



PROSIDING

Seminar Nasional MIPA 2016

Naskah diseminarkan pada 5 November 2016 dan dipublikasikan pada
<http://conf.unnes.ac.id/index.php/mipa/mipa2016/schedConf/presentations>



Uji Keretakan Knalpot dengan Metode Radiography Non Destructive Testing

Alvin Fachrully Septiano, Susilo, Ian Yulianti

Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Semarang

Email: alvinfisika@gmail.com, Susilosumarto@gmail.com, ianyulianti@gmail.com

Abstrak

Deteksi keretakan knalpot dapat dilakukan dengan metode *Non-destructive Testing* (NDT). Salah satu metode NDT adalah dengan bantuan radiografi yang menghasilkan citra. Kualitas citra hasil radiografi bergantung terhadap besaran faktor eksposi. Faktor eksposi diantaranya; tegangan (kV), arus (mA), waktu (s), dan jarak (cm). Dalam penelitian ini, dilakukan optimasi faktor eksposi dengan memvariasikan nilai seluruh besaran faktor eksposi. Untuk meningkatkan kualitas citra, dilakukan proses pengolahan citra yang meliputi penghalusan citra (*low pass filter*) dan penajaman citra (*high pass filter*) dengan bantuan software MATLAB 2015a. Analisis kualitas citra dilakukan dengan metode Histogram, MSE (*Mean Square Error*) dan PSNR (*Peak Signal Noise Ratio*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor eksposi terbaik untuk objek knalpot Piaggio Vespa 1980 adalah 75kV, Arus 32mA, waktu 0,25s, dan jarak 80cm. Filter yang optimal digunakan pada penelitian ini adalah metode *butterworth low pass filter* pada Frekuensi *Cut Off* 300 dengan nilai MSE 200.6653 dan PSNR 25.1061. Sementara itu penggunaan metode *high pass filter* kurang tepat digunakan karena hasil citra yang lebih gelap tidak sesuai dengan nilai MSE dan PSNR yang dihasilkan.

Kata kunci: NDT, Knalpot, Radiografi, Faktor Eksposi, Pengolahan Citra.

Abstract

Crack detection of vehicle exhaust can be done by using Non-Destructive Testing (NDT) method. NDT can be done by using various methods. One of the methods is radiographic NDT. The results of radiographic image quality depends on the amount of expose factor. The expose factors are voltage (kV), current (mA), time (s), and the distance (cm). In this study, optimization of expose factors was done by varying the value of expose factor. To improve the quality of the image, image processing which includes smoothing the image (low pass filter) and image enhancement (high pass filter) was done by using MATLAB 2015a. Image quality analysis was conducted using Histogram, MSE (Mean Square Error) and PSNR (Peak Signal to Noise Ratio). The results showed that the best ekspose factor for the object of exhaust Piaggio Vespa 1980 is voltage of 75kV, current of 32mA, time of 0,25s, and the distance of 80cm. The optimal filter is butterworth low pass filter with cut off frequency of 300 with the value of MSE and PSNR are 25.1061 and 200.6653, respectively. Meanwhile, the use of high pass filter is not suitable since the image do not correspond to the value of MSE and PSNR.

Keywords: NDT, Exhaust, Radiography, Expose Factors, Image Processing.

PENDAHULUAN

Knalpot yang pada umumnya terletak dibagian luar kendaraan bermotor memiliki resiko kerusakan fisik yang besar disebabkan oleh masa penggunaan ataupun benturan kecelakaan yang dapat menyebabkan knalpot mengalami keretakan yang berpengaruh pada volume suara kendaraan yang dapat menyebabkan kebisingan. Keretakan pada knalpot dapat dideteksi dengan metode *Non Destructive Testing* (NDT). NDT merupakan bidang interdisipliner yang berurusan dengan pemeriksaan non-invasif komponen, struktur produk dan integritas. Hal ini memainkan peran penting dalam memastikan bahwa komponen struktural dan sistem melakukan fungsi mereka secara optimal (IAEA, 2008).

Dalam penelitian ini dilakukan NDT untuk knalpot vespa dengan bahan yang berbahan logam. Secara tradisional logam dapat diklasifikasikan menjadi Ferrous dan nonferrous. Ferrous memiliki bahan dasar logam besi, sedangkan logam nonferrous berbahan dasar logam non besi. Logam rentan terhadap korosi yang ditunjukkan dengan adanya kerak pada permukaan. Kerak ini terbentuk secara alami ketika logam dikenai udara dalam periode waktu tertentu. Korosi dapat pula dipercepat karena interaksi bahan kimia (Phillip, 2003:13).

