft* memerlukan proses tambahan untuk menghilangkannya.
- j. Kecepatan adalah kecepatan gerak pada saat mencetak. Pada pengaturan *default* hanya ada tiga pengaturan kecepatan yang perlu dipertimbangkan: *Perimeters speed* adalah kecepatan *outline* pada model. Proses cetak yang sedikit lebih lambat dapat membuat *outline* cetakan memiliki sisa material ekstrusi yang lebih sedikit.

Brim width berfungsi untuk menambahkan perimeter lebih ke lapisan pertama sebagai dasar, yang berguna untuk memberi area permukaan lebih banyak agar dapat menempel pada bed dan mengurangi *warping* (sudut cetak terlepas dari bed)

2.3.3 *Slicing* (Pembuatan Lintasan)

Membuat file CAD merupakan bagian awal dari proses pencetakan 3D. Langkah berikutnya merupakan lintasan cetak yang di sebut *slicing* wajib memperhitungkan bentuk dari printer tersebut serta geometri model yang ingin di cetak. Proses *slicing* yang ada pada *3D printing* butuh memastikan beberapa pengaturan semacam bahan, *temperature*, waktu buat mengekstrusi bahan, serta

pengaturan lain yang ada pada tiap-tiap program *slicer*. Pembuatan pola lintasan mesin *rapid prototyping* bertujuan agar pergerakan dapat dilakukan secara robotik pada bidang XYZ. Proses-proses ini membutuhkan pengaturan dalam pembuatan lintasan yang berbeda. Pendekatan-pendekatan pengaturan untuk proses *slicing* dikategorikan ke dalam empat kelompok :

- a. Metode *slicing* model CAD dengan ketebalan yang seragam (uniform).
- b. Metode *slicing* model CAD dengan ketebalan *layer adaptive*.
- c. Metode *slicing* model CAD dengan ketebalan *adaptive*.
- d. Metode *slicing* dengan perhitungan kontur yang tepat

Model *slicing* ketebalan *layer* seragam dimana seluruh *layer* memiliki ketebalan yang sama sebaliknya tata cara *slicing* ketebalan *layer adaptive*, ketebalan *layer* bermacam-macam bagi kompleksitas geometri. Proses pembuatan lintasan pada saat *slicing* dapat mempengaruhi kualitas permukaan, kekuatan, kekakuan, dan waktu pembuatan produk.

2.4 Metode Numerik

Metode Numerik adalah teknik untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang diformulasikan secara matematik dengan cara operasi hitungan (*arithmetic*). Beberapa definisi metode numerik dikemukakan ahli matematika, misalnya metode numerik adalah teknik dimana masalah matematika diformulasikan sedemikian rupa sehingga dapat diselesaikan oleh pengoperasian aritmetika (Chapra dan Chanale, 1991).

Metode numerik adalah teknik-teknik yang digunakan untuk merumuskan masalah matematika agar dapat diselesaikan hanya dengan operasi hitungan, yang terdiri dari operasi tambah, kurang, kali dan bagi (Susila, 1994).

Terdapat banyak jenis metode numerik, namun pada dasarnya masing-masing metode tersebut memiliki karakteristik umum, yaitu selalu mencakup sejumlah kalkulasi aritmetika. Jadi metode numerik adalah suatu teknik untuk memformulasikan masalah matematika sehingga dapat diselesaikan dengan operasi aritmetika yang terdiri dari operasi tambah, kurang, kali dan bagi (Rachmad, 2011).

Mengapa harus Metode Numerik? Alasan pemakaian metode numerik ini karena tidak semua permasalahan matematis atau perhitungan matematis dapat diselesaikan dengan mudah. Bahkan dalam prinsip matematik, suatu persoalan matematik yang pertama dilihat apakah persoalan itu memiliki penyelesaian atau tidak. Jadi, jika persoalan sudah sangat sulit atau tidak mungkin diselesaikan dengan metode matematis (analitik) maka kita dapat menggunakan metode numerik sebagai alternatif penyelesaian persoalan tersebut.

2.4.1 Menggunakan Metode Numerik

Disamping itu menurut Rachmad (2011) ada sejumlah mengapa orang menggunakan metode numerik untuk memecahkan masalah yang dihadapinya. Beberapa alasan tersebut sebagai berikut.

