



Majelis Guru Besar
Institut Teknologi Bandung



Majelis Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Pidato Ilmiah Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Profesor Ade Sjafruddin

**PENGEMBANGAN
TRANSPORTASI WILAYAH BERKELANJUTAN
UNTUK MENINGKATKAN
DAYA SAING EKONOMI NASIONAL**

13 Oktober 2012
Balai Pertemuan Ilmiah ITB

**Pidato Ilmiah Guru Besar
Institut Teknologi Bandung**
13 Oktober 2012

Profesor Ade Sjafruddin

**PENGEMBANGAN
TRANSPORTASI WILAYAH BERKELANJUTAN
UNTUK MENINGKATKAN
DAYA SAING EKONOMI NASIONAL**



Majelis Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Hak cipta ada pada penulis

Judul: PENGEMBANGAN TRANSPORTASI WILAYAH BERKELANJUTAN
UNTUK MENINGKATKAN DAYA SAING EKONOMI NASIONAL.
Disampaikan pada sidang terbuka Majelis Guru Besar ITB,
tanggal 13 Oktober 2012.

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanik, termasuk memfotokopi, merekam atau dengan menggunakan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penulis.

UNDANG-UNDANG NOMOR 19 TAHUN 2002 TENTANG HAK CIPTA

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau memberi izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling lama **7 (tujuh) tahun** dan/atau denda paling banyak **Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah)**.
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama **5 (lima) tahun** dan/atau denda paling banyak **Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)**.

Hak Cipta ada pada penulis

Data katalog dalam terbitan

Ade Sjafruddin

PENGEMBANGAN TRANSPORTASI WILAYAH BERKELANJUTAN
UNTUK MENINGKATKAN DAYA SAING EKONOMI NASIONAL
Disunting oleh Ade Sjafruddin

Bandung: Majelis Guru Besar ITB, 2012

vi+78 h., 17,5 x 25 cm

ISBN 978-602-8468-54-1

1. Rekayasa Transportasi 1. Ade Sjafruddin

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbi 'aalamiin, segala puji dan syukur bagi Allah SWT, yang atas rakhmat dan berkah-Nya penulis dapat menuliskan naskah pidato ilmiah ini dan menyampaikannya pada Sidang Terbuka Majelis Guru Besar ITB. Terima kasih kepada Pimpinan dan anggota Majelis Guru Besar atas kehormatan yang diberikan kepada penulis untuk menyampaikan isi naskah ini.

Naskah dengan judul "**Pengembangan Transportasi Wilayah Berkelanjutan untuk Meningkatkan Daya Saing Ekonomi Nasional**" ini merupakan ungkapan pemikiran penulis atas berbagai pengalaman dan kegiatan Tri Dharma Perguruan Tinggi selama penulis mengabdikan sebagai dosen ITB. Sesuai dengan bidang keilmuan Perencanaan dan Ekonomi Transportasi, isi naskah ini membahas aspek-aspek strategis perencanaan transportasi wilayah serta kegiatan penelitian yang menjadi perhatian penulis selama ini. Semoga gagasan dan usulan yang disampaikan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan keilmuan Rekayasa Transportasi dan bermanfaat untuk masyarakat.

Terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada seluruh hadirin yang telah meluangkan waktu untuk hadir dan mendengarkan penyampaian pidato dari naskah ini.

Bandung, 13 Oktober 2012

Ade Sjafruddin

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
1. PENDAHULUAN	1
2. ISU PERKEMBANGAN WILAYAH DAN TRANSPORTASI	3
3. ARAH PEMBANGUNAN TRANSPORTASI BERKELANJUTAN DAN TANTANGAN GLOBAL	9
4. PROGRAM PENELITIAN UNTUK MENDUKUNG SISTEM TRANSPORTASI BERKELANJUTAN	15
4.1 Kerangka Penelitian	15
4.2 Beberapa Hasil Penelitian	17
4.2.1 Pemodelan Kebutuhan Transportasi Penumpang Antar Kota antara Jawa – Sumatra	17
4.2.2 Pemodelan Kebutuhan Transportasi Barang Regional di Pulau Jawa	29
4.2.3 Kajian Kebijakan Jaringan Transportasi Multimoda untuk Transportasi Barang Antar Pulau di Indonesia	40
5. PETA JALAN MENUJU SISTEM TRANSPORTASI BERKELANJUTAN	51
6. PENUTUP	56
7. UCAPAN TERIMA KASIH	58
DAFTAR PUSTAKA	60
CURRICULUM VITAE	65

**PENGEMBANGAN
TRANSPORTASI WILAYAH BERKELANJUTAN
UNTUK MENINGKATKAN DAYA SAING EKONOMI NASIONAL**

1. PENDAHULUAN

Isu kebijakan pengembangan sistem transportasi sekarang dan ke depan adalah bagaimana setiap negara memainkan perannya dalam bingkai sistem transportasi berkelanjutan (*sustainable transportation*). Wacana ini berawal dari keprihatinan akan interaksi antara transportasi dan lingkungan. Kesadaran bahwa kualitas lingkungan telah terpengaruh secara luar biasa oleh aktivitas transportasi, yang terus berakumulasi dengan berjalannya waktu, membangkitkan perhatian banyak kalangan akan “kekeliruan” yang telah dipraktekkan selama ini dalam penentuan kebijakan dan perencanaan. Praktek pengelolaan infrastruktur transportasi di satu pihak serta kebutuhan masyarakat untuk melaksanakan aktivitasnya di pihak lain tidak mungkin diteruskan seperti sebelumnya, melainkan perlu diamati dengan “kacamata” yang berbeda. Biaya yang harus ditanggung oleh masyarakat dalam melakukan perjalanan tidak hanya sekedar *out-of-pocket costs*, melainkan juga dampaknya terhadap kondisi sosial dan lingkungan. Ide pengembangan transportasi berkelanjutan merupakan bagian esensial dari masalah pembangunan berkelanjutan (*sustainable devevelopment*).

Pengalaman di berbagai negara menunjukkan bahwa membangun

terus infrastruktur yang dibutuhkan tidak selalu menjadi solusi yang terbaik. Setiap pembangunan infrastruktur transportasi membawa dampak lingkungan, namun wilayah memiliki batas kapasitas lingkungan tertentu untuk menerima dampak yang muncul. Di samping itu pembangunan jaringan jalan, khususnya, yang hanya mengikuti tuntutan kebutuhan cenderung mendorong peningkatan penggunaan kendaraan pribadi yang tidak efisien. Pertumbuhan kebutuhan transportasi (*demand*) perlu dikendalikan agar seimbang dengan kemampuan penyediaan jaringan (*supply*) serta kendala lingkungan.

Dalam konteks nasional, tantangan yang dihadapi sangat besar mengingat Indonesia memiliki jumlah pulau lebih dari 17.000 dan jumlah penduduk saat ini lebih dari 240 juta, dengan pertumbuhan penduduk dan ekonomi relatif tinggi, sehingga kebutuhan transportasi ke depan akan terus meningkat. Permasalahan transportasi yang dihadapi dengan kondisi spesifik wilayah (geografi, geologi, iklim tropis, ekonomi-sosial-budaya, karakteristik lahan-lingkungan, risiko bencana gempa, banjir, dan sebagainya) yang ada harus dapat diatasi dengan baik karena kinerja sistem transportasi nasional sangat terkait dengan daya saing ekonomi nasional serta pemerataan pembangunan. Disamping itu tantangan global seperti pemanasan global dan perubahan iklim juga perlu menjadi perhatian dalam pengembangan sistem transportasi yang berkelanjutan (*environmentally sustainable transport*).

