

## ***DETEKSI CACAT PADA MATERIAL DENGAN TEKNIK PENGUJIAN TIDAK MERUSAK***

Irwansyah

Universitas Pramita Indonesia Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin  
Jl. Kampus Pramita Curug Tangerang  
Email: irwansyah@unpri.ac.id

### Abstrak

Untuk mengetahui kualitas suatu material pengujian sangat eratkaitannya dengan pemilihan bahan yang akan dipergunakan dalam konstruksi. Di dunia industri tidak asing dengan teknik pengujian tidak merusak atau non-destruktif test (NDT). Dan dengan pengujian akan diketahui kualitas material tersebut sehingga produk yang dihasilkan bisa dipertanggungjawabkan. Pengujian yang sering digunakan salahsatunya dengan pengujian tidak merusak atau non-destruktif test (NDT). Tujuan dari pengujian tidak merusak atau non-destruktif test (NDT) adalah untuk mengetahuicacat atau tidaknya sebuah material. Pengujian tidak merusak atau non-destruktif test ini terdiri dari : Visual Inspection, Liquid Penetrant Test, Magnetic Particle Inspection, Eddy Current Test, Ultrasonic Inspection, Radiographic Inspection dan Acoustic Emission Testing.

*Kata kunci : Material, Pengujian*

### Abstract

*To find out the quality of a test material is very closely related to the selection of materials to be used in construction. In the industrial world is no stranger to non-destructive testing (NDT) testing techniques. And by testing the quality of the material will be known so that the resulting product can be accounted for. One test that is often used is by testing non-destructive or non-destructive tests (NDT). The purpose of a non-destructive or non-destructive test (NDT) is to find out whether a material is defective or not. This non-destructive or non-destructive test consists of: Visual Inspection, Liquid Penetrant Test, Magnetic Particle Inspection, Eddy Current Test, Ultrasonic Inspection, Radiographic Inspection and Acoustic Emission Testing.*

*Keywords: Material, Testing*

## I. PENDAHULUAN

Material sudah tidak asing lagi bagi masyarakat, apalagi bagi dunia industri baik berbentuk logam maupun non logam. Namun untuk mendapatkan material yang berkualitas perlu dilakukan sebuah pengujian. Pengujian tersebut juga sebagai pengontrol kualitas sebuah material.

Pengujian material ini semakin meluas dalam penerapannya baik dalam bidang permesinan, bangunan maupun bidang lainnya. Hal ini dikarenakan sifat material bisa diubah sehingga pengetahuan tentang material terus berkembang.

Dalam pengujian material ada dua teknik pengujian yang dikenal yaitu pengujian tidak merusak / NDT dan pengujian merusak/ DT.

Perbedaan dari destructive test (DT) dengan **non-destructive test (NDT)**. Sesuai dengan namanya destructive berarti merusak, tentunya perbedaan antara DT dengan NDT mempunyai perbedaan yang sangat signifikan. Yaitu tentang merusak dan tidak merusaknya suatu material dalam proses pengujian.

Perbedaan antara NDT dengan DT dari segi pengertian umumnya, jika NDT adalah suatu pengujian tanpa merusak material yang dilakukan saat inspeksi terhadap benda untuk mengetahui kerusakan yang ada pada benda itu dengan tujuan untuk maintenance benda, lain halnya dengan Destructive Test. Destructive Test memungkinkan pada material akan rusak dikarenakan harusnya menguji performa dari material itu.

Penempatan pengujian ini berbeda dengan **NDT (Non Destructive Test)** yang bertujuan untuk maintenance, DT digunakan saat material atau benda itu jadi lalu dilakukan pengujian. Karena DT adalah pengujian terhadap performa maka pengujian harus sampai tahap maksimum, agar material itu tahan terhadap gangguan baik dari luar maupun dalam.

Perbedaan lainnya dari NDT dengan DT tentang penggunaannya, jika NDT menggunakan bahan lain sebagai penguji untuk benda atau material yang diuji, dengan kata lain, material tidak langsung diuji dengan sebuah mesin namun dengan alat – alat kecil. Sebagai contoh pada Dye Penetrant Test, kita memerlukan cat (cairan penetrant). Dikarenakan agar tidak merusak material. Dan **DT (Destructive Test)** menggunakan material itu langsung diuji dengan instrumen. sebagai contoh, logam diatrik langsung dengan mesin sampai putus.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### Pengujian Tidak Merusak

Saat ini pengujian tidak merusak modern digunakan dalam manufaktur, fabrikasi dan inspeksi dalam-layanan untuk memastikan integritas dan keandalan produk, untuk mengontrol proses manufaktur, menurunkan biaya produksi dan mempertahankan tingkat kualitas yang seragam.

