

BAB II

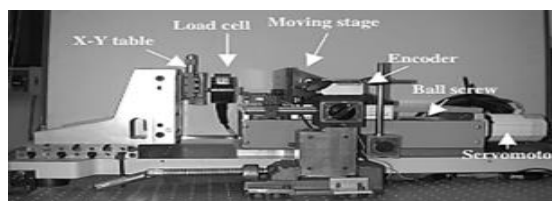
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Dalam penulisan Tugas akhir dibutuhkan suatu penelitian terlebih dahulu, untuk dijadikan sebuah referensi untuk diobservasi. Dibawah ini merupakan beberapa referensi yang berkaitan dengan proposal yang diajukan sebagai berikut.

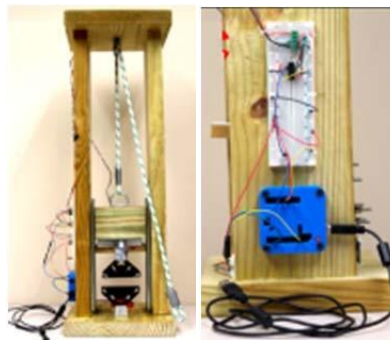
Lim dan Kim, (2013) dalam penelitiannya mengenai desain dan pengembangan mesin uji tarik miniatur. Dalam penelitiannya mesin uji tarik terdiri dari motor stepper sebagai aktuator, sel beban, penguat sel beban, sistem akuisisi data, dan kerangka mesin pengujian. Sinyal beban yang terdeteksi diperkuat oleh *amplifier* dan dikirim ke sistem akuisisi data (DAQ). Sistem DAQ dengan perangkat lunak *LabVIEW* menerima sinyal dari *load-cell* dan pengukur perpindahan. Dengan menggunakan mesin pengujian ini, dimungkinkan untuk melakukan uji tarik pada spesimen tarik miniatur pada kecepatan 0,001 ~ 1,0 mm /s. Mesin ini dirancang untuk menarik salah satu ujung sampel, sedangkan ujung lain sampel melekat pada load cell untuk memantau beban yang diterapkan. Beban tarik maksimum untuk memecahkan sampel aluminium 6061 dengan luas penampang 4 mm² dan kekuatan tarik paling banyak 300 MPa ditentukan menjadi 1,2 kN. Dengan demikian, kebutuhan gaya tarik maksimum mesin ditetapkan ke 2.0 kN. Beban diukur dengan sel beban dengan 0,5% dari beban pengenal maksimum.

Chao dan Liu (2003), membuat 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.



Gambar 2.1 Mini Tester Berpenggerak *Ball-Screw*
Sumber: Chao dan Liu, 2003

Julien dkk, (2017) telah berhasil membuat tester tarik *uniaksial* yang mudah diassembling berbasis arduino (Gambar 2). Perangkat terdiri dari bingkai kayu yang mendukung peralatan pembebanan terpusat yang dipasang melalui luncuran laci. Untuk melakukan tes mekanis, sampel ditahan dengan dua klem dibuat dengan *printing* 3D yang dibuat khusus ditempelkan pada braket di dasar bingkai dan sel pembeban. 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 konstruksi dan penggunaannya yang mencakup beberapa disiplin ilmu dan memungkinkan kesempatan modifikasi potensinya untuk ekspansi ke aplikasi lainnya.

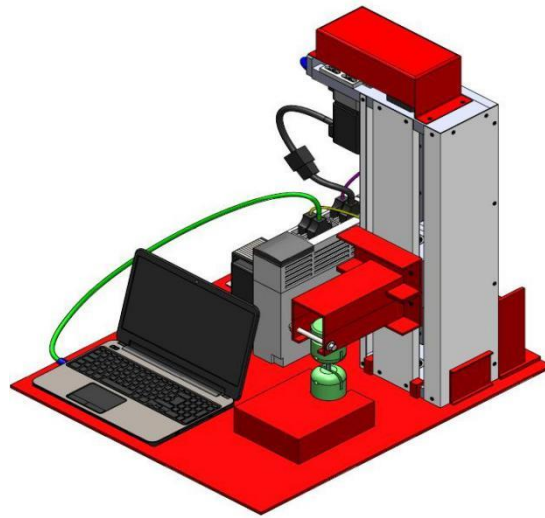


Gambar 2.2 Mini Tester Kekuatan Tarik Material Lunak
Sumber: Julien, dkk, 2017

Partheepan, dkk, (2005) 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%.

