

KEMUNGKINAN IDENTIFIKASI USIA MESIN BUS MELALUI KARAKTER SUARA MESIN



Panji Hidayatullah, Hendra Setiawan
 Department of Electrical Engineering
 Faculty of Industrial Technology Universitas Islam Indonesia
 Yogyakarta Indonesia
 Email : hidayatullahpanji@gmail.com



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

abstrak

Penelitian yang berkaitan dengan unit bis ini adalah penelitian yang dilakukan untuk mengetahui adanya korelasi antara usia, kilometer, dan jarak tempuh melalui karakter suara mesin yang ditimbulkan. Hal-hal yang sangat diperhatikan dalam penelitian ini adalah aspek-aspek yang ada pada unit bis. Meliputi kelayakan unit sebagai sarana penelitian, kondisi lingkungan sebagai aspek perekaman suara mesin, dan data yang ada pada unit bis yang meliputi kilometer terakhir dan usia unit bis tersebut. Maka dilakukan penelitian tentang apakah ada hubungan usia mesin bis yang dilihat dari kilometer yang sudah ditempuh dan dengan melihat karakter suara mesin yang ditimbulkan. Dengan melihat pada salah satu perusahaan otobus yang memiliki banyak unit, maka dilakukan penelitian ini. Dengan mengambil rekaman pada sampel beberapa unit bis dan mengolahnya dalam program matlab, maka diketahui ada tidaknya hubungan antara usia dengan kilometer yang sudah ditempuh oleh bis tersebut. Dari sini kelayakan unit bis akan mudah diketahui. Dengan pemrosesan pada program matlab dan menggunakan dua jenis korelasi, yaitu *cross correlation* dan korelasi koefisien, maka diketahui hasil dari unit bis tersebut. Dengan melihat beberapa nilai yang keluar, maka bis tersebut dapat dikatakan layak atau tidaknya untuk beroperasi. Dan sehingga diperoleh ada atau tidaknya korelasi pada unit bis yang dilihat antara kilometer, usia, frekuensi penyusun, dan frekuensi fundamentalnya melalui karakter suara.

1. PENDAHULUAN

Seperti dikutip dari portal berita resmi Kementerian Perhubungan [1], bahwa Pada 2 Februari 2012 lalu, kecelakaan bus juga terjadi di Sumedang. PO Maju Jaya bertabrakan dengan mobil Colt Diesel bernomor polisi E 8705 YA di Dusun Cilangkap, Desa Sukajadi, Kecamatan Wado, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat, yang mengakibatkan 12 orang tewas dan 18 luka-luka. Ini merupakan kejadian kecelakaan lalu lintas terburuk yang terjadi di Kabupaten Sumedang. Dijelaskan oleh Suroyo, selaku regulator, direktorat yang dipimpinnya telah melakukan pembinaan maupun pengawasan terhadap manajemen dan pengusaha angkutan bus. Pada proses pembinaan diserahkan kepada operator regulator kementerian perhubungan darat. Oleh karena itu, mereka seharusnya memiliki kesadaran untuk mengikuti aturan kelayakan kendaraan yang ditetapkan pemerintah. Pada penelitian ini, dilakukan terhadap jajaran PO. Damri [2] yang memiliki kurang lebih 400 armada bis, dengan tingkat kecelakaan 0,56 % pertahunnya. Ini berkat ketelitian tim dalam melakukan perawatan terhadap unit bis yang dimiliki. Serta pihak garasi bis diberi masukan oleh regulator perhubungan darat agar dapat meningkatkan kualitas perbaikan dibengkel tersebut.

2. MODEL MATEMATIS

Korelasi [10] merupakan salah satu teknik analisis dalam statistik yang digunakan untuk mencari hubungan antara dua variabel yang bersifat kuantitatif. Hubungan dua variabel tersebut dapat terjadi karena adanya hubungan sebab akibat. Dua variabel dikatakan berkorelasi apabila perubahan pada satu variabel akan diikuti perubahan pada variabel yang lain secara teratur dengan arah yang sama (korelasi positif) atau berlawanan (korelasi negative).