Metode NDT yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode radiography NDT(RNDT). Citra yang dihasilkan dari RNDT kemudian diolah dengan menggunakan proses pengolahan citra untuk menghasilkan citra yang berkualitas tinggi.

KAJIAN TEORI

Citra adalah representasi spasial dari suatu objek bidang dua dimensi yang biasanya ditulis dalam koordinat kartesian $x - y$. Setiap koordinat merepresentasikan satu sinyal terkecil dari citra yang disebut pixel (iqbal, 2009).

Sebuah citra monokromatik yang mempunyai berbagai skala keabuan (*gray scale*) dinyatakan secara matematis oleh sebuah fungsi kecerahan spasial $f(x,y)$ dengan (x,y) menyatakan koordinat spasial sebuah titik dalam citra datar atau dua dimensi (Gonzales, 2004). Nilai $f(x,y)$ adalah $0 < f(x,y) < \infty$ sebanding dengan skala keabuan citra pada titik (x,y) (Akhlis, 2003).

Ketika sebuah file radiograf sudah dalam bentuk digital, radiograf tersebut seringkali memiliki kelemahan sehingga tidak dapat dianalisis secara baik. Salah satunya disebabkan oleh kontras citra yang rendah, sehingga dibutuhkan metode peningkatan kualitas citra radiograf digital (Destyningtias, 2009).

Salah satu pengolahan citra adalah dengan cara perbaikan citra. Perbaikan citra merupakan proses aksentuasi atau penajaman fitur tertentu dari citra (misalnya tepian, wilayah atau kontras) agar citra dapat ditampilkan secara lebih baik dan bisa dianalisis secara lebih teliti (Jain, 2011).

Perbaikan citra tidak meningkatkan kandungan informasi dari citra tersebut, melainkan memperlebar jangkauan dinamik dari suatu fitur sehingga bisa dideteksi atau diamati dengan lebih mudah dan tepat (Sutoyo, 2009).

METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1 Unit Mobile X-ray dengan merk/type Mednif/SF-100BY, yang terdiri dari fasilitas tabung sinar-X, generator tegangan tinggi beserta panel control, intensifying screen yang berfungsi untuk mengubah sinar-X yang merupakan sinar tak tampak menjadi sinar tampak, kamera DSLR EOS 60D yang mempunyai sensor berukuran 18MP APS-C dengan jenis CMOS, QWERTY PC Asus A43e dan Software Matlab R2015a.

Alur penelitian ini dimulai dari pengeksposan objek knalpot Piaggio Vespa tahun 1980 dengan sinar-X. Radiografi sinar-X bergantung pada faktor eksposi diantaranya tegangan

(kv), arus (mA), waktu (s) dan jarak (cm). Citra digital hasil ekspos kemudian diolah dengan proses pengolahan citra dengan bantuan software MATLAB 2015a.

Pengolahan citra yang dilakukan meliputi penghalusan citra (*low pass filter*) dan penajaman citra (*high pass filter*). Penghalusan citra dan penajaman citra dilakukan dengan menggunakan *ideal low pass filter*, *butterworth low pass filter* dan *gaussian low pass filter*.

Analisis kualitas citra dilakukan dengan metode histogram, *Mean Square Error* (MSE) dan *Peak Signal Noise Ratio* (PSNR).

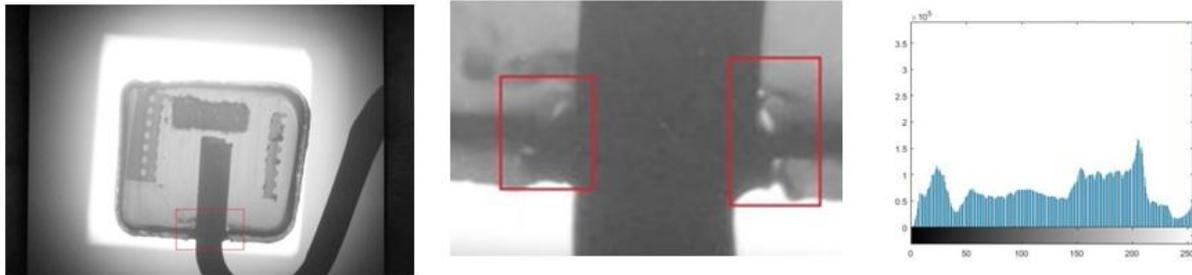
HASIL DAN PEMBAHASAN

Optimasi Faktor Eksposi

Dalam penelitian ini objek yang digunakan adalah knalpot Piaggio Vespa 1980. Hasil citra yang dihasilkan oleh radiografi ditentukan oleh faktor eksposi, yang meliputi tegangan, arus, waktu, dan jarak. Faktor eksposi menjadi hal yang penting untuk dilakukan optimasi agar dapat dihasilkan citra terbaik dari radiografi digital. Variasi faktor eksposi yang dilakukan adalah:

1. Tegangan : 60 kV, 75 kV, dan 90 kV.
2. Arus : 32 mA, dan 63 mA.
3. Waktu : 0,20 s, 0,25 s, dan 0,32 s.
4. Jarak : 65 cm, 80 cm, dan 90 cm.

