

PEMODELAN MATEMATIS KEBISINGAN LALU LINTAS AKIBAT JUMLAH KENDARAAN BERMOTOR DAN WAKTU DI JALAN RAYA GUBENG SURABAYA

(Rachmat Noviyanto, Ir. Tutug Dhanardono M.T., Ir. Matradji M.Sc)
Jurusan Teknik Fisika – Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Kampus ITS, Keputih – Sukolilo, Surabaya 60111
E-mail: rachmatn94@gmail.com

Abstrak— Jalan Raya Gubeng dipilih untuk penelitian ini selain karena kebisingannya juga karena pada jalan tersebut terdapat beberapa bangunan yang terdampak kebisingan seperti sekolah GIKI 2 dan Rumah Sakit Siloam. Dilakukannya pengukuran tingkat kebisingan beserta jumlah kendaraannya, dengan harapan akan di dapat pemodelan matematis berdasar fungsi waktu beserta jumlah kendaraan sehingga bisa digunakan sebagai referensi karakteristik kebisingan di jalan Raya Gubeng sebelum pengambilan keputusan untuk pengendalian kebisingan di masa yang akan datang dengan bertambahnya jumlah kendaraan. Dari data yang didapatkan, model matematis yang terbaik untuk kebisingan adalah dalam bentuk polinomial. Hasil pemodelan matematis kebisingan berdasarkan jumlah kendaraan adalah $Leq = 1E-13n^5 - 3E-10n^4 + 5E-07n^3 - 3,75E-04n^2 + 0,150n + 54,57$.

Kata Kunci— Kebisingan Lalu Lintas, Pemodelan Matematis, Regresi

I. PENDAHULUAN

Surabaya merupakan salah satu kota terbesar di Indonesia. Hal ini semakin ditegaskan dengan jumlah penduduk yang besar, tercatat berdasarkan sensus penduduk tahun 2010 Jumlah penduduk Kota Surabaya sebanyak 2 765 487 jiwa. Seiring dengan semakin besarnya jumlah penduduk tersebut maka pertumbuhan jumlah kendaraan pun semakin besar. Semakin banyaknya jumlah kendaraan di Surabaya tersebut tidak hanya berdampak pada kemacetan pada jalan raya saja, namun juga memiliki dampak pada lingkungan sekitar jalan raya tersebut. Salah satu dampak peningkatan jumlah kendaraan adalah kebisingan.

Salah satu jalan yang menghasilkan kebisingan melewati ambang batas ialah jalan Raya Gubeng. Jalan tersebut dipilih untuk penelitian ini selain karena kebisingannya juga karena pada jalan tersebut terdapat beberapa gedung yang sensitif terhadap kebisingan seperti sekolah GIKI 2 dan Rumah Sakit Siloam. Selain itu jalan tersebut juga mempunyai karakteristik satu arah sehingga memudahkan dalam pengambilan data jumlah kendaraan.

Kebisingan merupakan hal yang dapat mengganggu komunikasi ataupun gangguan pendengaran. Hal ini menjadikan alasan banyak peneliti mencoba melakukan prediksi kebisingan. Salah satunya adalah bapak Tutug Dhanardono yang telah melakukan penelitian prediksi tingkat kebisingan lalu lintas dengan pengukuran kebisingan ekuivalen (Leq), *level noise pollution* (LNP), dan *traffic noise index* (TNI) menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) di Jalan Embong Malang. Prediksi yang dilakukan menggunakan

parameter daripada jumlah kendaraan. Ternyata model rancangan JST mampu memprediksi dengan baik tingkat kebisingan lalu lintas dengan ditandai oleh kecilnya *error* yang didapat. *Error* yang didapatkan yaitu 0,0477 untuk Leq , 1,3567 untuk LNP, dan 0,2042 untuk TNInya. Selain itu juga terdapat penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Syukri Ghazali untuk memprediksi tingkat kebisingan ekuivalen, *Noise Pollution Level*, dan *Traffic Noise Index*. Dimana *error* yang di dapatkan mencapai 0,011 pada prediksi Leq , 2,564 pada prediksi TNI, serta 0,748 pada prediksi L_{NP} .

