

KoNTekS 10

Konferensi Nasional Teknik Sipil 10

Sertifikat

Konferensi Nasional Teknik Sipil 10

Menuju Masyarakat Industri Konstruksi Berdaya Saing Tinggi
dan Pembangunan Infrastruktur Berkelanjutan

diberikan kepada

DWI PRASETYANTO S.

sebagai

PEMAKALAH

Yogyakarta, 26-27 Oktober 2016

Ketua Panitia KoNTekS 10



Yogyakarta
AY. Harijanto S., Ph.D



UAJY



UPH



UNUD



TRISAKTI



UNS



ITENAS



UNTAR

PROSIDING

KoNTeKS 10

Konferensi Nasional Teknik Sipil 10

*Menuju Masyarakat Industri Konstruksi
Berdaya Saing Tinggi
dan Pembangunan Infrastruktur Berkelanjutan*

Editor :
Harijanto Setiawan
Ferianto Raharjo
Siswadi

**Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Atma Jaya Yogyakarta**

PROSIDING

KoNTekS 10

Konferensi Nasional Teknik Sipil 10

*Menuju Masyarakat Industri Konstruksi
Berdaya Saing Tinggi
dan Pembangunan Infrastruktur Berkelanjutan*

ISBN : 978-602-60286-0-0

Editor :

Harijanto Setiawan
Ferianto Raharjo
Siswadi

Desain sampul dan Tata letak

GKM Print

Penerbit

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Redaksi :

Jl. Babarsari No. 44
Yogyakarta 55281
Telp : 0274 - 487711 ext: 2162
email : tsipil@mail.uajy.ac.id

Cetakan pertama, Oktober 2016

Hak cipta dilindungi undang - undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara
apapun tanpa ijin

SAMBUTAN KETUA PANITIA

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kasih karena berkat dan rahmat dan kasihNya yang melimpah maka Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS) pada tahun 2016 ini dapat terselenggara di Universitas Atma Jaya Yogyakarta. KoNTeks di tahun 2016 ini telah mencapai penyelenggaraan yang ke sepuluh. Selama sepuluh tahun ini KoNTekS telah mengalami perubahan dan perkembangan yang luar biasa, dimulai dari penyelenggaraan pertama oleh Universitas Atma Jaya Yogyakarta hingga akhirnya menjadi agenda bersama dari tujuh perguruan tinggi di Indonesia, yaitu Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Universitas Pelita Harapan, Universitas Udayana, Universitas Trisakti, Universitas Sebelas Maret, Institut Teknologi Nasional dan Universitas Tarumanagara. Bahkan sejak tahun 2011, KoNTekS selalu diselenggarakan bersama dengan Rapat Koordinasi Badan Musyawarah Pendidikan Tinggi Teknik Sipil Seluruh Indonesia (BMPTTSSI).

KoNTekS 10 yang diselenggarakan di kampus Universitas Atma Jaya Yogyakarta pada tanggal 26-27 Oktober 2016 mengambil tema 'Menuju Masyarakat Industri Konstruksi Berdaya Saing Tinggi dan Pembangunan Infrastruktur Berkelanjutan'. Tema ini dipilih seiring dengan munculnya berbagai tantangan yang dihadapi industri konstruksi Indonesia, antara lain: berkembangnya pembangunan infrastruktur di Indonesia yang membawa dampak gangguan ke berbagai aspek seperti fungsional, geografis, sosial ekonomi dan lingkungan. Selain itu industri konstruksi Indonesia juga menghadapi tantangan lain yaitu berlakunya era perdagangan global, terlebih sejak diberlakukannya kesepakatan Masyarakat Ekonomi ASEAN.

Secara khusus dalam KoNTeks 10 ini akan diadakan diskusi panel tentang Pendidikan Tinggi Teknik Sipil yang menampilkan narasumber dari kalangan perguruan tinggi swasta dan organisasi profesi. Diharapkan forum ini dapat memberikan masukan yang bermanfaat bagi pengembangan Pendidikan Tinggi Teknik Sipil di Indonesia.

