

## BAB II TINJAU/AN PUSTAKA

### 2.1 Kajian Pustaka

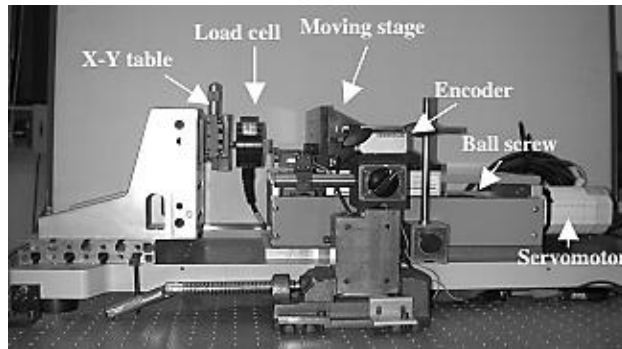
Dalam penelitian skripsi dibutuhkan suatu penelitian terlebih dahulu, untuk dijadikan sebuah referensi untuk di observasi. Berikut ini merupakan beberapa referensi yang berkaitan.

Partheepan dkk. berhasil membuat alat spesimen tarik jenis cakram miniatur sederhana dan perlengkapan untuk memegang spesimen dengan bantuan pin kaku untuk memprediksi sifat mekanik bahan. Mereka memverifikasi kelayakan geometri sampel baja karbon rendah menggunakan analisis metode elemen hingga (FEM) dari perangkat lunak Abaqus. Hasil penelitiannya sangat cocok dengan hasil dari model analitik yang diperoleh dari kode elemen hingga (finite element) Abaqus. Keakuratan simulasi elemen hingga dalam memprediksi kekuatan maksimum yang dapat ditahan spesimen miniatur adalah 97%.

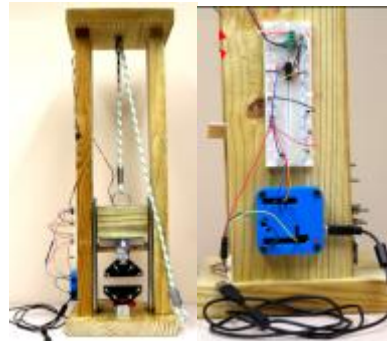
Sebuah penguji mini gaya yang digerakkan oleh DC-servomotor (Gambar 1) dengan pengarah (*guide-way*) *ball-screw* dikembangkan oleh Chao dan Liu untuk uji geser sambungan bola solder. Perpindahan skala penuh dan beban maksimum yang diterapkan masing-masing adalah 100 mm dan 100 kgf. Resolusi perpindahan dari tahapan dipertahankan pada 1 mikron menggunakan modul kontrol *loop* tertutup pengukur digital presisi.

LaVan mengembangkan sistem pengujian tarik untuk melakukan uji tarik pada mikroskop panjang 3,1 mm dengan penampang pengukur 0,2 mm<sup>2</sup>. Mereka melakukan uji tarik sampel yang dipotong dari logam las untuk menyelidiki sifat mekanik lokal dari sambungan las.

Hou dan Chen mengembangkan sistem pengujian tarik uniaksial baru, yang terdiri dari aktuator piezo-listrik loop tertutup, sel beban, dan dua grippers untuk memegang spesimen untuk menyelidiki perilaku mekanis film tipis. Namun, sistem ini rumit dan/atau jauh lebih mahal daripada metode pengujian tarik konvensional.



Gambar 2.1 Mini Tester Berpenggerak *Ball-Screw*  
(Sumber: Y.C. and Liu, D.S., 2003)



Gambar 2.2 Mini Tester Kekuatan Tarik Material Lunak  
(Sumber: Julien H. Arrizabalaga, dkk 2017)

Julien dkk. telah berhasil membuat tester tarik uniaksial yang mudah diassembling (Gambar 2) berbasis arduino. Perangkat terdiri dari bingkai kayu yang mendukung peralatan pembebanan terpusat yang dipasang melalui luncuran laci. Untuk melakukan tes mekanis, sampel ditahandengan dua klem dibuat dengan *printing* 3D yang dibuat khusus ditempelkan pada braket di dasar bingkai dan sel pembebanan. Gaya ekstensi oleh pengguna dengan menarik tali, menggerakkan peralatan pembebanan terpusat ke atas (dengan demikian meregangkan sampel) sambil merekam gaya (diukur dengan *load cell*) dan perpindahan (diukur dengan sensor ultrasonik). *Load cell* dan sensor ultrasonik dihubungkan ke mikrokontroler Arduino yang terhubung ke laptop melalui *port* USB untuk akuisisi dan analisis data. Perangkat ini berfungsi sebagai *platform* yang ideal untuk pembelajaran langsung, karena konstruksinya dan penggunaannya yang mencakup beberapa disiplin ilmu dan memungkinkan kesempatan modifikasi potensinya untuk ekspansi ke aplikasi lainnya.

