

ace  
7/8/2018

# Kemungkinan Identifikasi Usia Mesin Bus Melalui Karakter Suara Mesin

Panji Hidayatullah<sup>1</sup>, Hendra Setiawan<sup>2</sup>

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia  
Jl Kaliurang KM 14.5 Yogyakarta, Indonesia

<sup>1</sup>11524031@students.uii.ac.id

<sup>2</sup>hendra.setiawan@uui.ac.id

**Abstrak**— Penelitian ini adalah penelitian agar dapat mengetahui apakah ada korelasi antara suara dan jarak tempuh melalui karakter suara mesin bus. Meliputi kelayakan unit sebagai sarana penelitian, kondisi lingkungan sebagai aspek perekaman suara mesin, dan data yang ada pada unit bus yang meliputi kilometer terakhir dan usia unit bus tersebut. Penelitian ini dilakukan terhadap 10 unit bus dengan kapasitas 8.000 hingga 12.000 cc. Penelitian mulai dilakukan 10 menit setelah mesin dinyalakan dari posisi mesin mati dalam keadaan pintu mesin terbuka. Dalam perhitungan korelasi, digunakan 2 jenis korelasi, yaitu korelasi koefisien dan cross correlation. Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh bahwa frekuensi fundamental pada korelasi koefisien berkorelasi dengan jarak tempuh dengan nilai 0.47. Sedangkan pada cross correlation variabel usia berkorelasi dengan frekuensi penyusun dengan nilai 3.94.

**Kata kunci:** Bus, Isi silinder mesin bus, jarak, usia bus

## I. PENDAHULUAN

Seperti dikutip dari portal berita resmi milik 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 sebelum masuk ke jurang 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 dan kontrol 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 terkait kelayakan kendaraan yang ditetapkan pemerintah. Kasus diatas sangat pentingnya sebuah pengecekan dalam kondisi mesin unit bis yang akan diajalkan. Pada penelitian ini, dilakukan terhadap jajaran PO. Damri [2] yang memiliki kurang lebih 400 armada bis secara nasional, dengan tingkat kecelakaan dapat ditekan menjadi 0,56 % pertahunnya. Ini berkat ketelitian tim mekanik dalam melakukan perawatan terhadap unit bis yang dimiliki. Maka dari itu, penelitian sangat penting rasanya untuk kita bersama mengetahui jenis jenis mesin bis. Karena salah satu hal agar dapat mengetahui tingkat kebisingan sebuah mesin bis, salah satu caranya adalah melakukan observasi langsung menggunakan alat pendukung. Karena selain itu kita dapat mengedukasi masyarakat akan pentingnya mengetahui tingkat kebisingan sebuah mesin. Serta pihak garasi bis diberi masukan oleh regulator perhubungan darat agar dapat meningkatkan kualitas perbaikan dibengkel tersebut.

Pada penelitian [3] yang disampaikan oleh R. J. Alfredson dan P. O. A. L. Davies, dalam penelitiannya tentang getaran dan suara, pada realitanya telah banyak digunakan untuk sistem peredaman yang ditimbulkan oleh suara mesin / knalpot dalam sistem pembakaran. Sistem peredaman suara sendiri telah berevolusi untuk mengurangi suara yang ditimbulkan oleh suara mesin / knalpot. Kinerja yang diraih oleh peredam sendiri seringkali lebih rendah dari yang diharapkan. Hal ini telah secara luas dikaitkan dengan gelombang amplitude yang terbatas sehingga sedikit menyulitkan proses peredaman kebisingan yang ditimbulkan. Selanjutnya dilakukan pemecahan menggunakan matlab pada contoh suara mesin yang diambil, agar dapat mengetahui frekuensi tertinggi. Dengan pemilahan frekuensi tertinggi itulah, maka dibuatlah alat peredam yang berevolusi sebagai pengurang kebisingan yang ditimbulkan oleh mesin / knalpot.