Pada kesempatan ini perkenankan kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah mendukung penyelenggaraan KoNTekS 10. Secara khusus ucapan terima kasih kami ucapkan kepada:

1. Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta
2. Segenap Ketua Program Studi/Ketua Jurusan dari semua perguruan tinggi penyelenggara
3. Segenap pengurus BMPTTSSI, PII, ASTISI dan HAKI
4. Segenap Komite Ilmiah
5. Segenap Panitia Penyelenggara
6. Segenap Sponsor
7. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu

Akhir kata kami mengucapkan selamat berkonferensi kepada segenap pembicara, pemakalah dan peserta KoNTekS 10. Semoga konferensi ini memberi hasil yang bermanfaat bagi perkembangan industri konstruksi dan pendidikan Teknik Sipil di Indonesia. Apabila selama penyelenggaraan konferensi ini terdapat hal-hal yang kurang berkenan, kami mohon maaf yang sebesar-besarnya.

Yogyakarta, 26 Oktober 2016

Harijanto Setiawan, Ph.D.

022	ESTIMASI MATRIK ASAL TUJUAN PERJALANAN DI KOTA SURAKARTA DENGAN MODEL GRAVITY	385
	<i>Syafi'i, Slamet Jauhari Legowo dan Lydia Novitriana Nur Hidayati</i>	
031	IDENTIFIKASI KADAR EMISI GAS BUANG CO₂ AKTIVITAS TRANSPORTASI PADA JALAN LINGKUNGAN DI WILAYAH BANDUNG TIMUR	395
	<i>Atmy Verani R Sihombing</i>	
034	AKURASI INFORMASI WAKTU PERJALANAN BERDASARKAN PERSEPSI PENGGUNA JALAN (Studi Kasus : Ring Road Utara Surakarta)	405
	<i>Amirotul MH Mahmudah, Dewi Handayani dan Arief Rahman Hakim</i>	
058	STUDI KOMPARASI PENGGUNAAN LIGHT WEIGHT DEFLECTOMETER (LWD) PUSJATAN DAN FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (FWD) PADA LAPIS PONDASI JALAN	413
	<i>Siegfried dan Afrizal Naumar</i>	
061	PERHITUNGAN KEBUTUHAN TEBAL OVERLAY ASPAL MENGGUNAKAN PROGRAM EVERSERIES 5.0 DAN METODE BINA MARGA Pd.T-05-2005-B	419
	<i>Ria Askarina dan Angga Marditama Sultan Sufanir</i>	
066	KELAYAKAN FINANSIAL PEMBANGUNAN GEDUNG PARKIR SEPEDA MOTOR UNIVERSITAS SEBELAS MARET SURAKARTA	427
	<i>Dewi Handayani, Raden Ajeng Dinasty Purnomoasri dan Slamet Jauhari Legowo</i>	
067	PROBABILITAS PENGGUNA KERETA API CEPAT JAKARTA BANDUNG MENGGUNAKAN MODEL LOGIT BINER	435
	<i>Kartika Seinari Manggala dan Dwi Prasetyanto Sudiatmono</i>	
070	WORLDWIDE SLAB TRACK DEVELOPMENT AS CONSIDERATION FOR INDONESIAN SLAB TRACK DESIGN CONCEPT	441
	<i>Dian Setiawan M</i>	
074	PENGARUH KONDISI JALAN DESA TERHADAP PEREKONOMIAN WILAYAH	451
	<i>Dwi Ardianta Kurniawan</i>	
081	PEMILIHAN MODA TRANSPORTASI KE KAMPUS OLEH MAHASISWA UNIVERSITAS GADJAH MADA	457
	<i>Ibnu Fauzi dan Imam Basuki</i>	
085	EVALUASI KINERJA LALU LINTAS JALAN RAYA MAGETAN – MAOSPATI AKIBAT PEMBANGUNAN PABRIK GARMEN SUKOMORO	467
	<i>Rosyid Kholilur Rohman dan Setiyo Daru Cahyono</i>	
087	KLASIFIKASI KERUSAKAN JALAN RAYA MENGGUNAKAN LEARNING VECTOR QUANTIZATION	475
	<i>Setiyo Daru Cahyono dan Pradityo Utomo</i>	

