

ANALISIS STATIC PAHAT BUBUT RATA KANAN HSS DENGAN SIMULASI SOLIDWORKS

Mula Sakti Hutabarat and KMS M Avrieldi

* Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknik Mesin

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia

¹E-mail: mulasakti13@gmail.com

Abstrak

Mesin bubut adalah jenis lain dari mesin perkakas yang digunakan untuk merubah bentuk dan ukuran suatu benda kerja dan proses nya dilakukan dengan cara melakukan pemakanan pada benda kerja yang sayatannya dilakukan dengan cara memutar benda kerja kemudian dikenakan pada pahat yang digerakan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja. Pahat merupakan komponen yang dapat habis dan harganya relatif mahal, pahat akan mengalami keausan setelah digunakan untuk pemotongan, jika pahat terus digunakan maka keausan pahat akan semakin cepat. Tujuan penelitian ini yaitu: melakukan simulasi statik untuk mengevaluasi nilai distribusi Von Mises, *Factor of Safety* (FoS), dan *Displacement* (perpindahan/lendutan) pada setiap beban yang di simulasikan, menentukan, menghitung gaya *tangensial*, gaya *aksial*, gaya *radial*, gaya *resultan*, membandingkan tegangan Von Mises hasil simulasi terhadap tegangan luluh material untuk menentukan batas elastisitas pahat. Penelitian ini dilakukan dengan membuat desain 2D dan 3D. Penelitian ini dilakukan sepenuhnya secara virtual menggunakan simulasi numerik berbasis metode elemen hingga (*Finite Element Analysis*) pada perangkat lunak *SolidWorks Simulation*, tanpa melakukan pengujian eksperimental secara langsung di laboratorium, parameter analisis nya adalah yaitu analisis statik namun saat di *SolidWorks* hanya menginput hasil perhitungan *resultan force* nya. Hasil penelitian yang diharapkan adalah adanya data tekanan dan beban *force* maksimum yang dapat di tahan oleh pahat bubut rata kanan HSS dan beban over yang menyebabkan pahat mengalami deformasi permanen.

Kata kunci: Pahat bubut, HSS, *SolidWorks*, *Static Simulation*, *Von Mises*, *Displacement*, *Factor of Safety*

Abstract

A lathe is a type of machine tool used to alter the shape and dimensions of a workpiece; the process involves removing material by rotating the workpiece against a cutting tool that moves linearly parallel to the workpiece's axis of rotation. The cutting tool is a consumable component with a relatively high cost; it undergoes wear during cutting operations, and continued use accelerates this wear. The objectives of this study are to: perform a static simulation to evaluate Von Mises stress distribution, the Factor of Safety (FoS), and displacement (deflection) for each simulated load; calculate the tangential, axial, radial, and resultant forces; and compare the simulated Von Mises stress against the material's yield strength to determine the tool's elastic limit. The study involved creating 2D and 3D designs and was conducted entirely virtually using Finite Element Analysis (FEA) via SolidWorks Simulation software, without direct experimental laboratory testing. While the analysis type is static, the input for the SolidWorks simulation consisted of the calculated resultant force values. The expected outcome is data regarding the maximum pressure and load capacity of a right-hand HSS turning tool, as well as the overload threshold that causes permanent deformation.

Keywords: Lathe tool, HSS, *SolidWorks*, *Static Simulation*, *Von Mises*, *Displacement*, *Factor of Safety*

1 Pendahuluan

Seiring dengan berjalannya waktu, perkembangan dikalangan industri semakin maju maka dari itu menuntut para pelaku industri untuk meningkatkan kualitas setiap produk yang dihasilkan, untuk membuat produk itu menjadi sebuah produk yang presisi dan mempunyai nilai jual yang fantastis, proses pemesinan merupakan salah satu bagian penting dalam industri, khususnya dalam pembuatan komponen-komponen presisi.[1] Mesin bubut adalah jenis lain dari mesin perkakas yang digunakan untuk memotong benda kerja dan proses nya dilakukan dengan cara melakukan pemakanan pada benda kerja yang sayatannya dilakukan dengan cara memutar benda kerja kemudian dikenakan pada pahat yang digerakan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja, mesin bubut digunakan untuk merubah bentuk dan ukuran sutu benda kerja dengan jalan menyayat benda kerja yang berputar dengan menggunakan benda pahat.

Penelitian ini mengacu pada studi kasus yang relevan dengan kebutuhan industri pemesinan, terutama pada PT X di mana perusahaan tersebut menggunakan mesin bubut untuk membuat komponen – komponen tooling. pahat bubut HSS merupakan salah satu alat potong yang krusial dalam proses produksi komponen – komponen presisi, pahat bubut berfungsi untuk menyayat atau melakukan pemakanan pada benda kerja, berikut ini adalah jenis – jenis pahat bubut yang sering digunakan diantaranya : pahat bentuk, pahat ulir pahat alur, pahat bubut rata kanan, pahat bubut rata kiri. Pengaruh pahat meliputi jenis jenis material pahat, gemoteri sudut pahat dan posisi pemasangan pahat pada mesin bubut, jenis pahat umum yang sering digunakan adalah pahat jenis HSS, Pahat potong bergerak relatif terhadap benda kerja dan membuang sebagian dari material benda kerja yang lazim disebut tatal (*chip*), bagian dari pahat potong yang makan kedalam material benda kerja disebut elemen pemotongan (*cutting element*).