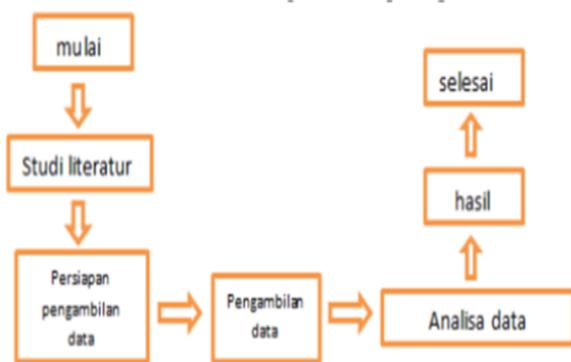
Lalu pada penelitian [4] yang dilakukan Wu, Huadong, Mel Siegel, and Pradeep Khosla, mesin akan banyak menimbulkan kebisingan – kebisingan yang membentuk

pola. Pola kebisingan itu sendiri akan membentuk karakter dan mengidentifikasi pada kelasnya. Pada pola tersebut dapat mengklasifikasikan beberapa karakter dan beberapa jenisnya. Kebisingan kendaraan adalah semacam sinyal stokastik. Sinyal stokastik didefinisikan sebagai sinyal stasioner. Untuk mengetahui mesin kendaraan yang bergerak sebagai sinyal stasioner dengan baik, maka mesin harus menyala.

Dan pada penelitian [5] oleh *Stanković, Ljubiša, and Johann F. Böhme*, sinyal suara yang terbawa dengan struktur dan tekanan digunakan untuk efisiensi pembakaran dalam kontrol mesin. kontrol ini meningkatkan efisiensi, mengurangi polusi, kebisingan dan melindungi terhadap ketukan. Ketukan ini adalah pembakaran abnormal yang menyebabkan kenaikan suhu dan ketukan yang cepat. Pendeteksiannya merupakan masalah yang penting karena seringnya terjadi ketukan dapat menyebabkan hancurnya mesin dengan mudah, dengan mudah juga menurunkan performa pada titik yang sesuai didalam silinder. Namun sensor tekanan ini tidak cukup kuat, dikarenakan batas usia dan pemakaian yang sering.

## I. METODOLOGI PENELITIAN

### a. Alur Penelitian



Gambar 1. Diagram alur penelitian

### b. Pengambilan Sampel

Pengambilan sample ini dilakukan dalam beberapa tahapan dengan memperhatikan beberapa aspek yang ada pada mesin bis. Mulai dari pengecekan mesin bis hingga proses perekaman. Disiapkan 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 sample 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. Pemilahan Data

Pada saat pengelompokan data hal yang dilakukan pertama kali adalah pemetaan terhadap unit bis yang akan dilakukan perekaman. Dengan melihat kondisi mesin unit bis layak atau tidak untuk dilakukan perekaman. Serta melihat keadaan sekitar dengan tingkat kebisingannya. Karena faktor inilah yang menentukan valid tidaknya data yang diperoleh setelah melakukan perekaman pada mesin bis tersebut. Data yang valid dari perekaman adalah hasil rekaman yang masuk dalam alat perekam adalah hanya suara mesin bis tanpa ada suara lain yang mengganggu proses perekaman. Data yang tidak valid adalah data yang pada hasil perekaman terganggu oleh suara – suara lain yang ada pada sekitar unit bis. Seperti mesin lain yang menyala atau suara – suara lainnya. Pemilihan data yang pada sumber yang sama dilakukan beberapa kali. Karena gangguan dari suara – suara sekitar maka dilakukan pemilihan data yang tidak terkontaminasi oleh suara – suara disekitar unit bis yang dilakukan proses perekaman. Proses perekaman sendiri memakan waktu yang cukup lama, ini terkait ketersediaan unit bus yang ada digarasi. Karena proses perekaman yang dilakukan membutuhkan unit yang benar – benar layak jalan, dan disebabkan banyaknya armada dalam perbaikan, maka membutuhkan waktu yang cukup lama. Pada pemilihan data ini, dibuat tabel yang berisikan spesifikasi mesin, tipe mesin, isi silinder mesin, jumlah silinder, dan kilometer pada bis tersebut. Dalam pengelompokan data ini, penulis juga memetakan besaran suara bis yang timbul serta memindahkan kedalam table yang telah dibuat.