Pada penelitian ini akan dilakukan pengukuran tingkat kebisingan beserta jumlah kendaraannya, dimana harapannya akan di dapat pemodelan matematis berdasar fungsi waktu beserta jumlah kendaraan sehingga bisa digunakan sebagai referensi karakteristik kebisingan di jalan Raya Gubeng sebelum pengambilan keputusan untuk pengendalian kebisingan di masa yang akan datang.

II. DASAR TEORI

2.1 Kebisingan

Kebisingan merupakan bunyi yang tidak diinginkan karena dapat mengalihkan perhatian, mengganggu, atau berbahaya bagi kesehatan. Sumber bising utama dalam pengendalian bising lingkungan dapat diklasifikasikan dalam 2 kelompok yaitu bising interior dan bising luar (*outdoor*). Bising interior dihasilkan oleh bising seperti percakapan manusia, alat-alat rumah tangga atau mesin-mesin dalam gedung. Adapun bising *outdoor* dapat berasal dari lalu-lintas, industri, transportasi seperti truk, bus, mobil, sepeda motor dan lain sebagainya. Terdapat beberapa standar mengenai kebisingan yang dipakai di Indonesia antara lain oleh departemen lingkungan hidup dan departemen kesehatan

2.2 Tingkat Kebisingan Ekuivalen (Leq)

Tingkat kebisingan ekuivalen (dalam dba) adalah tingkat bunyi yang mewakili tingkat bunyi yang berubah terhadap waktu. Diwakili pada persamaan :

$$L_{eq} = 10 \log \left(\frac{1}{T} \sum t_i 10^{\frac{L_i}{10}} \right) \quad dBA \quad (2.1)$$

Keterangan :

t_i = Lamanya waktu dengan tingkat kebisingan L_i

$T = \sum t_i = t_1 + t_2 + t_3 + \dots =$ selang waktu dimana dihitung L_{eq} tersebut

atau

$$L_{eq} = 10 \log \left(\sum P_i 10^{\frac{L_i}{10}} \right) \quad (2.2)$$

Keterangan :

$P_i = t_i/T$ = fraksi waktu

L_i = Tingkat kebisingan selama waktu t_i

2.3 Regresi Linier sederhana

Analisis regresi digunakan untuk mempelajari dan mengukur hubungan statistik yang terjadi antara dua atau lebih variabel. Regresi linier sederhana mengkaji dua variabel yang dinyatakan dalam bentuk persamaan pangkat satu (persamaan linier/ persamaan garis lurus).

$$\hat{Y}_i = a + b_i X_i \quad ; \quad i=1,2,\dots,n \quad (2.3)$$

\hat{Y} = nilai estimate variabel terikat

a = titik potong kurva terhadap sumbu Y

b_i = slope (koefisien regresi untuk variabel X)

X_i = nilai variabel bebas

Nilai a dan b dapat dicari dari persamaan :

$$b = \frac{n(\sum X_i Y_i) - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2} \quad (2.4)$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} \quad (2.5)$$

dimana :

n = jumlah titik (pasangan pengamatan (x,y))

\bar{Y} = rata-rata dari variabel Y

\bar{X} = rata-rata dari variabel X

2.4. Koefisien Determinasi (R^2)

Adapun untuk mengetahui seberapa besar hubungan kedua variabel dapat menggunakan koefisien determinasi (R^2) yang ditunjukkan oleh persamaan:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} = \frac{JK \text{ Regresi}}{JK \text{ Total}} \quad (2.6)$$

