BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat

Adapun tempat dilakukanya desain dan analisis pengujian kekuatan struktur pada model gigi *bucket* Komatsu PC 400 dengan menggunakan *software Autodesk Inventor Profesional* 2023 dan software *ANSYS Workbench* 2023 *R1* dillakukan di Lab Komputer Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.

3.2. Alat Penelitian

3.2.1. Laptop

Adapun spesifikasi laptop yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

1.	Processor	: Intel (R) Celeron (R) N4000 CPU @ 1.10GHz

2. *RAM* : 8.00 GB

3. Operating System : Windows 10 Home Single Language 64-bit

3.2.2. Software Autodesk Inventor Profesional 2023

Software Autodesk Inventor Profesional yang sudah terinstal pada laptop adalah Autodesk Inventor Profesional 2023 64 bit.

3.2.3. Software ANSYS

Software ANSYS yang sudah terinstal pada laptop adalah ANSYS Workbench 2023 R1 Student Version yang didalamnya terdapat APDL 2023 dan Workbench 2023.

3.3. Spesifikasi Material AISI 4140

Tabel 3. 1 Data Karekteristik Material AISI 414

No	Data Karakteristik AISI 4140	Nilai
1	<i>Modulus elastisitas</i> (E)	205 GPa
2	Poisson Ratio	0.29
3	Massa Jenis	$7,85 \text{ g/cm}^3$
4	Yield Strength	415 MPa
5	Tensile Strength	655 MPa
5	Bulk Modulus	162 GPa
6	Shear Modulus	79 GPa
7	Thermal expansion coefficient	12,2 µm/m°C
8	Thermal conductivity	42,6 W/mK

3.4. Diagram Alir



Gambar 3. 1 Diagram Alir

3.5. Tahap Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengujian dengan menggunakan perangkat lunak *ANSYS* untuk pengujian dan simulasi. Pengumpulan data didasarkan pada hasil analisis tegangan, regangan, deformasi, dan faktor keamanan yang dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *ANSYS*. Metode eksperimental yang sering digunakan dalam penelitian ilmiah yang tepat, dengan melakukan perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimen dan memberikan kontrol untuk perbandingan, hubungan sebab akibat dapat diprediksi. Parameter yang dimasukan dalam program *ANSYS* adalah desain model gigi *bucket excavator* KOMATSU PC400, data properti material, geometri gigi dan asumsi beban yang terjadi pada gigi *bucket excavator* KOMATSU PC400. Langkah awal sebelum merancang gigi KOMATSU PC400 adalah mengumpulkan data yang tersedia dalam katalog terkait dimensi gigi *bucket* KOMATSU PC400. Katalog yang digunakan dalam penelitian ini merujuk kepada *John Deree Catalog*.

3.6. Proses Perancangan Gigi Bucket Excavator Komatsu PC400

Desain ini menggunakan model gigi *bucket excavator* Komatsu PC400 yang parameternya merujuk ke katalog. Katalog yang digunakan dalam penelitian ini merujuk kepada *John Deree Catalog*.

Model	Kapasitas	Panjang	Lebar	Tinggi	Lebar	Volume
	(ton)	(mm)	(mm)	(mm)	permukaan	(mm^2)
					(mm^2)	
Standard						
Gigi	20-25	225,5	98,5	101,5	88498,29	593613,04
Bucket						

Tabel 3. 2 Dimensi standard gigi bucket

Dalam penelitian ini menggunakan *software Autodesk Inventor* 2023. Berikut merupakan tahapan dalam proses perancangan model gigi *bucket excavator* Komatsu PC400 adalah sebagai berikut :

1. Membuka software Autodesk Inventor 2023

Untuk membuka *Autodesk Inventor* 2023 dimulai dengan mengklik *start menu Autodesk Inventor* 2023. Tampilan layar pembuka *Autodesk Inventor* 2023 dan tampilan jendela kerja *Autodesk Inventor* 20203 dapat dilihat pada gambar 3.2.

