

**ANALISIS SIFAT MEKANIS *HAMMER* PADA MESIN  
*LIMESTONE CRUSHER* DI PT SEMEN BATURAJA TBK**

**SKRIPSI**



**Diajukan untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan  
Sarjana Terapan Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan**

**Oleh:**

**Nizar Muhammad  
NPM. 062140212200**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
PALEMBANG  
2025**

***ANALYSIS OF HAMMER MECHANICAL PROPERTIES  
ON LIMESTONE CRUSHER MACHINE AT PT SEMEN  
BATURAJA TBK***

***THESIS***



***Submitted to Comply with Terms of Study Completion in  
Mechanical Engineering Production and Maintenance Study Program***

***By:***

**Nizar Muhammad  
NPM. 062140212200**

***DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING  
STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA  
PALEMBANG  
2025***

## HALAMAN PERSETUJUAN

### ANALYSIS SIFAT MEKANIS *HAMMER* MESIN *LIMESTONE* *CRUSHER* DI PT SEMEN BATURAJA TBK



## SKRIPSI

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi  
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan  
Jurusan Teknik Mesin

Pembimbing Utama

Taufikurrahman, S.T., M.T.  
NIP. 196910042000031001

Palembang, 21 Juli 2025  
Menyetujui,  
Pembimbing Pendamping

Ir. Hendradinata, S.T., M.T.  
NIP. 198603102019031016

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Ir. Fenoria Putri, S.T., M.T.  
NIP. 197202201998022001

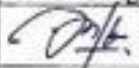
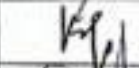
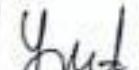
## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Proposal Skripsi ini Diajukan oleh:

Nama : Nizar Muhammad  
NIM : 062140212200  
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan  
Rencana Judul : **ANALISIS SIFAT MEKANIS PADA *HAMMER* MESIN  
*LIMESTONE CRUSHER* DI PT SEMEN BATURAJA  
TBK**

Telah selesai diuji dalam Ujian Skripsi Sarjana Terapan  
dihadapan Tim Dosen Penguji pada tanggal 21 Juli 2025 dan diterima sebagai  
bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada  
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan Jurusan  
Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya

### TIM DOSEN PENGUJI

| No | Nama                                                          | Posisi Penguji | Tanda Tangan                                                                          | Tanggal    |
|----|---------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1  | Mardiana, S.T., M.T.<br>NIP. 19640212 199303 2 001            | Ketua          |  | 05/08/2025 |
| 2  | Ir. Romli, M.T.<br>NIP. 19671018199303 1 003                  | Anggota        |  | 6/8/25     |
| 3  | Ir. Hendradinata, S.T., M.T.<br>NIP. 198603102019031016       | Anggota        |  | 11/8/25    |
| 4  | Yogi Eka Fernandes, S.Pd.,<br>M.T.<br>NIP. 199306282019031009 | Anggota        |  | 12/8/25    |

Palembang, Juli 2025  
Ketua Jurusan Teknik Mesin

  
Ir. Fenoria Putri, S.T., M.T.  
NIP. 197202201998022001

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nizar Muhammad  
NIM : 062140212200  
Tempat/Tanggal lahir : Prabumulih, 17 April 2003  
Alamat : Jalan Hulubalang 2, Gang Lebak Sari, Ilir Barat I,  
Kota Palembang  
No. Telepon : 08979191253  
Jurusan / Program : Teknik Mesin / D-IV Teknik Mesin Produksi dan  
Studi Perawatan  
Judul Skripsi : ANALISIS SIFAT MEKANIS *HAMMER* PADA  
MESIN *LIMESTONE CRUSHER* DI PT SEMEN  
BATURAJA TBK

Menyatakan bahwa Skripsi yang saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dengan didampingi oleh Tim Pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila di kemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat di dalam Skripsi yang saya buat, saya bersedia menerima sanksi akademik dari Jurusan Teknik Mesin dan Politeknik Negeri Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar, kondisi sehat, dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.



Palembang, 21 Juli 2025

  
Nizar Muhammad  
NPM. 062140212200

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTO**

"Ilmu tidak diperoleh dengan kemudahan, ia adalah buah dari perjuangan melawan kemalasan, pertarungan melawan keraguan, dan kesediaan untuk tersesat di belantara data sebelum menemukan seberkas cahaya kebenaran.

Semoga karya sederhana ini menjadi bukti bahwa setiap tetes keringat dalam mencari ilmu adalah ibadah yang paling khusyuk."

