BAB II

DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Umum

Pengangkutan atau transportasi adalah pemindahan barang dan manusia dari tempat asal ke tempat tujuan. Proses pengangkutan merupakan gerakan dari tempat asal, darimana kegiatan itu dimulai, ke tempat tujuan, ke mana kegiatan itu berakhir. Unsur-unsur pengangkutan itu sendiri adalah adanya muatan yang diangkut, adanya kendaraan sebagai alat angkutan, ada jalan yang dapat dilalui, ada terminal asal dan tujuan, serta ada sumber daya manusia, organisasi atau manajemen yang menggerakkan kegiatan transportasi tersebut (Nasution, 2004). Selain itu, transportasi memiliki peranan yang mencakup bidang yang luas di dalam kehidupan manusia yang meliputi beberapa aspek, yakni peranan transportasi dalam ekonomi, sosial, dan politik.

Transportasi darat merupakan salah satu penyumbang polusi suara atau kebisingan yang ditimbulkan oleh suara kendaraan bermotor. Semakin ramai atau padat suatu jalan, semakin tinggi pula tingkat kebisingannya. Apabila hal ini terus menerus berlangsung, maka dapat dipastikan bahwa suara-suara dari kendaraan bermotor tersebut dapat menimbulkan suatu polusi suara yang akan semakin lama akan mengancam kesehatan manusia terutama pada sistem pendengaran manusia.

Polusi suara adalah gangguan pada lingkungan yang diakibatkan oleh bunyi atau suara yang mengganggu ketentraman makhluk hidup di sekitarnya. Standar polusi suara tidak dapat ditentukan oleh suatu standar tertentu, selama dianggap mengganggu, suara tersebut dapat dikategorikan ke dalam polusi suara. Polusi suara yang bersifat terus menerus dengan tingkat kebisingan di atas 80 dB dapat mengakibatkan efek atau dampak yang merugikan kesehatan manusia.

2.2 Prinsip Dasar Arus Lalu Lintas

Lalu lintas adalah kegiatan lalu-lalang atau gerak kendaraan, orang, atau hewan di jalanan. Masalah yang dihadapi dalam perlalulintasan adalah keseimbangan antara kapasitas jaringan jalan dengan banyaknya kendaraan dan orang yang berlalu-lalang menggunakan jalan tersebut. Jika kapasitas jaringan jalan sudah hampir jenuh, apalagi terlampaui maka yang terjadi adalah kemacetan lalu lintas. Persoalan ini sering dirancukan sebagai persoalan angkutan. (Warpani, 2002).

2.2.1 Karakteristik Jalan

Karakteristik utama jalan yang akan mempengaruhi kapasitas jalan dan kinerja jalan dibebani lalu lintas diperlihatkan di bawah setiap titik pada jalur tertentu dimana terdapat perubahan penting dalam geometrik. Hal-hal yang mempengaruhi karakteristik jalan yaitu:

a. Tipe jalan : kecepatan arus bebas mempunyai kinerja berbeda pada pembebanan lalu lintas tertentu; misalnya jalan ada median dan jalan tanpa median, jalan satu arah.
b. Lebar jalur lalu lintas : kecepatan arus bebas dan kapasitas meningkat dengan pertambahan lebar jalur lalu lintas.
c. Kereb : sebagai pembatas antara jalur lalu lintas dan trotoar, berpengaruh terhadap dampak hambatan samping pada kapasitas dan kecepatan.
d. Bahu : jalan perkotaan tanpa kereb pada umumnya mempunyai bahu pada kedua sisi jalur lalu lintasnya.
e. Median : median yang baik dapat meningkatkan kapasitas.
f. Alinyemen jalan : lengkung horizontal dengan jari-jari kecil mengurangi kecepatan arus bebas.

2.2.2 Arus dan Komposisi Lalu Lintas

Di sini, nilai arus lalu lintas (Q) mencerminkan komposisi lalu-lintas, dengan menyatakan arus dalam satuan mobil penumpang (smp). Semua nilai arus lalu lintas (perarah dan total) diubah menjadi satuan mobil penumpang (smp) dengan menggunakan ekivalensi mobil penumpang (smp) yang diturunkan secara empiris untuk tipe kendaraan berikut:

a. Kendaraan ringan (LV) (termasuk mobil penumpang, minibus, truk pick-up dan jeep).
b. Kendaraan berat (HV) (termasuk truk dan bus).
c. Sepeda motor (MC).

Pengaruh kendaraan tak bermotor dimasukkan sebagai kejadian terpisah dalam faktor penyesuaian hambatan samping. Ekivalensi mobil penumpang (emp) untuk masing-masing tipe kendaraan tergantung pada tipe jalan dan arus lalu lintas total yang dinyatakan dalam kendaraan/jam.

2.2.3 Faktor Satuan Mobil Penumpang

Satuan mobil penumpang adalah satuan untuk arus lalu lintas dimana arus berbagai tipe kendaraan diubah menjadi arus kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan ekivalen mobil penumpang (emp)smp. Faktor satuan mobil penumpang adalah faktor untuk mengubah arus kendaraan lalu lintas menjadi arus ekivalen dalam smp untuk tujuan analisis kapasitas.

Setiap jenis kendaraan mempunyai karakteristik pergerakan yang berbeda, karena dimensi, kecepatan, percepatan maupun kemampuan manuver masing-masing tipe kendaraan berbeda disamping juga pengaruh geometrik jalan. Oleh karena itu, untuk menyatukan satuan dari masing-masing jenis kendaraan digunakan satuan-satuan yang bisa dipakai dalam perencanaan lalu lintas disebut satuan mobil penumpang (smp).

