

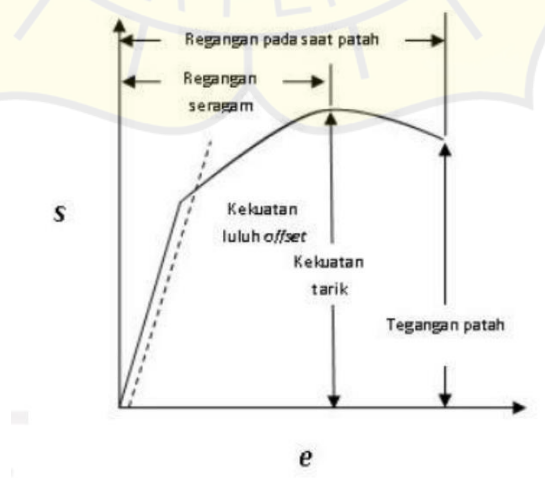
BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Uji Tarik

Uji tarik adalah pengujian mekanik (strees – strain) yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan dari sifat – sifat mekanik suatu benda uji atau material berupa logam maupun non logam yang dilakukan dengan cara memberikan gaya tarik searah terhadap sumbu benda uji tersebut. gaya tarik yang terjadi akan selaras dengan perubahan panjang yang terjadi pada proses uji tarik sehingga diperoleh hasil pengujian tarik berupa profil tarikan yang lengkap yaitu kurva tegangan – regangan.

Pengujian tarik sering digunakan dalam penelitian untuk melengkapi informasi mengenai rancangan suatu material[1]. Informasi tersebut berupa pertambahan panjang yang diukur pada setiap pertambahan beban dan ini dilanjutkan sampai terjadi kerusakan (fracture) pada spesimen[11]. Kurva tegangan – regangan hasil pengujian tarik dapat dilihat melalui gambar dibawahini.



Gambar 2. 1 Kurva Tegangan – Regangan.[2].

Dari kurva uji tarik tersebut, hasil pengujian tarik mendapatkan informasi terkait sifat – sifat mekanik yang dimiliki oleh benda uji, sifat – sifat tersebut antara lain[2]. :

1. Kekuatan tarik,
2. Kekuatan luluh material,
3. Keuletan material,
4. Modulus elastisitas material,
5. Kelentingan material,
6. Ketangguhan material,

2.2 Tegangan

Tegangan merupakan perbandingan dari suatu gaya tarik yang bekerja pada suatu benda terhadap luas dari penampang benda. Pada saat benda elastis ditarik oleh gaya tertentu, maka benda tersebut akan bertambah panjang sampai ukuran tertentu. Stress atau yang biasa disebut tegangan diartikan sebagai nilai perbandingan perubahan bentuk dan ukuran yang diakibatkan pada arah gaya luar yang diberikan pada material tersebut[4]. Secara matematis tegangan dapat di tulis sebagai berikut.

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2.1)$$

Keterangan :

σ = Tegangan (MPa)

F = Gaya (N)

A = Luas Penampang (mm²)

Pada persamaan 2.1, gaya yang diberikan pada benda uji berupa beban di bagi dengan luas penampang dari benda uji. Sehingga dapat dihasilkan nilai berupa

tegangan dengan satuan pascal. Namun satuan yang sering di pergunakan pada hasil uji tarik yaitu menggunakan satuan megapascal.

2.3 Regangan

Perubahan pada ukuran sebuah benda karena gaya-gaya atau kopel dalam kesetimbangan dibandingkan dengan ukuran semula disebut regangan[4]. Regangan yang didapatkan adalah regangan linear rata-rata, yang diperoleh dengan cara membagi perpanjangan (gage length) benda uji, dengan panjang awal [15]. Secara visual, regangan dapat di liat pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Regangan membujur [12].

Regangan tarik pada batang didefinisikan sebagai perbandingan antara pertambahan panjang dengan panjang semula, yang harganya lebih besar dari 0 [12]. Jadi perubahan yang terjadi berupa pembanding pada panjang batang $\Delta L/L_0$ dapat dinamakan sebagai regangan atau disebut regangan longitudinal. Secara pehitungan matematis, persamaan dari regangan dapat dituliskan pada persamaan berikut ini.

