

PEMISAH MATERIAL MAGNET DAN NON-MAGNET PADA PASIR TIMAH DENGAN MAGNETIC SEPARATOR

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan
Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Diusulkan Oleh:

AGUSFO SUGANDA	NPM : 0031602
MUHAMMAD RIDHO JULIANTO	NPM : 0031551

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG**

2019

LEMBAR PENGESAHAN

PEMISAH MATERIAL MAGNET DAN NON-MAGNET PADA PASIR TIMAH DENGAN MAGNETIC SEPARATOR

Oleh:

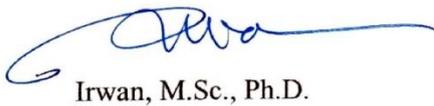
Agusfo Suganda : 0031602

Muhammad Ridho Julianto : 0031551

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Program Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



Irwan, M.Sc., Ph.D.

Pembimbing 2



Yudhi, M.T

Penguji 1



Surojo, M.T.

Penguji 2



Husman, M.T.

Penguji 3



Ocsirendi, M.T.

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa 1: Agusfo Suganda NIRM: 0031602

Nama Mahasiswa 2: Muhammad Ridho Julianto NIRM: 0031551

Dengan Judul: Pemisah Material Magnet dan Non-Magnet Pada Pasir Timah
Dengan Magnetic Separator

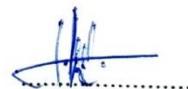
Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia diberikan sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 4 Agustus 2019

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

1. Agusfo Suganda



2. Muhammad Ridho Julianto



ABSTRAK

Kepulauan Bangka Belitung adalah daerah yang memiliki kekayaan alam yang melimpah, seperti halnya Kepulauan Bangka Belitung merupakan penghasil timah terbesar kedua di dunia. Dalam proses penambangan timah, hasil yang didapat bukan hanya timah, namun terdapat banyak mineral pengotor, sehingga perlunya proses pemisahan material. Diketahui bahwa terdapat kandungan unsur magnet dan non-magnet dalam mineral pengotor. Untuk itu dibutuhkan sebuah alat dalam proses pemisahan beberapa mineral berdasarkan sifat kandungan magnet dan non-magnet. Dari permasalahan tersebut munculah ide untuk membuat alat pemisah kandungan unsur magnet dan non-magnet menggunakan magnetic separator. Jenis magnet yang digunakan yaitu magnet induksi yang bisa diatur kekuatannya berdasarkan arus yang diberikan terhadap lilitan tembaga. Dalam proses pemisahan material, alat ini menggunakan vibrator dan konveyor sebagai transporter. Kemudian untuk mendeteksi berat dari masing-masing material magnet dan non-magnet menggunakan sensor load cell yang akan diproses melalui Arduino UNO R3 dan ditampilkan pada LCD 16x2. Hasil yang diperoleh dalam pembuatan magnet induksi yaitu kekuatan magnet bisa diatur berdasarkan arus yang diberikan, sedangkan dalam pengujian alat didapat error pemisahan material sebesar 1% hingga 4% dengan komposisi material 100gram magnetic dan 100gram non-magnetik.

Kata kunci : Magnet, Separator, Konveyor, Vibrator, Load Cell

ABSTRACT

Bangka Belitung Islands is an area that has abundant natural wealth, just like the Bangka Belitung Islands is the second largest tin producer in the world. In the tin mining process, the results obtained are not only tin, but there are many minerals that are interrelated, so that the process of separating materials is needed. It is known that there are magnetic and non-magnetic elements in related minerals. For this reason, a device is needed in the process of separating some minerals based on magnetic and non-magnetic properties. From this problem came the idea to make a separator of magnetic and non-magnetic elements using a magnetic separator. The magnet used is an induction magnet that can be adjusted based on the current applied to the copper coil. In the process of separating material, this tool uses a vibrator and conveyor as a transporter. Then to detect the weight of each magnetic and non-magnetic material using a load cell sensor which will be processed through Arduino UNO R3 and displayed on a 16x2 LCD. The results obtained in the manufacture of induction magnets, namely the strength of the magnet can be adjusted based on the current provided. while in testing the tool obtained a material separation error of 1% to 4% with a composition of material 100gram magnetic and 100gram non-magnetic.

Key words : Magnet, Separator, Conveyor, Vibrator, Load Cell

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh. Segala puji bagi Allah Subhanahu wa ta'ala yang telah melimpahkan taufiq dan hidayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyusun laporan proyek akhir ini dengan Judul "Pemisah Material Magnet dan Non-Magnet pada Pasir Timah dengan Magnetic Separator" dan dapat menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro dan Informatika di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Sholawat serta salam semoga tercurahkan kepada Nabi Muhammad Shalallaahu 'Alayhi Wasallam beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya, serta semoga semua umatnya senantiasa dapat menjalankan syari'at-syari'atnya, Aamiin.

Penulis menyadari sepenuhnya, bahwa dalam penyusunan laporan Proyek Akhir ini banyak kekurangan mengingat terbatasnya kemampuan penulis, namun berkat rahmat Allah Subhanahu wa ta'ala, serta pengarahan dari berbagai pihak, akhirnya laporan proyek akhir ini dapat diselesaikan. Harapan penulis semoga laporan proyek akhir ini dapat bermanfaat untuk kita bersama.

Sehubungan dengan itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ibunda dan Ayahanda tercinta serta seluruh keluarga yang dengan penuh keikhlasan dan kesungguhan hati memberikan bantuan moral dan spiritual yang tak ternilai harganya.
2. Bpk Sugeng Ariyono, M Eng, Ph.D. Selaku Direktur di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah banyak memberikan kemudahan dalam menyelesaikan pendidikan.
3. Bpk Irwan, Ph D dan Bpk Yudhi, M.T Selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, mengarahkan dan memberi saran-saran dalam pembuatan dan penyusunan laporan proyek akhir ini.
4. Dosen dan Staf Pengajar di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah mendidik, membina dan mengantarkan penulis untuk menempuh kematangan dalam berfikir dan berperilaku.

5. Teman–teman seperjuangan dan semua pihak yang telah memberikan bantuannya.
6. Sahabat-sahabat yang selalu memberi support selama ini.

Akhir kata penusun ucapkan terima kasih banyak kepada semua pihak yang telah membantu dan semoga Allah Subhanahu wa ta'ala melimpahkan karunianya dalam setiap amal kebaikan kita dan diberikan balasan. Aamiin.

Sungailiat, 4 Agustus 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Proyek Akhir.....	2
BAB II DASAR TEORI.....	3
2.1. Pengolahan Bahan Galian	3
2.1.1. Preparasi	3
2.1.2. Konsentrasi.....	3
2.1.3. Dewatering	5
2.2. Magnet	5
2.2.1. Jenis – Jenis Magnet.....	5
2.2.2. Macam – Macam Bentuk Magnet	6
2.2.3. Benda Berdasarkan Sifat Kemagnetannya	7
2.3. Magnet Induksi	8
2.3.1. Digosok	8
2.3.2. Dialiri arus listrik	9
2.4. <i>Magnetic Saparator</i>	9
2.4.1. Teknik Pemisahan	10

2.4.2. Sistem Transporter	12
2.4.3. Sistem Penimbangan	13
BAB III METODE PELAKSANAAN	16
3.1. Studi <i>Literature</i>	16
3.2. Perencanaan Sistem.....	17
3.3. Desain Konstruksi	18
3.4. Pembuatan Konstruksi	19
3.4.1. Pembuatan Konstruksi Magnet Induksi	19
3.4.2. Pembuatan Konstruksi <i>Transporter</i>	19
3.4.3. Pembuatan Konstruksi <i>Load Cell</i>	19
3.5. Pengujian Tiap-Tiap Bagian Alat	20
3.6. Pengujian Keseluruhan Alat.....	20
BAB IV PEMBAHASAN.....	21
4.1. Magnet Induksi	21
4.1.1. Diagram Blok <i>Magnet Induksi</i>	21
4.1.2. Pembuatan Magnet.....	22
4.1.3. Pengujian Magnet.....	23
4.2. Penimbangan.....	24
4.2.1. Diagram Blok Sistem Kontrol Penimbang.....	24
4.2.2. Pembuatan Kontruksi <i>Load Cell</i>	25
4.2.3. Pemasangan Komponen	27
4.2.4. Kalibrasi dan Pemrograman Sensor <i>Load Cell</i>	28
4.2.5. Pengujian Sensor <i>Load Cell</i>	29
4.3. <i>Transporter</i>	31
4.3.1. Diagram Blok Sistem Kontrol <i>Transporter</i>	31
4.3.2. Pembuatan Konstruksi Kerangka Alat	31
4.3.3. Pembuatan Konstruksi Bagian <i>Vibrator</i> Pasir dan Konveyor.....	34
4.3.4. Pengujian <i>Transporter</i>	37
4.4. Pengujian Keseluruhan Alat.....	38
4.4.1. Data Hasil Pengujian.....	39
BAB V PENUTUP.....	40

5.1. Kesimpulan	40
5.2. Saran	40
REFERENSI	41

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil pengukuran magnet menggunakan alat ukur Gauss meter.	23
Tabel 4.2 Hasil pengujian <i>transporter</i>	38
Tabel 4.3 Hasil pengujian keseluruhan.	39
Tabel 4. 4 Tabel pengujian material.....	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk – bentuk magnet.....	7
Gambar 2.2 Membuat magnet dengan cara digosok [3]	8
Gambar 2.3 Membuat magnet dengan cara dialiri arus listrik [3]	9
Gambar 2.4 Teknik pemisahan elektrostatik tipikal (a) triboelectric (b).....	10
Gambar 2.5 Pemisah elektrostatik Siklon [5]	11
Gambar 2.6 Separator elektrostatik tipe pengisian korona [6].....	11
Gambar 2.7 Skematis partikel dalam pemisah magnetik lintas-sabuk. [7]	12
Gambar 2.8 Konveyor [8]	13
Gambar 2.9 Timbangan pegas / analog.....	14
Gambar 2.10 Timbangan digital	15
Gambar 3.1 Perencanaan sistem	17
Gambar 3.2 Desain konstruksi	18
Gambar 4.1 Diagram blok magnet induksi	21
Gambar 4.2 Gauss meter	23
Gambar 4.3 Diagram blok kontrol penimbang	24
Gambar 4.4 <i>Design sensor load cell</i>	25
Gambar 4.5 Kontruksi awal sensor <i>load cell</i>	26
Gambar 4.6 Kontruksi akhir sensor <i>load cell</i>	26
Gambar 4.7 <i>Wiring load cell</i>	27
Gambar 4.8 Beban 400 gram	28
Gambar 4.9 <i>Calibration Factor</i>	29
Gambar 4.10 Sampel Indomie 85gram	30
Gambar 4.11 Hasil pengujian sensor <i>load cell</i>	30
Gambar 4.12 Diagram blok sistem kontrol <i>transporter</i>	31
Gambar 4.13 Konstruksi kerangka alat.....	32
Gambar 4.14 Tahap pemasangan kerangka	32
Gambar 4.15 Marking posisi bagian alat	33
Gambar 4.16 Setelah dilapisi kertas Avl.....	33

Gambar 4.17 Bagian pintu kerangka.....	33
Gambar 4.18 Kerangka konveyor	34
Gambar 4.19 Belt konveyor	35
Gambar 4.20 Kontruksi Konveyor.....	35
Gambar 4.21 Motor dc 12 volt.....	35
Gambar 4.22 Jalur Pasir timah.....	36
Gambar 4.23 Posisi per pada jalur pasir.....	36
Gambar 4.24 Posisi motor DC 5v	36
Gambar 4.25 Corong material.....	37
Gambar 4.26 Tampak depan setelah kontruksi dipasang.....	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2. Data Sheet Arduino Uno R3

Lampiran 3. Program Kalibrasi Penimbang

Lampiran 4. Program Penimbang

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Kepulauan Bangka Belitung adalah daerah yang memiliki kekayaan alam yang melimpah, seperti halnya Kepulauan Bangka Belitung merupakan penghasil timah terbesar kedua di dunia. Dengan demikian potensi pertambangan di Indonesia terutama Kepulauan Bangka Belitung sangatlah besar dan memberikan dampak yang tinggi terhadap perekonomian masyarakat.

Timah adalah sebuah unsur kimia yang memiliki simbol Sn atau bisa disebut stannum, timah juga termasuk kedalam unsur bahan Paramagnetik yaitu bahan yang ditarik lemah oleh magnet.

Hasil proses penambangan biasanya dalam bentuk campuran berbagai jenis mineral. Demikian pula dengan penambangan timah. Hasil penambangan berupa pasir timah yang didalamnya terdapat berbagai jenis mineral ikutan. Dalam proses pemisahan berbagai jenis mineral ada 2 dua faktor yang perlu diperhatikan, yaitu sifat mineral dan karakteristik alat pemisahannya. Mineral biasanya dipisahkan berdasarkan sifat kimia dan fisiknya. Pemisahan berdasarkan sifat fisik dapat dilakukan dengan cara mengamati warna, kilap, konduktivitas, tingkat radiasi, dan kemagnetan.