Pengujian tidak merusak bukan hanya sebuah metode untuk menolak materi standar; itu juga merupakan jaminan bahwa seharusnya dalam kondisi baik. Teknik ini menggunakan berbagai prinsip-prinsip;

tidak ada metode tunggal sekitar yang kotak hitam dapat dibangun untuk memenuhi semua persyaratan dalam segala situasi.

Terdapat banyak jenis dari NDT yang telah dikembangkan tergantung pada tujuan pengujian tersebut. Berikut ini akan dijelaskan lebih dalam terkait jenis-jenis pengujian tidak merusak. Jenis NDT yang akan dijelaskan didasarkan pada metode pengujian volumetrik, permukaan, keutuhan, dan pengawasan kondisi.

Berikut ini adalah deskripsi singkat tentang metode yang paling umum digunakan dalam industri adalah: Visual Inspection, Liquid Penetrant Test, Magnetic Particle Inspection, Eddy Current Test, Ultrasonic Inspection, Radiographic Inspection dan Acoustic Emission Testing.

### 1. Visual Inspection

Inspeksi Visual berarti inspeksi peralatan dan struktur menggunakan kombinasi indera manusia seperti penglihatan, pendengaran, sentuhan dan penciuman. Inspeksi Visual kadang-kadang dilakukan bersamaan dengan perangkat seperti kaca pembesar berdaya rendah, boroskop, serat optik, boreskop video digital, sistem kamera dan sistem crawler robot. Inspeksi Visual adalah yang paling mendasar dari berbagai metode kontrol pengujian non-destruktif, tetapi tidak kalah pentingnya.

Dari saat komponen (katup, pompa, pipa, kapal, dll) dipasang, kontrol dengan inspeksi visual dilaksanakan sebagai elemen awal penilaian untuk penerimaan bagian individu atau sistem keseluruhan sebelum masuknya ke dalam layanan, atau sebagai kontrol awal untuk kinerja pengujian selanjutnya yang memverifikasi operabilitasnya.

Keuntungan metode Visual Inspection adalah biaya murah dan tidak terlalu rumit karena tidak menggunakan alat-alat yang sulit digunakan.

Adapun Kelemahannya metode Visual Inspection adalah hanya dapat mendeteksi keberadaan cacat yang berada di permukaan material uji dan hanya dapat mendeteksi keberadaan cacat yang dapat dilihat dengan mata telanjang ataupun dengan alat batnu optik.

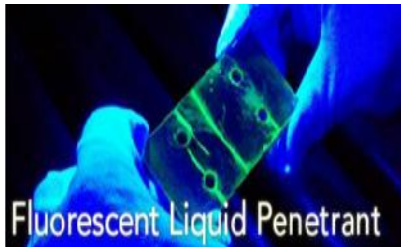


Gambar 2.1 Visual Inspection

### 2. Liquid Penetrant Test

Metode Liquid Penetrant Test merupakan metode NDT yang paling sederhana. Metode ini digunakan untuk menemukan cacat di permukaan terbuka dari komponen solid, baik logam maupun non logam, seperti keramik dan plastik fiber. Melalui metode ini, cacat pada material akan terlihat lebih jelas. Caranya adalah dengan memberikan cairan berwarna terang pada permukaan material yang diuji. Cairan ini harus memiliki daya penetrasi yang baik dan viskositas yang rendah agar dapat masuk pada cacat dipermukaan material. Selanjutnya, penetrant yang tersisa di permukaan material disingkirkan. Cacat akan nampak jelas jika perbedaan warna penetrant dengan latar belakang cukup

kontras. Seusai inspeksi penetrant yang tertinggal dibersihkan dengan penerapan developer.



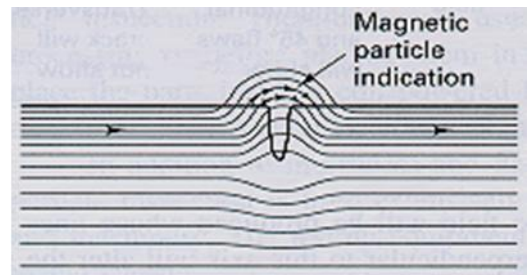
**Gambar 2.2 Liquid Penetrant Test**

Keuntungan metode Liquid Penetrant Test adalah dapat menginspeksi permukaan yang luas dengan murah dan cepat, dapat menginspeksi part dengan geometri yang kompleks, indikasi defect langsung ditampilkan pada permukaan material dengan tampilan visual dan peralatan yang dibutuhkan sedikit. Adapun kelemahan metode Liquid Penetrant Test adalah hanya mendeteksi defect yang merusak permukaan, membutuhkan preparasi permukaan untuk menghilangkan kontaminan yang dapat menutupi defect, membutuhkan permukaan yang relatif halus /tak berpori, membutuhkan pembersihan setelah pengujian, membutuhkan ruangan dengan lingkungan gelap dan sinar UV dalam pengujian dan membutuhkan kehati-hatian dalam menggunakan zat kimia (larutan penetrant dan developer).

