

# Perancangan Mesin Gerinda Potong Multiguna pada Aplikasi Pemotongan Baja Profil Dengan Variasi Sudut Potong 15-90 Derajat

Abdurrahman A. S.<sup>1</sup>, Rudy Yuni Widiatmoko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012  
E-mail : abdurrahman.tpkml6@gmail.com

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Pos Indonesia, Bandung 40012  
E-mail : rudy.yw@polban.ac.id

## ABSTRAK

Mesin potong yang tersedia dipasaran umumnya hanya mampu memotong baja profil (benda kerja) dengan sudut 45-90°. Adapun baja profil yang dipotong selain dengan sudut 45-90° seperti pemotongan dengan sudut 15° umumnya dipotong menggunakan bantuan alat tambahan/*fixture* seperti halnya di CV Karya Hidup Sentosa bagian Sheetmetal. Penggunaan *fixture* pada pemotongan sudut ini akan menjadi tidak efektif jika terdapat banyak variasi sudut. Kemampuan mesin gerinda potong yang hanya dapat memotong sampai dengan 45-90° ini disebabkan oleh jarak rahang pengecam yang terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan sistem pengecam sehingga bisa *compatible* dengan pemotongan sudut 15-90° menggunakan pendekatan perancangan

### Kata Kunci

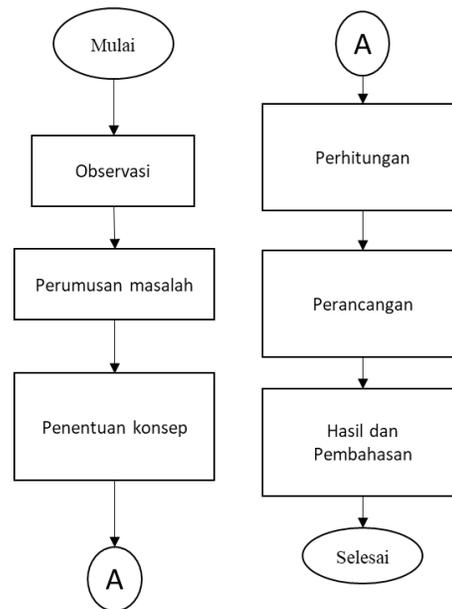
Mesin gerinda potong, potong sudut, perancangan

## 1. PENDAHULUAN

Baja profil adalah sebuah logam yang mempunyai bentuk profil bermacam-macam seperti siku, persegi, bulat, strip, dan lain-lain. Umumnya baja profil mempunyai panjang awal sebesar 6m, baja ini biasanya digunakan sebagai rangka suatu produk. Panjang serta bentuk pemotongannya pun bermacam-macam. Biasanya bentuk pemotongannya dari 45-90 derajat. Tetapi ada beberapa industri manufaktur yang mempunyai bentuk sudut yang extreme misalnya dapat mencapai sudut 15 derajat. Mesin potong baja profil tersebut hanya bisa memotong dari 45-90 derajat. Untuk tetap dapat memenuhi bentuk 15 derajat, biasanya digunakan alat bantu atau *fixture*. Akan tetapi *fixture* hanya dapat memotong 1 bentuk sudut saja yaitu 15 derajat. Adapun bentuk sudut yang lain harus menggunakan *fixture* yang khusus juga. Maka dari hal tersebut penelitian ini bertujuan untuk mencari alternatif agar dapat memotong baja profil 15-90 derajat tanpa memerlukan sebuah *fixture* tambahan.

## 2. METODOLOGI

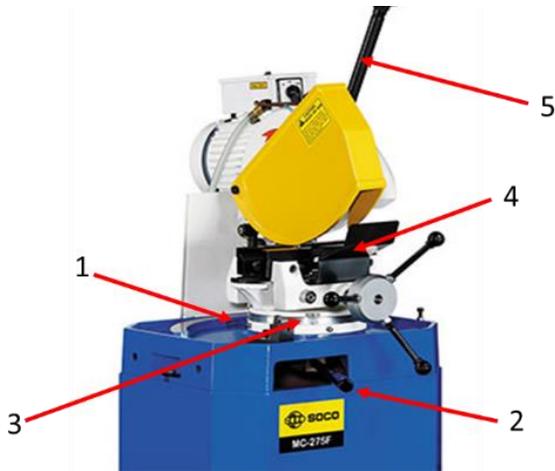
Metodologi yang digunakan pada penelitian ini menggunakan referensi dari buku Engineering Design [1]. Metodologi ini membantu dalam melakukan urutan pelaksanaan penelitian. Secara umum tahapan perancangannya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Flowchart metodologi perancangan

