

**ANALISA PENGARUH JENIS *SCRAP* PADA PELEBURAN BAJA  
*GRADE* SUP9 TERHADAP PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK  
DI PT. X**

**SKRIPSI**



**DISUSUN OLEH :**

**NAMA : FRANSISKUS FANDI LEVI**

**NIM : 2111903**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2022**

**ANALISA PENGARUH JENIS *SCRAP* PADA PELEBURAN BAJA  
*GRADE* SUP9 TERHADAP PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK  
DI PT. X**

**SKRIPSI**



**DISUSUN OLEH :**

**NAMA : FRANSISKUS FANDI LEVI**

**NIM : 2111903**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2022**

**ANALISA PENGARUH JENIS *SCRAP* PADA PELEBURAN BAJA *GRADE*  
SUP9 TERHADAP PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK DI PT. X**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST)  
Jurusan Teknik Mesin

**DISUSUN OLEH :**

**NAMA : FRANSISKUS FANDI LEVI**

**NIM : 2111903**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2022**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

**ANALISA PENGARUH JENIS *SCRAP* PADA PELEBURAN BAJA *GRADE*  
SUP9 TERHADAP PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK DI PT. X**



**DISUSUN OLEH :**

**NAMA :FRANSISKUS FANDI LEVI**

**NIM : 2111903**

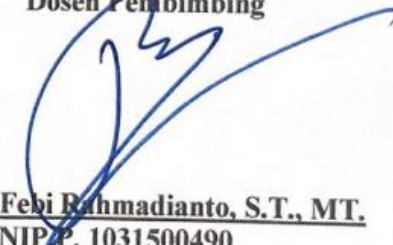
Malang, 22 Desember 2022

**Mengetahui,  
Ka Prodi Teknik Mesin S-1**



**Dr. I Komang Astana Widi, S.T., M.T.**  
**NIP.Y. 1030400405**

**Diperiksa/Disetujui  
Dosen Pembimbing**



**Febi Rahmadiano, S.T., MT.**  
**NIP.P. 1031500490**

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

**Nama : Fransiskus Fandi Levi**

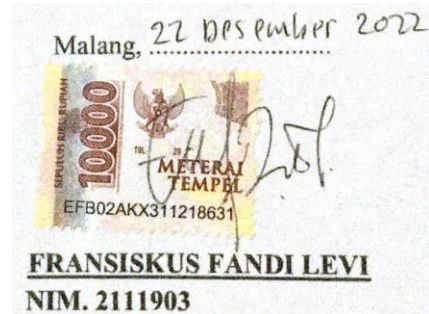
**NIM : 2111903**

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

### Menyatakan

Bahwa tulisan skripsi yang saya buat ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan hasil dari karya orang lain, kecuali kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan keaslian saya buat dengan data yang sebenarnya.





PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Fransiskus Fandi Levi  
Nim : 2111903  
Jurusan / Bidang : Teknik Mesin S-1  
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Jenis *Scrap* Pada Peleburan Baja *Grade*  
SUP9 Terhadap Penggunaan Energi Listrik di PT. X

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada:

Hari/Tanggal : 22 Desember 2022

Dengan Nilai : 87

Panitia Pengujian Skripsi

Panitia Pengujian Skripsi

Ketua

**Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.**  
NIP.Y. 1030400405

Sekretaris

**Febi Rahmadianto, ST., MT.**  
NIP. P. 1031500490

Anggota Penguji

Penguji I

**Sibut, ST., MT.**  
NIP. Y. 1030300379











Penguji II

**Gerald Adityo Pohan, ST., M.Eng.**  
NIP. P. 1031500492

## LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Fransiskus Fandi Levi  
NIM : 2111903  
Jurusan : S1 Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Jenis Scrap pada Peleburan Baja Grade SUP9 terhadap Penggunaan Energi Listrik di PT. X

Dosen Pembimbing : Febi Rahmadianto, S.T., MT.