Perkakas potong (*cutting tool*) adalah bagian yang paling kritis dari suatu proses pemesinan, material, parameter dan geometri dari perkakas potong serta gaya pemotongan akan menentukan suatu proses pemesinan dan akan memengaruhi kekuatan pahat/ perkakas potong tersebut, dalam proses pemesinan yang sering mengalami pergantian adalah pahat. pahat merupakan komponen yang dapat habis dan harganya relatif mahal, pahat akan mengalami keausan setelah digunakan untuk pemotongan, jika pahat terus digunakan maka keausan pahat akan semakin cepat[2]. Kerusakan fatal harus dihindari terjadi pada pahat, mesin perkakas, benda kerja, dan dapat membahayakan operator, serta mempengaruhi besar pada toleransi geometrik dan kualitas produksi.maka dari itu begitu penting memperhatikan umur pahat pada proses pemesinan, kriteria mengenai umur pahat atau batas waktu pemakaian pahat yaitu apabila pahat tidak dapat lagi dipergunakan atau patah telah mengalami kerusakan. pahat HSS salah satu jenis pahat yang mempunyai kekerasan cukup tinggi.

Permasalahan pada penelitian ini adalah keausan dan kerusakan pada ujung pahat dapat mempengaruhi hasil permukaan benda, mempengaruhi toleransi geometris dan juga dapat menyebabkan penurunan kualitas produk, bagaimana pengaruh variasi beban resultan gaya potong yaitu pada beban 131.8 N,193.75 N, 551.83 N terhadap tegangan, perpindahan, faktor keselamatan material tersebut, dan apakah geometri dan material pahat bubut rata kanan hss masih aman digunakan pada kondisi pembebanan maksimum yang dilakulasi.

SolidWorks adalah perangkat lunak CAD (*Computer Aided Design*) dengan tingkat ranah elastis suatu material dengan perancangan pada pembuatan Design 3D, Drawing 2D dan Simulation, *Simulasi static* (analisis struktural statis) adalah metode pengujian digital yang digunakan untuk mengevaluasi respons suatu komponen atau struktur ketika menerima beban yang tetap (konstan) atau berubah secara sangat lambat, pada saat dilakukan pengujian simulasi di berikan titik *fixtures – fixed geometry* nya yaitu sisi atas dan bawah pahat dan *external loads – force* melalui *select direction* yaitu pada refrensi point di pilih bidang sudut ride angle (edge side ride angle), dan pada edge direction nya di pilih bidang *back rake angle (edge back rake angle)* yang bersentuhan langsung dengan benda kerjamengapa menggunakan force dikarenakan pada saat proses bubut terdapat beban dinamis/ gaya potong maka dari itu *force* cocok dipakai dalam simulasi.[3]

Dalam simulasi ini, salah satu material benda kerja yang digunakan adalah mild steel, pemilihan material ini didasarkan pada aplikasi aktualnya di lini produksi PT X, di mana material mild steel digunakan untuk membuat komponen – komponen pendukung tooling seperti punch, insert, mur/baut, dan pin. Oleh karena itu, analisis gaya potong pada material ini menjadi sangat penting untuk memastikan bahwa nilai dari hasil kalkulasi gaya potong tersebut dapat di implementasikan pada saat simulasi pahat bubut HSS.

Tujuan penelitian ini yaitu : melakukan simulasi statik untuk mengevaluasi nilai distribusi *Von Mises*, *Displacement* (perpindahan/lendutan), dan *Factor of Safety* (FoS) pada setiap beban yang di simulasikan, menentukan, menghitung gaya tangensial, gaya aksial, gaya radial, gaya resultan, membandingkan tegangan Von Mises hasil simulasi terhadap tegangan luluh material untuk menentukan batas elastisitas pahat.