### 2.1 Planning

Mesin gerinda potong yang tersedia di pasaran saat ini hanya mampu memotong benda kerja dengan sudut 45-90 derajat saja. Mesin gerinda ini dipakai oleh industri rumahan, *workshop*, s/d industri skala besar. Contoh mesin gerinda yang tersedia di pasaran dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Mesin Gerinda di Pasaran

Mesin gerinda yang ditunjukkan memiliki beberapa komponen utama, yaitu :

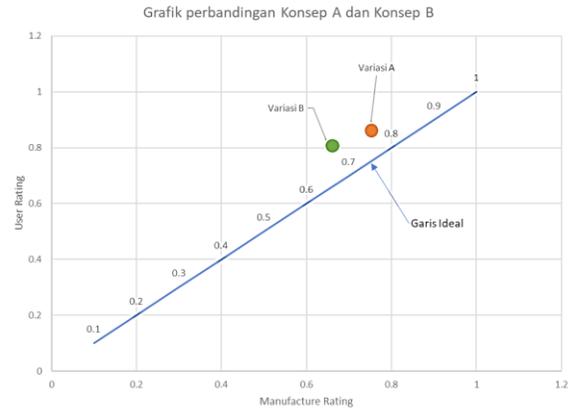
1. Sistem pemutar
2. Sistem pengunci pemutar
3. Skala penunjuk
4. Pencekam benda kerja
5. Penggerak *feeding* gerinda

## 2.2 Conceptual design

Terdapat dua konsep variasi design yang dihasilkan dari variasi komponen utama. Variasi ini kemudian dinilai menggunakan metode PUGH's yang merupakan metode dari Ullman. Dasar dari penilaian tersebut diambil dari segi *user criteria* dan *manufacture criteria*, dimana aspek yang dipertimbangkan adalah sebagai berikut

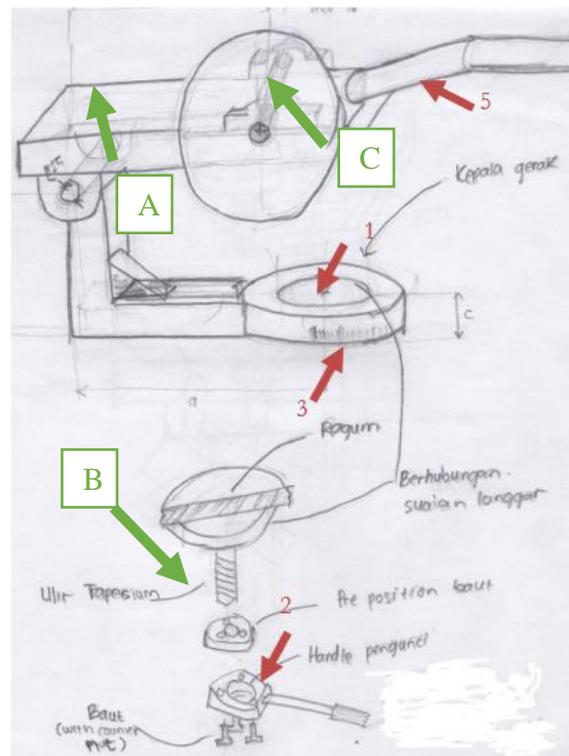
1. *User criteria*
  - a. Harga alat
  - b. Kemudahan pengoperasian alat
  - c. Kemudahan dalam perawatan
  - d. Kemudahan pergantian komponen yang rusak
2. *Manufacture criteria*
  - a. Penggunaan *part* standar
  - b. Kemudahan manufaktur
  - c. Kemudahan bentuk yang dimanufaktur
  - d. Pekerja yang dibutuhkan
  - e. Ketersediaan bahan

Penilaian dua variasi konsep tersebut dituangkan dalam sebuah grafik seperti terlihat pada *Gambar 3*



Gambar 3 Grafik penilaian dua variasi konsep

Dari penilaian tersebut dihasilkan konsep terpilih seperti terlihat pada *Gambar 4*.



