

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka merupakan ringkasan sebuah pustaka yang berisi tentang ringkasan-ringkasan tertentu yang berkaitan dengan topik atau penelitian yang akan dilakukan. Berikut merupakan beberapa tinjauan tentang mesin uji tarik yang sudah pernah dilakukan yaitu sebagai berikut :

Arsyad et al (2019) melakukan perancangan dan pembuatan alat uji tarik untuk melakukan penelitian dengan spesimen uji serat alam yang bertujuan untuk mengenali karakteristiknya. Serat banyak dimanfaatkan di dunia perindustrian, seperti pabrik pembuatan tali, industri tekstil, industri kertas. Pengujian alat ini menghasilkan kekuatan tarik sebesar 282,35 N/mm². Pengujian yang dilakukan dengan menggunakan standar ASTM 3379-02. Penggunaan air sebagai media beban yang terus dialirkan ke penampungan, kemudian dihubungkan dengan serat sehingga meregang dan akhirnya putus.

Comaro et al (2020) penelitian dan pengembangan ini bereksperimen untuk mendesain dan membuat alat uji tarik dengan kapasitas kecil yang mampu menghasilkan alat perkakas yang lebih efisien, ekonomis, dan memiliki keakurasian yang tinggi dengan memanfaatkan perangkat keras dan lunak yang tersedia namun tetap memperhatikan dan menjaga keakurasian hasil produksi. Perancangan dan pengembangan alat uji tarik mini berbasis arduino untuk spesimen uji non-ferro ini menggunakan motor stepper nema 17 sebagai motor penggerak, untuk mentransmisikan daya menggunakan 2 buah *ballscrew*, *belt*, dan *pulley*. Sensor *load cell* dan digimatik digunakan untuk membaca besaran dan perpanjangan dari spesimen yang dikontrol oleh mikrokontroler arduino. Metode pengujian menggunakan standar ASTM E8M3 2009.

Hariato et al (2021) modifikasi alat uji tarik kapasitas 5000 Newton untuk meningkatkan nilai keakuratan pengujian. Observasi awal yang dilakukan masih terdapat banyak kekurangan yang mempengaruhi dari nilai hasil kekuatan maksimum. Sebelum dan sesudah modifikasi alat uji tarik, dimana pengujian

menggunakan material yang berbahan PVC. Modifikasi alat ini diharapkan mengalami peningkatan keakuratan yang diperoleh dari pengujian material tersebut. Hasil pengujian sebelum dimodifikasi didapat nilai pengujian kekuatan tarik maksimum (Ultimate Tensile Strength) sampel rata-rata sebesar 32,3 MPa, atau terdapat selisih sebesar 20,72 % terhadap hasil pengujian acuan. Setelah dilakukannya modifikasi, hasil pengujian tarik maksimum rata-rata sebesar 30,10 MPa, atau terdapat selisih terhadap nilai acuan sebesar 12,5%. Dari hasil modifikasi lainnya terdapat juga nilai elongasi sebesar 8,22 %, serta data pengukuran terekam dalam bentuk data logger sehingga memungkinkan untuk dibuat grafik hubungan tegangan dan regangan.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Sealant

Mittal dan Pizzi (2009) penyegelan/*sealing* telah didefinisikan sebagai seni dan ilmu dalam mencegah kebocoran. *Sealant* digunakan untuk menutup sambungan maupun celah antara dua atau lebih dalam suatu permukaan. Tujuan utama dari *sealant* yaitu mencegah masuk ataupun keluarnya udara, air, dan zat lain secara terstruktur yang memungkinkan sejumlah pergerakan pada suatu permukaan (substrat). Perbedaan antara *sealant* dan perekat tidak berbeda begitu jauh. Fungsi utama dari *sealant* untuk menyegel atau menutup sambungan, dengan kemampuan adhesi dan gerakan menjadi properti/sifat-sifat yang penting. Di sisi lain, perekat dirancang untuk menahan material bersama dengan bagian/lampiran permukaan, sehingga kerap sebagai alternatif untuk sistem pengikat mekanis. Demikian, fungsi utama dari perekat sendiri adalah untuk memindahkan beban antara permukaan yang berdekatan, dengan adhesi dan kekuatan struktural menjadi sifat yang penting. *Sealant* harus memenuhi tiga fungsi dasar yaitu :