Baharuddin dan Yani, (2018) dalam penelitiannya tentang implementasi desain dan pengembangan mesin uji tensile untuk aplikasi dalam pengujian materi

lembut (Gambar 3). Tujuan dari penelitiannya adalah melakukan pengujian tarik untuk mengetahui kekuatan luluh, perpanjangan, kekuatan tarik dan modulus elastis. Alat uji tarik ini dirancang menggunakan motor servo dengan 3 input AC, 105 V, 0,7 A dengan output 100 watt dan 3000 rad / menit putaran motor sebanding (477,46 rpm), transfer daya menggunakan sabuk kipas. Motor servo ini dikendalikan oleh penguat servo yang tujuannya adalah mengirim sinyal untuk mengendalikan kecepatan motor, arah putaran motor. Penguat servo kemudian dihubungkan ke laptop / komputer untuk mengatur penguat, dan menjelaskan hasil tes dalam bentuk grafik tegangan dan regangan yang terjadi pada spesimen uji tarik. Komponen-komponen peralatan uji tarik yang dianalisis dalam penelitian ini adalah; pin spesimen, pegangan dan pegangan pegangan). Tujuannya adalah untuk menentukan tegangan maksimum yang terjadi sehingga dapat dikategorikan aman atau tidak digunakan untuk menguji spesimen aluminium (Al) dan Tembaga (Cu). Untuk mengetahui komponennya aman atau tidak dengan bantuan perangkat lunak Solid works 2014. Dengan menganalisis tekanan maksimum von Mises itu terjadi pada setiap komponen yang dianalisis untuk digunakan dalam spesimen aluminium (Al) dan Tembaga (Cu).



Gambar 2.3 Mesin uji tarik untuk material lembut
Sumber: Baharuddin dan Yani, 2018