Dimana

$$\hat{Y}_i = a + b_i X_i$$

$$0 < R^2 < 1$$

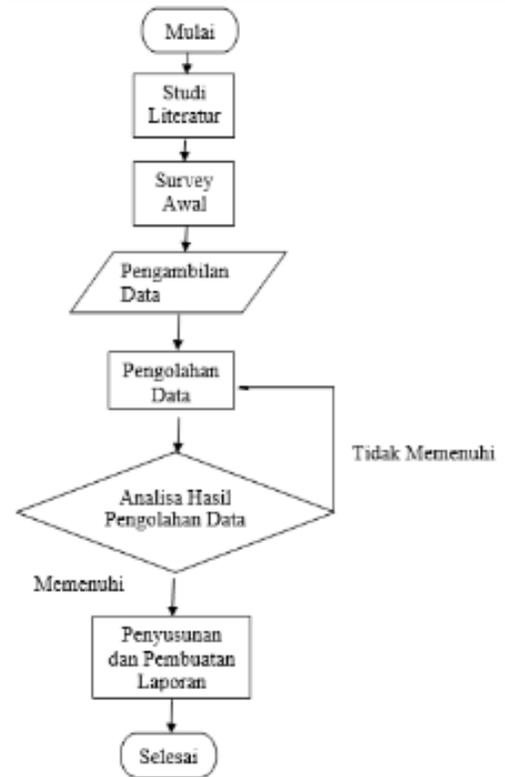
R^2 makin mendekati 1 menunjukkan semakin baik kecocokan data dengan model dan sebaliknya jika R^2 semakin mendekati 0 maka semakin jelek kecocokan tersebut.

III. METODE

Berikut ini adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini :

3.1 Alur Penelitian

Pada penelitian tugas akhir ini dibuat diagram alir yang terdapat di gambar 3.1. Pada diagram ini dipaparkan langkah-langkah penelitian secara garis besar sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian tugas akhir

3.2 Studi Literatur

Langkah awal dalam penelitian ini adalah studi literatur mengenai kebisingan lalu lintas terutama mengenai prediksi tingkat kebisingan lalu lintas yang bisa didapatkan dari penelitian-penelitian sebelumnya seperti penelitian pada tahun 2005 oleh Anik Prasetyowati yang berhasil menghasilkan pemodelan matematis berdasarkan fungsi waktu. Selain itu penelitian oleh Muhammad Syukri Ghazali telah membuat penelitian untuk menghasilkan pemodelan matematis L_{eq} , L_{NP} dan TNI berdasarkan jumlah kendaraan dengan metode statistika. Selain itu untuk mendapat pemodelan matematis dari data yang akan di dapat maka dipelajari juga mengenai regresi untuk mendapatkan hasil pemodelan yang baik.

3.3 Survey Awal

Survey dilakukan sebelum pengambilan data dilakukan untuk mengetahui kondisi di lapangan dan juga menentukan titik lokasi pengukuran serta waktu pengukuran.

3.4 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan sesuai hasil survey awal sebelum pengambilan data. Pengambilan data dilakukan di jalan Raya Gubeng Surabaya pada tiga titik ukur.

Data diambil menggunakan SLM untuk tingkat kebisingannya. Sedangkan data jumlah kendaraan di dapatkan lewat hasil rekaman video pada saat pengambilan data dilakukan. Pengambilan dilakukan sebanyak 20 kali pada masing-masing titik ukur atau total dilakukan sebanyak 60 kali pengukuran. Setiap pengukuran dilakukan selama 10 menit dengan pembacaan secara manual setiap 5 detik, sehingga di

dapatkan 120 data setiap pengukuran atau total sejumlah 7.200 data tingkat kebisingan dalam dBA.

3.5 Pengolahan Data

Data tingkat kebisingan yang di ambil diolah dengan menggunakan *software* Microsoft Excel. Pengolahan sendiri menggunakan rumus Leq pada persamaan 2.1. Selain itu untuk mengetahui jumlah kendaraan maka perhitungan dilakukan secara manual dari rekaman yang di dapat.