Batasan penelitian ini dilakukan sepenuhnya secara virtual menggunakan simulasi numerik berbasis metode elemen hingga (*Finite Element Analysis*) pada perangkat lunak SolidWorks Simulation, tanpa melakukan pengujian eksperimental secara langsung di laboratorium, parameter analisis nya adalah yaitu analisis statik namun saat di SolidWorks hanya menginput hasil perhitungan resultan *force* nya.[4]

2 Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan menggunakan simulasi numerik berbasis elemen hingga (*Finite Element Analysis*). Tidak dilakukan eskperimen secara langsung, melainkan seluruh proses pengujian static dilakukan secara virtual di perangkat lunak di *SolidWorks*, simulasi numerik adalah adalah membagi suatu struktur yang kompleks menjadi sebuah elemen kecil yang lebih sederhana (*discretization*).[4]Elemen – elemen tersebut saling terhubung pada titik titik tertentu yang disebut nodal point, sehingga perilaku global struktur dapat di prediksi dengan menghitung respon tiap elemen, melalui proses ini distribusi tegangan, regangan, gaya, reaksi, maupun perpindahan, dapat diperoleh secara lebih detail dan mendekati kondisi nyata dibandingkan metode analisis konvensional

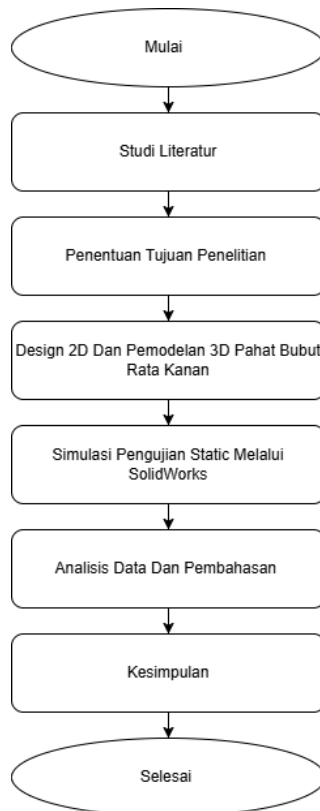


Diagram 1:Tahap Penelitian

2.1 Studi Literatur

Pada proses permesinan Untuk studi literatur yang mendasari pada penelitian ini dilakukan penelusuran tentang publikasi ilmiah yang membahas tentang karakteristik dan *properti material high speed material*, serta metode pengujian *static* menggunakan simulasi elemen hingga yang, nanti nya sumber–sumber tersebut yang akan dijadikan acuan serta prosedur simulasi yang digunakan dalam simulasi ini.[5]

2.2 Penentuan Tujuan Penelitian

Melakukan *simulasi statik* untuk mengevaluasi nilai distribusi *Von Mises* (Tegangan) *Displacement* (perpindahan/lendutan), dan *Factor of Safety* (nilai keamanan), menghitung gaya tangensial, gaya

aksial, gaya radial, gaya resultan, membandingkan tegangan Von Mises hasil simulasi terhadap tegangan luluh material untuk menentukan batas elastisitas pahat, Tegangan Von Mises bukanlah tegangan fisik nyata yang terjadi di satu arah, melainkan sebuah nilai tegangan *ekivalen* (tegangan tiruan) yang dihitung dari gabungan seluruh komponen gaya yang bekerja pada suatu titik di dalam material tiga dimensi, *Displacement* adalah ukuran perubahan posisi atau jarak suatu titik/partikel di dalam struktur dari posisi awalnya setelah diberikan beban mekanis, Faktor Keamanan (*FoS*) adalah rasio atau nilai perbandingan antara kekuatan maksimum struktur yang diizinkan terhadap beban nyata yang dipikulnya. Nilai ini menunjukkan seberapa kuat struktur tersebut melebihi kapasitas beban desain minimalnya.

2.3 Perancangan Desain 2D Dan Pemodelan 3D

Penelitian dapat membuat desain benda berupa gambar kerja yang dengan bertujuan untuk mengetahui ukuran pahat bubut dan pembuatan gambar atau desain menggunakan software solidworks, di mulai dari ide pengembangan dan konsep, prototype menggunakan software yang membantu dalam membuat desain drawing yang menggunakan *SolidWorks* 2D and 3D representation of a *single design component*, dengan memilih menu bar font plane. Konsep dalam membuat desain terdapat ukuran pahat bubut yang sesuai dengan spesifikasi sehingga tahap pengerjaan *drawing Prototype* sesuai dengan perencanaan

2.4 Simulasi Pengujian Static

Dalam suatu simulasi untuk mengetahui deformasi apa yang terjadi pada material tersebut dapat di simulasikan menggunakan *Software SolidWorks*, dapat memilih pada bagian *SolidWorks Add-Ins* dan memilih pada *SolidWorks Simulation*, untuk membuka lembaran baru New Study dapat menggunakan *Study Static* memilih material memilih permukaan untuk di *Fixtures – Fixed Geometry* dan *External Loads – force*, penginputan beban pada simulasi ini 3 variasi yaitu 131.8 N, 193.75 N, 551.83 N menggunakan fitur melalui select direction yaitu pada referensi point di pilih bidang sudut *ride angle (edge side ride angle)*, dan pada edge direction nya di pilih bidang *back rake angle (edge back rake angle)* yang bersentuhan langsung dengan benda kerja.[3]

2.5 Meshing

Meshing adalah proses memecah objek atau model menjadi bagian-bagian yang lebih kecil, Bentuk dari meshing berupa jaring-jaring yang akan membagi struktur dari rangka. Proses meshing akan menghasilkan komponen berupa nodes dan elements, pada simulasi ini dilakukannya mesh convergensi study, pada simulasi 131.8 N nilai mess sebesar 1,6 mm, pada simulasi 193.75 N nilai mess sebesar 0,8 mm, pada simulasi 551.83 N nilai mess sebesar 0,4 mm.

