

**ANALISIS KEGAGALAN PATAHAN *WORK ROLL FINISHING* JENIS  
*HI-CHROME* PADA *HOT STRIP MILL PLANT* DENGAN METODE  
INVESTIGASI MATERIAL**



UNIVERSITAS  
RANY NUGRAHANI AYUNINGTYAS  
NIM: 41318120045  
MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA 2020**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KEGAGALAN PATAHAN *WORK ROLL FINISHING* JENIS *HI-CHROME* PADA *HOT STRIP MILL PLANT* DENGAN METODE  
INVESTIGASI MATERIAL**



Disusun Oleh:

Nama : Rany Nugrahani Ayuningtyas  
NIM : 41318120045  
Program Studi : Teknik Mesin

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)  
AGUSTUS 2020**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS KEGAGALAN PATAHAN *WORK ROLL FINISHING* JENIS *HI-CHROME*  
PADA *HOT STRIP MILL PLANT* DENGAN METODE INVESTIGASI MATERIAL**



Disusun Oleh:

Nama : Rany Nugrahani Ayuningtyas

NIM : 41318120045

Program Studi : Teknik Mesin

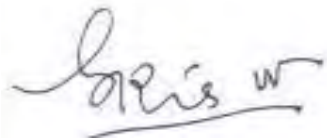


Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Pada tanggal: 18 Agustus 2020

Mengetahui

Dosen Pembimbing



Haris Wahyudi S.T., M.Sc

Koordinator Tugas Akhir



Alief Avicenna Luthfie S.T., M.Eng

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Rany Nugrahani Ayuningtyas  
NIM : 41218120045  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Tugas Akhir : Analisis Kegagalan Patahan *Work Roll Finishing* Jenis *Hi-Chrome* pada *Hot Strip Mill Plant* dengan Metode Insvestigasi Material.

Dengan ini menyatakan bahwa saya melaksanakan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya saya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

UNIVERSITAS Jakarta, 18 Agustus 2020  
MERCU BUANA



Rany Nugrahani A.

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Karunia-Nya untuk dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini yang berjudul “Analisis Kegagalan Patahan *Work Roll Finishing* Jenis *Hi-Chrome* pada *Hot Strip Mill Plant* dengan Metode *Insvestigasi Material*”. Laporan ini disusun guna melengkapi dan menyelesaikan Tugas Akhir bagi kami selaku mahasiswa Universitas Mercubuana Program Studi Teknik Jurusan Teknik Mesin dan guna meningkatkan peran kami mahasiswa untuk menerapkan materi yang telah dipelajari untuk diterapkan dilapangan. Dalam kesempatan ini penulis akan menyampaikan penghargaan dan ucapan terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua saya tercinta yang telah membesarkan dan mendidik saya dengan penuh kasih sayang.
2. Yang terhormat, Bapak Haris Wahyudi S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah banyak mengarahkan dalam penyusunan tugas akhir ini. .
3. Bapak Dr. Nanang Ruhyat, ST. MT selaku ketua program studi Teknik Mesin.
4. Bapak Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng selaku koordinator tugas akhir.
5. Kepada seluruh seluruh teman-teman mahasiswa Universitas Mercubuana.
6. Serta pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari semua pihak merupakan masukan yang berharga agar penulis dapat menyempurnakan laporan Tugas Akhir ini.

Cilegon, 18 Agustus 2020

(Rany Nugrahani A.)

## ABSTRAK

Plat Baja Panas atau *Hot Roll Coil* (HRC) merupakan jenis baja yang diproduksi oleh pabrik *Hot Strip Mill* yang memiliki banyak peminat di pasar dunia. Pada proses produksinya, *work roll* merupakan salah satu komponen utama yang mempengaruhi kualitas produk. Dengan peristiwa terjadinya *roll* patah jenis *High Chromium* saat proses produksi dapat menghambat proses produksi. Berdasarkan program produksi dari IBA *Analyzer* menyatakan bahwa proses produksi sesuai dengan program normal tidak ada kendala yang dapat mempengaruhi patahnya *roll*. Berdasarkan dimensi *work roll*, setelah pengopersian sebesar 732,99 mm sehingga masih dapat digunakan kembali. Untuk mengetahui penyebab terjadinya patah maka dilakukan analisa patahan *roll* dengan metode investigasi material meliputi, analisa visual, analisa kekuatan material dan analisa mikro struktur dengan mengambil sampel *core & layer* dari *roll*. Pada sampel patahan *roll* terdapat hasil cacat *casting* baik pada *core* maupun *layer* berupa inklusi dan shrinkage. Cacat *casting* tersebut melemahkan kekuatan *roll* dalam menerima beban siklik dan impak saat proses produksi HRC. Melemahnya kekuatan *work roll* akibat cacat *casting* itu membuat besaran *hardness* mengalami penurunan dari menjadi 63-67 HRC pada daerah mendekati patahan.

