



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**IDENTIFIKASI HASIL PENGUJIAN MAGNAFLUX
YOKE Y-2 AC (*MAGNETIC PARTICLE INSPECTION*)
PADA *SUBSURFACE DEFECTS* MATERIAL BAJA
KARBON RENDAH**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya

BAYU INDRA HIMAWAN

40040218060027

**SEKOLAH VOKASI
PRAGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN**

**SEMARANG
OKTOBER 2021**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Bayu Indra Himawan

NIM : 40040218060027

Tanda Tangan :

Tanggal : 29 Oktober 2021

SURAT TUGAS



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO

TUGAS PROYEK AKHIR

No: 236 / UN7.5.13 / TM / 2021

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk mahasiswa berikut :

No.	NAMA	NIM
1	Muhammad Syahril Hidayat	40040218060028
2	Bayu Indra Himawan	40040218060027

Judul Proyek Akhir : Pengujian NDT Magnaflux Yoke Y-2
Dosen Pembimbing : Alaya Fadllu Hadi Mukhamad S.T, M. Eng
NIP. : 198509272012121002

Isi Tugas :

1. Pengoperasian NDT Magnaflux Yoke Y-2
2. Pengujian Cacat Buatan
3. Pembuatan Laporan TA

Proposal TA harus disetujui Dosen Pembimbing dan diserahkan Program Studi paling lambat 2 bulan setelah Surat Tugas ini diterima. Tugas Akhir harus diselesaikan selama-lamanya 6 bulan terhitung sejak Proposal TA disetujui Dosen Pembimbing, serta diwajibkan konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Semarang, 25 Juli 2021
Ketua PSD III Teknik Mesin

Drs. Ireng Sigit A, M.Kes
NIP. 196204211986031002

Surat Tugas dicetak 3 lbr utk :

1. Dosen Pembimbing TA
2. Mahasiswa ybs.
3. Arsip jurusan

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Dengan ini menerangkan bahwa Laporan Tugas Akhir dengan judul :
“Identifikasi Hasil Pengujian Magnaflux yoke y-2 ac (Magnetic Particle Inspection) pada Subsurface Defects Material Baja Karbon Rendah” yang telah disusun oleh :

Nama : Bayu Indra Himawan
NIM : 40040218060027
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin
Perguruan Tinggi : Universitas Diponegoro
Telah disetujui dan disahkan di Semarang pada :
Hari : Kamis
Tanggal : 14 Oktober 2021

Semarang, 14 Oktober 2021

Ketua PSD III Teknik Mesin
SV Universitas Diponegoro

Dosen Pembimbing

Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes
NIP. 196204211986031002


Alaya Fadllu Hadi M. S.T, M.Eng
NIP. 1985092720121002

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Bayu Indra Himawan

NIM : 40040218060027

Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : “Identifikasi Hasil Pengujian Magnaflux yoke y-2 ac (*Magnetic Particle Inspection*) pada *Subsurface Defects* Material Baja Karbon Rendah”

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Ttd.

Pembimbing : Alaya Fadllu Hadi M. S.T, M.Eng (.....)

Penguji 1 : Ir. H. Murni, MT (.....)

Penguji 2 : Drs. Wiji Mangestiyono, MT (.....)

Semarang,

Ketua PSD III Teknik Mesin

SV Universitas Diponegoro

Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes

NIP. 196204211986031002

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Bayu Indra Himawan
NIM : 40040218060027
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin
Fakultas : Sekolah Vokasi
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya saya yang berjudul :

“Identifikasi Hasil Pengujian Magnaflux yoke y-2 ac (Magnetic Particle Inspection) pada Subsurface Defects Material Baja Karbon Rendah”

Beserta perangkat yang ada jika diperlukan. Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihkan media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya, selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat: Semarang

Pada Tanggal : 29 Oktober 2021

Yang menyatakan,

Bayu Indra Himawan

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

نَسْتَعِينُ وَإِيَّاكَ نَعْبُدُ وَإِيَّاكَ

Hanya kepada Engkaulah kami menyembah dan
hanya kepada Engkaulah kami mohon pertolongan

(QS. Al Fatihah : 5)

Persembahan :

1. Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya.
2. Ibu saya Sri Indraswari dan Bapak saya Himam Sahidi tercinta yang telah memberikan dukungan dan doa yang tiada hentinya.
3. segenap keluarga yang selalu memberikan dukungan dan semangat.
4. Sahabat-sahabatku yang telah memberikan berjuta kenangan dan semangat.
5. Segenap dosen, staff, dan karyawan PSD III Teknik Mesin Universitas Diponegoro.
6. Teman-teman ENIGMA angkatan 2018 PSD III Teknik Mesin SV Undip.

KATA PENGANTAR

Assalamualai'alaikum Wr. Wb,

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul “Identifikasi Hasil Pengujian Magnaflux Yoke Y-2 Ac (*Magnetic Particle Inspection*) Pada *Subsurface Defects* Material Baja Karbon Rendah” dengan baik.

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, penulis mendapat banyak saran, bimbingan, dan bantuan dari pihak pembimbing, pemateri, maupun teman, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Budiyono, M.Si, selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
2. Bapak Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes, selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
3. Bapak, Alaya Fadllu H.M., ST, M.Eng selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah membimbing serta memberi masukan selama penyusunan laporan tugas akhir.
4. Bapak Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes, selaku dosen wali.
5. Kelompok tugas akhir yang telah bekerja sama dengan baik serta saling membantu.

6. Kedua orang tua serta keluarga yang telah memberikan doa, kepercayaan dan dorongan serta semangat.
7. Teman-teman angkatan 2018 Program Studi Diploma III Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang yang telah membantu dalam penyusunan laporan ini.
8. Dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan tugas akhir baik secara moral maupun material.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan keterbatasan ilmu dalam penyusunan laporan ini, maka segala bentuk kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Penulis berharap, semoga semua pihak yang telah memberikan bantuan, diberi balasan kebajikan. Dan semoga laporan ini bisa bermanfaat bagi penulis sendiri khususnya dan para pembaca secara umum, baik dari kalangan akademis maupun yang lain.

Semarang, 29 Oktober 2021

Penulis

ABSTRAKSI

Identifikasi Hasil Pengujian Magnaflux yoke y-2 ac (Magnetic Particle Inspection) pada Subsurface Defects Material Baja Karbon Rendah

Pelat yang terbuat dari baja karbon tidak terlepas dari berbagai macam cacat yang berakibat turunya nilai kualitas, cacat sendiri bisa terjadi diluar permukaan (surface) dan dapat dikenali dengan menggunakan pengamatan visual, sedangkan untuk mengenali pelat yang mengalami cacat dibawah permukaan (subsurface) memang relatif cukup sulit maka dari itu harus menggunakan berbagai macam metode salah satu diantaranya metode Magnetic Particle Inspection (MPI), metode ini digunakan karena dapat mengetahui kondisi cacat yang terjadi dipermukaan maupun dibawah permukaan dengan aplikasi yang relatif cukup mudah dan sederhana.

Penelitian menggunakan baja karbon rendah sebagai benda uji, dimana material ini merupakan paduan atas unsur besi (Fe) dan karbon (C), dengan kandungan unsur karbon kurang dari 0,3% C. Kemudian material tersebut akan dipotong dengan ukuran 300 x 35 x 9 mm yang memiliki variasi kedalaman untuk jarak pembuatan lubang adalah 2 mm, 2.5 mm, 3 mm, 3.5 mm, 4 mm, 4.5 mm, 5 mm, 5.5 mm dari permukaan benda kerja, menggunakan alat Magnaflux Yoke Y-2 AC dengan media partikel feromagnetik untuk mengidentifikasi cacat. Dari identifikasi hasil pengujian, kedalaman lubang cacat maksimum yang terdeteksi yaitu 2 mm, dimana jarak kedalaman lubang berpengaruh pada hasil pengujian ini.

Kata Kunci : Inspeksi Partikel Magnetik, Subsurface Defect

ABSTRACT

“Identification Of Magnaflux Test Results Yoke Y-2 Ac (Examination Of Magnetic Particles) On Low Carbon Steel Material Defects”

Plates made of carbon steel are free from various obstacles that result in a decrease in quality values, can be achieved outside the surface and can be recognized by visual observation, while recognizing plates that are experiencing problems on the subsurface is relatively difficult, therefore it must be done. using various methods, one of which is the Magnetic Particle Inspection (MPI) method, this method is used because it can determine the condition of defects that occur on the surface and below the surface with a relatively easy and simple application.

The study used low carbon steel as a test object, where this material is an alloy of iron (Fe) and carbon (C), with a carbon content of less than 0.3% C. Then the material will be cut to a size of 300 x 35 x 9 mm which has depth variations for the distance of making holes 2 mm, 2.5 mm, 3 mm, 3.5 mm, 4 mm, 4.5 mm, 5 mm, 5.5 mm from the workpiece surface, using the Magnaflux Yoke tool. Y-2 ac with ferromagnetic particle medium to define boundaries. From the test results, the maximum detected hole depth is 2 mm, the depth of the hole has an effect on the results of this test.