Gambar 4 Konsep Terpilih

## 2.3 Embodiment Design

Pada konsep design yang terpilih, terdapat bagian-bagian kritis yang perlu dilakukan perhitungan. Bagian kritis tersebut dapat dilihat pada *Gambar 4* yaitu perhitungan daya motor (A), *powerscrew* pada pengencang (B), poros batu gerinda (C).

### 2.3.1 Perhitungan daya motor

Perhitungan ini dilakukan untuk menentukan daya yang sesuai untuk memotong benda kerja agar menjamin dapat terpotong dengan baik.

Rumus untuk menghitung daya motor tersebut adalah:

$$P = \frac{V \cdot e}{60} \text{ Watts}$$

Dengan notasi,

$V$ : volume of material removed/ unit time (mm<sup>3</sup>/min)

$e$ : specific energy of the steel = 5.5J/mm<sup>3</sup> [2]

$$V = f_v \cdot t \cdot W$$

$$V = 100 \times 4 \times 193 \text{ mm}^3/\text{min}$$

$$V = 77200 \text{ mm}^3/\text{min}$$

$f_v$ : kecepatan pemakaian batu gerinda = 100 mm/min [3]

$t$ : lebar batu gerinda = 4 mm

$W$ : lebar pemakanan = 193 mm

Sehingga daya yang dibutuhkan adalah,

$$P = \frac{77200 \times 5.5}{60}$$

$$P = 7076,6 \text{ Watts}$$

### 2.3.2 Perhitungan powerscrew pengencang

Perhitungan ini untuk menjamin kepala gerinda tidak berputar ketika digunakan. Umumnya jika tidak ada gaya luar yang ditujukan kepada kepala gerinda tidak diperlukan sebuah pengencang, namun adakalanya operator secara tidak sengaja mendorong kepala gerinda tersebut. Gaya maksimal ( $F_L$ ) yang dihasilkan operator tersebut adalah sebesar 110N [4], maka untuk menjamin kepala gerinda tersebut tetap diam gaya gesek ( $F_G$ ) > gaya dorong operator ( $F_L$ ). Hubungan antara kedua gaya tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \Sigma M &= 0 \\ T_L - T_G &= 0 \\ T_L &= T_G \\ F_L \cdot r_L &= F_{normal} \cdot \mu_{material} \cdot r_G \\ F_{normal} &= \frac{F_L \cdot r_L}{\mu_{material} \cdot r_G} \\ F_{normal} &= \frac{132 \times 0,5}{0,015 \times 0,16} = 27500N \end{aligned}$$

Lalu, diameter minimal yang dibutuhkan untuk menahan  $F_{normal}$  tersebut adalah

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F_{normal}}{\pi \cdot \sigma_a}}$$

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 27500}{\pi \cdot 100}}$$

$$d_1 \geq 18,71 \text{ mm}$$

Maka ukuran powerscrew yang memenuhi  $d_1$  minimal adalah TR24x4.

Dengan notasi :

$F_L$ : Gaya dorong operator x  $S_f = 110 \times 1,2 = 132N$

$F_{normal}$ : gaya tekan yang dibutuhkan

$r_L$ : jarak lengan = 0,5m

$r_G$ : jarak rata-rata radius gesekan = 0,0015

$\sigma_a$ : tegangan tarik izin = 100 N/mm<sup>2</sup>

$\mu_{material}$ : koefisien gesek antar material = 0,16 [5]

### 2.3.3 Diameter poros gerinda

Perhitungan diameter pada poros gerinda diperlukan agar menjamin poros tidak patah saat menjalankan alat. Perhitungan ini harus memenuhi persamaan berikut

$$\begin{aligned} \tau_{izin} &\leq \tau_{load} \\ \tau_{izin} &\leq \frac{16 \cdot T}{\pi \cdot d^3} \\ d^3 &\leq \frac{16 \cdot T}{\pi \cdot \tau_{izin}} \\ d^3 &\leq \frac{16 \times 28,39}{\pi \times 10^6} \\ d &\geq 0,0243 \text{ m} \\ d &\geq 24,3 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dengan notasi,

$\tau_{izin}$ : tegangan izin material poros (N/m<sup>2</sup>)