**Kata kunci:** *Work Roll*, *Hi-Cr*, Metalografi, *Hardness Test*, *Spectrometer XRF*, Komposisi Material, Kekuatan Material, Mikro Struktur.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## **ABSTRACT**

*Hot Roll Coil (HRC) is a type of steel produced by the Hot Strip Mill factory which has a lot of demand in the world. In the production process, work roll is one of the main components that affects product quality. With the event of a broken roll type High Chromium during the production process can inhibit the production process. Based on the production program from the IBA Analyzer states that the production process in accordance with the normal program there are no obstacles that can affect the fracture of the roll. Based on the dimensions of the work roll, after the operation of 732.99 mm so that it can still be used again. Roll fracture analysis using material investigation methods includes, visual analysis, material strength analysis and micro structure analysis by taking core & layer samples from the roll. In the fracture roll sample there are casting defects on both the core and layer in the form of inclusions and shrinkage. The casting defect weakens the strength of the roll in receiving cyclic and impact loads during the HRC production process. Weakening of the strength of the work roll due to casting defects that makes the amount of hardness has decreased into 63-67 HRC in the area close the fracture.*

**Keywords:** *Work Roll, Hi-Cr, Metallography, Hardness Test, XRF Spectrometer, Material Composition, Material Strength, Micro Structure.*

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN	3
1.4 BATASAN DAN RUANG LINGKUP PENELITIAN	3
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. PENDAHULUAN	4
2.2. PROSES PRODUKSI <i>HOT STRIP MILL</i>	4
2.2.1. Proses Produksi <i>Hot Rolled Coil</i> (HRC)	5
2.2.2. Jenis-jenis <i>Roll</i>	9
2.3. <i>WORK ROLL FINISHING</i> TIPE <i>HI-CHROME</i>	12
2.4. DATA IBA ANALYZER	13
2.5. <i>FAILURE ANALYSIS</i>	14
2.5.1 <i>Fracture</i> - Retakan	14
2.5.2 <i>Fatigue Fracture</i>	16
2.6. JENIS-JENIS KEGAGALAN <i>ROLL CAST</i> PADA <i>HOT MILL</i>	19



2.6.1.	<i>Saddle Spalls</i>	19
2.6.2.	<i>Band Firecracks</i>	20
2.6.3.	<i>Journal Failure from Shock Overload</i>	21
2.6.4.	<i>Journal Failure from Drive End Torque</i>	22
2.6.5.	<i>Thermal Breakage</i>	23
2.6.6.	<i>Surface Condition in Rolling</i>	23
2.7.	KARAKTERISTIK DAN PENGUJIAN MATERIAL	24
2.7.1.	Pengujian Kekerasan	24
2.7.2.	Pengujian Komposisi Kimia	24
2.7.3.	<i>Metallography</i>	25
BAB III		27
	METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1.	DIAGRAM ALIR PENELITIAN	27
3.2.	BAHAN DAN PROSEDUR PENGAMBILAN DATA	30
3.2.1.	Material yang Digunakan	30
3.2.2.	Pengujian Kekerasan	32
3.2.3.	Pengujian <i>Spectrometer XRF</i>	33
3.2.4.	Pengujian Metalografi	34
BAB IV		36
	HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1	ANALISA DATA IBA – <i>ROLLING PROSES</i>	36
4.2	ANALISA PERMUKAAN	37
4.2.1	Daerah Patahan Permukaan	38
4.2.2	Hasil Uji Kekerasan Permukaan	40
4.3	ANALISA KOMPOSISI KIMIA	44
4.4	ANALISA STRUKTUR MIKRO	45
BAB V		48
	KESIMPULAN DAN SARAN	48