Keywords: Magnetic Particle Inspection, Subsurface Defect

DAFTAR ISI

JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
SURAT TUGAS	iii
HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAKSI	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan	4
1.5. Manfaat	4
1.6. Sistematika Penulisan Laporan	5
BAB II	6

TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Dasar Pengujian Partikel Magnetik.	6
2.1.1 Prinsip Magnetasi.	8
2.1.2 Kemagnetan Sisa.	10
2.2. Magnaflux Yoke Y-2 AC.....	11
2.3. Metode Magnetisasi.....	14
2.4. <i>Subsurface Defect</i>	15
2.5 Material baja Karbon Rendah	15
BAB III.....	17
PROSEDUR PELAKSANAAN PENGUJIAN.....	17
3.1. Tahapan Pengujian.....	17
3.2. Identifikasi Masalah.....	18
3.3. Studi Literatur dan Perencanaan.....	18
3.4. Proses Pembuatan Spesimen	19
3.4.1. Pengukuran letak pembuatan lubang	21
3.4.2. Proses Pembuatan Lubang Cacat Buatan.....	22
3.4.3 Pengukuran Hasil Pembuatan Lubang.....	24
3.5. Langka Pengujian Dengan Yoke y-2 AC.....	25
3.3.1 Persiapan Alat.	25
3.3.2 Prosedur Pengujian.....	31
3.6. Analisa Hasil Pengujian	35

3.7. Menentukan Kesimpulan dan Saran	36
BAB IV	37
HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1. Hasil Pengujian.....	37
4.2. Analisa dan Pembahasan.....	39
BAB V.....	44
KESIMPULAN DAN SARAN	44
5.1. Kesimpulan.....	44
5.2. Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Prinsip Magnetic Particle Inspection (MPI)</i>	6
Gambar 2. 2 Diskontinuitas.....	7
Gambar 2. 3 Muatan kutub pada magnet.	8
Gambar 2. 4 Arah gaya magnet.....	9
Gambar 2. 5 Sketsa magnetograph.	10
Gambar 2. 6 Magnaflux yoke Y-2 AC.....	11
Gambar 2. 7 Bagian - bagian alat	12
Gambar 2. 8 <i>Dry particle</i>	14
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> pelaksanaan pengujian	17
Gambar 3. 2 Tampak atas desain spesimen.....	19
Gambar 3. 3 Tampak depan desain spesimen	20
Gambar 3. 4 Proses pembersihan karat.....	20
Gambar 3. 5 Proses pemotongan sesuai ukuran yang ditentukan.....	20
Gambar 3. 6 Bahan uji yang sudah selesai.....	21
Gambar 3. 7 Desain lubang pada benda uji.....	21
Gambar 3. 8 Desain spesimen yang sudah dilakukan pengeboran.....	22
Gambar 3. 9 Benda kerja yang tandai dengan penitik	22
Gambar 3. 10 Panjang mata bor 60 mm.....	23
Gambar 3. 11 Diameter mata bor 3 mm.....	23
Gambar 3. 12 Mesin bor duduk yang digunakan.....	23
Gambar 3. 13 Berlangsungnya proses pengeboran.....	24
Gambar 3. 14 Diameter lubang 3mm.....	24
Gambar 3. 15 Jarak antar lubang 3cm.	24

Gambar 3. 16 Kedalaman lubang dari permukaan 0.5mm.....	25
Gambar 3. 17 Kedalaman dari permukaan lubang 4mm.....	25
Gambar 3. 18 Magnaflux Yoke Y-2 AC.....	26
Gambar 3. 19 Kabel Yang belum terpasang.....	26
Gambar 3. 20 Kabel yang sudah terpasang.....	27
Gambar 3. 21 Plug.....	27
Gambar 3. 22 Blok 4.5 Kg.....	28
Gambar 3. 23 Proses kalibrasi.....	28
Gambar 3. 24 Proses pengujian.....	28
Gambar 3. 25 Alat yang sudah rapi dan bersih.....	29
Gambar 3. 26 Partikel Kering.....	29
Gambar 3. 27 Blok Kalibrasi 4,5 KG.....	30
Gambar 3. 28 Blok Kalibrasi yang Bisa Terangkat.....	30
Gambar 3. 29 Alas.....	30
Gambar 3. 30 Proses Pembersihan.....	31
Gambar 3. 31 Alas.....	32
Gambar 3. 32 Proses penaburan partikel dan guna.....	32
Gambar 3. 33 Proses Magnetasi.....	33
Gambar 3. 34 Partikel magnetik.....	33
Gambar 3. 35 Penerapan serbuk magnetik.....	34
Gambar 3. 36 Penamampakan indikasi cacat yang terjadi.....	34
Gambar 3. 37 Pembersihan Alat Setelah Digunakan.....	35
Gambar 4. 1 Grafik panjang cacat terdeteksi.....	40
Gambar 4. 2 Grafik lebar cacat terdeteksi.....	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi alat	13
Tabel 4. 1 Hasil pengujian.....	38

LAMPIRAN

Lampiran 1 Berat blok kalibrasi.	47
Lampiran 2 Gambar desain spesimen	47
Lampiran 3. Uji Kandungan Material.	48

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pelat berbahan baja karbon rendah yang sering digunakan pada kegiatan industri haruslah sesuai standar untuk menjaga kualitasnya, baik dari komposisi material, dimensi maupun kondisi fisik pelat tersebut. Kondisi pelat memang tidak terlepas dari cacat yang mungkin terjadi karna berbagai macam sebab. Hal tersebut dapat terjadi pada permukaan (*surface*) dan dibawah permukaan (*subsurface*). Cacat yang terjadi dipermukaan dapat dikenali dengan dilakukannya pengamatan secara *Visual Inspection*. Lain hal dengan yang terjadi dibawah permukaan haruslah dengan metode lain salah satunya yang sering digunakan adalah *Non-destructive Testing* (NDT) berguna untuk mendeteksi ada tidaknya cacat yang terjadi.

Tidak hanya pengujian *Non-destructive Testing* (NDT) kita juga bisa menggunakan metode lain seperti *destructive Testing* yaitu pengujian yang dilakukan dengan cara merusak suatu benda guna menentukan kualitasnya tetapi metode tersebut tidak bisa digunakan pada semua kondisi karena harus melihat aspek keamanan dan keselamatan bagi lingkungan sekitar karena melihat dari bagaimana metode ini ketika digunakan dengan cara merusak, maka dipilih metode lain yang relatif mudah dan sederhana yaitu dengan *Magnetic Particle Inspection* (*MPI*) yang termasuk salah satu bagian dari metode *Non-Destructive Testing* , dan dapat mendeteksi pada kondisi cacat yang tidak memungkinkan dilakukan pengujian seperti *destructive Testing* pada benda kerja yang khususnya bersifat

feromagnetik. Pada prinsipnya *Magnetic Particle Inspection (MPI)* adalah metode pengujian tanpa merusak benda kerja yang akan diuji dengan menggunakan bantuan medan magnet yang bergerak dari kutub utara menuju kutub selatan sesuai dengan sifat alami dari magnet itu sendiri, kemudian dari hal tersebut kita dapat mengetahui cacat yang terjadi dengan melihat penampakan diskontinuitas menggunakan suatu media partikel magnetik yang memiliki daya tarik magnet. Ada berbagai macam alat yang digunakan Untuk menunjang metode tersebut contohnya alat yang dinamakan Magnaflux Yoke Y-2 AC alat yang akan memagnetasi benda kerja sehingga menampakkan diskontinuitas yang timbul karna adanya cacat yang terjadi.

Terbatasnya referensi mengenai bagaimana identifikasi hasil data alat Magnaflux Yoke Y-2 AC dalam mendeteksi cacat terutama yang terjadi dibawah permukaan (*subsurface*) pada baja karbon rendah yang pada dasarnya memiliki sifat feromagnetik yang baik karena perbedaan kandungan besi dan kandungan karbon dimana kandungan karbon yang lebih rendah, material ini juga relatif cukup sering digunakan pada kegiatan industri baja mulai dari kelas menengah hingga keatas.. Dari hal tersebut lah yang melatar belakangi mengapa saya mengambil judul “Identifikasi Hasil Pengujian Magnaflux Yoke Y-2 Ac (*Magnetic Particle Inspection*) Pada *Subsurface Defects* Material Baja Karbon Rendah” sebagai judul tugas akhir saya guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya.

1.2. Rumusan Masalah

Dalam penulisan laporan tugas akhir saya yang “Identifikasi Hasil Pengujian Magnaflux Yoke Y-2 Ac (*Magnetic Particle Inspection*) Pada *Subsurface Defects* Material Baja Karbon Rendah” memiliki Dua rumusan masalah, yaitu:

1. Berapakah kedalaman maksimum, Magnaflux Yoke Y-2 AC dalam membaca cacat yang terjadi dibawah permukaan (*Subsurface defects*) material baja karbon rendah?
2. Bagaimana pengaruh variasi jarak kedalaman lubang cacat buatan, terhadap partikel feromagnetik sebagai media untuk mengidentifikasi cacat yang terdapat pada benda kerja ?

1.3. Batasan Masalah

Mengenai penulisan laporan tugas akhir yang saya kerjakan, dengan judul “Identifikasi Hasil Pengujian Magnaflux Yoke Y-2 Ac (*Magnetic Particle Inspection*) Pada *Subsurface Defects* Material Baja Karbon Rendah” saya memiliki ketentuan untuk batasan masalah, agar lebih fokus dan memudahkan dalam memahami permasalahan yang sedang di bahas, antara lain:

1. Proses Identifikasi cacat dibawah permukaan (*subsurface*) dengan metode *Magnetic Particle Inspection (MPI)* menggunakan Magnaflux Yoke Y-2 AC.
2. Identifikasi difokuskan pada cacat yang terjadi dibawah permukaan (*subsurface*) yang ditentukan pada kedalaman tertentu dengan variasi jarak kedalaman yang berbeda.

3. Hasil identifikasi metode *Magnetic Particle Inspection (MPI)* dengan menggunakan Magnaflux Yoke Y-2 dalam mendeteksi indikasi cacat.

1.4. Tujuan

Mengenai penulisan laporan tugas akhir yang saya kerjakan dengan judul “Identifikasi Hasil Pengujian Magnaflux Yoke Y-2 Ac (*Magnetic Particle Inspection*) Pada *Subsurface Defects* Material Baja Karbon Rendah” memiliki 2 tujuan, antara lain:

1. Mengetahui kedalaman maksimum dari cacat dibawah permukaan (*subsurface*) yang dapat teridentifikasi oleh Magnaflux Yoke Y-2 AC.
2. Mengetahui bagaimana pengaruh variasi jarak kedalaman lubang cacat buatan terhadap partikel feromagnetik sebagai media indikasi cacat yang terdapat pada benda kerja.