Ekivalen mobil penumpang (emp) adalah faktor konversi berbagai jenis kendaraan dibandingkan terhadap mobil penumpang atau kendaraan ringan lainnya sehubungan dengan pengaruhnya pada perilaku lalulintas campuran yang diukur dalam dimensi ruang dan waktu. Satuan mobil penumpang (smp) adalah satuan yang menyatakan jumlah mobil penumpang yang digantikan tempatnya oleh kendaraan jenis lain dalam kondisi jalan, lalu lintas dan pengawasan yang berlaku.

1) Kendaraan Berat : Bus, Truk.
2) Kendaraan ringan : Sepeda motor, Mobil pribadi, Pick Up, Angkot,(MPU).
3) Kendaraan tidak bermotor : Becak, Gerobak,sepeda.

Adapun nilai emp untuk jalan perkotaan tak terbagi dan jalan satu arah dan jalan terbagi akan ditabelkan pada **Tabel 2.1** dan **Tabel 2.2.**

Tabel 2.1. emp untuk Jalan Perkotaan Tak Terbagi

Tipe Jalan: Jalan Tak Terbagi	Arus Lalu Lintas Total Dua Arah (kend/jam)	emp		
		Hv	Mc	
			Lebar Jalur Lalu Lintas Wc (m)	
			≤ 6	> 6
Dua Lajur Tak Terbagi (2/2 UD)	0 ≥ 1800	1,3 1,2	0,5 0,35	0,4 0,25
Empat Lajur Tak Terbagi (4/2 UD)	0 ≥ 3700	1,3 1,2	0,4 0,25	

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

Tabel 2.2. emp untuk Jalan Perkotaan Terbagi dan Jalan Perkotaan Satu Arah

Tipe Jalan : Jalan satu arah dan jalan terbagi	Arus lalu lintas perlajur (kend/jam)	emp	
		HV	MC
Empat Lajur Tak Terbagi (2/1) dan	0	1,3	0,4
Empat Lajur Terbagi (4/2 D)	≥ 1050	1,2	0,25
Tiga Lajur Satu Arah (3/1) dan	0	1,3	0,4
Enam Lajur Terbagi (6/2 D)	≥ 1100	1,2	0,25

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

2.2.4 Hambatan Samping

Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi penurunan kapasitas adalah adanya lajur lalu lintas dan bahu jalan yang sempit atau halangan lainnya pada kebebasan samping. Hambatan samping juga berpengaruh pada kapasitas dan kinerja jalan. Diantaranya: pejalan kaki, pemberhentian angkutan umum dan kendaraan lain, kendaraan lambat (misal becak dan kereta kuda) dan kendaraan keluar masuk dari lahan samping jalan.

Menurut MKJI (1997), hambatan samping disebabkan oleh 4 jenis kejadian yang masing-masing memiliki bobot pengaruh yang berbeda terhadap kapasitas yaitu :

a. Pejalan kaki
b. Kendaraan parkir atau berhenti
c. Kendaraan keluar/masuk dari/ke sisi jalan
d. Kendaraan bergerak lambat

2.2.5 Kapasitas

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum melalui suatu titik di jalan yang dapat dipertahankan persatuan jam pada kondisi tertentu. Untuk jalan dua lajur dua arah, kapasitas ditentukan untuk arus dua arah (kombinasi dua arah), tetapi untuk jalan dengan dengan banyak jalur, arus dipisahkan per arah dan kapasitas ditentukan per lajur.

Persamaan dasar untuk menentukan kapasitas adalah sebagai berikut :

$$\mathbf{C = Co \times FCw \times FCsp \times FCsf \times FCcs} \quad (2\text{-}1)$$

Dengan :

C = Kapasitas sesungguhnya (smp/jam)

Co = Kapasitas dasar untuk kondisi (ideal) tertentu (smp/jam)

FCw = Faktor penyesuaian lebar jalan

FCsp = Faktor penyesuaian pemisahan arah (hanya untuk jalan takterbagi)

FCsf = Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan / kereb

FCcs = Faktor penyesuaian ukuran kota

Jika kondisi sesungguhnya sama dengan kasus dasar (ideal) tertentu, maka semua faktor penyesuaian menjadi 1.0 dan kapasitas menjadi sama dengan kapasitas dasar Co.

a. Kapasitas Dasar (C_0)

Kapasitas dasar C_o ditentukan berdasarkan tipe jalan dengan nilai yang tertera pada **Tabel 2.3.**

Tabel 2.3 Kapasitas Dasar untuk Jalan Perkotaan

Tipe jalan	Kapasitas dasar (smp/jam)	Catatan
Empat-lajur terbagi atau Jalan satu-arah	1650 1500	Per lajur Per lajur
Empat-lajur tak-terbagi Dua-lajur tak-terbagi	2900	Total dua arah

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

b. Faktor Penyesuaian Lebar Jalan (FC_W)

Faktor penyesuaian lebar jalan (FC_w) ini ditentukan berdasarkan lebar jalan efektif yang dapat dilihat pada **Tabel 2.4.**

Tabel 2.4 Faktor Penyesuaian Lebar Jalan untuk Jalan Perkotaan

Tipe jalan	Lebar jalur lalu-lintas efektif (W_C) (m)	F_{CW}
Empat-lajur terbagi atau Jalan satu-arah	Per lajur	0,92
	3,00	0,96
	3,25	1,00
	3,50	1,04
	3,75	1,08
	4,00	
Empat-lajur tak-terbagi	Per lajur	0,91
	3,00	0,95
	3,25	1,00
	3,50	1,05
	3,75	1,09
	4,00	
Dua-lajur tak-terbagi	Total dua arah	0,56
	5	0,87
	6	1,00
	7	1,14
	8	1,25
	9	1,29
	10	1,34
	11	