3.6 Analisa Hasil Pemodelan Kebisingan

Setelah data di dapat data tingkat kebisingan, waktu dan jumlah kendaraan, selanjutnya di inputkan pada *software* SPSS 16.0 untuk mendapatkan model untuk memprediksi kebisingan.

Dari pemodelan kebisingan yang dihasilkan *software* SPSS 16.0 selanjutnya dilihat koefisien determinasi (R^2) yang dihasilkan untuk dipilih model matematis kebisingan dengan nilai R^2 terbaik.

IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengukuran

Dari hasil pengukuran tingkat kebisingan yang dilaksanakan selama satu minggu, dimulai 25 April 2016 sampai 13 Mei 2016.

4.2. Pemodelan Matematis

Data yang di dapat dari Tabel 4 kemudian di olah dengan menggunakan *software* MS. Excell untuk mendapatkan model matematisnya serta hasil koefisien determinasinya.

4.2.1 Pemodelan Matematis Leq Hari Sabtu

Dari beberapa model yang di dapatkan menunjukkan secara umum kebisingan di waktu pagi hari lebih rendah dari waktu lainnya kecuali malam hari. Hal tersebut terjadi bisa disebabkan karena hari Sabtu umumnya merupakan hari libur bagi pegawai seperti PNS dan juga bagi pelajar. Sehingga aktifitas pada waktu pagi cenderung tidak terlalu banyak berpergian dengan kendaraan bermotor. Adapun kebisingan dari siang sampai petang hari cenderung semakin meningkat akibat banyak aktifitas berpergian menikmati hari libur. Sedangkan malam hari cenderung semakin menurun seiring semakin sedikitnya kendaraan bermotor yang lewat.

4.2.2 Pemodelan Matematis Leq Hari Ahad

Hari ahad merupakan hari libur. Hal ini dapat ditunjukkan melalui jumlah kendaraan bermotor yang melewati jalan Raya Gubeng lebih rendah daripada hari-hari lainnya. Bahkan secara umum rata-rata jumlah kendaraan yang lewat sekitar di bawah 1000 buah. Adapun kebisingan yang dihasilkan ternyata tidak terlampaui berbeda dari hari lainnya. Seperti model matematis kebisingan yang di dapatkan berdasarkan waktu pada titik 1.

4.2.3 Pemodelan Matematis Leq Hari Senin

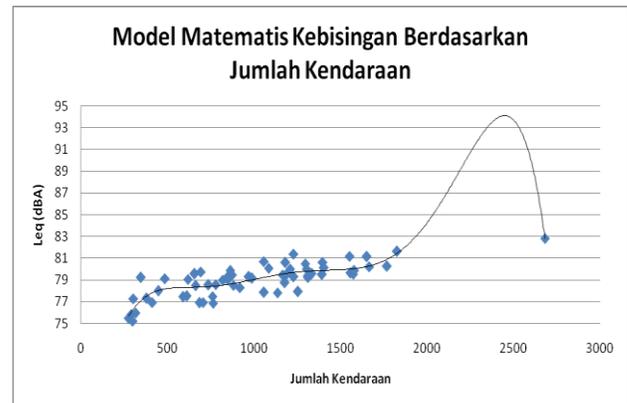
Pemodelan yang dilakukan pada hari Senin dianggap mewakili hari kerja yaitu Senin, Selasa Rabu dan Kamis. Berbeda dari sebelumnya, karena merupakan hari kerja maka perbedaan yang lumayan mencolok terlihat pada saat pagi hari

dimana kebisinga yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan kebisingan di hari Jumat, Sabtu dan Ahad pada waktu yang sama.

4.2.4 Pemodelan Matematis Leq Hari Jumat

Berdasarkan pengamatan dan data yang didapat pada hari Jumat memiliki kecenderungan yang hampir sama dengan hari Senin. Kebisingan yang tinggi pada pagi hari ketika banyak warga mulai beraktivitas akan mulai berkurang saat siang dan akan bertambah kembali saat sore hari lalu beranjak malam maka tingkat kebisingan yang dihasilkan semakin menurun.