1.5. Manfaat

Manfaat yang didapat dari tugas akhir saya yan berjudul “Identifikasi Hasil Pengujian Magnaflux Yoke Y-2 Ac (*Magnetic Particle Inspection*) Pada *Subsurface Defects* Material Baja Karbon Rendah” adalah, antara lain:

1. Mendapatkan pemahaman lebih tentang metode *Magnetic Particle Inspection (MPI)* dengan menggunakan Magnaflux Yoke Y-2 AC.
2. Mengetahui cara penggunaan alat Magnaflux Yoke Y-2 AC.
3. Mengetahui bagaimana identifikasi cacat yang terjadi terutama indikasi cacat dibawah permukaan (*subsurface*).

1.6. Sistematika Penulisan Laporan

Sistematika laporan tugas akhir dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Penjelasan mengenai latar belakang permasalahan, tujuan dari tugas akhir, batasan masalah, dan sistematika penulisan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang uraian dasar teori tentang metode *Magnetic Particle inspection* (MPI) menggunakan Magnaflux Yoke Y-2 AC..

BAB III PROSEDUR PELAKSANAAN TUGAS AKHIR

Memberikan penjelasan mengenai proses kerja dalam penelitian berupa persiapan pengujian, metode pengujian, alat dan bahan, dan proses pengujian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang data hasil pengujian tentang kedalaman maksimum pada cacat yang dapat dideteksi alat AC Yoke dan analisis hasil pengujian yang telah dilakukan.

BAB V PENUTUP

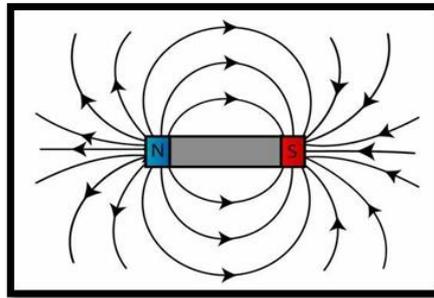
Berisi kesimpulan dan saran mengenai pokok-pokok penting yang diperoleh selama pengujian dari permasalahan tugas akhir ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Dasar Pengujian Partikel Magnetik.

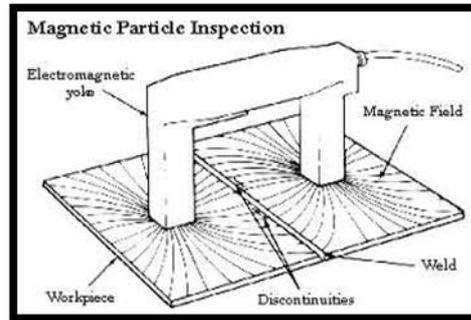
Metode partikel magnetik merupakan pengujian yang dilakukan tanpa merusak benda kerja yang akan diuji, yang diterapkan sesuai prosedur untuk menemukan diskontinuitas permukaan (*surface*) dan bawah permukaan (*subsurface*) pada benda kerja yang bersifat feromagnetik yaitu bahan yang dapat dimagnetisasi sehingga memungkinkan proses indentifikasi menjadi efektif, menggunakan bantuan medan magnet yang bergerak dari kutub utara menuju kutub selatan sesuai dengan sifat alami dari magnet itu sendiri.



Gambar 2. 1 Prinsip *Magnetic Particle Inspection (MPI)*.

(Sumber : <https://brainly.co.id>)

Kemudian dari hal tersebut kita dapat mengetahui cacat yang terjadi dengan melihat penampakan diskontinuitas yang tegak lurus terhadap arah dari medan magnet yang mengakibatkan kebocoran medan magnet (*leakage field*) yang akan terlihat karena bantuan partikel magnetik pada bagian atas permukaan benda kerja yang sedang diuji kemudian dari hal itu kita bisa mengindikasikan cacat yang terjadi. (Betz, 2000).



Gambar 2. 2 Diskontinuitas

(Sumber : <https://wahanatirtachemindo.com>)

Kelebihan metode MPI :

- Rentan waktu pengujian relatif cepat.
- Biaya yang diperlukan relatif rendah.
- Hasil pengujian dapat dilihat secara langsung.
- Pengujian dapat dilakukan lebih cepat karena operator dapat dilatih dengan mudah karena metode yang sederhana. (Lovejoy, 1993).

Kekurangan metode MPI :

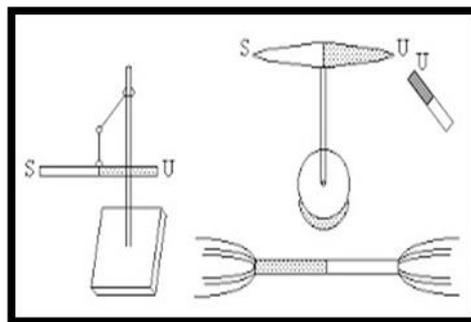
- Terbatas pada benda bersifat feromagnetik.
- Kurang efektif pada cacat dibawah permukaan.
- Benda uji mengharuskan di *demanetization* setelah sebelumnya dimagnetisasi. (Lovejoy, 1993).

2.1.1 Prinsip Magnetasi.

Magnetisasi merupakan proses saat sebuah bahan yang memiliki sifat magnetik yang diposisiakan dalam suatu bidang magnetik yang akan menjadi magnet untuk tujuan tertentu. Keberhasilan proses ini ditentukan kekuatan medan magnet yang sudah disesuaikan dengan jenis dan kondisi bahan yang akan dimagnetisasi. Ada beberapa poin penting magnetasi, yaitu :

- Muatan Kutub

Ada berbagai macam prinsip dasar magnetisasi yang bisa ditarik kesimpulan dengan pengamatan yang sederhana dari batang magnet dan hubungannya dengan bahan yang bersifat feromagnetik. Menggantung batang magnet pada sumbunya, maka magnet yang digantung tersebut akan menyesuaikan posisinya dengan medan magnet bumi kemudian salah satu ujung mengarah ke utara dan lainnya mengarah ke selatan. Jika hasil penunjukan arah utara, maka bagian ujung dari batang itu disebut "kutub utara" dan sisi yang lain disebut "kutub selatan." (Hellier, 2003).



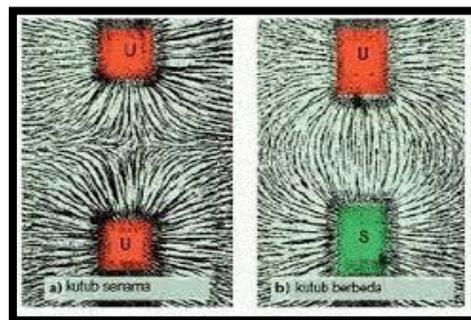
Gambar 2. 3 Muatan kutub pada magnet.

(Sumber : <http://fisikaramon.blogspot.com>)

- Gaya Magnet.

Saat kutub utara dari magnet diletakkan berdekatan dengan kutub selatan, akan saling tarik menarik satu sama lain. Jika semakin didekatkan, maka semakin kuat gaya tarikannya dan begitu pula sebaliknya, namun jika sama-sama dua buah kutub utara dan kutub selatan didekatkan maka akan saling bertolakan. Sehingga diperoleh kesimpulan bahwa “kutub yang sama akan saling bertolakan, sedangkan kutub yang berbeda akan saling tarik menarik”. Sehingga Fenomena magnetisasi bisa didefinisikan “Sebuah gaya tarik atau tolak yang dimiliki terhadap satu sama lainnya, khususnya untuk jenis benda yang memiliki sifat feromagnetik”

(Hellier, 2003)



Gambar 2. 4 Arah gaya magnet.

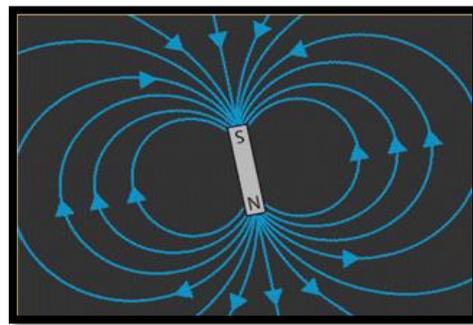
(Sumber : <http://fisikaramon.blogspot.com>)

- Medan magnetik.

Arus magnetik mengarah dari kutub utara menuju ke kutub selatan melewati udara yang terdapat pada sekitar magnet, guna mengakhiri lintasan magnetik, arus akan bergerak dari kutub selatan menuju ke kutub utara. (Hellier, 2003).

- Kerapatan fluks.

Aliran gaya magnetis dinamakan dengan “*magnetic flux*” Gambar dari magnetograf tidak menunjukkan arah dari aliran fluks, tetapi untuk dilihat dari magnetograf yang menunjukkan area maksimum dari konsentrasi fluks (*flux density*) yang berada pada bagian kutub. Definisi konsentrasi fluks sebagai “Jumlah garis gaya per unit area.” unit area yang dimaksud adalah mengambil perpotongan memanjang dari garis gaya. Mengukur *flux density* dengan *Gauss* atau *Tesla*, *Gauss* merupakan ukuran satuan dan *flux density* yang di simbolkan dengan “ β ” (beta). (Hellier, 2003).



Gambar 2. 5 Sketsa magnetograph.

(Sumber : <https://www.windows2universe.org>)

2.1.2 Kemagnetan Sisa.

Setelah proses dimagnetisasi, bahan akan secara alami mempertahankan sejumlah sifat kemagnetan dari fenomena itu lah dikenal sebagai “kemagnetan sisa”. Tolak ukur besarnya magnet sisa ini ditentukan oleh sifat magnetik dari sebuah material tersebut. Faktor penting lainnya berupa kekuatan, arah, dan dari tipe gaya magnetisasi yang digunakan, termasuk bentuk geometri dari benda.