Tabel 2.1 Komparasi Kajian Pustaka

Tahun	DATA SUMBER JURNAL PROPOSAL		
	Nama Peneliti	Judul	Kesimpulan
2013	Kundan Kumara dkk	Penggunaan Spesimen Tarik Miniatur untuk Pengukuran Sifat Mekanik	Properti tarik ditentukan untuk spesimen dan hasilnya ditemukan dalam kisaran 2% -4,5% lebih sedikit dibandingkan dengan spesimen tipe berada di kisaran 0,2% -6% baja le, namun nilai-nilai ini kira-kira dapat dikaitkan dengan setiap tegangan sisa dalam pengujian dan analisis lebih lanjut perlu dilakukan. Keseragaman kurang sesuai dengan spesimen tipe-I untuk 2 persetujuan karena ketebalan spesimen berbeda secara eksperimental dan melalui analisis FEM tentang kegunaan spesimen spesimen miniatur upaya internasional untuk standarisasi evaluasi properti teknologi
2015	R. Procházka dkk.	Pengujian tarik spesimen miniatur paduan AZ31 diproses oleh ECAP	<p>Penelitian pengujian tarik miniatur menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hasil uji tarik miniatur sebanding dengan hasil uji tarik konvensional.</li> <li>➤ Perpanjangan paling sensitif terhadap metodologi pengujian tarik dan desain spesimen dalam kaitannya dengan struktur mikro dan kondisi permukaan sementara kekuatan dapat ditentukan dengan sangat tepat.</li> <li>➤ Geometri spesimen tarik miniatur dan metodologi pengambilan sampel memungkinkan pengerjaan beberapa spesimen dari satu billet dan yang paling penting pengambilan sampel di berbagai arah.</li> <li>➤ Metodologi yang diusulkan sangat berguna untuk penyelidikan anisotropi dan pemetaan sifat mekanik.</li> <li>➤ Menurut kesimpulan ini metode pengujian tarik miniatur dapat dianggap sebagai dibuat khusus untuk evaluasi bahan SPD. Pengujian tarik miniatur dari bahan SPD harus diikuti oleh pemetaan orientasi butir (mis. Dengan memindai mikroskop elektron dengan detektor difraksi backscatter elektron). Hasil evaluasi struktur mikro dalam kombinasi dengan uji tarik miniatur akan memberikan kontribusi untuk pemahaman yang mendalam tentang perilaku deformasi bahan olahan</li> </ul>
			Jurnal ini menjelaskan metode untuk mengevaluasi sifat material menggunakan spesimen tarik miniatur melalui

