



MAGANG INDUSTRI - VM 191667

***PROSES NON DESTRUCTIVE TEST PADA TORQUE LINK NOSE  
LANDING GEAR PESAWAT CASA 212 DENGAN METHODE  
MAGNETIC TEST DI PT. MERPATI MAINTANANCE FACILITY***

**MOHAMAD FAIQ ASLIKHIL ISLAM  
10211710010006**

**Dosen Pembimbing  
Liza Rusdiyana, ST., MT.  
19800517 201012 2 002**

**Program Studi S1 Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi  
Departemen Teknik Mesin Industri  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
2020**

# **LAPORAN MAGANG INDUSTRI**

***PROSES NON DESTRUCTIVE TEST PADA TORQUE LINK NOSE  
LANDING GEAR PESAWAT CASA 212 DENGAN METHODE  
MAGNETIC TEST DI PT. MERPATI MAINTANANCE FACILITY***



**Disusun oleh :**

Mohamad Faiq Aslikhil Islam  
Nrp. 10211710010006

**Dosen pembimbing :**

Liza Rusdiyana, ST., MT.  
NIP. 19800517 201012 2 002

**PROGRAM STUDI S1 TERAPAN TEKNOLOGI KONVERSI ENERGI**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI**

**FAKULTAS VOKASI**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**SURABAYA**

**2020**

## LEMBAR PENGESAHAN

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Abdul Hamid

NIP : 1743001

Jabatan : Engineering

Menerangkan bahwa mahasiswa

Nama : Mohamad Faiq Aslikhil Islam

NRP : 10211710010006

Departemen : Teknik Mesin Industri

Telah menyelesaikan Magang Industri di

Nama Perusahaan : PT MERPATI MAINTENANCE FACILITY

Alamat : Jl. Raya Bandara Juanda, Sudimoro, Betro, Kec. Sedati,  
Bali, Jawa Timur 61253

Bidang : Maintenance, Repair and Overhaul Airplane

Waktu Pelaksanaan : 14 September 2020 – 14 Januari 2021

Sidoarjo, 07 Januari 2021



Abdul Hamid

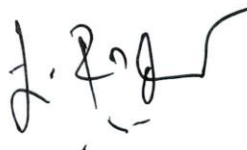
NIP. 1743001

**LEMBAR PENGESAHAN  
DOSEN PEMBIMBING**

Laporan Magang Industri ini dengan Judul  
**PROSES *NON DESTRUCTIVE TEST* PADA *TORQUE LINK*  
*NOSE LANDING GEAR* PESAWAT CASA 212 DENGAN  
*METHODE MAGNETIC TEST* DI PT. MERPATI  
MAINTANANCE FACILITY**

Telah disetujui dan disahkan sebagai Laporan Magang Industri  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Suarabaya  
Pada tanggal 2 Februari 2021

Mengetahui,  
Dosen Pembimbing



**Liza Rusdiyana, ST., MT.**  
NIP 19800517 201012 2 002

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat-Nya sehingga pada kesempatan kali ini, kami dapat menyelesaikan Laporan Magang Industri di PT. Merpati Maintenance Facility

Laporan ini kami susun berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, studi pustaka dan pengumpulan data melalui *interview* (wawancara) beserta diskusi di PT. Merpati Maintenance Facility terhitung mulai 14 September 2020 sampai 14 Januari 2021.

Dalam kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih atas bimbingan, arahan, dan dorongan serta bantuan moril maupun secara materil kepada pihak pihak yang telah membantu sehingga kami dapat menyelesaikan Magang Industri ini dengan baik, kami dengan hormat mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Heru Mirmanto, MT selaku Ketua Departemen Teknik Mesin Industri FV – ITS
2. Ibu Dr. Atria Pradityana, ST, MT selaku koordinator Kerja Praktek Program Studi Departemen Teknik Mesin Industri FV – ITS.
3. Ibu Liza Rusdiyana, ST, MT selaku dosen pembimbing Kerja Praktek Program Studi Departemen Teknik Mesin Industri FV – ITS.
4. PT. Merpati Maintenance Facility yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengikuti proses Magang Industri
5. Bapak Edy Sukendar selaku Manager Human Resource PT. Merpati Maintenance Facility
6. Bapak Mansur Ilyas selaku Manager Workshop PT. Merpati Maintenance Facility
7. Bapak Abdul Hamid Selaku Kepala Workshop Non Destructive Test Shop sekaligus menjadi Pembimbing Lapangan I
8. Bapak Dio Alfa Selaku pembimbing Lapangan II
9. Orang tua tercinta, beliau selalu mendukung kami dalam segala hal terutama doanya sehingga kami mampu menyelesaikan laporan ini.
10. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan Laporan Magang Industri ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu – persatu.

Kami menyadari bahwa dalam laporan ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu kami mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun. Kami berharap semoga laporan ini dapat berguna bagi yang membaca.

**Sidoarjo, 14 Januari 2021**

**Penulis**

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Lembar Pengesahan Pembimbing Lapangan.....	ii
Lembar Pengesahan Pembimbing Departemen.....	iii
Kata Pengantar.....	iv
Daftar Isi.....	v
Daftar Gambar .....	vi
Daftar Tabel.....	vii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Profil Perusahaan .....	1
1.1.1 Visi dan Misi Perusahaan .....	2
1.1.2 Struktur Organisasi.....	2
1.1.3 Startegi Bisnis .....	3
1.1.4 Aspek Manajemen .....	4
1.2 Lingkup Unit Kerja .....	7
1.2.1 Lokasi Magang Industri .....	7
1.2.2 Lingkup Penugasan .....	7
1.2.3 Rencana dan Penjadwalan Kerja.....	8
<b>BAB II DASAR TEORI</b>	
2.1 Non Destructive Test.....	9
2.2 NDT Pada Aircraft Maintanance .....	10
2.3 Aspek Human Dalam Proses NDT .....	11
2.4 Metode dalam NDT .....	12

2.4.1 Visual Inspection.....	13
2.4.2 Penetrant Test.....	14
2.4.3 Magnetic Test.....	21
2.4.4 Edy Current Test .....	24
<b>BAB III AKTIVITAS PENUGASAN MAGANG INDUSTRI</b>	
3.1 Realisasi kegiatan Magang Industri .....	31
3.2 Relevansi Teori dan Praktek.....	39
3.3 Permasalahan .....	40
<b>BAB IV PEMBAHASAN MASALAH</b>	
4.1 Penjelasan Benda Uji .....	42
4.2 Instalasi Pengujian .....	44
4.3 Alat dan Bahan.....	44
4.3.1 Alat .....	44
4.3.1 Bahan Uji .....	46
4.4 Prosedur Pengujian .....	48
4.4.1 Persiapan Pengujian .....	48
4.4.2 Langkah Pengujian.....	48
4.5 Analisa Jenis Cacat .....	53
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan .....	54
5.2 Saran.....	54
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Logo Perusahaan PT. MMF .....	1
Gambar 1.2 Struktur Organisasi PT. MMF.....	3
Gambar 1.3 Hanggar PT. MMF.....	4
Gambar 2.1 Inspector NDT melakukan <i>Visual Inspection</i> .....	13
Gambar 2.2 Proses kapilaritas pada specimen uji .....	15
Gambar 2.3 Langkah Kerja dalam proses Penetrant Test .....	18
Gambar 2.4 Inspector NDT melakukan Penetrant Test Red Dry Penetrant .....	21
Gambar 2.5 Kaidah Tangan Kanan.....	25
Gambar 2.6 Hubungan frekuensi, konduktivitas dan permeabilitas.....	26
Gambar 2.7 Skema Sederhana metode eddy current test.....	28
Gambar 2.8 Test Coil ECT.....	29
Gambar 4.1 <i>Shock Strut</i> .....	42
Gambar 4.2 Sikat Kawat .....	44
Gambar 4.3 Majun .....	44
Gambar 4.4 Yoke.....	45
Gambar 4.5 Back Light Sinar UV .....	45
Gambar 4.6 Gauss meter .....	46
Gambar 4.7 Benda uji Torque Link MLG Pesawat Casa 212 TNI AD.....	46
Gambar 4.8 Magnaflux SPOTCHECK SKC-S Cleaner Remover .....	47
Gambar 4.9 Fluorescent Magnaflux Magnalo 14 HF .....	47
Gambar 4.10 Penyemprotan Benda kerja dengan cairan Magnaflux .....	48
Gambar 4.11 Suasana Ruangan dengan adanya backlight sinar UV.....	49
Gambar 4.12 Proses Magnetisasi Benda Kerja .....	49
Gambar 4.13 Penunjukkan jarum Gauss meter adanya medan magnet .....	50
Gambar 4.14 Penyemprotan benda uji dengan Fluorescent Magnetic .....	50
Gambar 4.15 Hasil Inspeksi pada method pengujian NDT Magnetic Test.....	51

Gambar 4.16 Proses Demagnetisasi Benda Uji .....	52
Gambar 4.17 Proses Post Cleaning Benda Uji .....	52
Gambar 4.18 Proses pengecekan medan magnet dengan gauss meter .....	52

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 1.1 Periode Magang di PT. MMF .....	8
Tabel 1.2 Jadwal Kerja Hari Normal .....	8
Tabel 2.1 Tabel Minimum Dwell Times .....	19
Tabel 3.1 Aktivitas Kegiatan Magang Industri di PT. MMF .....	18

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Profil Perusahaan**

Merpati Maintenance Facility (MMF) diresmikan pada tanggal 6 September 1991 bertepatan dengan ulang tahun ke-20 PT. Merpati Nusantara Airline (Persero) oleh menteri perhubungan Bp. Azwar Anas di Surabaya.

MMF diklaim sebagai Aircraft Maintenance Facility terbesar se-Asia Tenggara untuk jenis pesawat turbo propeller pada waktu itu. Hangar dengan kapasitas 4 pesawat. Hangar ini juga dilengkapi dengan beberapa workshop dan dibangun dalam satu area di bandara internasional Juanda untuk menggantikan fasilitas perawatan sebelumnya di Ujung Pandang.

MMF merupakan sebuah perusahaan dalam industry penerbangan yang melayani Maintenance hingga repair pesawat terbang. Kedudukan MMF dalam industry penerbangan adalah sebagai Approved Maintenance Organization (AMO) atau Maintenance Repair and Overhaul (MRO) yang disetujui oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Udara Indonesia dengan nomor register AMO 15D/093 untuk mendukung pemeliharaan pesawat PT. Merpati Nusantara Airline.

Pada tahun 2012 merupakan tahun bersejarah bagi MMF untuk menjadi AMO kelas dunia, dengan persetujuan dari European Union Aviation Safety Agency (EASA) untuk B737 yang membuat MMF lebih percaya diri dalam pengembangan di luar Indonesia.

Pada tanggal 27 Januari 2016 MMF resmi menjadi PT. Merpati Maintenance Facility yang merupakan anak perusahaan dari PT. Merpati Nusantara Airlines (Persero) – Akta pendirian nomor 29, Notaris Surjadi SH, MM dan persetujuan Menteri hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia dalam surat keputusan Nomor AHU- 0005206.ah.01.01 pada 28 Januari 2016.



**Gambar 1.1** Logo Perusahaan PT. MMF

### 1.1.1 Visi dan Misi Perusahaan

#### 1. *Visi*

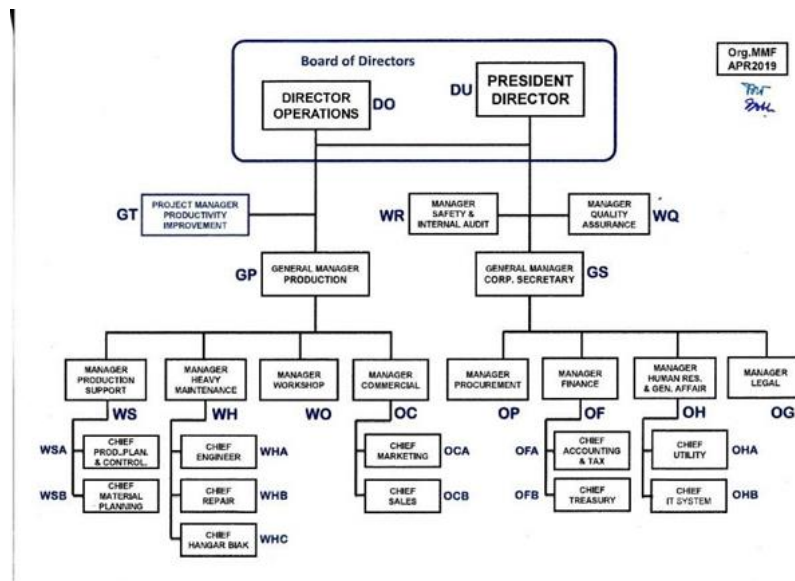
PT. Merpati *Maintenance Facility* become *Trusted Reliable Partner MRO*

#### 2. *Misi*

- *MRO that utmost concern safety, quality, punctuality in serving customer.*
- *Upholds business ethics.*
- *Improving employee's welfare.*
- *Growth value company*

### 1.1.2 Struktur Organisasi

PT Merpati *Maintenance Facility* memiliki struktur organisasi yang terdiri dari *board of director*, Manajer, dan dinas seperti yang ada pada struktur organisasi pada gambar 2.2 sebagai perusahaan yang memiliki kedudukan sebagai MRO di dunia penerbangan, PT. Merpati *Maintenance Facility* memiliki manager sebagai sumber *revenue* perusahaan yaitu *project manager productivity and improvement* dan *general manager Production*. Didukung oleh tiga manajer support yaitu *manager safety and internal audit*, *General manager corp secretary*, dan *manager quality assurance*.



**Gambar 1.2** Struktur Organisasi Perusahaan PT. MMF

Pada *general manager production*, terdapat 4 manajer yang bertugas melakukan perawatan pesawat, yakni *manager production support*, *manager heavy maintenance*, *manager workshop*, dan *manager commercial* yang bertugas melakukan perawatan pesawat, *component service*, *daily check*, *heavy check*, dan *engineering service*.

### 1.1.3 Strategi Bisnis

MMF saat ini sedang mengembangkan konsep One Stop Service untuk menawarkan layanan AMO (Approved Maintenance Organization) lengkap mulai dari pemeriksaan rutin hingga pemeliharaan berat, perbaikan komponen, kalibrasi, layanan teknik dan layanan logistic.

Setelah hampir 8 tahun menjadi perawatan pribadi PT. Merpati Nusantara Airlines, MMF kemudian berubah status menjadi Strategic Business Unit (SBU) yang memungkinkan MMF untuk menjadi fasilitas perawatan pesawat umum untuk maskapai penerbangan Indonesia dan wilayah lain dunia.