2.6 Rumus perhitungan gaya tangensial, gaya aksial, gaya radial, gaya resultan

Proses pengerjaan bubut merupakan suatu proses yang dilakukan untuk mengurangi diameter benda kerja dengan menggunakan pahat bermata tunggal, dikarenakan pahat menggunakan material HSS dan benda kerja yang digunakan adalah mild steel maka standar feed rate yang sering di pakai pada material mild steel untuk proses roughing adalah 0,25 – 0,50, maka dari itu peneliti menggunakan nilai feed rate di angka 0,25 untuk rpm 200, 0,30 untuk rpm 230, 0,35 untuk rpm 250, maka rumus untuk mencari feed rate adalah, selama proses pembubutan akan muncul gaya-gaya reaksi pada benda kerja, yang yang terjadi yaitu *gaya tangensial, gaya radial, dan gaya aksial*. *Gaya tangensial* (F_t) adalah suatu gaya yang datangnya searah dengan putaran benda kerja, *gaya radial* (F_r) yaitu gaya yang arahnya tegak lurus terhadap sumbu benda kerja, *gaya aksial* (F_f) yaitu gaya yang terjadi searah dengan sumbu gerak makan (panjang) benda kerja. Berdasarkan pendekatan *empiris* rumus gaya tangensial adalah ($a \times s \times ks$), rumus gaya aksial ($0,3 \times ft$), rumus gaya radial ($0,5 \times ft$), rumus gaya resultan ($fr = \sqrt{ft^2 + Ff^2 + fr^2}$), Pendekatan empiris berasal dari hasil pengujian menggunakan dinamometer sehingga lebih mampu merepresentasikan kondisi pemotongan sebenarnya. Oleh karena itu, model empiris merupakan pendekatan yang umum digunakan dalam simulasi, penelitian, dan pengembangan model gaya potong[6],

2.7 Material Properties HSS M35

HSS 35 (High-Speed Steel) adalah bagian dari keluarga *Molybdenum High-Speed Steel* yang memiliki komposisi dasar yang sangat mirip dengan M2. Perbedaan utamanya adalah penambahan unsur Kobalt (Co) sekitar 5%.[7]

Tabel 1. Material Properties HSS M35

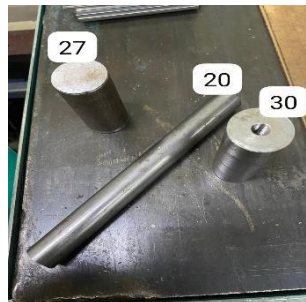
Property	Value	Units
Elastic Modulus	210000	N/mm ²
Poisson Ratio	0,30	N/A

Shear Modulus	81000	N/mm ²
Mass Density	8.15	g/cm ³
Tensile Strenght	2800	N/mm ²
Yield Strenght	2200	N/mm ²
Thermal Expansion Coefficient	11.5	/K
Thermal Conductivity	24	W/(m·K)
Compressive Strenght	4000	Mpa

3 Analisa Data dan Pembahasan

3.1 Data perhitungan gaya potong

Berdasarkan variasi parameter pemesinan pada material benda kerja *Mild Steel* (dengan nilai konstanta gaya potong spesifik $k_c = 1800$ (N/mm²) dan nilai *feed rate* yang bervariasi 0.25, 0.30, 0.35, berikut adalah hasil kalkulasi matematis gaya tangensial, gaya radial, gaya aksial, dan gaya resultan untuk ketiga kondisi benda uji.[6]



Gambar 1. foto material mild steel

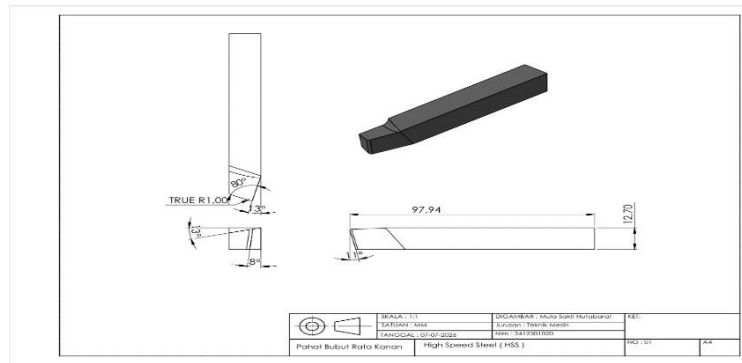
Tabel 2. Hasil Gaya Tangensial, Gaya Aksial, Gaya Radial

Sped (rpm)	Diam ter of work piece (mm)	Depth of cut (mm)	Feedrate (mm)	Tangensial force	Radial force	Aksial force	Resultan force
200	20	0,5 mm	0,25	225 N	112,5 N	67,5 N	131,8 N
230	27	1,2 mm	0,30	648 N	324 N	192,4 N	193,75
250	30	1,5 mm	0,35	945 N	472,5 N	283,5 N	551,83 N

Dalam bab metodologi pengujian virtual ini, nilai yang diinput ke dalam sistem *External Loads - Force* di SolidWorks hanya nilai komponen resultan force yang menjadi nilai input ke dalam simulasi solidworks.