- a. Cukup dengan mengisi sambungan atau celah untuk membuat yang efisien.
- b. Membentuk penghalang untuk aliran gas atau cairan.
- c. Mempertahankan/menjaga segel di lingkungan operasi (sambil mengizinkan banyaknya bagian pergerakan yang di segel).

Gambar 2.1 di bawah merupakan penggunaan *sealant* pada kaca mobil. Berikut ini merupakan jenis *sealant* menurut dari material atau bahannya yaitu sebagai berikut :



Gambar 2. 1 Penggunaan *sealant* pada kaca mobil

(<https://www.google.com/alibaba.com> diakses 20 Februari 2022)

a. *Butyl Sealant*

Mittal dan Pizzi (2009) formulasi dari *butyl sealant* sebagian besar dibuat dengan mencampurkan *butyl* polimer dengan berbagai tingkat variasi berat molekul rendah dan tinggi yang bertujuan untuk memodifikasi sifat poliisobutilena. *Sealant* berbahan dasar karet *butyl* tersedia sebagai *sealant* pelepas dan pelarut yang dapat di pompa, sebagai pita yang diebentuk sebelumnya, dan sebagai *sealant* yang diaplikasikan pada kondisi panas.

Konstruksi yang digunakan didalam segel utama kaca isolasi : saluran panas, ventilasi, dan pendingin ruangan (HVAC); kaca atap dan kaca rumah (mastic dan pita perekat), jendela berkedip (pita perekat), sambungan membrane atap, penetrasi atap dan dinding, dan logam bergelombang yang direkatkan dengan semen dan diperkuat dengan serat. *Butyl sealant* ini juga digunakan dalam aplikasi transportasi, seperti kaca mobil dan perekat penetrasi, perekat control kebisingan, jendela kapal laut, dan perekat container, dan masih digunakan pada perekatan kabel listrik (sambungan).

b. *Polysulfide Sealant*

Mittal dan Pizzi (2009) *sealant* polisulfida memiliki ketahanan air yang sangat baik, *sealant* ini telah banyak digunakan dalam konstruksi kanal, waduk, bendungan, dan struktur teknik sipil penahan air lainnya. Selanjutnya, ketahanan yang sangat baik dari beberapa formulasi *sealant* jenis ini terhadap air dan serangan mikroba telah menjadi faktor kunci dalam penggunaannya di masa lalu dan sekarang di pabrik pengolahan limbah air.

c. *Acrylic Sealent*

Mittal dan Pizzi (2009) *sealant* berbasis polimer akrilik umumnya menawarkan daya tahan yang sangat baik dalam hal ketahanan sinar ultraviolet dan ketahanan kimia. Sedangkan formulasi *sealant* lateks akrilik yang bening, transparan, dan berpigmen mampu memenuhi persyaratan kinerja yang ketat dari spesifikasi *sealant* arsitektual.

Mayoritas *sealant* akrilik saat ini dijual untuk aplikasi bangunan. Penggunaan produk ini banyak digunakan untuk restorasi interior. Akrilik berbasis pelarut sangat berguna dalam pekerjaan restorasi eksterior karena daya rekatnya yang sangat baik pada berbagai permukaan. Namun, dengan begitu mereka sulit diterapkan dan memiliki bau yang kurang sedap. Oleh karena itu, penggunaannya tetap terbatas pada pengaplikasiannya dan akan berkurang seiring berjalannya waktu, karena tersedianya bahan *sealant* alternatif dengan kinerja yang serupa dan profil kesehatan yang lebih ramah menjadi tersedia.

d. *Silicone Sealent*

Mittal dan Pizzi (2009) konstruksi industri merupakan segmen pasar terbesar untuk silikon ini. *Sealant* ini banyak digunakan oleh industri konstruksi dalam pengaplikasian seperti sambungan pada bangunan dan jalan raya, sambungan tahan cuaca umum pada substrat (permukaan) berpori dan tidak berpori, sambungan sanitasi di sekitar perlengkapan kamar mandi dan dapur, serta sambungan tahan api di sekitar pipa, saluran listrik, saluran dan kabel listrik di dalam dinding maupun dilangit-langit bangunan.