Pada proyek akhir ini proses pemisahan mineral dilakukan dengan menerapkan media magnet sebagai pemisah kandungan magnetik dan non-magnetik yang ada dalam campuran pasir tersebut. Proses pemisahan berdasarkan sifat kandungan magnet ini biasanya disebut dengan magnetic separator. Dengan proses ini diharapkan beberapa mineral dapat dipisahkan berdasarkan sifat magnetnya.

Adapun untuk mengetahui persentase unsur magnetik dengan non-magnetik, alat ini menggunakan sebuah sensor *load cell* yang akan diletakkan dibawah bak penampung magnetic dan non-magnetik sehingga sensor ini akan memberi data yang akan diproses dan ditampilkan pada layar LCD.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang diangkat berdasarkan latar belakang proyek akhir ini antara lain:

1. Bagaimana merancang dan membuat alat pemisah material magnetic dan non-magnetik?
2. Bagaimana membuat sistem penimbangan material magnetic dan non-magnetik yang akurat?
3. Bagaimana mengatur variabel kekuatan *magnetic separator*?

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Material input pengujian sampel tidak lebih dari 1 kg.
2. Material yang digunakan berupa butiran-butiran kecil/halus.
3. Alat hanya untuk pengujian sampel dan tidak untuk skala besar.

1.4. Tujuan Proyek Akhir

Adapun tujuan pembuatan proyek akhir yang berjudul “Pemisah Material Magnet dan Non-Magnet pada Pasir Timah dengan Magnetic Separator” ini adalah:

1. Menerapkan media magnet sebagai pemisah kandungan unsur magnetic dan non-magnetik.

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Pengolahan Bahan Galian

Pengolahan Bahan Galian (*Ore Dressing*) merupakan suatu metode yang dilakukan untuk menghasilkan kualitas bahan galian yang lebih baik. Material harus diolah terlebih dahulu. Pada saat proses penambangan belum bisa digunakan secara langsung karena masih bercampur dengan bahan pengotor (*Tailing*) yang umumnya berasal dari material campuran. Pengolahan bahan galian (*Ore Dressing*) pada umumnya dilakukan dalam beberapa tahapan proses, yaitu: [1].

2.1.1. Preparasi

Preparasi adalah tahap persiapan sebelum dilakukan konsentrasi, yaitu usaha untuk memisahkan antara mineral berharga dengan mineral pengotornya dengan cara mereduksi atau memperkecil ukuran butir. Tujuannya agar sifat mineralnya tampak murni. Pada preparasi sering dilakukan pengendalian / pengelompokan ukuran butir material (*sizing*) dengan menggunakan pengayak. Bijih yang berupa padatan (*solid ore*), mengandung mineral campuran antara mineral berharga dengan yang tidak berharga saling terikat satu sama lain, oleh sebab itu perlu dilakukan peremukan dan penggerusan [1].

2.1.2. Konsentrasi

Konsentrasi adalah tahap kedua untuk menghasilkan bijih murni. Metode ini memanfaatkan ciri-ciri sifat fisik atau sifat kimia-fisika permukaan mineral yang akan dipisahkan. Sifat fisik yang sering digunakan sebagai dasar pemisahan adalah: [1].

- Warna, kilap, bentuk kristal

Cara pemisahan mineral yang didasarkan pada warna, kilap, bentuk kristal dapat dilakukan secara manual, dan cara ini disebut dengan *hand picking* atau *hand sorting*. Umumnya mineral/ material yang dipisahkan

ukurannya tidak terlalu halus dan biasanya merupakan pemisahan tahap paling awal [1].

- Berat jenis (*Specific Gravity*)

Cara pemisahan mineral yang didasarkan pada perbedaan berat jenis disebut konsentrasi gravitasi (*gravity concentration*). Untuk mengetahui tingkat kemudahan suatu mineral jika dipisahkan dengan konsentrasi gravitasi dapat dilihat nilai kriteria konsentrasinya (*concentration criteria*). Secara umum jika nilai kriteria konsentrasi lebih besar 2,5 atau negatif maka mineral akan mudah dipisahkan dengan cara gravitasi untuk segala ukuran. Jika nilainya lebih kecil 2,5 maka efisiensi pemisahan juga akan menurun. Jika nilainya kurang dari 1,25 maka pemisahan cara gravitasi sulit untuk dilaksanakan[1].

- Sifat kemagnetan (*magnetic susceptibility*)

Alat yang digunakan disebut magnetic separator, prinsip kerja pemisahannya dibagi menjadi dua yaitu Magnet dan NonMagnet [1].

- Sifat konduktor dan non-konduktor

Alat yang digunakan disebut *high tension separator* (HTS). Mineral yang cepat menghantarkan ion negatif termasuk konduktor sedangkan mineral yang lamban dalam menghantarkan/menerima ion termasuk non-konduktor. Sehingga dalam operasi ini akan didapat mineral konduktor dan mineral non-konduktor [1].

- Sifat permukaan mineral senang tidaknya terhadap gelembung udara

Mineral yang senang terhadap udara cenderung mengapung sebab akan menempel pada udara, sedangkan mineral yang senang kepada air akan cenderung tenggelam. Ada tiga macam *reagent* yang biasa digunakan untuk membantu operasi flotasi, yaitu: *modifier*, *collector* dan *frother*. *Collector* merupakan suatu *reagent* dari kelompok *hydrocarbon* yang terdiri dari bagian polar dan non-polar, yang berguna untuk mengubah sifat permukaan mineral dari tidak senang kepada udara menjadi senang kepada udara. *Collector* membuat permukaan mineral diselubungi oleh bagian polar, dengan bagian non-polar menghadap keluar sehingga mineral ini menjadi tertempel pada udara. Untuk mineral yang tidak senang udara akan tetap tinggal di dasar *cell*

flotasi tersebut. *Modifier* merupakan zat an-organik yang berfungsi membantu atau menghalangi kerja *collector*. *Frother* merupakan zat yang mempunyai sifat *heteropolar*, mempunyai satu polar dan non-polar, berfungsi untuk menstabilkan gelembung udara agar tetap utuh (tidak pecah) hingga sampai permukaan [1].

2.1.3. Dewatering

Adalah operasi pemisahan antara cairan dengan padatan yang pada umumnya melalui 3 tahapan, yaitu [1]:

- *Thickening*: merupakan tahapan pertama dari dewatering dengan mendasarkan atas kecepatan jatuh material pada media.
- *Filtrasi*: merupakan operasi pemisahan antara cairan dengan padatan menggunakan saringan (filter) yang terbuat dari kain.
- *Drying*: merupakan operasi pemanasan material sampai 110°C.

Hal lain yang tidak kalah pentingnya adalah *sampling*, yaitu pengambilan contoh material yang sesedikit mungkin namun dapat mewakili material keseluruhan. *Sampling* selalu dilakukan disetiap pekerjaan pengolahan bahan galian, dengan tujuan untuk meneliti apakah operasi yang sedang berjalan sesuai dengan yang dikehendaki atau tidak [1].

2.2. Magnet

Magnet atau magnit adalah suatu materi yang mempunyai medan tarik menarik sehingga menghasilkan daya magnet. Materi tersebut bisa dalam berwujud magnet tetap atau magnet tidak tetap. Magnet yang sekarang ini ada hampir semuanya adalah magnet buatan [2].

2.2.1. Jenis – Jenis Magnet

Magnet mempunyai beberapa jenis-jenis magnet dalam sehari-hari yang kita sering temui adalah magnet permanen berbentuk “U”. adapun jenis-jenis magnet yaitu:

- Magnet alam

Magnet alam merupakan magnet yang sudah ada secara sendirinya dari alam. Artinya magnet tersebut ada tanpa adanya campur tangan dari manusia. Sebagai contoh dari magnet alam ialah gunung Ida di Magnesia yang memiliki atau mempunyai sifat magnet yang mampu menarik benda-benda magnetik yang terdapat di sekitarnya [2].

- Magnet buatan

Merupakan suatu magnet yang dibuat oleh tangan manusia. Magnet tersebut dipergunakan agar mempunyai daya tarik yang kuat. Magnet buatan tersebut dibuat dari bahan-bahan magnetik kuat. Bahan magnet buatan manusia itu contohnya seperti baja dan besi. Magnet buatan tersebut terbagi dalam dua jenis diantaranya: [2].

1. Magnet tetap (permanen)

Magnet tetap merupakan suatu magnet yang mempunyai sifat kemagnetannya dengan sifat permanen, meskipun proses dalam penggunaan magnet tersebut sudah dihentikan. Contoh dari magnet tetap ini adalah magnet batangan yang sering digunakan pada komponen elektronika audio [2].

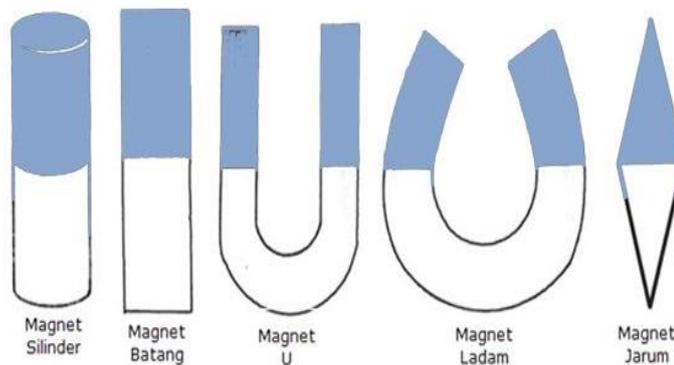
2. Magnet sementara (tidak permanen)

Magnet sementara adalah suatu magnet yang mempunyai sifat kemagnetannya yang hanya sementara, misalnya hanya terdapat dalam proses penggunaannya saja. Contoh dari magnet sementara ini adalah magnet induksi yang dipengaruhi oleh aliran arus listrik pada kumparan kawat tembaga [2].

2.2.2. Macam – Macam Bentuk Magnet

Terdapat bentuk-bentuk Magnet yang sering sekali dapat ditemui dalam kehidupan sehari-hari serta juga yang sering dipergunakan. Magnet memiliki berbagai jenis bentuk dan tipe ada beberapanya digunakan sesuai kebutuhan masing-masing. Secara umum, terdapat 5 bentuk tetap magnet yakni: Magnet Jarum, Magnet Batang, Magnet U (Magnet Ladam), dan Magnet Silinder. [2]

Berikut bentuk-bentuk magnet secara umum dapat diilustrasikan pada gambar 2.1. Ada 6 bentuk magnet yang sering kita temui yaitu: magnet silinder, magnet batang, magnet U, magnet ladam, magnet jarum.



Gambar 2.1 Bentuk – bentuk magnet

2.2.3. Benda Berdasarkan Sifat Kemagnetannya

Magnet mempunyai sifat-sifat kemagnetannya yang menjadi perbedaannya dikelompokkan sebagai berikut :

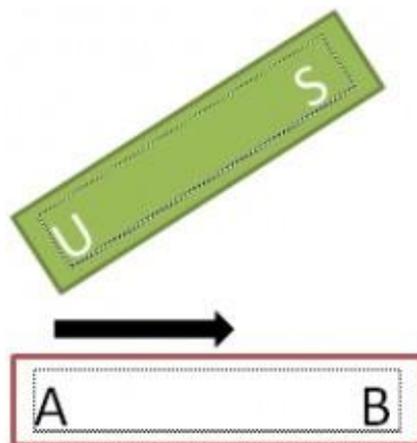
- Diamagnetik
Diamagnetik merupakan benda yang tidak mampu atau tidak dapat ditarik oleh magnet. Sehingga benda seperti ini tidak termasuk kedalam benda magnetik. Contohnya seperti emas, merkuri, seng [2].
- Paramagnetik
Paramagnetik, merupakan benda yang ditarik lemah oleh magnet. Benda seperti ini hanya akan bisa ditarik apabila kekuatan dan daerah magnetnya besar. contohnya seperti aluminium, timah, tembaga, platina [2].
- Feromagnetik
Feromagnetik merupakan suatu benda yang dapat ditarik dengan kuat oleh magnet. Sehingga benda magnetik yang bukan magnet mampu untuk diolah kedalam bentuk magnet. namun perlu digaris bawahi bahwa benda tersebut memiliki tingkat kesulitan tersendiri. contohnya magnet dalam hal ini misalnya besi, nikel, baja dan lainnya [2].

2.3. Magnet Induksi

Magnet induksi adalah kuat medan magnet akibat adanya arus listrik yang mengalir dalam konduktor. Dengan kata lain magnet induksi dipengaruhi oleh aliran arus listrik pada kumparan kawat tembaga. Adapun cara membuat magnet buatan yaitu : [3].

2.3.1. Digosok

Pada cara ini adalah menggosokkan magnet pada sebuah logam dengan cara searah saja. Misalnya kita menggosokkan magnet yang arahnya utara kita gosokkan pada daerah A sampai dengan B secara searah dan tidak bolak-balik. Searah tapi berkali-kali. Misalnya pada gambar di atas logam A-B digosok dengan magnet yang ujungnya arah Utara. Hasilnya adalah A menjadi kutub Utara dan B menjadi kutub selatan Dialiri arus listrik. Berikut penjelasannya dapat diilustrasikan dengan gambar 2.2. membuat magnet dengan cara digosok [3].