"Dalam kegelapan ketidaktahuan, ilmu adalah pelita. Bukan obor yang menyilaukan dan membakar, melainkan lentera kecil yang cahayanya dijaga dengan hati-hati. Semoga secercah terang dari karya ini tidak hanya mampu menerangi jalan bagi penulisnya, tetapi juga menjadi penunjuk arah bagi mereka yang mungkin akan berjalan di belakang."

"Pengetahuan tidak datang laksana badai yang dahsyat, melainkan meresap perlahan laksana air yang menetes di atas batu. Halaman demi halaman, data demi data, karya ini disusun dengan kesabaran, dengan keyakinan bahwa ketekunan yang sunyi pada akhirnya akan mampu membentuk dan melubangi batu karang yang paling keras sekalipun."

### **PERSEMBAHAN**

Bismillahirrahmanirrahim

"Dengan Rahmat Allah Yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang"  
Karya Tulisan Sederhana Ini Saya Persembahkan Untuk:

Mamaku tercinta Eni Hardiani, terima kasih telah tiada henti mendoakan, merestui, dan selalu mendukung baik materi dan non materi. Terima kasih atas setiap tetes keringat, cinta yang tak pernah putus, dan kasih sayang tak bertepi yang selalu menguatkan sampai bisa menyelesaikan skripsi ini.

Tanteku yang luar biasa, Mvi, atas kasih sayang dan bantuan finansial yang tak ternilai selama masa perkuliahan. Bantuanmu adalah cahaya yang mengantarku hingga titik ini. Semoga Allah membalas segala kebaikanmu dengan limpahan keberkahan.

Dosen Pembimbing Utama, Bapak Taufikurrahman, S.T., M.T. & Dosen Pembimbing Pendamping, Bapak Hendradinata, S.T., M.T., terima kasih atas bantuan pertolongan, bimbingan, arahan, saran, waktu, kebaikan yang telah diberikan kepada saya dalam menyelesaikan Laporan Skripsi ini, semoga Allah SWT membalas kebaikan bapak sekalian dicatat sebagai amal jariyah.

Terima kasih juga saya ucapkan kepada teman rekan seperjuangan yang sudah bersama, belajar, saling membantu, senang dan tertawa bersama selama 4 tahun ini. Terkhusus kepada rekan kelompok saya yang bernama M. Habib Putra, terima kasih telah bekerja bersama mulai dari suka duka, senang, sedih, saling cerita sudah kita lalui bersama-sama hingga sampai akhirnya pada tahap skripsi dapat terselesaikan.

Terima kasih juga saya ucapkan kepada teman-teman, sahabat, dan keluarga lainnya yang telah mendoakan serta memberikan dukungan moril yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu. Terima kasih karena telah memberi warna bagi kehidupan saya, utamanya pada saat masa perkuliahan ini. Terima kasih segala bantuan dan juga pertolongan, semoga semesta akan selalu membersamai.

Dan terakhir, Terima kasih kepada diri saya sendiri, Nizar Muhammad. Terima kasih karena telah bertahan sejauh ini. Terima kasih telah terus melangkah walaupun jalan sering kali terasa gelap dan berat. Terima kasih telah tetap percaya, bahkan ketika keyakinan itu goyah, dan segala hal terasa mustahil. Aku tahu, tidak mudah melalui masa-masa penulisan skripsi ini. Ada hari-hari ketika aku merasa lelah secara fisik, jenuh secara mental, dan hampa secara emosional. Ada malam-malam panjang yang kulewati dengan rasa cemas, frustrasi, dan air mata yang tak terlihat oleh siapa pun. Namun di balik semua itu, aku tetap memilih untuk tidak menyerah. Dan untuk itu, aku bangga padamu. Terima kasih karena tetap bangun pagi walau semalam nyaris tanpa tidur. Terima kasih karena tetap membaca, menulis, dan berjuang, meskipun motivasi sering kali menguap di tengah jalan. Terima kasih karena memilih untuk tetap bertahan, meski ada banyak momen di mana menyerah terasa jauh lebih mudah. Skripsi ini mungkin bukan karya yang sempurna, tapi ini adalah bukti dari perjalanan panjang penuh pelajaran dan keberanian. Ini adalah hasil dari luka, tawa, tangis, dan semangat yang tak pernah sepenuhnya padam. Sebuah wujud dari ketekunan, meski langkah kadang gemetar. Aku tidak akan lupa perjuangan ini. Dan meski dunia mungkin tidak merayakannya, izinkan aku merayakan diriku sendiri hari ini—karena telah sampai di titik ini. Terima kasih, Nizar.

