

# **ANALISA KEGAGALAN PALU *MINI PILE DRIVER***

## **TUGAS AKHIR**

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Mencapai Sarjana Strata 1 (S-1)  
Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasundan Bandung*

**Oleh :**

**Tatang Nurjaman  
133030134**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PASUNDAN  
BANDUNG  
2018**

**ANALISA KEGAGALAN PALU *MINI PILE DRIVER***  
**TUGAS AKHIR**

---



Nama : Tatang Nurjaman

NRP : 133030134

Dosen Pembimbing I

**(Ir. Toto Supriyono, MT)**

Dosen Pembimbing II

**(Ir. Bukti Tarigan, MT)**

## ABSTRAK

Indonesia memiliki karunia sinar matahari yang melimpah. Hampir di setiap pelosok Indonesia, matahari menyinari sepanjang pagi hingga sore. Sinar matahari yang dipancarkan ini dapat diubah menjadi listrik DC dengan menggunakan panel surya (*solar cell*) dan diterapkan pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). PLTS memerlukan ruangan terbuka sebagai tempat menyimpan solar modul agar terpapar langsung oleh matahari. Untuk PLTS skala besar memerlukan tempat yang luas untuk menyimpan solar modul. Solar modul diletakkan pada tiang-tiang penopang yang telah didirikan terlebih dahulu dengan menggunakan *mini pile driver*.

*Mini pile driver* merupakan kendaraan untuk memancang tiang yang berukuran kecil (berdiameter 125 mm/125x125 mm persegi). Pada *mini pile driver* terdapat palu (*hammer*) yang berfungsi untuk memukul atau menekan sebuah tiang mini ke dalam tanah agar dapat berdiri tegak. Benturan dan tekanan yang berulang-ulang yang dialami oleh palu selama proses pemancangan mengakibatkan palu mengalami kerusakan sampai akhirnya tidak dapat dipergunakan kembali karena palu menjadi patah.

Kegagalan-kegagalan yang sering terjadi pada palu mendorong untuk melakukan analisis pada kegagalan palu, supaya dapat memperoleh jawaban atas penyebab kegagalan tersebut. Dalam proses analisis meliputi beberapa pengujian yaitu pengujian fraktografi, melatografi, komposisi kimia, kekerasan dan analisa tegangan menggunakan Solidwork.

Dari langkah-langkah analisis yang dilakukan diperoleh jawaban bahwa kegagalan palu disebabkan karena palu mengalami kelelahan (*fatigue*) akibat dari beban yang berulang-ulang, kelelahan tersebut dapat terlihat dari bentuk patahan pada permukaan palu yang diawali dengan adanya *initial crack* pada bagian permukaan luar.

Melihat penyebab kegagalan yang terjadi pada palu, memerlukan penanganan khusus sehingga palu yang baru yang akan digunakan dapat memiliki masa pakai yang lebih lama. Solusi yang dapat diberikan untuk meningkatkan kekuatan *fatigue* serta memperlambat timbulnya *crack* yaitu dengan cara memperhalus permukaan serta pengerasan permukaan (*surface hardening*) salah satunya dengan *induction hardening*.

## ABSTRACT

Indonesia has an abundance of sunshine. Almost in every corner of Indonesia, the sun shines all morning to evening. The emitted sunlight can be converted into DC electricity using solar cells and applied to solar power plants (PLTS). PLTS requires open space as a place to store solar modules so that they are exposed directly by the sun. For large-scale solar power plants require a large place to store solar modules. Solar modules are placed on supporting pillars that have been established first by using a mini pile driver.

Mini pile driver is a vehicle for placing small poles (125 mm / 125x125 mm square). In the mini pile driver there is a hammer which serves to hit or press a mini pole into the ground so that it can stand upright. Repeated collisions and pressures experienced by the hammer during the piling process result in the hammer being damaged until it cannot be reused because the hammer becomes broken.

Frequent failures in the hammer encourage analysis of hammer failure, in order to obtain answers to the causes of the failure. In the analysis process includes several tests, namely fractography, metallography, chemical composition, hardness and stress analysis using Solidwork.

From the steps of the analysis carried out, it was obtained the answer that hammer failure was caused because the hammer experienced fatigue due to repeated loads. The fatigue can be seen from the fracture on the hammer surface which begins with the initial crack on the outer surface.