Tahun	DATA SUMBER JURNAL PROPOSAL		
	Nama Peneliti	Judul	Kesimpulan
2005	Partheepan, G dkk,	<i>Design and usage of a simple miniature specimen test setup for the evaluation of mechanical properties</i>	pengaturan eksperimental sederhana. Metode uji konvensional untuk memprediksi sifat mekanik memerlukan pengambilan sampel bahan besar dari komponen dalam-layanan, yang umumnya tidak praktis. Spesimen miniatur dirancang dan disiapkan sedemikian rupa sehingga mewakili sifat asli dari struktur / komponen dari mana mereka dikeluarkan. Pemegang sampel miniatur dirancang untuk memegang spesimen dengan bantuan pin yang kaku. Perpanjangan spesimen di bawah beban tarik diukur dengan ekstensometer. Simulasi elemen hingga dari tes ini juga dilakukan dan hasilnya dibandingkan dengan hasil eksperimen. Seluruh pengaturan eksperimental yang terdiri dari pemegang spesimen, pin pemuatan, dll. Dapat dicengkeram dalam mesin pengujian yang sesuai, seperti MTS, Instron, dll .; pengujian menggunakan pengaturan bisa dilakukan. Kesederhanaan pengaturan eksperimental dalam memprediksi sifat material dari bahan yang tidak diketahui menggunakan spesimen miniatur dan simulasi elemen hingga dipelajari.
2017	P. H. Hou & T. Y. Chen	Sistem pengukuran uji tarik otomatis untuk spesimen miniatur”. Mekanik Eksperimental	Pengembangan sistem pengukuran otomatis untuk mengukur modulus Young dari spesimen mini telah dijelaskan. Tes sistem pada garis emas dan spesimen tembaga dari berbagai ukuran ditampilkan. Keandalan dan akurasi sistem pengukuran yang dirancang sendiri dijamin dengan membandingkan hasil yang diperoleh oleh perangkat MTS dan metode korelasi-gambar digital. Hasil yang baik yang diperoleh menunjukkan kegunaan sistem. Meskipun efek ukuran pada spesimen miniatur yang terbuat dari tembaga tidak jelas ditemukan di antara spesimen yang digunakan dalam penelitian ini, mungkin ada untuk ukuran lain atau bahan yang berbeda. Studi ini menyediakan sistem pengukuran yang nyaman dan akurat untuk mengevaluasi sifat mekanik dalam bahan ukuran kecil
			Papan mikrokontroler modern menawarkan alat kimia analitik yang kuat dan murah untuk menghubungkan komputer dan peralatan laboratorium. Ketersediaan sejumlah materi pendidikan, sensor yang kompatibel, dan perangkat elektromekanis membuat pembelajaran

Tahun	DATA SUMBER JURNAL PROPOSAL		
	Nama Peneliti	Judul	Kesimpulan
2014	Mabbott, G. A.	<i>“Teaching Electronics and Laboratory Automation Using Microcontroller Boards”</i> .	untuk mengimplementasikan mikrokontroler menyenangkan dan memberdayakan. Artikel ini menjelaskan keuntungan menggunakan papan mikrokontroler Arduino untuk otomatisasi lab. Ini juga mencakup rencana pelajaran dan latihan untuk mengajar bagaimana menggunakannya dalam kurikulum kimia analitik. Dua dari latihan ini termasuk memperoleh data dari spektrometer sederhana dan kontrol pengendara sepeda termal untuk PCR. Kecerbagaunaan perangkat ini akan menjadikannya alat penting lainnya dalam toolkit ahli kimia analitik
2017	Julien dkk,	"Fabrikasi Tester Tarik Uniaksial Berbasis Arduino yang Ekonomis",	Julien telah menggambarkan pembuatan uniaksial yang mudah digunakan tester tarik dengan total biaya kurang dari \$ 100. Kesederhanaan dan fleksibilitas platform Arduino menunjukkan bahwa ini adalah praktis, sistem yang akurat untuk demonstrasi langsung untuk penentuan sifat mekanik beberapa berbeda bahan. Eksperimen yang dirinci di sini, dapat berupa diterapkan pada berbagai disiplin ilmu, dilakukan dengan barang-barang rumah tangga dan laboratorium umum sebagai sampel. Ini mengungkapkan keakuratan sistem (dibandingkan dengan tester mekanik industri) dan memungkinkan penentuan sifat material yang andal. Meskipun tidak dimaksudkan sebagai pengganti eksperimen yang benar-benar kuantitatif, perangkat ini berfungsi sebagai platform yang ideal untuk pembelajaran langsung, seperti miliknya konstruksi dan penggunaan meliputi beberapa disiplin ilmu dan itu cocok untuk banyak modifikasi potensial untuk ekspansi untuk aplikasi lebih lanjut.
2019	N.A. Dolgov	Pemodelan Dan Analisa Elemen Hingga Tesile Testing Untuk Spesimen Coated	Dalam karya ini, uji tarik dilakukan pada substrat yang dilapisi. Hasil eksperimen dianalisis dengan pemodelan elemen hingga. 1. Tegangan maksimum pada substrat dilapisi terjadi pada antarmuka lapisan-substrat, dan beberapa tahapan dengan mekanisme deformasi yang berbeda dapat dilihat untuk pengujian tarik dilapisi pada substrat: a. retak lapisan diikuti oleh pengurangan ukuran fragmen dan dari delaminasi lapisan b. delaminasi lapisan tanpa retak. 2. Mengupas tegangan mengubah sifat

Tahun	DATA SUMBER JURNAL PROPOSAL		
	Nama Peneliti	Judul	Kesimpulan
			dari tegangan tarik ke tekanan satu arah pusat pelapisan. 3. Baik tegangan mengupas dan geser satu di antarmuka lapisan-substrat mempengaruhi delaminasi lapisan. Tegangan ini perlu diperhitungkan baik pada perhitungan kekuatan komponen struktural dengan lapisan dan pada pengukuran kekuatan rekat.