| No. | Materi Bimbingan  | Waktu Bimbingan   | Paraf Dosen Pembimbing  |
|-----|---|-------------------|---|
| 1   | - Diskusi pengajuan judul<br>- Surat keputusan bimbingan              | 29 September 2022 |    |
| 2   | - Persetujuan judul oleh Koordinator Bidang Ilmu dan Dosen Pembimbing | 30 September 2022 |    |
| 3   | - Penyusunan Proposal Skripsi BAB I, II, dan III                      | 3 Oktober 2022    |   |
| 4   | - Perbaikan Proposal Skripsi BAB I, II, dan III                       | 11 Oktober 2022   |  |
| 5   | - Persetujuan Proposal Skripsi BAB I, II, dan III                     | 19 Oktober 2022   |  |
| 6   | - Seminar Proposal Skripsi BAB I, II, dan III                         | 28 November 2022  |  |
| 7   | - Penyusunan Laporan Skripsi BAB IV dan V                             | 29 November 2022  |  |
| 8   | - Perbaikan Laporan Skripsi BAB IV dan V                              | 30 November 2022  |  |
| 9   | - Persetujuan Laporan Skripsi BAB IV dan V                            | 1 Desember 2022   |  |
| 10  | - Seminar Hasil Laporan Skripsi BAB I, II, III, IV, dan V             | 2 Desember 2022   |  |

## LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Fraskus Fandi Levi

NIM : 2111903

Jurusan : S1 Teknik Mesin

Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Jenis *Scrap* Pada Peleburan Baja *Grade* SUP9  
Terhadap Penggunaan Energi Listrik di PT. X

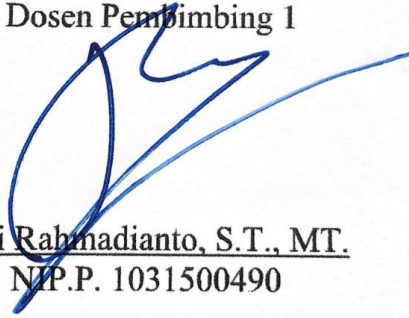
Dosen Pembimbing : Febi Rahmadianto, S.T., MT.

Tanggal Mengajukan Skripsi : 29 September 2022

Tanggal Menyelesaikan Skripsi : 22 Desember 2022

Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 87

Diperiksa dan Disetujui,  
Dosen Pembimbing 1

  
Febi Rahmadianto, S.T., MT.  
NIP.P. 1031500490



## **KATA PENGANTAR**

Dengan segala kerendahan hati, penyusun ucapkan puji syukur kepada Tuhan yang maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Proposal Skripsi ini yang merupakan salah satu persyaratan akademik dalam menyelesaikan program studi di jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam penyusunan proposal tugas akhir ini, penyusun telah banyak mendapatkan bimbingan dan saran dari berbagai pihak yang telah membantu. Oleh karena itu penyusun tidak lupa menyampaikan banyak terima kasih kepada yang terhormat :

1. Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE., selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Dr. Ellysa Nursanti, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Dr. I Komang Astana Widi, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Febi Rahmadianto, S.T., M.T., Selaku Dosen Pembimbing Penyusunan skripsi ini.
5. Bapak, Ibu dan Adik-Adik tercinta yang selalu memberikan dukungan baik melalui doa maupun kebutuhan finansial.

Malang, 22 Desember 2022

Fransiskus Fandi Levi

# **ANALISA PENGARUH JENIS *SCRAP* PADA PELEBURAN BAJA *GRADE SUP9* TERHADAP PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK DI PT. X**

Fransiskus Fandi Levi (2111903)  
Dosen Pembimbing : Febi Rahmadianto, S.T., MT.  
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang  
Email : [ivanlevy08@gmail.com](mailto:ivanlevy08@gmail.com)