Tabel 2.1 Komparasi Kajian Pustaka

Tahun	DATA SUMBER JURNAL PROPOSAL		
	Nama Peneliti	Judul	Kesimpulan
2013	<i>Lim dan kim</i>	Desain dan Pengembangan Mesin Uji Tarik Miniatur	penelitiannya mengenai desain dan pengembangan mesin uji tarik miniatur. Dalam penelitiannya mesin uji tarik terdiri dari motor <i>stepper</i> sebagai aktuator, sel beban, penguat sel beban, sistem akuisisi data, dan kerangka mesin pengujian. Sinyal beban yang terdeteksi diperkuat oleh amplifier dan dikirim ke sistem akuisisi data (DAQ). Sistem DAQ dengan perangkat lunak <i>LabVIEW</i> menerima sinyal dari <i>load-cell</i> dan pengukur perpindahan. Dengan menggunakan mesin pengujian ini, dimungkinkan untuk melakukan uji tarik pada spesimen tarik miniatur pada kecepatan $0,001 \sim 1,0 \text{ mm /s}$. Mesin ini dirancang untuk menarik salah satu ujung sampel, sedangkan ujung lain sampel melekat pada <i>load cell</i> untuk memantau beban yang diterapkan. Beban tarik maksimum untuk memecahkan sampel aluminium 6061 dengan luas penampang 4 mm^2 dan kekuatan tarik paling banyak 300 MPa ditentukan menjadi $1,2 \text{ kN}$. Dengan demikian, kebutuhan gaya tarik maksimum mesin ditetapkan ke 2.0 kN . Beban diukur dengan sel beban dengan $0,5\%$ dari beban pengenal maksimum.
2003	<i>Chao dan liu</i>	<i>Gold wire and solder joint microforce testing Using microforce tester</i>	membuat Sebuah penguji mini gaya yang digerakkan oleh <i>DC-servomotor</i> dengan pengarah (<i>guide-way</i>) <i>ball-screw</i> 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 <i>loop</i> tertutup pengukur digital presisi.
2017	<i>Julien. Dkk</i>	Fabrikasi Alat Uji Uniaksial Berbasis Tensil Ekonomis Berbasis Arduino	membuat tester tarik uniaksial yang mudah diasembling berbasis arduino. Perangkat terdiri dari bingkai kayu yang mendukung peralatan pembebanan terpusat yang dipasang melalui luncuran laci. Untuk melakukan tes mekanis, sampel ditahan dengan dua klem dibuat dengan <i>printing</i> 3D yang dibuat khusus ditempelkan pada braket di dasar bingkai dan sel pembeban. Gaya ekstensi oleh pengguna dengan menarik tali, menggerakkan peralatan pembebanan terpusat ke atas (dengan demikian meregangkan sampel) sambil merekam gaya (diukur dengan <i>load cell</i>) dan perpindahan (diukur dengan sensor ultrasonik). Load cell dan sensor ultrasonik dihubungkan ke <i>mikrokontroler Arduino</i> yang terhubung ke laptop melalui port USB untuk akuisisi dan analisis data. Perangkat ini berfungsi sebagai platform yang ideal untuk pembelajaran langsung, karena konstruksi dan penggunaannya yang mencakup beberapa disiplin ilmu dan memungkinkan kesempatan modifikasi potensinya untuk ekspansi ke aplikasi lainnya.
2016	<i>Partheepan dkk</i>	<i>Design and usage of a simple miniature specimen test setup for the evaluation of mechanical properties.</i>	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 (<i>finite element</i>) Abaqus. Keakuratan simulasi elemen hingga dalam memprediksi kekuatan maksimum yang dapat ditahan spesimen miniatur adalah 97%.
2018	Baharrudin dan Yani	tentang implementasi desain dan pengembangan mesin uji tensile untuk aplikasi dalam pengujian materi lembut	Tujuan dari penelitiannya adalah melakukan pengujian tarik untuk mengetahui kekuatan luluh, perpanjangan, kekuatan tarik dan modulus elastis. Alat uji tarik ini dirancang menggunakan motor servo dengan 3 input AC, 105 V, 0,7 A dengan output 100 watt dan 3000 rad / menit putaran motor sebanding (477,46 rpm), transfer daya menggunakan sabuk kipas. Motor servo ini dikendalikan oleh penguat servo yang tujuannya adalah mengirim sinyal untuk mengendalikan kecepatan motor, arah putaran motor. Penguat servo kemudian dihubungkan ke laptop / komputer untuk mengatur penguat, dan menjelaskan hasil tes dalam bentuk grafik tegangan dan regangan yang terjadi pada spesimen uji tarik. Komponen-komponen peralatan uji tarik yang dianalisis dalam penelitian ini adalah; pin spesimen, pegangan dan pegangan pegangan). Tujuannya adalah untuk menentukan tegangan maksimum yang terjadi sehingga dapat dikategorikan aman atau tidak digunakan untuk menguji spesimen aluminium (Al) dan Tembaga (Cu). Untuk mengetahui komponennya aman atau tidak dengan bantuan perangkat lunak Solid works 2014. Dengan menganalisis tekanan maksimum von Mises itu terjadi pada setiap

			komponen yang dianalisis untuk digunakan dalam spesimen aluminium (Al) dan Tembaga (Cu).
--	--	--	--

(Sumber: diolah dari Lim, Chao, Julien, Partheepan dan Baharrudin)

Berdasarkan penjabaran dari kajian pustaka diatas maka proposal tugas akhir ini memiliki beberapa perbedaan utama dalam penentuan parameter terkait uji tarik pengujian tarik, sehingga dapat membantu dalam pembuatan proposal ini.

2.2 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 (Dieter, 1987). Pada uji tarik, benda uji diberi beban gaya tarik sesumbu yang bertambah secara kontinyu, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan terhadap perpanjangan yang dialami benda uji (Davis, Troxell, dan Wiskocil, 1955). 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.

2.3 Logam Non-Ferro

Logam non ferro atau logam bukan besi adalah logam yang tidak mengandung unsur besi (Fe). Logam non ferro murni kebanyakan tidak digunakan begitu saja tanpa dipadukan dengan logam lain, karena biasanya sifat-sifatnya belum memenuhi syarat yang diinginkan. Kecuali logam non ferro murni, platina, emas dan perak tidak dipadukan karena sudah memiliki sifat yang baik, misalnya ketahanan kimia dan daya hantar listrik yang baik serta cukup kuat, sehingga dapat digunakan dalam keadaan murni. Tetapi karena harganya mahal, ketiga jenis logam ini hanya digunakan untuk keperluan khusus. Misalnya dalam Teknik

proses dan laboratorium di samping keperluan tertentu seperti perhiasan dan sejenisnya.