Persamaan FFT

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)W_N^{kn} \quad (2.1)$$

Rumus perhitungan korelasi koefisien

$$r = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(n\sum X^2 - (\sum X)^2)(n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}} \quad (2.2)$$

Rumus perhitungan *cross correlation*

$$C_{xy}(t) = x(t)y(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(\tau) * y(t + \tau) d\tau \quad (2.3)$$

Dengan (2.1) :

$X(k)$ = sinyal di kawasan frekuensi
 $x(n)$ = sinyal di kawasan waktu
 N = jumlah titik pada proses FFT
 W_N^{kn} adalah *twiddle factor* yang bernilai $e^{-j2\pi nk/N}$
 k adalah indeks yang bernilai 0, 1, 2, ...
 $N-1$

Dengan (2.2) :

n : jumlah titik pasangan (X,Y)
 X : nilai variabel 1
 Y : nilai variabel 2

Dengan (2.3) :

C : *cross correlation*
 $x(t)$: panjang x
 $x(y)$: panjang y
 τ : indeks

3. PERANCANGAN SISTEM

Untuk perancangan spektrum, dapat menggunakan algoritma FFT (*Fast Fourier Transform*). Penggunaannya dapat beroperasi secara paralel dengan lebih cepat, jadi untuk kebutuhan algoritma FFT yang membutuhkan hasil dari analisis frekuensi yang cukup detail maka komputasinya juga semakin kompleks. Pada analisis sistem frekuensi ini, didapat berbagai hasil setelah melakukan proses perekaman. Dari 10 sample yang diambil, masing-masing mesin bis menghasilkan frekuensi penyusun yang berbeda-beda.

Dari analisis yang dilakukan, frekuensi penyusun dipengaruhi oleh jauhnya jarak yang telah ditempuh oleh bis tersebut dikarenakan getaran pada mesin bis membentuk sinyal yang telah dikonversi pada MATLAB. Gambar 3.2 merupakan bagan analisis dikawasan frekuensi.

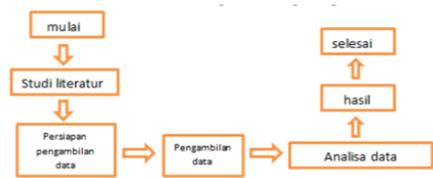


Gambar 3.2 gambar bagan analisis dikawasan frekuensi

e. Pembuatan Database

Pembuatan database dilandasi oleh hasil dari penelitian berupa perekaman pada mesin bis. Lalu pemetaan terhadap jumlah frekuensi dan frekuensi penyusunnya. Dari database yang dihasilkan dapat memetakan hasil-hasil lainnya.

a. Desain sistem



Gambar 3.1 Block Diagram Sistem

Langkah pertama pada penelitian ini yaitu menentukan isi silinder dari 8.000 sampai 12.000 cc. Setelah menentukan isi silinder bis kemudian mengambil data rekaman suara mesin bis. Rekaman suara ini bertujuan untuk mengetahui adanya korelasi antara usia dan kilometer dengan karakter suara mesin

b. Pengambilan Sampel

Untuk pengambilan sampel ini, dilakukan pengambilan rekaman pada bulan Januari hingga bulan Maret tahun 2018 di garasi PO DAMRI Surakarta. Pengambilan data dilakukan dengan merekam suara pada mesin berjenis HINO RK8 dan MERCY MB OH 1521 intercoller, serta beberapa unit dengan jenis ISUZU NQR. Dengan mengambil 10 sampel, didapatkan hasil frekuensi penyusun yang berbeda-beda.

Pengambilan sampel ini dilakukan dalam beberapa tahapan dengan memperhatikan beberapa aspek yang ada pada mesin bis. Mulai dari pengecekan mesin bis hingga proses perekaman. Disediakan alat pendukung pengambilan data berupa alat perekam, alat tulis, *handsfree*, telepon genggam, dan beberapa bagan data untuk mencatat hasil rekaman pada suara mesin bis.

Pada pengambilan sampel rekaman ini dilakukan pada mesin bis bagian belakang dan depan. Yang mana pada masing-masing mesin diambil sample dikeseluruhan bagian, dengan jarak perekaman sejauh 1 meter dan dalam waktu antara 15 detik hingga 25 detik. Perekaman ini dilakukan dalam keadaan mesin menyala. Perekaman dilakukan setelah mesin menyala selama 10 menit hingga 15 menit. Hal ini dilakukan agar perekaman mendapatkan hasil suara yang konstan tanpa adanya torsi tambahan.

c. Pemilihan Data

Langkah awal dalam pemilihan data yaitu melakukan pemetaan terhadap unit bis yang akan dilakukan perekaman serta tingkat kebisingan lingkungan. Kedua faktor ini yang menentukan valid tidaknya data yang diperoleh setelah melakukan perekaman. Data yang dipilih adalah data yang tidak terganggu oleh suara lain.