ation Document Migrate Autodesk Highligh ons Settings Settings App Manager New	Customize 🥶 Macros Customize 🐏 VBA Editor E Add-Ins	ditor Batch Publish	🖒 iLogic Design Copy	Supplier Content	Team Web				
Options 👻	Recent	Content Center	iLogic	Web	Team Web				
nventor 2023	= ::								
efault	Name		Location			Date Modified	Ť		
	toothpc200.ipt		C:\Users\ASUS\D	C:\Users\ASUS\Downloads\TUGAS AKHIR FATUR\pc200-1.snapshot.2\					
	Hensley 1100XS05 as	C:\Users\ASUS\D	C:\Users\ASUS\Downloads\TUGAS AKHIR FATUR\komatsu-hensley-11						
Open	🆺 1080M XS85 AS.iam		C:\Users\ASUS\D	ownloads\TUGAS A	KHIR FATUR\komatsu-1080m-xs	05/04/2015 01.48			
New v	🏪 3550 GP.iam		C:\Users\ASUS\D	C\Users\ASUS\Downloads\TUGAS AKHIR FATUR\cat-j550-1.snapshot.2					
	🏪 V15633940 AS.iam								
	Lebih tipis 9W-8552.i	pt							
	Lebih tebal 9W-8552.	ipt							
hat's New •	2100.ipt								
elp	9W-8552.ipt								
itorials	🗄 2A-30-4 assembly.ian	n							
ommunity	🔝 Mesin Peraiang Singk	ona.idw	C:\Users\ASUS\D	ownloads\PROJECT	MESIN PERAJANG SINGKONG	11/03/2023 11.32			
on Store									
te									

Gambar 3. 2 Tampilan Layar Pembuka Autodesk Inventor 2023

2. Klik Newpart, membuat desain *sketch bucket* dengan ukuran dimensi awal sesuai rancangan, seperti pada gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Sketch gigi bucket excavator KOMATSU PC400

Selanjutnya, Langkah *extrude* dengan ketebalan 95 mm, seperti pada gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Proses extrude

4. Pembuatan *sketch* pada bagian tengah atas dan bawah seperti yang ditunjukan pada gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Pembuatan sketch bagian tengah atas dan bawah gigi bucket.

5. Selanjutnya, langkah *extrude cut* pada *sketch* yang telah dibuat sehingga menghasilkan seperti pada gambar 3.6.

💶 🗅 • 🗁 🖪 🖙 • • - 🏠 🖧 • 🔜 • 😜 🛞 See	el, Cast 🛛 👻 📙 "Yellow 🖙 🌖	ؙ 🍕 fx 🕂 👻 toothpc200.i	pt 🕨 Search Help & Commands	👤 2100190018 - 😿 ⑦ - 🛛 🗕 & ×
File 3D Model Sketch Annotate Inspect Tools	Manage View Environments C	Collaborate Fusion 360 💿 •		
Start 25 Sketch Sketch	cal port Hole Fillet Martin Wrap	Thread Split & Combine (): Direct Thicken/ Offset Sclete Face () Addify +	Shape Plane Plane by Plane by Base	Image: Stress
Model × + Q =				_ 🖽 ×
I odrozolat Mod State (Prim) Mod State (Prim) Drussi Drussi Drussi Drussi Mod State (Prim) Drussi Drussi Mod State Mod St	ŧ			
0	Hame Real M toothor 200 int X			=
Pan the current view (click to cancel)	nome ratt a tourperoupt in			1 2
🚦 🔎 Type here to search 🛛 🏂	= 🧿 🧔 🗖	I 🔁 💽 🖷 📙		^ 🕼 @ 04/05/2023 💭