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L-L_0}{L_0} \quad (2.2)$$

Keterangan :

ε = Regangan

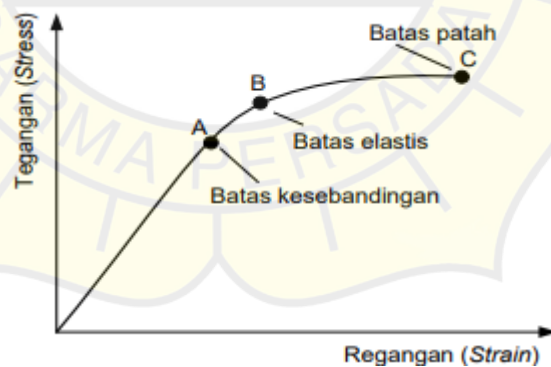
ΔL = Pertambahan Panjang (mm)

L_0 = Panjang mula-mula (mm)

Dari persamaan 2.2 tersebut regangan dapat secara sederhana dikatakan sebagai perubahan panjang dari suatu material. Jika tegangan didefinisikan sebagai pembebanannya, maka regangan adalah timbal balik material dari pembebanan tersebut. Satuan untuk regangan ini berupa milimeter yang merupakan satuan pada suatu jarak.

2.4 Modulus Elastisitas

Gambar 2.3, menunjukkan grafik tegangan regangan berupa batang padat biasa yang dimana grafik tersebut linear hingga titik A sehingga hasil regangan berubah secara linear dengan tegangan yang dikenal sebagai hukum Hooke. Titik B merupakan batas elastik dari suatu batang dan jika batang ditarik melampaui dari titik tersebut maka batang tidak akan kembali ke panjang semulannya, akan tetapi terjadinya perubahan bentuk secara tetap. Titik C merupakan titik patah dari bahan akibat tegangan yang lebih besar diberikan kepada bahan sehingga bahan tersebut akhirnya patah.



Gambar 2. 3 Grafik tegangan terhadap regangan [12].

Perbandingan tegangan terhadap regangan dalam daerah linier grafik ini disebut juga konstanta karakteristik atau modulus Young suatu bahan, ditulis sebagai berikut [12]:

$$Y = \frac{\text{Tegangan}}{\text{Regangan}} = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{F/A}{\Delta L/L_0} \quad (2.3)$$

Keterangan ;

Y = Modulus Young / Modulus Elastisitas

σ = Tegangan

ε = Regangan

Pada persamaan 2.3 tersebut perbandingan antara tegangan dan regangan dapat membentuk nilai berupa modulus young atau elastisitas. Dengan rumus tegangan berupa perbandingan antara gaya (F) dan luas penampang (A). Sedangkan rumus regangan berupa perbandingan antara pertambahan panjang (ΔL) dan panjang mula-mula (L_0).

2.5 Material Teknik

Bahan teknik adalah bahan-bahan yang memiliki sifat atau ciri-ciri khas yang dapat dimanfaatkan oleh para ahli teknik dalam memperlancar melaksanakan tugas dan rekayasa keteknikannya[7]. Secara luas, material teknik dapat di bedakan menjadi dua klasifikasi material yaitu logam dan non-logam. Pada sifat dan penggunaan logam, bahan logam terdiri dari logam besi (*ferrous*) dan non besi (*non-ferrous*). Sedangkan pada bahan non logam terdiri dari plastik (*polymer*), keramik (*ceramic*), dan komposit (*composite*). Tabel2.1 menampilkan data kekuatan material logam jenis alumunium dan material polimer nylon

Tabel 2. 1 Jenis dan kekuatan tarik maskimal material logam dan non-logam

Jenis Material	Kekuatan Tarik (Mpa)	Sumber
Aluminium 5052	89.6	(astm.matweb.com)
Alumunium 6061	55.2	(astm.matweb.com)

