

MODEL PENGARUH SISTEM TRANSPORTASI KOTA DI JAWA TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR MINYAK (BBM)

Mudjiastuti Handajani¹

¹Mahasiswa Program Studi Doktor Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Diponegoro, Semarang,
Email: hmudjiastuti@yahoo.co.id

ABSTRAK

Konsumsi BBM dipengaruhi oleh tipologi kota yaitu: tata guna lahan, jumlah penduduk, kepadatan penduduk dan PDRB dan sistem transportasi kota yaitu: jumlah kendaraan pribadi (mobil penumpang pribadi, bus pribadi dan sepeda motor) dan kendaraan umum (bus umum dan mobil penumpang umum), truk, panjang jalan, panjang trayek. Penelitian ini bertujuan menganalisis dan mengidentifikasi karakteristik konsumsi BBM, sistem transportasi kota, tipologi kota dan menganalisis hubungan tipologi kota dan sistem transportasi kota terhadap konsumsi BBM, serta membuat model pengaruh sistem transportasi kota untuk kota-kota di Jawa. Analisisnya menggunakan *multivariable analysis* yaitu, metode aplikasi yang berhubungan dengan jumlah besar. Teknik analisis data diantaranya: Analisis Korelasi, Regresi Multivariabel. Lebih dari 70% BBM dikonsumsi kota metropolitan, kota besar 14,2% dan kota sedang 15,67%. Variabel sistem transportasi kota yang berpengaruh kuat terhadap konsumsi BBM adalah Jumlah sepeda motor, mobil penumpang umum, dan truk. Pengaruh luas daerah terbangun juga kuat. Pengaruh kepadatan penduduk netto tidak terlalu besar, semakin tinggi kepadatan penduduk, semakin tinggi konsumsi BBM. Hal ini berlawanan dengan teori Kenworthy (1989), bahwa semakin tinggi kepadatan penduduk, konsumsi BBM/kapita semakin rendah. Pertumbuhan konsumsi BBM kota metropolitan lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan konsumsi BBM di kota sedang dan besar, hal ini dipengaruhi oleh tingginya pertumbuhan PDRB di kota metropolitan. Ada keselarasan antara jumlah kendaraan dan konsumsi BBM. Jumlah sepeda motor > 82% dari total kendaraan. Semakin besar PDRB/penduduk, jumlah sepeda motor/total kendaraan, akan menurun. Model pengaruh sistem transportasi kota di Jawa terhadap konsumsi BBM = $0,1441 * MPU^{0,1590} * MPP^{0,2148} * JP^{0,7659}$. Metode ini dapat dikembangkan untuk mengendalikan konsumsi BBM dengan transformasi transportasi ke teknologi informasi, peningkatan pelayanan angkutan umum berkeadilan dan handal, peningkatan potensi kota, mengurangi jumlah kendaraan pribadi dan penataan *land use*.

Kata kunci: konsumsi, BBM, tipologi kota, sistem transportasi, hubungan

1. PENDAHULUAN

Konsumsi BBM dipengaruhi oleh tata guna lahan, jumlah penduduk dan kepadatan penduduk (Rodrigue Jean Paul, 2004; Kenworthy J. dan Fellix Laube, 2002; Varameth et al., 2007; Andry Tanara, 2003), variabel transportasi (Mitchell Goro O., 2003), Haryono Sukarto, 2006) yang di dalamnya terdapat panjang perjalanan (Andry Tanara, 2003; Xiao Luo et al., 2007), jumlah kendaraan (Kenworthy J. and Fellix Laube, 2002; Andry Tanara, 2003; Hayashi, 1996; Dephubdat, 2008; T. F. Fwa, 2002), perilaku pengguna jalan (Dephubdat, 2008), panjang jalan (Andry Tanara, 2003), kondisi jalan (Dephubdat, 2008), pola jaringan jalan (Mitchell Goro O., 2003; Dominie Stead and Stephen Marshall, 2001), kecepatan kendaraan (A. Caroline Sutandi, 2007; Muhammad Nanang Prayudyanto et al., 2008; Rodrigue Jean-Paul, 2004; Haryono Sukarto, 2006; Taylor Bridget dan Brook Linsay, 2004), jenis/teknik mesin (Taylor Peter G., 2005; Dephubdat, 2008).

Penelitian ini menggabungkan variabel-variabel sistem transportasi untuk memprediksi konsumsi BBM. Karena bersifat lintas sektoral dan memiliki variabel sangat banyak serta belum diidentifikasi keterkaitannya, belum banyak pakar meneliti fenomena tersebut. Setelah mempelajari konsepsi model dan segala bentuknya, yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah model yang

mampu mendeskripsikan dunia nyata secara lebih sederhana melalui gagasan-gagasan (model abstraksi) dan dituangkan lebih rinci dalam bagan alir (model diagram), kemudian disusun menjadi model matematis agar variabel-variabelnya dapat dianalisis secara terukur (model kuantitatif atau model matematis), sehingga lebih mudah dioperasionalkan. Model matematis dalam banyak hal dianggap superior dibandingkan dengan model-model lain, meskipun sebenarnya model-model lain juga memiliki nilai sendiri, bahkan model kualitatif sering menjadi landasan bagi pengembangan model matematis (Meyer Peter B., 1999).