Sealant silikon juga telah diaplikasikan yang telah berkembang di industri otomotif berdasarkan tren suhu di bawah kap yang mengarah lebih tinggi dan kualitas yang lebih tinggi maupun persyaratan tahan uji. Selanjutnya, peningkatan produksi mobil telah mengutungkan permintaan *sealant* silikon. Pertumbuhan konsumsi *sealant* silikon di pasar listrik atau elektronik telah cukup.

e. *Polyurethane Sealent*

Mittal dan Pizzi (2009) saat ini *sealant polyurethane* merupakan salah satu jenis *sealant* yang paling banyak digunakan kedua setelah *sealant* silikon. Keresbagunaan kimia uretana memungkinkan untuk formulasi dari baerbagai produk, yang tersedia sebagai bahan yang dapat mengalir dan tidak licin dalam versi komponen tunggal dan multikomponen.

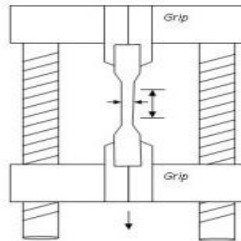
Industri otomotif dan konstruksi saat ini masih mewakili aplikasi utama dari *sealant polyurethane*. Dalam industri otomotif, *sealant polyurethane* digunakan dalam pelapisan kaca depan secara langsung (baik kaca asli, peralatan manufaktur (OEM) dan aplikasi penggantian kaca), dalam ikatan atau perekatan panel, untuk gasket aliran di tempat, dan sebagai perekan lampu depan (untuk lampu depan bersuhu rendah). Aplikasi penting di dalam konstruksi industri adalah sambungan lalu lintas horizontal di jalan raya, landasan pacu bandara dan jalur taksi, jalur pejalan kaki dan plaza, segel penetrasi di dinding dan pengaplikasian pada teknik sipil seperti perekatan di pabrik, pengolahan air limbah dan sistem pipa limbah, aplikasi kelautan, dan perekatan di beberapa kawat dan kabel.

f. *Silicon-Curable Organic Sealants (Hybrid Sealants)*

Mittal dan Pizzi (2009) polimer organik dengan fungsi yang dapat disembuhkan dengan silikon, dibuat dengan kopolimerisasi, pencangkokan, atau mereaksikan *sealant* dengan atau ke polimer organik. Saat ini, *sealant* polimer yang dapat disembuhkan dengan silikon tersedia secara komersial berdasarkan tulang punggung polieter, poliuretan, polisobutilena, dan poliakrilat. Manfaat utama penggunaan akhir untuk kelas *sealant* ini berasal dari ketahanan silikon yang ramah lingkungan dan ramah kesehatan pekerja, kontrol yang lebih baik dari reaksi penyembuhan, dan daya tahan yang lebih tinggi, jika dibandingkan dengan *sealant* organik konvensional.

2.2.2 Mesin Uji Tarik

Park (2004) mesin uji tarik merupakan suatu alat yang terdiri dari beberapa jenis yang digunakan untuk menerapkan beban tarik terkendali pada benda uji (*test piece*) serta mampu memvariasikan kecepatan aplikasi beban dan secara akurat dapat mengukur beban, regangan, dan perpanjangan yang diterapkan pada benda uji. Mesin pengujian dirancang untuk menerapkan gaya pada material untuk menentukan kekuatan dan ketahanannya terhadap deformasi. Terlepas dari metode penerapan gaya, mesin pengujian dirancang untuk menggerakkan *crosshead* atau pelat pada laju yang terkontrol, sehingga menerapkan beban tarik atau tekan pada suatu spesifikasi. Gambar 2.2 di bawah merupakan proses pengujian tarik.