$\tau_{load}$ : tegangan yang dihasilkan benda kerja terhadap poros (N/m<sup>2</sup>)

$T$ : torsi yang dihasilkan motor (Nm)

$$T = \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot N}$$

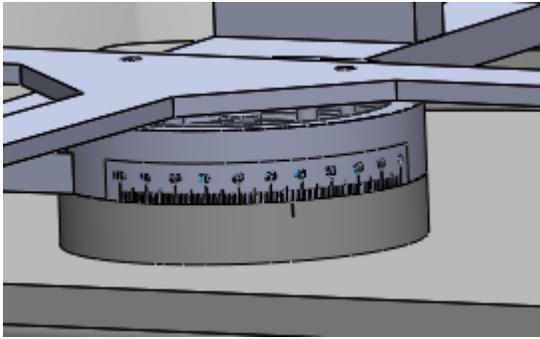
$$T = \frac{7,5 \text{ kW}}{2 \cdot \pi \cdot 2500}$$

$$T = 28,396 \text{ Nm}$$

$n$ : putaran batu gerinda = 2500 rpm

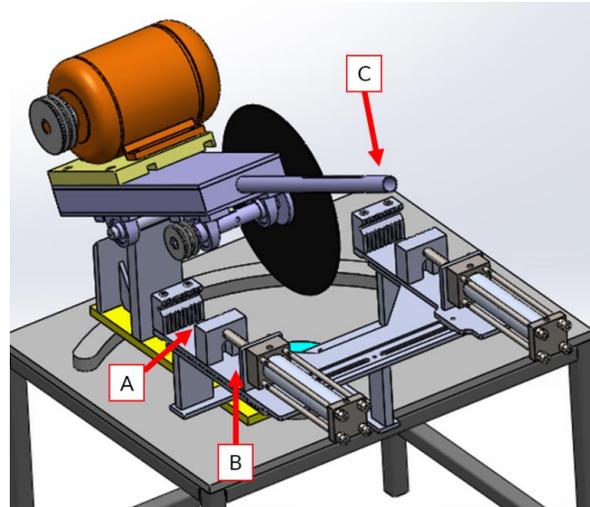
## 3. HASIL

Hasil yang didapat dari konsep rancangan tersebut adalah sebuah 3D model alat dan estimasi biaya pembuatannya. Alat ini mampu memotong benda kerja dengan lebar s/d 50 mm dan minimal panjang benda kerja sebesar 70mm. Berikut bagian-bagian pada alat.



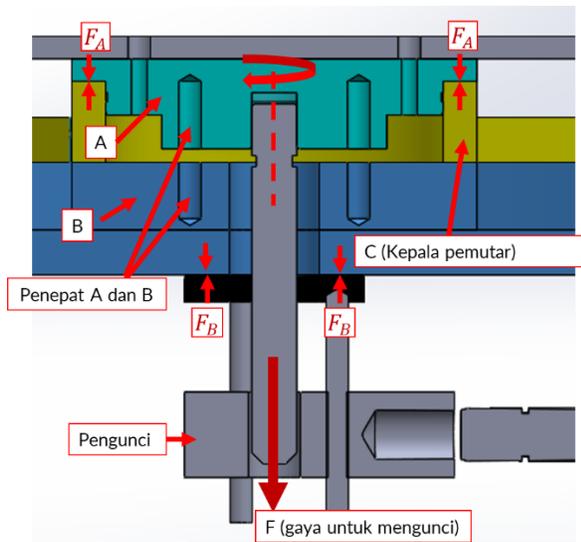
Gambar 5 Skala penunjuk sudut

Skala penunjuk sudut (Gambar 5) berfungsi sebagai informasi posisi kepala gerinda. Komponen ini terbuat dari plat besi 0,8mm yang diukir menggunakan mesin *laser cutting* lalu dibending.