PROBABILITAS PENGGUNA KERETA API CEPAT JAKARTA BANDUNG MENGUNAKAN MODEL LOGIT BINER

Kartika Seinari Manggala¹, Dwi Prasetyanto Sudiatmono²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Jl. PKH Mustapa No. 23 Bandung
Email: kartikaseinarim@gmail.com

²Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Jl. PKH Mustapa No. 23 Bandung
Email: dwi_prasetyanto@yahoo.co.id

ABSTRAK

Kereta api cepat Jakarta ke Bandung adalah proyek kereta api berkecepatan tinggi yang diusulkan di Indonesia, menghubungkan ibu kota Jakarta ke kota Bandung dan sebaliknya. Pengembangan kereta api berkecepatan tinggi antara Jakarta-Bandung diakui sebagai salah satu koridor infrastruktur transportasi untuk mendukung pembangunan ekonomi. Keuntungan kereta api berkecepatan tinggi adalah kualitas pelayanan yang lebih baik, waktu perjalanan lebih cepat, lebih cepat waktu bongkar muat, dan keamanan yang lebih tinggi. Kelemahannya terutama terletak pada kebisingan dan biaya investasi yang lebih tinggi. Biaya investasi yang tinggi akan terkait dengan tarif penumpang kereta api.

Tujuan penelitian adalah untuk membuat model utilitas yang digunakan untuk menentukan probabilitas pengguna kereta cepat Jakarta Bandung. Survei dilakukan di kota Bandung berupa survei wawancara *Stated Choice* (SC), dengan meminta individu untuk memilih di antara berbagai alternatif tingkat atribut yang berbeda-beda sesuai dengan desain statistik untuk memaksimalkan ketepatan perkiraan. Percobaan SC dievaluasi dari profil perjalanan dalam batasan waktu perjalanan, resiko kecelakaan, dan tarif. Model utilitas yang dihasilkan untuk kereta reguler (KR) dan kereta cepat (KC), yaitu:

$$V_{KR} = -0,174 - 0,00720 \times \text{WAKTU}_{KR} - 0,512 \times \text{FATAL}_{KR} - 0,0000134 \times \text{TARIF}_{KR} \quad \text{dan} \\ V_{KC} = -0,00720 \times \text{WAKTU}_{KC} - 0,512 \times \text{FATAL}_{KC} - 0,0000134 \times \text{TARIF}_{KC}$$

Dengan tarif kereta cepat antara Rp. 190.000,- sampai Rp. 410.000,- diperoleh probabilitas pengguna kereta cepat sebesar 74% sampai 13%. Rata-rata perubahan tarif sebesar Rp. 10.000,- akan mengakibatkan penurunan pengguna kereta cepat sekitar 3%.

Kata-kata Kunci: Kereta Api Kecepatan Tinggi, *Stated Choice*, Probabilitas

1. PENDAHULUAN

Di Pulau Jawa dengan penduduk lebih dari 100 juta, infrastruktur transportasi belum dikembangkan secara optimal untuk mengatasi masalah berkaitan dengan angkutan masal. Layanan kereta api, khususnya, kurang kompetitif dibandingkan dengan mobil penumpang, sehingga lebih dari 80% dari penumpang mengandalkan mobil penumpang sebagai sarana transportasi (Yachiyo Engineering, 2012). Sejak kemacetan lalu lintas telah menjadi serius karena meningkatnya jumlah mobil terutama di daerah perkotaan, kebutuhan koneksi antar kota dengan kereta api sangat diperlukan.

Kereta api kecepatan tinggi Jakarta-Bandung dan Jakarta-Surabaya adalah proyek kereta api berkecepatan tinggi yang diusulkan di Indonesia. Pengembangan kereta api berkecepatan tinggi antara Jakarta-Bandung diakui sebagai salah satu koridor infrastruktur transportasi untuk mendukung pembangunan ekonomi. Keuntungan kereta api berkecepatan tinggi adalah kualitas pelayanan yang lebih baik, waktu perjalanan lebih cepat, dan keamanan yang lebih tinggi. Kelemahannya terutama pada kebisingan dan biaya investasi yang lebih tinggi. Biaya investasi yang tinggi akan terkait dengan tarif penumpang kereta api.