Tulisan ini membahas aspek-aspek perencanaan transportasi wilayah

yang berkaitan dengan kebijakan dan strategi pengembangan wilayah dan sistem transportasi, isu-isu pembangunan keberlanjutan (*sustainability*) yang perlu diperhatikan, terutama yang berkaitan dengan pengembangan sistem transportasi wilayah, langkah-langkah strategis untuk mengatasi permasalahan transportasi ke depan, serta kegiatan penelitian yang menjadi perhatian penulis, baik yang telah dilakukan maupun usulan ke depan.

2. ISU PENGEMBANGAN WILAYAH DAN TRANSPORTASI

Interaksi perkembangan wilayah dengan sistem transportasi merupakan hubungan yang tak terpisahkan yang mana pengaruhnya terakumulasi sejalan dengan waktu. Suatu wilayah dengan segala karakteristiknya menawarkan daya tarik tertentu bagi berlangsungnya suatu aktivitas, sementara sistem transportasi menyediakan aksesibilitas yang sangat diperlukan agar aktivitas-aktivitas yang diinginkan bisa dilaksanakan dan berkembang. Isu-isu utama perkembangan wilayah yang signifikan dikaitkan dengan permasalahan transportasi, terutama di negara berkembang seperti Indonesia, menyangkut di antaranya:

- pertumbuhan penduduk dan urbanisasi relatif tinggi,
- perkembangan bentuk perkotaan relatif cepat,
- perkembangan jenis aktivitas/tata-guna lahan relatif cepat,
- kebijakan dekonsentrasi fungsi-fungsi wilayah dan otonomi daerah,

- pertumbuhan ekonomi relatif tinggi.

Berbagai aspek perkembangan wilayah di atas memunculkan permasalahan transportasi yang meliputi aspek-aspek operasional jaringan, finansial, ekonomi, lingkungan, dan keselamatan. Indikasi dari permasalahan yang timbul dalam aspek-aspek tersebut terlihat dari kemacetan lalu-lintas, proporsi penggunaan pribadi yang terus meningkat, tingkat kecelakaan yang tinggi, konsumsi bahan bakar yang tidak efisien, dan sebagainya. Isu-isu perkembangan wilayah ini mengingatkan bahwa permasalahan transportasi memerlukan pemikiran dan penanganan yang komprehensif dengan kesadaran bahwa fokus perlu diberikan terhadap peningkatan efisiensi dan efektivitas infrastruktur yang ada, serta optimalisasi sumber daya yang terbatas untuk pengembangan sistem transportasi dalam mengantisipasi perkembangan wilayah.

Rencana pembangunan Indonesia ke depan dalam upaya meningkatkan kesejahteraan masyarakat menempatkan pembangunan infrastruktur sebagai salah satu bidang prioritas rencana pembangunan sebagaimana dirumuskan dalam RPJP 2005-2025 (Rencana Pembangunan Jangka Panjang) dan RPJM (Rencana Pembangunan Jangka Menengah). RPJM 2010-2014 menetapkan 11 bidang prioritas nasional yang salah satunya adalah bidang Infrastruktur (termasuk transportasi) dengan tujuan “pembangunan infrastruktur nasional yang memiliki daya dukung dan daya gerak terhadap pertumbuhan ekonomi dan sosial yang berkeadilan

dan mengutamakan kepentingan masyarakat umum di seluruh bagian negara kepulauan Republik Indonesia dengan mendorong partisipasi masyarakat”.

Kebijakan Pemerintah terkait dalam rangka pelaksanaan RPJP Nasional 2005 – 2025 ditetapkan melalui Perpres No. 32/2011 tentang Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI) 2011-2025. Perpres ini memberikan arahan strategis melalui pengembangan pusat-pusat pertumbuhan ekonomi yang dilakukan dengan mengembangkan klaster industri dan Kawasan Ekonomi Khusus (KEK). Pengembangan pusat-pusat pertumbuhan tersebut disertai dengan penguatan konektivitas antar pusat-pusat pertumbuhan ekonomi dan antara pusat pertumbuhan ekonomi dengan lokasi kegiatan ekonomi serta infrastruktur pendukungnya. Secara keseluruhan, pusat-pusat pertumbuhan ekonomi dan konektivitas tersebut menciptakan Koridor Ekonomi Indonesia, yang ditetapkan terdiri dari 6 koridor ekonomi, yang merupakan salah satu dari tiga strategi (pilar) utama. Dua strategi utama lainnya adalah Penguatan Konektivitas Nasional dan Peningkatan Kemampuan SDM dan IPTEK Nasional. Konektivitas Nasional merupakan pengintegrasian 4 elemen kebijakan nasional yang terdiri dari Sistem Logistik Nasional (SISLOGNAS), Sistem Transportasi Nasional (SISTRANAS), Pengembangan Wilayah (RPJMN/RTRWN), Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK/ICT). Upaya ini perlu dilakukan agar dapat diwujudkan konektivitas nasional yang efektif, efisien, dan terpadu.

Untuk mendukung pelaksanaan MP3EI Pemerintah selanjutnya mengeluarkan Perpres No. 26/2012 tentang Cetak Biru Pengembangan Sistem Logistik Nasional sebagai salah satu prasarana dalam membangun daya saing nasional. Perpres ini merumuskan Strategi dan Program, serta Peta Panduan (*Road Map*) dan Rencana Aksi dalam pengembangan Sistem Logistik Nasional ke depan. Biaya logistik nasional yang tinggi serta rendahnya kualitas pelayanan menjadi perhatian yang perlu diatasi. Beberapa indikator menunjukkan permasalahan ini, misalnya bahwa biaya logistik nasional di Indonesia diperkirakan sekitar 27% dari PDRB dibandingkan dengan angka di negara-negara maju yang berkisar 10-17%. Dan, menurut World Bank, *Logistics Performance Index* (LPI) Indonesia pada tahun 2010 berada pada peringkat ke-75 (skor = 2,76 dari maksimum 5) dari 155 negara yang disurvei. Index-nya membaik pada tahun 2012 menjadi peringkat 59 (skor = 2,94). Dari 6 aspek yang dinilai (*customs, infrastructure, international shipments, logistics competence, tracking & tracing, timeliness*), infrastruktur menempati peringkat terendah (dari 69 pada tahun 2010 menjadi 85 pada tahun 2012). Sampai dengan tahun 2025 Cetak Biru Pengembangan Sistem Logistik Nasional menargetkan beroperasinya Sistem Logistik Nasional secara efektif dan efisien yang terkoneksi dengan jejaring logistik global dengan skor LPI Indonesia menjadi 3,5.

Sementara *Global Competitiveness Index* (GCI) Indonesia menurut World Economic Forum (2010, 2011) pada tahun 2010-2011 berada pada peringkat ke 44 (skor = 4,4 dari maksimum 7) dari 139 negara yang dinilai.

Peringkat GCI Indonesia pada tahun 2011-2012 turun sedikit ke 46 (skor = 4,38) dari 142 negara. Namun, dari sisi tahap perkembangan (*stage of development*) Indonesia pada perioda 2011-2012 dipandang mengalami kemajuan dan masuk ke tahap *efficiency driven* yang pada perioda sebelumnya masih pada tahap *transition* (dari *factor driven* ke *efficiency driven*) dan dinilai sebagai salah satu negara dengan kinerja terbaik di kawasan *Developing Asian*.

