

**Table Of Content**

**Journal Cover** ..... 2

**Author[s] Statement** ..... 3

**Editorial Team** ..... 4

**Article information** ..... 5

    Check this article update (crossmark) ..... 5

    Check this article impact ..... 5

    Cite this article ..... 5

**Title page** ..... 6

    Article Title ..... 6

    Author information ..... 6

    Abstract ..... 6

**Article content** ..... 8

---

# Academia Open



*By Universitas Muhammadiyah Sidoarjo*

---

## Originality Statement

The author[s] declare that this article is their own work and to the best of their knowledge it contains no materials previously published or written by another person, or substantial proportions of material which have been accepted for the published of any other published materials, except where due acknowledgement is made in the article. Any contribution made to the research by others, with whom author[s] have work, is explicitly acknowledged in the article.

## Conflict of Interest Statement

The author[s] declare that this article was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

## Copyright Statement

Copyright © Author(s). This article is published under the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) licence. Anyone may reproduce, distribute, translate and create derivative works of this article (for both commercial and non-commercial purposes), subject to full attribution to the original publication and authors. The full terms of this licence may be seen at <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode>

## EDITORIAL TEAM

### Editor in Chief

Mochammad Tanzil Multazam, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

### Managing Editor

Bobur Sobirov, Samarkand Institute of Economics and Service, Uzbekistan

### Editors

Fika Megawati, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Mahardika Darmawan Kusuma Wardana, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Wiwit Wahyu Wijayanti, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Farkhod Abdurakhmonov, Silk Road International Tourism University, Uzbekistan

Dr. Hindarto, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Evi Rinata, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

M Faisal Amir, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Dr. Hana Catur Wahyuni, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Complete list of editorial team ([link](#))

Complete list of indexing services for this journal ([link](#))

How to submit to this journal ([link](#))

**Article information**

**Check this article update (crossmark)**



**Check this article impact (\*)**



**Save this article to Mendeley**



(\*) Time for indexing process is various, depends on indexing database platform

## **Enhancing Tubular Bending Precision Using Torch-assisted Softening Technique**

*Meningkatkan Presisi Pembengkokan Tubular Menggunakan Teknik Pelunakan Berbantuan Obor*

**Iswanto Iswanto, iswanto.sda@gmail.com, (1)**

*Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia*

**Ribangun Bambang Jakaria, iswanto@umsida.ac.id, (0)**

*Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia*

**Ali Akbar, iswanto@umsida.ac.id, (0)**

*Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia*

<sup>(1)</sup> Corresponding author

### **Abstract**

**Abstract:** This study presents a novel approach to improve the precision of tubular bending processes. By integrating a torch burner into the conventional manual bending tool, a method was developed to soften the workpiece prior to bending, effectively reducing defects attributed to forced bending. The research includes manual calculations and SolidWorks simulations for comparative analysis. The proposed tool design, utilizing a 40 mm x 40 mm x 700 mm L-profile iron frame with ASTM A36 material, demonstrated successful bending of pipes with □ outside 25 mm and □ inside 20 mm, achieving a seamless 180° bend from the initial 0° position. The results highlight enhanced bending accuracy and underline the potential of torch-assisted bending for broader applications in fabrication and manufacturing processes.

#### **Highlight:**

**Innovative Integration:** Integration of a torch burner with a manual bending tool for enhanced precision in tubular bending processes.

**Defect Reduction:** Softening the workpiece before bending reduces defects associated with forced bending, ensuring higher quality outcomes.

**Comprehensive Analysis:** The study employs both manual calculations and SolidWorks simulations for a thorough comparative analysis, validating the proposed approach's efficacy.

**Keyword:** Precision Improvement, Tubular Bending, Torch-Assisted Softening, Defect Reduction, SolidWorks Simulation

# Academia Open

Vol 8 No 1 (2023): June

DOI: 10.21070/acopen.8.2023.7151 . Article type: (Engineering)

---

Published date: 2023-08-07 00:00:00

---

## Pendahuluan

Di jaman moderenisasi seluruh pekerjaan diperlukan dengan cepat dan tepat umumnya pada perindustrian. Lantaran itu global perindustrian dipaksa mempunyai sumber daya manusia yang berkualitas baik untuk menyeimbangkan kemajuan teknologi, khususnya dalam perindustrian [1-3]. Melihat peluang untuk menciptakan ataupun mengembangkan dan berinovasi pada alat bending (penekuk) pipa besi manual maka akan direncanakan untuk memodifikasi dari peralatan bending (penekuk) pipa besi manual yang sudah ada.