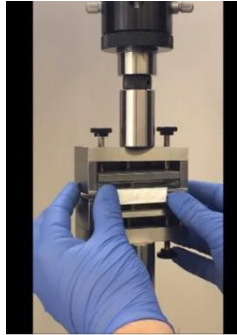
Gambar 2. 2 Proses pengujian tarik

(<https://www.google.com/sersasih.wordpress.com> diakses 20 Februari 2022)

2.2.3 ASTM C 1135

Metode pengujian ini untuk mengukur secara kuantitatif sifat adhesi tarik dari *sealant* struktural, yang selanjutnya disebut sebagai “*sealant*”. Standar ini tidak dimaksudkan untuk mengatasi semua masalah keamanan, jika ada, yang terkait dengan penggunaannya. Pengguna standar ini bertanggung jawab untuk menetapkan praktik keselamatan dan kesehatan yang sesuai dan menentukan penerapan batasan peraturan sebelum digunakan.

C1135 (2005) seringkali, kaca atau bahan kaca atau panel lainnya direkatkan secara struktural dengan *sealant* ke sistem rangka logam. *Sealant* yang digunakan untuk aplikasi ini dirancang untuk menyediakan hubungan struktural antara kaca atau panel dan sistem pembingkai. Akan tetapi, metode pengujian ini dilakukan pada satu kondisi lingkungan yang ditentukan, kondisi lingkungan lain dan siklus durasi yang dapat digunakan. Gambar 2.3 di bawah merupakan uji tarik menggunakan standar ASTM C1135.



Gambar 2. 3 Uji tarik menggunakan standar ASTM C1135

(WWW.MTTUSA.NET diakses 20 Februari 2022)

2.2.4 Perancangan

Menurut Nur (2018) perancangan adalah suatu proses yang bertujuan untuk menganalisis, menilai memperbaiki dan menyusun suatu sistem, baik sistem fisik maupun non fisik yang optimum untuk waktu yang akan datang dengan memanfaatkan informasi yang ada. Pengertian lainnya menurut Bin Ladjamudin dalam Nur (2018) perancangan adalah tahapan perancangan (*design*) memiliki tujuan untuk mendesain sistem baru yang dapat menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapi perusahaan yang diperoleh dari pemilihan alternatif sistem yang baik.

Proses perancangan ini merupakan kegiatan awal dari suatu rangkaian dalam pembuatan sebuah produk. Hasil dari perancangan berupa sebuah sketsa atau gambar dari produk yang akan dibuat. Gambar dari produk ini harus mudah dipahami agar tidak menimbulkan kesalahpahaman dalam proses produksi nantinya.

2.2.5 Gambar Teknik

Gambar teknik merupakan sebuah alat untuk menyampaikan maksud dari seorang perancang. Terdapat beberapa fungsi dari gambar teknik antara lain yaitu untuk penyampaian informasi, penyampaian dan penggunaan keterangan (data teknis), dan cara-cara pemikirann (perencanaan) dalam penyampaian informasi.

Sebagai sebuah bahasa, tentunya gambar digunakan untuk mengungkapkan sesuatu dari setiap personal dan lini industri. Untuk mencapai komunikasi yang

efektif maka perlu digunakan metode penyampaian gambar yang sesuai dengan keadaannya. Pada dasarnya terdapat dua metode yang digunakan untuk membuat gambar teknik, yakni dengan menggunakan sketsa tangan dan menggunakan gambar.

Sketsa merupakan metode penggambaran secara manual menggunakan tangan tanpa menggunakan tangan tanpa bantuan alat gambar selain pensil dan penghapus. Metode penggambaran dengan sketsa tangan merupakan metode yang praktis dan cocok digunakan dilapangan *engineering*.