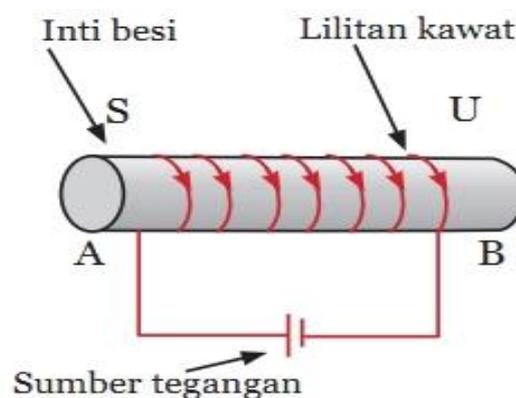


Gambar 2.2 Membuat magnet dengan cara digosok [3]

Prinsipnya: Kutub yang pertama kali menyentuh logam akan menghasilkan kutub yang sejenis, contohnya jika kutub U yang digosokkan maka akan menghasilkan kutub U begitupun sebaliknya. Logam besi bersifat sementara dan logam baja bersifat permanen atau tetap [3].

2.3.2. Dialiri arus listrik

Selain menggunakan cara digosok, ada cara lain yaitu dialiri dengan arus listrik. Cara pemuatan magnet dengan dialiri arus listrik adalah jika sebatang logam dililiti dengan kawat listrik. Kemudian kawat listrik tersebut dihubungkan dengan listrik atau diberi arus listrik. Arah arus yang mengalir adalah berasal dari kutub positif baterai diberi inisial A dan kutub negatif diberi inisial B. Sumber tegangan memberikan arus pada kutub positif melewati lilitan kawat tembaga dari arah selatan atau diberi inisial S lalu meliliti inti besi menuju arah utara atau diberi inisial U sehingga arus bertemu dengan kutub negatif [3]. Untuk lebih mudahnya perhatikan gambar 2.3 berikut ini.



Gambar 2.3 Membuat magnet dengan cara dialiri arus listrik [3]

Prinsipnya: Kuat medan magnet dipengaruhi adanya aliran arus listrik, Inti besi sebagai penghantar / sumber penghasil magnet yang diperoleh melalui arus kawat tembaga yang dialiri sumber tegangan. Kekuatan magnet yang dihasilkan dari inti besi bersifat sementara karena bergantung dengan adanya arus listrik [3].

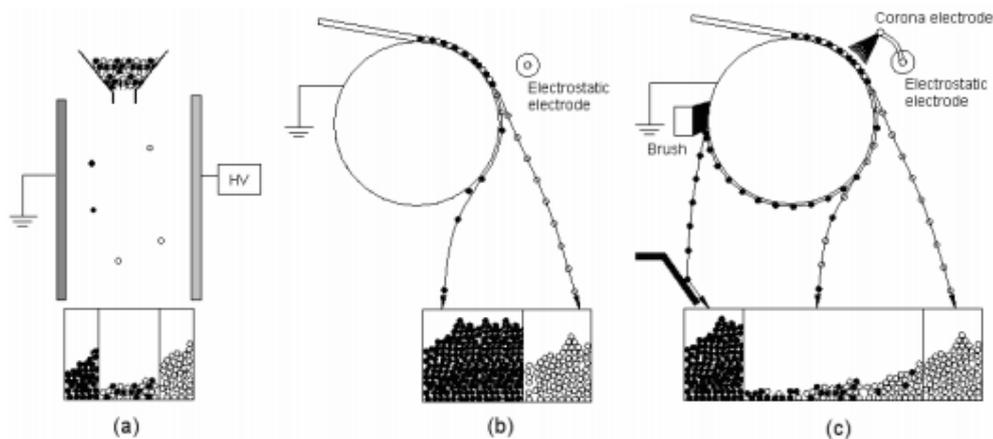
2.4. *Magnetic Saparator*

Magnetic Saparator adalah suatu operasi pemisahan satu mineral atau lebih dengan mineral yang lain dengan memanfaatkan perbedaan sifat kemagnetan dari mineral-mineral yang di pisahkan. Mineral-mineral yang memiliki sifat kemagnetan tinggi akan merespon atau terpengaruh oleh medan magnet, Sedangkan

mineral-mineral yang tidak akan merespon atau terpengaruh ketika dilewatkan medan magnet. Mineral-mineral yang masuk dalam kelompok magnetik misalnya: besi, ilmenit, siderite, monazite. Sedangkan mineral-mineral yang masuk dalam kelompok non-magnetik misalnya: kuarsa, mika, corundum, zircon. Kemampuan mineral dalam merespon medan magnet disebut *magnetic susceptibility*. [4]

2.4.1. Teknik Pemisahan

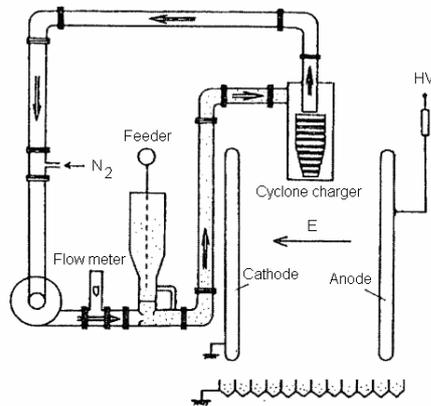
Dalam teknik pemisahan banyak cara yang dapat dilakukan, tetapi pada dasarnya pemisahan material hanya terbagi menjadi dua yaitu: magnet dan non-magnet. Ada beberapa metode teknik pemisahan elektrostatik [4]. Dapat diilustrasikan pada Gambar 2.4 terdapat teknik pemisahan material magnet dan non-magnet dengan teori yang berbeda-beda. Tetapi memiliki tujuan yang sama yaitu untuk pemisahan.



Gambar 2.4 Teknik pemisahan elektrostatik tipikal (a) triboelectric (b) induksi (c) pengisian korona [4]

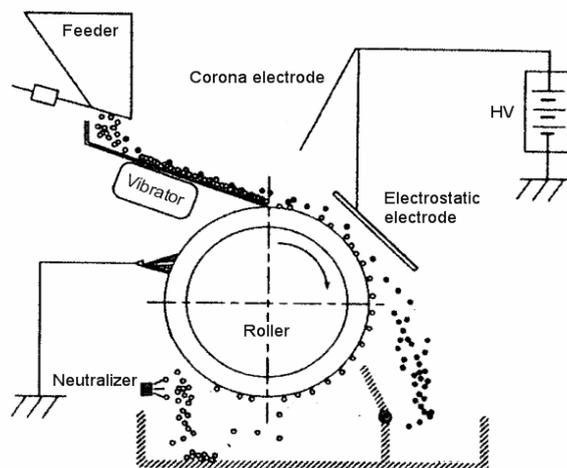
Teknik pemisahan elektrostatik tipikal adalah teknik pemisahan menggunakan gaya gravitasi, berbeda dengan teknik pemisahan triboelectric pada gambar (b) menggunakan electrostatic electrode tetapi hanya memisahkan dua bahan material yang berbeda. Pada gambar (c) teknik pengisian korona menggunakan electrostatic electrode dengan bantuan corona electrode dan juga brush sehingga bisa memisahkan tiga material berbeda.

Adapun teknik lainnya yaitu Pemisah elektrostatis siklon. Teknik pemisahan ini bergantung pada besarnya tegangan yang disuplai dan gaya gravitasi. Selain itu, dapat dikombinasikan dengan pemisah jenis siklon, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.5, untuk memberikan efisiensi pemisahan yang lebih baik.



Gambar 2.5 Pemisah elektrostatis Siklon [5]

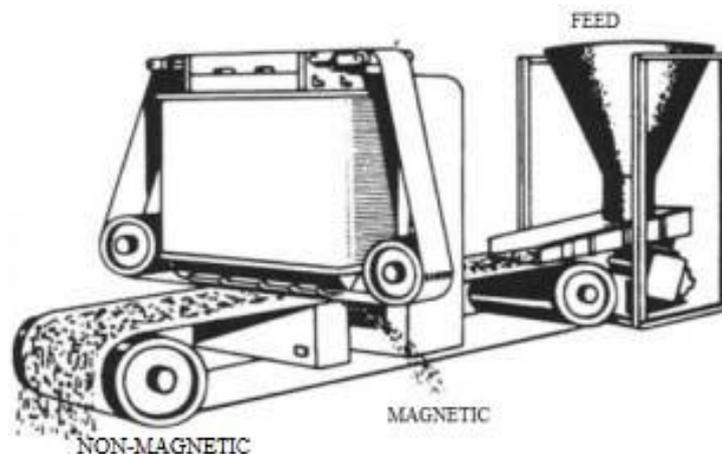
Dalam industri pengolahan pemisah pengisian korona dapat digunakan untuk memulihkan tembaga dari kawat listrik bekas, atau untuk memisahkan Material magnet dan non-magnet dari campuran Material lainnya. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6 zat pada permukaan rol dikenakan muatan listrik, terionisasi dari jarum korona elektroda dan akhirnya dipisahkan karena perbedaan konduktivitas dan sifat elektrostatis [6].



Gambar 2.6 Separator elektrostatis tipe pengisian korona [6]

2.4.2. Sistem Transporter

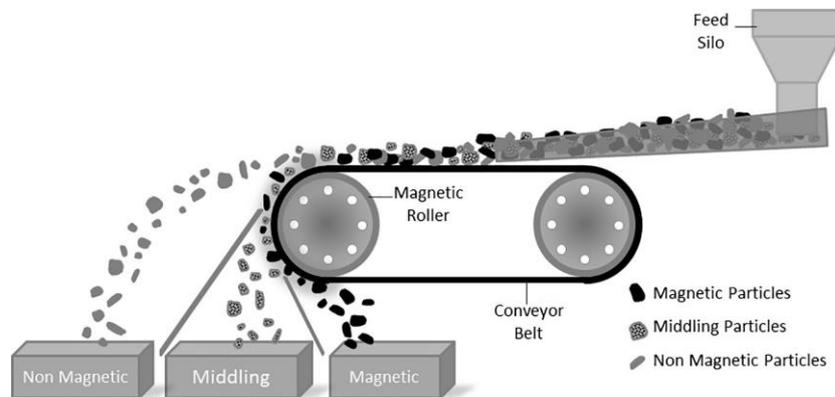
Sistem *transporter* adalah suatu sistem pembawa material yang akan dipisahkan dari sifat magnetik maupun non-magnetiknya. Contoh pada konveyor yang menggunakan *cross-belt* untuk mengkonsentrasikan satu jenis pemisah mineral awal yang paramagnetik. Gambar 2.7 menunjukkan skema pemisah magnetik seperti itu. Bahan kering dikirim ke sabuk konveyor dalam satu lapisan dan dipindahkan di antara kutub magnet sistem magnetik. Ban berjalan ditransfer antara kutub dua atau lebih elektromagnet. Dukungan yang lebih rendah datar dan tidak bergerak, dan dukungan atas yang sesuai dapat dinaikkan atau diturunkan tergantung pada sifat material. Di bagian atas pemisah magnetik adalah sabuk-silang untuk membedakan antara material magnetik dan material non-magnetik. Sabuk-silang menjangkau bagian pendukung atas dan berjalan mengelilingi serangkaian katrol dan berjalan tegak lurus ke sabuk konveyor. Saat material lewat, partikel magnetik dalam material tertarik ke sabuk-silang ke sisi depan dan keluar ke bak koleksi [7].



Gambar 2.7 Skematis partikel dalam pemisah magnetik lintas-sabuk. [7]

Mineral-mineral yang memiliki sifat kemagnetan tinggi akan merespon atau terpengaruh oleh medan magnet, Sedangkan mineral-mineral yang tidak akan merespon atau terpengaruh ketika dilewatkan medan magnet. Mineral-mineral yang masuk dalam kelompok magnetik misalnya: besi, ilmenit, siderite, monazite dan

lainnya. Sedangkan mineral-mineral yang masuk dalam kelompok non-magnetik misalnya: kuarsa, mika, corundum, zircon, dll. Kemampuan mineral dalam merespon medan magnet disebut *Magnetic Susceptibility*. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.8 proses pemisahan material menggunakan konveyor [8].