Leakage field dari sisa magnetisasi bisa menjadi begitu kuat apabila telah dimagnetisasi secara longitudinal. Tetapi, bidang *fluks* yang bocor dapat dengan

mudah dikenali dan diukur menggunakan *Hall-Effect Probe* dan *DC gaussmeter* atau benda yang telah dimagnetisasi longitudinal relatif lebih mudah didemagnetisasi daripada benda yang mengandung unsur sisa dari bidang *circular* atau keliling. (Mix, 2005).

Yoke Demagnetisasi yaitu Proses demagnetisasi dengan menggunakan yoke yang dapat diaplikasikan menggunakan arus AC atau arus DC. Penggunaan demagnetisasi dengan yoke diperlukan apabila tidak dimungkinkan menggunakan metode lainnya.

Pada beberapa kasus, metode demagnetisasi dengan yoke relatif lebih efektif dari pada menggunakan kumparan, karena untuk material yang memiliki gaya koersif yang lebih tinggi dapat dimagnetisasi dengan lebih berkonsentrasi pada medannya. (Betz, 2000)

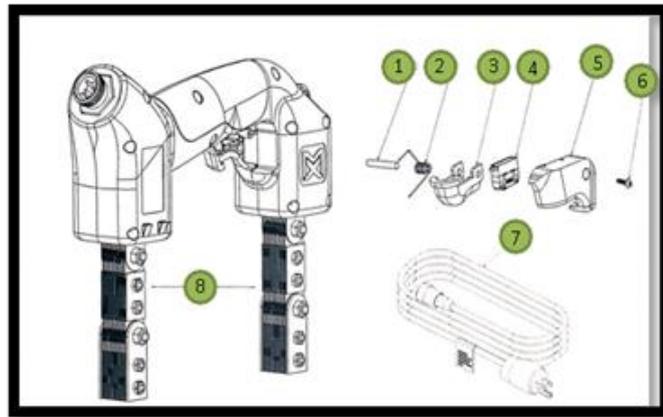
2.2. Magnaflux Yoke Y-2 AC.

Yoke merupakan alat yang didalamnya berisi kumparan (*coil*) yang kemudian dialiri arus AC yang akan menghasilkan medan magnet yang berfungsi menampakkan diskontinuitas pada benda kerja yang sedang diuji sehingga dapat teridentifikasi cacat yang terdapat pada benda kerja tersebut.



Gambar 2. 6 Magnaflux yoke Y-2 AC.

(Sumber : <https://www.magnaflux.com/NA/EN.htm>)



Gambar 2. 7 Bagian - bagian alat

(Sumber : *Manual Book*)

Keterangan :

1. *Pin, Dowel*
2. *Spring, Torsion*
3. *Actuator Switch Y-2*
4. *Switch Y-2*
5. *Cover Y-2 Switch*
6. *Screw*
7. *Cord Assembly*
8. *Leg & Foot Assembly*

Arus AC relatif paling sering digunakan untuk sumber tenaga, melakukan pengujian *particle magnetic*. Arus AC mempunyai kemampuan penetrasi yang kecil tetapi sensitifitas yang sangat tinggi untuk mendeteksi diskontinuitas permukaan (*surface*). arus AC mempunyai arah bolak-balik, dan medan magnetnya relatif menggetarkan maupun membuat partikel besi bergerak. Hal ini

menyebabkan partikel besi relatif lebih responsif terhadap kebocoran medan magnet arus bolak-balik. (Smilie, 2000).

Tabel 2. 1 Spesifikasi alat

<i>SPESIFICATIONS</i>	
<i>Waveform</i>	<i>AC</i>
<i>Magnetic Field</i>	<i>7.1 kA / m at min pole spacing 2.0 kA / m at 5 in / 127 mm spacing 1.4 kA / m at max pole spacing</i>
<i>Lift Strength</i>	<i>>10 lb / 4.5 kg / 44 N</i>
<i>Leg Span / Pole Spacing</i>	<i>2.5-10.5 in / 6.4-26.7 cm</i>
<i>Leg / Pole Contact Size</i>	<i>1.00 x 0.75 in 25.4 x 19.0 mm</i>
<i>Cord Length</i>	<i>12 ft / 3.6 m</i>
<i>Duty Cycle</i>	<i>50%, maximum on time 90 sec</i>
<i>Handle Temp at Max Duty Cycle</i>	<i><104°F / 40°C</i>
<i>Ingress Protection (EN60529)</i>	<i>IP54</i>
<i>Size</i>	<i>9 X 8.25 X 2.25 X in / 23 x 21 x 6 cm</i>
<i>Weight</i>	<i>4.9 lb / 2.2 kg</i>
	<i>6.2 lb / 2.8 kg (with cord)</i>
<i>Electrical</i>	<i>115V 60Hz 50Hz</i>
	<i>230V 50/60Hz</i>
<i>Environmental</i>	<i>32-120°F (0-49°C), up to 100% RH, up to 16,300 ft / 5,000 m altitude, non condensing</i>

2.3. Metode Magnetisasi

Pengujian yang dimana menggunakan partikel magnetik berupa serbuk kering. Metode ini digunakan pada permukaan (*surface*) benda kerja yang relatif kasar. Menggunakan suhu kerja yang ideal pada suhu kamar 10 C° hingga 55 C° (ASME-V, 2013). Metode ini juga masih bisa diaplikasikan pada suhu tinggi asalkan benda kerja yang akan diuji masih berwujud padat sedangkan untuk suhu rendah relatif kurang cocok dilakukan, karena partikel feromagnetik kering akan basah dan lengket terkena embun kemudian partikel feromagnetik yang baik harus memiliki sifat-sifat permeabilitas yang baik, retentifitas rendah, memiliki bentuk yang bulat sehingga memiliki mobilitas yang tinggi, dan tidak beracun. Faktor cahaya juga mempengaruhi pengujian ini maka dari itu diperlukan cahaya yang baik dimana partikel feromagnetik memiliki warna yang kontras terhadap benda kerja yang akan diuji. Benda kerja yang di magnetisasi ditaburi serbuk partikel magnet dan mengarahkan Yoke pada bagian yang diinginkan secara perlahan-lahan, dan untuk sisa partikel yang berlebih dihilangkan dengan vakum atau ditiup secara perlahan.



Gambar 2. 8 *Dry particle.*

(sumber : <https://www.nde-ed.org>)

2.4. Subsurface Defect

Cacat selain sering terjadi pada permukaan (*surface*), juga bisa terjadi dibawah permukaan (*subsurface*). Cacat pada permukaan dapat dikenali secara *visual*. Tetapi apabila terjadi cacat dibawah permukaan haruslah diperlukan perlakuan khusus.

Dapat dikatakan *subsurface defect* jika cacat itu berada dibawah permukaan benda kerja yang akan diuji. Apabila cacat itu berada di permukaan benda uji yang memiliki lapisan cat dengan ketebalan cat lebih dari 500 mikron, maka dapat diolongkan *subsurface defect* (Leonardo, 2015).

Karena itulah membutuhkan metode pengujian yang sesuai dalam melakukan inspeksi sesuai jenis cacat yang akan diidentifikasi. Cacat ini memiliki beragam macam bentuk yaitu *crack, lamination, hole*. Sering kita temui pada bahan mentah saat proses pembuatan pelat ataupun terjadi akibat pengelasan.

2.5 Material baja Karbon Rendah

Baja AISI 1020 termasuk kedalam jenis baja karbon rendah dengan kandungan unsur karbon (1,40-1,70)% Ni, (0,90-1,40)% Cr, dan (0,20-0,30)% Mo. Baja AISI 1020 setara dengan baja DIN CK22.C22, JIS S20C. Berdasarkan standar AISI (American Iron and Steel Institute) dan DIN CK22.C22, baja AISI 1020 mempunyai komposisi unsur kimia (0,20-0,30)% C, (0,15-0,35)% Si, (0,50-0,70)% Mn, 0,035% P, 0,035% S, (1,40-1,70)% Ni, (0,90-1,40)% Cr, dan (0,20-0,30)% Mo. Baja AISI 1020. Baja AISI 1020 dengan kadar paduannya memungkinkan baja ini untuk dikeraskan dengan perlakuan panas. Salah satu perlakuan panas yang bisa digunakan pada baja ini yaitu proses hardening , dengan

proses ini AISI 1020 bisa mengalami perubahan sifat mekanik. dengan variasi suhu austenisasi pada baja AISI 1020 yang di quenching dengan pelumas/oli (ASM handbook vol.1, 1993)