Pendapat Hensher David A. dan Button Kenneth J. (2005), pengembangan model-model transportasi kota terhadap konsumsi BBM terkait dengan sistem transportasi kota adalah sesuatu yang masih langka. Padahal penelitian dan pemodelan ini sangat dibutuhkan untuk tujuan yang lebih luas sebagai basis pengambilan keputusan, bagian dari kebijakan yang memerlukan dukungan politis dan pemangku kepentingan terkait. Model pengaruh sistem transportasi kota terhadap konsumsi BBM ini sangat bermanfaat bagi pemegang kebijakan, berkaitan dengan penyempurnaan sistem transportasi yang berkelanjutan pada masa yang akan datang. Indonesia pada saat ini belum memiliki model makro yang dikembangkan untuk tujuan seperti tersebut di atas. Untuk pertama kalinya di Indonesia penelitian ini akan dilakukan.

Dalam penyelenggaraan sistem transportasi kota, kendaraan bermotor adalah pengguna langsung BBM (kecuali pedestrian dan kendaraan tak bermotor). Guna menekan konsumsi BBM perlu dilakukan usaha untuk mengetahui pengaruh sistem transportasi kota terhadap konsumsi BBM. Stopher Peter R. dan Meyburg Armin H. (1987), menyatakan bahwa ada hubungan yang signifikan antara sistem transportasi kota dan konsumsi BBM yang belum terungkap faktor-faktor pengaruhnya.

Tipologi kota dan sistem transportasi kota saling berpengaruh. Parameter tipologi kota yang ditinjau dalam hal ini berupa permintaan (*demand*), antara lain: kepadatan penduduk, jumlah penduduk, tata guna lahan dan PDRB. Sedangkan parameter sistem transportasi kota dibagi menjadi 2 (dua) bagian yaitu: penawaran (*supply*): panjang jalan, pola jaringan jalan, kondisi jalan, angkutan umum penumpang, angkutan barang dan panjang trayek angkutan umum. Adapun permintaan (*demand*): kendaraan pribadi.

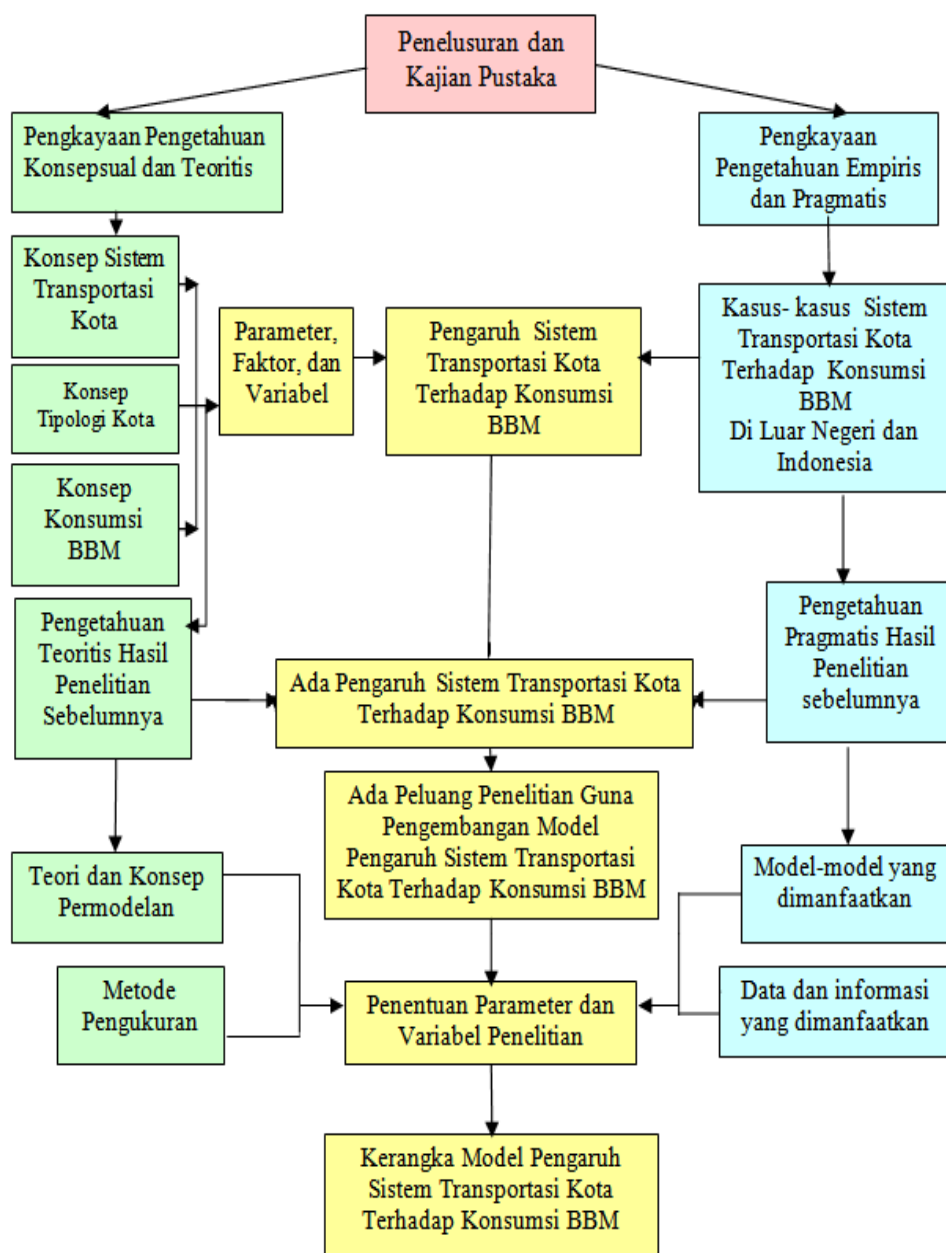
Suatu hal yang masih langka ditemukan di kota berkembang khususnya di Indonesia adalah penelitian tentang konsumsi BBM dengan menggunakan variabel sistem transportasi kota yang dipresentasikan dengan model. Penelitian yang menghasilkan model pengaruh sistem transportasi kota terhadap konsumsi BBM di kota berkembang, diharapkan menghasilkan model makro, yang bermanfaat bagi basis pengambilan keputusan dan kebijakan nasional, berdasarkan penelitian yang memiliki justifikasi yang kuat. Penelitian ini bermaksud menciptakan perangkat dalam membantu perencana dan perancang sistem transportasi kota untuk mengetahui pengaruh sistem transportasi kota terhadap konsumsi BBM.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pembahasan dalam penelusuran pustaka ini memuat lebih rinci tentang berbagai pengetahuan dengan tiga sasaran. Pertama, mengemukakan pengetahuan dan pengalaman yang memberikan kejelasan dan penguatan pernyataan yang telah diungkapkan di pendahuluan (khususnya penguatan berbagai pernyataan latar belakang dan alasan memilih topik penelitian). Kedua, memuat hasil penelusuran berbagai pengetahuan teoritis dan konseptual yang dianggap relevan dengan penelitian ini, seperti konsep sistem transportasi kota, tipologi kota, konsumsi BBM, faktor-faktor yang berpengaruh dalam sistem transportasi kota terhadap konsumsi BBM. Penelusuran tersebut dimanfaatkan sebagai pengayaan wawasan dan bekal pengetahuan (*background knowledge*) yang relevan dengan penelitian, menjelaskan pengetahuan teoritis dan pragmatis dari penelusuran sistem transportasi kota, tipologi kota dan konsumsi BBM baik yang dialami dunia (secara global), kota-kota tertentu yang ada di luar negeri maupun kota-kota di Indonesia.