Gambar 2.8 Konveyor [8]

2.4.3. Sistem Penimbangan

Sistem penimbangan adalah suatu sistem yang akan melakukan validasi nilai dari proses pemisahan material magnetik dan non-magnetik sebagai proses akhir dari *magnetic separator*. Sistem penimbangan yang digunakan pada proyek akhir ini adalah *load cell* (sensor berat). Sebelumnya belum banyak yang menggunakan *load cell* karena orang-orang biasa menggunakan timbangan analog. Dan untuk menggunakan *load cell* (sensor berat) biasanya menggunakan program arduino dan lainnya. Ada beberapa contoh sistem dalam timbangan yang sering digunakan masyarakat, yaitu sebagai berikut:

- Timbangan pegas (analog)

Timbangan pegas atau bisa dikelompokkan sebagai timbangan yang masih menggunakan jarum untuk menunjuk arah berat yang ditampilkan beberapa angka. Timbangan jenis ini sering kita temui di kehidupan sehari-hari, seperti contoh timbangan jenis ini digunakan untuk menimbang kebutuhan sehari-hari seperti di pasar biasanya untuk menimbang barang-barang dengan ukuran kapasitas berat tergantung masing-masing type timbangan, timbangan ini juga sering digunakan pada toko-toko.

Timbangan jenis ini sering digunakan karena skalanya tidak terlalu besar dan cara penggunaannya mudah, tidak terlalu rumit sehingga sangat mudah digunakan oleh masyarakat pada umumnya. Gambar 2.9 adalah contoh dari timbangan pegas. Kapasitas timbangan pegas biasanya yang sering ditemui adalah 2 kilogram hingga 10 kilo gram.



Gambar 2.9 Timbangan pegas / analog

Prinsip kerja timbangan pegas ini menggunakan prinsip kerja tuas atau pengungkit. Tuas atau pengungkit mempresentasikan penekanan beban yang jatuh pada titik tumpu sehingga menjadi lebih ringan dari yang seharusnya.

- Timbangan digital

Timbangan digital mungkin tak asing lagi untuk didengar karena sistem penimbangan ini sudah banyak digunakan. Selain lebih akurat, dalam penimbangan juga lebih mudah untuk dilihat karena timbangan digital menggunakan tampilan layar LCD. Selain menggunakan LCD sebagai komponen elektrikalnya, timbangan digital juga menggunakan sensor *load cell* atau *strain gauge*. Timbangan ini terbilang cukup mahal tetapi lebih canggih untuk mendapat hasil yang akurat sehingga mudah digunakan. Sebagian besar timbangan digital masih menggunakan baterai namun ada juga yang menggunakan tegangan AC.

Sehingga jarang digunakan di kalangan masyarakat yang berjualan dipasar. Beberapa contoh dari timbangan digital dapat diilustrasikan Pada Gambar 2.10



Gambar 2.10 Timbangan digital

Selain menggunakan LCD sebagai komponen elektrikalnya, timbangan digital juga menggunakan sensor *load cell* atau *strain gauge*. Saat beban berada diatas papan dudukan sensor maka beban yang dihasilkan akan menekan sensor *load cell*. Besarnya tekanan yang diberikan beban sebanding dengan tekanan yang diberikan pada sensor *load cell*. Saat terjadi tekanan, sensor kemudian mengkonversikan regangan atau tegangan yang terjadi menjadi sinyal analog dan akan diproses oleh modul selanjutnya, sehingga semua proses akan ditampilkan pada layar LCD.

BAB III

METODE PELAKSANAAN

Pada bab ketiga ini akan membahas tentang metode pelaksanaan yang digunakan pada proyek akhir, mulai dari pembuatan tahap awal hingga pembuatan tahap akhir alat. Pada metode pelaksanaan kali ini terdiri dari beberapa tahapan, yaitu:

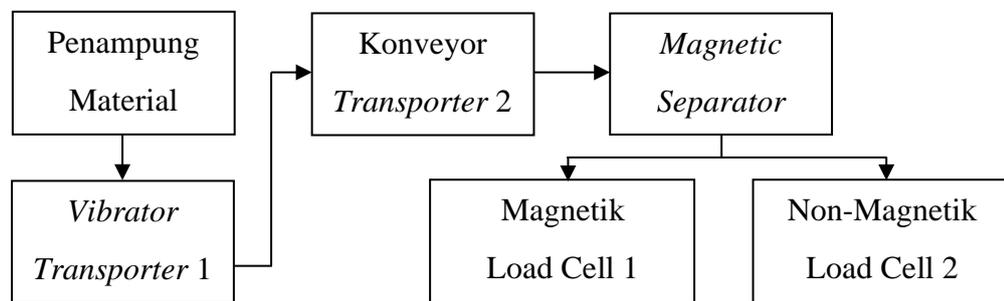
1. Studi *literature*
2. Perencanaan sistem
 - a. Magnet induksi
 - b. *Transporter*
 - c. Penimbang
3. Pembuatan alat yang meliputi perangkat keras pada sistem magnet induksi dan *trasporter*, serta perangkat lunak sistem penimbangan
4. Pengujian tiap-tiap bagian dari alat
5. Pengujian keseluruhan alat

3.1. Studi *Literature*

Diawali dengan mencari referensi dan beberapa pengetahuan guna memperdalam ilmu berdasarkan alat yang akan dibuat. Mencari referensi dilakukan dalam berbagai macam cara, yaitu cara yang pertama melalui berbagai buku yang ada dipergustakaan maupun ebook yang ada di internet, cara yang kedua yaitu mencari contoh-contoh makalah yang ada di internet, dan cara yang ketiga yaitu mencari berbagai macam informasi mengenai dasar teori alat yang akan dibuat di internet, selain ketiga cara yang telah disebutkan untuk mendapatkan informasi ada acara lain yaitu menanyakan langsung kepada orang-orang yang telah profesional. Referensi yang telah didapat nantinya akan digunakan sebagai dasar teori dalam pembuatan alat.

3.2. Perencanaan Sistem

Terdapat beberapa bagian dalam perencanaan sistem dari alat yang akan dibuat. Gambar 3.1 merupakan tahapan dari perencanaan sistem



Gambar 3.1 Perencanaan sistem

Pada tahap ini merupakan proses awal dari pembuatan sebuah alat. Dalam pembuatan alat ada beberapa hal yang direncanakan terlebih dahulu supaya pembuatan alat berjalan dengan baik yaitu sebagai berikut :

- Perencanaan pembuatan magnet induksi

Tahap awal yang dilakukan yaitu merancang cara pembuatan magnet induksi yang dapat diatur kekuatannya berdasarkan arus yang diberikan.

- Perencanaan pembuatan *transporter*

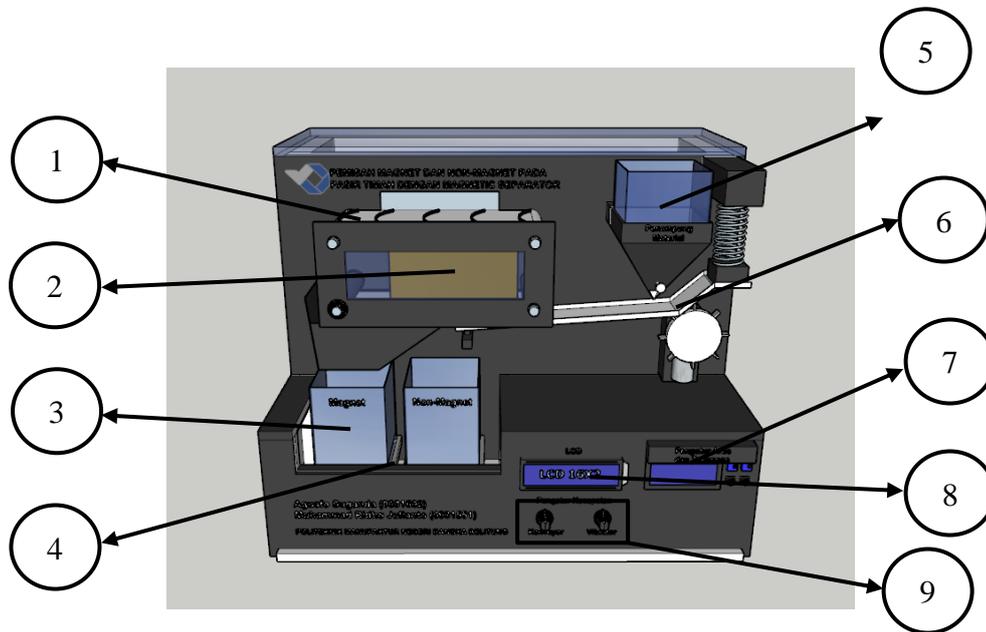
Perencanaan yang kedua yaitu merancang sistem *transporter* atau sistem perpindahan material dari proses penampungan material hingga proses akhir yaitu penampungan material terpisah antara magnetik dan non-magnetik pada *load cell*.

- Perencanaan pembuatan penimbangan

Perencanaan akhir yaitu sistem penimbangan, pada perencanaan ini dilakukan tahapan proses pemilihan komponen yang akan digunakan baik itu sensor *load cell*, modul HX711, maupun Arduino UNO R3 sebagai *processor* yang akan mengolah data dan akan ditampilkan pada layar LCD.

3.3. Desain Konstruksi

Desain konstruksi dirancang berdasarkan kebutuhan konstruksi yang akan dibuat. Pada desain konstruksi terdapat konveyor dan vibrator kemudian *box* kontrol sebagai tempat beberapa komponen sistem penimbang. Berikut desain konstruksi pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Desain konstruksi

Berikut Keterangan dari bagian-bagian yang terdapat pada Gambar 3.2 Desain konstruksi antara lain yaitu:

1. Konveyor.
2. Magnet Induksi.
3. Penampung material *output*.
4. Penimbang.
5. Penampung material *input*.
6. Vibrator.
7. Pengatur arus dan tegangan magnet.
8. LCD.
9. Pengatur kecepatan konveyor dan vibrator.

3.4. Pembuatan Konstruksi

Pembuatan konstruksi alat dibagi menjadi tiga bagian yaitu pembuatan konstruksi *magnetic separator*, pembuatan konstruksi *transporter*, dan pembuatan konstruksi *load cell*.

3.4.1. Pembuatan Konstruksi Magnet Induksi

Magnet induksi adalah bagian paling penting pada alat ini yang berfungsi memisahkan unsur magnetik dan non-magnetik. Dalam pembuatan konstruksi hal yang perlu diketahui terlebih dahulu adalah teori tentang magnet kumparan atau magnet induksi. Terdapat rumus dalam pembuatan magnet kumparan dimana ukuran diameter inti besi berpengaruh terhadap jumlah lilitan kawat tembaga yang akan dipakai nantinya.

3.4.2. Pembuatan Konstruksi *Transporter*

Transporter adalah bagian pada alat yang berfungsi untuk menghantarkan material magnet dan non-magnet ke *magnetic separator*. Pada bagian ini terdapat motor yang akan menggerakkan wadah panjang penghantar unsur magnet dan non-magnet. Dalam pembuatan konstruksi *transporter* ada beberapa hal penting yang harus diuji terlebih dahulu, seperti roda gigi pada motor. Roda gigi sangatlah mempengaruhi getaran yang dihasilkan sehingga perlu percobaan berulang-ulang. Getaran yang diperlukan tidak terlalu besar agar unsur magnet dan non-magnet tidak keluar dari wadah.

3.4.3. Pembuatan Konstruksi Load Cell

Load cell adalah bagian terpenting pada alat ini, dimana berfungsi sebagai timbangan untuk hasil akhir perbandingan dua unsur magnet dan non-magnet dari *magnetic separator*. *Load cell* yang digunakan adalah single point. *Load cell* tipe ini merupakan yang sering digunakan dalam timbangan. Dalam pembuatan konstruksi *load cell* tidak terlalu rumit, banyak referensi dari internet dan perlu memodifikasinya sedikit.

3.5. Pengujian Tiap-Tiap Bagian Alat

Pengujian tahap awal konstruksi alat dibagi menjadi tiga bagian yaitu pengujian sistem penimbang, pengujian *transporter*, dan pengujian *magnet induksi*. Pengujian sistem penimbang dilakukan dengan cara membandingkan data hasil sensor dengan nilai timbangan yang didapat dari penimbang pegas / analog. Pengujian sistem transporter dibagi menjadi dua bagian yaitu pengujian *transporter* 1 (penggetar) dan pengujian *transporter* 2 (konveyor). Pengujian magnet induksi dilakukan menggunakan alat gauss meter, pengujian data dilakukan dengan cara mengatur arus yang diberikan pada magnet induksi / kumparan.

3.6. Pengujian Keseluruhan Alat

Tahap pengujian keseluruhan sistem dilakukan apabila semua konstruksi dan komponen pada alat telah terpasang. Uji coba dilakukan dengan sampel material magnetik dan non-magnetik yang telah disiapkan. Kedua material tersebut dicampur rata dengan perbandingan 50% magnetik dan 50 non-magnetik. Setelah kedua material tersebut tercampur barulah pengujian dilakukan hingga proses akhir pada timbangan *load cell*. Data yang didapat dari percobaan akan dimasukkan kedalam table sehingga dapat di analisa berdasarkan beberapa pengujian sampel.

BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini akan membahas mengenai proses pembuatan alat serta pengujian Proyek Akhir (PA) dengan judul “Pemisah Material Magnet dan Non-Magnet pada Pasir Timah dengan *Magnetic Separator*”. Secara umum proses pengerjaan proyek akhir ini terdiri dari beberapa bagian, yaitu:

1. Magnet Induksi
2. Penimbang
3. *Transporter*

4.1. Magnet Induksi

Penggunaan magnet induksi pada alat ini sangatlah penting dan merupakan hal yang paling utama karena sesuai dengan prinsip alat ini yaitu *magnetic separator*.