Sebagai pusat laba MMF mengembangkan pasar ke berbagai negara, MMF mendapat persetujuan dari CAA Pakistan dan CAA Sri Lanka pada tahun 2006, CAA Philipine dan CAA Laos pada tahun 2008, dan angkatan udara Papua Nugini pada tahun 2019.

#### 1.1.4 Aspek Manajemen

##### a. Aspek Produksi

Dalam menjalankan tugasnya PT. merpati Maintenance Facility, sarana dan prasarana yang terdapat di kawasan tersebut antara lain:

- Hangar

Hangar ditunjukkan pada gambar 2.3 dengan ukuran  $122 \text{ m} \times 43 \text{ m} \times 15.5 \text{ m}$ . hangar ini dapat menampung 6- 8 pesawat, hangar ini digunakan untuk pemeliharaan berat pesawat.



**Gambar 1.3** Hangar PT. MMF

- Workshop

Workshop merupakan tempat untuk divisi yang mempunyai tugas dan wewenang untuk memperbaiki dan merawat komponen pesawat agar selalu layak pakai. Beberapa ruangan yang ada di workshop.

1. Engine shop

Engine shop bertugas untuk melakukan perbaikan dan perawatan engine dan APU (*Auxiliary Power Unit*).

2. Electrical shop

Electrical shop bertugas untuk melakukan perbaikan dan perawatan komponen jenis *battery* dan *electrical* komponen-komponen tersebut antara lain baterai pesawat, AC Generator, Rotary Inverter dan lain-lain.

### 3. Propeller shop

Propeller shop bertugas melakukan perbaikan dan perawatan propeller pada pesawat berjenis *turboprop*.

### 4. Radio and avionic shop

Radio and avionic shop bertugas untuk melakukan perbaikan dan perawatan semua komponen berhubungan dengan instrument avionic seperti FDR (Flight Data Recorder), CVR (Conckpit Voice Recorder), ATC Transponder dan lain-lain.

### 5. Instrument shop

*Instrument* bertugas untuk melakukan perbaikan dan perawatan semua komponen instrument yang menempel pada pesawat.

### 6. Hydraulic and pneumatic shop

### 7. Wheel and brake shop

### 8. Non Destructive Test shop

## b. Aspek Keuangan

PT. MMF menggunakan system *cash flow* dimana laporan keuangannya berisi tentang informasi penerimaan dan pengeluaran kas dalam sebuah perusahaan pada periode waktu tertentu. Karenanya laporan keuangan arus kas dapat digunakan untuk melacak pemasukan dan pengeluaran dari seluruh kegiatan perusahaan. Laporan cash flow sendiri dibagi menjadi 3 aktivitas.

### 1) Aktivitas Operasi

Aktivitas operasi adalah laporan arus kas yang terdiri dari kegiatan operasional perusahaan, artinya aktivitas ini dapat diperoleh dengan memasukkan nilai dari pengaruh kas/bank pada transaksi yang dilibatkan dalam penentuan laba bersih.

### 2) Aktivitas Investasi

Aktivitas investasi berkaitan dengan aktivitas arus kas yang dihasilkan dari penjualan ataupun pembelian aktiva tetap atau kegiatan investasi pada asset yang umurnya diperkirakan lebih dari satu tahun.

### 3) Aktivitas Pendanaan

Aktivitas pendanaan merupakan aktivitas kas yang berasal dari penambahan modal perusahaan. Untuk menghitung aktivitas ini, dapat dilakukan dengan cara memasukkan nilai penambahan atau pengurangan kas yang berasal dari kewajiban jangka Panjang dan ekuitas pemilik.

#### c. Aspek Pemasaran

Strategi untuk menetapkan harga jasa pokok yang digunakan PT.MMF adalah dengan menentukan *workhour* dari maintenance yang dilakukan. Bila diperlukan penggantian part maka pihak *engineer* akan menghubungi pihak *marketing* untuk menyesuaikan harga pokok penjualan (HPP) dengan harga part di pasaran sehingga biaya penggantian part dimasukkan sebagai *additional cost*.

Untuk strategi pemasaran PT.MMF melakukan system visit pada perusahaan-perusahaan calon customer dan juga lewat even berupa pameran contohnya Aviation MRO Indonesia (AMROI) yang diselenggarakan oleh IAMSMA (Indonesian Aircraft Maintenance Services Association). AMROI 2019 yang merupakan konferensi ke-7 dilaksanakan di Grand Mercure Jakarta pada 13-14 November 2019 lalu. Pada AMROI 2019 hadir 450 delegasi berbagai stakeholder yang berhubungan dengan dunia penerbangan dan perawatan pesawat terbang.

Daftar pelanggan Internasional:

1. Air Polanka - Sri Lanka
2. Air Bagan – Myanmar
3. Shasheen Air – Pakistan
4. ZestAir – Philipines
5. Philipines Air Force
6. PNG Defense Force
7. JetAir

Daftar Pelanggan Domestik:

1. TNI AD
2. TNI AL
3. ASIALINK

4. AVIASTAR
5. LION AIR
6. SRIWIJAYA GROUP
7. JAYAWIJAYA AIR

d. Aspek Sumber Daya Manusia (SDM)

Proses rekrutmen PT. MMF sangat bergantung pada kebutuhan sarana dan prasarananya.

1. Proses rekrutmen untuk bagian hangar:

- 1) Pemberitaan via social media
- 2) Seleksi berkas (minimal bersertifikasi)
- 3) Wawancara HRD
- 4) Wawancara Quality
- 5) Training kontrak bulanan
- 6) Permanen kontrak

2. Proses rekrutmen untuk bagian *office*:

- 1) Pemberitaan via social media
- 2) Seleksi berkas (minimal Pendidikan S1, D3)
- 3) Wawancara HRD
- 4) Wawancara Quality
- 5) Permanen kontrak

## 1.2 Lingkup Unit Kerja

### 1.2.1 Lokasi Magang Industri

PT. Merpati Maintenance Facility Jl. Raya Bandar Juanda Kec. Sedati Jawa Timur dengan luas lahan 10 Ha meliputi hangar, *workshop*, *store*, *main building*, dan *apron and Taxi Way*. Tempat magang ditempatkan pada bagian hangar, Workshop tepatnya pada bagian Propeller.

### 1.2.2 Lingkup Penugasan

Peserta Magang Industri pada PT. Merpati Maintenance Facility ditempatkan pada divisi Propeller Shop yang memiliki tanggung jawab dalam melakukan perbaikan dan perawatan propeller, khususnya pada pesawat

bermesin turboprop. Selain itu ditempatkan di beberapa workshop yakni Hydraulic, Landing Gear, Part and Repair, dan NDT. Peserta magang juga diberikan kesempatan untuk ikut terjun langsung bekerja di Heavy Maintenance yakni di Hanggar milik Merpati Maintenance Facility Adapun pekerjaan yang diberikan pada mahasiswa meliputi :

- a. Cara menggunakan *manual book* untuk setiap perawatan
- b. Melakukan perawatan berkala sesuai prosedur dari *manual book*
- c. Troubleshooting pada maintenance pesawat

### 1.2.3 Rencana dan Penjadwalan Kerja

Berikut dijabarkan kegiatan magang di PT.MMF mulai dari tanggal awal masuk hingga berakhirnya proses magang Industri

<b>Periode Magang Industri</b>
14 September 2020 – 14 Januari 2021

**Tabel 1.1** Periode Magang di PT. MMF

Berikut merupakan tabel jam kerja karyawan pada hari kerja

<b>Hari</b>	<b>Jam Masuk</b>	<b>Jam Istirahat</b>	<b>Jam Pulang</b>
Senin-Kamis	07.30	12.00-13.00	16.30
Jumat	07.30	11.30-13.30	17.00

**Tabel 1.2** Jadwa Kerja Hari Normal

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Non Destructive Test**

Dalam pengujian logam ada beberapa metode diantaranya adalah metode non destructive test.. Non Destructive Testing (NDT) adalah aktivitas tes atau inspeksi terhadap suatu benda untuk mengetahui adanya cacat, retak, atau discontinuity lain tanpa merusak benda yang kita tes atau inspeksi. Pada dasarnya, tes ini dilakukan untuk menjamin bahwa material yang kita gunakan masih aman dan belum melewati Acceptance Criteria. Komponen suatu peralatan diusahakan semaksimal mungkin tidak mengalami kegagalan (failure) selama masa penggunaannya. NDT dilakukan paling tidak sebanyak dua kali. Pertama, selama proses fabrikasi dan diakhir proses fabrikasi, untuk menentukan suatu komponen dapat diterima setelah melalui tahap-tahap fabrikasi. NDT ini dijadikan sebagai bagian dari kendali mutu komponen. Kedua, NDT dilakukan setelah komponen digunakan dalam jangka waktu tertentu. Tujuannya adalah menemukan kegagalan parsial sebelum melampaui damage tolerance-nya.

Untuk memastikan kualitas hasil pengelasan suatu instalasi atau konstruksi memerlukan pemeriksaan pada tahap penyelesaian instalasi atau konstruksi dan sebelum digunakan / beroperasi. Kondisi bahan dan sambungan akan berubah selaras dengan jumlah penggunaan dan lamanya waktu pemakaian. Untuk memastikan keamanan dan keselamatan penggunaan maka dibutuhkan pemeriksaan secara berkala. Pengujian yang mudah, murah dan cepat untuk keperluan ini menggunakan metode Uji Tanpa Rusak (Non Destructive Test). Perkembangan teknologi NDT telah berkembang dengan pesat, sehingga jasa layanan NDT pun harus mampu mengikuti perkembangannya.

Berdasarkan ASME V, terdapat beberapa metode pengujian (NDT), yaitu :

- |   |                               |       |                               |
|---|-------------------------------|-------|-------------------------------|
| 1 | Visual Examination            | 1.1.5 | Eddy Current Examination      |
| 2 | Liquid Penetrant Examination  | 1.1.6 | Radiographic Examination      |
| 3 | Magnetic Particle Examination | 1.1.7 | Acoustic Emission Examination |
| 4 | Ultrasonic Examination        |       |                               |

## **2.2 NDT Pada Aircraft Maintenance**

Pesawat terbang ibarat tubuh manusia yang membutuhkan perawatan berkala agar tampil bugar dan menghasilkan kinerja yang optimal. Untuk menjamin badan sehat dan tidak berpenyakit dibutuhkan pemeriksaan mendalam oleh orang yang ahli (dokter) dan peralatan yang memadai. Peralatan yang dapat memindai dan mendeteksi penyakit di bagian dalam tubuh semakin diperlukan jika orang yang diperiksa mulai merasakan sakit di bagian tubuh tertentu. Untuk mengetahui lambung pasien misalnya, dokter tidak harus membedah perut, tapi cukup menggunakan stetoskop atau rontgen. Lain halnya jika dokter ingin mengoperasi pasien untuk membuang penyakit. Mau tidak mau proses membius, membedah perut, dan menjahit kembali harus dilakukan. Proses itu hanya bisa dijalankan dokter dengan kemampuan tertentu (spesialis) dan alat tertentu yang memenuhi kaidah dan standar kedokteran. Proses mengenali dan mendeteksi penyakit seperti yang dilakukan dokter juga berlaku dalam perawatan pesawat.

Pemeriksaan berkala dan rutin wajib dilakukan untuk memastikan pesawat memenuhi syarat keamanan sehingga laik beroperasi. Dengan pemeriksaan ini kerusakan di bagian pesawat seperti engine, komponen, maupun part lain bisa dideteksi lebih awal. Untuk memastikan pesawat laik beroperasi, bagian rusak yang tidak tampak oleh mata telanjang harus bisa diketahui. Bagian yang tidak tampak ini bisa disebabkan ukurannya yang sangat kecil atau lokasinya tersembunyi sehingga harus melepas beberapa komponen lain untuk menemukannya. Pada saat yang sama, kerusakan ini harus ditemukan untuk diambil tindakan sesuai dengan regulasi yang sudah ditentukan. Untuk menemukan kerusakan di bagian yang tidak terlihat oleh mata, industri penerbangan mengenal metode Non Destructive Testing (NDT). Sampai saat ini NDT merupakan cara yang paling ekonomis dalam melakukan inspeksi kondisi pesawat dan menemukan kerusakan. Metode ini juga diyakini paling cepat dan efektif mendeteksi kerusakan maupun irregularities lain di struktur rangka pesawat, engine maupun komponen yang tidak terlihat mata telanjang. Secara umum NDT dikenal sebagai aktivitas pemeriksaan atau inspeksi terhadap suatu benda untuk mengetahui adanya cacat, retak, atau irregularities lain tanpa merusak

benda yang diinspeksi. NDT dilakukan untuk menjamin material digunakan di pesawat masih aman dan belum melewati batas toleransi kerusakan (damage tolerance). Material yang digunakan di pesawat diusahakan tidak mengalami kegagalan (failure) selama digunakan. Dalam dunia penerbangan, proses pemeriksaan dengan NDT memberikan perbedaan antara hidup dan mati. Dengan menggunakan metode NDT, suatu struktur, bagian engine maupun komponen bisa dipastikan sebagai parts yang utama (primary) atau significant. Sebab penerapan NDT pada bagian tersebut mempunyai arti bahwa jika terjadi kerusakan pada parts, harus dapat segera dideteksi batasan kerusakan yang masih diijinkan. Kerusakan yang melewati batas toleransi sangat mungkin mempengaruhi airworthy dan safety pesawat. Bahkan tidak menutup kemungkinan dampaknya bersifat catastrophic. Dengan demikian, hasil NDT yang dilaksanakan harus akurat. Tapi, yang perlu diketahui ada dua dari hasil NDT ini. Pertama jika hasil yang dilaporkan lebih buruk dari yang sebenarnya (over measurement). Maka yang terjadi adalah munculnya biaya yang seharusnya tidak perlu dikeluarkan seperti penggantian parts yang seharusnya belum perlu diganti. Di sisi lain, jika hasil NDT yang dilaporkan tidak separah kondisi sebenarnya (under measurement), justru sangat membahayakan. Sebab tidak menutup kemungkinan pesawat yang sebenarnya sudah tidak safe karena struktur, engine atau komponen yang tidak mampu menerima beban dipaksa melakukan fungsinya karena pesawat tetap beroperasi. Kondisi ini membuka terjadinya kecelakaan.