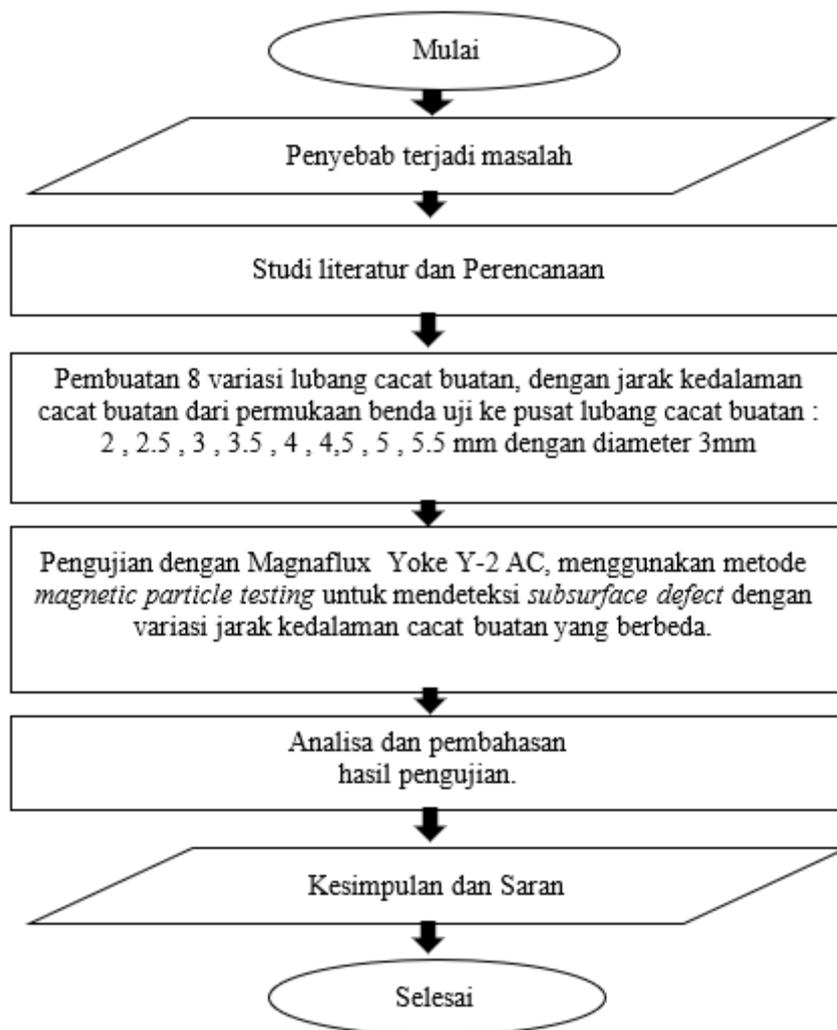
Berdasarkan pengujian yang dilakukan sebagai persiapan awal dalam pengujian telah membuktikan pada bahan yang digunakan adalah baja AISI 1020 termasuk pada baja karbon rendah berdasarkan kandungan unsur karbon yang terdapat pada bahan sebesar 97.9726 % besi (Fe) dan karbon (C) sebesar 0,2537 % yang sudah dilakukannya pengujian kandungan material di PT. Itokoh Ceperindo.

BAB III

PROSEDUR PELAKSANAAN PENGUJIAN

3.1. Tahapan Pengujian

Berikut adalah tahapan kegiatan yang dilakukan pada tugas akhir dalam bentuk *flowchart*.



Gambar 3. 1 *Flowchart* pelaksanaan pengujian

(Sumber : Milik Pribadi)

3.2. Identifikasi Masalah

Metode *Magnetic Particle Inspection (MPI)* menggunakan Magnaflux Yoke Y-2 AC merupakan pengujian yang dapat mengidentifikasi cacat yang berada pada permukaan (*surface*) ataupun dibawah permukaan (*subsurface*). Dimana masih terbatasnya informasi tentang identifikasi hasil Magnaflux Yoke y-2 AC untuk mendeteksi cacat yang terjadi di bawah permukaan (*subsurface*), dan belum disebutkan sampai kedalaman berapa alat ini dapat digunakan dalam mendeteksi cacat yang terjadi dibawah permukaan (*subsurface*). Oleh karena itu pada penelitian ini dibuat sebuah cacat buatan berupa lubang dengan beberapa variasi kedalaman lokasi lubang dibawah permukaan untuk mengetahui sampai kedalaman berapa maksimum cacat dapat terdeteksi Magnaflux Yoke Y-2 AC .

3.3. Studi Literatur dan Perencanaan

Mengumpulkan literatur tentang pengujian tentang *Magnetic Particle Inspection (MPI)* menggunakan Magnaflux Yoke Y-2 AC terhadap identifikasi cacat. Sebagai landasan untuk pengujian tentang sensitivitas pengujian *Magnetic Particle Inspection (MPI)* menggunakan Magnaflux Yoke Y-2 AC dalam mendeteksi cacat yang terjadi dibawah permukaan (*subsurface*) dengan bertambahnya lokasi kedalaman cacat untuk mengidentifikasi hasil alat tersebut dalam mendeteksi cacat buatan.

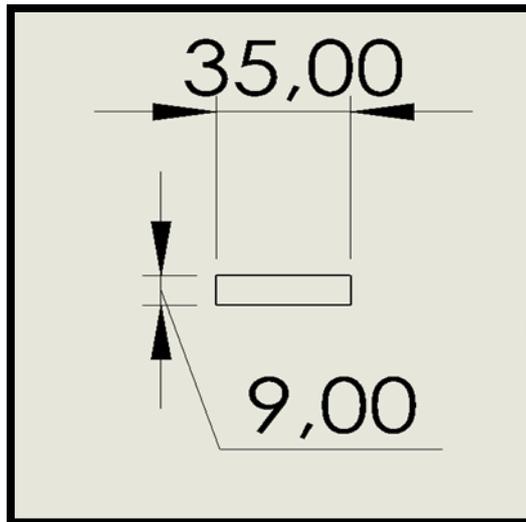
3.4. Proses Pembuatan Spesimen

Spesimen yang diperlukan berukuran 300 x 35 x 9 mm, material menggunakan baja dengan kandungan 97.9726 % besi (Fe) dan karbon (C) sebesar 0,2537 % yang sebelumnya sudah dilakukannya pengujian kandungan material di PT. Itokoh Ceperindo, dari kandungan karbon (C) material yang dipakai dapat digolongkan pada baja karbon rendah, kemudian dipotong sesuai dengan ukuran yang ditentukan menggunakan mesin potong gerinda. Setelah proses pemotongan pelat selesai, selanjutnya dilakukan proses penghalusan dan pembersihan dari sisa-sisa pemotongan pada spesimen dengan menggunakan gerinda, yang nantinya pada *specimen* tersebut akan dibuat 8 lubang menggunakan mesin bor dengan jarak antara masing-masing lubang 30 mm dengan kedalaman lubang yang bervariasi.



Gambar 3. 2 Tampak atas desain spesimen

(Sumber: Milik Pribadi)



Gambar 3. 3 Tampak depan desain spesimen

(Sumber: Milik Pribadi)



Gambar 3. 4 Proses pembersihan karat yang terdapat pada benda uji dengan gerindra.

(Sumber: Milik Pribadi)



Gambar 3. 5 Proses pemotongan sesuai ukuran yang ditentukan.

(Sumber: Milik Pribadi)

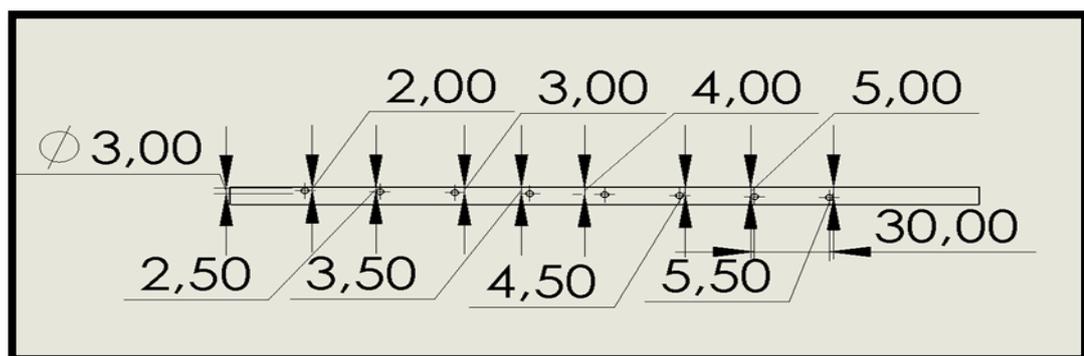


Gambar 3. 6 Bahan uji yang sudah selesai dibersihkan dan dipotong.

(Sumber: Milik Pribadi)

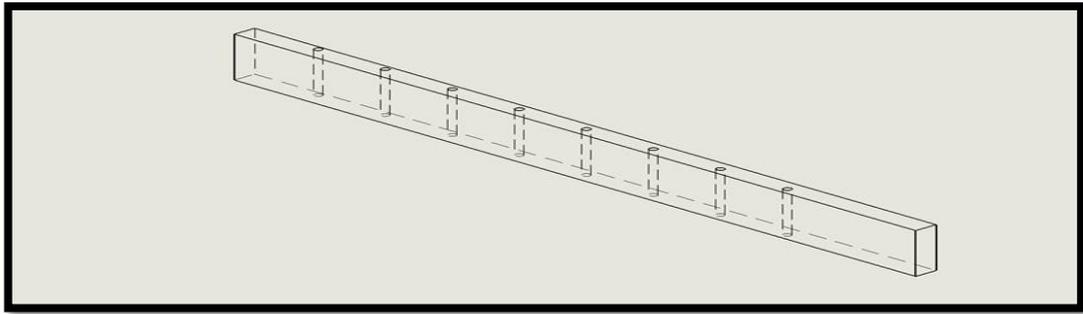
3.4.1. Pengukuran letak pembuatan lubang

Spesimen setelah melalui proses pemotongan sesuai ukuran yang telah ditentukan. Berlanjut ke proses pembuatan lubang cacat buatan dengan dilakukannya pengeboran di beberapa bagian sebanyak 8 buah lubang cacat buatan, berdiameter 3 mm yang disesuaikan dengan mata bor yang digunakan, jarak antara masing-masing lubang terhitung dari pusatnya yaitu 30 mm sedangkan kedalamannya, terhitung dari permukaan spesimen hingga pusat lubang dengan jarak yaitu 2mm, 2,5mm, 3mm, 3.5mm, 4mm, 4.5mm, 5mm, 5.5mm.



Gambar 3. 7 Desain lubang pada benda uji.

(Sumber: Milik Pribadi)



Gambar 3. 8 Desain spesimen yang sudah dilakukan pengeboran.

(Sumber: Milik Pribadi)

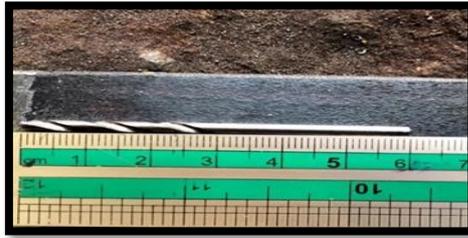


Gambar 3. 9 Benda kerja yang tandai dengan penitik

(Sumber: Milik Pribadi)

3.4.2. Proses Pembuatan Lubang Cacat Buatan.

Proses pengerjaan pembuatan lubang pada spesimen uji menggunakan mesin bor duduk. Pertama yang di lakukan adalah memasang mata bor, perlu diperhatikan dalam penggunaan mata bor kita harus menyesuaikan kondisi bahan yang akan di bor seperti ketebalan dan jenis material yang digunakan, guna menghindari mata bor yang patah saat pengerjaan karena mempertimbangkan kondisi material yang akan digunakan sesuai spesifikasi diatas maka digunakanlah bor dengan diameter 3 mm dengan panjang 60 mm.