Gambar 3. 6 Pembuatan *extrude cut*

6. Pembuatan sketch lubang pada bagian gigi bucket yang terlihat pada gambar



Gambar 3. 7 Pembuatan sketch lubang

7. Selanjutnya, Langkah *extrude cut* sehingga menghasilkan seperti gambar 3.8.



Gambar 3. 8 Hasil extrude lubang gigi bucket

8. Kemudian pembuatan *sketch* dan proses pemotongan dengan *extrude cut* seperti yang ditunjukan pada gambar 3.9.

	Material - 😯 🚺 "Yellow -	$\bigcup_{x \in X} f_x + =$	toothpc200.ipt	▶ Search Help & Commands	👤 2100190018 · 😭 💿 · 🛛 🗕 🗗 🗙
Starting Revolve Stetch Athrotic impect in appect in the start of the sterior start of the start	Decal Decal Decal Decal Duport Hole Fillet ON Draft	Contaborate Pusion Sou Thread Split Combine Point Thicken/ Offset Delete Modify =	e Face Explore	Plane Create Fr	eform Surface Simulation Convert
Model × + Q =					_ 🖽 ×
workpack workpack <t< td=""><td>24-4</td><td></td><td></td><td></td><td>○ (□)・(字) (□ ・(中・4)・(Ⅲ) 。</td></t<>	24-4				○ (□)・(字) (□ ・(中・4)・(Ⅲ) 。
	X				
	Home Part1 X toothpc200.ipt >	¢.			≡
For Help, press F1					1 2
🔢 🔎 Type here to search	며 🕤 😳 🚺 🗄	a 💿 🥥 🚛			∧ 💽 🕼 🖿 14.39

Gambar 3. 9 Pembuatan sketch dan extrude cut gigi bucket

3.7. Proses Pengujian Gigi Bucket Excavator Komatsu PC400

3.6.1. Simulasi

Simulasi *finite element method* pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan analisis *static structural*. Tahapan dalam simulasi ini adalah sebagai berikut :

a. Simulasi static structural

1. Buka software, pilih sistem analisis static structural

2. Menentukan *engineering data*, masukkan nilai *properties material*

🧱 Gigi bucket PC400 - Workbench											-	٥	×
File Edit View Tools Units Extern	isions Jr	obs Help											
11 II II @													
🚹 🚰 🛃 🕢 📑 Project 🦪 A2d	Engineerin	ng Data 🗙											
🍸 Filter Engineering Data 🎬 Engineering Date	a Sources												
Toolbox 🔻 🖡 🗴	Outine	of Schematic A2: Engineering Data						тах	Table o	f Properties Row 10: Tensile Yield Strength			- P >
Physical Properties		A	вс		D		E			A			
🔁 Density	1	Contents of Engineering Data	0 0	1	Jource	Des	cription		1	Tensle Yield Strength (MPa)			
📓 Isotropic Secant Coefficient of Therma	2	Material							2	1515			
🔀 Orthotropic Secant Coefficient of Ther	-	(ALL 4140	111	GER C: Vike	relation of a light				-				
🔀 Isotropic Instantaneous Coefficient o	-	▲151 110		=	15 MOD POWING								
Orthotropic Instantaneous Coefficien Melting Temperature	4	Structural Steel		🔮 Genera	il_Materials.xml	Fatigue Data at comes from 1998 Section 8, Div 2,	zero mear 8 ASME BP Table 5-1	n stress PV Code, 110.1					
LinearElastic	•	Click here to add a new material											
Isotropic Elastidy Orthotropic Elastidy Anisotropic Elastidy													
Huperelastic Experimental Data													
Hyperelastic													
E Chaboche Test Data	Propert	es of Outline Row 3: AISI 4140						• # X	Chart: I	No data			- 4 >
Plasticity		A			в	0	c	DE					
E Creep	1	Property			Value	U	nit	🐼 🛱					
⊞ Life	2	Material Field Variables	-		Table								
⊟ Strength	3	2 Density			7,85E+09	kg m^-3		-					
🛃 Tensile Yield Strength	4	Sel Isotropic Elasticity				-							
Compressive Yield Strength	5	Derive from			Young's Modulu								
Tensile Ultimate Strength	6	Young's Modulus			205	GPa		- 1					
Compressive Ultimate Strength	7	Poisson's Ratio			0,29	-							
Orthotropic Stress Limits	8	Bulk Modulus			1,627E+11	Pa		0					
Par Test-Wu Constants	9	Shear Modulus			7.9457E+10	Pa		17					
Cal Puck Constants	10	Tensile Yield Strength			1515	MPa	-	-					
A LaRc03/04 Constants					1								
m Gasker V													
Y View All / Customize													
Ready									b Monitor	🕎 No DPS Connection 😐 Show Progress	😃 Show	v 0 Messa	ages
🕂 🔎 Type here to search	- A	🔊 🦃 📀 🛤		0	D 🐖					^ 💽 🖉	01. 05/05	12 /2023	₽