Tujuan penelitian ini adalah membuat persamaan probabilitas pengguna kereta api cepat Jakarta-Bandung menggunakan model utilitas yang merupakan model logit biner. Metode survei yang digunakan untuk mengumpulkan data primer adalah metode wawancara tatap muka dengan menggunakan kuesioner. Pendekatan *Stated Choice* merupakan salah satu teknik dalam pengumpulan data tersebut. Data sekunder diperoleh dari Yachiyo Engineering berupa data tarif kereta cepat Jakarta-Bandung. Rancangan dalam pengumpulan data menggunakan fraksional faktorial dengan atribut waktu tempuh, resiko kecelakaan, dan tarif. Matrik ortogonal digunakan untuk menghitung utilitas setiap alternatif pilihan. Setelah diperoleh persamaan utilitas untuk jalur kereta cepat dan jalur kereta reguler, kemudian dapat dihitung perbandingan antara eksponensial utilitas salah satu jalur pilihan dibagi dengan eksponensial total utilitas kedua pilihan.

2. MODEL UTILITAS

Model penentuan suatu pilihan biasanya didekati dari pilihan orang terhadap utilitas. Utilitas mempresentasikan suatu keunggulan atau daya tarik suatu barang atau komoditas, yang termasuk di dalamnya juga pilihan terhadap jalur lalu lintas tertentu. Barang dan komoditas tertentu tersebut memiliki utilitas yang merupakan gabungan dari atribut yang melekat. Model Pilihan Diskrit berasal dari asumsi memaksimalkan utilitas perilaku oleh pengambil keputusan. Train (2009) menafsirkan rangsangan sebagai utilitas dan memberikan turunan dari maksimisasi utilitas. Model yang dapat diturunkan dengan cara ini disebut model utilitas acak (RUM_S). Model utilitas Acak (RUM_S) dapat digambarkan sebagai seorang pembuat keputusan berlabel n menghadapi pilihan j alternatif. Pengambil keputusan akan memperoleh tingkat utilitas tertentu (atau keuntungan) dari setiap alternatif. Utilitas pembuat keputusan n memperoleh pilihan dari j alternatif adalah U_{nj} , dengan $j = 1, \dots, J$. Pengambil keputusan akan memilih alternatif yang memberikan utilitas terbesar. Model perilaku akan memilih alternatif i, jika dan hanya jika $U_{ni} > U_{nj} \forall j \neq i$. Pengambil keputusan memilih beberapa atribut alternatif pilihan berlabel $x_{nj} \forall j$, dan beberapa atribut dari pembuat keputusan berlabel s_n . Berdasarkan hal tersebut dapat ditetapkan fungsi yang berhubungan dengan faktor-faktor yang diamati. Fungsi ini dinotasikan $V_{nj} = V(x_{nj}, s_n) \forall j$ dan sering disebut utilitas representatif. Biasanya, V tergantung pada parameter yang tidak diketahui dan dapat diperkirakan secara statistik. Karena terdapat aspek utilitas yang tidak dapat diamati maka $V_{nj} \neq U_{nj}$. Mengingat hal tersebut memungkinkan untuk melakukan analisis utilitas (U) dengan menggunakan variabel diamati (V) dan faktor tidak teramati yang merupakan kesalahan (ϵ). Ben-Akiva dan Lerman (1985) menyatakan fungsi utilitas seperti pada Persamaan 1.

$$U_{nj} = V_{nj} + \epsilon_{nj} \quad (1)$$

dengan U_{nj} = Utilitas alternatif j untuk individu n, V_{nj} = Variabel utilitas j untuk individu n, ϵ_{nj} = Kesalahan (*Error*) utilitas j untuk individu n.

3. MODEL LOGIT BINER

Permodelan kesediaan membayar menggunakan DCA secara konseptual menarik karena tidak hanya dapat digunakan dalam penerapan kebijakan keselamatan jalan, tetapi juga kemampuannya untuk memperkirakan nilai kesejahteraan dikaitkan dengan keselamatan lalu lintas. Akurasi dari analisis ini sangat ditentukan oleh tersedianya data, validitas, dan reabilitas data.