Gambar 3. 10 Panjang mata bor 60 mm.

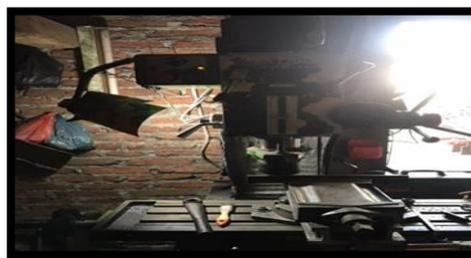
(Sumber: Milik Pribadi)



Gambar 3. 11 Diameter mata bor 3 mm.

(Sumber: Milik Pribadi)

Proses selanjutnya adalah memastikan kondisi mesin dan mata bor telah terpasang dengan baik, setelah itu meletakkan benda uji pada ragum guna ketika dilakukan pengeboran tidak terjadi pergeseran atau ketidaksesuaian ukuran yang sudah ditentukan, hidupkan mesin setelah itu lakukan pengeboran pada benda uji dengan diameter dan jarak antara lubang sesuai ukuran yang sudah ditentukan, lamanya proses pengeboran untuk perlubang yaitu 10 - 13 menit karena harus dilakukan secara perlahan supaya mata bor tidak patah dan hasil lubang lebih presisi.



Gambar 3. 12 Mesin bor duduk yang digunakan.

(Sumber: Milik Pribadi)

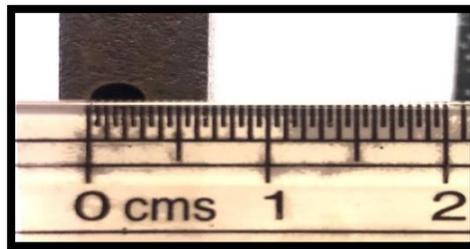


Gambar 3. 13 Berlangsungnya proses pengeboran.

(Sumber: Milik Pribadi)

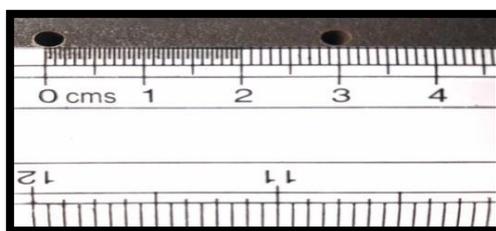
3.4.3 Pengukuran Hasil Pembuatan Lubang

Setelah dilakukan pembuatan lubang, akan dilakukan pengukuran ulang. Hal ini untuk memastikan bahwa posisi lubang cacat buatan telah sesuai dengan posisi yang ditentukan, setelah itu dilakukan penomeran yang diurut mulai kedalaman terkecil untuk mempermudah identifikasi saat pengujian.



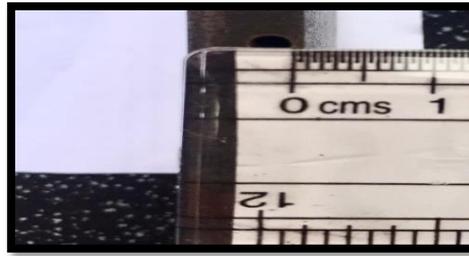
Gambar 3. 14 Diameter lubang 3mm.

(Sumber: Milik Pribadi)



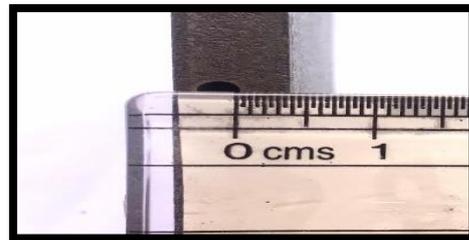
Gambar 3. 15 Jarak antar lubang 3cm.

(Sumber: Milik Pribadi)



Gambar 3. 16 Kedalaman lubang dari permukaan 0.5mm.

(Sumber: Milik Pribadi)



Gambar 3. 17 Kedalaman dari permukaan lubang 4mm.

(Sumber: Milik Pribadi)

3.5. Langkah Pengujian Dengan Yoke y-2 AC

3.3.1 Persiapan Alat.

A. Magnaflux Yoke Y-2 AC.

Yoke merupakan alat yang didalamnya berisi kumparan (*coil*) yang kemudian dialiri arus AC yang akan menghasilkan medan magnet yang berfungsi menampilkan diskontinuitas pada benda kerja yang sedang diuji sehingga dapat diidentifikasi cacat yang terjadi dengan memanfaatkan prinsip magnetisasi yang merupakan proses saat sebuah bahan yang memiliki sifat magnetik yang diposisikan dalam suatu bidang magnetik yang akan menjadi magnet untuk tujuan tertentu. Keberhasilan proses ini ditentukan kekuatan medan magnet yang sudah disesuaikan dengan jenis dan kondisi bahan yang akan dimagnetisasi.

Ada beberapa poin penting magnetasi, yaitu :

- Muatan kutub.
- Gaya magnet.
- Medan magnet.
- Kerapatan fluks.

Pertama dalam penggunaan alat ini cek semua kelengkapan dan pastikan dalam kondisi yang baik dan pahami juga prosedur penggunaan alat ini, sebagai berikut:

1. Cek kelengkapan alat.

Pastikan alat yang diperlukan tersedia didalam tempat penyimpanan alat tersebut dan tidak ada yang kurang agar tidak menghambat proses pengujian.



Gambar 3. 18 Magnaflux Yoke Y-2 AC.

Sumber: (Milik Pribadi)

2. Pemasangan kabel ke yoke Y-2.



Gambar 3. 19 Kabel Yang belum terpasang.

(Sumber: Milik Pribadi)



Gambar 3. 20 Kabel yang sudah terpasang.

(Sumber: MilikPribadi)

3. Menyesuaikan Plug yang akan di gunakan.

Ada 2 macam steker, steker 3 kaki dan steker 2 kaki gunakan sesuai kebutuhan.



Gambar 3. 21 Plug.

(Sumber: Milik Pribadi)

4. Kalibrasi alat.

Persiapan alat Magnaflux Yoke Y-2 AC yaitu kalibrasi. Menurut standar ASTM E709-08, sebuah yoke *alternating current* (AC) setidaknya dapat mengangkat beban sebesar 10 lbs (4.5 kg). Kalibrasi alat ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan Magnaflux Yoke Y-2 dalam memenuhi standar untuk melakukan pengujian.



Gambar 3. 22 Blok 4.5 Kg.

(Sumber: Milik Pribadi)



Gambar 3. 23 Proses kalibrasi

(Sumber: Milik Pribadi)

5. Pengujian.

Tahapan dimana dilakukan proses pengujian guna mendapatkan data yang akurat tentang hasil pengujian Magnaflux Yoke Y-2 AC.



Gambar 3. 24 Proses pengujian.

(Sumber: Milik Pribadi)

6. Pembersihan alat setelah digunakan.

Setelah hasil di dapat, bersihkan dan rapikan seperti kondisi semula.



Gambar 3. 25 Alat yang sudah rapi dan bersih.

(Sumber: Milik Pribadi)

B. Partikel untuk metode kering (*Dry Method*).

Partikel kering merupakan media yang dipergunakan untuk menampakkan diskontinuitas yang berupa serbuk partikel bersifat feromagnetik sehingga kita dapat mengidentifikasi cacat yang terjadi pada benda kerja.



Gambar 3. 26 Partikel Kering.

(Sumber: Milik Pribadi)

C. Blok kalibrasi.

Blok kalibrasi merupakan media untuk mengkalibrasi alat yang akan digunakan untuk pengujian dengan standar minimal berat blok kalibrasi yang harus diangkat sesuai dengan standarnya yaitu 4.5 Kg.



Gambar 3. 27 Blok Kalibrasi 4,5 KG.

(Sumber: Milik Pribadi)



Gambar 3. 28 Blok Kalibrasi yang Bisa Terangkat.

(Sumber: Milik Pribadi)

D. Alas untuk tempat pengujian.

Alas yang digunakan untuk tempat pengujian berguna untuk mengumpulkan serbuk agar tidak tercecer dan bisa digunakan untuk pengujian berikutnya dan juga untuk menstabilkan spesimen yang akan diuji.



Gambar 3. 29 Alas.

(Sumber: Milik Pribadi)

3.3.2 Prosedur Pengujian.

1. Pencahayaan.

Hal ini dilakukan supaya evaluasi untuk meneliti bentuk *discontinuity* yang teridentifikasi pada benda yang uji dapat dilakukan secara maksimal atau melakukannya pada kondisi lingkungan yang cukup terang dan pencahayaan yang baik sehingga indra pengelihatan kita dapat mengenali bentuk *discontinuity* yang terjadi.

2. Persiapan permukaan.

Kondisi bagian permukaan harus diperhatikan, jaga kondisinya dalam keadaan kering dan bersih dari segala kotoran yang bisa mengganggu proses inspeksi contohnya karat, oli/gemuk, debu dll yang dapat teridentifikasi sebagai indikasi palsu.



Gambar 3. 30 Proses Pembersihan.

(Sumber: Milik Pribadi)

3. Persiapan Alas.

Setelah kondisi permukaan bersih dan kering maka dilakukan peletakan permukaan pada alas yang disediakan pastikan alas juga dalam kondisi bersih dan

permukaannya rata, supaya benda uji lebih stabil pada saat berlangsung pengujian dan serbuk feromagnetik tidak tercecer.



Gambar 3. 31 Alas.