4.1.1. Diagram Blok *Magnet Induksi*

Diagram blok ini menjelaskan proses untuk mengetahui kekuatan medan magnet berdasarkan arus dan tegangan yang diatur. Kekuatan medan magnet akan dipengaruhi oleh arus listrik. Gambar 4.1 merupakan diagram blok dari magnet induksi.



Gambar 4.1 Diagram blok magnet induksi

Kuat atau lemahnya daya tarik magnet dapat diatur oleh pengaturan arus dan tegangan *supply*. Sehingga dari pengaturan arus dan tegangan ini nantinya akan memperoleh hasil kekuatan magnet yang berbeda dari proses *magnetic separator*.

4.1.2. Pembuatan Magnet

Magnet induksi dibuat berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan. Ukuran magnet ditentukan berdasarkan kebutuhan dan keperluan, sehingga jumlah lilitan dari kawat tembaga ditentukan oleh ukuran inti besi yang digunakan.

Pembuatan magnet menggunakan tembaga ukuran 0.8mm dan koker yang dibuat berdasarkan rumus perhitungan pembuatan trafo. Jumlah lilitan untuk tegangan yang masuk ditentukan oleh ukuran koker. Koker dibuat dengan ukuran Panjang 10 cm, lebar 5 cm, dan tinggi 5 cm. Berikut merupakan perhitungan jumlah lilitan pada inti besi.

$$\text{Jumlah lilitan per 1 V} = (50 / 2 (P + L)) + \text{toleransi } 10\% \dots\dots\dots(4.1)$$

Diketahui ukuran koker:

Panjang = 10 cm

Lebar = 5 cm

$$\begin{aligned} \text{Jumlah lilitan tiap 1 V} &= (50/30) + ((50/30) \times 0,1) \\ &= (1,66) + ((1,66) \times 0,1) \\ &= (1,66) + (0,16) \\ &= 1,82 \text{ lilit tiap 1 V} \end{aligned}$$

Sehingga jumlah lilitan untuk tegangan:

$$3 \text{ V} \Rightarrow 3 \times 1,82 = 5 \text{ lilitan.}$$

$$12 \text{ V} \Rightarrow 12 \times 1,82 = 22 \text{ lilitan.}$$

$$220 \text{ V} \Rightarrow 220 \times 1,82 = 400 \text{ lilitan.}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka pertamakali dibuatlah magnet induksi dengan jumlah sebanyak 400 lilitan.

4.1.3. Pengujian Magnet

Dalam pengujian magnet alat yang digunakan dalam mengukur kekuatan magnet yaitu gauss meter. Berikut gambar gauss meter diustrasikan pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Gauss meter

Dengan alat ini dapat melihat berapa kekuatan magnet yang dihasilkan. Pada pengujian magnet arus diatur dari nilai yang 0 hingga mencapai 3 ampere. Tabel 4.1 Berikut merupakan data hasil pengujian kekuatan magnet.

Tabel 4.1 Hasil pengukuran magnet menggunakan alat ukur Gauss meter.

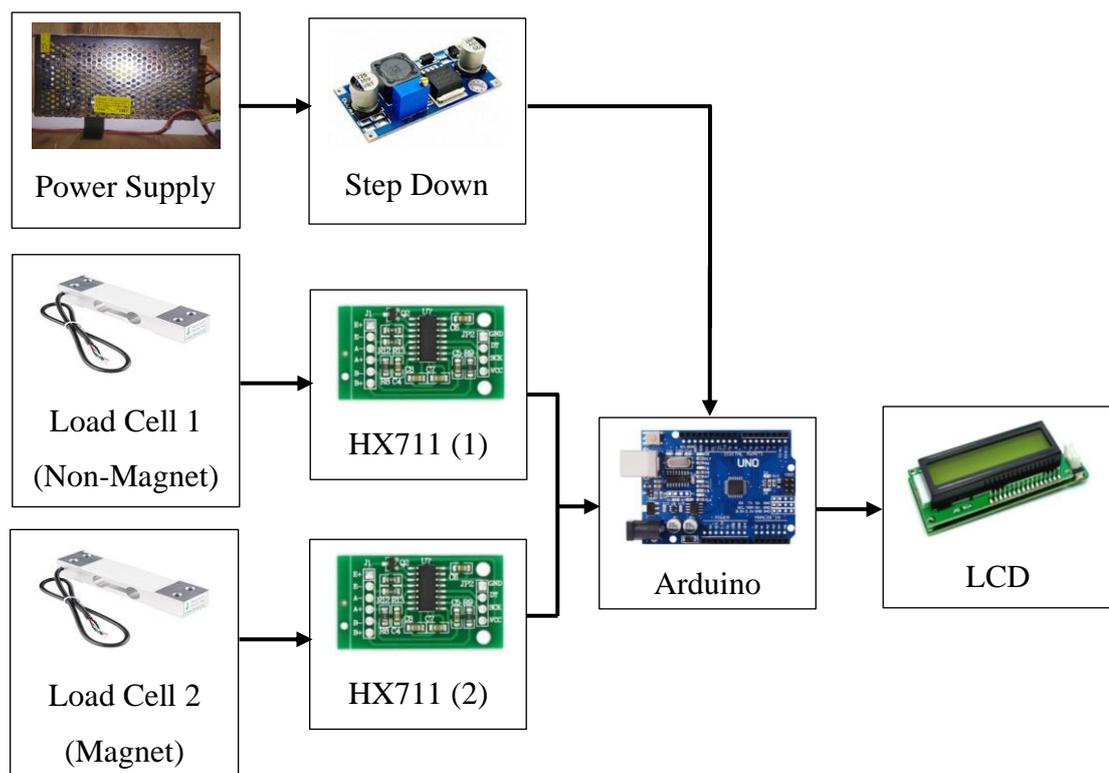
No	Arus (Ampere)	Pengukuran ke-1 (Gauss)	Pengukuran ke-2 (Gauss)
1	0	0	0
2	0.5	620	600
3	0.75	725	727
4	1	866	860
5	1.25	1000	995
6	1.5	1170	1180
7	1.75	1370	1344
8	2	1500	1490
9	2.5	1748	1750
10	3	1925	1920

4.2. Penimbangan

Penimbangan menggunakan sensor berat yaitu sensor *load cell*. Pembuatan sistem penimbangan Pada proyek akhir yang berjudul “Pemisah Material Magnet dan Non-Magnet pada Pasir Timah dengan *Magnetic Separator*” ini merupakan bagian alat untuk menentukan berat material magnetik maupun non-magnetik hasil proses pemisahan.

4.2.1. Diagram Blok Sistem Kontrol Penimbang

Diagram blok ini merupakan alur sistem untuk melakukan pengecekan nilai berat dari hasil proses *magnetic separator*.. Proses penimbangan dibagi menjadi dua bagian yaitu *load cell* 1 untuk menimbang material non-magnet dan *load cell* 2 untuk menimbang material magnet hasil outputnya akan ditampilkan pada layar LCD. Pada gambar 4.3 menjelaskan diagram kontrol untuk proses sistem penimbangan terdapat komponen-komponen berupa: power supply, modul *stepdown*, modul HX711, Sensor berat (*load cell*), Arduino Uno R3, LCD 2x16.



Gambar 4.3 Diagram blok kontrol penimbang

Pada bagian *load cell* terdapat tambahan modul HX711, modul ini berfungsi untuk menguatkan sinyal keluaran dari sensor *load cell* dan mengkonversikan data analog menjadi digital. Arduino sebagai pengolah data akan membaca data output dari modul HX711 dan kemudian data hasil proses akan ditampilkan pada layar LCD.

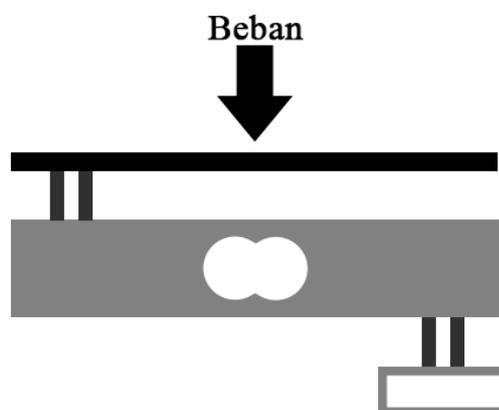
4.2.2. Pembuatan Kontruksi *Load Cell*

Proses pembuatan kontruksi *load cell* dibagi menjadi dua bagian yaitu *Load cell* untuk magnet dan *load cell* untuk Non-magnet, bahan-bahan yang digunakan berupa:

1. Akrilik ukuran 3mm
2. Papan pcb
3. Baut 4mm
4. Hollow 12,5mm
5. Cat pilox hitam doff

Tahap – tahap pembuatan kontuksi *load cell*:

- Tahap pertama dalam pembuatan kontruksi *load cell* yaitu mendesain bentuk kontruksi yang diinginkan. Gambar 4.4 merupakan desain kontruksi dari sensor *load cell*.



Gambar 4.4 *Design sensor load cell*

- Memotong akrilik ukuran 1mm sebagai pelapis pcb.
- Memotong papan PCB dengan ukuran 10cm x 10cm.
- Memotong hollow sesuai ukuran
- Serta melubangi hollow dengan ukuran lubang 4mm.
- Menyusun dan merapikan posisi.
- Memasang semua bahan konstruksi ke bagian sensor *load cell*. Gambar 4.5 merupakan bentuk awal dari perakitan sensor *load cell*.



Gambar 4.5 Kontruksi awal sensor *load cell*

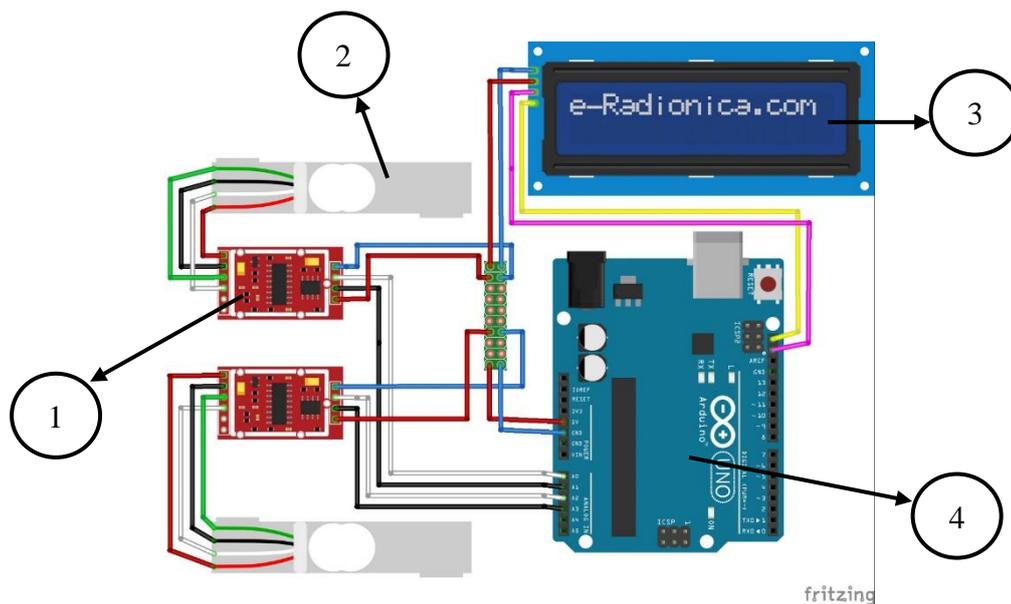
- Setelah memasang semua komponen untuk merubah warna agar seragam, Konstruksi dicat warna hitam doff setelah dilakukan pemasangan. Dapat ditunjukkan padad Gambar 4.6 merupakan bentuk akhir dari perakitan sensor *load cell*.



Gambar 4.6 Kontruksi akhir sensor *load cell*

4.2.3. Pemasangan Komponen

Dalam pemasangan *system control* penimbangan terdapat beberapa komponen elektrik yang digunakan seperti Arduino Uno R3, Pin *header*, modul HX711, sensor *load cell*, dan LCD 16x2 I2C. Gambar 4.7 merupakan wiring dari sensor *load cell*.



Gambar 4.7 Wiring *load cell*

Pada *wiring load cell* terdapat bagian-bagian dan fungsi masing-masing komponen, diantaranya:

1. Modul HX711 berfungsi sebagai pengkonversasikan nilai ADC pada *load cell*.
2. *Load cell* berfungsi penerima input berupa sensor berat.
3. LCD 16x2 berfungsi menampilkan output.
4. Arduino Uno R3 sebagai Pemrograman.

Pin A0 : dihubungkan ke pin DT pada modul HX711 (1) (Non-Magnet).

Pin A1 : dihubungkan ke pin SCK pada modul HX711 (1) (Non-Magnet).

Pin A2 : dihubungkan ke pin DT pada modul HX711 (2) (Magnet).