2.4 ASTM E8/E8M

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).

2.5 CAD & CAE

CAD dan CAE adalah kesatuan dari program kumputer dalam bidang teknik mesin yang secara khusus disiapkan untuk membantu dalam proses desain produk agar dihasilkan sebuah produk yang berkualitas bagus, bias dilakukan dengan cepat dan untuk menghindari cacat produk sehingga akan dihasilkan penghematan biaya pada proses desain dan persiapan sebelum produksi massal. CAD atau *Computer Aided Design* adalah suatu perangkat lunak atau program

computer yang digunakan untuk menggambar suatu produk atau bagian dari suatu produk berupa 2D maupun 3D. Banyak *Software* CAD yang telah digunakan, diantaranya adalah AutoCAD, *Pro Engineering*, CATIA, Inventor dan masih banyak yang lain. Tapi pada pelatihan ini, yang akan diperkenalkan adalah AutoCAD. Sedangkan CAE atau *Computer Aided Engineering* merupakan teknologi penghitungan karakteristik dari suatu produk atau bagian dari suatu produk dengan bantuan komputer. Dalam perencanaan atau perancangan suatu produk tidak cukup hanya dengan drawing atau gambar saja, tapi juga diperlukan untuk mengetahui karakteristik dari produk yang dirancang tersebut baik secara mekanika-statis, dinamis, maupun thermal, dan karakteristik lainnya yaitu dengan cara menganalisa produk rancangan tersebut. Sedangkan software CAE yang telah beredar diantaranya adalah MSC Nastran, CATIA, ANSYS, dan lain-lain. Proses desain yang bisa dilakukan dengan menggunakan program computer (Ragil, 2014).

2.6 Komponen Mesin Uji Tarik Mini

Berikut ini merupakan komponen penting yang digunakan pada mesin uji tarik mini adalah sebagai berikut:

1. Rangka Alas Aluminium

Rangka merupakan sistem yang terhubung oleh bagian-bagian yang mendukung ataupun menyalurkan gaya dan menahan beban yang bekerja pada sistem. Dalam analisis gaya dibutuhkan pemisah bagian-bagian dari struktur untuk dapat menganalisisnya dengan diagram benda bebas yang terpisah atau pun kombinasi dari bagian struktur untuk mengetahui gaya dalam yang terjadi pada struktur. Rangka Alas Aluminium 500x60x30 adalah material dari rangka mesin uji tarik mini. Uji tarik mini dengan memilih bahan aluminium sebagai bahan rangka dikarenakan bahan ini ringan dan anti karat. Desain rangka alas aluminium uji tarik dapat dilihat pada gambar 2.4 dibawah ini.



Gambar 2.4 Rangka alas aluminium uji tarik
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Berdasarkan hasil rancangan, untuk pemilihan material yang digunakan dalam proses produksi material yang digunakan dalam proses produksi didasarkan kepada ketersediaan pasar yang tinggi. Selain itu pemilihan material juga didasarkan pada beban dan kebutuhan yang bekerja pada bagian mesin. Material yang dipilih adalah material *aluminium profil 3060-Tslot* dengan ukuran 1000mm.

2. Baut dan Mur

Baut dan Mur berfungsi untuk mengikat antar rangka. Untuk menentukan jenis dan ukuran baut dan mur harus memperhatikan berbagai factor seperti sifat gaya yang bekerja pada baut, cara kerja mesin, kekuatan bahan, dan lain sebagainya.



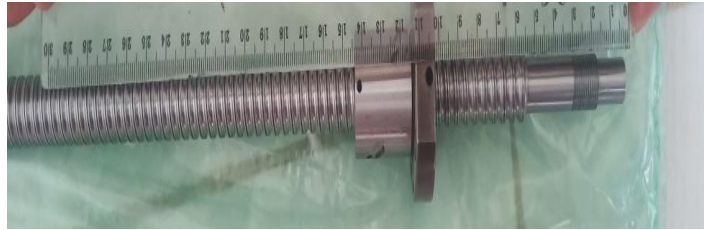
Gambar 2.5 Baut dan Mur
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

3. Sistem Transmisi

Transmisi merupakan komponen yang berfungsi untuk mengubah atau menyalurkan keluaran dari aktuator. Pada mesin Uji tarik aktuator yang digunakan adalah motor. Sistem transmisi yang digunakan pada pembuatan mesin Uji Tarik ini adalah tipe *Ball Screw*, *Bantalan*, *Timing Pulley* dan *Timing Belt*.