Melihat banyaknya kesulitan saat dilakukannya proses pembendingan secara manual menggunakan tenaga manusia yang bilamana disaat menggerakkan tuas penekuk mengeluarkan energi yang cukup besar sehingga akan cepat menguras stamina para pekerja, maka dari itu penulis merencanakan akan membuat modifikasi pada alat bending pipa yang sudah ada tersebut dengan menambahkan pembakar yang berfungsi untuk membuat elastisitas dari pipa besi menjadi tinggi sehingga pipa besi akan lebih mudah untuk dibending, dikarenakan pada pipa besi dengan elastisitas yang rendah akan sulit untuk dibending secara manual akan membutuhkan tenaga operator yang sangat besar, selain itu juga pipa rawan terjadi kerusakan saat proses pembendingan [4].

Proses Bending merupakan proses merubah bentuk awal dari suatu benda berbentuk tabung ataupun plat dengan cara mendorong, menekan ataupun mengerol, pada benda kerja yang awalnya berbentuk lurus akan dilakukan proses penekukan sehingga akan berubah bentuk [5, 6]. Pada alat bending manual terdapat bagian-bagian utama yang tiap bagian tersebut mempunyai fungsi peranan masing-masing [7]. diantaranya roller berfungsi sebagai mal atau cetakan untuk benda kerja ukuran dari jari-jari roller harus sesuai dengan jari-jari luar benda kerja, penekan digunakan untuk menekan salah satu bagian benda kerja sehingga akan terbending atau tertekuk, penahan digunakan untuk menahan pipa agar tidak bergerak saat dilakukan proses bending [8, 9]. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut.

Pada penelitian ini dilakukan modifikasi alat bending manual yang sudah ada dengan menambahkan pemanas api pada alat bending tersebut. Pipa besi yang akan dibending (dibengkokkan) terlebih dahulu dipanaskan dengan api dengan pemanas api yang terdapat pada alat bending tersebut, sehingga pipa besi yang akan dibending menjadi lebih elastis dan mudah untuk dibengkokkan serta hasilnya akan semakin baik.

## Metode

Pada saat melaksanakan penelitian ini terdapat metode yang telah dilakukan sedikit perubahan menyesuaikan tahapan pembuatan alat bending yang akan dilakukan penelitian. Terdapat metode utama yang dilakukan yaitu perancangan menggunakan software yaitu solidwork 2013 [10, 11]. Kemudian setelah itu dilakukan pembuatan komponen-komponen dari alat tersebut di aplikasikan dari rancangan gambar yang sebelumnya telah dibuat dengan software. Untuk keseluruhan metode yang digunakan bisa dilihat dari diagram alir pada gambar 1 berikut.