### 3. Magnetic Particle Inspection

Dengan menggunakan metode ini, cacat permukaan (surface) dan bawah permukaan (subsurface) suatu komponen dari bahan ferromagnetik dapat diketahui. Prinsipnya adalah dengan memagnetisasi bahan yang

akan diuji. Adanya cacat yang tegak lurus arah medan magnet akan menyebabkan kebocoran medan magnet. Kebocoran medan magnet ini mengindikasikan adanya cacat pada material. Cara yang digunakan untuk mendeteksi adanya kebocoran medan magnet adalah dengan menaburkan partikel magnetik dipermukaan. Partikel-partikel tersebut akan berkumpul pada daerah kebocoran medan magnet.



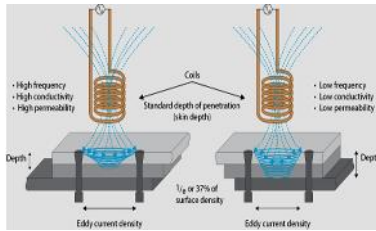
**Gambar 2.3 Magnetic Particle Inspection**

Kelemahan dari metode ini hanya bisa diterapkan untuk material ferromagnetik. Selain itu, medan magnet yang dibangkitkan harus tegak lurus atau memotong daerah retak serta diperlukan demagnetisasi di akhir inspeksi.

### 4. Eddy Current Test

Metode ini pada prinsipnya hampir sama dengan metode Magnetic Particles, akan tetapi medan listrik yang dipancarkan dari arus listrik bolak-balik, ketika ada crack maka medan listrik akan berubah dan perubahannya itu akan terbaca pada alat pengukur impedance. Prinsip ini erat kaitannya dengan impedansi, maka hasilnya sangat dipengaruhi oleh jarak antara benda uji dengan alat ukurnya. Namun Kelemahan dari metode ini yaitu hanya dapat diterapkan pada permukaan yang dapat dijangkau.

Selain itu metode ini juga hanya diterapkan pada bahan logam saja.



**Gambar 2.4. Eddy Current Test**

## 5. Ultrasonic Inspection

Pengujian Ultrasonik merupakan pengujian NDT yang memanfaatkan gelombang suara frekuensi tinggi untuk mendeteksi cacat atau perubahan dari sifat material. Pengujian ini juga dapat digunakan untuk mengukur ketebalan dari berbagai jenis material logam maupun non logam dimana cukup memeriksa dari satu sisi.

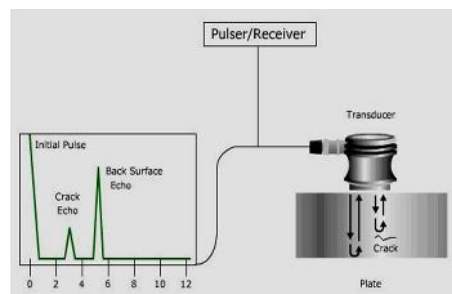
Kelebihan Ultrasonik:

- Cukup menggunakan satu sisi dari material
- Persiapan pengujian terkait benda uji relatif mudah
- Dalam mendeteksi cacat, ultrasonic memiliki kedalaman penetrasi yang sangat baik dari jenis Non Destructive Test yang lain
- Hasil pengujian dapat terekam pada layar CRT, jadi informasi cepat diterima
- Dapat digunakan untuk mengukur ketebalan material

Adapun kelemahan dari metode ini yaitu :

- Kurang sesuai untuk material yang tipis
- Tidak mudah dalam mengoperasikan dan membaca data CRT, butuh keahlian khusus

- Permukaan harus terjangkau oleh probe dan Couplant
- Kekasaran permukaan juga akan mempengaruhi hasil inspeksi, sehingga proses finishing dan polishing sangat berpengaruh



**Gambar 2.5 Ultrasonic Inspection**

## 6. Radiographic Inspection

Pemeriksaan radiografi didasarkan pada paparan oleh mesin sinar-X atau sumber radioaktif (Ir-192, Co-60, atau dalam kasus yang jarang, Cs-137) dapat digunakan sebagai sumber foton. Karena jumlah radiasi yang muncul dari sisi yang berlawanan dari bahan dapat dideteksi dan diukur, variasi dalam jumlah (atau intensitas) radiasi ini digunakan untuk menentukan ketebalan atau komposisi bahan. Radiasi penetrasi adalah mereka yang terbatas pada bagian dari spektrum elektromagnetik dengan panjang gelombang kurang dari 10 nanometer. Prinsip Pengujian Radiografi Industri adalah Penyerapan Diferensial. Ini berarti bahwa bahan yang berbeda menyerap jumlah

radiasi yang berbeda berdasarkan perbedaan ketebalan, kepadatan, dan adanya cacat.