## ABSTRAK

### ANALISIS SIFAT MEKANIS *HAMMER* PADA MESIN *LIMESTONE CRUSHER* DI PT SEMEN BATURAJA TBK

Nizar Muhammad

2025: xvi + 39 Halaman, 15 Gambar, 9 Tabel, 5 Lampiran

*Hammer* pada mesin *limestone crusher* di PT Semen Baturaja Tbk adalah komponen utama penghancur batu kapur, namun sering mengalami kegagalan seperti keausan akibat beban benturan dan gesekan tinggi. Kegagalan ini berdampak pada penurunan efisiensi kerja dan peningkatan biaya penggantian. Material *hammer* yang dianalisis adalah baja mangan cor standar ASTM A128 Grade B2, yang dipilih karena kemampuannya untuk mengalami pengerasan kerja. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara komprehensif sifat mekanis material *hammer* tersebut, meliputi komposisi kimia, kekerasan, dan ketangguhan impak, serta pengaruh perlakuan panas (*heat treatment*) untuk meningkatkan kekerasannya. Metode penelitian yang digunakan bersifat eksperimental di laboratorium. Spesimen diuji komposisi kimianya menggunakan *Optical Emission Spectrometry*. Selanjutnya, dilakukan pengujian kekerasan *Vickers* pada tiga variasi: spesimen asli (tanpa perlakuan panas), spesimen yang di-*hardening* pada suhu 850°C lalu di-*quenching* dengan media air, dan dengan media *silicon oil*. Pengujian impak *Charpy* juga dilakukan pada material asli. Hasil pengujian menunjukkan material ini merupakan baja karbon tinggi (1,18% C) dan baja mangan tinggi (15,47% Mn). Uji kekerasan menunjukkan peningkatan signifikan dari kondisi asli (rata-rata 262 VHN). *Quenching* dengan *silicon oil* menaikkan kekerasan menjadi 320 VHN, sementara *quenching* air menghasilkan kekerasan tertinggi (348 VHN) karena laju pendinginannya lebih cepat. Uji impak pada material asli menunjukkan energi serap rata-rata 14,82 J. Berdasarkan analisis data, disimpulkan bahwa perlakuan panas *hardening* dengan *quenching* air adalah metode paling efektif untuk meningkatkan kekerasan material *hammer*, yang berpotensi besar meningkatkan ketahanan aus dan memperpanjang umur pakai komponen.

**Kata Kunci:** *Hammer Crusher*, Sifat Mekanis, Baja Mangan, Perlakuan Panas (*Heat Treatment*), Kekerasan *Vickers*.

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS OF HAMMER MECHANICAL PROPERTIES ON LIMESTONE CRUSHER MACHINE AT PT SEMEN BATURAJA TBK**

**Nizar Muhammad**

**(2025: xvi + 39 Pages, 15 Figures, 9 Tables, 5 Attachments)**

The hammer in the limestone crusher machine at PT Semen Baturaja Tbk is a primary component for crushing limestone, but it often experiences failures such as wear due to high impact loads and friction. These failures lead to a decrease in operational efficiency and an increase in replacement costs. The hammer material analyzed is standard cast manganese steel, ASTM A128 Grade B2, selected for its work-hardening capabilities. This research aims to comprehensively analyze the mechanical properties of the hammer material, including its chemical composition, hardness, and impact toughness, as well as the effect of heat treatment to increase its hardness. The research method used is experimental and conducted in a laboratory. The specimen's chemical composition was tested using Optical Emission Spectrometry. Subsequently, Vickers hardness testing was performed on three variations: the original specimen (without heat treatment), a specimen hardened at a temperature of 850°C and then quenched in water, and another quenched in silicon oil. Charpy impact testing was also conducted on the original material. The test results show that the material is a high-carbon (1.18% C) and high-manganese (15.47% Mn) steel. The hardness test indicated a significant increase from the original condition (average of 262 VHN). Quenching with silicon oil increased the hardness to 320 VHN, while water quenching yielded the highest hardness at 348 VHN due to its faster cooling rate. The impact test on the original material showed an average absorbed energy of 14.82 J. Based on the data analysis, it is concluded that heat treatment by hardening with water quenching is the most effective method for increasing the hammer material's hardness, which has great potential to improve wear resistance and extend the component's service life.