3.2 Pemodelan Dan Desain 3D Pahat Bubut

Berdasarkan studi literatur dan spesifikasi teknik dilakukan pembuatan desain 3D pahat bubut menggunakan fitur cad pada SolidWorks, desain ini menggambarkan geometri pahat bubut dengan panjang 97,94 mm, lebar 12,7 mm dan tebal 12,7 mm, dan angle pemotongan nya yaitu 80 derajat pemodelan ini mempresentasikan kondisi aktual di lapangan,. ukuran ini merupakan ukuran yang sering dipakai oleh industri untuk pahat bubut , dan material pahat adalah HSS M35[8]



Gambar 2. Drawing Pahat Bubut

3.3 Simulasi Analisis Statik (Static Study)

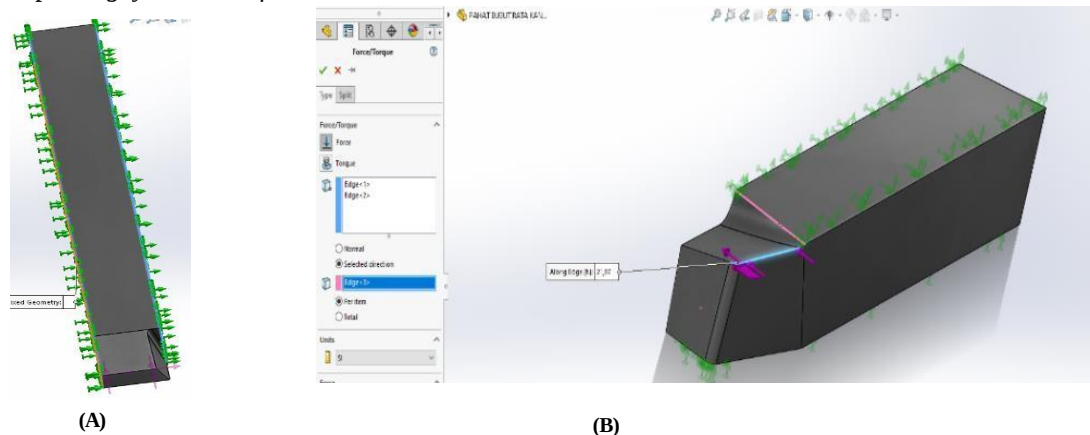
simulasi statik, simulasi ini berfungsi sebagai dasar untuk menghitung respons awal material terhadap beban tetap, berupa tegangan, deformasi, dan keamanan.,

3.4 Menginput Material

Material pahat ditetapkan sebagai HSS dengan properti mekanis yang merujuk pada database SolidWorks, properti ini meliputi yield strenght, elastic modulus, poison ratio, tensile strenght tangeht modulus, thermal expansion coefficient, mass density, penetapan HSS M35 dikarenakan cukup baik untuk mempertahankan kekerasan pada daerah cutting edge, ketahanan terhadap pelunakan akibat panas pemotongan