Alumunium A2011	172	(astm.matweb.com)
Nilon polythelene	9.65	(sybridge.com)

2.6 Kegagalan Material

Kegagalan material tidak bisa dihindari karena tidak ada yang abadi di muka bumi ini, namun hanya dapat dikendalikan atau dikontrol agar supaya mendapatkan umur pakai atau disebut life service yang baik sehingga dapat mendekati umur alat yang diharapkan pada waktu desain atau perancangan alat tersebut [8]. Kegagalan pada material teknik yang memiliki sifat insidental atau terjadi pada waktu tertentu saja dan lebih awal terjadi sebaiknya dilakukan analisis agar dapat ditemukannya potensi kegagalan berupa modus serta penyebab kegagalan agar hal tersebut tidak terulang kembali yang disebabkan oleh terjadinya kesalahan-kesalahan ataupun *error*. Kegagalan pada material terbentuk karena adanya beban, beban tersebut dapat berupa gaya, termal, tekanan, momen dan lain-lain yang dapat menyebabkan deformasi atau perubahan bentuk. Berdasarkan definisinya, deformasi pada material terbagi menjadi dua yaitu deformasi elastis dan deformasi plastis.

Deformasi elastis adalah perubahan bentuk yang tidak permanen atau sementara. Kondisi ini tidak begitu membahayakan dikarenakan masih dalam kondisi aman sedangkan deformasi plastis merupakan kondisi yang membahayakan karena dapat merubah bentuk material secara tetap [8]. Kriteria kegagalan adalah kriteria dalam melakukan perancangan pada material mesin yang mengalami beban statis supaya tidak mengalami deformasi plastis. Sebagai penentu awal dari kerusakan deformasi plastis dapat dibuktikan dari kriteria luluh berupa Tresca dan Von Mises. Tresca adalah teori kriteria luluh yang dapat terjadi ketika tegangan geser maksimum mencapai nilai kritisnya. Von Mises adalah teori kriteria luluh

yang dapat terjadi ketika pembebanan mengalami penggabungan antara tegangan tarik dan tegangan geser.

Modus kegagalan merupakan potensi kegagalan pada suatu proses yang terjadi pada material berupa mekanik. Modus kegagalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut.

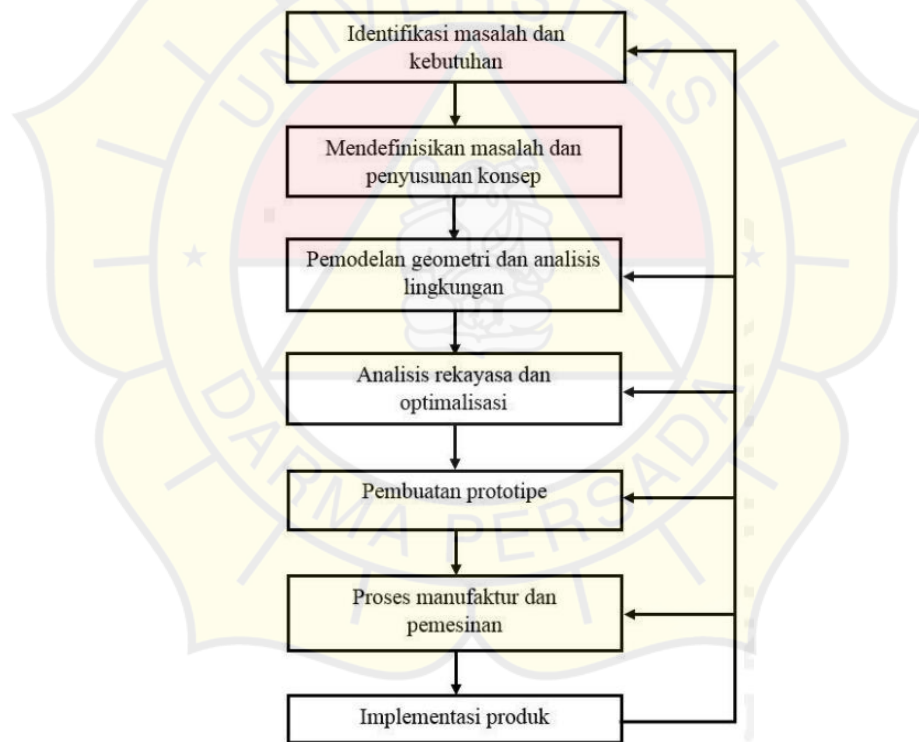
1. Kegagalan diakibatkan deformasi plastis
2. Kegagalan akibat fatigue atau kelelahan
3. Kegagalan akibat gesekan dan abrasi
4. Kegagalan akibat korosi dan hidrogen embrittlement
5. Kegagalan akibat vibrasi dan fretting
6. Kegagalan akibat cacat las
7. Kegagalan akibat cacat cor
8. Kegagalan akibat perlakuan panas dan permukaan
9. Kegagalan akibat proses pembentukan
10. Kegagalan akibat dari assembly atau perakitan