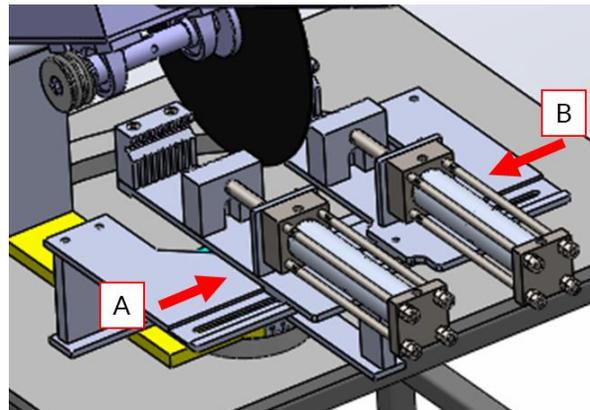
Gambar 7 Cara pemotongan

Pemotongan dilakukan dengan meletakkan benda kerja di A, lalu menekan tombol *start*, sehingga membuat pneumatik (B) memulai mencekam benda kerja, setelah itu turunkan batu gerinda dengan menggunakan *handle* (C) seperti terlihat pada Gambar 7.



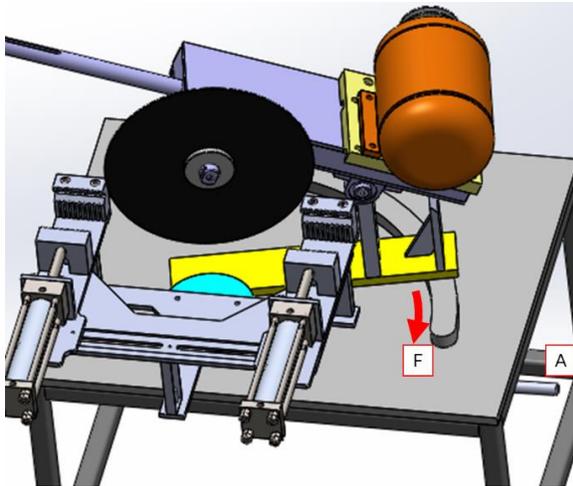
Gambar 6 Sistem pengunci kepala pemutar

Untuk mengunci pergerakan kepala pemutar (C) dilakukan dengan menjepit komponen A dan B, sehingga pergerakan komponen C dapat ditahan. Gaya untuk menahan komponen C didapat dari pengunci *powerscrew* (F) yang terhubung dengan komponen A ( $F_A$ ) seperti terlihat pada Gambar 6.



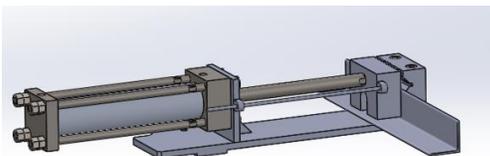
Gambar 8 Pemotongan benda kerja yang pendek

Jika panjang benda kerja terlalu pendek, maka buka pengunci pneumatik A dan B, lalu geser ke kanan dan ke kiri seperti terlihat pada Gambar 8.

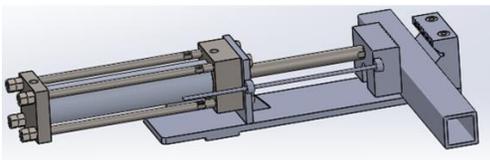


Gambar 9 Pemotongan sudut *extreme* 15°

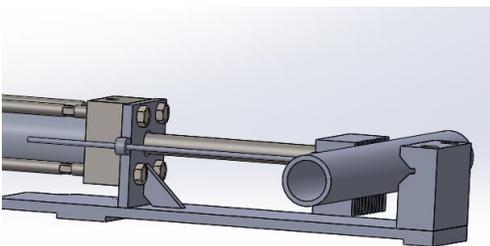
Untuk melakukan pemotongan sudut s/d 15° maka terlebih dahulu buka pengunci di A, lalu dorong kepala gerinda ke sudut yang diinginkan seperti terlihat pada Gambar 9, setelah itu kunci lagi pengunci A. Pencekaman benda kerja untuk besi siku, besi hollow kotak, dan besi pipa dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 10 Pencekaman besi siku



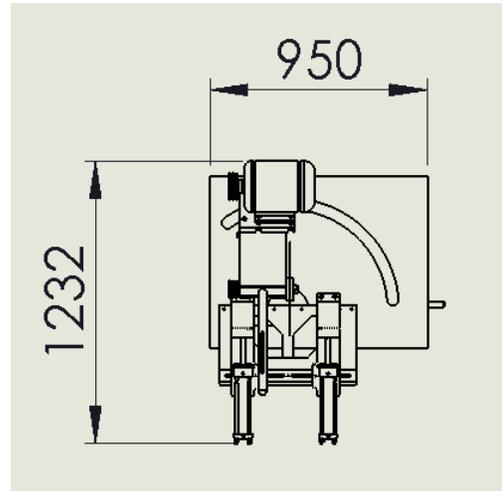
Gambar 11 Pencekaman besi *hollow* kotak