### **2.3 Aspek Human dalam Proses NDT**

Aspek human factor, keandalan seorang inspektor, termasuk inspektor NDT, dalam mengambil keputusan dari hasil inspeksi yang dilakukan bisa diklasifikasikan menjadi tiga kategori. Pertama, lingkungan fisik (physical environment); kedua, iklim organisasi (organizational climate) dan ketiga, keadaan mental (mental state). Lingkungan fisik mencakup masalah temperatur, kelembaban, kebisingan dan postur atau posisi tubuh inspektor saat melaksanakan tugasnya. Faktor-faktor ini dapat dikendalikan dengan melakukan pengaturan temperatur, pengaturan kelembaban maupun memfasilitasi pekerja dengan

perangkat kerja dan alat bantu yang membuatnya mudah dan nyaman melakukan inspeksi.

Sedangkan iklim organisasi mencakup beberapa faktor seperti perilaku manajemen, tekanan jadwal kerja, perilaku personel dan hirarki struktur dalam organisasi. Faktor-faktor ini dapat dikendalikan oleh manajemen dengan pengaturan kerja, pengelolaan organisasi dan struktur yang tepat.

Adapun faktor terakhir, yakni keadaan mental berkaitan dengan perilaku dasar dan ketertarikan/antusiasme terhadap pekerjaan. Faktor ini juga mencakup motivasi diri, semangat mencapai yang terbaik dan faktor yang berfluktuasi setiap hari seperti mood, kelelahan, monotonitas, persoalan keluarga dan masalah pribadi lainnya. Faktor-faktor ini tidak bisa dikendalikan perusahaan dan sepenuhnya hanya bisa dikelola oleh individu yang bersangkutan. Dengan mengetahui beberapa faktor yang dapat mempengaruhi perilaku inspektor dalam mengambil keputusan dari hasil NDT, diharapkan antisipasi menghadapi beragam kemungkinan bisa dilakukan. Beberapa faktor yang bisa dikendalikan tersebut selayaknya dikelola dan dikendalikan oleh perusahaan melalui pemberian pelatihan (training) dan kompetensi yang memadai. Selain itu pengendalian faktor-faktor itu bisa dilakukan dengan menyediakan peralatan yang sesuai, penetapan hirarki kerja yang jelas serta penugasan dan pemberian kewewenangan yang tegas. Hasil akhir dari pemeriksaan suatu inspeksi, termasuk NDT ditentukan oleh semangat dan motivasi diri untuk memberikan yang terbaik buat perusahaan. Tingkat profesionalisme seorang inspektor, termasuk inspektor NDT, dapat diukur dari kualitas dan akurasi hasil pemeriksaannya. Selain itu ukuran lain yang tidak kalah penting adalah independensinya menyampaikan hasil pemeriksaan NDT. Apapun hasil yang didapat dengan cara yang benar sesuai regulasi, tentu harus disampaikan sejujurnya. Tujuan utamanya tentu saja menjamin keamanan dan keselamatan penerbangan.

#### **2.4 Metode dalam NDT**

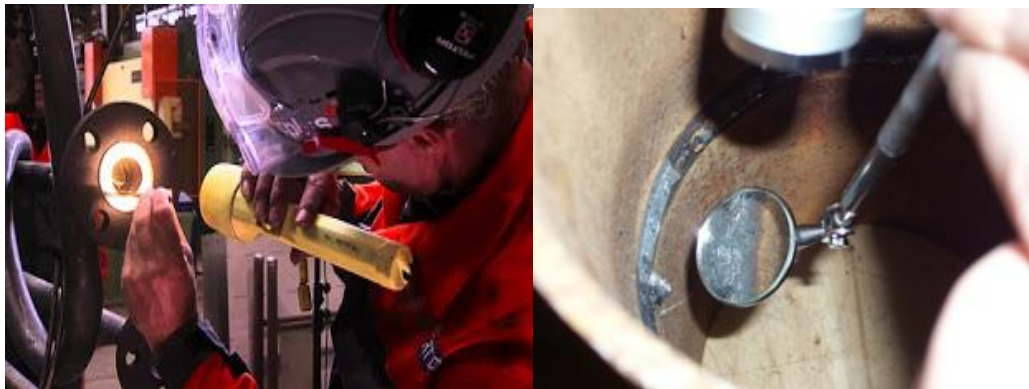
Pengujian spesimen merupakan salah satu tahapan yang sangat penting untuk menjamin mutu dan kualitas suatu material, komponen atau bahan tertentu untuk

memastikan layak untuk digunakan dan sesuai dengan standar yang telah ada dan standart yang telah ditetapkan.

Terdapat dua jenis pengujian yaitu pengujian yang berisifat merusak struktur fisik bahan tersebut yaitu berupa uji tarik, uji impak, uji kekerasan dan lain sebagainya. tujuan dilakukan pengujian merusak adalah untuk mengetahui sifat dari material atau bahan yang dilakukan pengujian. Akan tetapi dalam beberapa hal dan kebutuhan tertentu, dibutuhkan pengujian yang dilakukan tanpa merusak struktur fisik benda yang diuji untuk mengetahui adanya kerusakan atau cacat dalam suatu material yang lebih dikenal dengan istilah Non Destructive Testing (NDT). Berikut ini merupakan jenis-jenis pengujian yang tidak merusak.

#### 2.4.1 Visual Inspection

Visual inspection merupakan salah satu pengujian yang sangat sederhana tanpa memerlukan peralatan yang khusus, biasanya hanya menggunakan kaca mata pembesar, senter dan alat pendukung lainnya. Untuk melakukan pengujian secara visual hanya perlu melakukan pengamatan pada spesimen bahan. Sangat efektif untuk mendeteksi cacat makroskopik atau cacat permukaan besar, misalnya cacat pada hasil pengelasan yang kurang



**Gambar 2.1** Inspector NDT melakukan Visual Inspection

Metode ini biasanya menjadi langkah pertama dalam jasa NDT. Metode ini memiliki tujuan untuk menemukan kesalahan atau cacat pada permukaan objek. Dengan bantuan visual optical, crack yang berada pada permukaan objek atau material dapat diketahui.

#### 2.4.2 Penetrant Test

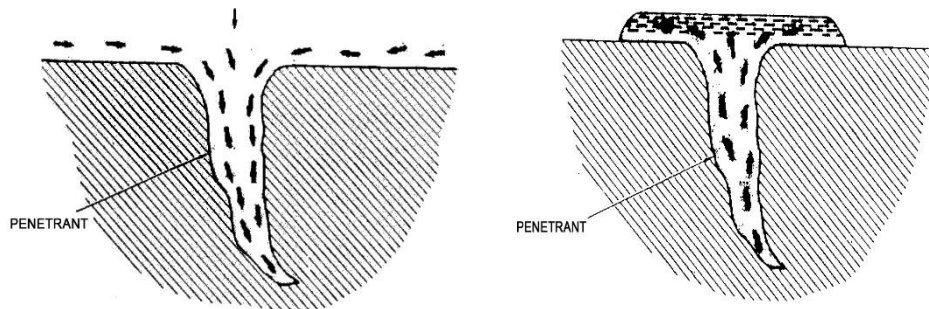
Evaluasi atau inspeksi terhadap suatu diskontinuitas pada konstruksi yang menggunakan *material* logam, sebaiknya dilakukan secara rutin, untuk mengurangi resiko terjadinya kecelakaan kerja, dan juga akan mempermudah perawatannya. Untuk melakukan evaluasi atau inspeksi tersebut diperlukan suatu metoda pengujian yang sekiranya mampu mendeteksi keberadaan diskontinuitas pada suatu logam *material*.

Uji *liquid penetrant* merupakan salah satu metoda pengujian jenis NDT (*Non-Destructive Test*) yang relatif mudah dan praktis untuk dilakukan. Uji *Liquid Penetrant* ini dapat digunakan untuk mengetahui diskontinuitas halus pada permukaan seperti retak, berlubang atau kebocoran. Pada prinsipnya metoda pengujian dengan *liquid penetrant* memanfaatkan daya kapilaritas. Kapilaritas adalah peristiwa naik atau turunnya permukaan zat cair pada discontinuity. Discontinuity adalah ketidak sempurnaan pada material akibat proses manufaktur, seperti lubang, retakan, kotoran dll.

*Liquid penetrant* dengan warna tertentu (merah) meresap masuk kedalam diskontinuitas, kemudian *liquid penetrant* tersebut dikeluarkan dari dalam diskontinuitas dengan menggunakan cairan pengembang (*developer*) yang warnanya kontras dengan *liquid penetrant* (putih). Terdeteksinya diskontinuitas adalah dengan timbulnya bercak-bercak merah (*liquid penetrant*) yang keluar dari dalam diskontinuitas.

Diskontinuitas yang mampu dideteksi dengan pengujian ini adalah diskontinuitas yang bersifat terbuka dengan prinsip kapilaritas seperti pada gambar. Deteksi diskontinuitas dengan cara ini tidak terbatas pada ukuran, bentuk arah diskontinuitas, struktur bahan maupun komposisinya. *Liquid penetrant* dapat meresap kedalam celah diskontinuitas yang sangat kecil. Pengujian *penetrant* tidak dapat mendeteksi kedalaman dari diskontinuitas. Proses ini banyak digunakan untuk menyelidiki keretakan permukaan (*surface cracks*), kekeroposan (*porosity*), lapisan-lapisan bahan, dll. Penggunaan uji *liquid penetrant* tidak terbatas pada logam *ferrous* dan *non ferrous* saja tetapi juga pada

*ceramics, plastic, gelas, dan benda-benda hasil powder metalurgi.* Skema proses kapilaritas dapat dilihat pada **Gambar 2.2**



**Gambar 2.2** Proses kapilaritas pada *specimen* uji

1. Penggunaan uji *liquid penetrant* ini sangat terbatas, misalnya:
  - 1) Keretakan atau kekeroposan yang ada dapat dideteksi jika keretakan tersebut merambat hingga ke permukaan benda. Sedangkan keretakan yang ada dibawah permukaan benda, tidak akan terdeteksi dengan menggunakan metoda pengujian ini.
  - 2) Pada permukaan yang terlalu kasar atau berpori-pori juga dapat mengakibatkan indikasi palsu.
  - 3) Metoda pengujian ini tidak dianjurkan untuk menyelidiki benda-benda hasil hasil *metallurgy* yang kurang padat.
2. Klasifikasi *liquid penetrant* sesuai cara pembersihannya  
*Liquid penetrant* bila dilihat dari cara pembersihannya dapat diklasifikasikan menjadi tiga macam metoda dan ketiganya memiliki perbedaan yang mencolok. Pemilihan salah satu system bergantung pada faktor-faktor berikut ini :
  - 1) Kondisi permukaan benda kerja yang diselidiki
  - 2) Karakteristik umum *discuntinuity*/ keretakan logam
  - 3) Waktu dan tempat penyelidikan
  - 4) Ukuran benda kerja

3. Metoda pengujian *liquid penetrant* ini diklasifikasikan sesuai dengan cara pembersihannya, yaitu:

1) *Water Washable Penetrant System*

Sistem *liquid penetrant* ini dapat berupa *fluorescent*. Proses pengerjaannya cepat dan efisien. Pembilasan harus dilakukan secara hati-hati, karena *liquid penetrant* dapat terhapus habis dari permukaan diskontinuitas.

2) *Post Emulsifiable System*

Biasa digunakan untuk menyelidiki keretakan yang sangat kecil, menggunakan *penetrant* yang tidak dapat dibasuh dengan air. *Penetrant* jenis ini dilarutkan dengan oli dan membutuhkan langkah tambahan pada saat penyelidikan yaitu pembubuhan emulsifier yang dibiarkan pada permukaan spesimen.

3) *Solvent Removable System*

*Solvent removable* sistem digunakan pada saat *pre cleaning* dan pembasuhan *penetrant*. Pembersihan *penetrant* secara optimum dapat dicapai dengan cara mengelap permukaan benda kerja dengan lap yang telah dilembabkan dengan *solvent*. Tahap akhir dari pengelapan dilakukan dengan menggunakan kain kering. *Penetrant* juga dapat dihilangkan dengan cara membanjiri permukaan benda kerja dengan *solvent*.

4. Klasifikasi *liquid penetrant* berdasarkan pengamatannya

Berdasarkan pengamatannya ada tiga jenis *liquid penetrant*, yaitu:

1) *Visible Penetrant*

Pada umumnya *visible penetrant* berwarna merah. Hal ini ditunjukkan pada penampilannya yang *contrast* terhadap latar belakang warna *developernya*. Proses ini tidak membutuhkan pencahayaan *ultraviolet*, tetapi membutuhkan cahaya putih minimal 1000 *lux* untuk pengamatan.

2) *Fluorescent Penetrant*

Cairan *penetrant* ini adalah cairan *penetrant* yang dapat berkilau bila disinari dengan sinar UV. Sensitivitas *fluorescent penetrant* bergantung pada kemampuannya untuk menampilkan diri terhadap cahaya ultra violet yang lemah pada ruangan yang gelap.

### 3) *Dual Sensitivity Penetrant*

Pada jenis ini, penetran memiliki kemampuan ganda yaitu *visible penetrant* dan *fluorescent penetrant*, sehingga dengan *dual sensitivity* dapat diperoleh hasil dengan ketelitian yang lebih tinggi dan akurat.

## 5. Acceptance Criteria

Hasil pengujian penetran ini akan menunjukkan beberapa tanda *discontinuity* yang dinamakan indikasi dalam spesimen uji. Indikasi yang muncul digolongkan menjadi indikasi non-relevan dan indikasi relevan. Indikasi non-relevan adalah apabila ukuran indikasi  $\leq 1,6$  mm. Sedangkan indikasi relevan adalah apabila ukuran indikasi  $> 1,6$  mm. Yang termasuk indikasi relevan diantaranya adalah

### 1) *Linier Indication*

Suatu cacat dikatakan memiliki indikasi linier apabila ukuran panjangnya lebih dari 3 kali lebarnya. Ukuran maksimum dari indikasi linier yang masih di ijinakan adalah sebesar 1,6mm.

### 2) *Rounded Indication*

Suatu cacat dikatakan memiliki indikasi lingkaran apabila pada cacat tersebut memiliki panjang kurang dari 3 kali lebarnya. Material tersebut akan direject apabila memiliki panjang atau lebar indikasi lingkaran lebih dari 4,8 mm.

Material tersebut juga akan direject apabila memiliki 4 atau lebih indikasi lingkaran yang tersusun dalam suatu baris, dengan jarak antara indikasi kurang dari 1,6 mm.

Maka, apabila permukaan suatu material bebas dari kedua indikasi yang telah disebutkan diatas, material tersebut dapat diterima.