- *Ball Screw*

Ball Screw adalah mekanis aktuator yang menerjemahkan linier rotasi gerakan untuk gerakan linier dengan sedikit gesekan



Gambar 2.6 *Ball Screw*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

- *Timing Pulley* dan *Timing Belt*

Timing Pulley dan *Timing Belt* digunakan sebagai mani pulator gerak dari putaran motor. *Timing Pulley* mereduksi kecepatan putaran motor dan menaikkan torsi putarnya, sehingga bias didapatkan kekuatan untuk menarik atau menggerakkan struktur mesin.



Gambar 2.7 *Pulley* dan *Timing Belt*
Sumber: *Pulley dan Belt*, 2020

- Bantalan

Bantalan adalah elemen mesin yang menumpu pada poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka efisiensi seluruh sistem akan menurun atau tak dapat bekerja secara semestinya.

Bantalan gelinding mempunyai keuntungan dari gesekan gelinding yang sangat kecil di bantingkan dengan bantalan luncur. Elemen gelinding seperti bola atau *roll*, dipasang di antara cincin luar dan cincin dalam. Dengan memutar salah satu cincin tersebut, bola atau *roll* akan membuat gesekan gelinding sehingga gesekan di antaranya akan jauh lebih kecil. Untuk bola atau *roll*, kelitian tinggi dalam bentuk dan ukuran merupakan keharusan, karena luas bidang kontak antara bola atau *roll* dengan cincinnya sangat kecil maka besarnya beban persatuan luas

atau tekanannya menjadi sangat tinggi, dengan demikian bahan yang di pakai harus mempunyai ketahanan dan kekerasan yang tinggi.



Gambar 2.8 *Bearing*
Sumber: Bearing, 2020

4. Komponen Elektronik

Komponen elektronik pada system control mesin Uji tarik merupakan perangkat keras (peralatan) yang digunakan dalam mesin Uji Tarik . Peralatan tersebut selanjutnya akan dirangkai sedemikian rupa sehingga membentuk rangkaian elektronik yang berfungsi sebagai penggerak sekaligus pengatur pergesekan mesin Uji Tarik. Pada mesin tersebut terdapat beberapa perangkat elektronik, diantaranya adalah sebagai berikut:

a. *Power Supply*

Power Supply adalah perangkat yang berfungsi sebagai penyedia utama daya tegangan DC bagi mesin uji tarik, *Motor Stepper*, dan *Tool/Spindle*. Fungsi dasar dari *power supply* adalah merubah tegangan AC menjadi tegangan DC. Daya yang dihasilkan oleh *power supply* ini dijaga konstan agar memberikan suplai optimal bagi motor dan *spindle*. *Power supply* yang digunakan pada penelitian ini diperhatikan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.9 *Power Suply*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

b. *Motor Stepper Nema17HS4401*

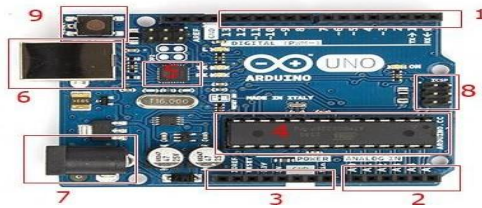
NEMA17 *Stepper Motor* umumnya digunakan pada mesin CNC, *Hard Drive* dan *Linear Actuator*. Motor memiliki 6 kabel timah dan tegangan pengenalnya adalah 12 volt. Ini dapat dioperasikan pada tegangan rendah tetapi torsi akan turun. Motor ini memiliki sudut langkah 1,8 derajat, ini berarti memiliki 200 langkah per revolusi untuk setiap langkahnya akan mencakup 1,8 ° sehingga tingkat kendali juga tinggi. Motor ini berjalan pada 12V dan karenanya dapat memberikan torsi tinggi.