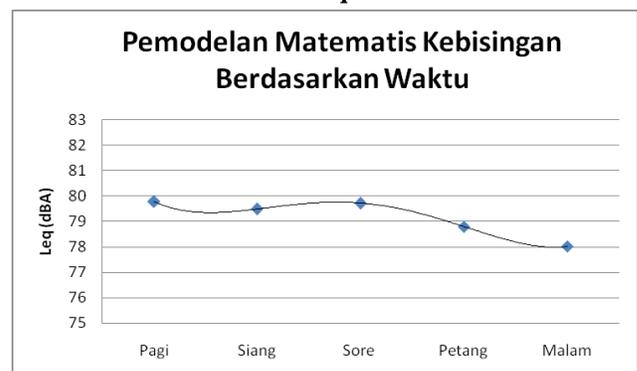
4.2.5 Pemodelan Matematis Leq Berdasarkan Jumlah Kendaraan



Gambar 4.25 Hasil pemodelan Leq berdasarkan jumlah kendaraan

Dari hasil pemodelan kebisingan (leq) berdasarkan jumlah kendaraan yang terukur secara keseluruhan di dapatkan persamaan $Leq = 1E-13n^5 - 3E-10n^4 + 5E-07n^3 - 3,75E-04n^2 + 0,150n + 54,57$ dengan $R^2 = 0,676$.

4.2.6 Pemodelan Matematis Leq Berdasarkan Waktu

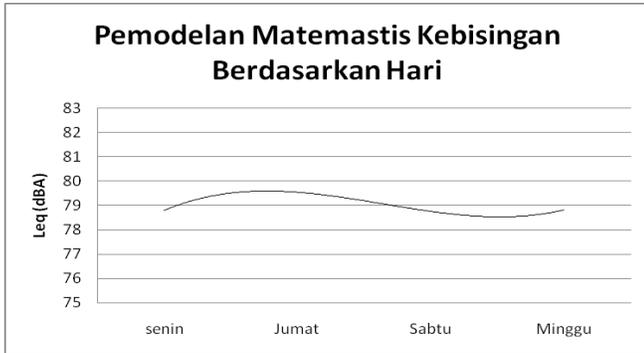


Gambar 4.26 Hasil pemodelan Leq berdasarkan waktu

Selain jumlah kendaraan, pemodelan matematis juga di coba melalui pembagian waktu pagi, siang, sore, petang, dan malam. Pada setiap waktu, data dihasilkan dari rata-rata seluruh data hasil pengukuran pada waktu tersebut. Hasilnya di dapatkan model matematis $Leq = 0,122t^4 - 1,503t^3 + 6,217t^2 - 10,26t + 85,20$ dengan $R^2 = 1$

4.2.7 Pemodelan Matematis Leq Berdasarkan Hari

Setelah didapatkan pemodelan berdasarkan jumlah kendaraan dan waktu, selanjutnya di uji cobakan mencari pemodelan matematis berdasarkan hari. Hasilnya seperti tampak pada gambar 4.27, yang menghasilkan model matematis $y = 0,400x^3 - 3,176x^2 + 7,486x + 74,07$ dengan $R^2 = 1$



Gambar 4.27 Hasil pemodelan Leq berdasarkan hari

4.3 Pembahasan

Berdasarkan analisa yang didapat, kebisingan lalu lintas dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain waktu, jumlah kendaraan dan juga lokasi pengukuran. Variabel hari dalam pengambilan data cukup mempengaruhi jumlah kendaraan. Seperti hari Senin dan Jumat memiliki kecenderungan tingkat kebisingan yang tinggi saat pagi hari. Hal ini dikarenakan banyaknya masyarakat yang memulai aktivitas di hari kerja pada pagi hari. Adapun hari sabtu dan minggu memiliki kecenderungan tingkat kebisingan yang rendah di pagi hari dikarenakan hari libur. Namun secara keseluruhan seperti tampak pada gambar 4.26 terlihat bahwa dari pagi hingga malam menunjukkan tren penurunan kebisingan peningkatan terjadi hanya pada sore hari dimana aktifitas pulang kerja mempengaruhi kebisingan yang terukur.