5.1	KESIMPULAN	48
5.2	SARAN	49
	DAFTAR PUSTAKA	50
	LAMPIRAN 1	51
	LAMPIRAN 2	52



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Produksi Hot Strip Mill	5
Gambar 2.1 Baja <i>Slab</i> (a) dan Baja <i>Hot Rolled Coil</i> (b).	5
Gambar 2.2 Alur Proses Produksi <i>Hot Strip Mill</i>	6
Gambar 2.3 <i>Reheating Furnance Hot Strip Mill</i> (a) & Proses Pengeluaran <i>Slab</i> (b)	7
Gambar 2.4 <i>Finishing Mill Hot Strip Mill</i>	8
Gambar 2.5 Proses Penggulungan HRC pada <i>Down Coiler</i>	9
Gambar 2.6 <i>Work Roll Finishing</i>	11
Gambar 2.7 <i>Back Up Roll</i>	11
Gambar 2.8 Bagian-Bagian Work Roll Finishing Hi-Chrome	12
Sumber: (Nakamura, 1984)	12
Gambar 2.10 Tampilan dari Perangkat Data <i>IBA Analyzer</i> .	14
Gambar 2.11 (a) Patahan <i>Ductile</i> pada Alumunium & (b) Patahan <i>Brittle</i> pada Baja Karbon	15
Gambar 2.12 Bentuk Patahan Material (a) Ulet Sempurna, (b) Ulet Sebagian dan (c) Getas.	15
Gambar 2.13 Area Permukaan Patahan <i>Brittle</i> Arah Radial. Pada permukaan patahan secara makroskopis terlihat berbutir dan memiliki segi akibat tidak terjadinya deformasi terlebih dahulu sehingga permukaan patahan terlihat butir dan pola akibat tegangan yang terjadi. Butir tersebut memperlihatkan adanya perlemahan ikatan antar butir material dalam permukaan.	16
Gambar 2.14 <i>Fatigue Fracture</i> pada Permukaan Patahan.	17
Gambar 2.15 <i>Fatigue Path</i> pada <i>Layer/Surface Work Roll</i>	18
Gambar 2.16 <i>Saddle Spalls</i>	19
Gambar 2.17 Band Firecrack	20
Gambar 2.18 <i>Journal Failure</i> karena <i>Shock Overload</i>	21
Gambar 2.19 <i>Journal Failure from Drive End Torque</i>	22
Gambar 2.20 <i>Thermal Breakage</i>	23
Gambar 2.21 <i>Portable Hardness Tester Digital</i>	24
Gambar 2.22 <i>Spectrometer XRF Titan S1</i>	25
Gambar 2.23 Mikroskop Metalografi	26
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	28

Gambar 3.2 Sampel dari Patahan <i>Work Roll Finishing Hi-Cr</i>	30
Gambar 3.3 Komposisi Material <i>Barrel</i> dari Manufaktur	31
Gambar 3.4 Spesifikasi Kekerasan <i>Surface</i> dari Manufaktur.	31
Gambar 3.5 Proses Pengujian dengan <i>XRF Spectrometer</i> .	34
Gambar 3.6 Pemotongan Spesimen Uji dari <i>work roll finishing</i>	34
Gambar 4.1 Data IBA – <i>Rolling Process</i> pada <i>Stand F1, F2, &amp; F3</i>	36
Gambar 4.2 (a) Kondisi <i>Work Roll</i> Patah & (b) <i>Drawing Work Roll</i> Manufaktur	37
Gambar 4.3 Ilustrasi Daerah pada Permukaan Patahan	37
Gambar 4.4 (a) Bagian Permukaan & (b) Patahan <i>Work Roll Finishing (OS)</i>	38
Gambar 4.5 (c) Bagian Permukaan & (b) Patahan <i>Work Roll Finishing (DS)</i>	38
Gambar 4.6 Patahan Antara OS & DS.	39
Gambar 4.7 <i>Fatigue Path</i> Melingkar pada OS	39
Gambar 4.8 <i>Fatigue Failure</i> pada <i>Layer/Surface</i>	40
Gambar 4.9 Uji <i>Hardness</i> Makro <i>Layer</i> (a) OS & (b) DS.	41
Gambar 4.10 Grafik Hasil Uji Kekerasan Horisontal 20 Titik pada Permukaan <i>Layer/Surface</i>	41
Gambar 4.11 Sampel Pengujian Mikro pada <i>Layer/Surface &amp; Core</i> .	42
Gambar 4.12 Grafik Hasil Uji Kekerasan <i>Vickers</i> pada <i>Layer/Surface</i>	43
Gambar 4.13 Grafik Hasil Uji Kekerasan <i>Vickers</i> pada <i>Core</i>	43
Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Hasil Uji dengan Spesifikasi Perusahaan dan Manufaktur.	44
Gambar 4.15 Hasil Uji Metalografi pada <i>layer/Surface</i>	45
Gambar 4.16 Hasil Uji Metalografi pada <i>Core</i>	46

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Hasil Uji Kekerasan pada Permukaan <i>Barel</i>	41
Tabel 4.2 Hasil Uji Kekerasan Mikro	42
Tabel 4.3 Perbandingan Komposisi Kimia terhadap <i>Surface</i>	44