Dari semua faktor eksposi yang telah dilakukan optimasi, dapat disimpulkan bahwa faktor eksposi yang terbaik dalam penelitian ini adalah dengan nilai 75 kV; 32 mA; 0,25 s; 80 cm seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil citra dan histogram dengan faktor eksposi 75 kV; 32 mA; 0,25 s.

Optimasi Frekuensi Pembatas (Cut Off) Filter Pengolahan Citra dengan Analisis MSE dan PSNR.

Metode Penghalusan citra yang digunakan adalah Low Pass Filter yang memiliki fungsi meloloskan frekuensi dibawah frekuensi pembatas dan meredam frekuensi diatas frekuensi pembatas. Metode penghalusan citra meliputi *ideal Low pass filter*, *butterworth low pass filter* dan *gaussian low pass filter*. Sedangkan penggunaan metode penajaman citra yang sering disebut High Pass Filter memiliki fungsi meloloskan frekuensi diatas frekuensi pembatas dan meredam frekuensi dibawah frekuensi pembatas. Metode penajaman citra meliputi *ideal high pass filter*, *butterworth high pass filter* dan *gaussian high pass filter*.

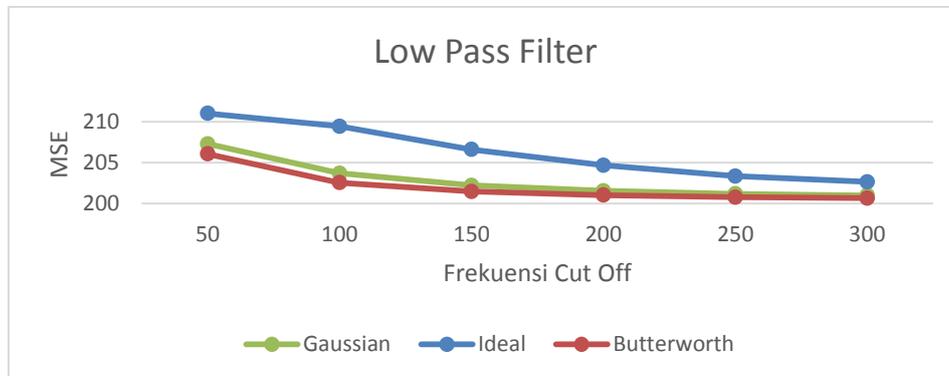
Analisis dengan metode *Mean Square Error* (MSE)

MSE merupakan parameter untuk mengetahui kualitas kontras pada citra radiograf digital. MSE merupakan akar kuadrat kesalahan (*noise*) pada citra radiograf digital. Semakin kecil nilai MSE maka semakin tinggi kontras citra dan sebaliknya. Nilai MSE untuk *low pass filter* ditunjukkan pada gambar 2.

Dari Gambar 2 terlihat bahwa nilai MSE terbaik dengan metode *ideal low pass filter* pada frekuensi cut off 300 dengan nilai MSE 202,6608, *butterworth low pass filter* pada

frekuensi cut off 300 dengan besar nilai MSE 200,6653, dan *gaussian low pass filter* pada frekuensi cut off 300 dengan besar nilai MSE 200,9939.

Dalam proses filter ini dengan indikator nilai MSE didapatkan bahwa filter terbaik adalah filter *butterworth low pass filter* pada frekuensi cut off 300 dengan besar nilai MSE 200,6653.