(Sumber: Milik Pribadi)

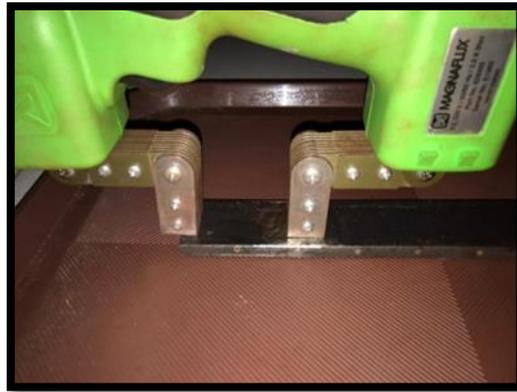


Gambar 3. 32 Proses penaburan partikel dan guna menampung sisa partikel yang tercecer.

(Sumber: Milik Pribadi)

4. Magnetisasi Benda Uji.

Magnetisasi benda yang akan diuji bertujuan untuk menarik serbuk *ferromagnetic* yang nantinya serbuk tersebut akan menjadi media yang menampilkan adanya *discontinuity* pada benda yang akan diuji, sehingga dapat menganalisa hasil dari pengujian dan menarik kesimpulannya.



Gambar 3. 33 Proses Magnetasi.

(Sumber: Milik Pribadi)

5. Aplikasi *Particle Ferromagnetic*.

Aplikasi serbuk yang ditabur diatas permukaan benda yang akan diuji dan dilakukan selama arus magnetisasi menyala. Yoke harus diletakkan pada posisi permukaan benda kerja yang akan diuji, dan partikel feromagnetik ditabur pada permukaan diantara kaki-kaki Yoke.



Gambar 3. 34 Partikel magnetik.

(Sumber: Milik Pribadi)

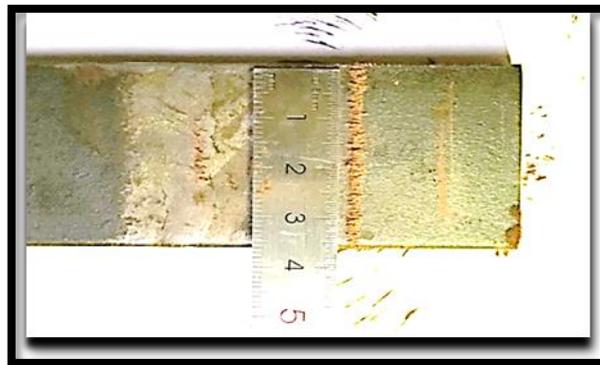


Gambar 3. 35 Penerapan serbuk magnetik.

(Sumber: Milik Pribadi)

6. Interpretasi

Setelah mengetahui indikasi cacat dan diketahui lokasinya, kemudian diinterpretasikan. Penyebab dan pengaruh indikasi terhadap partikel atau benda yang diuji harus ditentukan, untuk tahap ini indikasi tersebut dikelompokkan menjadi indikasi asli dan indikasi palsu.



Gambar 3. 36 Penamampakan indikasi cacat yang terjadi.

(Sumber: Milik Pribadi)

- Indikasi Palsu : Disebabkan jika serbuk ferromagnetic terkumpul dan tertahan oleh mekanis atau gravitasi. Dapat juga disebabkan permukaan benda yang akan diuji memiliki relatif kasar.
- Indikasi Asli : diakibatkan karena diskontinuitas permukaan yang sudah diinterpretasikan bukan indikasi palsu. Indikasi ini seharusnya dievaluasi

penyebabnya hingga pada pengaruh yang dapat ditimbulkannya pada umur pakai komponen. Penting yang harus diperhatikan bahwa cakupan indikasi asli merupakan diskontinuitas, tetapi tidak semua diskontinuitas tergolong cacat. Indikasi permukaan menampilkan pola yang nyata dan jelas.

7. Pembersihan Benda Uji dan Alat

Benda yang sudah diuji dan kita telah memperoleh data yang diinginkan selanjutnya akan masuk ketahap pembersihan guna mengurangi resiko kerusakan komponen alat uji ataupun benda yang diuji.



Gambar 3. 37 Pembersihan Alat Setelah Digunakan.

(Sumber: Milik Pribadi)

3.6. Analisa Hasil Pengujian

Setelah dilakukan pengujian alat Magnaflux Yoke Y2 AC dengan metode *magnetic particle inspection (MPI)*, dilakukan analisa hasil setelah pengujian dengan data yang telah diperoleh selama pengujian berlangsung. Sehingga didapat kesimpulan berapa jarak maksimum hasil cacat yang dapat dideteksi. berikut.

3.7. Menentukan Kesimpulan dan Saran

Dengan adanya hasil yang diperoleh setelah melewati beberapa tahapan pengujian maka dengan demikian dapat menarik kesimpulan dan memberikan saran terhadap hasil uji identifikasi Magnaflux Yoke Y2-AC dalam mendeteksi hasil pengujian cacat buatan yang terdapat dibawah permukaan (*subsurface*).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

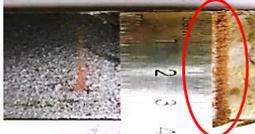
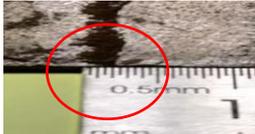
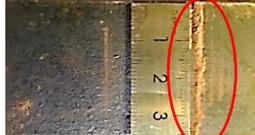
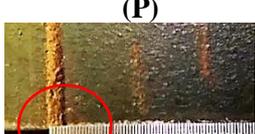
4.1. Hasil Pengujian

Untuk proses pengujian, Magnaflux Yoke Y-2 AC sehingga dapat diidentifikasi hasil pengujian dari alat ini untuk mendeteksi lokasi lubang cacat buatan yang berada dibawah permukaan. Hal ini di pengaruhi oleh kedalaman cacat yang terdapat pada spesimen, *lifting power* dan kondisi Yoke yang dipakai. Oleh karena itu, Yoke harus di kalibrasi secara berkala sesuai intensitas pemakaian.

Pengujian dilakukan dengan Magnaflux Yoke Y-2 AC telah terkalibrasi, dan dilakukan pengkajian dengan prosedur pengujian yang sesuai, ini bertujuan supaya dalam proses pengujian bisa dilakukan secara optimal.

Pada jenis Magnaflux Yoke Y-2 AC mampu untuk menampilkan kondisi cacat pada kedalaman 3.5 mm. Pada kasus tertentu benda uji tidak menampilkan cacat yang disebabkan benda kerja yang akan diuji terdapat lapisan *non conductive coating*, lapisan ini merupakan suatu bahan yang tidak dapat menghantarkan medan magnet, yang mengakibatkan pada ketebalan lapisan tertentu, cacat tidak dapat dimunculkan dan sulit teridentifikasi.

Tabel 4. 1 Hasil pengujian

NO	GAMBAR PENGUJIAN	UKURAN (mm)	PANJANG CACAT (mm)	LEBAR CACAT (mm)	KETERANGAN
1	 <p>(P)</p>  <p>(L)</p>	2	35	2.5	TERDETEKSI
2	 <p>(P)</p>  <p>(L)</p>	2.5	35	2	TERDETEKSI
3	 <p>(P)</p>  <p>(L)</p>	3	35	2	TERDETEKSI
4	 <p>(P)</p>  <p>(L)</p>	3.5	35	2	TERDETEKSI

5		4	--	--	TIDAK TERDETEKSI
6		4.5	--	--	TIDAK TERDETEKSI
7		5	--	--	TIDAK TERDETEKSI
8		5.5	--	--	TIDAK TERDETEKSI

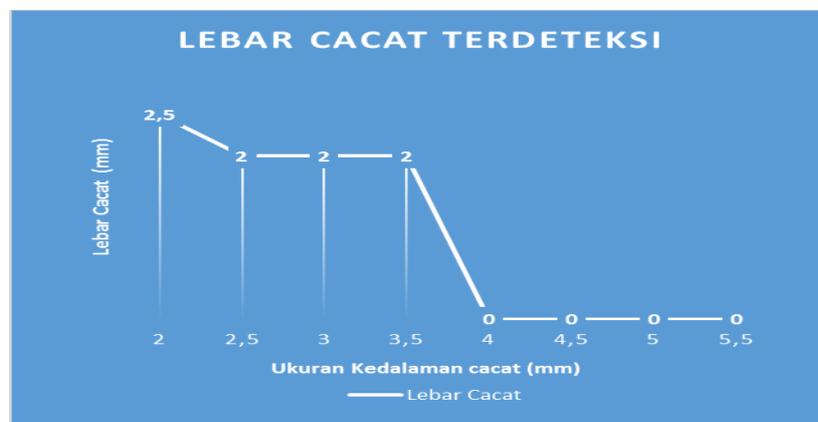
4.2. Analisa dan Pembahasan.

Pengujian ini dilakukan pada 8 variasi jarak kedalaman lubang cacat buatan yang berbeda dari yang terkecil 2 mm hingga yang terbesar 5.5 mm, dan dilakukan sesuai prosedur pengujian yang ada, guna mencapai hasil pengujian yang optimal.