2.7 Internet Of Things

Internet of things atau bisa disebut juga dengan IoT adalah sebuah teknologi canggih yang memiliki konsep yang bertujuan untuk memperluas dan memperkembang manfaat dari konektivitas internet yang tersambung terus menerus[3]. Pada dasarnya, IoT mencakup berbagai teknologi yang saling terhubung, termasuk elektronik, komunikasi, dan rekayasa ilmu komputer. IoT ini tidak hanya terbatas pada computer atau mesin, melainkan mencakup apapun dengan perangkat berupa sensor yang diberi indentikasi unik (UID).

2.8 *Computer Aided Design (CAD)*

Computer Aided Design (CAD) merupakan teknologi yang memungkinkan para desainer dan insinyur memvisualisasikan konsep perancangannya dengan menggunakan perangkat lunak computer untuk menyelesaikan permasalahan secara digital. CAD dapat memungkinkan insinyur melakukan proses pembuatan, pengeditan, dan pengembangan pada suatu produk. CAD juga secara ekstensif digunakan dalam perancangan berbagai alat dan perlengkapan yang digunakan dalam komponen manufaktur [6]. Proses desain dilakukan melalui beberapa tahap, seperti terlihat pada gambar 2.2.



Gambar 2. 4 Alur Proses Desain [6].

2.9 *Computer Aided Manufacturing (CAM)*

Computer Aided Manufacturing (CAM) merupakan sebuah teknologi yang merujuk pada penggunaan perangkat lunak dan mesin yang dikendalikan melalui

komputer dalam bidang manufaktur untuk memfasilitasi dan mengotomisasi proses manufaktur. Computer Aided Manufacturing (CAM) merupakan proses lanjutan setelah proses Computer Aided Design (CAD) dan proses Computer Aided Engineering (CAE) [10]. Dalam perancangan ini, software CAM yang digunakan adalah MasterCAM 2019. Proses CAM dapat melengkapi beberapa kekurangan pada bidang berikut [16].:

1. Proses manufaktur dan kompleksitas pengguna,
2. Product Lifecycle Management (PLM) dan integrasi,
3. Proses otomasi pemesinan pada perusahaan modern.

2.10 Computer Numerical Control (CNC)

Computer Numerical Control (CNC) adalah teknologi yang memungkinkan pengendalian secara otomatis pada alat – alat yang dioperasikan oleh perintah yang diprogram melalui perangkat lunak komputer. Penggunaan mesin CNC ini memiliki tingkat ketelitian yang tinggi pada suatu produk, ketelitian yang dihasilkan mencapai 1/100 mm [1].

2.11 Ragum (*Gripper*)

Ragum (*Gripper*) adalah alat genggam yang terpasang pada meja kerja dengan dua rahang penjepit yang berfungsi untuk menahan benda kerja agar selalu berada ditempatnya selama proses berlangsung [1]. Terdapat beberapa jenis ragum yang sering digunakan untuk pengerjaan produk yaitu [14].:

1. One side clamping

Tipe ragum ini menggunakan ulir (screw) untuk mencekam benda kerja pada suatu sisi baik secara langsung maupun tidak langsung.