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

c. Faktor Penyesuaian Pemisahan Arah (FC_{SP})

Faktor penyesuai pemisah arah FC_{SP} ditentukan pada kondisi arus lalu lintas dari kedua arah atau untuk jalan tanpa pembatas median. Untuk jalan satu arah dan jalan dengan pembatas median, faktor koreksi kapasitas akibat pembagian arah adalah 1,0. Faktor penyesuai ini dapat dilihat dalam **Tabel 2.5.**

Tabel 2.5 Faktor Penyesuaian Pemisah Arah untuk Jalan Perkotaan

Pemisahan arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC_{SP}	Dua-lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat-lajur 4/2	1,00	0,985	0,97	0,955	0,94

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

d. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping dan Bahu Jalan / Kereb (FC_{SF})

Faktor penyesuai hambatan samping ditentukan berdasarkan jenis jalan, kelas hambatan samping, lebar bahu (jarak kerb ke penghalang) efektif. Faktor

penyesuai hambatan samping ini dapat dilihat di **Tabel 2.6** untuk hambatan samping dengan bahu dan **Tabel 2.7** untuk hambatan samping dengan kereb.

Tabel 2.6 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping dengan Bahu untuk Jalan Perkotaan

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu			
		Lebar bahu efektif W_S			
		≤ 0,5	1,0	1,5	≥ 2,0
4/2 D	VL	0,96	0,98	1,01	1,03
	L	0,94	0,97	1,00	1,02
	M	0,92	0,95	0,98	1,00
	H	0,88	0,92	0,95	0,98
	VH	0,84	0,88	0,92	0,96
4/2 UD	VL	0,96	0,99	1,01	1,03
	L	0,94	0,97	1,00	1,02
	M	0,92	0,95	0,98	1,00
	H	0,87	0,91	0,94	0,98
	VH	0,80	0,86	0,90	0,95
2/2 UD atau Jalan satu-arah	VL	0,94	0,96	0,99	1,01
	L	0,92	0,94	0,97	1,00
	M	0,89	0,92	0,95	0,98
	H	0,82	0,86	0,90	0,95
	VH	0,73	0,79	0,85	0,91

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

Tabel 2.7 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping dengan Kereb untuk Jalan Perkotaan

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan jarak kereb-penghalang FC_{SF}			
		Jarak: kereb-penghalang W_K			
		< 0,5	1,0	1,5	> 2,0
4/2 D	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,94	0,96	O,98	1,00
	M	0,91	0,93	0,95	0,98
	H	0,86	0,89	0,92	0,95
	VH	0,81	0,85	0,88	0,92
4/2 UD	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,93	0,95	0,97	1,00
	M	0,90	0,92	0,95	0,97
	H	0,84	0,87	0,90	0,93
	VH	0,77	0,81	0,85	0,90
2/2 UD atau Jalan satu-arah	VL	0,93	0,95	0,97	0,99
	L	0,90	0,92	0,95	0,97
	M	0,86	0,88	0,91	0,94
	H	0,78	0,81	0,84	0,88
	VH	0,68	0,72	0,77	0,82

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

a) Faktor penyesuaian FC_{SF} untuk jalan enam-lajur

Faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan 6-lajur dapat ditentukan dengan menggunakan nilai FC_{SF} untuk jalan empat-lajur yang diberikan pada **Tabel 2.6** atau **Tabel 2.7**, sebagaimana diperlihatkan dalam persamaan 2-2.

$$FC_{6,SF} = 1 - 0{,}8\ (\ 1 - FC_{4,SF}\ ) \qquad (2\text{-}2)$$

Dimana:

$FC_{6,SF}$ = faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan enam-lajur

$FC_{4,SF}$ = faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan empat-lajur

e. Faktor penyesuaian ukuran kota (FC_{CS})

Faktor penyesuaian ukuran kota (FC_{CS}) ini ditentukan sebagai fungsi jumlah penduduk yang dapat dilihat pada **Tabel 2.8.**

Tabel 2.8 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota untuk Jalan Perkotaan

Ukuran kota (Juta penduduk)	Faktor penyesuaian untuk ukuran kota
< 0,1	0,86
0,1 -0,5	0,90
0,5-1,0	0,94
1,0-3,0	1,00
> 3,0	1,04

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

2.2.6 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio arus terhadap kapasitas dan dinyatakan dalam satuan smp/jam digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan.

$$DS = Q / C \quad (2\text{-}3)$$

Dengan:

DS = derajat kejenuhan

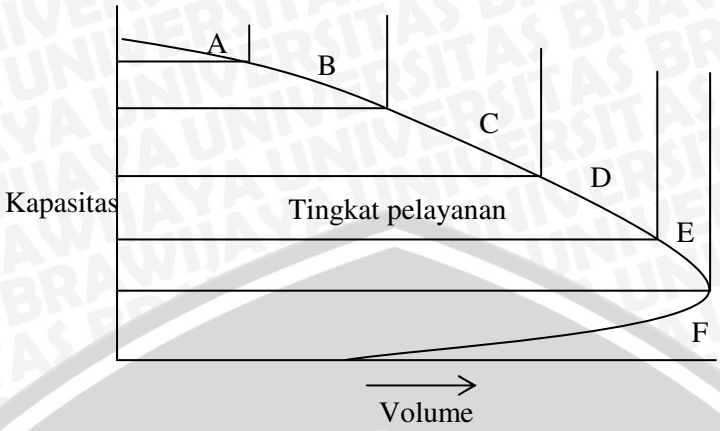
Q = arus lalu lintas

C = kapasitas

2.2.7 Tingkat Pelayanan Ruas Jalan

Tingkat pelayanan jalan (*Level of Service*) merupakan salah satu parameter yang digunakan dalam menentukan kinerja dari ruas jalan. Tingkat pelayanan jalan didefinisikan sebagai ukuran kualitatif yang menjelaskan kondisi operasional aliran lalu lintas dan persepsi terhadapnya dan pemakai jalan. Jadi tingkat kenyamanan dan keamanan pengguna jalan sangat ditentukan oleh tingkat pelayanan jalan ini. Tingkat pelayanan jalan berdasarkan telaahnya dibedakan menjadi 2 (dua), yaitu tingkat pelayanan tergantung arus dan tingkat pelayanan tergantung fasilitas, namun yang akan ditinjau dalam penelitian ini adalah tingkat pelayanan tergantung arus yakni tingkat pelayanan jalan tergantung dipengaruhi oleh perbandingan antara volume terhadap kapasitas.

Hubungan antara volume dengan kapasitas jalan yang mempengaruhi tingkat pelayanan jalan dapat dijelaskan dengan **Gambar 2.1.**



Gambar 2.1 Hubungan antara Kapasitas dan Volume

Pada suatu keadaan dengan volume lalu lintas yang rendah terhadap kapasitas jalan tersebut, akan menyebabkan pengemudi merasa lebih nyaman mengendarai kendaraan dibandingkan jika dia berada pada daerah tersebut dengan volume lalu lintas yang lebih besar. Kenyamanan akan berkurang sebanding dengan bertambahnya volume arus lalu lintas tersebut. Dengan perkataan lain rasa nyaman dan volume arus lalu lintas tersebut berbanding terbalik.

Berikut merupakan persamaan tingkat pelayanan jalan (*level of service*) *(sumber: MKJI 1997)* :

$$LOS = V / C \quad \textbf{(2-4)}$$

Dengan :

LOS = Tingkat Pelayanan

V = Volume Lalu lintas

C = Kapasitas Jalan

Manual Kapasitas Jalan Indonesia membagi tingkat pelayanan jalan atas 6 keadaan yaitu seperti yang tertera pada **Tabel 2.9**.

Tabel 2.9 Karakteristik-Karakteristik Tingkat Pelayanan Jalan

Tingkat Pelayanan	Karakteristik-karateristik	Batas Lingkup V/C
A	Kondisi arus bebas dengan kecepatan tinggi dan volume arus lalu lintas rendah. Pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkannya tanpa hambatan	0,00-0,19
B	Dalam zone arus stabil. Pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatannya (untuk arus jalan antar kota)	0,20-0,44
C	Dalam zone arus stabil. Pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatannya (untuk arus jalan perkotaan)	0,45-0,74
D	Mendekati arus tidak tidak stabil dimana hampir seluruh pengemudi akan dibatasi volume pelayanan berkaitan dengan kapasitas yang dapat ditolelir (diterima)	0,75-0,84
E	Volume arus lalu-lintas mendekati atau berada pada kapasitasnya. Arus adalah tidak stabil dengan kondisi yang sering berhenti (tersendat-sendat)	0,85-1,0
F	Arus yang dipaksakan atau macet pada kecepatan-kecepatan yang rendah. Antrian yang panjang dan terjadi hambatan-hambatan yang besar.	Lebih besar dari 1,0

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

2.3 Polusi Suara

2.3.1 Definisi Polusi Suara atau Kebisingan

Kebisingan didefinisikan sebagai bunyi yang tak diinginkan dan cenderung mengganggu setiap individu. Sedangkan kebisingan lingkungan didefinisikan sebagai bising yang dihasilkan oleh aktifitas manusia diluar ruangan (*outdoor*) seperti aktifitas kendaraan di jalan raya, bising dari kereta api, bsing dari aktifitas penerbangan dan aktifitas konstruksi bangunan serta tergolong bising *domestic* (di dekat perumahan, rumah sakit, dan sekolah). Bunyi terasa sebagai kebisingan secara alamiah disebabkan karena tinggi rendah nadanya (*pitch*) maupun disebabkan karena kekerasannya

(*loudness*). Didalam kebisingan, nada bising berarti tinggi rendahnya frekuensi bising yang tergantung dari kecepatan vibrasi sumber bising yang menghasilkan kebisingan tersebut. Sedangkan kekerasan (*loudness*) adalah intesitas dari gelombang bunyi yang berkombinasi dengan karakteristik sensor penerima pada pendengaran manusia.

2.3.2 Pengaruh Kebisingan Terhadap Manusia

Pengaruh kebisingan lingkungan pada manusia pada umunya ada tiga, yaitu pengaruh terhadap pendengaran, pengaruh terhadap psikologi dan pengaruh terhadap pembicaraan.