### d. Analisis di Kawasan Frekuensi

Analisis di kawasan frekuensi dapat dilakukan dengan menggunakan *Fourier Transform*. Pengaplikasian *Fourier Transform* menjadi sebuah instrumen untuk analisis di kawasan frekuensi dapat diwujudkan menjadi spektrum. 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, didapati berbagai hasil setelah melakukan proses perekaman. Dari 10 sample yang diambil, masing – masing mesin bis menghasilkan frekuensi penyusun yang berbeda – beda. Mulai dari 3 frekuensi penyusun hingga 8 frekuensi penyusun. 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 dikonfersi pada MATLAB. Spektrum frekuensi sendiri adalah susunan pita frekuensi yang mempunyai frekuensi lebih kecil dari 3000 GHz sebagai satuan getaran gelombang elektromagnetik yang merambat dan terdapat dalam ruang, udara, dan antariksa. Dijelaskan seperti gambar 2.



Gambar 2. Analisis dikawasan frekuensi

e. Perhitungan Korelasi

1. Korelasi Koefisien

Rumus perhitungan korelasi koefisien menggunakan nilai rata – rata, simpangan baku dan jumlah pasangan data. Koefisien korelasi dilambangkan dengan huruf rho kecil (r). Untuk mencari nilai korelasi koefisien dapat menggunakan Persamaan 1

$$r = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(n\sum(X)^2 - (\sum X)^2)(n\sum(Y)^2 - (\sum Y)^2)}} \quad (1)$$

Dimana:

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

2. Cross correlation

Secara matematis, *cross correlation* dapat digunakan untuk menyatakan kemiripan dua pola. Untuk mencari nilai *cross correlation* dapat menggunakan Persamaan 2

$$C_{xy}(t) = x(t) * y(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(\tau)y(t + \tau)d\tau \quad (2)$$

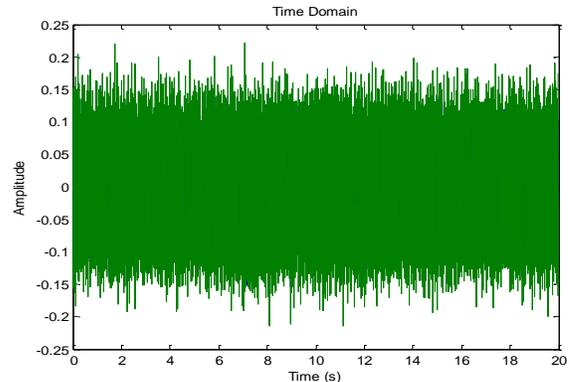
Dimana:

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

II. HASIL DAN ANALISIS

a. Hasil Pengambilan Sampel

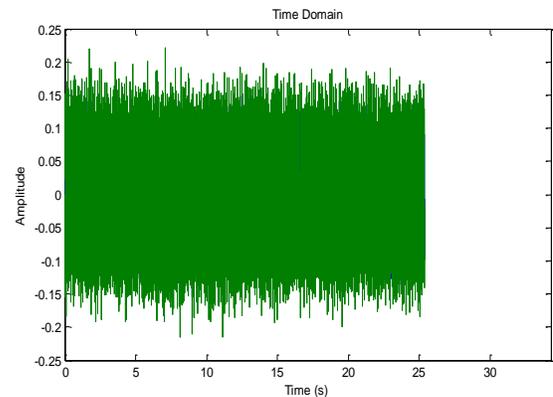
Dengan ditunjukkannya nilai yang keluar, pemrosesan matlab akan dapat dilakukan dengan melihat berapa nilai *time domain*, *normalize amplitude*, *frekuensi domain*, *threshold*, dan desibel domain yang muncul. Dari hasil ini akan diketahui berapa jumlah frekuensi penyusun yang ada pada rekaman dari masing – masing mesin bis tersebut, seperti pada gambar 3 berikut