GCI dinilai berdasarkan total 12 pilar penilaian, yang terdiri dari 4 pilar untuk *Basic Requirements* (40,0%), 6 pilar untuk *Efficiency Enhancers* (50,0%), dan 2 pilar untuk *Innovation and Sophistication Factors* (10,0%). *Infrastructure*, yang menjadi salah satu pilar dari *Basic Requirements*, mendapat peringkat ke 3 terendah dari total 12 pilar tersebut, yaitu peringkat ke 82 (skor = 3,5) pada tahun 2010-2011 dan menjadi peringkat ke 75 (skor = 3,8) pada tahun 2011-2012.

Peluang Indonesia untuk meningkatkan perannya dalam jaringan perdagangan dan logistik internasional dipandang oleh berbagai lembaga dunia cukup besar. Posisi Indonesia berada pada jalur jalur utama pelayaran petikemas dunia antara Eropa-Afrika dengan Asia-Pasifik dan Amerika. Suatu lembaga kajian (TRANSNET, 2012) memperkirakan pertumbuhan tahunan volume petikemas di pelabuhan dunia tahun 2003-2008 sekitar 9,5 %, dan khusus di kawasan Asia selatan dan timur sekitar 9,2 – 12,8 %. ADB (2011) melihat potensi penggerak utama pertumbuhan ekonomi dunia ke depan di antaranya ada kawasan *Developing Asia* serta

interaksi Selatan-Selatan. Prediksi PricewaterhouseCoopers (2009) menyebutkan bahwa melihat keterbatasan pasokan energi dan masalah emisi ke depan akan mendorong perkembangan koridor perdagangan baru antara Asia dan Afrika, Asia dan Amerika Selatan, serta antar sesama Asia dan hal ini akan mengubah pola rantai pasok global. Posisi Indonesia dalam jaringan logistik global ini menjadi tantangan yang perlu dijawab dengan pengembangan jaringan transportasi dan logistik nasional yang efektif untuk meningkatkan daya saing globalnya.

Dalam konteks pengembangan jaringan transportasi nasional yang terkait erat dengan sistem logistik, Menteri Perhubungan menetapkan Cetak Biru Transportasi Antarmoda/Multimoda Tahun 2010 – 2030 (KM 15/2010) dalam rangka mewujudkan transportasi antarmoda/multimoda yang handal sebagai salah satu perwujudan dari Sistem Transportasi Nasional. Cetak Biru Transportasi Antarmoda/Multimoda memberikan arah pengembangan transportasi antarmoda/multimoda dalam rangka kelancaran arus barang dan arus penumpang serta mendukung sistem logistik nasional yang efektif dan efisien. Dokumen ini juga merumuskan program dan rencana aksi pengembangan transportasi antarmoda/multimoda dalam jangka pendek, jangka menengah dan jangka panjang yang dijadikan sebagai acuan dalam pengembangan transportasi multimoda pada simpul-simpul 25 pelabuhan, 7 terminal khusus, 14 bandar udara, 9 kota metropolitan, serta 183 kabupaten daerah tertinggal.

3. ARAH PEMBANGUNAN TRANSPORTASI BERKELANJUTAN DAN TANTANGAN GLOBAL

Pengertian yang paling mendasar dari pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*) adalah bahwa dalam konteks global setiap pembangunan ekonomi dan sosial seyogyanya memperbaiki, bukan merusak, kondisi lingkungan (Newman dan Kenworthy, 1999). Brundtland Report (dikutip oleh Newman dan Kenworthy, 1999) mengemukakan empat prinsip yang menjadi dasar pendekatan untuk keberlanjutan global yang harus diterapkan secara simultan, yaitu : (1) penghapusan kemiskinan, terutama di dunia ketiga, adalah penting tidak hanya atas alasan kemanusiaan melainkan juga sebagai isu lingkungan, (2) negara-negara maju mesti mengurangi konsumsi sumber-sumber alamnya dan produksi limbahnya, (3) kerjasama global dalam hal isu lingkungan tidak lagi merupakan pilihan sukarela (*soft option*), dan (4) perubahan menuju keberlanjutan dapat terlaksana hanya dengan pendekatan komunitas (*community-based*) yang melibatkan budaya lokal secara sungguh-sungguh.

Newman dan Kenworthy (1999) mengedepankan bahwa konsep keberlanjutan pembangunan pada dasarnya adalah mencoba untuk secara simultan mewujudkan kebutuhan yang paling pokok, yaitu : (1) kebutuhan akan pembangunan ekonomi untuk mengatasi kemiskinan; (2) kebutuhan akan perlindungan lingkungan bagi udara, air, tanah, dan keragaman hayati; dan (3) kebutuhan akan keadilan sosial dan keragaman

budaya untuk memungkinkan masyarakat lokal menyampaikan nilai-nilainya dalam memecahkan isu-isu tersebut.

Secara lebih spesifik untuk sektor transportasi, sebuah lembaga penelitian yang fokusnya tentang masalah transportasi berkelanjutan, The Centre for Sustainable Transportation (1997), merumuskan suatu definisi bahwa transportasi berkelanjutan adalah suatu sistem yang:

- memungkinkan kebutuhan akses yang sangat mendasar dari individu dan masyarakat untuk dipenuhi dengan selamat dan dengan cara yang konsisten dengan kesehatan manusia dan ekosistem, dan dengan kesetaraan di dalam serta di antara generasi;
- terjangkau, beroperasi secara efisien, memberikan pilihan moda-moda transportasi, dan mendukung perkembangan ekonomi;
- membatasi emisi dan limbah yang masih dalam kemampuan bumi untuk menyerapnya, meminimasi konsumsi sumber-sumber yang tak terbarukan, menggunakan dan mendaur ulang komponen-komponennya, dan meminimasi penggunaan lahan serta produksi kebisingan.

Orientasi pengembangan transportasi dalam konteks ketahanan energi menjadi perhatian tersendiri mengingat sumber-sumber energi fosil makin terbatas dan harganya meningkat terus. Polutan yang dihasilkan dari sisa pembakaran energi fosil terus meningkat dan menyebabkan kualitas lingkungan menurun. Sedangkan, transportasi

merupakan salah satu sektor yang dominan mengkonsumsi energi fosil dan menghasilkan polutan. Di lain pihak keterbatasan akses terhadap transportasi dan energi diyakini memberikan kontribusi signifikan terhadap kemiskinan. Oleh karena itu peningkatan efisiensi energi dan pengembangan sumber-sumber energi baru dan terbarukan perlu didorong untuk kepentingan pembangunan berkelanjutan.

Upaya global pada tahap awal untuk menjawab isu keberlanjutan (*sustainability*) muncul di *UN Conference on the Human Environment* di Stockholm tahun 1972 yang menekankan perlunya mulai membersihkan lingkungan dan terutama untuk mulai proses penanganan isu lingkungan secara global mengingat masalah-masalah polusi udara, polusi air, dan kontaminasi kimia tidak mengenal batas. Selanjutnya, suatu pertemuan para ahli lingkungan di tahun 1990 *The First International Ecocity Conference* di Berkeley, California, mendiskusikan kebutuhan akan agenda lingkungan untuk masa yang akan datang mengenai keberlanjutan kota-kota. Hal ini kemudian diikuti dengan bangkitnya agenda-agenda keberlanjutan secara internasional; setiap wilayah dan kota mencoba untuk mengaitkan isu tersebut secara simultan ketika berusaha mengatasi masalah-masalah ekonomi dan sosial agar sejalan dengan pertimbangan ekologi. Pada *Earth Summit* tahun 1992 yang diselenggarakan di Rio de Janeiro, yang melibatkan 179 negara atau merepresentasikan 98 % dunia, telah disepakati agenda-agenda lingkungan global; di antaranya adalah *the Rio Declaration* dan *Agenda 21* yang merinci rencana-rencana aksi.