## **ABSTRAK**

Banyak industri baja yang menggunakan bahan scrap sebagai bahan dasarnya, baik pada industri mesin maupun industri logam. Alasan penggunaan scrap karena bahan ini mudah didapat, memiliki nilai komparatif yang tinggi, memiliki komposisi kimia yang masih sangat memungkinkan untuk diolah lebih lanjut, serta dapat mengurangi permasalahan yang berkaitan dengan limbah logam. Scrap memiliki jenis-jenis yang berbeda untuk. Untuk proses peleburan di gunakan energi listrik untuk meleburkan scrap dengan mesin EAF. Kesalahan dalam menentukan jenis akan berisiko pada penggunaan energi yang tinggi karena proses peleburan yang lama. Untuk itu sebelum diolah scrap terlebih dahulu harus dikelompokkan sesuai jenisnya dan di timbang beratnya, selanjutnya perlu diketahui terlebih dahulu berat dari tiap jenis scrap tersebut. Dalam peneliti bermaksud untuk memberikan informasi tentang pengaruh jenis scrap terhadap penggunaan energi listrik. Berdasarkan hasil penelitian yang memenuhi karakteristik uji taguchi "*larger is better*" yaitu *Scrap Premium Lokal* dengan rangking 1,5 dan *Scrap Campuran* dengan rangking 1,5 yang mempengaruhi penggunaan energi listrik (kwh) di proses peleburan baja *grade SUP9*. Pada variabel dengan variasi scrap Premium Lokal 11.630 kg, scrap Campuran 8.370 kg dengan 16.150 kwh menjadi penggunaan yang paling mempengaruhi kwh. Berdasarkan hasil penelitian yang memenuhi karakteristik uji taguchi "*larger is better*" yaitu *Total Scrap* dan *Tap to tap* yang mempengaruhi penggunaan energi listrik (kwh) di proses peleburan baja *grade SUP9*. Pada variabel dengan variasi *Total Scrap* 26.070 kg dan *Tap to tap* 368 menit yang mempengaruhi penggunaan energi listrik (kwh) di proses peleburan baja *grade SUP9*.

**Kata Kunci :** Scrap Premium Lokal, Scrap campuran, total scrap, total waktu peleburan, kwh

## **ABSTRACT**

*Many steel industries use scrap materials as basic materials, both in the machine industry and the metal industry. The reason for using scrap is because this material is easy to obtain, has a high comparative value, has a chemical composition that is still very possible for further processing and can reduce problems related to metal waste. Scrap has different types. For the smelting process, electrical energy is used to melt scrap with the EAF machine. Errors in determining the type will be at risk of high energy use due to the long smelting process. For this reason, before processing the scrap, it must first be grouped according to its type and weighed, then it is necessary to know in advance the weight of each type of scrap. The researcher intends to provide information about the effect of the type of scrap on the use of electrical energy. Based on the research results that meet the characteristics of the "larger is better" Taguchi test, namely Local Premium Scrap with a rank of 1.5 and Mixed Scrap with a rank of 1.5 which affect the use of electrical energy (kwh) in the SUP9 grade steel smelting process. In variables with variations of Local Premium scrap of 11,630 kg, Mixed scrap of 8,370 kg with 16,150 kwh is the use that most influences kwh. Based on the research results that meet the characteristics of the "larger is better" Taguchi test, namely Total Scrap and Tap to tap which affect the use of electrical energy (kwh) in the SUP9 grade steel smelting process. In variables with variations in Total Scrap 26,070 kg and Tap to tap 368 minutes which affect the use of electrical energy (kwh) in the SUP9 grade steel smelting process.*