## 6. Peralatan dan Bahan

### 1) Peralatan

Peralatan yang dipakai dalam praktikum penetran adalah :

- a. Penggaris
- b. Kamera
- c. *Timer (StopWatch)*

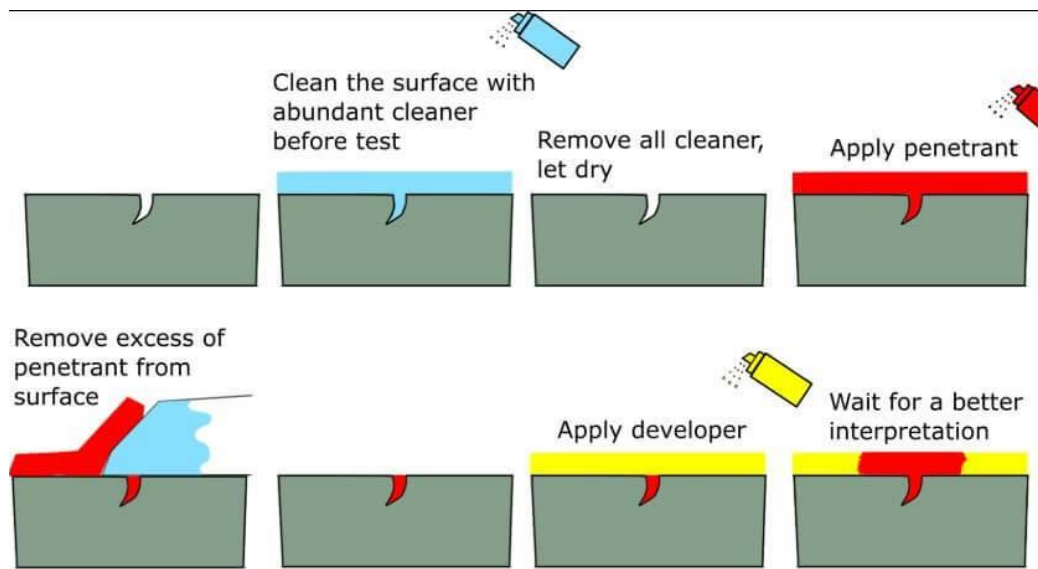
- d. Lampu
- e. *Light Intensity*

2) Bahan

Bahan yang digunakan dalam praktikum penetran adalah :

- a. *pecimen* uji berupa *weld part*
- b. *Cleaner* (SKC – S *Magnaflux*)
- c. *Liquid penetrant* (SKL – SP1 *Magnaflux*)
- d. *Developer* (SKD – S2)
- e. Kain dan tisu

7. Prosedur Percobaan



**Gambar 2.3** Langkah kerja dalam proses Penetrant

1) Menentukan teknik uji *liquid penetrant*

Sebelum percobaan dilakukan ditentukan terlebih dahulu teknik yang digunakan dalam *liquid penetrant test* digunakan pada saat *precleaning* dan pembasuhan *penetrant*.

2) Pre cleaning

Pertama-tama sebelum dilakukan pengujian *liquid penetrant*, *specimen* dibersihkan terlebih dahulu dengan cara mengelap permukaan menggunakan kain lap atau tisu, kemudian kain lap yang lebih bersih dibasahi dulu dengan *cleaner* lalu digosokkan pada *specimen* untuk membersihkan *specimen* dari

kotoran, oli, lemak-lemak, dan lain-lain. Kemudian *specimen* disemprot dengan *cleaner* kemudian *material* uji di lap hingga benar-benar bersih.

### 3) Penentuan *dwell time*

Sebelum dilakukan penyemprotan *liquid penetrant* terlebih dahulu ditentukan *dwell time* yang digunakan untuk proses penetrasi *liquid penetrant* dengan baik. *Dwell time* ditentukan dengan dua pertimbangan, yang pertama ditentukan dari bahan *penetrant* tersebut, dan yang kedua menggunakan tabel standard dari ASME 2010 *section V article 6*, berdasarkan bahan yang digunakan. Berikut adalah tabel *dwell time* sesuai ASME V Article 6 :

ASME V article 6

2010 SECTION V

Material	Form	Type of Discontinuity	Dwell Times (minutes)	
			Penetrant	Developer
Aluminium, magnesium, steel, brass and bronze, titanium and high-temperature alloys	Castings and welds	Cold shuts, porosity, lack of fusion, cracks (all forms)	5	7
	Wrought materials-extrusions, forging, plate	Laps, cracks (all form)	10	7
Carbide-tipped tools		Lack of fusion, porosity, cracks	5	7
Plastic	All forms	Cracks	5	7
Glass	All forms	Cracks	5	7
Cermamic	All forms	Cracks, porosity	5	7

**Tabel 2.1** Tabel Minimum Dwell Times

CATATAN:

Untuk rentang suhu dari 50 ° F sampai 125 ° F (10 ° C hingga 52 ° C).

➤ Aplikasi *liquid penetrant*

Setelah itu dilakukan penyemprotan *liquid penetrant* ke *material* uji dengan *dwell time* 7 menit yang ditujukan agar diperoleh penetrasi *liquid penetrant* yang baik. Selain itu juga warna *liquid penetrant* yang digunakan berbeda (kontras) dengan warna *developer* yang digunakan supaya dapat diketahui secara visual diskontinuitas yang ada.

➤ *Cleaning* sisa penetran

Setelah *liquid penetrant* disemprotkan, dan dengan menggunakan *dwell time* 7 menit, *liquid penetrant* yang ada di daerah *specimen* yang akan diamati, dibersihkan dengan menggunakan *solvent*. Caranya yaitu dengan mengelap permukaan *specimen* dengan kain kering terlebih dahulu, kemudian mengelap kembali dengan lap yang sudah dilembabkan dengan *solvent*. Perhatikan kain yang digunakan harus bersih karena dikhawatirkan kotoran yang ada pada kain akan menempel pada *specimen* uji.

➤ Aplikasi *developer*

Sebelum diberi (disemprotkan) *developer* terlebih dahulu dilihat *dwell time* dari *developer* yang digunakan. *Dwell time* dari *developer* yaitu minimum 10 menit. Setelah itu barulah disemprotkan ke *material* uji dengan jarak penyemprotan  $\pm 25$  *centimeter* sehingga diperoleh penyemprotan yang rata ke seluruh permukaan *material* uji.

➤ Evaluasi

Setelah spesiment disemprot dengan *liquid penetrant* dengan rata serta post cleaning dan di *developer*, kemudian ditunggu selama 10-60 menit hingga benar-benar diperoleh hasil yang baik lalu kita mengamati adanya warna *liquid penetrant* yang tampak karena terangkat keluar kepermukaan oleh *developer*.



**Gambar 2.4** Inspektor NDT sedang melakukan Penetrant Test menggunakan Red Dry Penetrant

8. Kelebihan Uji Penetrant :

- 1) Dapat digunakan untuk semua jenis material logam, plastic, keramik dan gelas.
- 2) Tidak merusak spesimen atau produk.
- 3) Pendeteksian cacat tidak terbatas dengan dimensi atau bentuk indikasi.
- 4) Murah.

9. Kekurangan Uji Penetrant :

- 1) Tidak dapat digunakan untuk material yang berpori dan mempunyai permukaan kasar.
- 2) Hanya digunakan untuk menguji permukaan material atau pengelasan.
- 3) Hanya dapat mendeteksi indikasi yang sifatnya terbuka.

### 2.4.3 Magnetic Test

Pengujian terhadap sebuah benda kerja dengan menggunakan metode MPI adalah dengan menggunakan prinsip dasar magnet. Sebuah medan magnet selalu menunjukkan gejala yang sama yaitu arah medan magnet selalu bergerak dari kutub utara menuju kutub selatan ( diluar magnet ). Dengan prinsip dasar inilah kita bisa gunakan untuk menguji logam yang bersifat ferromagnet. Magnet merupakan suatu logam yang dapat menarik besi, dan selalu memiliki dua kutub yaitu kutub selatan dan kutub utara. Dimana arah medan magnet disetiap titik bersumber dari kutub utara menuju ke selatan dan mengarah dari kutub selatan ke kutub utara

didalam magnet. Prinsip kerja dari Magnetic Particle Inspection ( MPI ) adalah dengan memagnetisasi benda yang di inspeksi yaidu dengan cara mengalirkan arus listrik dalam bahan yang di inspeksi. Ketika terdapat cacat pada benda uji maka arah medan magnet akan berbelok sehingga terjadi kebocoran dalam flux magnetic. Bocoran flux magnetic akan menarik butir-butir ferromagnetic di permukaan sehingga lokasi cacat dapat di tunjukan.

#### 2.4.3.1 Elektromagnetik

Merupakan magnet yang terbuat dari bahan ferromagnetik yang jika diberikan arus listrik maka bahan tersebut akan menjadi magnet, tetapi jika pemberian arus listrik di hentikan, maka sifat magnet pada bahan tersebut akan hilang.

Elektromagnet adalah prinsip pembangkitan magnet dengan menggunakan arus listrik. Aplikasi praktisnya kita temukan pada motor listrik, speaker, relay dsb. Sebatang kawat yang diberikan listrik DC arahnya meninggalkan kita (tandasilang), maka disekeliling kawat timbul garis gaya magnet melingkar.

Sebatang kawat pada posisi vertikal diberikan arus listrik DC searah panah, maka arus menuju keatas arah pandang (tanda titik). Garis gaya magnet yang membentuk selubung berlapis lapis terbentuk sepanjang kawat. Garis gaya magnet ini tidak tampak oleh mata kita, cara melihatnya dengan serbuk halus besi atau kompas yang didekatkan dengan kawat penghantar tsb. Kompas menunjukkan bahwa arah garis gaya sekitar kawat melingkar. Arah medan magnet disekitar penghantar sesuai arah putaran sekrup (James Clerk Maxwell, 1831-1879). arah arus kedepan (meninggalkan kita) maka arah medan magnet searah putaran sekrup kekanan. Sedangkan bila arah arus kebelakang (menuju kita) maka arah medan magnet adalah kekiri.

Aturan sekrup mirip dengan hukum tangan kanan yang menggenggam, dimana arah ibu jari menyatakan arah arus listrik mengalir pada kawat. Maka keempat arah jari menyatakan arah dari garis gaya elektromagnet yang ditimbulkan. Arah aliran arus listrik DC pada kawat penghantar menentukan arah garis gaya elektromagnet. Arah arus listrik DC menuju kita (tanda titik pada penampang kawat), arah garis gaya elektromagnet melingkar berlawanan arah

jarum jam. Ketika arah arus listrik DC meninggalkan kita (tanda silang penampang kawat), garis gaya elektromagnet yang ditimbulkan melingkar searah dengan jarum jam (sesuai dengan model mengencangkan sekrup). Makin besar intensitas arus yang mengalir semakin kuat medan elektro-magnet yang mengelilingi sepanjang kawat tersebut.

Magnetic Testing (MT) / Magnetic Particle Inspection (MPI) digunakan untuk mendeteksi cacat / diskontinuitas las-lasan yang berada di permukaan (surface) dan di bawah permukaan (sub-surface) dengan kedalaman plus minus 2 mm. Cara kerjanya dengan menggunakan alat yang disebut Yoke yang didalamnya berisi kumparan / coil yang apabila dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang fungsinya nanti menarik keluar magnetic flux pada benda uji. Dimana flux line yang berada pada cacat benda uji akan berpondar (stray) dan menjadi magnetic attractive poles North dan South. Sehingga menimbulkan medan magnet dan keberadaan cacat pun bisa terbaca dari sini.

Dalam beberapa kasus, MPI dapat meninggalkan sisa bidang yang kemudian mengganggu perbaikan pengelasan. Ini dapat dihilangkan dengan perlahan menyeka permukaan dengan AC yoke energi.

MPI sering digunakan untuk mencari keretakan pada sambungan las dan di daerah-daerah yang diidentifikasi sebagai rentan terhadap lingkungan retak (misalnya korosi retak tegang atau hidrogen induced cracking), kelelahan retak atau creep retak. Basah neon MPI menemukan digunakan secara luas dalam mencari kerusakan lingkungan di bagian dalam kapal.

#### 2.4.3.2 Aplikasi Inspeksi Partikel Magnetik

Metode inspeksi partikel magnetik banyak digunakan untuk pemeriksaan tahap akhir dari suatu komponen di industri. Biasanya digunakan sebagai proses kontrol kualitas, pemeliharaan dan perbaikan di pabrik industry transportasi, pemeliharaan mesin, dan pemeriksaan komponen besar, serta maintenance di industry penerbangan.

Meskipun proses inspeksi partikel magnetik digunakan untuk mendeteksi diskontinuitas dan ketidaksempurnaan pada material/ komponen sedinigris gaya elektromagnet yang ditimbulkan melingkar searah dengan jarum jam (sesuai

dengan model mengencangkan sekrup). Makin besar intensitas arus yang mengalir semakin kuat medan elektro-magnet yang mengelilingi sepanjang kawat tersebut.

#### 2.4.3.3 Magnetisasi

Magnetisasi adalah proses yang dilakukan untuk membangkitkan medan magnet pada benda yang akan di inspeksi. Ada beberapa metode dalam magnetisasi suatu benda kerja yaitu:

1. Magnetisasi Longitudinal

Dihasilkan dari arus listrik yang dialirkan dalam koil .

2. Magnetisasi Yoke

Magnetisasi dengan menggunakan yoke. Dengan cara ujung kaki yoke ditempelkan pada material yang akan dimagnetisasi.

3. Magnetisasi sirkular

Magnetik sirkular terdiri dari :

- a. Magnetik tak langsung, arus listrik di alirkan ke konduktor sentral. Medan magnet mengenai bahan dan benda yang dilingkupinya.
- b. Magnetisasi langsung, arus listrik di alirkan pada bahan yang akan dimagnetisasi.
- c. Prod, magnetisasi dengan cara material ferromagnetic dililiti dengan logam tembaga kemudian dialiri arus listrik.

#### 2.4.3.4 Demagnetisasi

Demagnetisasi adalah penghilangan magnet sisa pada benda uji setelah dilakukan pengujian. Tujuan dilakukan demagnetisasi adalah agar setelah pengujian benda yang di uji tidak mengganggu atau mempengaruhi proses berikutnya. Demagnetisasi dapat dilakukan menggunakan arus AC atau DC.

Eddy Current Test.