Pin A3 : dihubungkan ke pin SCK pada modul HX711 (2) (Magnet).

Pin E+ : dihubungkan ke Pin warna MERAH pada sensor *load cell*.

Pin E- : dihubungkan ke Pin warna HITAM pada sensor *load cell*.

Pin A- : dihubungkan ke Pin warna PUTIH pada sensor *load cell*.

Pin A+ : dihubungkan ke Pin warna HIJAU pada sensor *load cell*.

Pin SCL : dihubungkan ke pin SCL pada LCD I2C.

Pin SDA: dihubungkan ke pin SDA pada LCD I2C.

Pin VCC: dihubungkan ke sumber 5V.

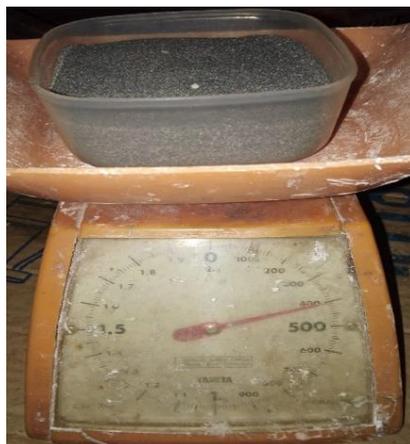
Pin GND: dihubungkan ke *Ground*.

4.2.4. Kalibrasi dan Pemrograman Sensor *Load Cell*

Pemrograman sensor *load cell* menggunakan software Arduino versi 1.8.5. Sebelum penggunaan timbangan yang dibuat menggunakan sensor *load cell*, hal yang lebih dahulu dilakukan yaitu pengkalibrasian sensor agar nilai output yang dikeluarkan sensor sama dengan nilai berat yang diukur berdasarkan hasil timbangan pada umumnya.

Adapun beberapa Tahapan untuk mengkalibrasi nilai sensor *load cell* agar mendapatkan hasil yang akurat adalah sebagai berikut:

- Menyiapkan bahan atau beban dengan berat yang terukur yaitu 400 gram. Gambar 4.8 merupakan penimbangan material dengan timbangan pegas.



Gambar 4.8 Beban 400 gram

- Kemudian menyiapkan program kalibrasi yang terdapat pada lampiran.
- Langkah selanjutnya yaitu *upload* program dan buka serial monitor pada *software* Arduino.
- Apabila nilai output sensor pada serial monitor tidak sama dengan 400 gram, maka dapat diturunkan atau dinaikkan nilai dari “Calibration_Factor” dengan menekan a,s,d,f atau z,x,c,v kemudian *send* hingga nilai berat sama dengan 400 gram. Jika nilai berat telah sama dengan 400 gram maka catat nilai dari “Calibration_Factor”.
- Langkah terakhir yaitu masukkan nilai “Calibration_Factor” yang didapat tadi ke program sensor *load cell*. Gambar 4.9 merupakan bagian program dari kalibrasi nilai digital sensor *load cell*.

```
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin();
  lcd.backlight();
  nonmagnet.begin(A0, A1);
  nonmagnet.set_scale(1071); // Calibration Factor 1
  nonmagnet.tare();
  magnet.begin(A2, A3);
  magnet.set_scale(1091); // Calibration Factor 2
  magnet.tare();
}
```

Gambar 4.9 *Calibration Factor*

4.2.5. Pengujian Sensor *Load Cell*

Pengujian sensor *load cell* dilakukan dengan dua cara yaitu: Menguji menggunakan sampel kemasan makanan yang telah diketahui beratnya dan Pengujian menggunakan material magnet dan non-magnet.

1. Pengujian sensor *load cell* diuji menggunakan salah satu sampel makanan kemasan Indomie dengan berat yang sudah tertera yaitu 85 gram, lalu di timbang menggunakan timbangan yang telah dibuat menggunakan sensor

load cell dan akan ditampilkan ke LCD. Gambar 4.10 merupakan informasi berat dari sampel makanan kemasan Indomie.



Gambar 4.10 Sampel Indomie 85gram

Pada gambar 4.11 merupakan *output* dari pengujian sampel Indomie 85 gram.



Gambar 4.11 Hasil pengujian sensor *load cell*

2. Pengujian sensor *load cell* diuji menggunakan material magnet dan non-magnet, menggunakan timbangan *load cell* dan akan ditampilkan ke LCD. Berikut hasil pengujian berat material pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pengujian *load cell*

No	Berat	Hasil Penimbangan
1	10 Gram	11 Gram
2	20 Gram	20 Gram
3	30 Gram	31 Gram
4	40 Gram	41 Gram
5	50 Gram	49 Gram
6	60 Gram	60 Gram
7	70 Gram	72 Gram
8	80 Gram	81 Gram
9	90 Gram	90 Gram
10	100 Gram	99 Gram

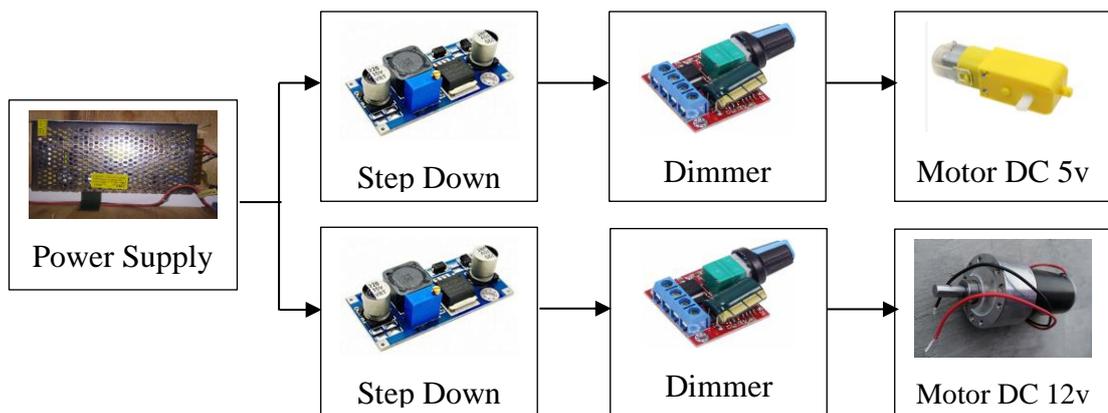
4.3. *Transporter*

Dalam proses pembuatan konstruksi *Transporter* dibagi menjadi tiga bagian yaitu :

- Kerangka alat
- *Vibrator*
- Konveyor

4.3.1. Diagram Blok Sistem Kontrol *Transporter*

Diagram blok ini terdapat kontrol terhadap kecepatan motor DC. Pengaturan kecepatan motor DC diatur oleh nilai tegangan dari Dimmer. Kecepatan motor DC diatur agar dapat melihat perbandingan terhadap hasil yang akan diperoleh nantinya. Pada gambar 4.12 menjelaskan diagram blok sistem kontrol untuk *transporter*, dan terdapat beberapa komponen yang digunakan yaitu: Power Supplay, modul *step down*, Dimmer, motor dc 5 volt dan motor dc 12 volt.

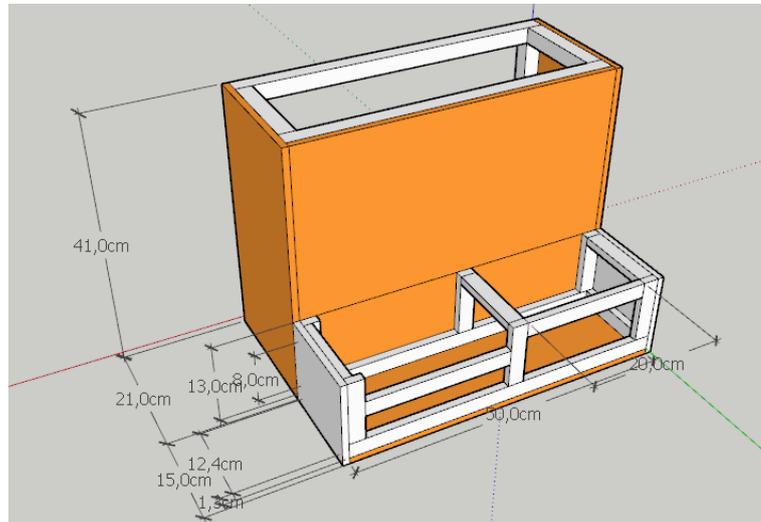


Gambar 4.12 Diagram blok sistem kontrol *transporter*

4.3.2. Pembuatan Konstruksi Kerangka Alat

Sebelum membuat konstruksi, hal yang dilakukan terlebih dahulu ialah membuat desain rancangan alat. Desain awal yaitu merancang bentuk atau kerangka utama dari sebuah alat dan membuat posisi-posisi komponen yang akan digunakan. Bahan yang dipilih harus sesuai kebutuhan, dapat mengefisienkan harga dan juga kokoh.

Pada Gambar 4.13 merupakan desain kerangka alat yang akan dibuat. Untuk kerangka yang telah didesain, dapat ditentukan bahan yang digunakan adalah Papan triplek 1cm dan holo. Untuk triplek bisa diganti dengan mika agar bisa tahan untuk jangka waktu yang lebih lama.



Gambar 4.13 Konstruksi kerangka alat

Tahap-tahap pembuatan kerangka alat:

1. Membuat kerangka menggunakan holo dan dilapisi papan dengan tebal 1cm berukuran panjang 50cm x lebar 21cm x tinggi 41cm. Gambar 4.14 merupakan tahapan awal pemasangan konstruksi holo.



Gambar 4.14 Tahap pemasangan kerangka

2. Marking posisi *vibrator* pasir dan konveyor pada bagian depan. Gambar 4.15 merupakan proses penandaan bagian dari *transporter* dan *box* kontrol.



Gambar 4.15 Marking posisi bagian alat

3. Melapisi bagian konstruksi dengan kertas Avl berwarna hitam dan putih. Gambar 4.16 adalah hasil dari pelapisan dengan kertas Avl.



Gambar 4.16 Setelah dilapisi kertas Avl

4. Bagian belakang konstruksi dibuatkan pintu agar lebih mudah untuk memasang komponen ke dalam konstruksi. Gambar 4.17 merupakan bagian pintu dari konstruksi.



Gambar 4.17 Bagian pintu kerangka

4.3.3. Pembuatan Konstruksi Bagian *Vibrator Pasir* dan Konveyor

Terdapat 2 bagian transporter yang akan dibuat yaitu bagian vibrator pasir dan bagian konveyor. Dalam proses pengerjaannya, kedua bagian ini dikerjakan secara terpisah sebelum dipasang ke bagian kerangka alat. Berikut bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan konstruksi *transporter* yaitu:

1. Akrilik
2. Pipa
3. Bearing
4. Holo
5. Poros ulir
6. Per
7. Jalur pasir alumunium
8. Belt
9. Gear
10. Lem Epoxy
11. Papan Triplek
12. Plat seng

Tahap – tahap pembuatan konstuksi Konveyor:

1. Menyiapkan 4 poros putar dengan menggunakan pipa yang di dalamnya terdapat bearing.
2. Memasang 4 buah poros putar pada bagian kerangka alat yang telah di marking. Gambar 4.18 adalah bentuk awal dari konstruksi konveyor.



Gambar 4.18 Kerangka konveyor

3. Membuat *belt* dari bahan kain karpet dengan panjang 56cm x 8cm. Gambar 4.19 adalah proses pengukuran dari *belt*.



Gambar 4.19 Belt konveyor

4. Memasang *belt* ke konveyor. Gambar 4.20 adalah bentuk dari pemasangan *belt* pada poros pipa.



Gambar 4.20 Kontruksi Konveyor

5. Pemasangan motor DC 12v sebagai penggerak konveyor. Gambar 4.21 merupakan posisi motor yang berada didalam kerangka konstruksi.



Gambar 4.21 Motor dc 12 volt

Tahap – tahap pembuatan konstruksi *vibrator* pasir :

1. Membuat jalur pasir menggunakan Alumunium dan di bengkokan. Gambar 4.22 merupakan bentuk akhir dari proses pembentukan jalur pasir.



Gambar 4.22 Jalur Pasir timah

2. Pada bagian jalur pasir terdapat per untuk membuat efek getar. Gambar 4.23 adalah posisi peletakan per pada *vibrator*.



Gambar 4.23 Posisi per pada jalur pasir

3. Memasang motor DC 5v dan *gear box* sebagai alat penggetar jalur pasir. Gambar 4.24 merupakan posisi Motor DC 5v



Gambar 4.24 Posisi motor DC 5v

4. Membuat corong pasir menggunakan alumunium. Gambar 4.25 merupakan hasil dari pembuatan corong penampung material input.



Gambar 4.25 Corong material

4.3.4. Pengujian *Transporter*

Pengujian transporter dilakukan dengan cara mengatur tegangan dimmer sehingga mempengaruhi kecepatan motor DC pada bagian vibrator pasir maupun konveyor. Pengujian ini dilakukan agar dapat melihat efek getaran yang ditimbulkan pada jalur pasir dan kecepatan konveyor dalam menyelesaikan proses pemisahan. Pada gambar 4.26 memperlihatkan kontruksi setelah terpasangnya semua bagian dari alat.