1. Pengaruh kebisingan pada pendengaran (*Auditory effect*) antara lain:
   - **a. Kerusakan pendengaran**

     Kerusakan pendengaran akibat kebisingan adalah rusaknya organ-organ dalam pendengaran.
   - **b. Penurunan pendengaran (*hearing loss*)**

     Penurunan pendengaran adalah bergesernya ambang batas pendengaran seseorang menjadi lebih tinggi dari ambang batas manusia normal, sehingga telinga tidak mempu mendeteksi tingkat tekanan bunyi pada 0 dB sampai batas pergeserannya.
2. Pengaruh kebisingan terhadap psikologi meliputi:
   - **a. Gangguan tidur (*sleep disturbance*)**

     Gangguan tidur yang dialami seseorang akibat kebisingan adalah bergesernya tingkat perasaan nyenyak saat tidur menjadi lebih rendah. Berkurangnya kenyamanan dan perasaan nyenyak saat tidur menyebabkan penurunan kebugaran.
   - **b. Perasaan terganggu (*annoyance*)**

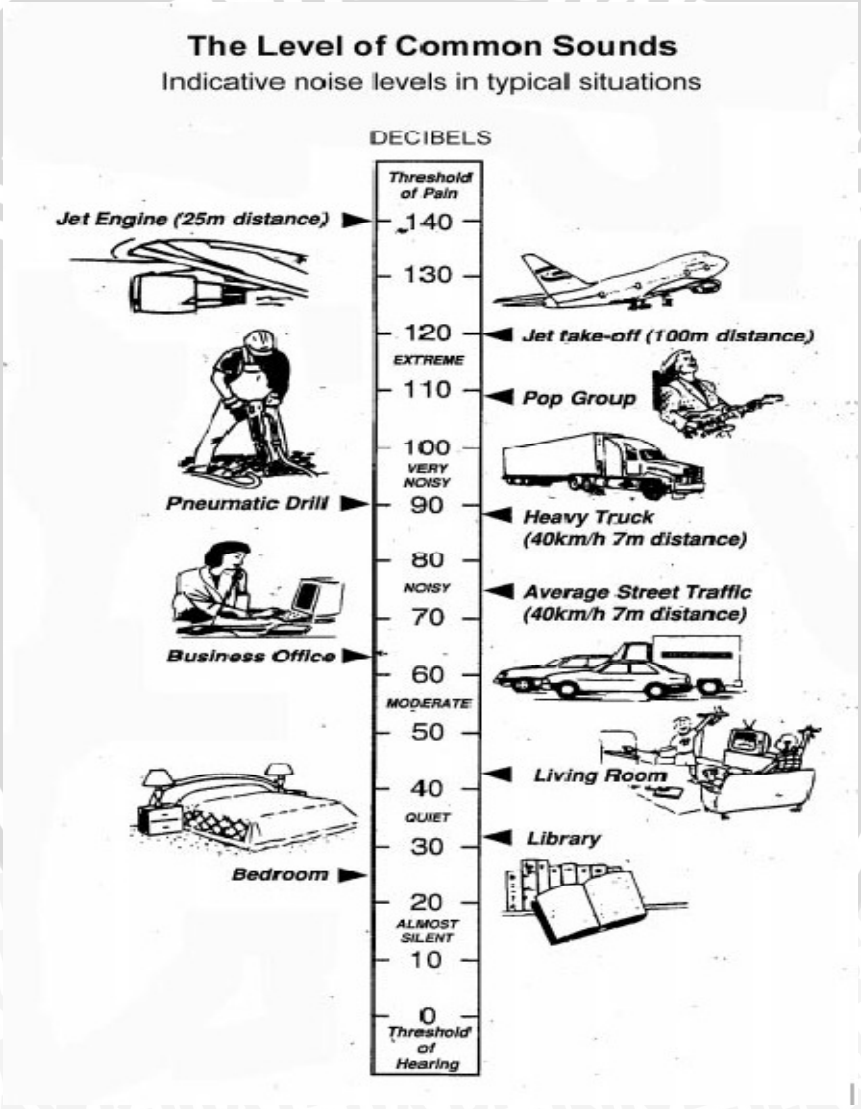
     Perasaan terganggu oleh kebisingan adalah suatu respon seseorang terhadap bising di sekitarnya. Tingginya tingkat gangguan dan lamanya seseorang dalam lingkungan yang punya tingkat gangguan bising sangat besar menyebabkan seseorang beranggapan bahwa kebisingan tidak terlalu penting karena sudah terbiasa.
   - **c. Stress**

     Kebisingan yang mengenai seseorang sampai 85 dB(A) bisa berakibat stressnya seseorang. Stress ini ditandai dengan membesarnya pupil mata, naiknya tekanan darah dan meningkatnya asam lambung.

Lebih jauh, kebisingan yang mengenai seseorang dengan jangka waktu yang lama mengakibatkan sakit mental, gelisah, dan perasaan mudah marah.

3. Pengaruh kebisingan terhadap pembicaraan.

Kebisingan dapat mempengaruhi kejelasan dalam berbicara. Dalam pembicaraan background noise dapat mempengaruhi keakuratan, frekuensi serta perubahan verbal suara. Terlalu seringnya seseorang berada dalam daerah yang sangat bising menyebabkan kebiasaan berbicara terlalu keras meskipun dalam suasana normal. **Gambar 2.2** adalah beberapa contoh sumber kebisingan pada lingkungan.



Gambar 2.2 Sumber-sumber Kebisingan Lingkungan

2.3.3 Jenis-Jenis Kebisingan Lingkungan

Sebelum melakukan pengukuran terhadap tingkat kebisingan lingkungan harus terlebih dahulu mengetahui jenis dari kebisingan lingkungan tersebut agar didalam pengukuran dapat ditentukan dengan tepat parameter apa saja yang harus diukur, alat apa saja yang harus digunakan dan berapa lamanya waktu pengukuran. Secara umum jenis kebisingan bisa dibedakan menjadi tiga berdasarkan kekontinyuan waktunya.

a. *Continous Noise*

Yaitu kebisigan yang berlangsung secara terus menerus (kontinyu) tanpa adanya jeda waktu. Kebisingan yang dihasilkan suatu mesin produksi dan dari jalan raya tergolong kebisingan yang kontinyu. Pengukuran kebisingan yeng benar-benar kontinyu menbutuhkan pengukuran yang kontinyu serta waktu yang lama.

b. *Intermittent Noise*

Adalah kebisingan yang terjadi secara berkala dan mempunyai siklus tertentu. Contoh kebisingan berkala adalah kebisingan dari aktifitas penerbangan pada suatu airport dan kebisingan pada daerah yang dilewati kereta api.

c. *Impulsive Noise*

Adalah kebisingan yang terjadi sesaat dan mempunyai tingkat tekanan bunyi yang tinggi. *Impulsive noise* terjadi bila suatu kebisingan mengalami kenaikan dan penurunan tingkat tekanan bunyi dalam selang waktu yang cepat (ms). Contoh dari *impulsive noise* adaah bunyi tembakan senjata api.