Gambar 3 Contoh hasil rekaman suara dalam kawasan waktu

b. Hasil Pemilahan Data

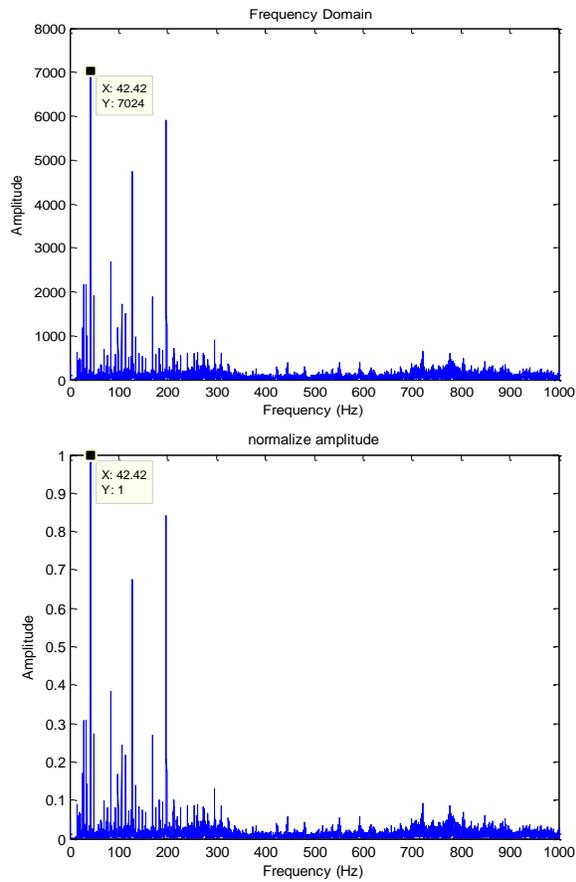
Pada gambar 4 ini adalah contoh gambar data yang tidak terpakai, karena jarak pengambilan rekaman suara pada mesin terlalu jauh, yaitu lebih dari 1 meter.



Gambar 4. Contoh rekaman yang tidak dipakai

c. Hasil Analisis Dikawasan Frekuensi

Berikut adalah gambar hasil frekuensi tanpa *Normalize Amplitude* dan Frekuensi Dengan *Normalize Amplitude*.



Gambar 4.3 frekuensi tanpa dan dengan normalize amplitude

d. Database

Tabel 1 menunjukkan frekuensi penyusun, amplitude yang dihasilkan, hingga normalizena. Dengan memperhatikan jenis mesin, tipe mesin, kilometer terakhir pada bis dan usia, maka didapatkan data sebagai berikut.

Tabel 1 Database

data	frek penyusun	f(hz)	amp(dB)	normalize	jenis mesin	tipe mesin	KM terakhir	usia bis
suara rekaman 0025	f0	26,73	0	1	MERCY	OF8000	351.555	8 tahun
	f1	30,85	-38,510986	0,01187				
	f2	106,8	-20,869908	0,09047				
data 2	frek penyusun	f(hz)	amp(dB)	normalize	jenis mesin	tipe mesin	KM terakhir	usia bis
suara rekaman 0024	f0	24,15	0	1	ISUZU	NQR	33.441	2 tahun
	f1	12,08	-14,736751	0,1833				
	f2	30,13	-14,521464	0,1879				
	f3	36,17	-13,580466	0,2094				
	f4	48,25	-12,750351	0,2304				

data	frek penyusun	f(hz)	amp(dB)	normalize	jenis mesin	tipe mesin	KM terakhir	usia bis
suara rekaman 0023	f0	33,04	0	1	HINO	R260	47.533	3 tahun
	f1	66,09	-10,839336	0,2871				
	f2	16,52	-27,568166	0,04184				
	f3	49,57	-27,260218	0,04335				
	f4	165,1	-26,176601	0,04911				
	f5	242,1	-26,220931	0,04886				
data 4	frek penyusun	f(hz)	amp(dB)	normalize	jenis mesin	tipe mesin	KM terakhir	usia bis
suara rekaman 0028	f0	31,57	0	1	HINO	R260	70.216	3 tahun
	f1	31,35	-3,7017364	0,653				
	f2	31,84	-7,6076999	0,4165				
	f3	31,08	-0,6481045	0,9281				
	f4	30,9	-3,4875835	0,6693				
	f5	30,58	-3,959585	0,6339				

data	frek penyusun	f(hz)	amp(dB)	normalize	jenis mesin	tipe mesin	KM terakhir	usia bis
suara rekaman 0029	f0	42,17	0	1	MERCY	1521 intercoller	350.665	9 tahun
	f1	28,1	-11,427587	0,2683				
	f2	84,37	-11,267207	0,2733				
	f3	48,26	-12,864191	0,2274				
	f4	126,4	-15,174052	0,1743				
data 6	frek penyusun	f(hz)	amp(dB)	normalize	jenis mesin	tipe mesin	KM terakhir	usia bis
suara rekaman 0033	f0	34,34	0	1	HINO	R260	52.288	3 tahun
	f1	68,75	-9,797146	0,3237				
	f2	68,62	-10,368281	0,3031				
	f3	68,55	-11,525255	0,2653				
	f4	68,45	-12,95249	0,2251				