Semakin banyaknya jumlah kendaraan secara umum mengakibatkan semakin tingginya tingkat kebisingan. Namun hal tersebut tidak terjadi pada beberapa keadaan dikarenakan dari variabel jenis kendaraan bermotor yang lewat. Dimana terdapat jenis kendaraan bermotor yang memiliki tingkat kebisingan yang tinggi. Selain itu, seperti terlihat di gambar 4.25 menunjukkan semakin banyak jumlah kendaraan akan semakin besar pula tingkat kebisingan yang dihasilkan. Namun hal tersebut akan berbeda ketika jumlah kendaraan mencapai sekitar 2500 buah, kebisingan yang dihasilkan akan menunjukkan tren penurunan hal ini bisa disebabkan seperti karena kemacetan akibat volume kendaraan yang terlalu padat. Variabel lokasi pengukuran turut mempengaruhi tingkat kebisingan. Dimana karakteristik jalan yang dekat dengan jalur masuk kendaraan memiliki tingkat kebisingan yang tinggi. Seperti di titik 1, pada malam hari lebih bising karena letaknya yang berada di awal jalan saat dua jalur masuk bertemu sehingga di dapatkan volume kendaraan terbesar di titik ini. Selain itu titik 1 menjadi tempat kemungkinan kendaraan bermotor melaju lebih kencang karena dengan semakin jauh jarak dari tempat masuknya kendaraan maka kecepatan cenderung lebih konstan (lebih rendah dari pada saat awal masuk setelah tikungan). Pemodelan matematis

seniri secara keseluruhan didapatkan tipe terbaik yaitu polinomial dengan pangkat tertinggi lima.

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa data dan pembahasan didapatkan beberapa kesimpulan antara lain :

1. Model matematis dari tingkat kebisingan fungsi jumlah kendaraan bermotor dan fungsi waktu yang terbaik adalah dalam bentuk polinomial.
2. Hasil pemodelan matematis kebisingan berdasarkan jumlah kendaraan adalah $Leq = 1E-13n^5 - 3E-10n^4 + 5E-07n^3 - 3,75E-04n^2 + 0,150n + 54,57$

5.2 Saran

Dapat dilakukan pemodelan kebisingan lalu lintas dengan membedakan antara jenis kendaraan bermotor ukuran sedang dan berat. Selain itu juga dapat dicoba pemodelan yang dihasilkan dari pengukuran di tempat lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ghazali, Muhammad Syukri. 2014. *Prediksi Tingkat Kebisingan Lalu Lintas dengan Analisa Statistik di Jalan Gubernur Suryo, Surabaya*. Tugas Akhir Teknik Fisika ITS
- [2] Dhanardono, Tutug. 2010. *Prediksi Tingkat Kebisingan Lalu Lintas di Surabaya Dengan Jaringan Syaraf Tiruan, Studi Kasus Jalan Embong Malang*. Tesis Jurusan Teknik Fisika ITS.
- [3] Prasetowati, Anik. 2005. *Penentuan tingkat kebisingan lalu lintas sebagai fungsi waktu di jalan embong malang Surabaya*. Tugas Akhir Teknik Fisika ITS.
- [4] Doelle, Leslie L., 1985, *Akustik Lingkungan*, alih bahasa Lea Prasetio, Jakarta, Erlangga.
- [5] Mediastika, Christina Eviutami. 2005. *Akustika Bangunan : Prinsip-Prinsip dan Penerapannya di Indonesia*. Erlangga.