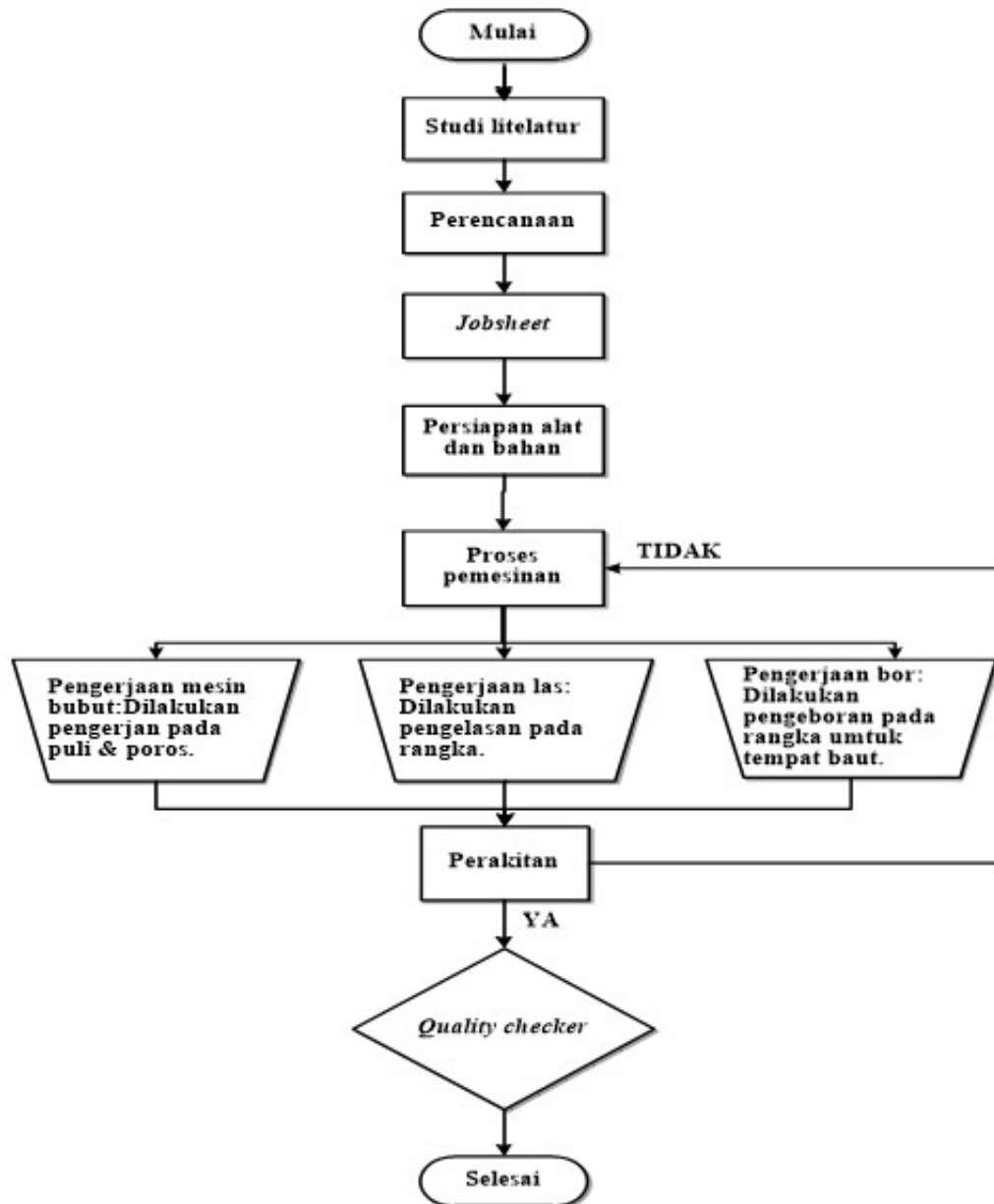


Figure 1. Diagram alir

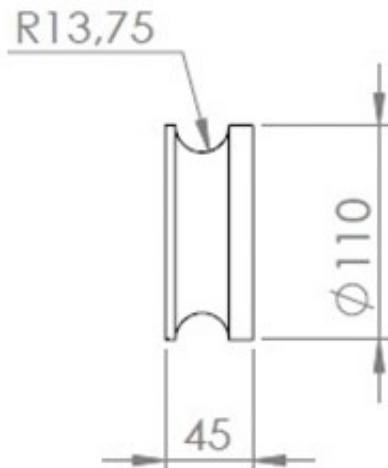
## Hasil dan Pembahasan

### Proses Perhitungan pada Pembuatan Komponen

Pemilihan konsep desain merupakan pertimbangan kebutuhan masyarakat maupun kriteria-kriteria yang lain. Dengan melihat alat bending pipa yang sudah digunakan di masyarakat, dimana masih terdapat kelemahan, diantaranya masih dibutuhkannya energi yang besar dalam proses pembendingan sehingga diperlukan modifikasi untuk memperbaikinya. Selanjutnya dibuat desain terkait dengan modifikasi yang dilakukan tersebut. Setelah desain selesai dibuat baru kemudian perhitungan dan pembuatan komponen. Adapun proses perhitungan yang perlu dilakukan meliputi:

#### 1. Proses pembubutan

Desain dari roll bending yang akan digunakan dapat dilihat pada gambar 2. Desain roll bending tersebut yang akan di buat dengan proses pembubutan.