Metode penggambaran yang kedua adalah penggambaran dengan menggunakan peralatan gambar. Metode ini biasanya digunakan dalam laboratorium gambar. Metode ini digunakan untuk memproduksi gambar sekaligus memperbanyak gambar tersebut yang kemudian didistribusikan ke lini yang bersangkutan.

2.2.6 Peran Komputer dalam Proses Perancangan

Komputer memungkinkan perancang untuk melihat hasil dari tata letak dengan mudah tanpa harus menggunakan pena. Dengan komputer juga dapat mensimulasikan sebuah efek dari sebuah desain tanpa harus menghabiskan banyak biaya dan memakan banyak tempat.

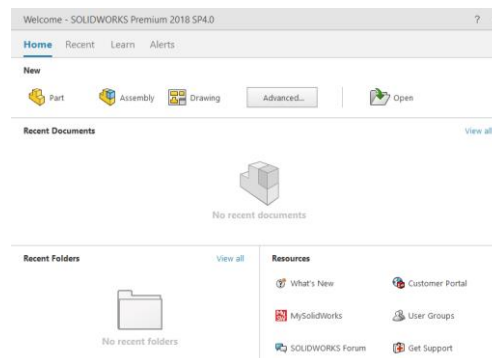
2.2.7 *SolidWorks*

SolidWorks merupakan salah satu *software* gambar teknik yang dibuat oleh *Dessault System*. *SolidWorks* ini digunakan untuk merancang *part* atau sebuah susunan *part* yang berupa *assembly* dengan tampilan 3D untuk menampilkan *part* sebelum *part* aslinya dibuat. Selain gambar 3D, *SolidWorks* ini juga dapat menampilkan gambar dalam bentuk 2D. Gambar 2D ini merupakan sebuah gambar yang dibuat dari gambar 3D namun gambar 2D dilengkapi dengan dimensi yang lebih lengkap dari *part* yang digambar pada gambar 3D. Gambar 2.4 di bawah merupakan *solidworks* 2018 dan Gambar 2.5 di bawah merupakan mode aplikasi *solidworks* 2018.



Gambar 2. 4 *Solidworks* 2018

Software SolidWorks ini memiliki beberapa mode pada saat awal memulai aplikasi, seperti pada gambar



Gambar 2. 5 Mode aplikasi *Solidworks* 2018

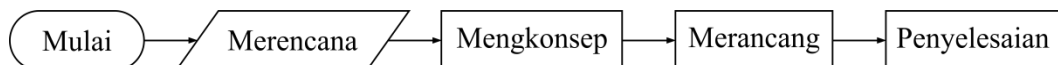
Setiap mode memiliki fitur dan fungsi yang berbeda-beda, tetapi dapat saling berkaitan. Berikut merupakan fungsi dari masing-masing mode:

- a. *Part* merupakan sebuah mode untuk menggambar sebuah objek dari 2D hingga 3D yang terbentuk dari *feature-feature* yang tersedia. *Parts* ini dapat disatukan menjadi sebuah kesatuan pada *assembly*, selain itu *parts* ini juga dapat digambarkan pada bentuk 2D pada *drawing*. Tipe file nantinya setelah objek jadi yaitu SLDPRT.
- b. *Assembly* merupakan sebuah mode untuk menggabungkan *parts* untuk menjadi sebuah kesatuan yang utuh. Pada template ini juga dapat melakukan beberapa fitur lain seperti *SolidWorks motion* dan *SolidWorks Simulation*. Tipe file nantinya setelah melakukan *assembly* yaitu SLDASM.

- c. *Drawing* merupakan mode untuk membuat gambar 2D dengan dilengkapi dimensi lengkap dari *part* yang telah dibuat ataupun disatukan pada *assembly*. Tipe file setelah *drawing* ini jadi yaitu SLDDRW.