(Sumber: diolah dari Kundan Kumara, R. Procházka, Partheepan, G, P. H. Hou &T. Y. Chen, Mabbott, G. A., Julien, dan N.A. Dolgov.)

Dari *literature review* diatas, tujuannya adalah untuk mencari bagaimana menggunakan Metode eksperimen untuk meneliti sifat mekanik pada material pada alat uji tarik mini, yang membedakannya hanya objek penelitian yang digunakan untuk membuat perbandingan yang beragam, sehingga dapat membantu dalam pembuatan proposal penelitian ini.

## 2.2 Alat Uji Tarik

Uji Tarik adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan/material dengan cara memberikan beban gaya yang sesumbu (Askeland, 1985). Uji tarik mungkin adalah cara pengujian bahan yang paling mendasar. Uji tarik rekayasa banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan. Pada uji tarik benda uji diberi beban gaya tarik sesumbu yang bertambah secara kontinue, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan terhadap perpanjangan yang dialami benda uji. Kurva tegangan regangan rekayasa diperoleh dari pengukuran perpanjangan benda uji. Pengujian ini sangat sederhana, tidak mahal dan sudah mengalami standarisasi di seluruh dunia, misalnya di Amerika dengan ASTM E8 dan Jepang dengan JIS 2241. Dengan menarik suatu bahan kita akan segera mengetahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang.

Pengujian material merupakan salah satu cara yang digunakan untuk mengetahui sifat mekanik suatu material. Jenis pengujian material yang biasa digunakan diantaranya uji tarik (*tensile test*), uji tekan (*compression test*), uji puntir (*torsion test*) dan lain-lain. Dari beberapa jenis pengujian material tersebut, uji tarik merupakan pengujian material yang paling banyak digunakan.

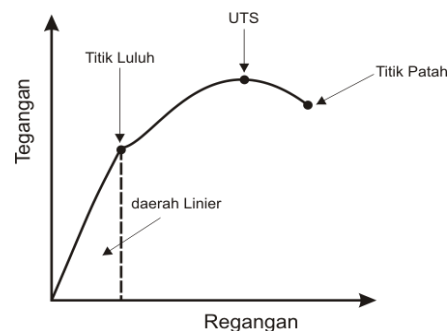
Pengujian tarik dapat menghasilkan beberapa sifat material dibandingkan dengan jenis pengujian material yang lain. Beberapa sifat mekanik material yang dihasilkan dari pengujian tarik antara lain elastisitas, kekuatan luluh, dan kekuatan tarik.

### 2.3 Tegangan dan Regangan

Uji tarik sering digunakan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan. Benda uji tarik diberi beban gaya tarik sesumbu yang bertambah besar secara kontinyu. Kurva yang diperoleh dari uji tarik pada umumnya digambarkan sebagai kurva tegangan-regangan. Bentuk kurva tegangan regangan dapat dilihat pada gambar 2.3

Tegangan adalah Besarnya tegangan pada sebuah benda perbandingan antara gaya tarik yang bekerja terhadap luas penampang benda tersebut. Tegangan yang digambarkan pada kurva diperoleh dengan cara membagi beban dengan luas awal penampang benda uji.

Regangan adalah perbandingan antara pertambahan panjang benda terhadap panjang benda mula. Pada tegangan dan regangan yang dihasilkan, dapat diketahui nilai modulus elastisitasnya.



Gambar 2.3 Kurva Tegangan Regangan  
(Sumber: Rachmad Hartono, DS 2011)

## 2.4 Metode Eksperimental

Penelitian eksperimen merupakan suatu penelitian yang menjawab pertanyaan “jika kita melakukan sesuatu pada kondisi yang dikontrol secara ketat maka apakah yang akan terjadi?”. Untuk mengetahui apakah ada perubahan atau tidak pada suatu keadaan yang di control secara ketat maka kita memerlukan perlakuan (*treatment*) pada kondisi tersebut dan hal inilah yang dilakukan pada penelitian eksperimen. Sehingga penelitian eksperimen dapat dikatakan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan (Sugiono : 2010).