Selanjutnya melalui Kyoto Protocol (*To The United Nations Framework Convention On Climate Change*), 11 Desember 1997, lebih dari 160 negara telah berkomitmen untuk mengurangi emisi gas rumah kaca (*green house gases*), di antaranya komitmen 40 negara industri untuk mengurangi emisi 5,2 % di bawah level pada 1990 sebelum tahun 2012. Pada *Earth Summit* berikutnya (*World Summit On Sustainable Development*, Johannesburg, South Africa, September 2002) dirumuskan langkah-langkah untuk memperkuat komitmen global terhadap *sustainable development*, khususnya berkaitan dengan *Agenda 21 and the Rio Declaration*, dan komitmen spesifik oleh Pemerintahan dalam rangka pencapaian *Millennium Development Goals* di bidang kemiskinan, pendidikan dasar, gender, anak-anak, kesehatan ibu, pemberantasan penyakit, kelestarian lingkungan, dan kemitraan global. Isi-isu strategis lebih lanjut yang menyangkut perubahan iklim dirumuskan di Bali (*United Nations Climate Change Conference*, 2007, 180 negara) yang menghasilkan Bali Roadmap yang terdiri dari beberapa keputusan yang memberikan arahan untuk mencapai kondisi iklim yang lebih aman pada masa yang akan datang. *Copenhagen Climate Conference* (CCC, Desember 2009, 193 negara) sebagai tindak lanjut dari Konferensi Bali dilaksanakan untuk menyepakati protokol baru - *Copenhagen Protocol* - untuk menggantikan *Kyoto Protocol* dalam upaya mencegah pemanasan global dan perubahan iklim dengan target mengurangi emisi dunia setengahnya sampai dengan 2050. CCC gagal menyepakati suatu kesepakatan yang mengikat (*a legally binding*

pact), namun muncul kesepakatan 193 negara peserta untuk mengurangi emisi gas rumah kaca untuk mencegah kenaikan suhu global tidak lebih dari 2° C menjelang 2020 yang mana negara-negara peserta secara individual menetapkan targetnya masing-masing. Pertemuan lanjutan dilaksanakan di Cancun, Mexico (Desember 2010), yang merumuskan *Green Climate Fund* dan *Climate Technology Center*, serta berusaha untuk mendapatkan komitmen untuk perioda ke-dua bagi *Kyoto Protocol*. Pertemuan berikutnya dilaksanakan di Durban, Afrika Selatan, Desember 2011, untuk merumuskan langkah lanjut atas *Kyoto Protocol*, *Bali Action Plan*, dan *Cancun Agreements*.

Di tingkat Asia, 44 kota telah menyepakati *Kyoto Declaration for the Promotion of Environmentally Sustainable Transport (EST) in Cities* (24 April 2007) berupa komitmen untuk menerapkan “*integrated policies, strategies, and programmes addressing key elements of EST such as public health; land-use planning; environment- and people-friendly urban transport infrastructure; public transport planning and transport demand management (TDM); non-motorized transport (NMT); social equity and gender perspectives; road safety and maintenance; strengthening road side air quality monitoring and assessment; traffic noise management; reduction of pollutants and greenhouse gas emission; and strengthening the knowledge base, awareness, and public participation*”.

Masalah keberlanjutan pembangunan merupakan isu yang setiap negara dituntut untuk memberikan fokus pada agenda global ini. Bersangkutan dengan masalah transportasi wilayah, isu keberlanjutan

merupakan konsekuensi logis yang keterkaitannya sangat langsung, karena perkembangan wilayah dan tata guna lahan secara fundamental dipengaruhi oleh jaringan transportasi. Evolusi dari perkembangan sistem transportasi memberikan bentuk dasar terhadap karakteristik tata guna lahan, meskipun prosesnya dipengaruhi oleh pertimbangan-pertimbangan ekonomi, sosial, dan politik. Oleh karena itu kebijakan yang diterapkan dalam mengelola perkembangan sistem transportasi menjadi bagian sentral dalam konteks pembangunan berkelanjutan.

Keterkaitan antara transportasi dengan lingkungan meliputi spektrum yang sangat lebar. Dampak yang timbul bisa akibat keberadaan dari infrastruktur transportasi yang secara fisik mempengaruhi lingkungan sekitarnya atau akibat pengoperasian fasilitas tersebut. Faktor-faktor yang terkait dengan pengoperasian moda-moda transportasi bersifat sangat dinamis karena tingkat gangguannya tergantung dari volume penggunaan, jenis moda, dan teknologi yang digunakan. Dampak lingkungan yang dirasakan akibat pengoperasian transportasi ini yang umumnya menjadi isu-isu yang berkepanjangan karena terus berkembang seiring dengan perkembangan aktivitas manusia.

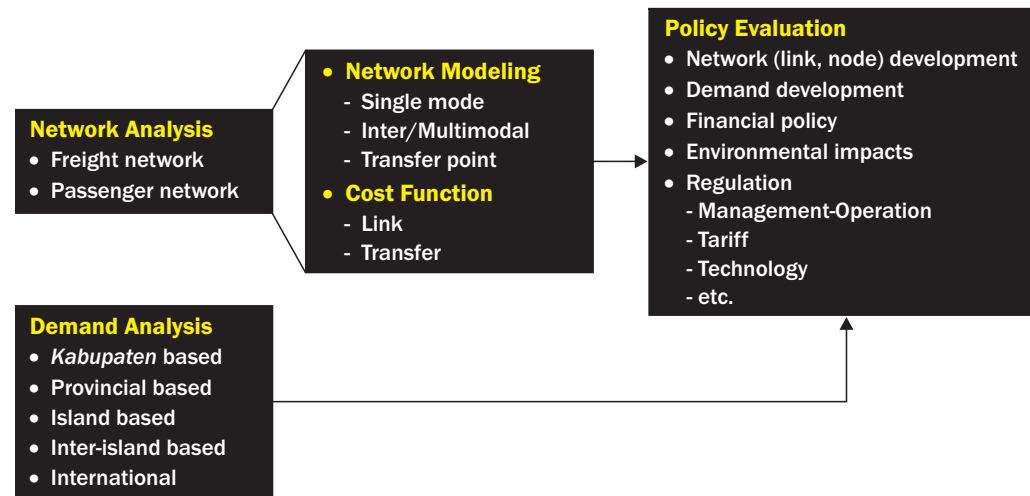
Pada lingkup makro, tingkat dan skala gangguan terhadap lingkungan akibat transportasi dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berkaitan, yaitu kondisi perekonomian global dan nasional, kebijakan transportasi (sistem pengadaan, standar lingkungan, dsb), struktur sektor transportasi (moda-moda yang dioperasikan, kelem-

bagaan, keterlibatan swasta dan pemerintah, karakteristik pasar, dan sebagainya), serta aspek-aspek operasional dari kegiatan transportasi (sistem manajemen, tingkat penggunaan, penerapan teknologi, dan sebagainya). Oleh karena itu kebijakan pengembangan sistem transportasi menjadi bagian penting dalam mengarahkan pengembangan ekonomi dan wilayah.

4. PROGRAM PENELITIAN UNTUK Mendukung Sistem Transportasi Berkelanjutan

4.1 Kerangka Penelitian

Kerangka umum program penelitian yang diusulkan dan dilaksanakan oleh penulis secara garis besar ditunjukkan pada Gambar 1 dengan tema “Pengembangan Sistem Transportasi Wilayah Berkelanjutan”. Tujuan dari tema penelitian ini adalah mengembangkan metoda perencanaan dan model analisis untuk sistem transportasi wilayah dalam rangka meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, meminimasi biaya transportasi, meminimasi dampak lingkungan dan kecelakaan, dan meningkatkan daya saing ekonomi nasional. Hasil-hasil dari kerangka penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang berarti dalam pengembangan keilmuan Rekayasa Transportasi serta menjadi masukan kebijakan dalam upaya menciptakan sistem transportasi nasional yang berdaya saing dan berkeadilan.