Model Multinomial Logit (MNL) ataupun Binomial Logit (BNL) menjadi populer setelah Domencich and McFadden (1975) membuktikan bahwa MNL pada kondisi tertentu dapat diturunkan dari prinsip utilitas maksimum. MNL memenuhi sifat model pilihan diskrit, yaitu pembuat keputusan memilih alternatif yang memberikan utilitas terbesar. Estimasi parameter dalam MNL dapat menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimator* (MLE). MLE mempunyai sifat yang baik untuk sampel besar (Nugraha 2009). Salah satu sifat penting dalam MNL adalah rasio probabilitas dua buah alternatif tidak tergantung pada alternatif lain selain kedua alternatif tersebut. Sifat ini dinamakan *independence from irrelevant alternatives* (IIA). Sifat IIA didasarkan pada asumsi bahwa komponen error saling independen diantara pilihan dan pembuat keputusan. Train (2009) menyatakan bahwa MNL dapat merepresentasikan variasi sistematis dari karakteristik pembuat keputusan tetapi tidak dapat menangani adanya korelasi antar pilihan.

Model logit diperoleh dengan asumsi bahwa ϵ_{nj} independen, terdistribusi identik dengan nilai ekstrim atau berdasarkan distribusi Gumbel dan nilai ekstrim tipe I (Loo, 2008). Beberapa sifat utilitas yang berkaitan dengan spesifikasi dan estimasi parameter dalam Model Pilihan Diskrit adalah penambahan dengan konstanta tertentu terhadap semua U_{nj} tidak akan mengubah peringkat utilitas.

$$U_{nj} = V_{nj} + \epsilon_{nj} \text{ dan } V_{nj} = \beta_{0j} + \beta_j X_n + \gamma Z_{nj} \quad (2)$$

$\epsilon_n = (\epsilon_{n1}, \dots, \epsilon_{nj})$ adalah variabel random yang mempunyai densitas $f(\epsilon_{nj})$. V_{nj} merupakan faktor terobservasi yang membuat atribut pembuat keputusan (X_i) dan atribut yang berkaitan dengan masing-masing alternatif (Z_{nj}). Variabel X biasa disebut variabel sosio ekonomi dan Z berupa variabel aksesibilitas. Probabilitas pembuat keputusan n memilih alternatif i dapat dinyatakan berdasarkan Persamaan 3 atau Persamaan 4.

$$P_{ni} = \text{Prob}(V_{ni} + \epsilon_{ni} > V_{nj} + \epsilon_{nj}), \forall j \neq i \quad (3)$$

$$P_{ni} = \text{Prob}(\epsilon_{nj} < \epsilon_{ni} + V_{ni} - V_{nj}), \forall j \neq i \quad (4)$$

Model MNL diturunkan dengan asumsi bahwa ϵ_{ij} berdistribusi nilai ekstrim tipe I (Gumbel) untuk semua j dan i.

Fungsi densitas ϵ_{ij} dapat ditunjukkan berdasarkan persamaan 5.

$$f(\varepsilon_{ij}) = e^{-\varepsilon_{ij}} \cdot e^{-e^{\varepsilon_{ij}}} \quad (5)$$

Dengan asumsi distribusi nilai ekstrim tipe I, probabilitas pembuat keputusan n memilih alternatif i dapat dinyatakan sebagai persamaan probabilitas logit seperti pada Persamaan 6 (Train, 2009).

$$P_{ni} = \frac{e^{V_{ik}}}{\sum_j e^{V_{nj}}} \quad (6)$$

Estimasi parameter $\theta = (\beta_0, \beta, \gamma)$ dapat dilakukan dengan prosedur kemungkinan maksimum (*Maximum Likelihood*). Fungsi likelihoodnya adalah:

$$LL(\theta) = \sum_{n=1}^m \sum_j y_{nj} \ln(P_{nj}) \quad (7)$$

Penaksir θ adalah nilai θ yang memaksimalkan fungsi $LL(\theta)$ pada data sampel. Dengan menggunakan prosedur Maximum Likelihood Estimator (MLE), diperoleh persamaan penaksir θ :

$$\sum_{n=1}^m \sum_{j=1}^J (y_{nj} - P_{nj}) x_{nj} = 0 \quad (8)$$

Untuk sebarang dua alternatif j dan k, rasio probabilitas logitnya dapat dinyatakan sebagai:

$$\frac{P_{nj}}{P_{nk}} = e^{(V_{nj} - V_{nk})} \quad (9)$$

Rasio ini tidak tergantung pada alternatif lain selain j dan k, sehingga sifat ini dinamakan IIA. Uji hipotesis dan estimasi interval untuk parameter dapat diperoleh menggunakan sifat MLE. Untuk menguji kecocokan model digunakan statistik pseudo R^2 yang identik dengan nilai koefisien deterministik R^2 .