**Keywords :** *Local Premium Scrap, Mixed scrap, total scrap, total smelting time, kwh*

## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| <b>LEMBAR JUDUL</b> .....                  | I    |
| <b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....            | IV   |
| <b>PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN</b> .....   | V    |
| <b>BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI</b> .....    | VI   |
| <b>LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI</b> .....      | VII  |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                | VIII |
| <b>ABSTRAK</b> .....                       | IX   |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                    | XII  |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                  | XIV  |
| <b>DAFTAR GRAFIK</b> .....                 | XV   |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                 | XVI  |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....             | 1    |
| 1.1 Latar Belakang.....                    | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                   | 1    |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....                 | 1    |
| 1.4 Batasan Masalah.....                   | 3    |
| 1.5 Manfaat Penelitian.....                | 3    |
| 1.6 Sistematika Penulisan.....             | 3    |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....       | 5    |
| 2.1 Pengertian Baja.....                   | 5    |
| 2.2 Jenis-jenis Baja.....                  | 5    |
| 2.2.1 Baja Karbon.....                     | 5    |
| 2.2.2 Baja Paduan.....                     | 7    |
| 2.2.3 Pengaruh Unsur Paduan Pada Baja..... | 7    |
| 2.3 Proses Pembuatan Baja.....             | 9    |
| 2.3.1 <i>Row Material</i> .....            | 10   |
| 2.3.2 <i>Electric Arc Furnace</i> .....    | 13   |

|                       |   |           |
|-----------------------|---|-----------|
| 2.3.3                 | <i>Ladle Furnace</i> .....                          | 15        |
| 2.3.4                 | <i>Vacum Degassing</i> .....                        | 16        |
| 2.3.5                 | <i>Continous Casting Machine</i> .....              | 18        |
| 2.3.6                 | <i>Billet Inspection</i> .....                      | 19        |
| 2.4                   | Pengertian <i>Scrap</i> .....                       | 20        |
| 2.5                   | Jenis-Jenis <i>Scrap</i> .....                      | 20        |
| 2.6                   | Teknik Sortir <i>Scrap</i> .....                    | 21        |
| 2.7                   | Prinsip Kerja EAF .....                             | 24        |
| 2.8                   | Penggunaan Energi Listrik di EAF .....              | 25        |
| 2.9                   | Data Penggunaan Energi Listri di EAF di PT. X ..... | 26        |
| <b>BAB III</b>        | <b>METODELOGI PENELITIAN</b> .....                  | <b>30</b> |
| 3.1                   | Diagram Alir Penelitian .....                       | 30        |
| 3.2                   | Waktu dan Tempat Penelitian.....                    | 31        |
| 3.3                   | Variabel Penelitian.....                            | 31        |
| 3.4                   | Metode Penelitian .....                             | 32        |
| 3.5                   | Sumber Data.....                                    | 32        |
| <b>BAB IV</b>         | <b>PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASA</b> .....          | <b>33</b> |
| 4.1                   | Pengolahan Data.....                                | 33        |
| 4.1.1                 | Hasil Pengujian .....                               | 33        |
| 4.2                   | Data analisis .....                                 | 34        |
| 4.3                   | Pembahasan .....                                    | 39        |
| <b>BAB V</b>          | <b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....                   | <b>41</b> |
| 5.1                   | Kesimpulan.....                                     | 41        |
| 5.2                   | Saran.....  | 41        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> | .....   | <b>42</b> |

## DAFTAR TABEL

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| Tabel 3.1 Variabel Penelitian..... | 31 |
| Tabel 4.1 Pengolahan Data .....    | 34 |

## DAFTAR GRAFIK

|   |    |
|---|----|
| Grafik 2.1 Penggunaan Energi Listrik EAF dan LF .....   | 27 |
| Grafik 2.2 Penggunaan Energi Listrik EAF .....          | 28 |
| Grafik 2.3 Penggunaan Energi Listrik <i>grade</i> ..... | 29 |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2.1 Alur Pembuatan Billet Baja..... | 9  |
| Gambar 2.2 Scrap Shredded.....             | 10 |
| Gambar 2.3 Scrap Busheling .....           | 11 |
| Gambar 2.4 Scrap Shredded.....             | 11 |
| Gambar 2.5 Scrap Premium Lokal .....       | 12 |
| Gambar 2.6 Scrap Return .....              | 12 |
| Gambar 2.7 Sub-material.....               | 13 |
| Gambar 2.8 Electric Arc Furnace .....      | 14 |
| Gambar 2.9 Ladle Furnace .....             | 15 |
| Gambar 2.10 Vacuum Degasing .....          | 16 |
| Gambar 2.11 Continous Casting Machine..... | 18 |
| Gambar 2.12 Billet Inspection.....         | 20 |