Kebisingan lingkungan dibagi menjadi dua berdasarkan perubahan tingkat tekanan bunyinya.

a. *Steady-state Noise*

Ialah kebisingan yang tingkat tekanan bunyinya stabil terhadap perubahan waktu dan tak mengalami perubahan yang begitu besar. Contoh kebisingan yang stabil adalah kebisingan sekitar air terjun dan kebisingan pada interior pesawat terbang saat sedang di udara.

b. *Fluctuating Noise*

Ialah kebisingan yang kontinyu namun berubah-ubah tingkat tekanan bunyinya. Contoh *fluctuating noise* adalah kebisingan akibat lalu lintas pada jalan raya.

2.3.4 Identifikasi Sumber Kebisingan

Untuk memperkirakan kebisingan lingkungan di suatu tempat umumnya memerlukan evaluasi tekanan kebisingan (*noise impact*) yang dihasilkan oleh suatu sumber bising yang spesifik, misalnya kebisingan yang dihasilkan oleh pembangkit listrik atau kegiatan industri lainnya. Di dalam prakteknya di suatu lingkungan, kebisingan yang terjadi adalah merupakan gabungan dari sejumlah kebisingan.

Apabila di suatu lingkungan terdapat satu sumber kebisingan atau lebih, kebisingan di lingkungan tersebut bisa dekelompokkan menjadi tiga.

a. *Background Noise*

   Yaitu kebisingan dari semua sumber di suatu lingkungan selain sumber yang lain dominan yang ada di lokasi tersebut.

b. *Ambient Noise*

   Yaitu kebisingan yang mencakup semua kebisingan yang ada di suatu lingkungan yang dihasilkan dari sumber bising yang ada di sekitar lokasi tersebut mulai sumber paling jauh sampai yang paling dekat dimana tak ada sumber kebisingan yang paling dominan.

c. *Spesific Noise*

   Yaitu kebisingan yang dihasilkan oleh sumber tunggal. Gabungan dari beberapa *spesific noise* pada suatu lingkungan merupakan *ambient noise*.

2.3.5 Kriteria Kebisingan Lingkungan

2.3.5.1 Kriteria Kebisingan Lingkungan di Sekitar Jalan

Salah satu masalah kebisingan pada suatu pemukiman di kota adalah disebabkan oleh kebisingan dari jalan raya. Berdasarkan *Road Design Guide 1996* yang diterbitkan oleh RTA (Road and Traffic Authority), jalan dibedakan menurut beberapa faktor, yaitu meliputi kepadatan lalu-lintasnya jenis kendaraan yang sebagian besar melaluinya serta letak jalan tersebut. Berdasarkan faktor-faktor tersebut RTA dikategorikan jalan secara umum menjadi empat jenis, yaitu :

Arterial road : (termasuk freeway) adalah jalan yang menghubungkan suatu wilayah dengan wilayah lain dalam suatu kota. Bentuk dari arterial road adalah jalan raya besar untuk mobilitas masyarakat kota.

Sub-arterial road : adalah jalan yang menghubungkan suatu arterial road dengan suatu wilayah tertentu dalam suatu kota. Fungsi jalan ini biasanya

ditujukan semata-mata untuk mengurangi kepadatan lalu-lintas pada arterial road pada saat-saat tertentu.

Local road : adalah bentuk jalan yang berupa cabang dari jalan lain terutama pada suatu daerah yang sedang berkembang. Jenis jalan ini biasanya difungsikan untuk jalan masuk suatu daerah.

Collector road : adalah jalan yang menghubungkan sub-arterial road dengan local road pada suatu daerah.

2.3.5.2 Kriteria Kebisingan Lingkungan pada Suatu Lokasi di Indonesia

Kriteria kebisingan lingkungan di Indonesia dituangkan dalam keputusan Menteri Lingkungan Hidup Tahun 1996. Pada surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dengan Nomor : KEP-48/MENLH/11/1996, menetapkan bahwa yang dimaksud dengan kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan dan kenyamanan lingkungan.

Kriteria kebisingan lingkungan berdasarkan keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor : KEP-48-MENLH-11-1996 dinyatakan dalam *Baku Tingkat Kebisingan.* Yang dimaksud Baku Tingkat Kebisingan adalah batas maksimal tingkat kebisingan yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan. Baku tingkat kebisingan di Indonesia seperti ditabelkan pada **Tabel 2.10**.