$$\text{pseudo}R^2 = 1 - \frac{G_1^2}{G_0^2} \quad (10)$$

dengan G^2 adalah *deviance* yang mempunyai nilai $-2LL$.

Permasalahan penggunaan pseudo R^2 adalah tidak adanya kaidah untuk menyatakan pada nilai berapa sedemikian hingga model dikatakan baik (Nugraha, 2009).

4. ESTIMASI PARAMETER MODEL

Estimasi parameter digunakan untuk mendapatkan koefisien atribut. Model tersebut merupakan model binomial logit dan dibangun berdasarkan masukan dari responden yang terdiri atas 345 data. Tabel 1 merupakan hasil estimasi parameter untuk model utilitas. Model dibentuk berdasar atribut alternatif pilihan jalur kereta cepat atau jalur kereta reguler. Pengujian dilakukan terhadap tiga parameter, yaitu bilangan konstan (ASC), parameter waktu, parameter jumlah kecelakaan, dan parameter tarif. Nilai *p-value* mempunyai nilai yang lebih kecil dari nilai α sebesar 0,05, hal ini dapat diartikan waktu perjalanan, jumlah kecelakaan, dan tarif kereta api mempunyai pengaruh yang berarti terhadap utilitas pengguna kereta api dalam memilih jalur lalu lintas. Tanda negatif pada persamaan utilitas sudah sesuai dengan harapan, karena tanda negatif pada semua koefisien menunjukkan dengan meningkatnya besaran atribut pilihan, maka terjadi pengurangan utilitas atau derajat kepuasan menggunakan moda tersebut.

Tabel 1 memperlihatkan uji rasio kemungkinan maksimum (*likelihood ratio test*) yang digunakan untuk menguji peranan variabel bebas dalam model utilitas secara bersamaan.

Tabel 1 Estimasi Parameter Model Utilitas

Variabel	Parameter Model	
	Koef.	p-value
ASC	-0,174	0,05
Waktu	-0,00720	0,05
Kecelakaan	-0,512	0,00
Tarif	-0,0000134	0,00
<i>Null LL</i>		-239.136
<i>Cte LL</i>		-200.071
<i>Init LL</i>		-239.136
<i>Final LL</i>		-183.832
<i>LL ratio test</i>		110.607
<i>Rho-square</i>		0.231
<i>Adjusted rho-square</i>		0.215

Jika dilihat dari nilai $-2LL(0)$ sebesar -239,136 dan $-2LL(\beta)$ sebesar -183,832 terlihat adanya penurunan nilai. Penurunan tersebut mengindikasikan bahwa model fit dengan data. Atau dengan adanya penurunan nilai maka dapat dikatakan bahwa model tersebut baik, karena dengan penambahan atribut atau variabel akan memperbaiki model.

Tabel 1 juga memperlihatkan bahwa model menghasilkan nilai uji *Rho-square* sebesar 0,231. Nilai ini berarti bahwa 23,1% variabel bebas dapat dijelaskan oleh variabel tidak bebas. Angka sebesar 0,231 menggambarkan bahwa model yang dihasilkan kurang baik apabila dibandingkan dengan model pilihan diskret yang lain.

Persamaan utilitas yang didapatkan tersebut merupakan utilitas sebenarnya (*true utility*). Utilitas sebenarnya merupakan penjumlahan utilitas deterministik dengan besaran kesalahan atau utilitas yang nilainya tidak diketahui dan direpresentasikan sebagai variabel acak. Konstanta spesifik yang dihasilkan pada persamaan tersebut terlihat cukup kecil, hal ini dianggap bahwa semua variabel telah terwakili, sehingga tidak perlu memasukkan variabel yang berhubungan dengan karakteristik perilaku atau karakteristik sosio demografi.