Gambar 1. Kerangka Penelitian Pengembangan Sistem Transportasi Wilayah Berkelanjutan.

Penelitian untuk mendukung pengembangan sistem transportasi wilayah berkelanjutan merupakan kegiatan yang bersifat berulang untuk mempertahankan validitas hasil-hasilnya sesuai dengan dengan perkembangan sistem dan kondisi sosio-ekonomi wilayah terkait dan dengan memperhatikan perioda ulang perencanaannya.

Program penelitian yang perlu dilaksanakan pada dasarnya terkait dengan dua aspek, yaitu aspek kebutuhan (*demand*) dan aspek penyediaan (*supply*), baik transportasi barang maupun penumpang. Terkait dengan aspek kebutuhan, penelitian mencakup pengembangan metoda analisis dan pemodelan untuk mengkaji karakteristik dan perilaku kebutuhan transportasi. Dalam konteks transportasi wilayah perlu diperhatikan bahwa karakteristik dan isu permasalahannya berbeda dengan transportasi perkotaan, sehingga pendekatan analisisnya perlu

disesuaikan. Dalam lingkup aspek penyediaan, kegiatan penelitian terutama menyangkut pemodelan jaringan transportasi, baik modal tunggal maupun multimoda, dengan memperhatikan lingkup wilayah serta atribut-atribut kinerja jaringan. Model analisis yang terkait aspek kebutuhan maupun penyediaan diarahkan agar dapat diterapkan untuk mengevaluasi perubahan kebijakan yang direpresentasikan dengan berbagai variabel model. Masing-masing konteks kajian kebijakan hendaknya dapat dijelaskan dengan model analisis yang spesifik yang mampu memperhitungkan pengaruh yang terjadi akibat perkembangan faktor-faktor kebutuhan ataupun penyediaan. Hasil dari kajian kebijakan selanjutnya dapat digunakan sebagai masukan dalam proses pengambilan keputusan.

4.2 Beberapa Hasil Penelitian

Pada bagian-bagian berikut ini disampaikan beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan penulis, khususnya yang terkait dengan kerangka penelitian di atas.

4.2.1 Pemodelan Kebutuhan Transportasi Penumpang Antar Kota antara Jawa - Sumatra

Penelitian ini (Sjafruddin, 1997) mengembangkan model kebutuhan transportasi penumpang antar kota yang dikalibrasi terhadap data pada perjalanan antar kota Jawa dengan Sumatra. Empat bentuk model dirumuskan dan dikalibrasi. Kalibrasi atas model-model tersebut

dilaksanakan atas sejumlah set data yang merepresentasikan area studi. Penentuan atribut pelayanan moda didasarkan atas jaringan transportasi yang ada pada saat data dikumpulkan dengan mempertimbangkan berbagai aspek yang terkait dengan data seperti ketersediaan data untuk tujuan kalibrasi, sumber data, dan asumsi-asumsi yang diambil dalam pengembangan model.

Pendekatan pemodelan kebutuhan transportasi yang baku dikenal dengan sebutan Model Empat Tahap (*Four-stage Model*). Pendekatan pemodelan ini terdiri dari sub-sub model (1) *Trip Generation*, memperkirakan jumlah perjalanan total yang dihasilkan (*trip production*) oleh dan tertarik (*trip attraction*) ke setiap unit wilayah analisis (biasanya disebut zona); (2) *Trip Distribution*, memperkirakan asal-tujuan perjalanan, yaitu distribusi jumlah perjalanan total zona-zona menurut setiap pasang zona asal-tujuan; (3) *Modal Split*, memperkirakan distribusi perjalanan terhadap setiap jenis moda yang tersedia pada setiap pasang zona asal-tujuan; dan (4) *Trip Assignment*, memperkirakan jumlah perjalanan yang melalui rute-rute yang ada dalam jaringan transportasi. Model 4-tahap sejak diperkenalkan melalui studi di Amerika Serikat (Detroit, Chicago) tahun 1950-an banyak diterapkan untuk analisis transportasi perkotaan. Penerapan model tersebut kebanyakan dilakukan secara berurutan (*sequential modeling*), yaitu keluaran dari sub-model pertama dijadikan masukan bagi sub-model kedua, dan seterusnya.

Sebagai alternatif dari pemodelan berurutan adalah pemodelan

simultan (*simultaneous modeling* atau kadang-kadang disebut juga *direct modeling*) yang mana keempat sub-model di atas digabungkan menjadi satu model. Model simultan secara tidak langsung menampilkan keseimbangan antara tujuan perjalanan, moda, serta rute yang tersedia dalam jaringan transportasi (Elangovan dan Crouch, 1989, Lewis, et.al, 1990). Dengan model simultan dihasilkan perkiraan jumlah perjalanan antara sepasang kota asal-tujuan yang menggunakan moda tertentu dan melalui rute tertentu. Model simultan banyak diterapkan untuk studi transportasi antar kota (misalnya : Quandt & Baumol, 1966, McLynn & Woronka, 1969, Monsod, 1966, 1967, Soliman, 1990, Sjafruddin, 1992), namun tidak banyak diterapkan untuk transportasi perkotaan (Kraft & Wohl, 1967).

Model simultan pada dasarnya secara eksplisit memasukkan tiga sub-model, yaitu model tersebut memperhitungkan jumlah perjalanan antara sepasang zona menurut moda-moda yang ada, tetapi tidak memberikan indikasi mengenai rute yang dipilih. Pendekatan ini secara implisit berasumsi bahwa pada setiap pasang zona asal-tujuan hanya tersedia satu rute untuk setiap moda. Asumsi ini cukup realistis untuk diterapkan untuk transportasi antar kota karena antara kota-kota yang letaknya relatif berjauhan jarang tersedia lebih dari satu rute untuk setiap moda yang beroperasi.

Model kebutuhan transportasi antar kota dapat berupa model moda-abstrak (*Abstract-Mode Model*) atau moda-spesifik (*Mode-Specific Model*).

Model moda-spesifik merupakan model yang pada variabel dan parameternya mementingkan nama dan subskrip atribut dari masing-masing moda yang ditinjau didalamnya. Dengan demikian dalam model ini mengandung parameter atau variabel *dummy* spesifik dari moda-moda yang ditinjau dalam model. Sedangkan model moda-abstrak, yang pertama kali digunakan oleh Quandt & Baumol (1966), merupakan model yang mementingkan karakteristik atribut modanya, bukan nama dan subskrip dari parameter modelnya. Dengan demikian pada model moda-abstrak parameter-parameternya tidak mengandung subskrip atau dengan kata lain hanya ada satu set parameter yang sama untuk setiap moda yang ditinjau.