- a. Metode numerik merupakan suatu teknik untuk menyelesaikan masalah matematika yang efektif dan efisien. Dengan bantuan komputer ia sanggup menangani masalah yang rumit dan melibatkan perhitungan yang luas, misalnya untuk memecahkan masalah solusi suatu persamaan tak linear, sistem persamaan yang besar, dan permasalahan lainnya termasuk dalam teknik dan sosial. Masalah yang sering sulit atau bahkan tidak mungkin dapat diselesaikan secara analitis dapat diselesaikan dengan metode numerik.
- b. Saat ini terdapat berbagai paket program komputer (misalnya excel, maple, matlab, atau program paket lainnya) yang tersedia dan diperdagangkan sehingga mudah didapat yang dalam pengoperasiannya mencakup metode numerik. Dengan demikian, pemecah masalah tinggal menyesuaikan dengan karakteristik program paket tersebut dengan algoritma yang digunakan dalam pemecahan masalah.
- c. Apabila masalah yang dihadapi sulit diselesaikan dengan bantuan program paket komputer, maka pemecah masalah dapat menggunakan program komputer (misalnya *basic*, *pascal*, *fortran*, atau program komputer lainnya). Jika pemecah masalah mahir mendesain program sendiri, maka

pemecah masalah dapat lebih leluasa dalam menggunakan metode numerik untuk memecahkan masalah yang dihadapinya.

- d. Di sisi lain, metode numerik merupakan semacam sarana yang efisien untuk mengenal karakteristik komputer dan mendesain algoritma, diagram alur dan menulis program komputer sendiri.

Perangkat lunak *Ansys* dapat mensimulasikan tekanan, kejutan, dan getaran “*Shock and Vibration*” sehingga memberikan hasil yang sangat mudah dimengerti. Dengan demikian, perangkat lunak *Ansys* dapat menganalisis pembebanan pada *Frame 3D Printing corexy* secara numerik.

2.5 *Ansys*

Ansys adalah suatu perangkat lunak komputer yang mampu menyelesaikan persoalan persoalan elemen hingga dari pemodelan hingga analisis. *Ansys* ini digunakan untuk mensimulasikan semua disiplin ilmu fisika baik statis maupun dinamis, analisis struktural (kedua-duanya linier dan non linear), perpindahan panas, dinamika fluida, dan elektromagnetik untuk para *engineer* (Kohnke, 1999). *Ansys* dapat mengimpor data CAD dan juga memungkinkan untuk membangun geometri dengan kemampuan yang “*preprocessing*”. Demikian pula dalam *preprocessor* yang sama, elemen hingga model (jaring alias) yang diperlukan untuk perhitungan dihasilkan. Setelah mendefinisikan beban dan melakukan analisis, hasil dapat dilihat sebagai numerik dan grafis. *Ansys* bekerja dengan sistem metode elemen hingga, dimana penyelesaiannya pada suatu objek dilakukan dengan pendeskritisasian dimana membagi atau memecah objek analitis satu rangkaian kesatuan ke dalam jumlah terbatas elemen hingga yaitu menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dan dihubungkan dengan node (Hidajat & Lulus, 2005). Hasil yang diperoleh dari *Ansys* ini berupa pendekatan dengan menggunakan analisa numerik. Ketelitiannya sangat bergantung pada cara kita memecah model tersebut dan menggabungkannya (Novian & Rahmawati, 2015). ANSYS bekerja dengan sistem metode elemen hingga, dimana penyelesaiannya pada suatu objek dilakukan dengan pendeskritisasian dimana membagi atau memecah objek analitis satu

rangkaian kesatuan ke dalam jumlah terbatas elemen hingga yaitu menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dan dihubungkan dengan node. Hasil yang diperoleh dari ANSYS ini berupa pendekatan dengan menggunakan analisa numerik. Ketelitiannya sangat bergantung pada cara kita memecah model tersebut dan menggabungkannya. Secara umum, suatu solusi elemen hingga dapat dipecahkan dengan mengikuti 3 tahapan. Secara umum, suatu solusi elemen hingga dapat dipecahkan dengan mengikuti 3 tahapan. Tahapan Ini merupakan panduan umum yang dapat digunakan untuk menghitung analisis elemen hingga. Dalam penelitian ini digunakan suatu software bantu yang cukup populer di kalangan engginer yaitu ANSYS APDL 15.0. dimana *software* program ini mampu melakukan analisa beban, pengaruh temperatur, deformasi, defleksi, tegangan, dan sebagainya.