Untuk perhitungan selanjutnya, persamaan utilitas yang digunakan didasarkan atas atribut waktu, atribut kecelakaan, atribut tarif. Utilitas responden dalam memilih kereta cepat dan kereta reguler sesuai Model Utilitas diperlihatkan pada Persamaan 11 dan Persamaan 12.

$$V_{KR} = -0,174 - 0,00720 \times WAKTU_{KR} - 0,512 \times FATAL_{KR} - 0,0000134 \times TARIF_{KR} \quad (11)$$

$$V_{KC} = -0,00720 \times WAKTU_{KC} - 0,512 \times FATAL_{KC} - 0,0000134 \times TARIF_{KC} \quad (12)$$

Dengan KR = kereta reguler, KC = kereta cepat, Waktu = waktu perjalanan, Fatal = jumlah kecelakaan, TARIF = tarif kereta api.

5. PROPORSI PERJALANAN PENGGUNA KERETA CEPAT

Proporsi perjalanan yang memilih Jalur Kereta Cepat (KC) ditunjukkan pada Persamaan 13. Persamaan ini merupakan perbandingan antara eksponensial utilitas jalur kereta cepat dengan penjumlahan eksponensial jalur kereta cepat dan eksponensial jalur kereta reguler.

$$P_{KC} = \frac{e^{V_{KC}}}{e^{V_{KC}} + e^{V_{KR}}} \quad (13)$$

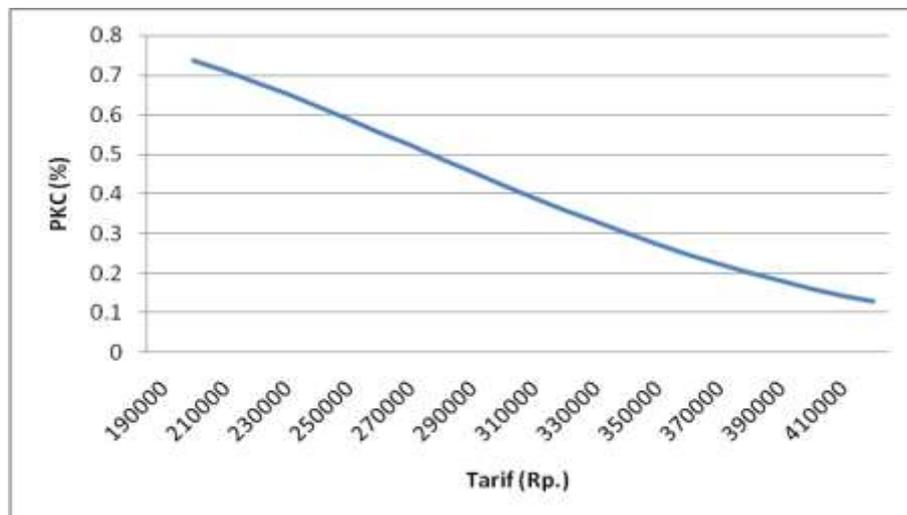
Dengan V_{KR} = Utilitas kereta reguler, V_{KC} = Utilitas kereta cepat

Berdasarkan persamaan 13 selanjutnya dihitung probabilitas penggunaan kereta cepat berdasar tarif seperti ditunjukkan pada Tabel 2 dan Gambar 1. Waktu dan resiko kecelakaan pada tabel ini mempunyai nilai yang tetap,