2.2.8 Metode Penyelesaian Tugas Akhir

Berikut merupakan prosedur perancangan dalam penyelesaian tugas akhir. Metode perancangan yang digunakan dalam penyelesaian tugas akhir ini yaitu metode pendekatan VDI 2222. Untuk menentukan dan menentukan konfigurasi desain dari alat serta komponen penyusun dari mesin uji tarik ini, penulis melakukan beberapa prosedur dalam metode pendekatan perancangan VDI 222. VDI merupakan kepanjangan dari *Verein Deutsche Ingenieur* yang artinya Persatuan Insinyur Jerman. Perancangan menurut VDI 2222 lebih sederhana dan lebih singkat. Gambar 2.6 di bawah merupakan tahapan perancangan menurut VDI 2222.



Gambar 2. 6 Tahapan alir perancangan menurut VDI 2222

Pahl dan Beisz (1996)

a. Merencana

Kegiatan merencana ini merupakan awal dari sebuah proses perancangan. Pada tahap ini dimulai dari mengidentifikasi permasalahan yang terjadi khususnya di PT. Mekar Armada Jaya yang kemudian dicari pemecahan permasalahan tersebut. Berikut merupakan kegiatan dari merencana:

1. Identifikasi masalah

Identifikasi masalah merupakan bagian paling penting dan merupakan tahap yang mempunyai hubungan dengan penurunan konsep dan menetapkan spesifikasi produk. Pada tahapan ini penulis menemukan bahwasanya pada PT. Mekar Armada Jaya masih melakukan pengujian *sealant* secara manual tanpa adanya sebuah alat ukur untuk menguji kekuatan *sealant* sehingga diangkatlah sebuah topik mesin uji tarik *sealant*.

2. Studi lapangan

Melakukan studi lapangan dilakukan guna untuk mengetahui permasalahan yang sedang dihadapi di PT. Mekar Armada Jaya. Studi lapangan ini

diharapkan dapat lebih jelas mencari informasi dari narasumber di PT. Mekar Armada Jaya.

3. Studi literatur

Menganalisa alat uji tarik yang beredar dipasaran dan dengan membaca jurnal yang berkaitan dengan pengujian tarik dan perancangan uji tarik. Setelah mengumpulkan data penulis membuat daftar tututan alat uji tarik yang akan dibuat.

b. Mengkonsep

Kegiatan mengkonsep mengacu pada permasalahan dan mempertimbangkan data dari studi literatur serta mengacu dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Kegiatan mengkonsep yang dilakukan penulis yaitu dapat dilakukan dengan analisa kebutuhan. Analisa kebutuhan dapat dilakukan dengan pemilihan konsep dengan mengajukan beberapa sketsa dari mesin yang akan dibuat.

c. Merancang

Konsep yang terpilih kemudian dituangkan pada desain wujud dan desain ini harus dibuat secara rinci. Pada tahap perancangan terdapat beberapa kegiatan, diantara yaitu :

1. Desain

Desain merupakan desain dari mesin atau alat yang akan dibuat. Desain tersebut dapat digunakan sebagai gambaran dari alat yang akan dibuat menjadi seperti gambar.

2. Desain wujud

Desin wujud merupakan desain utuh dari mesin yang akan dibuat dengan perbandingan skala 1:1. Desain yang dibuat harus sesuai dengan ketentuan pada tahap mengkonsep.

3. Desain bagian

Desain bagian merupakan desain bagian komponen dari mesin atau alat yang akan digunakan untuk membuat mesin atau alat tersebut.

d. Penyelesaian

Penyelesaian merupakan tahapan akhir dari metode pendekatan perancangan VDI 2222. Pada tahap ini ada beberapa hal yang harus dilakukan, diantaranya

yaitu membuat gambar detail sebagai patokan nantinya dalam proses produksi. Tahap ini dilakukan setelah desain wujud dari mesin uji tarik terselesaikan dan sudah sesuai dengan ketentuan.