3.5 Pemberian Fixture – Fixed Geometry Dan External Loads – Force

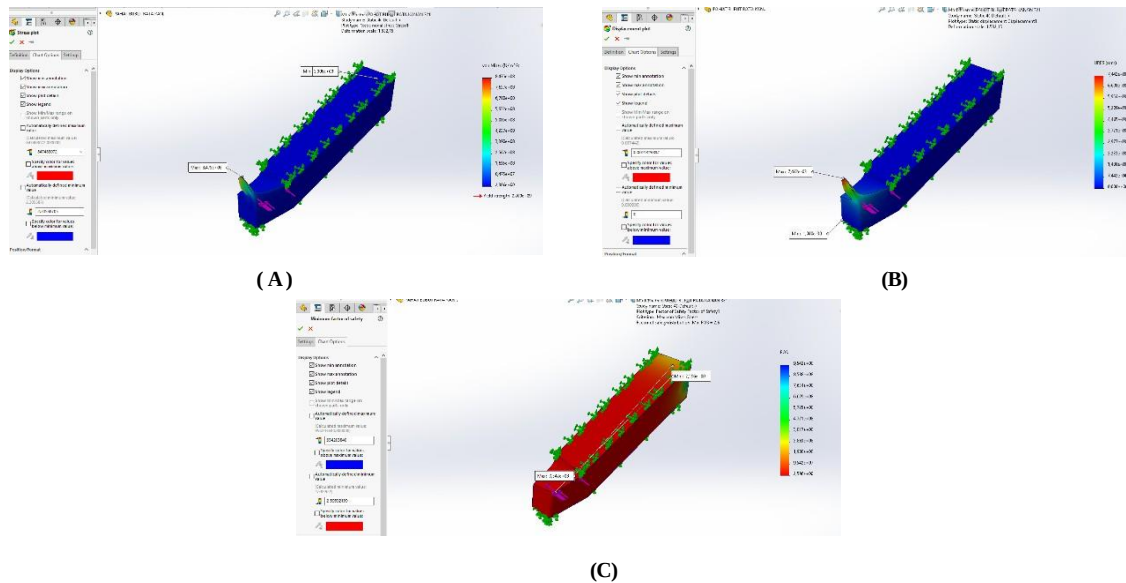
Pada saat melakukan simulasi dapat dilakukan pemberian *fixed geometry* pada sisi atas dan sisi bawah pahat untuk mempresentasikan kondisi cekam pahat pada mesin, dan pemberian beban gaya potong potong (force) melalui *select direction* yaitu pada refrensi point di pilih bidang sudut *ride angle* (*edge side ride angle*), dan pada *edge direction* nya di pilih bidang *back rake angle* (*edge back rake angle*) yang bersentuhan langsung dengan benda kerja, nilai yang diinput ke dalam sistem *External Loads - Force* di SolidWorks hanya nilai komponen *gaya resultan force*



Gambar 3. letak *fixed geometry* dan letak *external loads*

3.6 Hasil Simulasi Pahat Bubut Hss

1. Dalam hasil pengujian static pada desain pahat bubut nilai force 131,8 N dengan nilai *deformation scale* 1.532,15 di peroleh hasil *von misses*, *displacement*, dan *safety factor* diperoleh hasil :



Gambar 4:(A).von misses,(B)displacement, (C)factor of safety

Tabel 3 hasil simulasi force 131,8 N

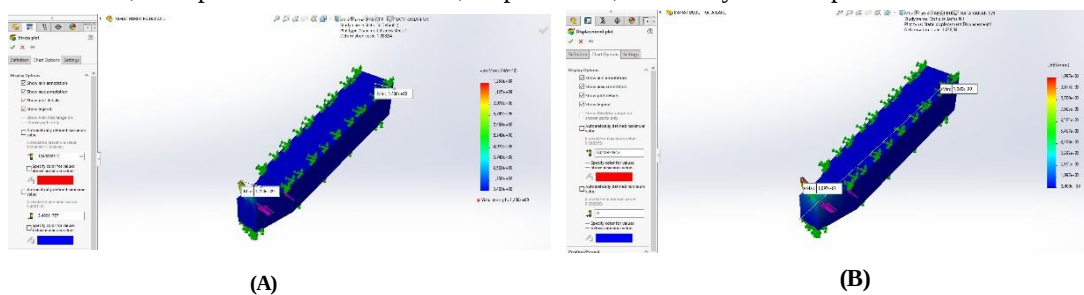
131,8 N	maximum	minimum	Nilai
Von misses	847483072	2.30558705	847,5 MPa
Displacement	0.0074419817	0	0,00744 mm
954203840	954203840	2.59592199	2,6

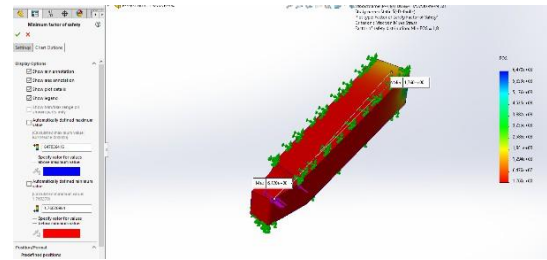
A. Berdasarkan simulasi *Von Mises* menunjukkan bahwa tegangan dengan nilai 847,5 mpa, tegangan maksimum terjadi pada daerah ujung potong pahat, nilai ini di bawah kekuatan luluh material HSS M35 sebesar 2200 mpa, ini berarti material masih berada dalam daerah elastis dan tidak akan mengalami deformasi permanen

B. Berdasarkan simulasi displacement menunjukkan lendutan maksimum sebesar 0,00744 mm terjadi pada bagian ujung potong pahat, ini menunjukkan bahwa pahat memiliki kekakuan yang baik dan mampu mempertahankan presisi dimensi pada kondisi pembebanan tinggi, skala deformasi 1,532 artinya tampilan visual simulasi diperbesar 1,5 agar deformasi terlihat jelas.

C. Berdasarkan simulasi *Factor of Safety* menunjukkan bahwa keamanan dengan nilai 2,6 masih aman untuk pembebanan statis dan tidak akan mengalami kegagalan akibat tegangan lebih.