Studi pustaka digunakan untuk memperoleh pengetahuan tentang: (a) sumber dan unsur sistem transportasi kota; (b) tipologi kota; (c) konsumsi BBM; (d) pengaruh sistem transportasi kota terhadap konsumsi BBM. Hasil kajian silang tersebut untuk memperoleh pengetahuan tentang parameter, faktor, dan variabel, juga untuk memperoleh informasi dan dukungan (*justification of research*) tentang peluang-peluang penelitian dari parameter yang belum banyak disentuh dan belum dilakukan di negara berkembang, seperti model sistem transportasi kota terhadap konsumsi BBM yang dianggap merupakan kunci dari sistem transportasi yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan.

Hasil penelusuran pustaka yang berhubungan dengan metode pembentukan model dan metode pengukuran guna menyusun kerangka teoritis model transportasi kota terhadap konsumsi BBM, diverifikasi dalam proses penelitian. Untuk lebih jelasnya kerangka atau alur pikir tentang penelusuran kajian pustaka dapat dilihat dalam Gambar 1. Di bawah ini.



Gambar 1. Kerangka Pikir Studi Pustaka (Hasil Pemikiran, 2007)

Konsep Sistem Transportasi Kota

Transportasi merupakan usaha memindahkan, menggerakkan, mengangkut, atau mengalihkan suatu objek dari suatu tempat ke tempat lain agar objek tersebut lebih bermanfaat atau dapat berguna untuk tujuan tertentu. Pengertian tersebut di atas dapat diartikan bahwa transportasi merupakan proses perpindahan, proses gerakan, proses pengangkutan, dan pengalihan yang tidak dapat dilepaskan dari alat pendukung untuk menjamin lancarnya proses sesuai dengan waktu yang diinginkan (Miro Fidel, 2005).

Konsep Tipologi Kota

Kota adalah lingkungan binaan manusia yang sangat kompleks. Kota yang dipandang sebagai wadah, terdapat manusia yang di dalamnya sangat kompleks, telah mengalami proses interelasi antar manusia dengan lingkungan. Produk interelasi tersebut menghasilkan pola keteraturan penggunaan lahan yang mengakibatkan munculnya teori struktur kota (Rodrigue Jean-Paul, 2004). Kota bisa dibahas dari berbagai sudut pandang. Morfologi kota adalah ruang publik kota, seperti alun-alun, ruang kota, jalan utama. Bentuk kota pada dasarnya terjadi akibat proses interaksi antar penghuninya. Individu dalam masyarakat kota tidak terisolasi dalam kegiatan individual, tetapi terinteraksi dalam bentuk ruang kota.