Gambar 2. Grafik hubungan antara MSE dan frekuensi cut off metode low pass filter

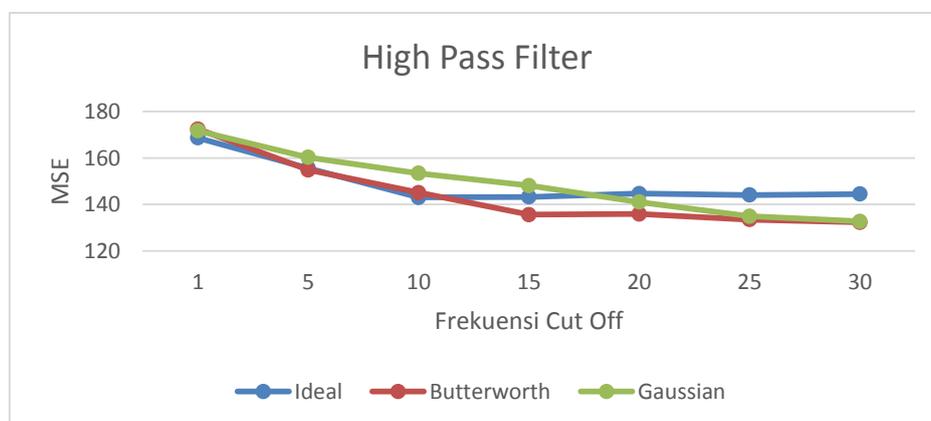
Nilai MSE untuk high pass filter ditunjukkan pada gambar 3. Terlihat bahwa nilai MSE terbaik dengan metode *ideal high pass filter* adalah pada frekuensi cut off 10 dengan besar nilai MSE 142.9775, *butterworth high pass filter* pada frekuensi cut off 30 dengan besar nilai MSE 132.2512, dan *gaussian high pass filter* pada frekuensi cut off 30 dengan besar nilai MSE 132.6964.

Dengan menggunakan metode filter *high pass filter* ini disimpulkan dengan indikator nilai MSE didapat bahwa filter yang paling optimum dengan metode *butterworth high pass filter* pada Frekuensi Cut Off 30 dengan besar nilai MSE 132.2512.

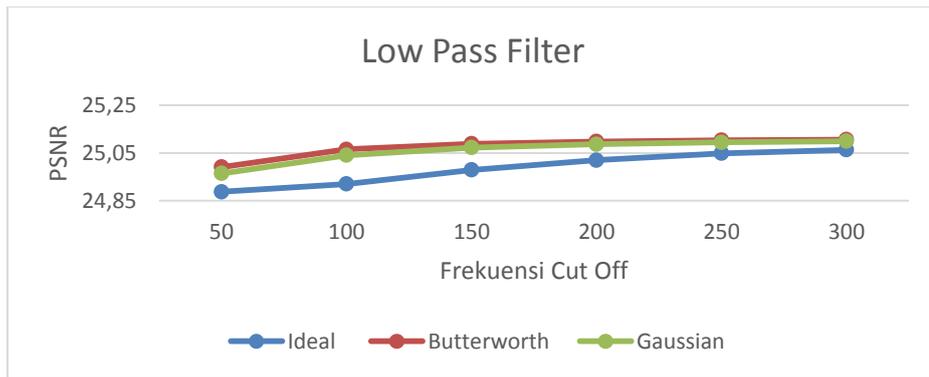
Analisis dengan metode *Peak Signal Noise Ratio (PSNR)*

Selain histogram dan MSE, parameter lain yang dapat digunakan dalam mengetahui kualitas kontras citra radiograf digital adalah PSNR. PSNR merupakan nilai perbandingan antara harga maksimum warna gray scale (255) dengan kualitas gangguan (noise). Semakin tinggi nilai PSNR maka semakin tinggi kontras citranya.

Hubungan variasi frekuensi cut off untuk nilai PSNR ditunjukkan pada gambar 4. Nilai PSNR terbaik untuk metode *ideal low pass filter* ada pada frekuensi cut off 300 dengan nilai PSNR 25.0631, *butterworth low pass filter* pada frekuensi cut off 300 dengan nilai PSNR 25.1061, dan *gaussian low pass filter* pada frekuensi cut off 300 dengan nilai PSNR 25.099.



Gambar 3. Grafik hubungan antara MSE dan frekuensi cut off metode high pass filter