#### 2.4.4 Eddy Current Test

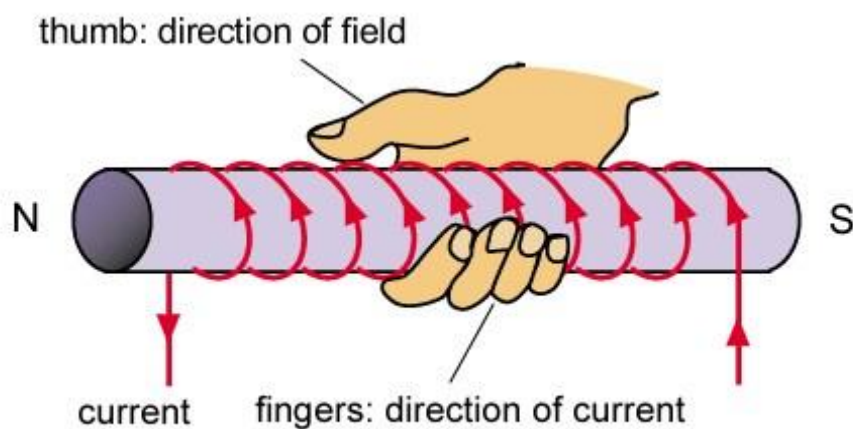
*Eddy Current Test* adalah salah satu metode *nondestructive test* (NDT) yang menggunakan prinsip “*electromagnetism*” sebagai dasar untuk melakukan pemeriksaan. *Eddy current* pada material terjadi melalui proses yang disebut induksi elektomagnetik. Ketika arus bolak balik (AC) diterapkan pada konduktor, seperti kawat tembaga maka akan tercipta medan magnet di dalam dan di sekitar

konduktor tersebut, bila didekatkan ke material yang bersifat konduktor terhadap magnet maka akan terjadi induksi medan magnet yang arahnya berlawanan dengan kawat tembaga tersebut. Kata “*eddies*” berarti lingkaran.

#### 2.4.4.1 *Electromagnetism*

*Electromagnetism* adalah suatu keadaan dimana elektron yang mengalir pada suatu konduktor dan menyebabkan medan magnet disekitar konduktor bergerak yang arahnya tegak lurus dengan arah gerak elektron pada konduktor tersebut. [Hellier, 2003]

Hubungan ini dapat dijelaskan dengan “*right-hand rule*” (kaidah tangan kanan), dimana arah ibu jari menunjukkan aliran arus listrik sedangkan keempat jari lainnya merupakan arah garis-garis gaya magnet. Jika referensi yang digunakan berdasarkan aliran elektron, maka untuk referensi aliran elektron dari (+) menuju (-) digunakan kaidah tangan kanan dan sebaliknya jika referensi aliran elektron dari (-) menuju (+) digunakan kaidah tangan kiri. [Smilie, 2000]



**Gambar 2.5** Kaidah tangan kanan.

[[http://www.geocities.ws/motorac2002/field\\_dir\\_poles\\_e.gif](http://www.geocities.ws/motorac2002/field_dir_poles_e.gif)]

#### 2.4.4.2 Faktor penting pengujian ECT

##### a. Konduktivitas (*Conductivity*)

Konduktivitas atau daya hantar adalah kemampuan sebuah material dalam menghantarkan arus listrik. Konduktivitas merupakan lawan dari hambatan. Material dengan hambatan tinggi memiliki konduktivitas rendah, dan material dengan hambatan rendah memiliki konduktivitas tinggi. Semakin besar

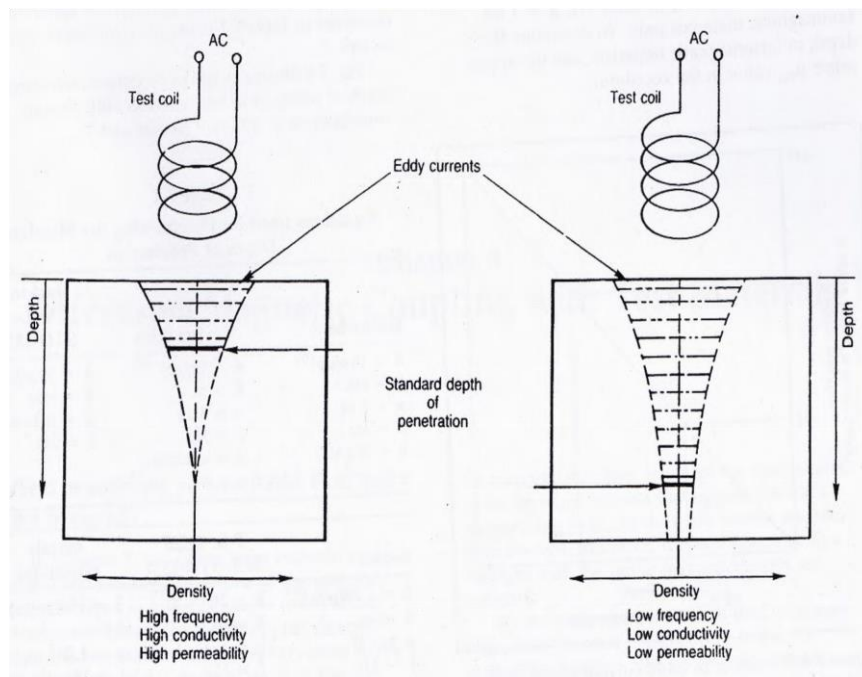
konduktivitas suatu bahan yang diuji dengan ECT, maka semakin besar kepekaan terhadap permukaan diskontinuitas, tetapi berdampak kurangnya penetrasi *eddy current* ke dalam bahan.

b. Permeabilitas (*Permeability*)

*Permeability* adalah kemampuan dari suatu material untuk memusatkan garis gaya magnet (*magnetic lines*). Faktor ini hanya berpengaruh terhadap material yang bersifat *ferromagnetic*. Efek ini dapat terlihat lebih jelas dengan meningkatnya ketebalan material, dimana permeabilitas dapat mengurangi kemampuan penetrasi *eddy current*.

c. Frekuensi (Frequency)

Frekuensi dari suatu arus bolak-balik didefinisikan sebagai jumlah siklus dari arus tersebut yang terjadi dalam satu detik. Satuan frekuensi adalah “Hertz”. Saat frekuensi pengujian meningkat, maka tingkat sensitivitas terhadap pembacaan juga meningkat tapi kemampuan penembusan *eddy current* terhadap material menurun. Jika frekuensi menurun, maka tingkat sensitivitas terhadap pembacaan menurun tapi kemampuan penembusan *eddy current* meningkat. Frekuensi optimum terbaik ditentukan oleh eksperimen.



**Gambar 2.6** Hubungan frekuensi, konduktivitas dan permeabilitas.

[Hagamaier, 2002]

- *Coil Design*

Kemampuan penetrasi dan sensitivitas dipengaruhi oleh bentuk *coil*. Sederhananya bahwa penetrasi *eddy current* terbatas pada ketebalan berbanding lurus dengan diameter *coil* sedangkan sensitivitas yang baik mensyaratkan bahwa diameter *coil* tidak melebihi panjang diskontinuitas yang akan diuji.

- *Liftoff dan Fill Factor*

Perubahan *test signal (eddy current)* saat *probe* diangkat/dijauhkan dari permukaan material yang diuji disebut *probe liftoff effect*. Sedangkan *fill factor* adalah ukuran seberapa baik penghantar mengisi kumparan (*coils*) atau sebaliknya.

- *Skin Effect*

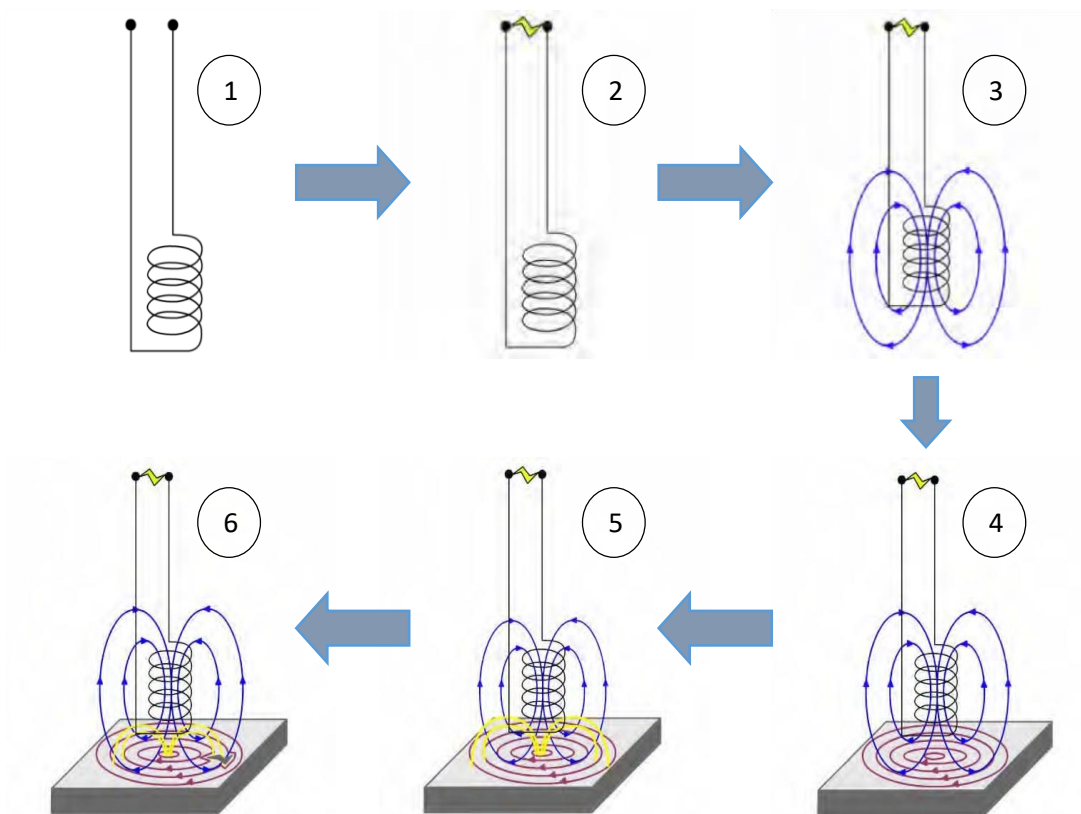
*Skin effect* adalah hasil interaksi antara *eddy current* (dari *probe*), frekuensi pengujian, konduktivitas dan permeabilitas benda uji. Akibat adanya efek kulit, konsentrasi *eddy current* di dalam benda uji terjadi paling dekat dengan permukaan benda dan menjadi lebih jelas saat frekuensi pengujian, konduktivitas, dan permeabilitas benda uji bertambah besar.

- *Signal-to-noise ratio*

*Signal-to-noise ratio* adalah perbandingan sinyal pengujian ECT terhadap sinyal yang tidak diinginkan. Sumber-sumber gangguan yang umum adalah variasi pada benda uji seperti kekasaran, bentuk dan ukuran, dan homogenitas. Gangguan kelistrikan lainnya dapat diakibatkan oleh sumber-sumber luar seperti mesin las, motor listrik, dan generator. *Signal-to-noise ratio* dapat diperbaiki melalui beberapa cara yaitu melalui pembersihan benda uji dengan cara *shot blasting*, *acid pickling*, penyikatan atau pengampelasan. Sedangkan gangguan kelistrikan dapat dihalangi atau diisolasi.

#### 2.4.4.3 Prinsip Pengujian *Eddy Current Testing*

Secara singkat, prinsip pengujian dengan metode *eddy current* melibatkan medan magnet yang bervariasi yang dihasilkan oleh kumparan (*coil*) untuk menginduksi material yang akan diuji, dapat digambarkan sebagai:



**Gambar 2.7** Skema sederhana *metode eddy current test*

[[www.nde-ed.org/EducationResources/CommunityCollege/EddyCurrents/Introduction/IntroductiontoET.htm](http://www.nde-ed.org/EducationResources/CommunityCollege/EddyCurrents/Introduction/IntroductiontoET.htm)]

1. Pemeriksaan digunakan *probe*, dimana didalam *probe* tersebut terdapat konduktor listrik yang dibentuk sebagai kumparan.
2. Kemudian dialirkan dengan arus bolak balik (AC) dengan frekuensi tertentu pada *probe* tersebut.
3. Saat arus AC melewati kumparan maka terbentuk *magnetic field* disekitar kumparan (*probe*).
4. Ketika material konduktif diletakkan berdekatan dengan *probe*, maka terjadi induksi arus listrik dan terbentuk *eddy current* pada material tersebut.
5. *Eddy current* yang mengalir pada material akan menghasilkan medan magnet sendiri pada material tersebut, dimana arahnya berlawanan atau berbeda dengan kumparan atau *probe*.

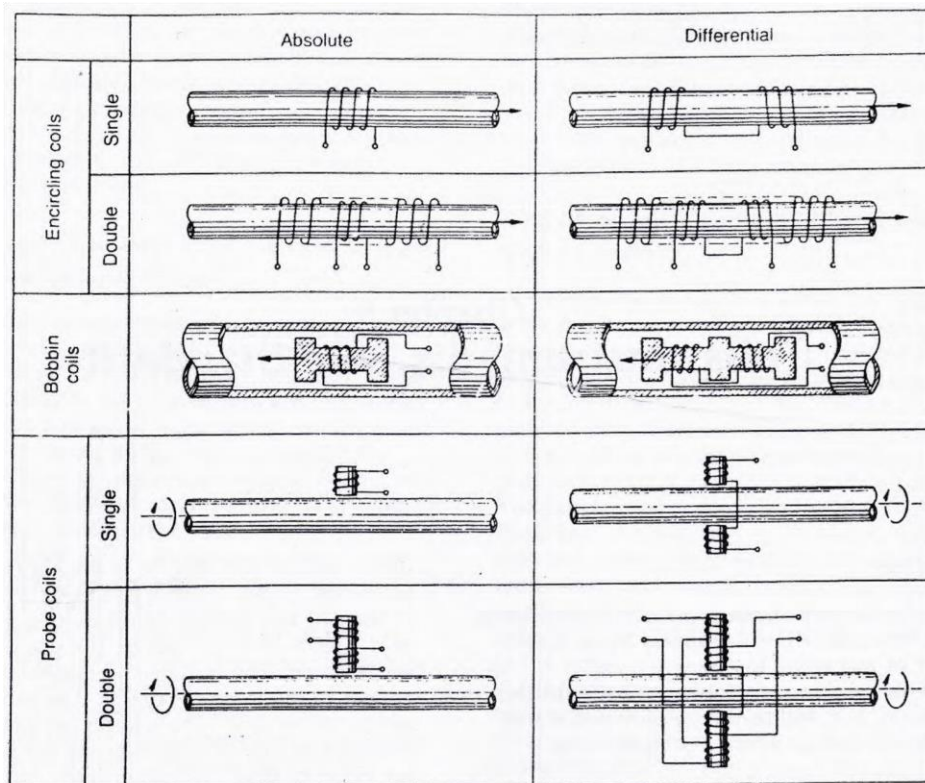
6. Ketika terdapat *defect* pada material tersebut, maka *eddy current* akan terganggu dan hasil pembacaan dapat dilihat secara visual melalui monitor atau instrument lainnya.