**Figure 2.** *Desain roll bending*

Diketahui benda kerja mempunyai diameter ( $d$ ) sebesar 110 mm dengan lebar sebesar 45 mm dan cutting speed ( $cs$ ) sebesar 17 m/min, selanjutnya menghitung kecepatan putaran mesin. Untuk menghitung kecepatan putaran mesin digunakan rumus berikut:

$$cs = (\pi \cdot d \cdot n) / 1000$$

Keterangan

$d$  = diameter (mm)

$cs$  = kecepatan potong (m/min)

$\pi$  = nilai konsta = 3,14

a. Perhitungan putaran mesin

Diketahui:

$$d = 110$$

$$cs = 17 \text{ m/min}$$

Maka:

$$n = (cs \cdot 1000) / (\pi \cdot d)$$

$$n = 17 \cdot 1000 / (\pi \cdot 110)$$

$$n = 17000 / 345,4 = 49,2 \text{ rpm}$$

Sehingga kecepatan putaran mesin yang dibutuhkan pada proses pembubutan bending roll sekitar 49,2 rpm

b. Menghitung kecepatan pemakanan

Untuk menghitung kecepatan pemakanan pada proses pembubutan digunakan rumus:

$$F = f \cdot n$$

Keterangan

$f$  = besar pemakanan (mm/putaran)

$n$  = putaran mesin (rpm)

Benda kerja dibubut dengan putaran mesin 49,2 rpm, untuk pemakanannya sebesar 0,2 mm, sehingga kecepatan pemakanan adalah:

$$F=f.n$$

$$F=0,2 \cdot 49,2=9,84$$

Sehingga kecepatan pemakanan pada proses pembubutan roll bending sebesar 9,84 mm/menit.

c. Waktu pembubutan

$$t_m=L/F \text{ (min)}$$

$$L=l_a+l \text{ (mm)}$$

Keterangan

$t_m$ = waktu rata rata

$l$ = panjang pembubutan (mm)

$l_a$ = jarak mulai pahat

$L$ = panjang total pembubutan

$F$ = kecepatan pemakanan mm/min

Sehingga waktu rata-rata yang digunakan pada proses pembubutan apabila diameter benda kerja ( $d$ ) sebesar 110 mm, panjang benda kerja ( $l$ ) adalah 45 mm, jarak mulai pahat ( $l_a$ ) sebesar 5 mm, besarnya putaran mesin ( $cs$ ) adalah 49,2 m/min, serta kecepatan pemakanan ( $F$ ) sebesar 9,84 mm/menit.

Maka

$$L=l_a+l \text{ (mm)}$$

$$L=5+45=50$$

$$t_m=L/F \text{ (min)}$$

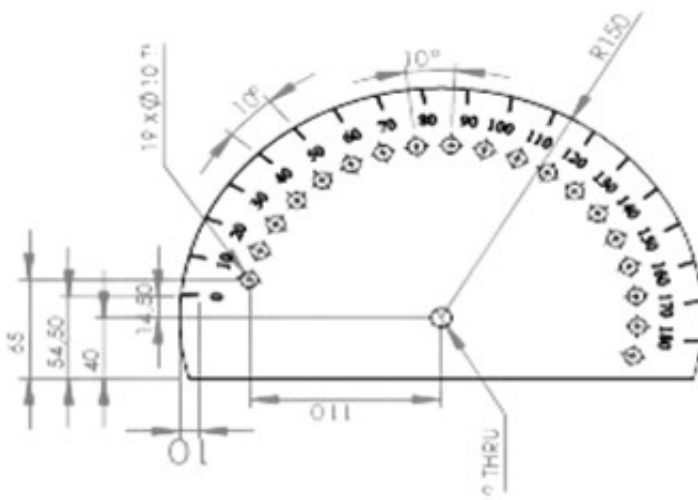
$$t_m=50/9,84$$

$$t_m= 5,08 \text{ menit}$$

Sehingga waktu rata rata yang dibutuhkan pada proses pembubutan adalah sebesar 5,081 menit.

## 2. Proses pengeboran

Komponen alat bending yang akan diproses bor adalah plat ukuran. Desain dari plat ukuran alat bending disajikan pada gambar 3 berikut.