**Keywords:** Hammer Crusher, Mechanical Properties, Manganese Steel, Heat Treatment, Vickers Hardness.

## **PRAKATA**

Segala puji dan Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat, karunia dan kekuatan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi ini tepat pada waktunya. Adapun terwujudnya Skripsi ini adalah berkat bimbingan dan bantuan serta petunjuk dari berbagai pihak yang tak ternilai harganya. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan dan penyelesaian Skripsi ini, yaitu kepada:

1. Allah SWT yang telah memberi kekuatan ketabahan serta kesehatan dalam menyelesaikan laporan ini.
2. Mama dan Empi yang senantiasa mendoakan, memberikan dukungan kepada penulis.
3. Bapak Ir. Irawan Rusnaidi, M.T., Selaku Direktur Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Ir. Fenoria Putri, S.T, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak Adian Aristia Anas, S.T., M.Sc.selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Ibu Ir. Hj. Ella Sundari, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi D-IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Bapak Taufikurrahman, S.T., M.T., selaku dosen Pembimbing utama Laporan Skripsi yang sudah memberikan banyak ilmu, saran, masukan, kritikan dan bimbingan kepada penulis.
8. Bapak Hendradinata, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing Pendamping Laporan Skripsi yang telah membimbing dan membantu penulis.
9. Saudara saya yang telah memberikan doa, dukungan yang besar dan kepercayaan sepenuhnya untuk menyusun proposal skripsi ini.
10. Dan semua pihak yang telah membantu selama proses penulisan Proposal Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam tulisan Skripsi ini. Penulis secara terbuka menerima kritik dan saran dari pembaca agar ke depannya penulis dapat membuat laporan penelitian yang lebih baik.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan yang telah diberikan oleh semua pihak, semoga kebaikan menjadi amal ibadah dan mendapatkan Ridha dari Allah SWT, Aamin.. Yaa Rabbal'alam.

Palembang, Juli 2025  
Penulis,

## DAFTAR ISI

|                                                          | Halaman     |
|----------------------------------------------------------|-------------|
| <b>HALAMAN JUDUL.....</b>                                | <b>i</b>    |
| <b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>                         | <b>iii</b>  |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>                          | <b>iv</b>   |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS .....</b>               | <b>v</b>    |
| <b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....</b>                       | <b>vi</b>   |
| <b>ABSTRAK.....</b>                                      | <b>viii</b> |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                    | <b>ix</b>   |
| <b>PRAKATA .....</b>                                     | <b>x</b>    |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                                  | <b>xi</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                               | <b>xiii</b> |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                | <b>xiv</b>  |
| <b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....</b>                 | <b>xv</b>   |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>                              | <b>xvi</b>  |
| <br>                                                     |             |
| <b>BAB I    PENDAHULUAN .....</b>                        | <b>1</b>    |
| 10.1    Latar Belakang.....                              | 1           |
| 10.2    Rumusan Masalah.....                             | 2           |
| 10.3    Batasan Masalah .....                            | 2           |
| 10.4    Tujuan dan Manfaat .....                         | 3           |
| 10.4.1 Tujuan .....                                      | 3           |
| 10.4.2 Manfaat .....                                     | 3           |
| 10.5    Sistematika Penulisan.....                       | 3           |
| <br>                                                     |             |
| <b>BAB II    TINJAUAN PUSTAKA .....</b>                  | <b>5</b>    |
| 2.1    Landasan Teori .....                              | 5           |
| 2.1.1 <i>Hammer Crusher</i> .....                        | 5           |
| 2.1.2    Definisi Baja.....                              | 5           |
| 2.1.3    Klasifikasi Baja .....                          | 6           |
| 2.1.4    Baja Paduan.....                                | 6           |
| 2.1.5    Material <i>Hammer</i> ASTM A128 Grade B2 ..... | 7           |
| 2.1.6    Uji Komposisi Material.....                     | 8           |
| 2.1.7    Pengujian Kekerasan .....                       | 8           |
| 2.1.8    Pengujian Impak .....                           | 9           |
| 2.1.9 <i>Heat Treatment</i> .....                        | 9           |
| 2.2    Kajian Pustaka.....                               | 10          |
| <br>                                                     |             |
| <b>BAB III    METODOLOGI PENELITIAN.....</b>             | <b>15</b>   |
| 3.1    Metode Penelitian.....                            | 15          |
| 3.2    Lokasi dan Jadwal Penelitian .....                | 15          |
| 3.3    Diagram Alir.....                                 | 16          |