Keuntungan dari model moda-spesifik adalah, bahwa model ini dapat menjelaskan perilaku perjalanan yang diamati dan keistimewaan-keistimewaan kualitatif kaitannya dengan pemilihan moda yang tidak diperhitungkan didalam variabel model. Sebaliknya model moda-spesifik tidak dapat digunakan untuk meramalkan perjalanan untuk moda baru dan pengenalan teknologi baru yang pada saat itu tidak ada dan tidak termasuk dalam proses kalibrasi. Inilah kelemahan moda-spesifik, yang tidak dimiliki oleh model moda-abstrak.

a. Formulasi Model

Sifat dasar dari model yang dikembangkan pada penelitian ini adalah model abstrak-simultan. Dengan demikian moda-moda transportasi yang dianalisis dinilai melalui atribut-atribut pelayanannya, seperti waktu

tempuh, ongkos, dan sebagainya, dan tidak dinilai melalui "nama" dari moda-moda tersebut. Dari sisi formulasi, model simultan merupakan pengembangan dari model gravity, terutama dengan memasukkan model distribusi moda dalam persamaannya. Bentuk dasar dari model simultan bisa dituliskan sebagai berikut:

$$T_{ijm} = K \cdot f(.) \cdot g(.) \cdot h(.) \quad (1)$$

di mana :

- T_{ijm} : jumlah perjalanan antara kota i dan j yang menggunakan moda m
- K : suatu konstanta,
- $f(.)$: fungsi dari karakteristik sosio-ekonomi,
- $g(.)$: fungsi hambatan perjalanan (*general impedance*),
- $h(.)$: fungsi distribusi moda (*modal split*).

Fungsi-fungsi $f(.)$, $g(.)$, $h(.)$ bisa sangat bervariasi tergantung dari jumlah dan jenis variabel yang dimasukkan dan bentuk persamaan matematisnya. Namun masing-masing fungsi tersebut belum tentu muncul secara eksplisit, melainkan bisa muncul dalam bentuk kombinasinya.

Karakteristik dari sosio-ekonomi yang dimasukkan dalam model adalah populasi kota dan tingkat pendapatan. Populasi merupakan faktor penjelas yang paling utama yang mempengaruhi jumlah perjalanan antara dua kota. Variabel populasi muncul dalam model sebagai fungsi dari perkalian populasi kota i dengan populasi kota j. Formulasi seperti ini berimplikasi bahwa jumlah perjalanan total adalah fungsi dari jumlah

pasangan potensial individu-individu antara populasi kedua kota. Variabel pendapatan dipilih untuk merepresentasikan daya beli masyarakat. Variabel pendapatan ini muncul dalam model sebagai pendapatan rata-rata terbobot (*weighted averaged income*) kedua kota dengan populasi sebagai bobotnya. Untuk merepresentasikan karakteristik pelayanan moda tiga variabel digunakan, yaitu waktu perjalanan, ongkos, dan frekuensi pelayanan (yang terakhir ini sebagai *proxy* dari tingkat kemudahan perjalanan (*convenience*). Atribut moda tersebut muncul dalam model dengan beberapa variasi sebagaimana terlihat pada bagian berikut.

Empat model diformulasi dibawah ini yang berupa model moda-abstrak. Model-model ini dikalibrasi dengan set data yang sama. Hasil kalibrasi keempat model ini dibandingkan satu terhadap yang lainnya atas dasar uji statistik dan kemampuan peramalan (*forecasting capability*).

$$T_{ijm} = e^{\alpha_1} P_i P_j^{\alpha_2} I_{ij}^{\alpha_3} C_{ija}^{\alpha_4} H_{ija}^{\alpha_5} F_{ija}^{\alpha_6} \frac{C_{ijm}^{\alpha_7}}{C_{ija}} \frac{H_{ijm}^{\alpha_8}}{H_{ija}} \left(\frac{F_{ijm}}{F_{ija}} \right)^{\alpha_9} \quad (2)$$

$$T_{ijm} = e^{\alpha_1} P_i P_j^{\alpha_2} I_{ij}^{\alpha_3} A_{ij}^{\alpha_4} C_{ija}^{\alpha_5} H_{ija}^{\alpha_6} F_{ija}^{\alpha_7} \frac{C_{ijm}^{\alpha_8}}{C_{ija}} \frac{H_{ijm}^{\alpha_9}}{H_{ija}} \left(\frac{F_{ijm}}{F_{ija}} \right)^{\alpha_{10}} \quad (3)$$

$$T_{ijm} = e^{\alpha_1} P_i P_j^{\alpha_2} I_{ij}^{\alpha_3} \left(\prod_{k=1}^M C_{ijk}^{\beta_1} H_{ijk}^{\beta_2} F_{ijk}^{\beta_3} \right)^{\beta_4} \frac{C_{ijm}^{\beta_1} H_{ijm}^{\beta_2} F_{ijm}^{\beta_3}}{\prod_{k=1}^M C_{ijk}^{\beta_1} H_{ijk}^{\beta_2} F_{ijk}^{\beta_3}} \quad (4)$$

$$T_{ijm} = e^{\alpha_1} P_i P_j^{\alpha_2} I_{ij}^{\alpha_3} A_{ij}^{\alpha_4} \left(\prod_{k=1}^M C_{ijk}^{\beta_1} H_{ijk}^{\beta_2} F_{ijk}^{\beta_3} \right)^{\beta_4} \frac{C_{ijm}^{\beta_1} H_{ijm}^{\beta_2} F_{ijm}^{\beta_3}}{\prod_{k=1}^M C_{ijk}^{\beta_1} H_{ijk}^{\beta_2} F_{ijk}^{\beta_3}} \quad (5)$$

di mana :

- T_{ijm} : jumlah perjalanan pulang-pergi antara kota i dan j dengan moda m,
- P_i : populasi kota i (dalam ribuan),
- $I_{ij} = (P_i I_i + P_j I_j) / (P_i + P_j)$: *weighted averaged income*,
- C_{ijm} : ongkos perjalanan antara i dan j dengan moda m,
- H_{ijm} : waktu perjalanan antara i dan j dengan moda m,
- F_{ijm} : frekuensi pelayanan antara i dan j dengan moda m,
- H_{ija} : waktu perjalanan rata-rata antara i dan j dengan moda-moda yang ada,
- C_{ija} : ongkos rata-rata antara i dan j dengan moda-moda yang ada,
- F_{ija} : frekuensi rata-rata antara i dan j, kecuali mobil pribadi,
- α, β, γ : parameter-parameter model,
- A : dummy variable, $A=1$ untuk pesawat udara, $A=0$ untuk moda lain,
- M : jumlah moda yang dianalisis.

Model (2) dan (3) diadaptasi dari model Quandt-Baumol (1966) sedangkan model (4) dan (5) dari model McLynn (1969). Namun, beberapa modifikasi telah dibuat sebagaimana dijelaskan berikut ini.

Dalam persamaan (2) dan (3) rata-rata waktu perjalanan, rata-rata ongkos, dan rata-rata frekuensi digunakan sebagai pengganti dari nilai-nilai "terbaik" yang digunakan dalam model Quandt-Baumol. Dengan demikian kebutuhan akan perjalanan dari suatu moda tertentu menjadi

fungsi dari atribut seluruh moda yang ada yang berarti suatu moda berkompetisi dengan moda-moda lainnya, tidak hanya berkompetisi dengan moda “terbaik”. Disamping itu *weighted average of incomes* digunakan sebagai pengganti *product of incomes* pada semua model. Suatu *dummy variable* A digunakan pada model (3) untuk menangkap perbedaan perilaku dari moda pesawat udara dari moda lain. Penggunaan A adalah suatu usaha untuk merepresentasikan keadaan yang mana orang lebih suka terbang daripada perjalanan moda lain untuk alasan-alasan yang tidak dimasukkan dalam model, misalnya kenyamanan. Fenomena ini khususnya terjadi pada orang-orang berpendapatan tinggi. Dengan kata lain, karena A dimasukkan sebagai pangkat dari pendapatan, hal ini menyatakan suatu hipotesis bahwa elastisitas terhadap pendapatan bagi perjalanan udara mungkin berbeda secara signifikan dari elastisitas bagi perjalanan dengan moda-moda lain.