Gambar 12 Pencekaman besi pipa

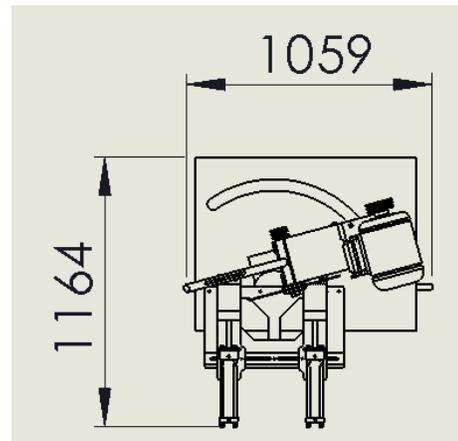
#### 4. PEMBAHASAN

Alat ini memiliki ukuran total pada posisi pemotongan 90° adalah 1,25m x 1m, seperti terlihat pada gambar Gambar 13.



Gambar 13 Ukuran alat ketika posisi 90°

Sedangkan ketika posisi pemotongan 15° adalah sekitar 1,2m x 1,05m, seperti terlihat pada Gambar 14.



Gambar 14 Ukuran alat ketika posisi 15°

Sehingga ukuran maksimal yang dibutuhkan untuk alat ini adalah 1,25m x 1,05m.

Adapun estimasi proses pembuatan alat ini adalah sekitar Rp.11.217.601, dimana terdiri dari biaya bahan, proses pemesinan, dan komponen standar, seperti terlihat pada tabel Tabel 1

Tabel 1 Estimasi proses pembuatan

Biaya	Total kebutuhan (Rp)
Bahan	2.192.169
Proses pemesinan	793.000
Komponen standar	8.232.431
Total	11.217.601

## 5. KESIMPULAN

Dari pembahasan sebelumnya telah diketahui 3D model alat, cara kerja, dan biaya pembuatan alat, oleh karena itu diperlukan perbandingan antara perancangan yang dibuat dengan *product existing* yang ada dipasaran. Salah satu produk serupa yang banyak dipakai industri adalah Soco MC-275AC, oleh karenanya produk ini dipilih sebagai pembanding. Berikut adalah perbandingan produk SOCO MC-275 AC dengan rancangan alat.

Tabel 2 perbandingan produk SOCO MC-275 AC dengan rancangan alat

Perbandingan	Produk	
	Alat rancangan	SOCO MC 275-AC
Maximal lebar benda kerja	50 mm	40 mm
Sudut pemotongan	90-15 derajat	90-45 derajat
konsumsi daya	7,1 kW	1,5 kW
Pemotongan	manual	otomatis

Pencekaman	pneumatik	manual
Jenis pisau potong	grinding cutting	miter cold saw
Ukuran pisau potong	16"	12"
Dimensi alat maximal	1,25 x 1,05 m	1,2 x 1 m
Pendingin	no	yes (otomatis)
Harga	Rp 11,5 Juta (prototipe)	Rp 60 Jt (bekas)

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pahl. G, Beitz. W, *Engineering Design*, Springer: London , 1996.
- [2] Singh, S. *Mechanical Engineer's Handbook*. Khanna: Delhi, 2008.
- [3] Jain, R.K. *Production Technology*, Khanna : Delhi. 2008.
- [4] Canadian Centre for Occupational Health and Safety, *Pushing & Pulling General*. 2020
- [5] Engineers Edge, *Coeffition of Friction Equation and Table Chart*. Engineersedge. 2020
- [6] Sterling Machine, [https://www.sterlingmachinery.com/used-soco-semi-automatic-miter-cold-saw-a4039-machinery.html?utm\\_source=SurplusRecord&utm\\_medium=listing&utm\\_campaign=SurplusRecord](https://www.sterlingmachinery.com/used-soco-semi-automatic-miter-cold-saw-a4039-machinery.html?utm_source=SurplusRecord&utm_medium=listing&utm_campaign=SurplusRecord). Diakses 15 Juni 2020