|               |                                                 |           |
|---------------|-------------------------------------------------|-----------|
| 3.4           | Alat dan Bahan .....                            | 18        |
| 3.4.1         | Alat.....                                       | 18        |
| 3.4.2         | Bahan .....                                     | 20        |
| 3.5           | Objek Penelitian .....                          | 21        |
| 3.6           | Tahapan Penelitian.....                         | 21        |
| 3.6.1         | Pembuatan Spesimen .....                        | 21        |
| 3.6.2         | Uji Komposisi Kimia .....                       | 21        |
| 3.6.3         | Proses <i>Heat Treatment</i> .....              | 24        |
| 3.6.4         | Proses Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i> ..... | 26        |
| 3.6.5         | Proses Pengujian Impak .....                    | 27        |
| 3.7           | Data Primer.....                                | 30        |
| <b>BAB IV</b> | <b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>               | <b>31</b> |
| 4.1           | Hasil Pengujian Komposisi .....                 | 31        |
| 4.2           | Hasil Pengujian Kekerasan.....                  | 33        |
| 4.3           | Hasil Pengujian Impak .....                     | 35        |
| <b>BAB V</b>  | <b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>                | <b>37</b> |
| 5.1           | Kesimpulan.....                                 | 37        |
| 5.2           | Saran.....                                      | 37        |
|               | <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                      | <b>39</b> |
|               | <b>LAMPIRAN .....</b>                           | <b>40</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                             | Halaman |
|-------------------------------------------------------------|---------|
| Gambar 2. 1 <i>Hammer Crusher</i> .....                     | 5       |
| Gambar 2. 2 Diagram Fasa.....                               | 8       |
| Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian .....                   | 16      |
| Gambar 3. 2 Gerinda .....                                   | 21      |
| Gambar 3. 3 Spesimen Uji Komposisi Kimia .....              | 22      |
| Gambar 3. 4 <i>Furnance</i> .....                           | 24      |
| Gambar 3. 5 Spesimen di dalam <i>Furnance</i> .....         | 25      |
| Gambar 3. 6 Spesimen Setelah <i>Hardening</i> .....         | 25      |
| Gambar 3. 7 Alat Uji Kekerasan <i>Vickers</i> .....         | 26      |
| Gambar 3. 8 Proses Pengujian <i>Vickers</i> .....           | 26      |
| Gambar 3. 9 Pemotongan Spesimen.....                        | 28      |
| Gambar 3. 10 Spesimen Impak yang telah dibentuk.....        | 28      |
| Gambar 3. 11 Peletakan Benda Uji .....                      | 29      |
| Gambar 3. 12 Membaca Sudut Ayun Pendulum Setelah Impak..... | 29      |
| Gambar 4. 1 Hasil Pengujian Komposisi .....                 | 32      |
| Gambar 4. 2 Grafik Kekerasan .....                          | 34      |

## DAFTAR TABEL

|                                                          | <b>Halaman</b> |
|----------------------------------------------------------|----------------|
| Tabel 2. 1 Komposisi Kimia.....                          | 7              |
| Tabel 3. 1 Peralatan yang digunakan.....                 | 18             |
| Tabel 3. 2 Bahan yang digunakan.....                     | 20             |
| Tabel 3. 3 Data Hasil Pengujian Komposisi Kimia.....     | 24             |
| Tabel 3. 4 Data Hasil Pengujian Kekerasan .....          | 27             |
| Tabel 3. 5 Data hasil Pengujian Impak.....               | 30             |
| Tabel 4. 1 Hasil pengujian komposisi.....                | 31             |
| Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Kekerasan <i>Hammer</i> ..... | 33             |
| Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Impak.....                    | 35             |

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

|             |                                                     | <b>Satuan</b>                          |
|-------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------|
| E           | Energi Impak (Energi yang diserap)                  | J ( <i>Joule</i> )                     |
| HI          | Harga Impak (Kekuatan Impak)                        | J/mm <sup>2</sup>                      |
| A           | Luas penampang spesimen                             | mm <sup>2</sup>                        |
| m           | Massa pendulum                                      | kg                                     |
| W           | Berat pendulum (                                    | m·g)                                   |
| g           | Percepatan gravitasi                                | m/s <sup>2</sup>                       |
| L atau<br>r | Panjang lengan pendulum                             | m                                      |
| $\alpha$    | Sudut awal pendulum                                 | °                                      |
| $\beta$     | Sudut akhir (pantul) pendulum                       | °                                      |
| VHN         |                                                     | <i>Vickers<br/>Hardness<br/>Number</i> |
| P           | Beban yang digunakan pada uji kekerasan             | kgf                                    |
| D           | Rata-rata diagonal lekukan indentasi <i>Vickers</i> | mm                                     |
| ASTM        | <i>American Society for Testing and Materials</i>   |                                        |
| OES         | <i>Optical Emission Spectrometry</i>                |                                        |
| XRF         |                                                     | <i>X-ray<br/>Fluorescence</i>          |

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1. Lembar rekomendasi ujian skripsi
- Lampiran 2. Lembar hasil pengujian komposisi
- Lampiran 3. Surat balasan pengambilan data
- Lampiran 4. Surat mitra