#### 2.4.4.4 Test-Coils ECT

Gambar 2.9 Menunjukkan *coils* yang sering digunakan untuk melakukan pengujian ECT, yaitu: [Hagamaier, 2002]

1. *Encircling* atau “*feed-through*” *coils*.
2. *Inside Probe* atau “*bobbin*” *coils*.
3. *Surface Probe Coils*.

Dijelaskan juga untuk tiap tipe *coils* terdapat *absolute measurement* dan *differential probe* perbedaannya terdapat pada jumlah *coils* yang aktif. Pada *absolute* umumnya terdapat *single test coils* yang aktif untuk menghasilkan *eddy current*, sedangkan pada *differential probe* umumnya terdapat dua *coils* yang menghasilkan *eddy current* dan diposisikan berlawanan. Selain itu ada juga *single* dan *double* dimana perbedaannya terdapat pada banyaknya *coils* yang terdapat pada *probe* tersebut. [Hagamaier, 2002; Ndeed.org, 2014]



**Gambar 2.8** Test-Coils ECT [Hagamaier, 2002]

#### 2.4.4.5 Keuntungan Metode ECT

Dibawah ini adalah keuntungan dari metode *eddy current testing*: [Hellier, 2003].

- a. Peralatan yang digunakan mudah dibawa, ringan, dan tidak membutuhkan listrik (*battery powered*).
- b. Metode ini tidak membutuhkan perlakuan khusus, (tidak perlu *couplants*, *powder* atau lainnya). Hanya dibutuhkan *magnetic field* yang menjadi penghubung antara material dan *probe*.
- c. Hasil pembacaan terhadap material biasanya langsung, begitu *probe* mengenai material uji maka akan langsung terlihat pada monitor atau instrument dan dengan tenaga ahli yang memenuhi syarat dapat menginterpretasikan hasil tersebut.
- d. *Eddy current testing* ideal untuk situasi “*go/no-go*”.
- e. Risiko dari pengujian ini sangat kecil.
- f. Tidak diperlukan proses persiapan material sebelum pengujian (*surface preparation*) dan pembersihan material setelah pengujian.

#### 2.4.4.6 Keterbatasan Metode ECT

Dibawah ini adalah keterbatasan dari metode *eddy current testing*:

- a. Material uji harus bersifat *electrically conductive*, namun metode ini dapat mengukur ketebalan *nonconductive coatings* pada material uji.
- b. *Eddy current* yang terbentuk biasanya tidak dapat menembus keseluruhan tebal material *ferromagnetic*. Akibatnya pengujian terbatas pada kerusakan dipermukaan saja, perlu dilakukan perlakuan khusus agar *eddy current* tersebut dapat menembus lebih dalam.
- c. Membutuhkan tenaga ahli yang terlatih, terutama untuk membaca hasil pengujian pada monitor.

### BAB III

## AKTIVITAS PENUGASAN MAGANG INDUSTRI

### 3.1 Realisasi kegiatan magang industri

Hari Ke	Tanggal	Jenis Aktivitas Magang Industri	Tugas yang Diberikan	Pencapaian Tugas
1	14 September 2020	- Pengenalan perusahaan	- Mengamati proses bisnis yang ada di perusahaan dan lingkup kerja perusahaan	- Mengerti proses bisnis yang ada di perusahaan dan lingkup kerja perusahaan
2	15 September 2020	- Safety Induction	- Diberikan materi tentang proses safety yang ada di perusahaan	- Mengerti tentang proses safety yang ada di perusahaan dan mampu mengaplikasikan pada kegiatan sehari-hari selama magang
3	16 September 2020	- Disassembly Propeler Pesawat Foker – 27	- Membantu pembongkaran Propeler Pesawat Foker-27	- Mampu memahami proses Disassembly Propeler
5	17 September 2020	- Pemasangan Blade propeler Foker 27	- Membantu Pemasangan Blade Propeler pesawat Fokker 27	- Mampu mengetahui proses pemasangan blade Fokker 27
6	18 September 2020	Study Literature	-	-
7	21 September 2020	- Assembly Propeler Pesawat Foker – 27	- Membantu pemasangan Propeler Pesawat Foker-27	- Mampu memahami proses assembly Propeler
8	22 September 2020	- Berkunjung ke Non Destructive Test Shop	- Memahami Proses NDT yang ada di PT.MMF	- Mampu memahami Proses NDT yang ada di PT.MMF

9	23 September 2020	- NDT Shop	- Memahami Proses NDT dan pengenalan equipment pada proses NDT	- Mampu memahami Proses NDT dan pengenalan equipment pada proses NDT
10	24 September 2020	- NDT Shop	- Memahami Proses NDT Methode "Magnetic Test"	- Mampu memahami Proses NDT Methode "Magnetic Test"
11	25 September 2020	- Study Literature	-	-
12	28 September 2020	- NDT Shop	- Memahami Proses NDT Methode "Penetrant Test"	- Mampu Memahami Proses NDT Methode "Penetrant Test"
13	29 September 2020	- NDT Shop	- Memahami Proses NDT Methode "Ultrasonic Test"	- Mampu Memahami Proses NDT Methode "Ultrasonic Test"
14	30 September 2020	- NDT Shop	- Memahami Proses NDT Methode "Edy Current Test"	- Mampu memahami Proses NDT Methode "Edy Current Test"
15	1 Oktober 2020	- Propeler Shop	- Membantu pemasangan Cover pada propeler pesawat Casa 212 TNI AL	- Mampu membantu pemasangan Cover pada propeler pesawat Casa 212 TNI AL
16	2 Oktober 2020	Study Literature	-	-
17	5 Oktober 2020	- Part Repair Shop	- Introduction Tool pada Part Repair Shop	- Memahami jenis tool yang ada pada part repair shop
18	6 Oktober 2020	- Part Repair Shop	- Membantu proses manufaktur pembuatan bushing pada Main landing gear Pesawat Casa 212 TNI AL	- Mampu mengetahui proses manufaktur (Pembubutan ) pembuatan bushing pada Main landing gear

				Pesawat Casa 212 TNI AL
19	7 Oktober 2020	- Part Repair Shop	- Membantu proses manufaktur pembuatan bushing pada Main landing gear Pesawat Casa 212 TNI AL	- Mampu mengetahui proses manufaktur (Pembubutan ) pembuatan bushing pada Main landing gear Pesawat Casa 212 TNI AL
20	8 Oktober 2020	- Part Repair Shop	- Pembelajaran dan praktek Proses Pengelasan dengan Methode TIG ( Tungsten Inlet Gas)	- Mampu memahami dan mempraktekkan Proses Pengelasan dengan Methode TIG ( Tungsten Inlet Gas)
21	9 Oktober 2020	Study Literature		
22	12 Oktober 2020	- Landing Gear Shop	- Assembly Main Landing Gear Shop Pesawat Casa 212 TNI AL	- Mampu memahami proses Assembly Main Landing Gear Shop Pesawat Casa 212 TNI AL
23	13 Oktober 2020	- Landing Gear Shop	- Pengisian Fluida pada Reservoir Tank dan Test Pressure Main Landing Gear Pesawat Casa 212 TNI AL	- Mampu mengerti proses Pengisian Fluida pada Reservoir Tank dan Test Pressure Main Landing Gear Pesawat Casa 212 TNI AL
24	14 Oktober 2020	- Propeler Shop	- Disassembly Propeler pesawat Foker 27 Asia Link	- Mampu memahami proses Disassembly Propeler pesawat Foker 27 Asia Link
25	15 Oktober 2020	- Propeler Shop	- Disassembly Propeler pesawat Foker 27 Asia Link	- Mampu memahami proses Disassembly Propeler pesawat

				Foker 27 Asia Link
26	16 Oktober 2020	Study literature		
27	19 Oktober 2020	- Heavy Maintenance	- Pengenalan dan penjelasan tentang Anti icing system pada pesawat Boieng 737-500 Nam Air	- Mampu memahami dan mengerti tentang system kerja Anti icing system pada pesawat Boieng 737-500 Nam Air
30	20 Oktober 2020	- Heavy Maintenance	- Overhaull Pesawat CASA 212 TNI AD	- Mampu mengetahui proses Overhaull Pesawat CASA 212 TNI AD
31	21 Oktober 2020	- Heavy Maintenance	- Cleaning Internal Structure Under flore Pesawat casa 212 TNI AD	- Mampu memahami proses Cleaning Internal Structure Under flore Pesawat casa 212 TNI AD
32	22 Oktober 2020	- Heavy Maintenance	- Cleaning Left and Right Wings Pesawat Casa 212 TNI AD	- Mampu mengetahui dan memahami proses cleaning Left and Right Wings Pesawat Casa 212 TNI AD
33	23 Oktober 2020	Study literature		
34	26 oktober 2020	- Heavy maintenance	- Inspeksi Cabin Pesawat Boieng 737 Sriwajaya Air PK-CLC	- Mampu memahami dan mengerti proses Inspeksi Cabin Pesawat Boieng 737 Sriwajaya Air PK-CLC
35	27 Oktober 2020	- Heavy Maintenance	- Disassembly interior pesawat Foker 50 Pacific Royal	- Mampu mengetahui dan memahami proses Disassembly interior pesawat

				Foker 50 Pacific Royal
36	2 November 2020	- Heavy Maintenance	- Disassembly interior pesawat Foker 50 Pacific Royal	- Mampu mengetahui dan memahami proses Disassembly interior pesawat Foker 50 Pacific Royal
37	3 November 2020	- NDT Shop	- NDT attachment inner to outer Right Wings Pesawat Casa 212 TNI AD Methode "Edy Current Low frequency"	Mampu mengetahui proses NDT attachment inner to outer Right Wings Pesawat Casa 212 TNI AD Methode "Edy Current Low frequency"
38	4 November 2020	- NDT Shop	- NDT attachment inner to outer Left Wings Pesawat Casa 212 TNI AD Methode "Edy Current Low frequency"	- Mampu mengetahui proses NDT attachment inner to outer left Wings Pesawat Casa 212 TNI AD Methode "Edy Current Low frequency"
39	5 November 2020	- NDT Shop	- NDT Left Engine Mounting Pesawat Casa 212 TNI AD Methode "Edy Current High frequency"	Mampu mengetahui proses NDT Left Engine Mounting Pesawat Casa 212 TNI AD Methode "Edy Current High frequency"
40	9 November 2020	- NDT Shop	- NDT Right Engine Mounting Pesawat Casa 212 TNI AD Methode "Edy Current High frequency"	Mampu mengetahui proses NDT Right Engine Mounting Pesawat Casa 212 TNI AD Methode "Edy Current High frequency"

41	10 November 2020	- NDT Shop	- NDT Fix Noise Landing Gear Pesawat Casa 212 TNI AD Methode “Ultrasonic Test”	- Mampu mengetahui NDT Fix Noise Landing Gear Pesawat Casa 212 TNI AD Methode “Ultrasonic Test”
42	11 November 2020	- NDT Shop	- NDT Fix Noise Landing Gear Pesawat Casa 212 TNI AD Methode “Ultrasonic Test”	- Mampu mengetahui NDT Fix Noise Landing Gear Pesawat Casa 212 TNI AD Methode “Ultrasonic Test”
43	12 November 2020	- Heavy Maintenance	- Packaging Komponen pesawat pacific Royal Foker 50	- Mampu mengerti komponen yang ada di pesawat Pacific Royal Foker 50
44	13 November 2020	Study Literature		
45	16 November 2020	- Heavy Maintenance	- Hydraulic Replacement Pesawat Lion Air Boieng 737 ER	- Mampu mengetahui proses dan langkah langkah pada proses Hydraulic Replacement Pesawat Lion Air Boieng 737 ER
46	17 November 2020	- NDT shop	- NDT Right main landing Gear Casa 212 TNI AD dengan Methode “ Penetrant Test, MagneticTest”	- Mampu mengetahui proses NDT Right Main Landing Gear Casa 212 TNI AD Methode “ Penetrant Test, MagneticTest”
47	18 November 2020	- NDT Shop	- NDT Left Main Landing Gear Casa 212 TNI AD dengan Methode “ Penetrant Test, MagneticTest”	- Mampu mengetahui proses NDT Left Main Landing Gear Casa 212 TNI AD dengan Methode “ Penetrant Test,

				MagneticTest”
48	19 November 2020	- NDT shop	- NDT Noise Landing Gear Casa 212 TNI AD dengan Methode “ Penetrant Test, MagneticTest”	- Mampu mengetahui proses NDT Noise Landing Gear Casa 212 TNI AD dengan Methode “ Penetrant Test, MagneticTest
49	20 November 2020	Writing Report		
50	23 November 2020	- Landing Gear Shop	- Cleaning Part After NDT Main Landing Gear dan Noise Landing Gear Casa 212 TNI AD	- Mengetahui proses Cleaning Part After NDT Main Landing Gear dan Noise Landing Gear Casa 212 TNI AD
51	24 November 2020	- Heavy Maintanance	- Visual Inspection cable for Eleron Pesawat Sriwijaya air PK-CLC Boieng 737-500	- Mampu mengetahui proses Visual Inspection cable for Eleron Pesawat Sriwijaya air PK-CLC Boieng 737-500
52	25 November 2020	- Propeler shop	- Balancing Propeler “ Static Balancing” Pesawat Casa 212 TNI AD	- Mampu mengetahui proses Balancing Propeler “ Static Balancing” Pesawat Casa 212 TNI AD
53	26 November 2020	- Landing gear Shop	- Assembly Left and Right Main landing Gear dan Noise landing Gear	- Mampu mengetahui dan memahami proses Assembly Left and Right Main landing Gear dan Noise landing Gear
54	27 November 2020	Witting report	-	-