Model (4) dan (5) bisa dianggap sebagai versi moda-abstrak dari model McLynn karena semua parameter diset sama untuk semua moda. *Dummy variable* A juga digunakan sebagai pangkat dari pendapatan pada model (5)

Metoda kalibrasi yang digunakan untuk estimasi parameter model-model di atas adalah *non-linear least squares method*. Dalam kalibrasi non-linear ini, prosedur iterasi menggunakan algoritma Gauss-Newton (lihat Bates dan Watts, 1988).

Data perjalanan yang terklasifikasi menurut moda-moda yang ada

terutama didapat dari Laporan Survey Asal-Tujuan Perjalanan Nasional 1988 (Saltrannas, 1988, 1989) serta data perjalanan dengan bus untuk perjalanan antar Jawa-Sumatra dari data perjalanan ferry yang menghubungkan Jawa-Sumatra dan data dari Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. Kalibrasi model dilakukan atas dasar data perjalanan antar kota-kota utama (Ibu Kota Provinsi) antara Jawa dengan Sumatera.

b. Estimasi Parameter

Tiga kelompok kalibrasi menurut maksud perjalanan telah dilakukan, yaitu semua perjalanan, perjalanan bisnis, dan perjalanan non-bisnis. Hasilnya disajikan pada Tabel 1 untuk semua jenis perjalanan, serta Tabel 2 untuk perjalanan bisnis dan non-bisnis. Hasil kalibrasi ini menunjukkan beberapa hasil yang cukup menarik untuk dibahas berikut ini.

Pertama-tama menyangkut estimasi parameter, model (2) dan (3) selalu mempunyai paling tidak satu tanda salah (diharapkan positif namun diperoleh negatif, atau sebaliknya) pada seluruh ketiga jenis perjalanan, model (4) hasilnya bervariasi, sedangkan model (5) memperoleh semua tanda yang benar.

Dalam hal variabel sosio-ekonomi, elastisitas terhadap populasi dan pendapatan memperoleh tanda yang benar. Untuk perjalanan antar Jawa-Sumatra, elastisitas terhadap populasi didapat 0,05 - 0,16, dan elastisitas terhadap pendapatan 0,53 - 1,53. Umumnya elastisitas populasi dan pendapatan memiliki t-rasio yang secara statistik signifikan pada tingkat 0,05.

Menyangkut *dummy variable* sebagai pangkat dari pendapatan pada model (3) dan (5), nilai γ diperoleh positif untuk semua kelompok data dan umumnya signifikan pada tingkat 0,05. Hal ini bisa diartikan bahwa elastisitas terhadap pendapatan bagi perjalanan udara adalah lebih tinggi dibanding bagi moda lain, dan bisa disimpulkan bahwa kenaikan pendapatan menyebabkan sebagian perjalanan bus dan KA beralih ke udara. Kesimpulan ini mendukung observasi umum bahwa pesawat udara adalah bukan pilihan inferior terhadap moda-moda lain.

Menyangkut parameter dari atribut moda, model (2) dan (3) memperoleh paling tidak satu tanda salah. Tanda yang salah terutama α_5 (untuk waktu rata-rata) dan secara statistik tidak begitu signifikan. Pada semua kelompok data α_4 dan α_5 berkorelasi cukup tinggi yang mana mungkin menjadi penyebab dari salah tanda. Pada model (4) dan (5) nilai β umumnya memperoleh tanda yang benar, kecuali β_1 dan β_4 pada perjalanan semua jenis (gabungan) dan bisnis. Hampir semua nilai β sangat signifikan.

Secara umum untuk semua model, dalam hal R^2 dan F-statistik, hasil regresi telah berhasil secara substansial menjelaskan variasi yang ada dan secara statistik signifikan pada tingkat 0,01, namun dalam hal estimasi parameter model (4) dan (5) telah menunjukkan hasil lebih baik dibanding model (2) dan (3). Disamping itu tidak ada multikolinearitas antar parameter pada model (4) dan (5). Di antara semua model, model (5) telah menunjukkan paling konsisten terhadap semua kelompok data, terutama

dalam hal kemasukakalan (*reasonableness*) dari estimasi parameter (sesuai dengan yang diharapkan), meskipun angka F-nya tidak selalu yang tertinggi. Hal terakhir ini bisa berarti bahwa penggunaan *dummy variable* bagi perjalanan udara telah meningkatkan kinerja dari model.

Beberapa hal menarik bisa dilihat yang terkait dengan klasifikasi perjalanan bisnis dan non-bisnis. Elastisitas terhadap pendapatan (α_3 , dengan tanda yang benar) dari bisnis diperoleh lebih tinggi daripada non-bisnis, dengan pengecualian hanya pada model (3). Hal ini berarti kenaikan pendapatan akan meningkatkan perjalanan bisnis lebih tinggi daripada non-bisnis.

Tabel 1

Estimasi Parameter Model Semua Maksud Perjalanan Antar Kota Jawa-Sumatera

Perjalanan	Gabungan Bisnis dan Non-Bisnis				
	Model	(2)	(3)	(4)	(5)
Parameter					
α_1		5,67	-1,15	16,49	4,15
α_2	+	0,09	0,16	0,05	0,15
α_3	+	0,69	0,53	1,15	0,74
α_4	-	-3,48	-2,09		
α_5	-	3,58	2,44		
α_6	+	1,21	1,07		
α_7	-	-0,06	-3,35		
α_8	-	-0,74	0,29		
α_9	+	0,98	1,07		
γ			1,03		0,38
β_1	-			0,62	-1,24
β_2	-			-0,75	-0,67
β_3	+			1,70	1,65
β_4	+			-1,52	0,16
R^2		0,987	0,996	0,992	0,995
F-stat		637,7	1845,2	1326,4	1986,1

Catatan: Angka pada sel berwarna adalah parameter bertanda "salah"

Tabel 2

Estimasi Parameter Model Perjalanan Bisnis dan Non Bisnis Antar Kota Jawa-Sumatera

Perjalanan	Bisnis				Non-Bisnis				
	Model	(2)	(3)	(4)	(5)	(2)	(3)	(4)	(5)
Parameter									
α_1		-6,47	-2,83	-3,78	-4,46	2,21	-3,19	4,14	4,20
α_2	+	0,49	0,42	0,39	0,44	0,09	0,11	0,14	0,16
α_3	+	1,46	0,11	1,71	0,94	0,71	0,75	0,80	0,73
α_4	-	-2,20	-2,73			-1,35	-0,39		
α_5	-	1,56	2,65			1,43	0,72		
α_6	+	0,68	0,78			1,04	1,02		
α_7	-	0,72	-4,00			-0,67	-2,57		
α_8	-	-1,35	0,09			-0,68	0,13		
α_9	+	1,02	0,99			0,83	1,05		
γ			1,43		0,53		0,70		0,16
β_1	-			1,75	-1,18			-0,44	-0,95
β_2	-			-1,98	-0,92			-0,82	-0,69
β_3	+			1,74	1,12			1,35	1,44
β_4	+			-0,39	0,26			0,16	0,19
R^2		0,997	0,997	0,994	0,997	0,996	0,998	0,997	0,997
F-stat		2311,0	2545,4	1756,5	3059,0	1912,2	3253,3	3203,4	3023,8

Catatan: Angka pada sel berwarna adalah parameter bertanda "salah"

Membandingkan nilai mutlak dari parameter (dengan tanda yang benar) dari ongkos relatif (α_7 pada model (2) dan (3)) atau ongkos (β_1 pada model (4) dan (5)) terlihat bahwa nilai-nilainya untuk bisnis lebih rendah dari non-bisnis pada semua situasi. Namun, hal sebaliknya terjadi pada parameter waktu relatif (α_8) atau waktu (β_2). Dengan demikian model merefleksikan suatu pola bahwa pelaku perjalanan bisnis yang menganggap ongkos kurang penting, tetapi waktu lebih penting, daripada anggapan pelaku perjalanan non-bisnis. Hal ini adalah suatu fenomena yang secara intuisi diharapkan akan terjadi.