Konsep Konsumsi BBM

Energi fosil adalah jenis energi yang tak terbarukan (*unrenewable*), jenis energi tersebut selama ini dikenal sebagai BBM. Sementara ini, cadangan BBM terbatas sifatnya, karena merupakan energi yang tak terbarukan, pada saatnya akan tidak dapat mencukupi kebutuhan atau bahkan habis sama sekali (Departemen Perhubungan Darat, 2008). Oleh karena itu perlu adanya penghematan konsumsi BBM secara nasional terutama sektor transportasi darat. BBM merupakan suatu senyawa organik yang dibutuhkan dalam suatu pembakaran dengan tujuan untuk mendapatkan energi atau tenaga yang merupakan hasil dari proses distilasi minyak bumi (*crude oil*) menjadi fraksi-fraksi yang diinginkan. Jenis BBM antara lain: avgas, bensin premium, kerosen, avtur, solar dan diesel serta minyak bakar. Konsumsi BBM dalam penelitian ini yang ditinjau adalah jenis premium dan solar, karena kendaraan bermotor di Jawa (data tahun 2007 dan 2008) lebih banyak menggunakan BBM jenis premium dan solar.

3. METODA PENELITIAN

Seperti telah diutarakan dalam studi pustaka bahwa penelitian ini akan melibatkan banyak variabel dan data, maka perhatian tertuju pada teknik analisis variabel multivariate (*multivariate analysis*) yakni suatu metode aplikasi yang berhubungan dengan jumlah besar pengukuran (variabel) yang dibuat pada setiap objek dalam satu atau lebih data secara simultan. Sedangkan analisis pengembangan model nonlinear dilakukan dengan bantuan perangkat lunak R (*nonlinear least square*). Untuk menentukan variabel bebas mana yang harus dimasukkan dalam model *nonlinear least square* (nls), digunakan fungsi produksi Cobb-Douglas, adalah fungsi produksi yang melibatkan pengaruh input yang digunakan dengan output yang diinginkan.

4. PEMBAHASAN

Pengembangan Model

Konsumsi BBM Total Seluruh Kota Model awal untuk konsumsi BBM total di seluruh kota di Jawa adalah:

$$Lntot = A_0 + A_1 \ln p_j + A_2 \ln b_u + A_3 \ln m_{pu} + A_4 \ln m_{pp} + A_5 \ln b_p + A_6 \ln a_b + A_7 \ln m_s + A_8 \ln k_{pdt} + A_9 \ln j_p + A_{10} \ln p_{drb} + A_{11} \ln p_{tr} + A_{12} \ln l_{dt}$$

Persamaan di atas dianalisis dengan menggunakan program R. Tabel 1 menunjukkan nilai VIF untuk variabel bebas di persamaan model 1. Nilai VIF variabel bebas ada yang lebih 10 dan kurang dari 10, variabel yang memiliki nilai VIF di atas 10 yaitu variabel Lnptr sebesar 11,0181. Proses selanjutnya, yaitu menghilangkan variabel Lnptr, dan mendapatkan model baru yang tidak memuat variabel tersebut.

Tabel 1 VIF (model 1) Konsumsi BBM Total Seluruh Kota

| vif(model 1) – BBM Total Seluruh Kota | | | | | |
|---------------------------------------|----------|------------|---------|---------|------------|
| lnpj | lnbu | lnmpu | lnmpp | lnbp | lnab |
| 5,4793 | 1,9281 | 6,5396 | 25,9299 | 2,0185 | 21,4938 |
| lnsm | lnkpkt | lnjp | lnpdrb | lnptr | lnldt |
| 24,2485 | 238,7008 | 1.963,4482 | 6,7604 | 11,0181 | 1.404,2180 |

Setelah variabel Lnptr dihilangkan, didapatkan model baru seperti Tabel 2. Meskipun telah menghilangkan variabel Lnptr terlihat bahwa nilai VIF variabel bebas masih bernilai besar walaupun nilainya tidak sebesar sebelumnya (asumsi non multikolinieritas belum terpenuhi). Pada model ke dua, nilai VIF di atas 10 terdapat pada variabel Lnsm yaitu sebesar 18,8100. Proses selanjutnya, yaitu menghilangkan variabel Lnsm, dan mendapatkan model baru yang tidak memuat variabel tersebut.

Tabel 2 VIF (model 2) Konsumsi BBM Total Seluruh Kota

| Vif (model 2) – BBM Total Seluruh Kota | | | | | |
|--|----------|-----------|---------|-----------|---------|
| lnpj | lnbu | lnmpu | lnmpp | lnbp | lnab |
| 3,4898 | 1,6866 | 6,5382 | 25,7073 | 1,9401 | 19,3867 |
| lnsm | lnkpkt | lnjp | lnpdrb | lnldt | |
| 18,8100 | 236,2672 | 1963,0924 | 6,5579 | 1399,1252 | |

Tabel 3 menunjukkan variabel Lnsm sudah dihilangkan. Meskipun telah menghilangkan variabel Lnsm, nilai VIF untuk variabel bebas masih bernilai besar walaupun tidak sebesar sebelumnya (asumsi non multikolinieritas belum terpenuhi). Pada model ke tiga, nilai VIF di atas 10 pada variabel Lnab yaitu sebesar 10,6945. Proses selanjutnya, yaitu menghilangkan variabel Lnab, dan mendapatkan model baru yang tidak memuat variabel tersebut.