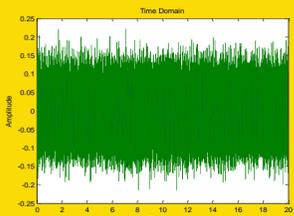
d. Analisis Dikawasan Frekuensi

Analisis dikawasan frekuensi dapat dilakukan dengan menggunakan *Fourier Transform*. Pengaplikasian *Fourier Transform* bertujuan untuk mengubah instrumen untuk analisis di kawasan frekuensi dapat diwujudkan menjadi spektrum.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Pengambilan Sampel

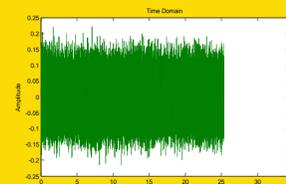
Hasil pengambilan sampel pada mesin bis di PO DAMRI, Surakarta, pada bulan Januari hingga Maret tahun 2018 yang lalu, didapat beberapa objek mesin. Mulai dari Hino, Mercy, dan Suzuki. Dengan mengambil sampel sebanyak 10 unit bis, maka dilakukan langkah-langkah pengambilan data, mulai dari perekaman suara pada mesin bis hingga proses pencatatan pada tabel. Hasil rekaman suara yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Contoh rekaman suara dalam kawasan waktu.

b. Hasil Pemilihan Data

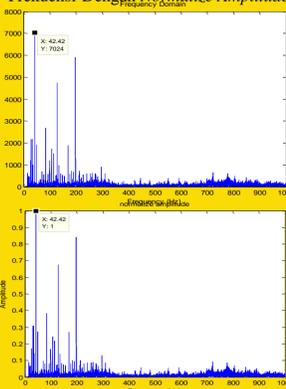
Pemilihan data yang telah dilakukan, terdapat beberapa hasil olah data yang tidak terpakai. Data yang tidak terpakai ini adalah hasil dari perekaman yang tidak maksimal. Perekaman yang tidak maksimal ini disebabkan oleh proses perekaman yang terlalu singkat. Pemilihan data pada proses ini dilakukan untuk mengambil data-data valid untuk mengetahui apakah usia dan jarak tempuh berkorelasi dengan karakter suara mesin bis. Contoh gambar 4.2 data yang tidak terpakai, karena jarak pengambilan rekaman suara pada mesin terlalu jauh, yaitu lebih dari 1 meter.



Gambar 4.2 Contoh rekaman yang tidak dipakai.

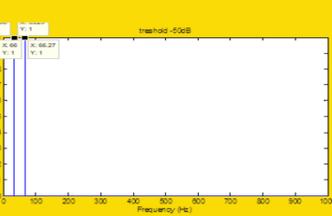
c. Hasil Analisis Dikawasan Frekuensi

Analisis dikawasan frekuensi diperoleh dari amplitudo paling tinggi. Pada gambar 4.3 terlihat frekuensi yang memiliki amplitudo paling tinggi. Berikut adalah gambar hasil Frekuensi Tanpa *Normalize Amplitude* dan Frekuensi Dengan *Normalize Amplitude*.



Gambar 4.3 frekuensi tanpa dan dengan normalize amplitude

Pada masing-masing mesin bis tidak hanya memiliki frekuensi dominannya saja, tetapi juga memiliki frekuensi penyusun yang besarnya berbeda-beda. Gambar 4.4 di bawah ini menampilkan data suara rekaman mesin bis berada dalam domain desible. Untuk mengetahui berapa saja besarnya frekuensi penyusun, maka dilakukan penetapan *threshold* pada masing-masing bilah yaitu sebesar -50db. Setelah dilakukan pembatasan pada -50db, maka frekuensi yang akan muncul yaitu frekuensi yang lolos dari *threshold* tersebut.