Umumnya untuk media pendeteksian adalah film yang terdiri dari emulsi-gelatin yang mengandung kristal perak halida peka radiasi, seperti perak bromida atau perak klorida, dan dasar yang fleksibel, transparan, berwarna biru. Ketika sinar-x, sinar gamma, atau cahaya menyerang butir-butir perak halida peka dalam emulsi, beberapa ion dibebaskan dan ditangkap oleh ion Ag<sup>+</sup>. Perubahan ini bersifat kecil sehingga tidak dapat dideteksi dengan metode fisik biasa dan disebut "laten (tersembunyi) gambar". Namun, butiran yang terekspos sekarang lebih sensitif terhadap proses reduksi ketika terkena solusi kimia (pengembang), dan hasil reaksi dalam pembentukan hitam, perak logam. Perak ini, tersuspensi dalam gelatin di kedua sisi dasar, yang menciptakan gambar. IRC memiliki sumber Radiografi Gamma dan X-Ray.

Kelebihan radiografi:

- Persiapan pengujian yang relatif mudah
- Dapat mendeteksi cacat pada surface dan subsurface
- Dapat diaplikasikan untuk segala jenis material
- Dapat diaplikasikan untuk bentuk yang rumit dan struktur yang berlapis tanpa harus membongkar struktur tersebut

Kekurangan radiografi:

- Tidak mudah untuk dioperasikan, butuh keahlian khusus
- Peralatan yang relatif mahal
- Waktu operasi yang lama untuk material yang tebal

- Butuh kedua sisi yang berlawanan dari material
- Sangat dipengaruhi oleh arah radiasi yang dipancarkan dan yang diterima
- Terdapat resiko efek radiasi pada pengguna



**Gambar 2.6 Radiographic Inspection**

### 7. Acoustic Emission Testing

Di saat suatu material solid diberi tegangan akan menambah parah kondisi cacat jika semua material memancarkan ledakan singkat dari suatu energi akustik (acoustic energy) yang disebut "emissi". Pada pengujian ultrasonic, emisi ini dapat dideteksi dengan receiver khusus. Sumber emisi dapat dievaluasi melalui penelitian dari intensitasnya. Perkembangan cacat dapat dicari lokasinya menggunakan teknik segitiga (hampir sama seperti mencari lokasi episentrum dari gempa).

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode Pengawasan Kondisi

### 1. Pengujian Infrared – Termografi (Thermography – Infrared Testing – IR)

Termografi memungkinkan suatu profil thermal dalam suatu benda, mesin atau bangunan yang dapat dipresentasikan dalam suatu bentuk grafik yang mengikuti pembebanan temperatur kerja yang diperoleh. Dari sini, variasi dalam temperatur material atau komponen telah diidentifikasi, batas kerja yang memungkinkan atau aksi koreksi juga telah diidentifikasi.

### 2. Analisa Getaran (Vibration Analysis – VA)

Mesin yang berputar akan menghasilkan getaran suara (noise). Dengan mengawasi frekuensi, amplitude dan sebagainya maka kondisi getaran pada mesin dapat diestimasi.

## IV. KESIMPULAN

Dari paparan di atas dapat disimpulkan bahwa pengujian sebuah material adalah sesuatu keharusan, disamping adanya kelebihan dan kekurangan dari masing-masing metode NDT tersebut.

Dalam melakukan pengujian NDT perlu diperhatikan diantaranya jenis material, Jenis Cacat, lokasi Cacat dan ukuran cacat dari material tersebut agar dalam pengujian mendapatkan hasil yang optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amanto, H. dan Daryanto. 2006. *Ilmu Bahan*. PT Bumi Aksara. Jakarta.
- Bolton, W. 1998. *Engineering Materials Technology*. 3<sup>rd</sup> Edition. Butterworth-Heinemann. England.
- Calister, D. William. *Material Science and Engineering An Introduction*. John Wiley & Son Inc., 2003.
- Dieter, E. George. *Metalurgi Mekanik*. Erlangga., Jakarta., 1993.
- Smallman, R. E. dan Bishop, R. J. (Alih bahasa : Ir. Sriati Djaprie, M. Met.).2000. *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*. Erlangga. Jakarta.
- Smith, Wiliam F. 1996. *Principle of Materials Science and Engineering*. 3<sup>rd</sup> Edition. McGraw-Hill Inc. USA
- Vlack, Van. (Alih bahasa : Ir. Sriati Djaprie, M. Met.). 1994. *Ilmu dan Teknologi Bahan (Ilmu Logam dan Bukan Logam)*. Edisi 5. Erlangga. Jakarta.
- [www.inspectioneering.com](http://www.inspectioneering.com)  
www.txndt.com