Tabel 3 VIF (model 3) Konsumsi BBM Total Seluruh Kota

| Vif (model 3) – BBM Total Seluruh Kota | | | | | |
|--|-----------|--------|-----------|--------|---------|
| lnpj | lnbu | lnmpu | lnmpp | lnbp | lnab |
| 2,9457 | 1,6268 | 4,7517 | 21,5801 | 1,9112 | 10,6944 |
| lnkpkt | lnjp | lnpdrb | lnldt | | |
| 196,1071 | 1623,0934 | 6,5568 | 1170,7635 | | |

Tabel 4 menunjukkan variabel Lnab sudah dihilangkan. Meskipun telah menghilangkan variabel Lnab, nilai VIF untuk variabel bebas masih bernilai besar walaupun tidak sebesar sebelumnya (asumsi non multikolinieritas belum terpenuhi). Pada model ke empat, nilai VIF di atas 10 pada variabel Lnkpdt yaitu sebesar 189,9373. Proses selanjutnya, yaitu menghilangkan variabel Lnkpdt, dan mendapatkan model baru yang tidak memuat variabel tersebut.

Tabel 4 VIF (model 4) Konsumsi BBM Total Seluruh Kota

| Vif (model 4) – BBM Total Seluruh Kota | | | | | |
|--|--------|-----------|--------|--------|----------|
| lnpj | lnbu | lnmpu | lnmpp | lnbp | lnkpdt |
| 2,8547 | 1,3956 | 4,5583 | 9,5120 | 1,9070 | 189,9373 |
| lnjp | lnpdrb | lnldt | | | |
| 1578,5464 | 6,4243 | 1125,1742 | | | |

Tabel 5 menunjukkan variabel Lnkpdt sudah dihilangkan. Meskipun telah menghilangkan variabel Lnkpdt, nilai VIF untuk variabel bebas masih bernilai besar walaupun tidak sebesar sebelumnya (asumsi non multikolinieritas belum terpenuhi). Pada model ke lima, nilai VIF di atas 10 pada variabel Lnldt yaitu sebesar 11,2038. Proses selanjutnya, yaitu menghilangkan variabel Lnldt, dan mendapatkan model baru yang tidak memuat variabel tersebut.

Tabel 5 VIF (model 5) Konsumsi BBM Total Seluruh Kota

| Vif (model 5) – BBM Total Seluruh Kota | | | | | |
|--|---------|--------|--------|--------|---------|
| Lnpj | lnbu | lnmpu | lnmpp | lnbp | lnjp |
| 2,8185 | 1,3807 | 4,5464 | 9,0588 | 1,8982 | 19,2361 |
| Lnpdrb | lnldt | | | | |
| 6,2855 | 11,2038 | | | | |

Sesuai Tabel 6 (model 6), nilai VIF setiap variabel sudah bernilai kurang dari 10. Artinya asumsi non multikolinieritas telah terpenuhi, selanjutnya variabel dipilih yang mempunyai nilai yang signifikan. Dari Tabel 7 (model 7), variabel MPU, MPP dan JP mempunyai nilai yang signifikan dan yang akan dipakai dalam model konsumsi BBM total seluruh kota.

Tabel 6 VIF (model 6) Konsumsi BBM Total Seluruh Kota

| vif(model 6) – BBM Total Seluruh Kota | | | | | |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Lnpj | lnbu | lnmpu | lnmpp | lnbp | lnjp |
| 2,3793 | 1,3803 | 4,4183 | 8,9208 | 1,8683 | 9,6168 |
| Lnpdrb | | | | | |
| 6,1371 | | | | | |

Tabel 7 VIF (model 7) Konsumsi BBM Total Seluruh Kota

| Vif (model 6) – BBM Total Seluruh Kota | | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| Lnpj | lnbu | lnmpu | lnmpp | lnbp | lnjp |
| 2,3793 | 1,3803 | 4,4183 | 8,9208 | 1,8683 | 9,6168 |
| Lnpdrb | | | | | |
| 6,1371 | | | | | |

Model Pengaruh Sistem Transportasi Kota – Konsumsi BBM Seluruh Kota

Dengan menggunakan program R diperoleh out put sebagai berikut:

```
lm(formula = Intot ~ lnmpu + lnmpp + lnjp)
```

Residuals:

```
Min      1Q  Median      3Q      Max
-0.47247 -0.14277  0.02748  0.14329  0.35725
```