Menurut Solso & MacLin (2002), penelitian eksperimen adalah suatu penelitian yang di dalamnya ditemukan minimal satu variabel yang dimanipulasi untuk mempelajari hubungan sebab-akibat. Oleh karena itu, penelitian eksperimen erat kaitanya dalam menguji suatu hipotesis dalam rangka mencari pengaruh, hubungan, maupun perbedaan perubahan terhadap kelompok yang dikenakan perlakuan.

Danim (2002) menyebutkan beberapa karakteristik penelitian eksperimen, yaitu:

1. Variabel-variabel penelitian dan kondisi eksperimen diatur secara tertib ketat (*rigorous management*), baik dengan menetapkan kontrol, memanipulasi langsung, maupun random (acak).
2. Adanya kelompok kontrol sebagai data dasar (*base line*) untuk dibandingkan dengan kelompok eksperimen.
3. Penelitian ini memusatkan diri pada pengontrolan variansi, untuk memaksimalkan variansi variabel yang berkaitan dengan hipotesis penelitian, meminimalkan variansi variabel pengganggu yang mungkin mempengaruhi hasil eksperimen, tetapi tidak menjadi tujuan penelitian. Di samping itu, penelitian ini meminimalkan variansi kekeliruan, termasuk kekeliruan pengukuran. Untuk itu, sebaiknya pemilihan dan penentuan subjek, serta penempatan subjek dalam kelompok-kelompok dilakukan secara acak.
4. Validitas internal (*internal validity*) mutlak diperlukan pada rancangan penelitian eksperimen, untuk mengetahui apakah manipulasi eksperimen yang dilakukan pada saat studi ini memang benar-benar menimbulkan perbedaan.



5. Validitas eksternalnya (external validity) berkaitan dengan bagaimana penemuan penelitian dan berkaitan pula dengan menggeneralisasikan pada kondisi yang sama.

Selain itu, dalam penelitian eksperimen ada tiga unsur penting yang harus diperhatikan dalam melakukan penelitian ini, yaitu kontrol, manipulasi, dan pengamatan. Variabel kontrol disini adalah inti dari metode eksperimental, karena variabel control inilah yang akan menjadi standar dalam melihat apakah ada perubahan, maupun perbedaan yang terjadi akibat perbedaan perlakuan yang diberikan. Sedangkan manipulasi disini adalah operasi yang sengaja dilakukan dalam penelitian eksperimen. Dalam penelitian ini, yang dimanipulasi adalah variabel independent dengan melibatkan kelompok-kelompok perlakuan yang kondisinya berbeda. Setelah peneliti menerapkan perlakuan eksperimen, ia harus mengamati untuk menentukan apakah hipotesis perubahan telah terjadi (Observasi).

## **2.5 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 modeling. 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 dkk, 2017)

## 2.6 Spesimen Uji Tarik

ASTM E8/E8M adalah metode pengujian yang paling umum untuk menentukan sifat material logam. Pertama kali dirilis pada tahun 1924, awalnya bernama ASTM E8-24T dan merupakan standar tertua yang digunakan secara aktif untuk pengujian logam. Seperti kebanyakan standar, ASTM E8 sering mengalami perubahan kecil yang sering. Namun, baru-baru ini, salah satu perubahan ini signifikan. Sebelum 2011, ASTM E8/E8M dibagi menjadi dua standar terpisah: E8 untuk pengguna unit imperial dan E8M untuk pengguna metric. Kedua standar tersebut kini telah digabungkan demi kesederhanaan menjadi ASTM E8/E8M.

ASTM E8/E8M mengukur sifat tarik material logam dalam bentuk apapun pada suhu lingkungan antara 10-38 derajat celcius (50-100 derajat fanrenheit). Meskipun ASTM E8/E8M mengukur banyak sifat tarik yang berbeda, berikut ini adalah yang paling umum:

- Yield Strength - Tekanan di mana material berubah bentuk secara permanen
- Perpanjangan Titik Hasil - Fase di mana suatu bahan mengalami transisi dari perilaku elastis ke perilaku plastis
- Kekuatan Tarik - Gaya atau tegangan maksimum yang mampu dipertahankan oleh suatu material
- Reduksi Area - Pengukuran keuletan suatu material

Karena pengujian ASTM E8 / E8M dilakukan pada berbagai jenis logam, persyaratan gaya sistem dapat sangat berbeda. Alat uji tarik mini yang dibuat pada penelitian ini adalah untuk pengujian lembaran logam *non-ferro* (10kN). (Matthew spiret,2005)