55	30 November 2020	- Painting Room	- Masking and primer painting left main landing Gear Pesawat casa 212 TNI AD	- Mampu mengetahui dan memahami proses Masking and primer painting left main landing Gear Pesawat casa 212 TNI AD
56	1 Desember 2020	- Painting room	- Sein papper after premiere painting Left Main Landing Gear Casa 212 TNI AD	- Mampu mengetahui dan memahami pekerjaan Sein papper after premiere painting Left Main Landing Gear Casa 212 TNI AD
57	14 Desember 2020	- Heavy maintainance	- Hydraulic Replacement Boieng 737-900 ER maskapai Lion Air	- Mampu mengetahui proses pengerjaan Hydraulic Replacement Boieng 737-900 ER
58	15 Desember 2020	- Heavy Maintannace	- Assembly Left Main Landing Gear Pesawat Sriwijaya AIR PK-CLC	- Mengetahui proses Assembly pada Left Main Landing Gear Pesawat Sriwijaya AIR PK-CLC
59	16 Desember 2020	- Heavy Maintannace	- Inspeksi for cabin and interior Pesawat Sriwijaya AIR PK-CLC	- Mengetahui proses Inspeksi for cabin and interior Pesawat Sriwijaya AIR PK-CLC
60	17 Desember 2020	- Heavy Maintanance	- NDT pada Slat dug Heat Exchanger Pesawat Boing 737-900 maskapai Lion Air	- Mengetahui Proses NDT pada Slat dug Heat Exchanger Pesawat Boing 737-900 maskapai Lion Air
61	18 Desember 2020	- Writing Report		

62	4 Januari 2021	- Heavy Maintannace	- Inspeksi Pengerjaaaan Painting pada pesawat CASA 212 TNI AD	- Mampu mengetahui proses Inspeksi Pengerjaaaan Painting pada pesawat CASA 212 TNI AD
63	5 Januari 2020	- Heavy Maaintanance	- Door Inspection and Assembly pesawat Sriwijaya Air PK-NAN	- Mampu mengetahui
64	6 Januari 2021	- Marketing Manajemen	- Penjelasan tentang perusahaan dan berkaitan tentang system produksi yang ada	- Mampu mengetahui Penjelasan tentang perusahaan dan berkaitan tentang system produksi yang ada

**Tabel 3.1** Aktivitas Kegiatan Magang Industri di PT. MMF

Dalam pelaksanaan magang industri di PT. MMF dilakukan secara terjun langsung ke lapangan baik di Hanggar maupun di workshop adapun kegiatan yang dilakukan di Workshop berkaitan pengerjaan di Propeler shop, NDT shop, Landing Gear Shop, Part and Repair Shop, serta pengerjaan di Hydraulic Shop. Selain itu pada magang industri ini juga ikut aktivitas proses pengerjaan *Heavy Maintenance* yang dilakukan di Hanggar PT.MMF. Untuk proses magang juga berlangsung secara offline dan online adapun proses WFH yakni di tanggal 2 Desember 2020 – 11 Desember 2020 dikarenakan untuk mencegah pengendalian penyeberan virus COVID-19. Selain itu juga pada tanggal 8 – 14 Januari 2021 pelaksanaan magang juga dilaksanakan secara WFH.

### 3.2 Relevansi Teori dan Praktek

Dalam ilmu Bahan atau ilmu material, kelelahan adalah melemahnya suatu bahan yang disebabkan oleh beban yang berkali-kali diaplikasikan terhadap bahan tersebut. Hal ini adalah kerusakan struktural progresif dan terlokalisasi yang terjadi bila suatu bahan mengalami pembebanan siklikal. Fatik merupakan terjadinya kerusakan material akibat pembebanan yang terus menerus. Dari pernyataan tersebut didapatkan bahwa apabila pada sebuah material diberikan

tegangan secara terus menerus maka akan menyebabkan material tersebut menjadi mengalami kerusakan karena tegangan yang lebih rendah dari pada tegangan yang diperlukan supaya mengakibatkan kerusakan pada berat statik. Kerusakan karena beban menerus atau terus menerus ini disebut kerusakan lelah (*fatigue failures*) karena pada normalnya kerusakan material tersebut terjadi setelah kurun waktu penggunaan yang lumayan lama. Kelelahan akan berujung pada crack pada benda. Dalam dunia industri penerbangan peristiwa crack tidak boleh terjadi karena crack dapat membahayakan dari keseluruhan sistem yang ada di pesawat. Aplikasi dari pengujian material crack pada critical point pada bagian pesawat di PT. MMF menggunakan dengan pengetesan Non Destructive Test (NDT). Adapun metode dalam proses NDT yang dilakukan pada PT. MMF ialah meliputi Penetrant Test, Edy Current Test, Ultrasonic Test, dan Magnetic Test.

### **3.3 Permasalahan**

Pesawat pada umumnya memiliki lima bagian utama yaitu *fuselage*, *empennage*, *wing*, *engine*, dan salah satunya adalah *landing gear*. *Landing Gear* bertanggung jawab atas semua pergerakan pesawat ketika di *ground*. Pergerakan tersebut meliputi *take off*, *landing*, *taxiing* dan *parking*. Tanpa adanya *landing gear* tentunya pesawat akan sulit untuk melakukan semua pergerakan di *ground*. Salah satu sistem penunjang yang ada pada *landing gear* adalah *nose wheel steering system*. *Sistem nose wheel steering* ini akan membuat pesawat dengan leluasa melakukan pergerakan ketika di darat. Sehingga bisa disimpulkan bahwa sistem ini harus ada di pesawat dan harus bekerja dengan baik.

Karena begitu penting dan seringnya sistem ini dioperasikan maka secara tidak langsung beban kerja dari sistem ini cukup besar sehingga sering timbul kerusakan-kerusakan yang memerlukan perhatian khusus. Masalah yang sering timbul pada sistem ini adalah terjadinya vibrasi pada *nose steering* ketika pesawat akan *take off* dan *landing*. Pesawat *take off* dan *landing* dengan kecepatan yang tinggi apabila terjadi vibrasi pada *nose steering* maka dimungkinkan *nose wheel* tidak bergerak lurus, namun gerakan dari *nose wheel* berupa gerakan *osilasi* yang tentunya apabila bergerak dengan kecepatan tinggi maka akan sangat berbahaya karena *directional stability* dari pesawat terganggu akibatnya pesawat bergerak ke

kanan dan ke kiri dengan sendirinya sehingga bisa menyebabkan pesawat bergerak keluar landasan dan membahayakan *crew* dan penumpang di pesawat itu sendiri. Hal ini terjadi karena *nose landing gear* mengalami suatu masalah pada fungsinya yang penyebabnya adalah kurangnya *nitrogen* pada *tire* ataupun kurangnya *nitrogen* dan *oil pressure* pada *shock strut* sehingga menimbulkan masalah *osilasi* pada *nose wheel landing gear*. Selain itu untuk memastikan bahwasanya *nose wheel* tidak terdapat cacat, *crack* atau kerusakan maka dilakukan pengujian tanpa merusak benda yakni menggunakan jenis pengujian Non Destructive Test. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa *nose wheel Landing Gear* tidak terdapat *crack* karena *life time* dan penggunaan, serta kelelahan beban yang dialami material itu sendiri. Apabila terjadi *crack* pada area *critical* maka tentunya akan membahayakan keselamatan penumpang pesawat yang berujung pada kecelakaan. Dalam laporan ini penulis akan menguraikan proses NDT yang dilakukan pada *Nose wheel Landing Gear* pada pesawat Casa 212 milik TNI AD adapun untuk pengujian NDT dilakukan di Workshop Non Destructive Test Milik PT. Merpati Maintenance Facility.

## BAB IV

### PEMBAHASAN MASALAH

#### 4.1 Penjelasan Benda Uji

*Shock Strut landing gear* merupakan bagian yang menghubungkan antara bagian struktural *member* dan bagian *Wheel*. Selain itu *Shock strut* juga memiliki fungsi sebagai peredam akibat *impact* dari *Landing Gear* terhadap permukaan landasan. *Shock strut* sendiri memiliki beberapa komponen pendukung yang mensupport kinerja dari itu sendiri.



**Gambar 4.1 Shock Strut**  
(Sumber : [www.airplane-picture.net](http://www.airplane-picture.net))

a. *Upper Cylinder (Outer Cylinder)*

*Upper Cylinder* merupakan bagian dari *shock strut* pada bagian atas dan menempel pada struktur *member* dari pesawat sehingga tidak dapat digerakan. Pada bagian dalamnya diisi dengan nitrogen sebagai *shock absorber*.

b. *Lower Cylinder (Inner Cylinder)*

*Lower Cylinder* yang biasa juga disebut dengan *piston*, dimana *piston* tersebut yang berhubungan langsung dengan *wheel assembly* sehingga dapat bebas digerakan. Pada bagian dalamnya biasanya diisi dengan *oil* sebagai penghambat gaya balik akibat dari nitrogen yang ter - *compress*.

c. *Tapered Metering Pin*

*Tapered Metering Pin* merupakan pengontrol dari gerakan *oil* ketika *shock strut* dalam kondisi kompresi.

d. *Recoil Valve*

*Recoil valve* terdapat pada piston yang merupakan pembatas atau *restrictor* terhadap aliran *oil* selama *shock strut* dalam langkah *extension* sehingga gerakannya lebih lambat.

e. *Axle*

*Axle* merupakan *device* yang menempel pada *Lower Cylinder* yang memiliki fungsi sebagai tempat pemasangan dari *Wheel*.

f. *Shock Strut Gas Valve*

*Shock strut gas valve* merupakan valve yang digunakan untuk melakukan servicing pada *shock strut* seperti melakukan pengisian nitrogen. *Shock strut gas valve* terdapat pada bagian *Upper Cylinder*.

g. *Shock Strut Oil Valve*

*Shock strut gas valve* merupakan valve yang digunakan untuk melakukan servicing pada *shock strut* seperti melakukan pengisian *oil*. *Shock strut gas valve* terdapat pada bagian *Upper Cylinder*.

h. *Packing Gland*

*Packing Gland* terpasang pada persambungan antara *Lower Cylinder* dan *Upper Cylinder*, berfungsi sebagai pembersih dari kotoran – kotoran yang menempel pada piston sehingga tidak terbawa ke bagian dalam dari *Upper Cylinder* karena dapat mengakibatkan kebocoran.

i. *Torque Link*

*Torque Link* atau yang dikenal juga dengan *Torque Arm* memiliki fungsi sebagai penghubung antara *Upper Cylinder* dan *Lower Cylinder* sehingga bagian dari *Lower Cylinder* tidak dapat diputar, sehingga *landing gear* dapat tetap lurus. *Torque Link* juga menjaga *piston strut* tetap berada pada posisinya ketika *shock strut extend*.

Adapun bagian yang di laporkan untuk di NDT dalam proses penulisan laporan ini ialah bagian Torque Link Noise Landing Gear pesawat CASA 212 milik TNI AD Proses NDT dilakukan dengan Metode Magnetic Test.

## **4.2 Instalasi Pengujian**

Sebelum pengujian dengan menggunakan metode MPI ada beberapa hal yang perlu di persiapkan yaitu menguji kekuatan yoke terlebih dahulu (power Lifting of Yoke ) berdasarkan ASME section V Article 6 (T-773, 2), yaitu untuk arus AC yoke harus mampu mengangkat beban seberat 4.5 kg (10 lb ) pada maximum pole spacing-nya. Apabila yoke masih dapat mengangkat beban yang disyaratkan maka yoke tersebut masih layak untuk di gunakan.

## **4.3 Alat dan Bahan**

### **4.3.1 Alat**

#### **a. Sikat Kawat**

Berfungsi untuk membersihkan atau menghilangkan karat pada benda uji sebelum dilakukan pengujian.



**Gambar 4.2** Sikat kawat

#### **b. Majun**

Berfungsi untuk mengelap benda uji yang telah diberi cleaner.



**Gambar 4.3** Majun

c. Yoke

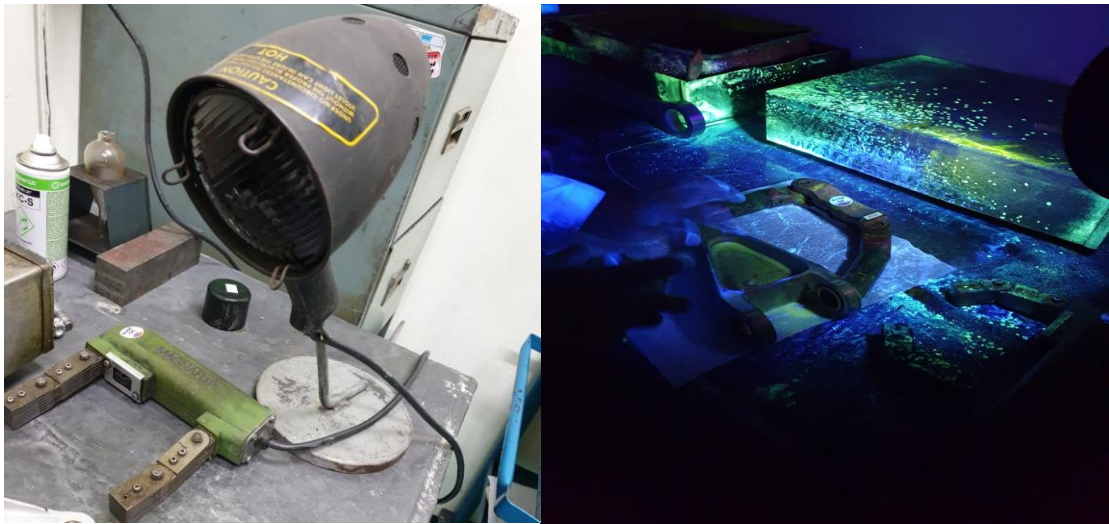
Berfungsi untuk membangkitkan medan magnet pada benda uji yang akan di inspeksi.



**Gambar 4.4** Yoke

d. Black light Sinar UV

Berfungsi untuk melihat cacat hasil inspeksi yang telah dilakukan menggunakan metode wet fluorescent.



**Gambar 4.5** Black light pencahayaan sinar UV

e. Gauss Meter

Berfungsi untuk mengetahui besaran medan magnet dan memastikan adanya medan magnet setelah proses magnetisasi dan demagnetisasi.



**Gambar 4.6** Gauss meter

4.3.2 Bahan uji

a. Benda uji Torque Link Main Landing Gear Pesawat Casa 212 TNI AD



**Gambar 4.7** Benda uji Torque Link Main Landing Gear Pesawat Casa 212 TNI AD

b. Cleaner

Berfungsi untuk untuk menghilangkan noda-noda yang berada di benda uji

agar proses magnetisasi mendapatkan hasil yang maksimal. Cleaner yang digunakan ialah Magnaflux SPOTCHECK SKC-S Cleaner Remover.



**Gambar 4.8** Magnaflux SPOTCHECK SKC-S Cleaner Remover

c. Wet particle for fluorescent

Berfungsi untuk memudahkan mendeteksi adanya cacat pada metode wet fluorescent. Melakukan penyemprotan pada benda uji Torque Link Main Landing Gear CASA 212 TNI AD. Jenis Fluorescent yang digunakan ialah Magnaflux Magnalo 14 HF.