Coefficients:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -1.93692    0.55982  -3.460  0.00141 **
lnmpu        0.15898    0.05539   2.870  0.00683 **
lnmpp        0.21475    0.06668   3.221  0.00271 **
lnjp         0.76590    0.08850   8.654  2.55e-10 ***
```

Signif. Codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.2102 on 36 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.9723, Adjusted R-squared: 0.97

F-statistic: 421.1 on 3 and 36 DF, p-value: < 2.2e-16

Berdasarkan output di atas, model konsumsi BBM total adalah:

$$Ln_{total} = -1,9369 + 0,1590 Ln_{mpu} + 0,2148 Ln_{mpp} + 0,7659 Ln_{jp}$$

Persamaan di atas dapat juga ditulis dengan:

$$\text{Konsumsi BBM Total} = e^{-1,9369} \cdot MPU^{0,1590} \cdot MPP^{0,2148} \cdot JP^{0,7659}$$

Model konsumsi BBM total seluruh kota di Jawa memiliki kecocokan model sebesar 0.9723, artinya 97.23% konsumsi BBM total seluruh kota di Jawa dipengaruhi oleh variabel mobil penumpang umum, mobil penumpang pribadi, dan jumlah penduduk. Sisanya 2.77% konsumsi BBM total seluruh kota di Jawa dipengaruhi oleh variabel lain. Hasil pemodelan pengaruh sistem transportasi kota, kota-kota di Jawa terhadap konsumsi BBM:

$$\text{BBM Total} = 0,1441 * MPU^{0,1590} * MPP^{0,2148} * JP^{0,7659} \quad (1)$$

Keterangan :

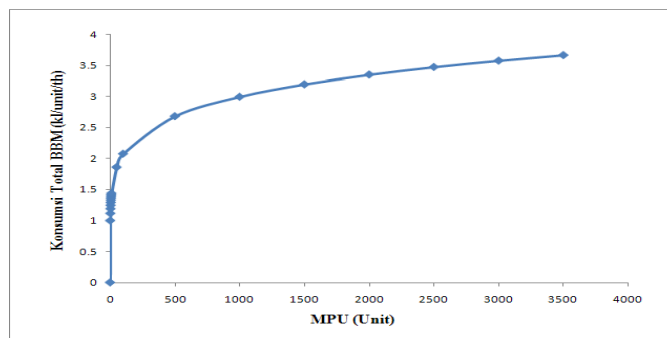
MPU= mobil penumpang umum; MPP= mobil penumpang pribadi; JP= jumlah penduduk

Dari model (1) di atas dapat dijelaskan bahwa variabel tipologi kota yaitu jumlah penduduk kota mempunyai pengaruh yang kuat terhadap konsumsi BBM total. Pengaruh yang kuat ditunjukkan dari nilai pangkat yang mendekati 1. Hal ini dapat dijelaskan, kota dengan jumlah penduduk semakin banyak, konsumsi BBM total semakin tinggi. MPU mempunyai pengaruh terhadap konsumsi BBM total, meskipun tidak terlalu kuat. Angkutan umum sebenarnya sangat membantu dalam pengendalian konsumsi BBM, karena masyarakat yang menggunakan MPP dapat dilayani oleh MPU. Kondisi eksisting menunjukkan jumlah MPU di tiap kota pada umumnya lebih tinggi dari jumlah Bus. Semakin besar jumlah MPU semakin besar pula konsumsi BBM total. Untuk mengendalikan konsumsi BBM perlu dilakukan pengalihan penggunaan sepeda motor / kendaraan pribadi ke angkutan umum.

Elastisitas adalah mengukur kepekaan satu variabel dengan variabel yang lain. Lebih rinci dapat dijelaskan elastisitas adalah suatu bilangan yang menunjukkan persentase perubahan yang terjadi pada satu variabel sebagai reaksi atas setiap 1 persen kenaikan pada variabel lain (Robert S.P. dan Daniel L.R., 2009). Dari penjelasan di atas, dapat diinterpretasikan bahwa perubahan satu persen pada MPU dengan menganggap nilai MPP dan JP adalah tetap, menyebabkan perubahan pada konsumsi BBM total seluruh kota di Jawa sebesar 0.1590 persen. Perubahan satu persen pada MPP dengan menganggap nilai MPU dan JP adalah tetap, menyebabkan perubahan pada konsumsi BBM total seluruh kota di Jawa sebesar 0.2148 persen. Perubahan satu persen pada JP dengan menganggap nilai MPP dan MPU adalah tetap, menyebabkan perubahan pada konsumsi BBM total seluruh kota di Jawa sebesar 0,7659 persen.

Pengaruh MPU terhadap Konsumsi BBM Total di Seluruh Kota

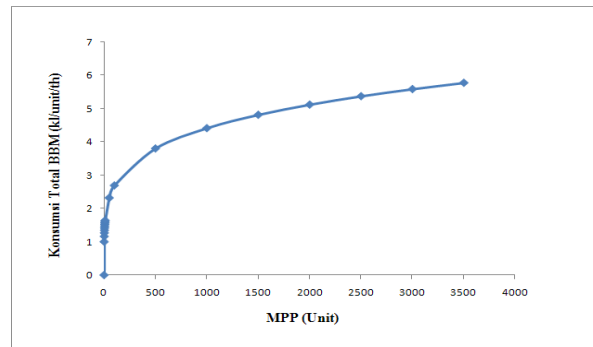
Besarnya pengaruh MPU terhadap konsumsi BBM diukur dengan menggunakan elastisitas. Peningkatan MPU sebesar 1 persen, mengakibatkan kenaikan prediksi konsumsi BBM sebesar 0,1590 persen. Gambar 2 menunjukkan simulasi pengaruh jumlah MPU pada prediksi konsumsi BBM total seluruh kota di Jawa.



Gambar 2. Simulasi Pengaruh MPU pada Prediksi Konsumsi BBM Total Seluruh Kota di Jawa

Pengaruh MPP terhadap Konsumsi BBM Total di Seluruh Kota

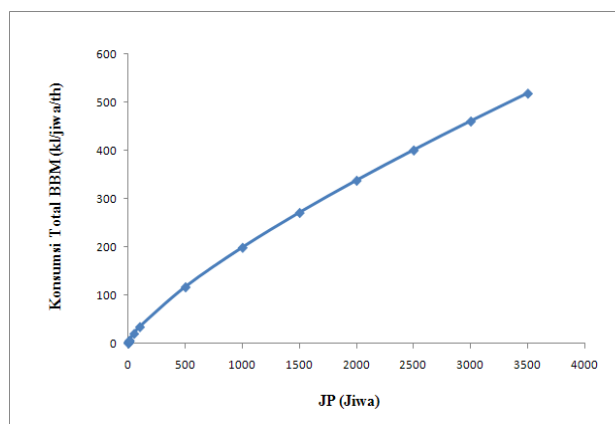