Gambar 3. 10 Input properties material

3. Pada bagian tab geometri klik kanan dan pilih *import* geometri.

Masukan geometri gigi bucket excavator KOMATSU PC400.

👹 Gigi bucket PC400 - Workbench						ð X
File View Tools Units Extensions Jo	xbs Help					
🖬 🖬 🖬 📾						
T Project @ A2:Eng	pineering Data 🗙					
🚮 Import 🔤 Reconnect 🔮 Refresh Project	t 🦩 Update Project 📲 ACT Start Page					
Toobox • 4 X	Project Schematic					x
El Analysis Systems	- · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	pen			×	^
Coupled Field Harmonic	6	🔿 v 🏚 📕 🔪 Thia	PC > Downloads >		A O Search Downloads Value	
Coupled Field Moda	▼ A	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	ine i benniedas i			
Coupled Field Static	1 💹 Static Structural Org	anize 👻 New folder			E • I 2	_
Coupled Field Transient	2 🥏 Engineering Data 🖌					
Eigenvalue Buckling	3 Garmetry	OneDrive - Persor	V Today (1)		<u>^</u>	
Electric						-
Explicit Dynamics	Model 10 4	This PC				
S Fluid Flow (CFX)	5 👷 Setup 😵 🖌 🕥	3D Objects	- h			
Fluid Flow (Fluent with Fluent Meshing)	6 🏭 Solution 👕 🖌	Desktop	Da 1			
Fluid Flow (Fluent)	7 🥪 Results 🛛 👕 🖉	Documente				
Fluid Flow (Materials Processing)	Static Structural	Documents	Documents			
Harmonic Acoustics		Downloads	M			
Harmonic Response		Music	vesterday (1) —		ASUS \Downloads \TUGAS	AKHIR
Hvdrodynamic Diffraction		Pictures			JGAS ANHIR I ALAT BERA	e
Hydrodynamic Response		Videor			οusφ	_
LS-DYNA						
LS-DYNA Acoustics (Beta)		_ US (C)				
LS-DYNA Restart		New Volume (D:				
Magnetostatic		~	TUGAS AKHIR		✓	
10 Modal		File nar	me:		 All Geometry Files (".sat;".sab;". 	<u> </u>
Modal Acoustics						
Random Vibration	Files				Open Cancel	* 7 X
Response spectrum	A					-
Shang	1 Name 💌	Ce 💌 Size 💌	Type 💌	Date Modified	 Location 	
C Static Acoustics	2 Gigi bucket PC400.wbpj	46 KB	Workbench Project File	05/05/2023 01.23.24	C:\Users\ASUS\Downloads\TUGAS AKHIR FATUR\TUGAS AKHIR I ALAT	BERAT
Static Structural	3 act.dat	259 KB	ACT Database	05/05/2023 01.23.20	dp0	
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	4 EngineeringData.xml	A2 33 KB	Engineering Data File	05/05/2023 01.23.21	dp0\\$Y\$\ENGD	
T New All / Customize	s 😡 toothoc200.stp	A3 222 KB	Geometry File	05/05/2023 01.22.48	C: Users ASUS Downloads TUGAS AKHIR FATUR TUGAS AKHIR I ALAT	BERAT Y
Busy					🔣 Job Monitor 🕎 No DPS Connection 💮 Show Progress 📜 Sho	w 1 Messages
F Dype here to search	🖣 🖓 🚱 🛤	📄 🤤 🌘	o 🐖 🕅		^ 🕼 @ 01 05/05	.23 5/2023 💭