Gambar 4.26 Tampak depan setelah kontruksi dipasang

Terdapat 2 buah Dimmer pada rangkaian ini, yaitu Dimmer untuk mengatur kecepatan motor DC 5v yang digunakan pada *vibrator* pasir dan Dimmer untuk mengatur kecepatan motor DC 12v yang digunakan pada penggerak konveyor.

Tabel 4.2 Hasil pengujian *transporter*.

No	Berat (gram)	Tegangan Konveyor (V)	Tegangan Vibrator Pasir (V)	Waktu (Menit)
1	50	12	2	00 : 56
2	100	12	2	01 : 47
3	250	12	2	02 : 58
4	500	12	2	06 : 02
5	1000	12	2	09 : 30

4.4. Pengujian Keseluruhan Alat

Pengujian keseluruhan alat dilakukan setelah pengujian alat secara perbagian yaitu pengujian magnet, pengujian penimbang, dan pengujian *transporter*. Pengujian ini menggunakan material magnet yaitu bubuk besi dan material non-magnet pasir halus pantai. Adapun tahap-tahap pengujian sebagai berikut:

1. Menyiapkan material percobaan menggunakan komposisi 100gram magnetik dan 100gram non-magnetik.
2. Campur kedua material magnetic dan non-magnetik lalu masukkan ke dalam wadah penampungan material.
3. Nyalakan alat dan lakukan pengecekan *system control*.
4. Sebelum membuka penutup corong wadah material, atur terlebih dahulu arus dan tegangan magnet induksi, atur kecepatan konveyor dan vibrator pasir.
5. Setelah semuanya siap barulah buka penutup corong wadah material.
6. Setelah proses pemisahan alat selesai lihat data hasil yang ditampilkan pada LCD.

4.4.1. Data Hasil Pengujian

Setelah melakukan pengujian alat secara keseluruhan terdapat beberapa pengaturan arus pada magnet induksi dan tegangan pada transporter. Tabel 4.3 menjelaskan data hasil pengujian alat.

Tabel 4.3 Hasil pengujian keseluruhan.

NO	Magnet induksi		Transporter		Hasil Penimbang	
	Tegangan	Arus	Konveyor	Vibrator	Magnet	Non-Magnet
1	5,4 V	0,5 A	6 V	1,5 V	80 gram	119 gram
2	10,8 V	1 A	6 V	1,7 V	98 gram	100 gram
3	11,9 V	1,5 A	6 V	1,9 V	100 gram	99 gram
4	15,9 V	2 A	8 V	2 V	99 gram	97 gram
5	17,6 V	3 A	10 V	2 V	97 gram	96 gram

Pada tabel diatas memiliki komposisi sampel yang diuji yaitu 100 gram magnetik berupa bubuk besi dan 100 gram non-magnetik berupa pasir pantai murni.

Tabel 4.4 merupakan hasil pengujian Bubuk Besi (magnetik), Pasir pantai (non-magnetik) dan campuran dari kedua material magnetik dan non-magnetik.

Tabel 4. 4 Tabel pengujian material

BAHAN	Input (Gram)	Output (Gram)
Besi (Magnet)	100	96
	200	193
	250	247
Pasir Pantai (Non-Magnet)	100	100
	200	199
	250	248
Campuran	Magnet 100	Magnet 96
	Non-magnet 100	Non-magnet 100

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian alat Proyek Akhir yang berjudul “Pemisah Material Magnet dan Non-Magnet Pada Pasir Timah Dengan Magnetic Separator” ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Jumlah lilitan dan arus yang diberikan pada kawat tembaga sangat mempengaruhi kekuatan dari magnet induksi.
2. Kekuatan magnet mempengaruhi hasil dari proses pemisahan material magnetik dan non-magnetik.
3. Kecepatan vibrator tidak boleh terlalu cepat karena dapat membuat material keluar dari jalur pasir.
4. Semakin kecil ukuran material, maka semakin mudah ditarik oleh magnet, ini dikarenakan semakin kecil ukuran suatu benda maka semakin kecil pula gaya gravitasinya.
5. Berdasarkan pengujian daya listrik, konsumsi daya listrik yang dibutuhkan untuk menghidupkan alat ini tiap jamnya yaitu sebesar 90 watt.

5.2. Saran

Dari keseluruhan proses pengerjaan proyek akhir ini ada beberapa saran untuk kedepannya dalam pembuatan proyek akhir, antara lain:

1. Untuk mendapatkan kekuatan magnet yang lebih besar maka perlu penambahan jumlah lilitan pada magnet.
2. Proses pengujian pemisahan material magnet dan non-magnet masih memiliki keterbatasan kapasitas yaitu maksimal 1 kg, sehingga apabila menginginkan kapasitas jumlah yang lebih banyak perlu adanya perubahan pada penampungan material.

REFERENSI

- [1] M. IR. M. WINANTO AJIE PH, M. IR. UNTUNG SUKAMTO and M. IR. SUDARYANTO, "PENGOLAHAN BAHAN GALIAN," 8 Maret 2006. [Online]. Available: <https://docplayer.info/32482504-Pengolahan-bahan-galian.html>. [Accessed 4 Juni 2019].
- [2] P. Ibeng, "Pengertian Magnet, Sifat, Bentuk Jenis, dan Teorinya," 10 Oktober 2018. [Online]. Available: <https://pendidikan.co.id/pengertian-magnet-sifat-bentuk-jenis-dan-teorinya/>. [Accessed 26 4 2019].
- [3] Mono, "Cara Membuat Magnet dengan Induksi, Gosokan, dan Elektromagnetik," 27 Juli 2016. [Online]. Available: <http://fismath.com/cara-membuat-magnet-dengan-cara-induksi-gosokandan-elektromagnetik/>. [Accessed 5 September 5].
- [4] chang, crowley , kelly, "DESIGN AND DEVELOPMENT OF AN ELECTROSTATIC," in *Handbook of Electrostatic Processes*, new york, 1995.
- [5] Toraguchi, Haga, *Electrostatic separation of coal*, 1982.
- [6] masui, *Electrostatic separation for removal from green tea of stems*, LAI KOON CHUN, 1982.
- [7] Qin Xing Zong, Luo Zhen Fu, Lv Bo, *Variables and Applications on Dry Magnetic Separator*, China: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20185302019>, 2018.
- [8] Hayla Miceli, Mateus G. Rossi, Reiner Neumann, Luís Marcelo Tavares, "Minerals Engineering," *www.elsevier.com/locate/mineng*, vol. 15–22, p. 16, 2017.

LAMPIRAN 1
(Daftar Riwayat Hidup)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Agusfo Suganda
Tempat & Tanggal Lahir : Mandeh, 4 Agustus 1997
Alamat Rumah : Gg. Ikhlas, Jerambah gantung,
Kec. Gabek, Pangkalpinang
No Handphone : 082280800042
Email : agusfosuganda4@gmail.com
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 64 Pangkalpinang	Lulus 2010
SMP Negeri 3 Pangkalpinang	Lulus 2013
SMK Negeri 2 Pangkalpinang	Lulus 2016

3. Pendidikan Non Formal

Sungailiat, 04 Agustus 2019

Agusfo Suganda

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Muhammad Ridho Julianto
Tempat & Tanggal Lahir : Palembang, 17 Juli 1997
Alamat Rumah : Jln. Kapten Arivai, Lrg. Batu
Itam No 1550, Bukit kecil,
Palembang
No Handphone : 081276091564
Email : mridhojulianto@gmail.com
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 30 Palembang	Lulus 2009
SMP Negeri 13 Palembang	Lulus 2012
SMA Islam Az-Zahra Palembang	Lulus 2015

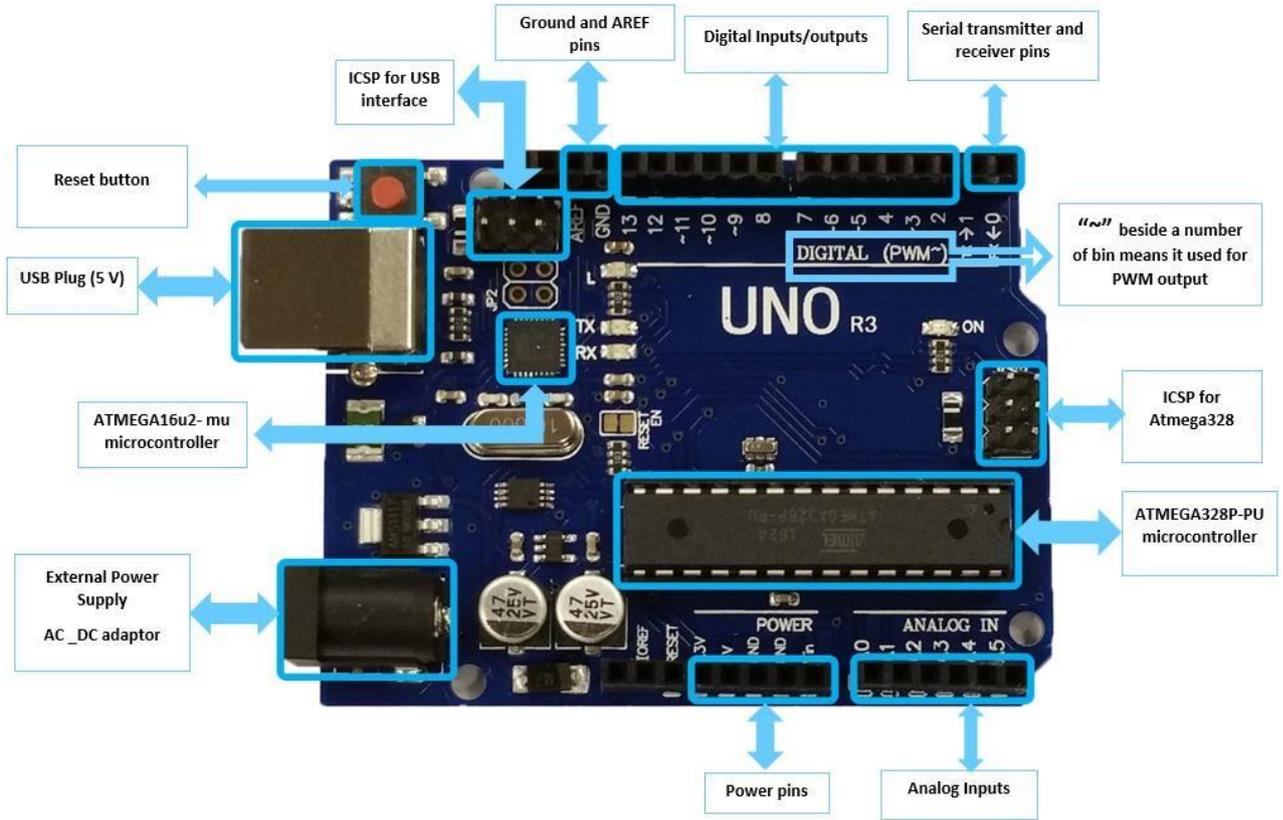
3. Pendidikan Non Formal

Sungailiat, 04 Agustus 2019

Muhammad Ridho Julianto

LAMPIRAN 2
(Data Sheet Arduino Uno R3)

Arduino Uno R3



INTRODUCTION

Arduino is used for building different types of electronic circuits easily using of both a physical programmable circuit board usually microcontroller and piece of code running on computer with USB connection between the computer and Arduino.

Programming language used in Arduino is just a simplified version of C++ that can easily replace thousands of wires with words.