Besarnya pengaruh MPP terhadap konsumsi BBM total dapat diukur dengan menggunakan elastisitas. Peningkatan MPP sebesar 1 persen, mengakibatkan kenaikan prediksi konsumsi BBM sebesar 0,2148. Gambar 3 menunjukkan simulasi pengaruh jumlah MPP pada prediksi konsumsi BBM total seluruh kota di Jawa.



Gambar 3. Simulasi Pengaruh MPP pada Prediksi Konsumsi BBM Total Seluruh Kota di Jawa

Pengaruh Jumlah Penduduk terhadap Konsumsi BBM Total di Seluruh Kota

Besarnya pengaruh jumlah penduduk terhadap konsumsi BBM total dapat diukur dengan menggunakan elastisitas. Peningkatan jumlah penduduk sebesar 1 persen, mengakibatkan kenaikan prediksi konsumsi BBM sebesar 0,7659 persen. Gambar 4 menunjukkan simulasi pengaruh jumlah penduduk pada prediksi konsumsi BBM total seluruh kota di Jawa.



Gambar 4. Simulasi Pengaruh Jumlah Penduduk pada Prediksi Konsumsi BBM Total Seluruh Kota di Jawa

Pengendalian Konsumsi BBM

Dari hasil model di atas, variabel sistem transportasi yang berpengaruh terhadap konsumsi BBM adalah: MPU, MPP, JP. Untuk mengendalikan konsumsi BBM akibat dari variabel MPU, dengan mengganti kendaraan MPU dengan kendaraan berkapasitas lebih besar/bus/Bus Rapi Transit (BRT), jika memungkinkan menggunakan *Light Rapid Transit* (LRT) atau *Mass Rapid Transit* (MRT). Sedangkan dari variabel MPP, dengan menekan pertumbuhan kendaraan pribadi (MPP dan SM), penggunaan sesedikit mungkin, menyelenggarakan angkutan umum yang handal dan berkualitas serta terjangkau, melakukan pembatasan umur operasi kendaraan (MPP + SM), sekolah atau bekerja dengan kendaraan antar jemput, *car-pool*.

Konsep perpindahan orang dari tempat satu dengan tempat lain dari kendaraan penumpang, didasari dari kebutuhan orang dalam melakukan perpindahan atau kehadiran orang untuk

kepentingan tertentu, bukan perpindahan dari kendaraan. Pada masa sekarang kehadiran orang bisa digantikan dengan suara, tulisan, gambar dan kegiatan tetap bisa dilakukan. Untuk itu guna mengendalikan konsumsi BBM akibat variabel jumlah penduduk: dilakukan transformasi transportasi ke teknologi informasi, khususnya transportasi penumpang. Dengan melakukan transformasi transportasi ke teknologi informasi, penggunaan BBM akan berkurang dan kegiatan dapat berjalan bahkan dengan waktu yang lebih pendek dari proses transportasi.

Beberapa contoh dari transformasi transportasi ke teknologi informasi:

- 1) Mengundang dalam acara berbagai pertemuan, awalnya digunakan undangan bentuk kertas dan dikirim ke tempat masing-masing personal dengan menggunakan transportasi, berpindah menjadi mengundang dengan *short message service* (sms).
- 2) Pemesanan tiket perjalanan yang biasanya orang harus datang ke tempat penjualan tiket, secara *on-line* orang bisa mendapatkan tiket tanpa melakukan perjalanan.
- 3) Penggunaan *e-banking*, untuk mengetahui saldo rekening atau tabungan dan melakukan transaksi orang tidak harus datang ke bank, tetapi cukup menggunakan fasilitas *e-banking*, tujuan mengetahui saldo dan transaksi dapat dilakukan. Demikian juga penggunaan ATM, mengambil uang dan transaksi orang tidak harus pergi ke bank, termasuk membayar uang langganan bulanan air, listrik, telephone.
- 4) Melakukan pembicaraan dengan SKYPE, komunikasi dengan Facebook dan email, orang tidak harus melakukan perjalanan atau transportasi.
- 5) Pendaftaran sekolah atau kerja, registrasi, belanja dapat menggunakan *on-line*.

5. KESIMPULAN

Pengaruh sistem transportasi kota terhadap konsumsi BBM :

1. Jumlah penduduk mempunyai pengaruh sangat kuat terhadap konsumsi BBM.
2. Kendaraan pribadi dan umum berpengaruh terhadap konsumsi BBM.
3. Secara umum model pengaruh sistem transportasi kota di Jawa terhadap konsumsi BBM total : $TSK = 0,1441 * MPU^{0,1590} * MPP^{0,2148} * JP^{0,7659}$