2.2.9 Elemen Mesin

2.2.9.1 Motor *stepper*

Motor *stepper* adalah perangkat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit. Motor *stepper* bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor. Karena itu, untuk menggerakkan motor *stepper* diperlukan pengendali motor *stepper* yang membangkitkan pulsa – pulsa periodik. Sudut rotasi motor proporsional dengan pulsa masukan sehingga lebih mudah diatur. Motor *stepper* dikendalikan sepenuhnya oleh *mikrokontroler*, karena *mikrokontroler* hanya mampu memberikan suplai tegangan 5 Volt dan dengan arus sekitar 20 mA, jadi *mikrokontroler* tidak mampu untuk menggerakkan motor *stepper*, maka digunakan driver penggerak untuk mensuplai arus yang dibutuhkan motor *stepper* tersebut.

Sitorus (2017) motor *stepper* merupakan motor DC yang dapat diatur posisinya dengan akurat pada posisi tertentu dan dapat berputar kearah yang diinginkan dengan memberi sinyal-sinyal pulsa dengan pola tertentu. Biasanya motor *stepper* digunakan untuk aplikasi-aplikasi yang membutuhkan torsi kecil dengan akurasi yang tinggi, seperti pada penggerak *head* pada *floppy disk drive* atau pada CD-ROM. Gambar 2.7 di bawah merupakan motor *stepper*.



Gambar 2. 7 Motor *stepper*

(www.polalu.com diakses 20 Februari 2022)

Bagian-bagian dari motor *stepper* yaitu tersusun atas *rotor*, *stator*, bantalan, *casing* dan sumbu.

- a. *Rotor* pada motor *stepper* terdiri dari poros, roda dan sudu gerak.
- b. *Stator* terdiri dari beberapa kutub. Setiap kutub memiliki lilitan yang menghasilkan medan magnet yang akan menggerakkan *rotor*. Pemberian arus yang berurutan pada kutub-kutubnya menyebabkan medan magnet berputar yang akan menarik *rotor* ikut berputar. *Stator* juga memiliki dua 11 bagian plat yaitu plat inti dan plat lilitan. Plat inti dari motor *stepper* ini biasanya menyatu dengan *casing*.
- c. *Casing* motor *stepper* terbuat dari aluminium dan ini berfungsi sebagai dudukan bantalan dan *stator* pemegangnya adalah baut sebanyak empat buah. Di dalam motor *stapper* memiliki dua buah bantalan yaitu bantalan bagian atas dan bantalan bagian bawah.
- d. Sumbu merupakan pegangan dari *rotor* dimana sumbu merupakan bagian tengah dari *rotor*, sehingga ketika *rotor* berputar sumbu ikut berputar.

2.2.9.2 Ballscrew

Ballscrew Technical Information (1998) *ballscrew* merupakan sebuah aktuator yang mengubah gerak putaran menjadi gerak lurus dengan gesekan kecil. Gesekan yang terjadi bisa kecil dikarenakan antara *nut* dengan *bolt* terdapat *ball* (gotri) yang berfungsi untuk mengurangi koefisien gesek. Sedangkan pengertian dari aktuator sendiri merupakan suatu pengubah energi listrik menjadi energi gerak. Aktuator dirancang untuk beroperasi suatu mekanisme dan merubah suatu variabel kontrol di dalam proses.

Poros berulirnya terdapat jalur berbentuk *heliks* untuk *ball bearing* yang berfungsi sebagai skrup presisi yang mampu menambah beban dorongan tinggi dengan gesekan internal yang kecil. *Ballscrew* ini cocok digunakan pada pekerjaan yang membutuhkan presisi tinggi. Gambar 2.8 di bawah merupakan *ballscrew*.