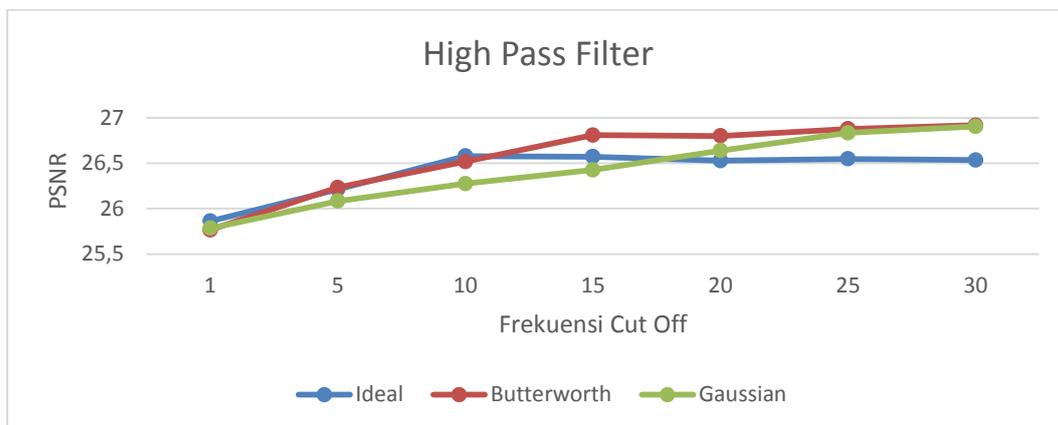


Gambar 4. Grafik hubungan antara PSNR dan frekuensi cut off metode low pass filter

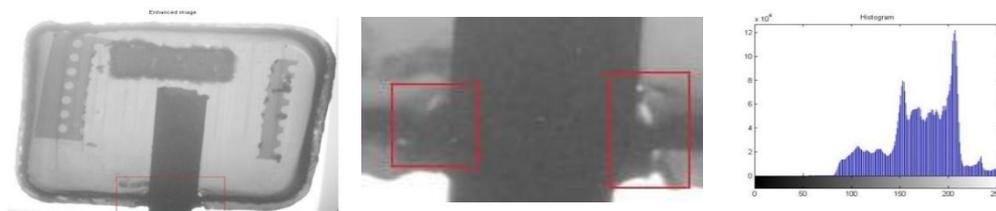
Dengan indikator nilai PSNR, dapat disimpulkan bahwa metode filter *butterworth low pass filter* pada frekuensi cut off 300 dengan nilai PSNR 25.1061 adalah filter yang paling optimum.

Gambar 5 menunjukkan nilai PSNR untuk high pass filter. Nilai PSNR terbaik untuk metode *ideal high pass filter* adalah pada frekuensi cut off 10 dengan nilai PSNR 26.5781, *butterworth high pass filter* pada frekuensi cut off 30 dengan nilai PSNR 26.9168, dan *gaussian high pass filter* pada frekuensi cut off 30 dengan nilai PSNR 26.9022.

Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa filter yang paling optimum adalah dengan metode *butterworth high pass filter* pada frekuensi cut off 300 dengan nilai PSNR 26.9168 yang mana citranya ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 5. Grafik hubungan antara PSNR dan frekuensi cut off metode high pass filter



Gambar 6. Citra hasil filter dan histogram Butterworth low pass filter dengan frekuensi cut off 300

KESIMPULAN

Metode *Radiography Non-destructive Testing* dapat diaplikasikan untuk mengetahui cacat keretakan pada objek knalpot Piaggio Vespa 1980 dengan nilai faktor eksposi optimum berupa tegangan 75kV, arus 32mA, waktu 0,25s, dan jarak 80cm.

Hasil optimasi filter menunjukkan bahwa filter yang optimum adalah *butterworth low pass filter* pada frekuensi cut off 300 dengan nilai MSE 200.6653 dan PSNR 25.1061. Sementara itu, penggunaan metode *high pass filter* kurang tepat digunakan karena hasil citra yang lebih gelap tidak sesuai dengan nilai MSE dan PSNR.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhlis, I. (2003). Perbaikan Kualitas Citra Radiograf Berbasis fuzzy Histogram Hyperbolization dan Penyerapannya pada Pendeteksi Kelainan. Skripsi. Yogyakarta: FMIPA Universitas Gadjah Mada
- Destyningtias, B. (2009). Perbaikan Citra Medis Untuk Membantu Diagnosis pada Penderita Batu Empedu Berbasis GUI Matlab. Skripsi. Semarang: USM.
- Gonzales, R.C. (2004). Digital Image Using MATLAB Processing. United States of America: Pearson Education.
- IAEA Division. (2008). Non-destructive Testing For Life Assesment. Vienna : IAEA.
- Iqbal, M. (2009). Dasar Pengolahan Citra menggunakan MATLAB. Bogor: Marine Instrumentation and Telemetry Departmen Ilmu dan Teknologi Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- Jain, A.K. (2011). Digital Image Processing Fundamentals of Digital Image Processing: Sharif University of Technology.
- Phillip, A & Schweitzer, PE. (2003). Mettalic Materials Physical, Mechanical, and Corrosion Properties. Jurnal. New York, Pennsylvania, USA: Marcel Dekker, Inc.
- Sutoyo, T. (2009). Teori Pengolahan Citri Digital. Penerbit ANDI. Yogyakarta.