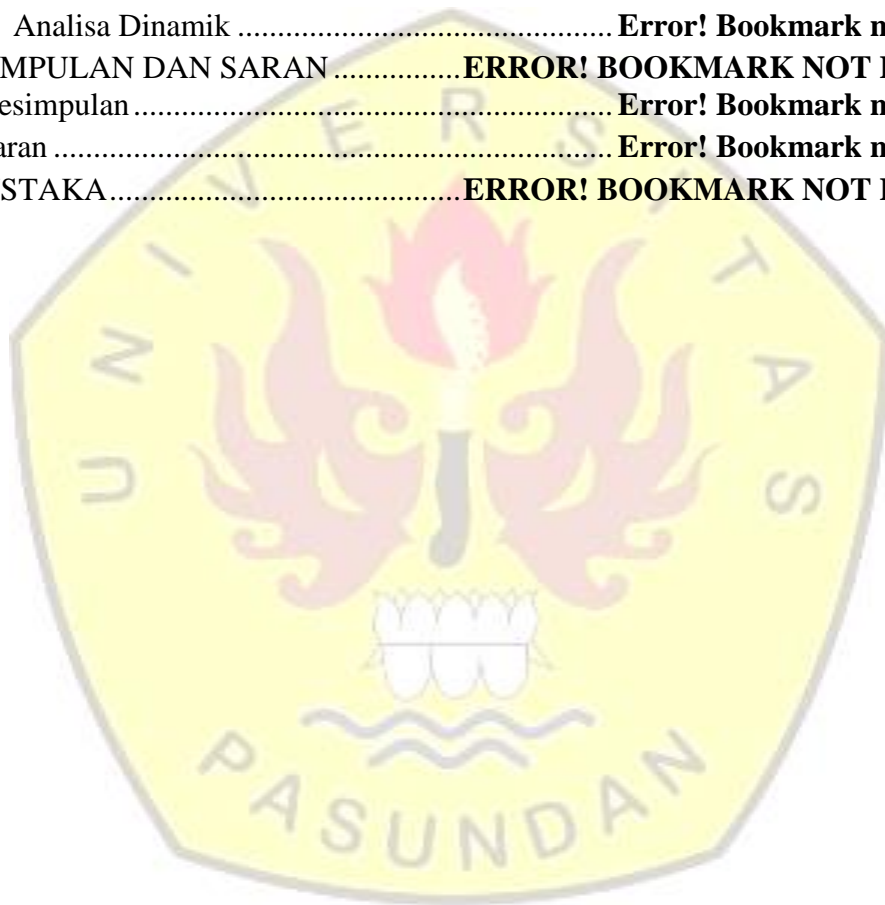
Seeing the causes of failure that occur in the hammer, requires special handling so that the new hammer that will be used can have a longer service life. Solutions that can be given to increase fatigue strength and slow the onset of crack are by smoothing the surface and surface hardening one of them by induction hardening.



## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
KATA PENGANTAR.....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
DAFTAR ISI .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
DAFTAR TABEL .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
DAFTAR GAMBAR.....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
BAB I PENDAHULUAN .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
1.1 Latar Belakang.....	7
1.2 Identifikasi Masalah.....	7
1.3 Tujuan .....	7
1.4 Batasan Masalah .....	8
1.5 Metoda Penelitian .....	8
1.6 Sistematika Penulisan .....	8
BAB II DASAR TEORI.....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
2.1 <i>Mini Pile Driver</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2 Prinsip Kerja <i>Hydraulic Hammer</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3 Baja.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4 Klasifikasi Baja.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5 Pengaruh Unsur Paduan Terhadap Baja .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6 Analisis Kegagalan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.7 Jenis Kegagalan Selama Pembebanan Mekanik....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.7.1 Jenis Kegagalan Mekanik .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.7.2 <i>Fracture Toughness</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.7.3 <i>Ductile Fracture</i> dan <i>Brittle Fracture</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.7.4 <i>Fatigue Failure</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.8 Diagram Fasa Fe-Fe <sub>3</sub> C .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9 Kekuatan Material .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9.1 Tegangan ( $\sigma$ ).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9.2 Regangan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9.3 Modulus Elastisitas (Modulus Young) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.10 Fraktografi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.11 Metalografi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.12 Pengujian Destructive.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.13 Pengujian kekerasan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.14 <i>Finite Element Method</i> (FEM).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2 Studi Literatur.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3 Palu <i>Mini pile</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4 Pengujian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.1 Pengujian Fraktografi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.2 Uji Komposisi Kimia .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

3.4.3	Pengujian Metalografi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.4	Pengujian Kekerasan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.5	<i>Finite Element Analysis</i> (FEA).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB IV PENGAMATAN, PENGUJIAN DAN ANALISA</b>		<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
4.1	Pengamatan Fraktografi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2	Pengujian Komposisi Kimia.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3	Pengujian Metalografi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4	Pengujian Kekerasan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.5	<i>Analisa Finite Element Analysis</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.5.1	Analisa Statik.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.5.2	Analisa Dinamik.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>		<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
5.1	Kesimpulan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2	Saran.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
<b>LAMPIRAN</b>		



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) terdapat tiang pancang mini berpenampang segi empat sebesar 125 mm x 125 mm atau berdiameter 125 mm sebagai penopang *PV module*. Tiang pancang mini ditanam ke dalam tanah dengan menggunakan palu yang terpasang pada *mini pile driver*. Palu *mini pile driver* adalah suatu alat yang berfungsi untuk memukul dan memasang sebuah tiang pancang mini agar dapat berdiri tegak. Namun setelah dipakai beberapa kali memasang dan mendirikan tiang, palu tersebut mengalami kerusakan sampai akhirnya tidak dapat dipergunakan kembali karena palu menjadi patah.