data	frek penyusun	f(hz)	amp(dB)	normalize	jenis mesin	tipe mesin	KM terakhir	usia bis
suara rekaman 0026	f0	42,42	0	1	MERCY	1521 intercoller	378.889	9 tahun
	f1	197,9	-4,4080702	0,602				
	f2	127,2	-6,2619146	0,4863				
	f3	84,84	-9,8780208	0,3207				
	f4	28,27	-10,498204	0,2986				
data 8	frek penyusun	f(hz)	amp(dB)	normalize	jenis mesin	tipe mesin	KM terakhir	usia bis
suara rekaman 0032	f0	169,5	0	1	MERCY	OF8000	401.555	7 tahun
	f1	26,71	-1,5226905	0,8392				
	f2	30,83	-3,8614845	0,6411				
	f3	154	-8,7803589	0,3639				
	f4	80,12	-11,302238	0,2722				

data 9	frek penyusun	f(hz)	amp(dB)	normalize	jenis mesin	tipe mesin	KM terakhir	usia bis
suara rekaman 0037	f0	38,75	0	1	HINO	R260	59.557	3 tahun
	f1	38,9	-1,7491823	0,8176				
	f2	38,63	-1,407535	0,8504				
	f3	38,55	-0,949963	0,8964				
	f4	38,48	-1,7779136	0,8149				

data 10	frek penyusun	f(hz)	amp(dB)	normalize	jenis mesin	tipe mesin	KM terakhir	usia bis
Suara rekaman 0038	f5	37,97	-3,1515599	0,6957	MERCY	1521 intercoller	350.225	7 tahun
	f0	44,81	0	1				
	f1	45,71	-2,7478327	0,7288				
	f2	45,38	-2,9528403	0,7118				
	f3	45,31	-2,9785039	0,7097				
	f4	45,24	-2,8076284	0,7238				
	f5	45,13	-1,8292274	0,8101				
	f6	44,99	-1,5871	0,833				
f7	44,88	-2,1247648	0,783					

#### e. Perhitungan Korelasi

Tabel 2 adalah hasil perhitungan korelasi koefisien

Tabel 2  
Hasil perhitungan korelasi koefisien

Variabel 1	Variabel 2	Koefisien korelasi
Frekuensi fundamental	Jarak tempuh	0,474454179
Frekuensi fundamental	Usia	0,277439904
Frekuensi penyusun	Jarak tempuh	-0,165454433
Frekuensi penyusun	Usia	-0,23537648

Tabel 3 adalah hasil perhitungan *cross correlation*

Tabel 3  
Hasil perhitungan *cross correlation*

Variabel 1	Variabel 2	Cross correlation
Frekuensi fundamental	Jarak tempuh	1,949830764
Frekuensi fundamental	Usia	1,925086857
Frekuensi penyusun	Jarak tempuh	3,42558647
Frekuensi penyusun	Usia	3,944444444

### III. KESIMPULAN

1. Dari hasil perhitungan korelasi koefisien, nilai korelasi paling besar diperoleh antara variabel frekuensi fundamental dengan variabel jarak tempuh, yaitu dengan besar korelasi 0,474454179.
2. Dengan perhitungan *cross correlation*, nilai korelasi paling besar diperoleh antara variabel frekuensi penyusun dengan variabel usia, yaitu dengan besar korelasi 3,944444444.
3. Pada perhitungan korelasi koefisien frekuensi fundamental berkorelasi dengan jarak tempuh, sedangkan pada perhitungan *cross correlation* frekuensi penyusun berkorelasi dengan usia.

### IV. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Keterkaitan Jumlah dan Penyebab Kecelakaan pada Kendaraan Bis, Ditjen Perhubungan Darat, Kementerian Perhubungan, dephub.go
- [2] Panduan Perhubungan PO. DAMRI, Surakarta, 2011
- [3] 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
- [4] 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.
- [5] Stanković, Ljubiša, and Johann F. Böhme. "Time-frequency analysis of multiple resonances in combustion engine signals." *Signal Processing* 79.1 (1999): 15-28