5. Pengendalian konsumsi BBM: melakukan transformasi transportasi ke teknologi informasi (SMS, e-banking, ATM, email, on-line, SPYPE, Facebook dan lain-lain), penyelenggaraan angkutan umum yang berkualitas dan handal, menekan kendaraan pribadi (MPP dan SM), penyediaan fasilitas transit, car-pool, sepeda, pejalan kaki dan peningkatan potensi kota.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Caroline Sutandi, (2007), "Advanced Traffic Control System Impacts on Environmental Quality in A Large City in A Developing Country", *Journal of The Eastern Asia for Transportation Studies*, vol 7.
- Allen Foster, (2005), *A non-linear model of information seeking behavior*, *IR information research*, vol. 10 no., Departement of Information, Wales, U.K.
- Aman Djauhari, (1999), *Pedekatan Fungsi Cobb-Douglas dengan Elastisitas Variabel dalam Studi Ekonomi Produksi*, Informatika Pertanian Vol 8.
- Andry Tanara, (2003), *Estimasi Permodelan Kebutuhan BBM Untuk Transportasi Darat (Studi Kasus Palembang)*, Program Pasca Sarjana MSTT, UGM, Jogja
- Departement Perhubungan Darat, (2008), *Perencanaan Umum Pengembangan Transportasi Massal di Pulau Jawa*, Jakarta.
- Dominie Stead and Stephen Marshall, (2001), *The Relationships Between Urban Form and Travel Pattern. An International Review and Evaluation*, *EJTIR*, 1no2, pp 113-141.
- Haryono Sukarto, (2006), "Transportasi Perkotaan dan Lingkungan", *Jurnal Teknik Sipil* vol.3 no 2.
- Hayashi, (1996), *The Process of Motorisation*.
- Hensher David A. dan Button Kenneth J., (2005), *Hand Book of Transport Modelling*, Pergamon, London.

- Kenworthy J. dan Felix Laube, (2002), *Urban Transport Patterns in a Global Sample of Cities and Their Linkages to Transport Infrastructure*, Land-use, Economics and Environment.
- Meyer Peter B, (1999), *Introducing Environmental Factor Into the Land Cost Transport Cost Trade off Logic: A Critical Step Toward Sustainable Urban Planning*, Center for Environment an Sustainable Development University of Louisville, Louisville.
- Mitchell Goro O., (2003), *The Indicators of Minority Transportation Equity (TE)*, Sacramento Transportation & Air Quality Collaborative Community Development Institute.
- Mooijaart A. and Satorra A., (2010), *Testing for Non-Linear Relationship in Structural Equation Modelling*, Leiden University, Universitat Pompeu Fabra and Barcelona GSE.
- Muhammad N.P., Corry Jacob, R Driejana, Ofyar Z. Tamin, (2008), "Background For Optimization Of Fuel Consumption At Congested Network Using Hydrodynamic Traffic Theory", *Proceeding FSTPT International Symposium*.
- Newman, P.W.G dan Kenworthy J., (1989), "Gasoline Consumption and Cities : a comparison of us cities with global survey", *Journal of The American Planning Association*, 55: 24-37.
- Ori Heffetz, (2007), *Cobb-Douglas utility with nonlinear Engel curves in a conspicuous consumption model*, Cornell University, S.C Johnson Graduate School of Management.
- Rodrigue Jean-Paul, (2004), *Transportation and The Environment*, Dept. of Economics & Geography Hofstra University, Hempstead, NY, 11549 USA.
- Stopher Peter R. dan Meyburg Armin H., (1987), *Urban Transportation Modelling and Planning*, Lexington books, London.
- Taylor Bridget dan Brook Linsay, 2004, *Public Attitudes to Transport Issue: Finding from The British Social Attitudes Surveys*.
- Taylor Peter G., (2005), *Modelling The Transport Sector in MARKAL Presented at UKERC*, Energy System Modelling Theme (ESMT) workshop, PSI, London.
- Varameth Vichiensan, Kazuaki Miyamoto, Viroj Rujopakarn, (2007), "An Empirical Study of Land Use/Transport Interaction in Bangkok With Operational Model Applicaion", *Journal of The Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 7, 1250-1265.
- Xiao Luo, Hajime Daimon, Akinori Marimoto, Hirotaka Koike, (2007), "A Study on Traffic Behavior on High Income People in Asia Developing Countries", *Journal of The Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 7, pp. 1222-1235.