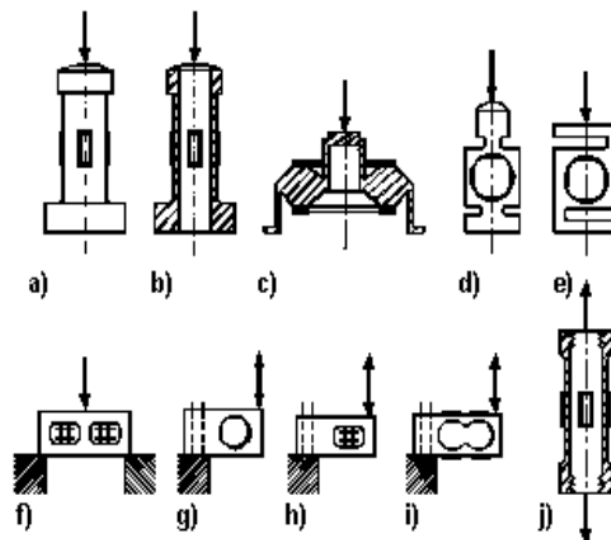
Gambar 2. 8 *Ballscrew*

(<https://images.app.goo.gl/HZ3eYcjrj3D1dVuu8> diakses 20 Februari 2022)

2.2.9.3 *Load cell*

Load cell sangat umum digunakan untuk mengukur sebuah gaya. Gaya yang diaplikasikan pada elemen elastis membuatnya fleksibel, yang kemudian dikirim ke sensor bantu yang mengubahnya menjadi keluaran terukur. Sudah dikemukakan bahwa sensor *load cell* telah banyak digunakan dalam berbagai aplikasi yang berbeda dalam rentang yang berbeda dari hanya beberapa Newton hingga Mega newton.

Kamble et al (2020) bentuk elemen elastis yang digunakan pada *load cell* tergantung pada beberapa faktor, seperti rentang gaya yang diukur, batas ukuran, dan ukuran akhir. Gambar 2.9 di bawah merupakan bentuk elemen elastis. Berikut merupakan bentuk dari elemen elastis *load cell*:



Gambar 2. 9 Bentuk elemen elastis

(www.matjournals.com diakses 20 Februari 2022)

Tabel 2. 1 Kapasitas elemen elastis

No.	Elemen Elastis	Pembacaan Gaya
1.	<i>Compression cylinder</i>	50 kN to 50 MN
2.	<i>Compression cylinder (hollow)</i>	10 kN to 50 MN
3.	<i>Annular ring</i>	1 kN to 5 MN
4.	<i>Ring</i>	kN to 1 MN
5.	<i>S-shaped steel (Bending or shearing)</i>	200 N to 50 kN
6.	<i>Double-ended shear beam</i>	20 kN to 2 MN
7.	<i>Double bending beam (simplified)</i>	500 N to 50 kN
8.	<i>Shear beam</i>	1 kN to 500 kN
9.	<i>Double bending beam</i>	100 N to 10 kN
10.	<i>Tension cylinder</i>	50 kN to 50 MN

Material yang digunakan untuk elemen elastis biasanya adalah baja perkakas, baja tahan karat, aluminium atau tembaga berilium, tujuannya yaitu untuk menunjukkan hubungan linier antara tegangan (gaya) dalam rentang kerja memiliki histeresis rendah dan regangan mulur rendah (*output*).

2.2.10 Proses Produksi

Proses produksi merupakan interaksi antara bahan dasar, bahan-bahan pembantu, tenaga kerja dan mesin-mesin serta alat pelengkap yang dipergunakan. Proses produksi dapat dilakukan dengan berbagai macam proses. Salah satunya adalah dengan melakukan proses bubut.

Proses bubut merupakan proses pemesinan yang bertujuan untuk mengubah bentuk dan ukuran dari suatu benda kerja dengan menggunakan suatu pahat penyayat. Gambar 2.10 di bawah merupakan mesin bubut.



Gambar 2. 10 Mesin bubut (20 Februari 2022)

2.2.11 Waktu Produksi

Waktu produksi merupakan waktu yang diperlukan untuk mengerjakan bahan baku menjadi barang jadi atau produk jadi dalam sebuah produk yang akan dicapai. Waktu produksi dihitung untuk mengetahui estimasi waktu total yang akan digunakan dalam proses pembuatan alat atau mesin uji tarik *sealant*.