Kegagalan-kegagalan yang terjadi pada beberapa palu selama proses pemancangan yang telah dilakukan mendorong kegiatan penelitian untuk mengetahui penyebabnya. Analisis kegagalan palu ini sangat perlu dilakukan untuk mengetahui penyebab terjadinya kerusakan yang spesifik pada palu dan material baku yang digunakan serta untuk menentukan tindakan pencegahan agar kerusakan serupa tidak terulang lagi.

### 1.2 Identifikasi Masalah

PLTS merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan energi matahari sebagai sumber utama listrik. Untuk membangun PLTS skala besar membutuhkan tempat yang luas dan terbuka yang akan dijadikan sebagai tempat menyimpan solar module. Solar module dipasang pada sebuah tiang yang didirikan dengan menggunakan *mini pile driver*. Namun terdapat kendala pada proses pemasangan tiang solar module dikarenakan palu yang berada pada *mini pile driver* mengalami patah meskipun baru mendirikan 2-3 tiang saja. Palu pada *mini pile driver* perlu dikaji penyebabnya serta mencari solusi pencegahan agar tidak terjadi kerusakan serupa.

### 1.3 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah:

- Menganalisa penyebab kegagalan palu dengan melakukan pengujian fraktografi, metalografi, komposisi kimia dan pengujian kekerasan
- Melakukan analisa tegangan pada palu dengan *Finite Element Method* (FEM) menggunakan *software solidwork*.

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan-batasan yang akan dibahas adalah:

- Pengujian material palu
- Menganalisis kegagalan palu
- *Finite Element Analysis* menggunakan solidwork

## 1.5 Metoda Penelitian

Hal yang dilakukan dalam melakukan penelitian ini adalah mencakup hal-hal di bawah, yaitu :

- Studi Literatur, sebagai dasar dan pendukung penelitian serta pengolahan data, supaya dalam pembuatan laporan penelitian tidak menyimpang dari permasalahan yang ditinjau.
- Pengambilan data, lalu dilakukan perhitungan untuk mendapatkan perumusan yang mengarah pada tujuan penelitian dan kemudian diambil kesimpulan.
- Diskusi.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulis dari penelitian ini adalah:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, identifikasi masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode pengumpulan data serta sistematika penulisan.

### **BAB II DASAR TEORI**

Bab ini berisi tentang teori-teori yang menjadi dasar permasalahan yang akan dibahas yang berguna sebagai referensi dalam pemecahan masalah.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini berisi penjelasan tentang diagram alir, persiapan material dan persiapan pengujian.

### **BAB IV DATA DAN ANALISA**

Bab ini berisi penjelasan tentang data-data yang didapat pada pengujian serta melakukan analisa hasil dari pengujian tersebut.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari seluruh hasil penelitian dan masukan atau saran pada laporan tugas akhir ini.



## DAFTAR PUSTAKA

Memuat referensi yang dipergunakan penulis untuk menyelesaikan laporan Tugas Akhir.



## DAFTAR PUSTAKA

D. Callister, Jr, William, "*Materials Science and Engineering An Introduction*", John Wiley & Sons Inc, New York, 1994, p.160 - p.290.

[http://irianpoo.blogspot.com/2010/02/analisa-kegagalan-failure-analysis\\_125.html](http://irianpoo.blogspot.com/2010/02/analisa-kegagalan-failure-analysis_125.html). Data diunduh pada tanggal 21 Januari 2018 jam 15.30

Richard G. Budynas, J. Keith Nisbett, ” *Shigley’s Mechanical Engineering Design*”, Ninth Edition, McGraw-Hill series in mechanical engineering, New York, 2011, p.25 - p.43.

<https://dateknikenterprise.wordpress.com/tag/prosedur-analisis-kegagalan/> data diunduh pada tanggal 22 Januari 2018 jam 10.15

Surdia Tata, Saito Shinioku, ”Pengetahuan Bahan Teknik”, PT Pradya Paramita, Jakarta, 2005, p.3-p.69 & p.97 -p.120.