Gambar 4.4 Frekuensi dengan threshold -50dB

d. Pembahasan

Pada tahapan terakhir untuk mengetahui hubungan korelasi antar variabel, digunakan metode korelasi koefisien dan *cross correlation*. Pada metode *cross correlation* ini menggunakan keseluruhan data yang dihimpun dari mulai proses perekaman hingga perhitungan menggunakan matlab dan perhitungan manual. Pada tabel 4.2 dapat diketahui adanya korelasi antara usia dan kilometer berdasarkan metode *cross correlation* dan korelasi koefisien.

Tabel 4.2 perbandingan antara frekuensi fundamental dan frekuensi penyusun pada persamaan korelasi koefisien dan *cross correlation*

Variabel 1	Variabel 2	Koefisien korelasi
Frekuensi fundamental	Jarak tempuh	0,47454179
Frekuensi fundamental	Usia	0,27743904
Frekuensi penyusun	Jarak tempuh	-0,16545433
Frekuensi penyusun	Usia	-0,23537648

Kesimpulan dari hasil perhitungan koefisien korelasi adalah frekuensi fundamental berkorelasi dengan jarak tempuh, dengan nilai korelasi sebesar 0,47. Jarak tempuh berkorelasi tetapi lemah dibandingkan dengan usia pada frekuensi fundamental dan jarak dan usia pada frekuensi penyusun yang korelasinya lemah.

Hasil perhitungan *cross correlation*.

Variabel 1	Variabel 2	Cross correlation
Frekuensi fundamental	Jarak tempuh	1,969830764
Frekuensi fundamental	Usia	1,925986857
Frekuensi penyusun	Jarak tempuh	3,4258647
Frekuensi penyusun	Usia	3,944444444

Analisis pada perhitungan korelasi koefisien dan *cross correlation* adalah hubungan koefisien pada frekuensi fundamental lebih berkorelasi pada jarak tempuh dengan nilai korelasi 0,47, tetapi nilai korelasinya sedang. Sedangkan yang lain nilai korelasinya lemah. Pada frekuensi penyusun *cross correlation*, usia menunjukkan nilai korelasi sebesar 3,94, yang artinya usia memiliki korelasi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

- Hubungan paling dekat pada korelasi koefisien dengan usia adalah variabel frekuensi penyusun, dengan nilai 0,47. Sedangkan hubungan paling dekat pada *cross correlation* dengan kilometer adalah variabel frekuensi fundamental, dengan nilai 1,94.
- Usia lebih dipengaruhi oleh frekuensi penyusun. Ketika usia lebih muda, maka jumlah frekuensi penyusun akan sedikit. Maka pada frekuensi penyusun usia berkorelasi tetapi korelasinya lemah.
- Hasil dari perhitungan antara variabel frekuensi penyusun dan variabel frekuensi fundamental berkorelasi sedang, sedangkan yang lain sangat lemah.

b. Saran

- Perlunya menambah jumlah sample unit mesin bis agar data yang diperoleh memiliki karakter frekuensi yang lebih spesifik.
- Untuk pendekatan karakteristik yang lebih detail, perlu ditambahkan variabel waktu perawatan unit mesin bis dan bahan untuk membuat mesin bis tersebut.
- Untuk pengembangan metode penelitian, mungkin dapat juga menggunakan metode yang lain, tidak hanya menggunakan FFT

6. REFERENSI

- Keterkaitan Jumlah dan Penyebab Kecelakaan pada Kendaraan Bis, Ditjen Perhubungan Darat, Kementerian Perhubungan, dephub.go
- Panduan Perhubungan PO. DAMRI, Surakarta, 2011
- Alfredson, R. J., and P. O. A. L. Davies. "The radiation of sound from an engine exhaust." *Journal of Sound and Vibration* 13.4 (1970): 389-408
- Abdurahman, Imam, Pengertian Korelasi dan Macam-macam Korelasi, Universitas Ciputra, Surabaya, 2016.
- Wu, Huadong, Mel Siegel, and Pradeep Khosla. "Vehicle sound signature recognition by frequency vector principal component analysis." *Instrumentation and Measurement Technology Conference, 1998. IMTC/98. Conference Proceedings. IEEE*. Vol. 1. IEEE, 1998.
- M. Yusuf & Edi Rustanto, *Engine Control Module in Bus Mercedes-Benz OH 1521*, 2016