2. Dalam hasil pengujian static pada desain pahat buktut nilai force 193,75 N dengan nilai deformation scale 1.038,94 di peroleh hasil von misses, displacement, dan safety factor diperoleh hasil :





(C)

Gambar 5 : (A).von misses,(B).displacement, (C).factor of safety

Tabel 4 hasil simulasi force 193,75 N

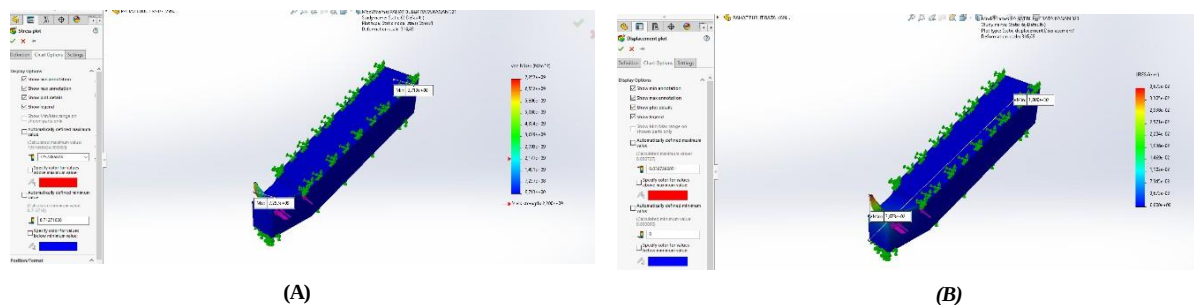
43,75 N	maximum	minimum	Nilai
Von misses	1249808512	3.40011787	1250 MPa
Displacement	0.010974912	0	0,01097 mm
Safety of factor	647036416	1.76026964	1,8

A. Berdasarkan simulasi *Von Mises* menunjukkan bahwa tegangan dengan nilai 1250 mpa yang terjadi pada daerah ujung potong pahat, meskipun nilai ini naik namun nilai tersebut masih di bawah kekuatan luluh material HSS M35 yaitu 2200 mpa.

B. Berdasarkan simulasi menunjukkan lendutan maksimum sebesar 0,01097 mm terjadi pada daerah ujung potong pahat, nilai ini menandakan bahwa Pergeseran meningkat seiring bertambahnya beban, ini menunjukkan kekakuan pahat sangat baik deformasi tetap dalam orde mikro (ribuan mm), sehingga tidak mempengaruhi akurasi pemotongan secara signifikan., skala deformasi 1.038 arti nya artinya tampilan visual simulasi diperbesar 1,038 agar deformasi terlihat jelas.

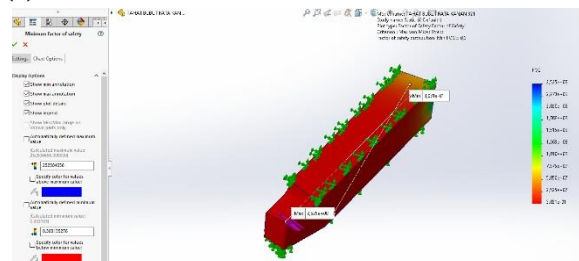
C. Berdasarkan simulasi *Factor of Safety* menunjukkan bahwa keamanan dengan nilai 1,8 nilai tersebut masih melebihi kriteria aman minimum, fos mengalami penurunan dikarenakan beban yang diberikan semakin naik.

3. Dalam hasil pengujian static pada desain pahat bubut nilai force 551,83 N dengan nilai *deformation scale* 316,49 di peroleh hasil *von misses*, *displacement*, dan *safety factor* diperoleh hasil :



(A)

(B)



Gambar 6: (A).von misses, (B).displacement, (C).factor of safety

Tabel 5 hasil simulasi force 551,83 N

64,95 N	maximum	minimum	Nilai
Von misses	7257485824	8.71271038	7257 MPa
Displacement	0.0367266051	0	0,03673 mm
Safety of factor	252504656	0.303135276	0,30

A. Berdasarkan simulasi *von misses* menunjukkan bahwa tegangan dengan nilai 7257 mpa yang terjadi pada daerah ujung potong pahat, nilai ini melebihi kekuatan luluh material HSS M35 yaitu 2200, pahat bubut dinyatakan gagal dan mengalami kerusakan karena tegangan yang terjadi telah melampaui batas kekuatan material

B. Berdasarkan simulasi menunjukkan lendutan maksimum sebesar 0,03673 mm terjadi pada daerah ujung potong pahat. bagian ujung pahat ini, Nilai ini melebihi nilai kekuatan luluh material HSS M35, sehingga mengalami deformasi permanen dan tidak akan kembali ke bentuk semula, skala deformasi 316,49 arti nya artinya tampilan visual simulasi diperbesar 316,49 agar deformasi terlihat jelas.