Tabel 2.10. Baku Tingkat Kebisingan

Peruntukan Kawasan atau Lingkungan Kegiatan	Tingkat Kebisingan dB(A)
a. Peruntukan Kawasan	
1. Perumahan dan Pemukiman	55
2. Perdagangan dan Jasa	70
3. Perkantoran dan Perdagangan	65
4. Ruang Terbuka Hijau	50
5. Industri	70
6. Pemerintahan dan Fasilitas Umum	60
7. Rekreasi	70
8. Khusus:	
• Bandar Udara	
• Stasiun Kereta Api	
• Pelabuhan Laut	70
• Cagar Budaya	60
b. Lingkungan Kegiatan	
1. Rumah Sakit atau sejenisnya	55
2. Sekolah atau sejenisnya	55
3. Tempat ibadah atau sejenisnya	55

Sumber: Keputusan Menteri Lingkungan Hidup, 1996

2.3.6 Parameter Kebisingan Lingkungan

Dalam merencanakan transportasi aspek lingkungan perlu dipertimbangkan karena menyangkut kenyaman penghuni daerah sekitar lokasi jalan. Salah satu aspek yang dipertimbangkan adalah kebisingan yang ditimbulkan akibat kendaraan bermotor, menurut Papascostas (1993) kebisingan dapat dihitung dengan formulasi kebisingan dasar kemudian dilakukan koreksi terhadap beberapa paremeter.

Untuk menghitung tingkat kebisingan dasar digunakan rumus sebagai berikut:

Basic Noise Level :

$$L\ 10 = 42{,}2 + 10\ \text{Log}\ Q\ \text{dBA} \qquad (2\text{-}5)$$

Tingkat kebisingan dasar (L 10) ini dihitung dengan asumsi arus lalu lintas normal dalam arti tidak ada kendaraan berat yang melintas. Kecepatan rata-rata kendaraan yang

melintas adalah 75 km/jam. Dari rumus menghitung kebisingan dasar tersebut yang berpengaruh hanya jumlah kendaraan yang melintas (Q) dalam kendaraan per jam.

Koreksi-koreksi yang dilakukan terhadap tingkat kebisingan dasar ada 6 (enam) jenis koreksi yaitu :

1. Koreksi terhadap kecepatan rata-rata dan kendaraan berat.

   Koreksi terhadap kecepatan rata-rata dan prosentase kendaraan berat dalam arus lalulintas yang melintas dihitung dengan rumus:

   $$C1 = 33 \text{ Log } (V+40+500/V) + 10 \text{ Log } (1+ 5P/V) – 68,8 \text{ dBA} \quad (2\text{-}6)$$

   Dengan V adalah kecepatan rata-rata kendaraan (km/jam) dan P adalah prosen kendaraan berat (%).

2. Koreksi terhadap gradien.

   Koreksi terhadap gradien atau kelandaian jalan dihitung dengan rumus:

   $$C2 = 0,2 \text{ G dBA} \quad (2\text{-}7)$$

   Dengan G adalah prosentase gradien (kelandaian jalan) dalam %.

3. Koreksi terhadap permukaan perkerasan.

   Koreksi terhadap tekstur permukaan perkerasan dipengaruhi oleh prosen kendaraan berat yang melintas dan dihitung dengan menggunakan rumus:

   $$C3 = 4 - 0,03 \text{ P dBA} \quad (2\text{-}8)$$

   Dengan P adalah prosen kendaraan berat.

4. Koreksi terhadap kondisi antara sumber bunyi dengan penerima.

   Koreksi terhadap kondisi antara sumber bunyi dengan penerima dipengaruhi oleh material yang digunakan sebagai halaman yang terletak antara jalan dan bangunan. Dibedakan menjadi dua jenis yaitu halaman yang diperkeras dan yang tidak diperkeras. Untuk yang lebih dari 50% diperkeras dan tidak menyerap bunyi koreksi dihitung dengan rumus :

   $$C4 = - 10 \text{ Log } (d'/13,5) \text{ dBA} \quad (2\text{-}9)$$

   Dimana d’ adalah panjang garis pandangan dari sumber bunyi ke penerima (m). Sedangkan untuk halaman yang lebih dari 50% merupakan penyerap bunyi alami dibedakan menurut ketinggian titik penerima dari muka tanah. Untuk ketinggian lebih dari 1 meter namun kurang dari (d+ 3,5)/3 dimana d adalah jarak sumber

bunyi ke penerima sejajar dengan tanah (m) koreksi kebisingan dihitung dengan rumus :

$$C4 = -10 \text{ Log } (d'/13,5) + 5,2 \text{ Log } \{3h/(d+3,25)\} \text{ dBA} \quad (2\text{-}10)$$

d' = Panjang garis pandangan dari sumber bunyi ke penerima (m)

d = Jarak sumber bunyi ke penerima sejajar dengan tanah (m)

h = ketinggian titik penerima dari muka tanah (m)

Sedangkan untuk ketinggian h > { (d+ 3,5)/3 } koreksi tingkat kebisingan dihitung dengan rumus :

$$C4 = -10 \text{ Log } (d'/13,5) \text{ dBA} \quad (2\text{-}11)$$

5. Koreksi terhadap bangunan.

Koreksi terhadap bangunan, dimana jika penerima berada 1 m di depan dinding bangunan maka kebisingan dikoreksi dengan + 2,5 dBA. Sedangkan terhadap pantulan suara dari gedung seberang jalan (Z) jika nilainya kurang dari 0,5 maka kebisingan dikoreksi dengan + 1 dBA, sedangkan untuk mendapatkan Z menggunakan rumus :

$$Z = R/(R+b) \quad (2\text{-}12)$$

dengan :

R = Ruang terbuka rata-rata antar gedung (m)

B = Panjang muka bangunan rata-rata (m)

6. Koreksi terhadap sudut pandangan.

Koreksi terhadap sudut pandangan. Terhadap sudut pandangan yang dihitung dengan rumus :

$$C\,6 = 10 \text{ Log } (\Phi/180) \text{ dBA} \quad (2\text{-}13)$$

Dengan Φ = Sudut pandangan dalam (o)