Gambar 4. 1 Grafik panjang cacat terdeteksi

(Sumber: Milik Pribadi)



Gambar 4. 2 Grafik lebar cacat terdeteksi

(Sumber: Milik Pribadi)

Dari gambar 4.1 dan gambar 4.2 diketahui bahwa Magnaflux Yoke Y-2 AC mampu mendeteksi cacat hingga kedalaman 3.5 mm dengan indikasi cacat yang terdeteksi sepanjang 35 mm dan lebarnya 2 mm. Dari data yang didapat saat pengujian diketahui juga bahwa jarak kedalaman cacat dari permukaan benda kerja, berpengaruh pada hasil identifikasi cacat yang dapat terbaca oleh Magnaflux Yoke Y-2 AC, terlihat dari hasil pengujian dengan jarak kedalaman 4 mm dari permukaan kepusat lubang cacat buatan, dimana partikel feromagnetik sebagai media identifikasi cacat yang sudah tidak mampu menampakkan adanya cacat pada benda uji.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan dan saran sebagai berikut :

5.1. Kesimpulan

- Dalam pengujian Magnaflux Yoke Y-2 AC pada material baja karbon rendah kedalaman cacat yang dapat terbaca paling dalam hingga 3.5 mm di bawah permukaan, maka dari itu kedalaman letak cacat sangat mempengaruhi hasil dari alat ini dalam mendeteksi cacat yang terjadi. Cacat bisa kita lihat dari serbuk partikel magnetik yang mengikuti bentuk cacat yang terdapat pada benda kerja, hal ini dibuktikan pada pengujian dimana indikasi cacat terlihat melintang sepanjang 35 mm dan lebarnya 2 mm sesuai bentuk cacat yang sudah dibuat sebelumnya.
- Keberhasilan terdeteksinya indikasi cacat yang terjadi tidak lepas dari peran aktif partikel feromagnetik dan Magnaflux Yoke Y-2 AC sebagai media untuk mengidentifikasi cacat, yang dimana hasil dari identifikasi cacat dipengaruhi juga oleh letak cacat yang terdapat pada benda kerja dimana partikel feromagnetik sudah tidak bisa mengidentifikasai cacat dengan jarak lubang cacat buatan sedalam 4 mm dari permukaan, dimana sebelumnya dengan jarak 3.5 mm masih bisa teridentifikasi cacat yang terdapat pada benda kerja dan juga dapat terlihat perbedaan lebar pada indentifikasi pengujian kedalaman 2mm dan 2,5mm.

5.2. Saran

Dari pengujian Magnaflux Yoke Y-2 AC ada beberapa saran guna meningkatkan optimalisasi pengujian serupa dengan aspek-aspek lain yang belum terealisasi oleh penulis, yaitu:

- Diperlukan pemahaman lebih tentang konsep dasar pengujian NDT dengan metode MPI .
- Melakukan persiapan mulai dari pemahaman yang baik tentang pengujian NDT dengan metode MPI hingga memastikan terjaminnya peralatan yang kita gunakan dalam kondisi yang baik dengan dilakukannya kalibrasi alat sebelum digunakan.
- Penting untuk mematuhi prosedur penggunaan Magnaflux Yoke Y-2 AC dan menjaga kebersihan alat baik pada saat pengujian maupun setelah pemakaian.

DAFTAR PUSTAKA

ASME-V. (2013). Boiler & Pressure Vessel Code, II. Materials, Part D. Properties (Customary). New York: The American Society of Mechanical Engineer.

Betz, C.E. (2000). Principles of Magnetic Particle Testing. United States of America.

Hellier, C. (2003). HANDBOOK OF NONDESTRUCTIVE EVALUATION. USA: The McGraw Hill Companies.

Lovejoy, M.J. (1993). Magnetic Particle Inspection. Netherlands: Springer Netherlands.

Leonardo, P. (2015). Analisa Perbandingan Sensitivitas Metode Magnetic Particle Inspection (MPI) Menggunakan Metode Visible Dry, Visible Wet, dan Wet Fluorescent Terhadap Pendeteksian Panjang Retak pada Permukaan dan Toe Sambungan Las .

Manual Book Magnaflux Yoke Y2, Detail Spesifikasi.

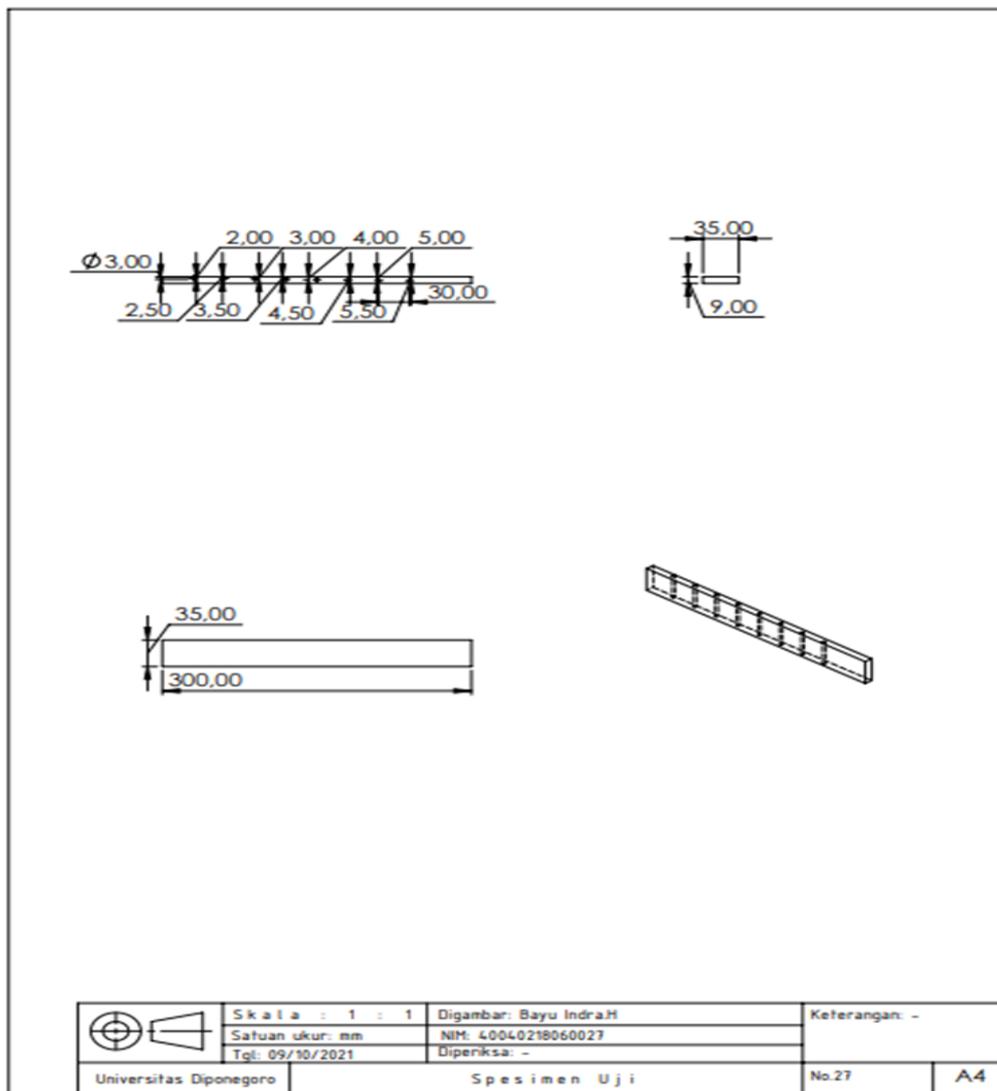
Mix, P.E. (2005). Introduction to Nondesctructive Testing (2nd ed). United States of America.

Smilie, R.W. (2000). Nondestructive testing, Magnetic Particle (Vol 1). United States of America: PH Diversified, Inc.

LAMPIRAN



Lampiran 1 Berat blok kalibrasi.



Lampiran 2 Gambar desain spesimen



PT. ITOKOH CEPERINDO
Stainless Steel & Alloy Steel Casting



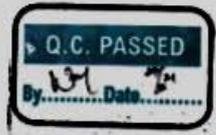
COMPANY : PT. ITOKOH CEPERINDO
 SAMPLE NAME : BAJA CARBON RENDAH
 CUSTOMER : Sdr BAYU INEPA H.
 FURNACE : 232757C02/64
 OPERATOR : MENDY
 DATE / TIME : 27-OCT-2021 14:19:22
 TASK : Conc_Fei METHOD : FEGLFE

	Fe	S	Al	C	Ni	Nb	Si
1	97.9220	0.0292	-0.0065	0.2559	0.0725	0.0017	0.1750
2	98.0220	0.0421	-0.0064	0.2121	0.0792	0.0016	0.1799
AVG	97.9726	0.0407	-0.0064	0.2537	0.0734	0.0017	0.1770
SD	0.07623	0.00763	0.00004	0.03884	0.00023	0.00005	0.00243
SD%	0.07	3.05	1.00	29.19	0.31	3.36	1.37

	Cu	V	Mn	Mo	W	P	Cu
1	0.3208	0.0073	0.6679	0.0191	0.0007	0.0321	0.3228
2	0.3220	0.0075	0.6698	0.0195	0.0007	0.0347	0.3242
AVG	0.3214	0.0074	0.6688	0.0193	0.0007	0.0339	0.3235
SD	0.00092	0.00015	0.00137	0.00028	0.00002	0.00112	0.00097
SD%	0.25	2.03	0.21	1.45	2.32	3.30	0.30

	Ti	N	B	Pb	Sb	Ca	Mg
1	0.0009	0.0088	0.0005	0.0001	0.0094	0.0002	0.0001
2	0.0010	0.0587	0.0005	0.0001	0.0091	0.0008	0.0001
AVG	0.0010	0.0737	0.0005	0.0001	0.0033	0.0005	0.0001
SD	0.00004	0.02132	0.00001	0.00000	0.00017	0.00043	0.00000
SD%	3.74	29.51	2.41	0.00	5.30	82.95	0.00

	Sn	Co
1	0.0054	0.0069
2	0.0056	0.0069
AVG	0.0055	0.0069
SD	0.00015	0.00002
SD%	2.72	0.31



INDONESIA OFFICE & FACTORY : Jl. KH. Hasyim As'ari By Pass Selatan Klaten 57417, Jateng - Indonesia
 Phone : (0272) 324208, 324038, Fax: (324213), E-mail : itokoh@itokoh.co.id

JAPAN OFFICE : 3-22-2 Mologo, Kawaguchi City, Saitama, Japan
 Phone : 81 482 248 401, Fax : 81 482 242070

Lampiran 3. Uji Kandungan Material.