2. *Two side clamping*

Tipe ragam ini menggunakan ulir (screw) untuk mencekam benda kerja secara berlawanan pada kedua sisi baik secara langsung maupun tidak langsung.

3. *Centerest clamping*

Tipe ragam ini menggunakan tiga rahang pengecam simetris atau kombinasi dua blok di sisi kiri dan kanan dari benda kerja.

4. *Self clamping*

Tipe ragam ini memanfaatkan berat atau gaya yang terjadi pada benda itu sendiri untuk melakukan pengecaman.

2.12 *Pneumatic Actuator*

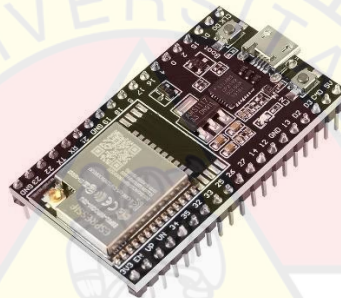
Pneumatic Actuators merupakan perangkat yang dapat mengubah energi dalam bentuk udara terkompresi menjadi gerakan mekanis. Perangkat ini memainkan peranan penting dalam berbagai aplikasi pada industri. Actuator berupa batang piston mendapatkan tekanan udara dari katup masuk, yang kemudian memberikan gaya kepadanya [11]. Gaya tersebut yang membuat piston pneumatik bergerak maju ataupun mundur. Sistem pneumatik menggunakan sumber energi berupa tekanan udara (*compressed air*) yang di hasilkan melalui alat yang bernama *air compressor*.

2.13 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah semacam perangkat komputer berskala kecil yang memiliki prosesor, memori, dan input serta output yang terintergrasi dalam satu chip tunggal yang disebut *Integrated Circuit* (IC) dengan fungsi yang digunakan untuk mengendalikan dan mengatur komponen-komponen elektronik dalam suatu

sistem atau perangkat spesifik. Chip tersebut dapat melakukan tugas khusus yang kita inginkan dengan sifat programmable dan dapat diprogram ulang sesuai kebutuhan.

Arduino adalah board atau papan mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Menurut (Tuerah, Umboh, Rondonuwu, 2021) Ini memiliki 14 digital pin input / output (yang 6 dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, keramik 16 MHz resonator, koneksi USB, colokan listrik, header ICSP, dan tombol reset. Hal tersebut memungkinkan para penggunanya untuk membuat perangkat elektronik yang dapat diatur dan dikendalikan melalui sistem pemrograman.



Gambar 2. 5 Arduino ESP32U.

2.14 Sensor Jarak

Sensor jarak merupakan perangkat elektronik yang digunakan untuk menentukan kedekatan pada suatu objek tertentu tanpa adanya proses kontak fisik. Sensor ini bekerja dengan cara memancarkan medan elektromagnetik atau sinar radiasi elektromagnetik (seperti inframerah) untuk mencari perubahan di lapangan atau sinyal balik. Sensor Jarak mampu melakukan semua pengukuran operasi dalam satu bingkai biasanya kurang dari 30 ms dan kurang dari 2 meter [9].



Gambar 2. 6 Sensor Jarak [9].

2.15 *Load cell*

Load cell adalah perangkat elektronik yang dapat mengubah gaya seperti tegangan, kompresi, tekanan, atau torque menjadi sinyal berupa sinyal listrik (baik berupa tekanan hidrolik, pneumatik, atau indikator perpindahan mekanis) serta dapat diukur dan dinormalisasi. *Load cell* berfungsi sebagai transduser gaya. Ketika gaya diterapkan pada *load cell*, sinyal berubah secara proporsional. *Load cell*

terdiri dari empat buah strain gauge dengan konfigurasi jembatan *wheastone*.