Gambar 3. 11 Proses import geometri

- 4. Klik 2x pada model
- 5. Terapkan fitur geometri > gigi *bucket* > terapkan material AISI 4140.



Gambar 3. 12 Penerapan material AISI 4140

6. Masukan *support* berupa *fixed support* pada bagian *static structural*. Pilih bidang permukaan yang berlubang sebagai bidang *fixed support*.



Gambar 3. 13 Bidang fixed support

7. Masukan *load* berupa *force* pada bagian *static structural*. Pilih bidang permukaan sebagai *scope* geometri dan masukkan nilai *force* berupa komponen.

tie Home Env	Context vironment Display Selection	Automation Add-ons	: Static Structural - Mechar	ical (Ansys Mechanical Ente	rprise]		Quick Launch	- 8 ×
Duplicate Q Solve A Outline Solver,	Analysis Remote Point Insert	nds ®Images" ht Classification Plane Annotation	Generation Generation Generation Generation Generation Generation Generation Generation	Supports Structural	Conditions E	Imported Load (Result File)	Write Input Export FileNastran File	lews
Outline		▼ # □ ×	ର୍ ର୍ 📦 🔹 🗳	ା ୦ - 💠 ପ୍ ପ୍ 🖉	a 🔍 Q Select 🔩	Mode- 😰 🖪 🖪	🖬 🗟 🗟 💘 😤 📾	🚄 🔚 Clipboard 🐑 🍹
Name	An Cuttine V . An Content V . And Cont	A FF	Static Structural eree met.1, 3 (007/2023 10,04 Force: 100, N Components: 100,0,0,0				0	Ansys 2023 R1 STUDENT
Details of "Force"		······································						
- Scope	netry Selection	^						
Geometry 1 Face	a							Y
Definition								
ID (Beta) 35								•
Type Force								
Define By Comp	onents				0,000 0,	050 0,100 (m)	Z
Applied By Surfac	ce Effect				0.025	0.075		
Coordinate System Global	al Coordinate System				0,025	0,075		
X Component 100, N	N (ramped)	0.0			- 1 - 2	Tabudas Data		- 1 - 2
Y Component 0, N (r	(ramped)	Gra	pn		₩ 4 🗆 ×	labular Data		• 4 ⊡ ×
T Component O N /	(came a d)	v Me	ssages Graph			Steps rime [5] 🗸 X		0
Ready					💭 No Me	essages No Selection	 Metric (m, kg, N, s, V, A) 	Degrees rad/s Celsius
📕 🔎 Type here	e to search 🛛 🛄 🛱	🧿 😨 📀	🔲 🤤 🔮	💌 💽 🖬			^ 💽 🧖 🖬	D 10.04

Gambar 3. 14 Pemberian *load* berupa *force*

8. Pada mesh, gunakan insert > mesh method > body scope > method > tetrahedrons. Kemudian lakukan generate.mesh.



Gambar 3. 15 Pemberian mesh tetrahedrons

- 9. Pada solution, pilih Total Deformation, Equivalent Elastic Strain, Equivalent Stress dan juga Stress Tool > Safety Factor.
- 10. Klik *solve* untuk proses penyelesaian simulasi. Tunggu proses hingga hasil simulasi dapat diketahui.



Gambar 3. 16 Hasil simulasi