**Gambar 4.9** Fluorescent Magnaflux Magnalo 14 HF

## 4.4 Prosedur Pengujian

### 4.4.1 Persiapan pengujian

Sebelum pengujian dengan menggunakan metode MPI ada beberapa hal yang perlu dipersiapkan yaitu menguji kekuatan yoke terlebih dahulu (Power Lifting of Yoke) berdasarkan ASME section V Article 6 (T-773, 2), yaitu untuk arus AC yoke harus mampu mengangkat beban seberat 4,5 Kg (10 Ib) pada maximum pole spacing-nya. Apabila yoke masih dapat mengangkat beban yang disyaratkan, maka yoke tersebut masih layak untuk digunakan.

### 4.4.2 Langkah Pengujian

#### 1. Metode Wet Fluorescent

##### a. Cleaning

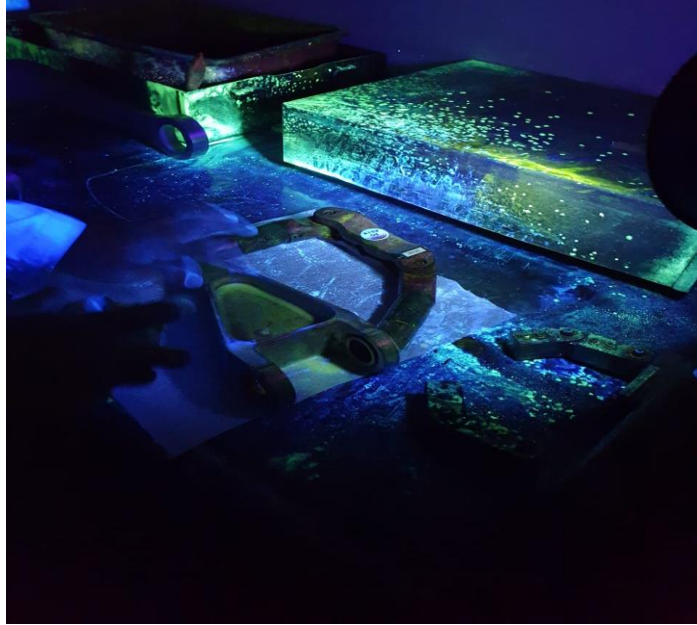
Kondisi permukaan harus diperhatikan, permukaan harus kering dan bersih dari segala macam kotoran yang kiranya dapat mengganggu proses inspeksi seperti karat, oll/gemuk, debu, dll. Sebelum pengelapan dengan cara menyemprotkan cairan Magnaflux SPOTCHECK SKC-S Cleaner Remover pada benda kerja setelah itu melakukan proses pengelapan dengan majun atau tisu



**Gambar 4.10** Penyemrotan Benda kerja dengan cairan Magnaflux SPOTCHECK SKC-S Cleaner Remover

b. Menyalakan Black Light Setting Penerangan

Mengatur intensitas uv light (20 lux) dan black light (1000 lux)



**Gambar 4.11** Suasana Ruangan dengan adanya backlight sinar UV

c. Apply AC/DC yoke Magnetisasi

Nyalakan AC/DC yoke, lalu benda kerja mulai dimagnetisasi. Magnetisasi benda uji dimaksudkan agar benda uji dapat menarik serbuk ferromagnetik yang nantinya serbuk ferromagnetik tersebut akan mendeteksi adanya cacat pada benda uji tersebut. Cara memberikan medan magnet yakni dengan cara mendekatkan benda uji ke yoke kemudian menyalakan tombol On pada yoke dan mendiamkan beberapa detik benda kerja menempel pada yoke.



**Gambar 4.12** Proses magnetisasi pada benda kerja

d. Pengecekan Medan magnet

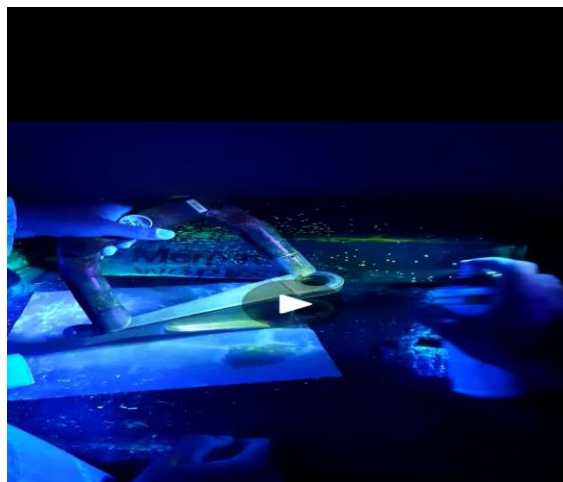
Pastikan setelah dilakukan proses magnetisasi medan magnet telah menempel pada benda uji dan di pastikan pengetesan dengan menggunakan Gauss meter.



**Gambar 4.13** Penunjukkan jarum Gauss meter adanya medan magnet

e. Penyemprotan Fluorescent Magnetic

Aplikasi serbuk magnet disesuaikan dengan keadaan permukaan pada benda uji. Serbuk yang digunakan type basah.



**Gambar 4.14** Penyemprotan benda uji dengan Fluorescent Magnetic

f. Inspection

Dimaksudkan untuk meneliti bentuk cacat yang terdapat pada benda uji. Selain itu juga dan hasil pengevaluasian kita akan dapat menentukan apakah benda uji harus diperbaiki atau tidak. Dalam proses inspeksi digunakan mata telanjang dengan bantuan sinar UV apabila ada crack maka akan membentuk

pola rambatan seperti rambut yang menunjukkan bahwa didalam struktur benda kerja ada rambatan crack.



**Gambar 4.15** Hasil Inspeksi pada method pengujian NDT Magnetic Test

g. Demagnetisasi

Demagnetisasi dilakukan dengan maksud untuk menghilangkan sisa sifat magnet yang terdapat pada benda uji agar benda uji tersebut tidak akan dapat menarik serbuk-serbuk besi yang nantinya akan menyulitkan proses pembersihan. Demagnetisasi dapat dilakukan dengan menggunakan arus AC atau DC. Jika menggunakan arus AC, benda uji dimasukkan ke dalam koil yang dialiri arus AC kemudian diturunkan perlahan-lahan. Jika menggunakan arus DC step down bolak-balik berulang. Dalam proses demagnetisasi pada benda uji pada pengetesan kali ini dilakukan dengan cara mendekatkan benda uji kedalam yoke kemudian menarik perlahan searah lurus sejauh 80 cm kemudian dilepaskan.



**Gambar 4.16** Proses Demagnetisasi Benda Uji

h. Post Cleaning

Post cleaning dimaksudkan untuk membersihkan benda uji dari sisa-sisa dari pemberian serbuk magnetik pada saat pengujian. Post cleaning dilakukan setelah seluruh rangkaian pengerjaan telah dilakukan.



**Gambar 4.17** Proses Post Cleaning Benda Uji

i. Test Magnetic

Pastikan tidak ada gaya medan magnet setelah proses demagnetisasi pengetesan dilakukan dengan alat gauss meter dengan batas toleransi  $+2$  dan  $-2$  dengan skala penunjukkan di gauss meter.



**Gambar 4.18** Proses pengecekan medan magnet dengan gauss meter

#### **4.5 Analisa Jenis Cacat**

Cacat merupakan suatu keretakan yang nampak pada benda kerja. Cacat tersebut dapat terlihat setelah dilakukan pengujian tanpa merusak benda tersebut dalam pelaksanaan inspeksi magnetic NDT tidak ditemukan cacat atau crack pada torque link main landing gear pesawat casa 212 TNI AD. Apabila terdapat suatu cacat atau crack maka langkah berikutnya yang menentukan kebijakan ialah bagian engineering untuk dilakukan proses repair atau replacement.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan dari pengamatan terkait proses NDT pada *Torque Link* Main Landing Gear pesawat CASA 212 TNI AD dapat disimpulkan bahwa :

1. Proses NDT yang dilakukan menggunakan Methode Magnetic test
2. Dalam Proses NDT pada *Torque Link* Pesawat CASA 212 TNI AD tidak ditemukan crack sehingga hasil dari pelaporan pada pengerjaan dalam keadaan baik
3. Apabila ditemukan crack dalam suatu komponen setelah proses NDT, *engineer* NDT hanya bertugas untuk melaporkan kepada bagian *engginering*. Selebihnya bagian *engginering* yang akan menentukan untuk penentuan apakah dilakukan *repair* atau *replacement*
4. Dibutuhkan seorang *enginner* dengan keahlian NDT minimal Level II dalam kegiatan NDT yang ada pada PT. Merpati Maintanance Facility
5. Methode NDT yang digunakan di PT. Merpati Maintanance Facility ialah Edy current Test, Magnetic Test, Ultrasonic Test, dan Penetrant Test.

#### **5.2 Saran**

Saran yang dapat disampaikan setelah melakukan kegiatan magang industri di PT. Merpati Maintanance Facility ialah sebagai berikut :

1. Dalam proses NDT harus dilakukan dengan selalu memperhatikan tingkat keselamatan mulai dari pemakaian alat pelindung diri, kenyamanan, dan kondisi badan harus fit.
2. Dalam proses NDT dengan Methode Magnetic test menggunakan sinar UV diperlukan pengaturan ulang terkait letak pancaran sinar U, karena pada pelaksanaan NDT di PT. Merpati Maintanance Facility arah pancaran sinar UV masih membahayakan untuk para *engineer* yang sedang melakukan proses inspeksi NDT
3. Diperlukan tambahan *engineer* yang ahli di bidang NDT dikarenakan PT. Merpati Maintanance Facility hanya mempunyai 1 orang *engineer* yang ditempatkan di NDT shop, tentunya dengan penambahan tersebut bisa

membuat pengerjaan NDT di PT. Merpati Maintenance Facility bias lebih efektif dan akurat.

## **DAFTAR PUSTAKA**


Yunika, 2016. LAPORAN KERJA PRAKTEK PT. PUPUK SRIWIDJAJA  
PALEMBANG: PEMERIKSAAN NDT DENGAN METODE EDDY CURRENT  
EXAMINATION PADA HEAT EXCHANGER 4A-1105-C CO2 STRIPPER GAS  
REBOILER PT. PUPUK SRIWIDJAJA

ASME B31. Minimum Wall Thickness of Pipe. New York, 2000, Revision 2003.

ASME Handbook. Table A-1 Maximum Allowable Strees Value. New York, 2000.

## LAMPIRAN

### 1. Surat Pengantar Magang Industri dari Departemen



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI  
Kampus ITS Sukolilo-Surabaya 60111  
Telp: 031-5922942, 5932625, Fax 5932625 PABX: 1275  
Email: mesin\_fvokasi@its.ac.id

Surabaya, 9 September 2020

Nomor : B/54692/IT2.IX.7.1.2/PM.02.00/2020  
Lampiran : 1 (satu) Eksemplar  
Perihal : Permohonan Program Magang Industri

Kepada : Yth. PT. MERPATI MAINTENANCE FACILITY  
Jalan Raya Bandara Juanda, Sudimoro, Betro Kec. Sedati  
Sidoarjo, Jatim 61253


Dalam rangka memenuhi kewajiban kurikulum mahasiswa Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi – ITS, maka dengan ini mohon bantuannya untuk mahasiswa kami tersebut dibawah ini :

NO	NAMA	NRP
1	MOHAMMAD FAIQ ASLIKHIL ISLAM	10211710010006

Bila memungkinkan mohon diberi kesempatan untuk Magang Industri di PT. MERPATI MAINTENANCE FACILITY mengenai Maintenance pesawat dan manajemen industri

Adapun Jadwal 14 September 2020 s/d 14 Januari 2021 dan untuk jawabannya mohon dikirim via email : mesin\_fvokasi@its.ac.id atau fax yang tertera pada kop surat tersebut.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya, kami sampaikan terima kasih.

Ketua Departemen Teknik Mesin Industri,  
  
DEPARTEMEN  
Dr. Heru Murnanto, MT  
Nip. 19620216 199512 1 001

**Tembusan :**

1. Yth. Koordinator Magang
2. Unit Kearsipan
3. Arsip



### 3. Penilaian dari pembimbing Lapangan Magang

#### PENILAIAN PESERTA MAGANG INDUSTRI

**Nama Mahasiswa** : MOHAMAD FAIQ ASLIKHIL ISLAM  
**NRP** : 10211710010006  
**Fakultas/Jurusan** : VOKASI/TEKNIK MESIN INDUSTRI  
**Institusi** : INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
**Periode Magang** : 01 SEPTEMBER – 31 DESEMBER 2020

No	Komponen	Daftar Nilai	
		Angka	Huruf
1	Integritas (Etika, moral, dan kesungguhan)	90	
2	Ketepatan waktu dalam bekerja	90	
3	Keahlian berdasarkan bidang ilmu	85	
4	Kerja sama dalam tim	90	
5	Komunikasi	90	
6	Pengembangan diri	85	
<b>Total Nilai</b>			
<b>Banyaknya Komponen</b>			
<b>Rata-rata Nilai</b>			

#### Kriteria Penilaian

86 – 100 Sangat memuaskan (A)  
71 – 85 Memuaskan (B)  
<=70 Cukup memuaskan (C)

Surabaya, 07 Januari 2021

Pembimbing

Abdul Hamid  
NRP. 17043001



4. Bukti telah menyelesaikan Magang Industri di PT. MMF

 **PT MERPATI MAINTENANCE FACILITY**  
Members of PT Merpati Nusantara Airlines (Persero)  
Bandara Internasional Juanda, Desa Betro, Kecamatan Sedati, Sidoarjo  
Website : <http://www.ptmmf.co.id> Telp/Fax : 031-8686500 Email : [sekretariat@ptmmf.co.id](mailto:sekretariat@ptmmf.co.id)

---

**SURAT KETERANGAN**  
NO. MMF/OH/SKTR/08/I/2021

Yang bertanda tangan dibawah ini **Manager Human Resources & General Affair** PT Merpati Maintenance Facility Surabaya, dengan ini menerangkan bahwa :

p. Nama : MOHAMAD FAIQ ASLIKHIL ISLAM

q. Tempat/Tanggal Lahir : LAMONGAN / 25 FEBRUARI 1999

r. NIM : 10211710010006

s. Program Studi : TEKNIK MESIN INDUSTRI

t. Asal Sekolah : INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER (ITS)

Benar telah melaksanakan *On The Job Training (OJT)* di PT Merpati Maintenance Facility Surabaya, terhitung mulai tanggal 01 September sampai dengan 31 Desember 2020, dengan hasil **BAIK**.

Sidoarjo, 08 Januari 2021

**MANAGER HUMAN RESOURCES &  
GENERAL AFFAIR**

  
**EDY SUKENDAR**



Scanned by TapScanner