### Figure 3. Desain plat ukuran

Diameter mata bor yang akan digunakan adalah 10 mm, kedalaman pemakanan sebesar 5 mm dan besarnya kecepatan potong adalah 17 m/min. Sehingga dari data tersebut dapat ditentukan kecepatan putar mesin bor dan waktu pemotongannya.

#### a. Kecepatan putaran

Pada proses pengeboran untuk membuat plat ukuran alat bending, untuk menghitung kecepatan putaran mesin bor, karena sudah diketahui:

$$d = 10 \text{ mm}$$

$$l_a = 5 \text{ mm}$$

$$c_s = 17 \text{ m/min}$$

Maka:

$$n = (c_s \cdot 1000) / (\pi \cdot d)$$

$$n = (c_s \cdot 1000) / (\pi \cdot d)$$

$$n = (c_s \cdot 1000) / (\pi \cdot d)$$

$$n = 17 \cdot 1000 / (\pi \cdot 10)$$

$$n = 17000 / 31,4 = 541,4$$

Sehingga kecepatan putaran mesin bor saat membuat plat ukuran alat bending sebesar 541,4 rpm.

#### b. Waktu pemotongan

Untuk menghitung waktu pemotongan pada proses pengeboran plat ukuran alat bending, apabila sudah diketahui diameter mata bor yang akan digunakan adalah 10 mm, kedalaman pemakanan sebesar 5 mm dan besar pemakanannya adalah 0,2 mm/ rev. Maka waktu pemotongan dapat dicari sebagai berikut:

Diketahui:

$$l_a = 5 \text{ mm}$$

$$f = 0,2 \text{ mm/rev}$$

$$n = 541,4 \text{ rpm}$$

$$t = 19$$

Maka:

$$L = l_a + l \cdot d \text{ (mm)}$$

$$L = 5 + 0,3 \cdot 19 = 10,7$$

$$f = 0,2 \text{ mm/rev}$$

$$n = 541,4 \text{ rpm}$$

$$t_m = L / (f \cdot n)$$

$$t_m = 10,7 / 108,2$$

Karena jumlah lubang yang akan dibuat sebanyak 19, maka  $19 \times 0,09 = 1,71$  menit, sehingga total waktu yang dibutuhkan untuk proses pengeboran adalah 1,71 menit.

## Pengujian Waktu Pemanasan

Bab ini menjabarkan petunjuk khusus penulisan naskah secara lengkap, meliputi bagian artikel, sistematika bab

dan isinya.

## 1. Percobaan dengan api kecil

Pada percobaan yang pertama ini menggunakan pipa besi yang dipanaskan dengan api kecil, sebagai indikatornya menggunakan lambang II, pemanasan pada percobaan ini berlangsung selama  $\pm 3$  menit dari suhu normal hingga suhu tinggi yang cukup untuk membuat kondisi pipa menjadi elastisitas. Proses pengujian pada bagian pertama ini disajikan oleh gambar 4 berikut.



**Figure 4.** *Pengujian dengan api kecil*

Hasil dari percobaan pertama ini adalah, pada saat dilakukan pembakaran menggunakan burner dengan api yang kecil suhu tertinggi yang di capai adalah  $\pm 500$  °C dan waktu yang diperlukan untuk mencapai suhu tersebut adalah  $\pm 3$  menit.

Dari percobaan yang pertama, yaitu pemanasan pipa yang akan dibending menggunakan api yang kecil, pipa mengalami kenaikan suhu hingga mencapai  $\pm 500$  °C. Pipa dengan suhu tersebut sudah cukup untuk dilakukan pembengkokan (bending), sehingga saat proses bending, pipa menjadi lebih lentur.

## 2. Percobaan dengan api besar

Pada percobaan yang kedua menggunakan pipa besi yang dipanaskan menggunakan api besar dengan indikator berlambang III. Proses pemanasan pada percobaan ini berlangsung selama  $\pm 2$  menit dari suhu normal hingga suhu tinggi yang cukup untuk membuat kondisi pipa besi menjadi elastisitas. Tahapan dari percobaan kedua dapat dilihat pada gambar 5.