Keterangan untuk rumus-rumus tersebut diatas adalah sebagai berikut :

Q = Jumlah kendaraan yang melintasi pengamat (kend/jam)

V = Kecepatan Rata-rata (km/jam)

P = Prosentase kendaraan berat (%)

G = Prosentase gradien (%)

d' = Panjang garis pandangan dari sumber bunyi ke penerima (m)

d = Jarak sumber bunyi ke penerima sejajar dengan tanah (m)

h = ketinggian titik penerima dari muka tanah (m)

R = Ruang terbuka rata-rata antar gedung (m)

B = Panjang muka bangunan rata-rata (m)

Φ = Sudut pandangan

2.4 Analisis Regresi Linier

Regresi adalah cara untuk memperoleh hubungan fungsional antara peubah acak. Secara analitis tidak mungkin untuk mendapatkan hubungan fungsional yang unik dari pasangan peubah yang banyak. Tetapi dengan memperhatikan bahwa nilai variabel Y untuk suatu variabel X yang tetap akan berada disekitar nilai rata-ratanya maka hubungan fungsional antara nilai rata-rata X dan nilai Y dapat dicari. Hubungan yang paling dekat adalah jika fungsi ini memiliki total kuadrat penyimpangan terkecil dari seluruh data.

2.5 Korelasi

Analisis korelasi bertujuan membuktikan adanya hubungan fungsional, atau keeratan hubungan antara dua peubah tersebut. Dengan demikian wajar jika analisis korelasi dilakukan sebelum analisis regresi.

Keeratan hubungan antara dua peubah dinyatakan dalam koefisien korelasi dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})\,(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2 \,.\, \sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2}} = \frac{J_{xy}}{\sqrt{J_{xx} J_{yy}}} \qquad (2\text{-}14)$$

$-1 < \rho < 1$

$\rho = 1 \longrightarrow$ korelasi = positif

$\rho = -1 \longrightarrow$ korelasi = negatif

$\rho = 0 \longrightarrow$ tidak - berkorelasi

2.6 Hasil Penelitian terdahulu

Dari hasil penelitian sebelumnya, yakni penelitian milik J. Dwijoko Ansusanto dan L. Indah Murwani Yulianto dengan judul "Tingkat Kebisingan Kendaraan Bermotor Pada Ruas Jalan" Universitas Atmajaya Yogyakarta. Penelitian tersebut membahas tentang besarnya tingkat kebisingan yang diakibatkan oleh kendaraan

bermotor pada suatu ruas jalan dan pada suatu lokasi bangunan dengan posisi tertentu dari jalan raya tersebut.

Penelitian tersebut dilakukan di kawasan perdagangan/bisnis di Jalan Adisucipto Yogyakarta. Metode perhitungan nilai kebisingan penelitian tersebut menggunakan Papacostas 1993. Kemudian hasil dari perhitungan tersebut dibandingkan dengan standar yang ada. Hasil dari penelitian tersebut memperoleh nilai kebisingan sebesar 77,02 dB(A) yang melebihi standar nilai kebisingan untuk kawasan perdagangan/bisnis sebesar 65 dB(A). Tetapi nilai kebisingan tersebut hanya nilai kebisingan diluar gedung/bangunan yang ada di sekitar ruas jalan tersebut. Sehingga untuk mengetahui nilai kebisingan di dalam gedung/bangunan terlebih dahulu harus dihitung koreksi lain yaitu adanya penghalang yang berupa tembok atau kaca atau penghalang lain.

2.7 Hipotesis

Salah satu sumber utama polusi suara atau kebisingan adalah bunyi lalu lintas kendaraan bermotor. Bunyi lalu lintas adalah bunyi yang tidak konstan tingkat suaranya.

Tingkat gangguan bising dari bunyi lalu lintas dipengaruhi oleh tingkat suaranya, kekerapan kehadirannya dalam satu satuan waktu, serta frekuensi bunyi yang dihasilkannya. Bising lalu lintas ditimbulkan oleh bising yang dihasilkan dari kendaraan bermotor. Dimana bising kendaraan bermotor itu sendiri bersumber dari mesin kendaraan, bunyi pembuangan kendaraan, serta bunyi yang dihasilkan oleh interaksi antara roda dengan jalan. Truk (kendaraan berat, termasuk bus) dan mobil merupakan sumber bising utama di jalan raya (AASHTO, 1993). Mobil (kendaraan ringan) pada umumnya relatif tidak bising, tetapi karena jumlahnya yang banyak maka kebisingan yang dihasilkan menjadi cukup besar. Sumber bising utama dari mobil adalah bunyi pembakaran mesin serta bunyi gesekan antara ban dengan lapisan perkerasan jalan raya. Pada saat mesin mobil dinyalakan serta saat melakukan percepatan maksimum, bising terutama dihasilkan oleh bunyi mesin, sedangkan saat mobil melaju dengan kecepatan tinggi, sumber bising terbesar adalah bunyi gesekan roda dan perkerasan jalan (AASHTO, 1993).

Truk (kendaraan berat), terutama yang bemesin diesel, karena ukuran dan tenaga yang dihasilkan oleh mesinnya, dapat menghasilkan tingkat bising lebih besar daripada mobil (kendaraan ringan). Bunyi pembakaran dalam mesin truk memberikan kontribusi bising yang besar terhadap kebisingan jalan raya, terutama saat truk melakukan percepatan, dan saat truk mencapai kecepatan diatas 80 km/jam (AASHTO, 1993).