sedangkan besaran tarif pada kereta cepat berubah sebesar Rp. 10.000,-

Tabel 2 Probabilitas Pengguna Kereta Cepat Berdasar Tarif

Waktu (menit)	Kecelakaan (Kejadian)	Tarif (Rp.)	V_{JKC}	Waktu (menit)	Kecelakaan (Kejadian)	Tarif (Rp.)	V_{JKR}	P_{KC}
30	1	190000	-3.274	150	4	75000	-4.307	0.74
30	1	200000	-3.408	150	4	75000	-4.307	0.71
30	1	210000	-3.542	150	4	75000	-4.307	0.68
30	1	220000	-3.676	150	4	75000	-4.307	0.65
30	1	230000	-3.81	150	4	75000	-4.307	0.62
30	1	240000	-3.944	150	4	75000	-4.307	0.59
30	1	250000	-4.078	150	4	75000	-4.307	0.56
30	1	260000	-4.212	150	4	75000	-4.307	0.52
30	1	270000	-4.346	150	4	75000	-4.307	0.49
30	1	280000	-4.48	150	4	75000	-4.307	0.46
30	1	290000	-4.614	150	4	75000	-4.307	0.42
30	1	300000	-4.748	150	4	75000	-4.307	0.39
30	1	310000	-4.882	150	4	75000	-4.307	0.36
30	1	320000	-5.016	150	4	75000	-4.307	0.33
30	1	330000	-5.15	150	4	75000	-4.307	0.30
30	1	340000	-5.284	150	4	75000	-4.307	0.27
30	1	350000	-5.418	150	4	75000	-4.307	0.25
30	1	360000	-5.552	150	4	75000	-4.307	0.22
30	1	370000	-5.686	150	4	75000	-4.307	0.20
30	1	380000	-5.82	150	4	75000	-4.307	0.18
30	1	390000	-5.954	150	4	75000	-4.307	0.16
30	1	400000	-6.088	150	4	75000	-4.307	0.14
30	1	410000	-6.222	150	4	75000	-4.307	0.13



Gambar 1 Hubungan antara Tarif dengan Persen Pengguna Kereta Cepat.

Gambar 1 menunjukkan hubungan antara probabilitas penggunaan kereta cepat (P_{KC}) dengan perubahan besaran tarif perjalanan. Tarif pada kereta cepat bermula dari nilai Rp. 190.000,- dan selanjutnya terus meningkat setiap Rp. 10.000,-, sedangkan tarif perjalanan pada kereta reguler mempunyai nilai tetap sebesar Rp. 75.000,-. Rata-rata pengurangan pengguna kereta cepat sekitar 3% dengan perubahan tarif sebesar Rp. 10.000,-

6. KESIMPULAN

Atribut yang digunakan dalam model utilitas adalah waktu tempuh, resiko kecelakaan, dan tarif kereta api. Berdasarkan perhitungan sebanyak 345 data diperoleh model utilitas untuk kereta reguler dan kereta cepat sebagai berikut:

$$V_{KR} = -0,174 - 0,00720 \times \text{WAKTU}_{KR} - 0,512 \times \text{FATAL}_{KR} - 0,0000134 \times \text{TARIF}_{KR} \quad \text{dan}$$
$$V_{KC} = -0,00720 \times \text{WAKTU}_{KC} - 0,512 \times \text{FATAL}_{KC} - 0,0000134 \times \text{TARIF}_{KC}$$

Semakin besar tarif kereta cepat maka pengguna kereta cepat semakin menurun. Dengan tarif kereta cepat antara Rp. 190.000,- sampai Rp. 410.000,- diperoleh persen pengguna kereta cepat sebesar 74% sampai 13%. Rata-rata perubahan tarif sebesar Rp. 10.000,- akan mengakibatkan penurunan pengguna kereta cepat sekitar 3%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ben-Akiva, B.E. and Lerman, S.E., (1985), *“Discrete choice analysis: theory and application to travel demand”*, The Massachusetts Institute of Technology, USA.
- Domencich, T.A., and McFadden, D., (1975), *“Urban Travel Demand: A Behavioral Analysis”*, North-Holland Publishing Company, Amsterdam.
- Loo, B.P.Y., Wong, S.C., and Hau, T.D., (2008), *“Choice or Rank Data in Stated Preference Surveys”*, The Open Transportation Journal, p. 74-79.
- Nugraha, J., Guritno, S., dan Haryatmi, S., (2009), *“Pengaruh Korelasi Antar Respon pada Model Multinomial Logit”*, Jurnal Matematika dan Sains, Vol. 14 No. 3, Hal. 96-100.
- Train, K.E., 2009, *Discrete Choice Methods with Simulation*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Yachiyo Engineering Co., Ltd. and Japan International Consultants for Transportation Co., Ltd., (2012). *“Study on The High Speed Railway Project (Jakarta-Bandung Section), Republic of Indonesia”*. Final Report.