**Figure 5.** *Pengujian dengan api besar*

Hasil dari percobaan kedua ini adalah pada saat dilakukan pemanasan menggunakan burner dengan api yang besar, suhu tertinggi yang di capai adalah  $\pm 500$  °C dan waktu yang diperlukan adalah  $\pm 2$  menit dari suhu normal.

Dari percobaan yang kedua ini, yaitu proses pemanasan benda kerja yang akan dibengkokkan dengan alat bending menggunakan api yang besar, pipa mengalami kenaikan suhu hingga mencapai  $\pm 500$  °C dalam waktu yang lebih cepat dari percobaan yang pertama, lebih tepatnya satu menit lebih cepat.

## Simpulan

Dari pembahasan yang telah dilakukan sebelumnya dapat disimpulkan yaitu:

1. Alat ini dilakukan modifikasi dengan penambahan torch burner sebagai pemanas pipa besi untuk membuatnya menjadi lebih elastis.
2. Alat ini membutuhkan waktu pemanasan pipa besi  $\pm 2$  menit dari suhu  $28^{\circ}\text{C}$  hingga mencapai suhu  $500^{\circ}\text{C}$  dengan menggunakan api besar.
3. Alat ini membutuhkan waktu pemanasan pipa besi  $\pm 3$  menit dari suhu  $28^{\circ}\text{C}$  hingga mencapai suhu  $500^{\circ}\text{C}$  dengan menggunakan api kecil.
4. Alat ini menggunakan tenaga manual untuk pengoperasiannya.

## References

1. Susanto, E. Y., Mulyadi, M., Fahrudin, A., & Iswanto, I., Bamboo slicing machine design to increase skewer production. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, vol. 11, no. 1, pp. 109-116, 2022. <https://doi.org/10.24127/trb.v11i1.1944>.
2. Jakaria, R. B., Purnomo, H., Iswanto, Perancangan Produk Sepatu Olahraga dengan Metode Quality Function Deployment (QFD), R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) *Jurnal*, vol. 6, no. 2, pp. 15-22, 2021. <https://doi.org/10.21070/r.e.m.v6i2.877>.
3. A. G. Rian, "Pengaruh Variasi Sudut Tekuk Dan Sistem Pengerollan Terhadap Kualitas Hasil Pengerollan

- Pipa Aluminium Dengan Menggunakan Mesin Roll Pneumatic," p. 77, 2018.
4. Iswanto, Edi Widodo, Ali Akbar dan Angga Kharisma Putra, Perbandingan Induction Hardening dengan Flame Hardening pada Sifat Fisik Baja ST 60, *Mekanika*, vol. 19, no. 2, 2020.  
<https://doi.org/10.20961/mekanika.v19i2.43203>.
  5. R. W. PRATAMA, "Desain dan manufacturing mesin bending dan notching," 2021.
  6. R. Fernando, "PERANCANGAN ALAT BENDING PIPA STARBUS/HOLLOW," p. 4, 2019.
  7. I. Panmu and Israkwaty, "Rancang Bangun Alat Bending Pelat Manual," *Pros. Semin. Nas.*, vol. 04, no. 1, pp. 69-77, 2018.
  8. M. KURNIA, "Rancang Bangun Mesin Bending Otomatis Untuk Begel Diameter 8 Mm," pp. 5-27, 2016.
  9. B. Sulaksono, T. Mesin, U. Pancasila, S. Sawah, and I. Pendahuluan, "PROSES MANUFAKTUR MESIN ROLL BENDING PIPA MODEL VERTIKAL DENGAN JENIS PIPA STAINLESS STEEL DIAMETER ¾," vol. 14, no. 2, pp. 47-51, 2016.
  10. Siswono, E., & Mulyadi, M., Static Analysis of Frame Structure of Post-Stroke Patients Tricycle Design with Material Type Variation, *R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal*, vol. 4, no. 2, pp. 107-117, 2019, <https://doi.org/10.21070/r.e.m.v4i2.808>.
  11. Iswanto, I., Jakaria, R. B., Putra, B. I., Ibrahim, M., Washbasin Design with DFMA Approach for Covid-19 Prevention, *R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal*, vol. 7, no. 1, pp. 15-18, 2022.  
<http://doi.org/10.21070/r.e.m.v7i1.1642>