Gambar 2.9 *Motor Stepper Nema17HS4401*
Sumber: *Motor Stepper Nema17*, 2020

c. Mikrokontroler Arduino

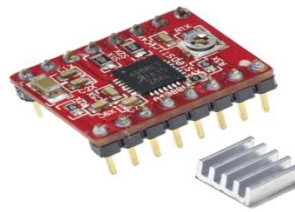
Arduino Merupakan papan elektronik berbasis mikrokontroller ATmega yang memenuhi sistem minimum *mikrokontroller* agar dapat bekerja secara mandiri (*standalone controller*). Komponen utama didalam papan Arduino adalah sebuah mikrokontroler 8 bit dengan merk ATmega yang dibuat oleh Atmel corporation. Berbagai papan Arduino menggunakan tipe Atmega yang berbeda –beda tergantung dari spesifikasinya, sebagai contoh Arduino Uno menggunakan ATmega328 sedangkan Arduino Mega 2560 yang lebih canggih menggunakan ATmega2560. Jadi sebenarnya Arduino adalah minimum sistem dari mikrokontroller ATmega328 yang di buat sedemikian rupa dan sederhana sehingga memudahkan dalam memprogram dan mengimplementasikannya khususnya memudahkan penulis dalam penelitiannya (Bahrin, 2017). Hanya dengan menghubungkannya kesebuah computer melalui USB atau memberikan tegangan DC dari *power suplay* atau adaptor AC ke DC sudah dapat membuatnya bekerja, Arduino Uno menggunakan Atmega 16U2 yang deprogram sebagai USB – to serial kekomputer melalui port USB.



Gambar 2.10 Arduino *Open Source* ATMEGA2560
Sumber: Bahrin, 2017

d. Driver Motor Stepper A4988

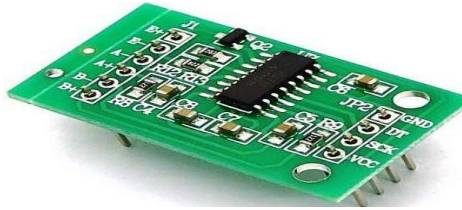
Driver Motor Stepper A4988 adalah driver motor yang digunakan untuk mengontrol motor stepper dengan pengoperasi mudah. Driver motor stepper A4988 memiliki kapasitas penggerak keluaran hingga 35 V dan $\pm 2A$ dan memungkinkan Anda mengontrol satu motor stepper bipolar hingga arus keluaran 2A per koil seperti NEMA 17.



Gambar 2.11 Driver Motor Stepper A4988
Sumber: Drier A4988, 2020

e. Amplifier HX711

Power Amplifier HX711 atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan Penguat Daya adalah sebuah rangkaian elektronika yang berfungsi untuk memperkuat atau memperbesar sinyal masukan. Di dalam bidang Audio, Power Amplifier akan menguatkan sinyal suara yang berbentuk analog dari sumber suara (Input) menjadi sinyal suara yang lebih besar (Output). Sumber sinyal suara yang dimaksud tersebut dapat berasal dari alat-alat Transduser seperti Mikrofon yang dapat mengkonversikan energi suara menjadi sinyal listrik ataupun Optical Pickup CD yang mengkonversikan getaran mekanik menjadi sinyal listrik. Sinyal listrik yang berbentuk sinyal AC tersebut kemudian diperkuat arus (I) dan tegangannya (V) sehingga menjadi Output yang lebih besar.



Gambar 2.12 *Power Amplifier HX711*
(Sumber: Amplifier, 2020)

5. Komponen Sensor-Sensor

a. Load cell Zemic H3 (Type S)

Load cell adalah sensor elektronik untuk mengukur berat dan gaya. Ketika gaya diterapkan padanya, sinyal listrik yang lemah pada tingkat *milivoltage* muncul di kabel *output* nya. Faktanya, sel beban adalah *transduser* yang mengubah gaya menjadi keluaran listrik yang dapat diukur. Sebuah sel beban terdiri dari inti logam dan satu set resistansi listrik yang berubah ketika gaya diterapkan padanya. Tetapi setelah gaya dihilangkan, ia kembali ke keadaan semula.



Gambar 2.13 *Load Cell Zemic H3 (Type S)*
Sumber: *Load Cell*, 2020

b. Digimatic (Alat Ukur Elongasi)

Digimatic digunakan untuk mengukur *elongasi* atau perpanjangan dari specimen yang akan diuji mulai dari panjang awal sampai panjang maksimum ketika benda terputus.



Gambar 2.14 *Alat Ukur Elongasi (Digimatic)*
Sumber: *Digimatic*, 2020