Strain gauge merupakan perangkat sensor yang digunakan dalam mengukur suatu regangan yang terjadi pada berbagai struktur. Penerapannya strain gauge pada suatu objek adalah dia akan mengalami perubahan resistensi listrik seiring dengan perubahan regangan pada objek tersebut. Perubahan regangan tersebut disebut dengan deformasi akibat gaya eksternal.

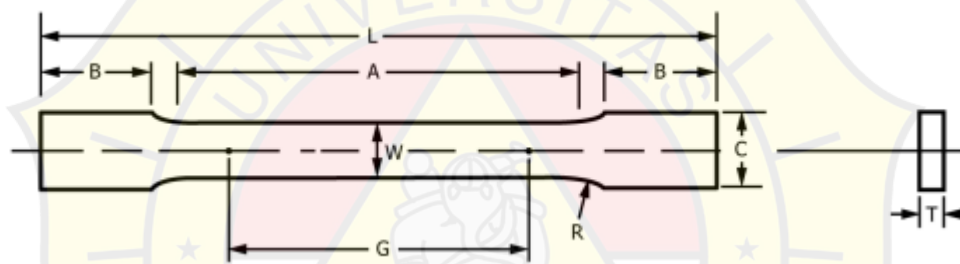


Gambar 2. 7 *Load cell*

2.16 ASTM E8 / E8M

ASTM E8 / E8M adalah salah satu metode standard dalam pengujian yang paling umum untuk menentukan sifat tarik dari material logam. Metode pengujian ini mencakup pengujian tegangan bahan logam dalam bentuk apa pun pada suhu kamar, khususnya, metode

penentuan kekuatan luluh, perpanjangan titik luluh, kuat tarik, perpanjangan, dan pengurangan luas [5]. Terdapat metode lainnya untuk pengujian tersebut yaitu ASTM A370. Gambar 2.6 merupakan gambar standar spesimen pada saat dicetak.



Gambar 2. 8 Bentuk speimen ASTM E8/E8M [5].

	Dimensions		
	Standard Specimens		Subsize Specimen
	Plate-Type, 40 mm [1.500 in.] Wide	Sheet-Type, 12.5 mm [0.500 in.] Wide	6 mm [0.250 in.] Wide
	mm [in.]	mm [in.]	mm [in.]
G—Gauge length (Note 1 and Note 2)	200.0 ± 0.2 [8.00 ± 0.01]	50.0 ± 0.1 [2.000 ± 0.005]	25.0 ± 0.1 [1.000 ± 0.003]
W—Width (Note 3 and Note 4)	40.0 ± 2.0 [1.500 ± 0.125, -0.250]	12.5 ± 0.2 [0.500 ± 0.010]	6.0 ± 0.1 [0.250 ± 0.005]
W—Width (Note 3 and Note 4)	40.0 ± 2.0 [1.500 + 0.125, -0.250]	12.5 ± 0.2 [0.500 ± 0.010]	6.0 ± 0.1 [0.250 ± 0.005]
T—Thickness (Note 5)		thickness of material	
R—Radius of fillet, min (Note 6)	25 [1]	12.5 [0.500]	6 [0.250]
L—Overall length, min (Note 2, Note 7, and Note 8)	450 [18]	200 [8]	100 [4]
A—Length of reduced parallel section, min	225 [9]	57 [2.25]	32 [1.25]
B—Length of grip section, min (Note 9)	75 [3]	50 [2]	30 [1.25]
C—Width of grip section, approximate (Note 4 and Note 9)	50 [2]	20 [0.750]	10 [0.375]

Gambar 2. 9 Keterangan gambar spesimen uji tarik [5].

2.17 Hipotesis Penelitian

Dalam suatu penelitian perlu dilakukan pengujian hipotesis yang bertujuan untuk mengetahui apakah perancangan mesin uji tarik berbasis mikrokontroler dengan kapasitas 450 kg yang telah peneliti dan teman-teman peneliti lain rancang

telah sesuai dengan apa yang kami harapkan yaitu mampu menghasilkan suatu mesin uji tarik otomatis dengan output (data) berupa tegangan-regangan dengan bentuk grafik digital secara akurat.