C. Berdasarkan simulasi *Factor of Safety* menunjukkan bahwa keamanan dengan nilai 0,30 nilai ini menunjukkan bahwa desain tersebut telah melampaui nilai kekuatan luluh, arti nya material sudah tidak aman dan telah mengalami kegagalan struktural.

4 Kesimpulan

Berdasarkan data feed rate yang di pakai yaitu 0,25, 0,30 0,35 dan data spesifik cutting force mild steel di angka 1800 N/mm²) maka dapat lh nilai hasil kalkulasi gaya resultan yaitu 131.38 N, 193,75 N, 551.83, nanti nya nilai tersebut lh yang akan di masukkann ke dalam angka simulasi force, jadi gaya resultan di jadikan sebagai acuan nilai simulasi force karena gaya resultan mengevaluasi kekuatan struktur secara keseluruhan dan gaya resultan merupakan representasi total gaya yang bekerja pada ujung pahat.

Pada rentang beban 131,38 N tegangan nilai ny sebesar 847,5 mpa dan 193,75 N tegangan nilai nya sebesar 1249 mpa ini menunjukkan bahwa nilai tegangan tersebut masih di bawah nilai kekuatan luluh, dan perpindahan yang terjadi pada beban 131,38 N sebesar 0,00744, pada beban 193,75 N nilai perpindahan nya sebesar 0,01097 nilai hasil perpindahan dari kedua simulasi tersebut menunjukkan bahwa tidak ada deformasi permanen yang terjadi pada pahat, nilai fos pada beban 131,38 N sebesar 2,6 dan nilai fos pada beban 193,75 N sebesar 1,76 nilai fos hasil dari ke dua simulasi tersebut menunjukkan bahwa pahat masih berada dalam batas aman, namun pada simulasi 551,83 N nilai von misses nya sebesar 7257 mpa nilai tersebut menunjukkan bahwa nilai tersebut sudah jauh melebihi nilai kekuatan luluh material, nilai perpindahan material nya sebesar 0,03673 nilai ini menunjukkan bahwa material tersebut sudah mengalami deformasi permanen, nilai fos nya sebesar 0,30 nilai ini menunjukkan bahwa material tidak aman dan sudah mengalami kegagalan struktural.

Pahat bubut ini memiliki batas aman hingga beban 193,75 N dan pahat mengalami kegagalan struktural pada saat menerima beban 551,83 karena sudah melampaui nilai yield strenght material. dan titik paling kritis yang mengalami konsentrasi dan tegangan tertinggi pada saat simulasi terjadi pada ujung pahat karena pada aktual nya daerah tersebut lh yang pertama kali menyentuh benda kerja pada proses pembubutan.

5 Daftar Pustaka

- [1] A. Riyadi, P. Studi, M. Teknik, J. T. Mesin, F. Teknik, and U. Sriwijaya, "TESIS UJI FATIGUE TORSI PADA MATERIAL AA7075 YANG MENDAPATKAN PERLAKUAN PANAS T6 UJI FATIGUE TORSI PADA MATERIAL AA7075 YANG MENDAPATKAN PERLAKUAN PANAS T6," 2023.
- [2] J. R. Material and M. Energi, "FT-UMSU FT-UMSU," vol. 5, no. 1, pp. 65–74, 2022.
- [3] J. Perancangan, "81 Yasya Khalif Perdana Saleh," vol. 7, no. 1, pp. 81–94, 2025.
- [4] A. Warman and M. Arifuddin, "Pemodelan Analisis Struktur Menggunakan Aplikasi Berbasis Elemen Hingga : Artikel Review," vol. 2, pp. 81–89, 2024, doi: 10.56208/jictech.2.2.81-89.
- [5] N. O. V. I. S. Ad, S. Erbia, and S. Eptember, "15 th I NTERNATIONAL S CIENTIFIC C ONFERENCE," pp. 75–78, 2024.
- [6] P. Studi *et al.*, "PERENCANAAN SISTIM KERJA RODA GIGI MESIN BUBUT DENGAN JARAK TITIK SENTER 2000 MM PLANNING OF LATHE MACHINE GEAR WHEEL WORKING SYSTEMS WITH CENTRE POINT DISTANCE OF 2000 MM," vol. 2, no. 2, pp. 16–22, 2024.
- [7] G. Xu, P. Huang, Z. Wei, Z. Feng, and G. Zu, "Microstructural variations and mechanical properties of deep cryogenic treated AISI M35 high- speed steel tempered at various temperatures," *J. Mater. Res. Technol.*, vol. 17, pp. 3371–3383, 2022, doi: 10.1016/j.jmrt.2022.02.083.
- [8] M. Wawan and A. Faoji, "PENGARUH VARIASI SUDUT PEMAKANAN PAHAT HSS TERHADAP KEKASARAN PADA PROSES PEMBUBUTAN RATA MATERIAL ST 41," pp. 1–9.