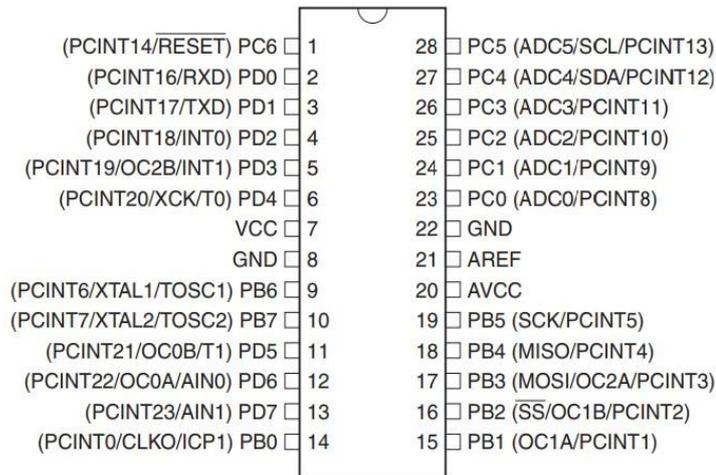
ARDUINO UNO-R3 PHYSICAL COMPONENTS

ATMEGA328P-PU microcontroller

The most important element in Arduino Uno R3 is ATMEGA328P-PU is an 8-bit Microcontroller with flash memory reach to 32k bytes. It's features as follow:

- High Performance, Low Power AVR
- Advanced RISC Architecture
 - 131 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Up to 20 MIPS Throughput at 20 MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory Segments
 - 4/8/16/32K Bytes of In-System Self-Programmable Flash program memory
 - 256/512/1K Bytes EEPROM
 - 512/1K/2K Bytes Internal SRAM
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Six PWM Channels
 - 8-channel 10-bit ADC in TQFP and QFN/MLF package
 - Temperature Measurement
 - 6-channel 10-bit ADC in PDIP Package
 - Temperature Measurement
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Byte-oriented 2-wire Serial Interface (Philips I2 C compatible)
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
 - Interrupt and Wake-up on Pin Change
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
- I/O and Packages

- 23 Programmable I/O Lines
- 28-pin PDIP, 32-lead TQFP, 28-pad QFN/MLF and 32-pad QFN/MLF
- Operating Voltage:
 - 1.8 - 5.5V
- Temperature Range:
 - -40°C to 85°C
- Speed Grade: ○ 0 - 4 MHz@1.8 - 5.5V, 0 - 10 MHz@2.7 - 5.5.V, 0 - 20 MHz @ 4.5 - 5.5V
- Power Consumption at 1 MHz, 1.8V, 25°C
 - Active Mode: 0.2 mA ○ Power-down Mode: 0.1 μA
 - Power-save Mode: 0.75 μA (Including 32 kHz RTC)
- Pin configuration



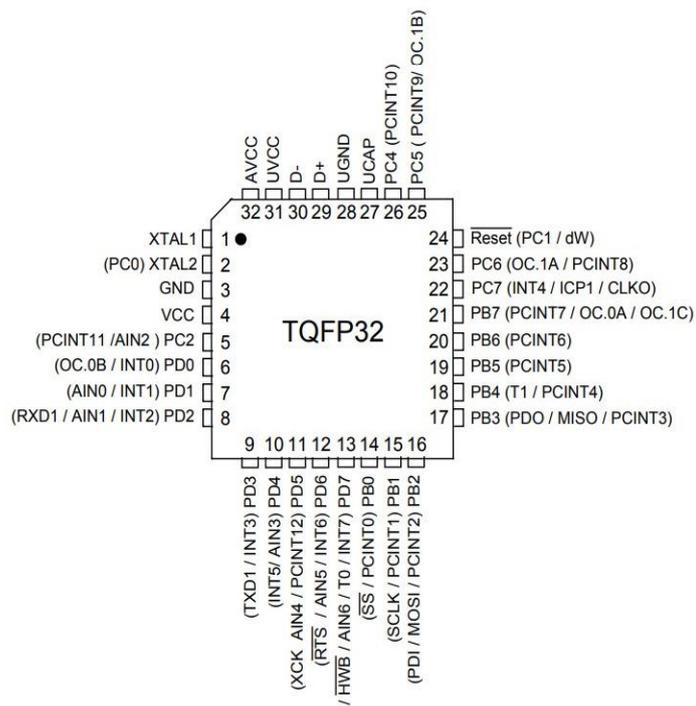
ATMEGA16u2- mu microcontroller

Is a 8-bit microcontroller used as USB driver in Arduino uno R3 it's features as follow:

- High Performance, Low Power AVR
- Advanced RISC Architecture
 - 125 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation

- Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
- Non-volatile Program and Data Memories
 - 8K/16K/32K Bytes of In-System Self-Programmable Flash
 - 512/512/1024 EEPROM ○ 512/512/1024 Internal SRAM
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/ 100,000 EEPROM ○ Data retention: 20 years at 85°C/ 100 years at 25°C ○ Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by on-chip Boot Program hardware-activated after reset ○ Programming Lock for Software Security
- USB 2.0 Full-speed Device Module with Interrupt on Transfer Completion
 - Complies fully with Universal Serial Bus Specification REV 2.0 ○ 48 MHz PLL for Full-speed Bus Operation: data transfer rates at 12 Mbit/s ○ Fully independent 176 bytes USB DPRAM for endpoint memory allocation
 - Endpoint 0 for Control Transfers: from 8 up to 64-bytes ○ 4 Programmable Endpoints:
 - IN or Out Directions
 - Bulk, Interrupt and Isochronous Transfers
 - Programmable maximum packet size from 8 to 64 bytes
 - Programmable single or double buffer
 - Suspend/Resume Interrupts
 - Microcontroller reset on USB Bus Reset without detach ○ USB Bus Disconnection on Microcontroller Request
- Peripheral Features
 - One 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode (two 8-bit PWM channels)
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare and Capture Mode(three 8bit PWM channels)
 - USART with SPI master only mode and hardware flow control (RTS/CTS)
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator ○ On-chip Analog Comparator ○ Interrupt and Wake-up on Pin Change
- On Chip Debug Interface (debug WIRE)
- Special Microcontroller Features
 - Power-On Reset and Programmable Brown-out Detection

- Internal Calibrated Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Five Sleep Modes: Idle, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
- I/O and Packages
 - 22 Programmable I/O Lines
 - QFN32 (5x5mm) / TQFP32 packages
- Operating Voltages
 - 2.7 - 5.5V
- Operating temperature
 - Industrial (-40°C to +85°C)
- Maximum Frequency
 - 8 MHz at 2.7V - Industrial range
 - 16 MHz at 4.5V - Industrial range
- Pin configuration



OTHER ARDUINO UNO R3 PARTS

Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Uno can be used as an input or output, using `pinMode()`, `digitalWrite()`, and `digitalRead()` functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 k Ohms. In addition, some pins have specialized functions:

- Serial: 0 (RX) and 1 (TX). Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- External Interrupts: 2 and 3. These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value.
- PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11. Provide 8-bit PWM output with the `analogWrite()` function.
- SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). These pins support SPI communication using the SPI library.
- LED: 13. There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

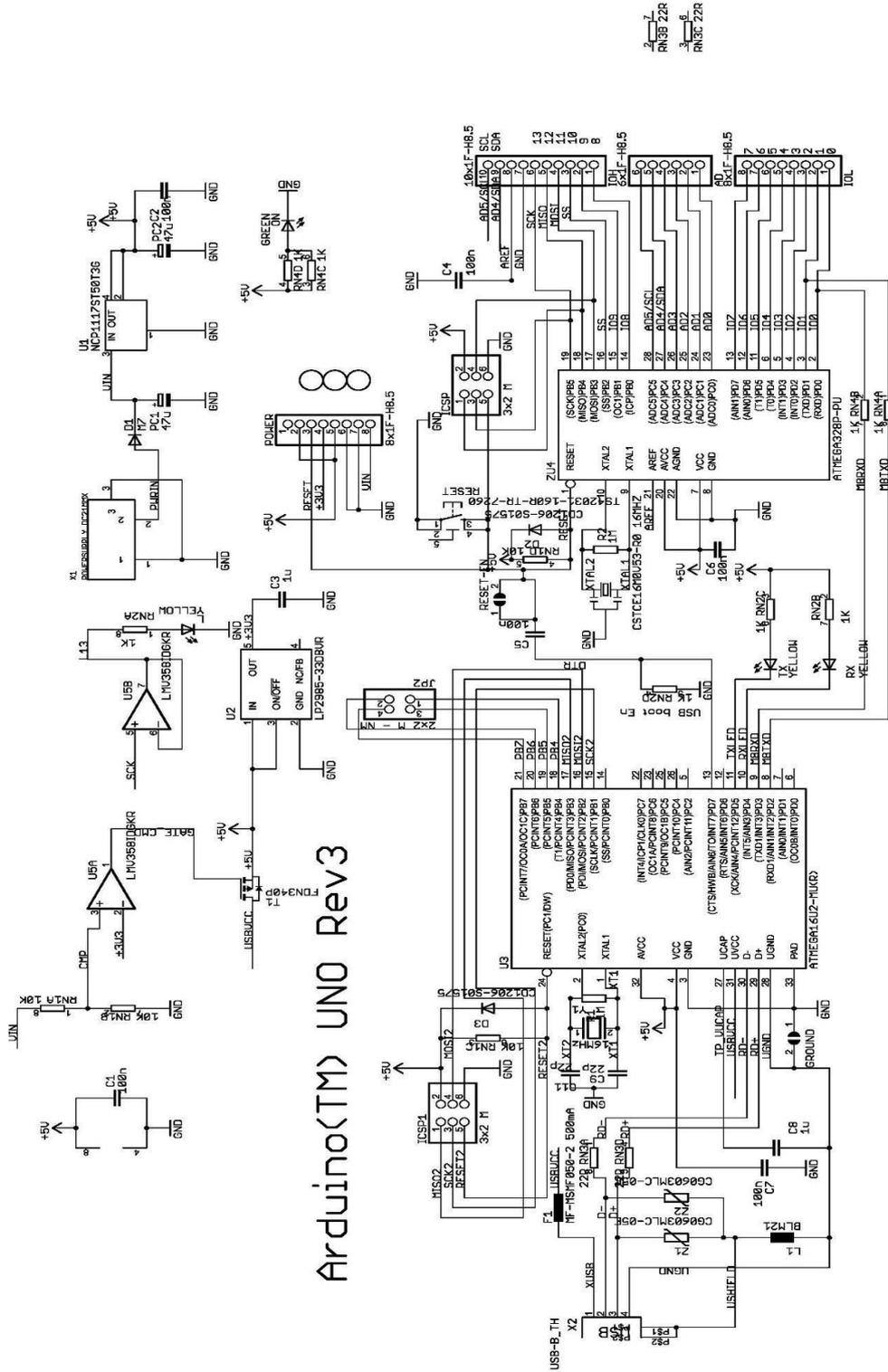
The Uno has 6 analog inputs, labeled A0 through A5, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though it is possible to change the upper end of their range using the AREF pin and the `analogReference()` function. Additionally, some pins have specialized functionality:

- TWI: A4 or SDA pin and A5 or SCL pin. Support TWI communication using the Wire library.

There are a couple of other pins on the board:

- AREF: Reference voltage for the analog inputs. Used with `analogReference()`.
- Reset: Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

ARDUINO UNO R3 SCHEMATIC DIAGRAM



Arduino(TM) UNO Rev3



LAMPIRAN 3
(Program Kalibrasi Penimbang)

```
#include "HX711.h"

#define DOUT A0

#define CLK A1

HX711 scale(DOUT, CLK);

float calibration_factor = 650;

int GRAM;

void setup() {

  Serial.begin(9600);

  Serial.println("tekan a,s,d,f untuk menaikkan calibration_factor ke  
10,100,1000,10000");

  Serial.println("tekan z,x,c,v untuk menurunkan calibration_factor ke  
10,100,1000,10000");

  Serial.println("Tekan T untuk Tare");

  scale.set_scale();

  scale.tare();

  long zero_factor = scale.read_average();

  Serial.print("Zero factor: ");

  Serial.println(zero_factor);

  delay(1000);

}

void loop() {
```

```
scale.set_scale(calibration_factor);  
  
GRAM = scale.get_units(), 4;  
  
Serial.print("Reading: ");  
  
Serial.print(GRAM);  
  
Serial.print(" Gram");  
  
Serial.print(" calibration_factor: ");  
  
Serial.print(calibration_factor);  
  
Serial.println();
```

```
if (Serial.available()) {  
  
    char temp = Serial.read();  
  
    if (temp == '+' || temp == 'a')  
        calibration_factor += 0.1;  
  
    else if (temp == '-' || temp == 'z')  
        calibration_factor -= 0.1;  
  
    else if (temp == 's')  
        calibration_factor += 10;  
  
    else if (temp == 'x')  
        calibration_factor -= 10;  
  
    else if (temp == 'd')  
        calibration_factor += 100;  
  
    else if (temp == 'c')
```

```
    calibration_factor -= 100;

else if (temp == 'f')

    calibration_factor += 1000;

else if (temp == 'v')

    calibration_factor -= 1000;

else if (temp == 't')

    scale.tare();

}

}
```

LAMPIRAN 4
(Program Penimbang)

```
#include "HX711.h"
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
//=====
HX711 nonmagnet;
HX711 magnet;
long kalibrasi1=0;
long kalibrasi2=0;
int berat1=0;
int berat2=0;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
//=====
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin();
  lcd.backlight();
  nonmagnet.begin(A0, A1);
  nonmagnet.set_scale(1038);//
  nonmagnet.tare();
  magnet.begin(A2, A3);
  magnet.set_scale(1048);
  magnet.tare();
}

//=====
void loop()
```

```
{  
  // Timbangan Non-Magnet  
  kalibrasi1 = nonmagnet.get_units(), 1;  
  berat1 = (int)(kalibrasi1);  
  Serial.println(berat1);  
  lcd.setCursor(0,0);  
  lcd.print("Non-Magnet=");  
  lcd.print(berat1);  
  lcd.print("gr");  
  
  // Timbangan Magnet  
  kalibrasi2 = magnet.get_units(), 1;  
  berat2 = (int)(kalibrasi2);  
  Serial.println(berat2);  
  lcd.setCursor(0,1);  
  lcd.print("Magnet=");  
  lcd.print(berat2);  
  lcd.print("gr");  
  delay(100);  
  lcd.clear();  
}
```