Model kebutuhan transportasi penumpang antar kota di atas yang dikalibrasi dengan data pada koridor Jawa Sumatra telah menunjukkan hasil yang secara statistik signifikan dan telah berhasil menjelaskan variasi yang terdapat pada data. Analisis lebih mendalam terhadap hasil kalibrasi, terutama dalam hal kemasukakalan dan perbandingan nilai parameter yang diperoleh, mengarah pada kesimpulan bahwa model yang dikembangkan sebagai varian dari Model McLynn menunjukkan kinerja yang lebih baik daripada model lainnya. Percobaan kalibrasi dengan klasifikasi perjalanan bisnis dan non-bisnis memberikan hasil yang cukup baik dalam hal model yang dikembangkan bisa mereplikasi fenomena umum yang diharapkan.

4.2.2 Pemodelan Kebutuhan Transportasi Barang Regional di Pulau Jawa

Karakteristik transportasi barang dalam beberapa hal berbeda dari transportasi penumpang. Hal paling mendasar adalah motivasi transportasi barang bisa dikatakan murni berdasarkan ekonomi, sedangkan transportasi penumpang sedikit banyak dipengaruhi faktor-faktor seperti selera, persepsi, "status", dan sebagainya. Oleh karena itu penerapan konsep-konsep ekonomi dalam analisis transportasi barang akan lebih sesuai mengingat variasi yang tak bisa dijelaskan (*unexplainable*) relatif kecil, meskipun tidak berarti hilang sama sekali.

Dilihat dari sisi transportasi barang sebagai suatu "kebutuhan", hal

tersebut merupakan murni suatu kebutuhan turunan (*derived demand*), karena barang yang dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain tidak memperoleh kepuasan apa-apa dari kegiatan transportasi tersebut. Pemindahan tersebut bertujuan agar barang yang dipindahkan memperoleh nilai lebih tinggi dengan keberadaannya di tempat yang baru, sedangkan kegiatan transportasi dipandang sebagai ongkos.

Transportasi barang dihasilkan dari keputusan yang dibuat oleh sektor-sektor ekonomi yang menyangkut produksi, konsumsi, dan pemasaran/penjualan. Jika faktor-faktor lainnya sama, jumlah pergerakan barang tergantung dari tingkat produksi dan konsumsi. Dua daerah akan saling bertukar komoditi dimana terdapat keuntungan komparatif (*comparative advantage*), yaitu berupa perbedaan harga absolut antara kedua daerah tersebut. Keuntungan komparatif ini terdiri dari keuntungan produksi (*production advantage*) dan keuntungan transportasi (*transport advantage*).

Formulasi umum model simultan kebutuhan angkutan barang dapat dituliskan seperti pada persamaan (1). Namun, jika diperlukan subskrip tambahan k dapat ditambahkan pada notasi T_{ijmk} untuk menunjukkan jenis komoditi tertentu k yang diproduksi di daerah i dan dikirim ke daerah j dengan menggunakan moda m. Fungsi-fungsi $f(\cdot)$, $g(\cdot)$, $h(\cdot)$ pada persamaan (1) dapat dikembangkan untuk dapat menangkap karakteristik angkutan barang serta hubungan kausal yang terjadi antar variabel yang terkait. Variabel-variabel yang digunakan terutama

didasarkan atas pendekatan ekonometrika, misalnya atribut-atribut demografi dan ekonomi wilayah serta atribut pelayanan sistem transportasi.

Pengembangan jumlah dan jenis variabel, misalnya, dilakukan oleh Perle (1965) dan Mathematica Inc. (1967-1969) (lihat Kanafani, 1983, hal. 297). Salah satu bentuk model simultan yang mirip, dengan pendekatan *abstract-mode model*, dikembangkan oleh Soliman, et.al (1990, 1991) untuk memodelkan kebutuhan transportasi barang di Kanada. Model Mathematica dirumuskan sebagai berikut.

$$T_{ijm} = K P_i^{\alpha_1} P_j^{\alpha_2} Y_i^{\alpha_3} Y_j^{\alpha_4} M_i^{\alpha_5} M_j^{\alpha_6} N_{ij}^{\alpha_7} (T_{ijb})^{\beta_1} (T_{ijmr})^{\beta_2} (C_{ijb})^{\gamma_1} (C_{ijmr})^{\gamma_2} \quad (6)$$

di mana:

- T_{ijm} : volume arus barang dari i ke j dengan moda m,
- P_i, P_j : populasi dari i dan j,
- Y_i, Y_j : gross regional product dari i dan j,
- M_i, M_j : Indeks karakteristik industri dari i dan j,
- T_{ijb} : waktu tempuh pengiriman terpendek dari i ke j,
- T_{ijm}^r : perbandingan waktu tempuh dengan moda m dengan waktu tempuh terpendek dari i ke j,
- C_{ijb} : biaya pengiriman termurah dari i ke j,
- C_{ijm}^r : perbandingan biaya pengiriman moda m dengan biaya pengiriman termurah dari i ke j,
- N_{ij} : jumlah moda yang melayani pengiriman dari i ke j,
- $K, \alpha, \beta, \text{ dan } \gamma$: parameter model.

Manfaat dari model di atas, yang merupakan model agregat serta menggunakan data agregat, terutama adalah sebagai alat untuk mengevaluasi dampak dari perubahan kebijakan terhadap sistem yang ada dan tidak terlalu mengutamakan perkiraan angka absolut dari jumlah kebutuhan transportasi barang.

Model kebutuhan transportasi barang yang dikembangkan untuk Pulau Jawa (Sjafruddin, et.al., 1999) dirumuskan dengan 2 pendekatan, yaitu model moda spesifik dan moda abstrak.

Bentuk dasar model moda spesifik adalah sebagai berikut.

$$T_{ijm} = f(X_{ik}, X_{jk}, Y_{mn}), k = 1..K, n = 1..N \quad (7)$$

di mana:

T_{ijm} : volume arus barang dari kota i ke j menggunakan moda m (ton/th),

X_{ik}, X_{jk} : variabel sosial-ekonomi kota asal i dan tujuan j,

Y_{mn} : atribut pelayanan transportasi moda m,

K : jumlah variabel social-ekonomi yang digunakan,

N : jumlah atribut pelayanan yang digunakan.

Dan bentuk dasar model moda abstrak adalah sebagai berikut.

$$T_{ijm} = f(X_{ik}, X_{jk}, Y_{mn}, Y_{bn}), k = 1..K, n = 1..N \quad (8)$$

di mana:

Y_b : atribut moda terbaik (tercepat atau termurah),

Notasi lain : sama seperti sebelumnya.

Bentuk matematis yang digunakan adalah fungsi pangkat dengan dua varian sebagai berikut.

$$T_{ijm} = \alpha_0 (X_{i1})^{\alpha_1} (X_{j1})^{\alpha_2} \dots (Y_{m1})^{\beta_1} (Y_{m2})^{\beta_2} \quad (9)$$

atau

$$T_{ijm} = \alpha_0 (X_{i1} X_{j1})^{\alpha_1} (X_{i2} X_{j2})^{\alpha_2} \dots (Y_{m1})^{\beta_1} (Y_{m2})^{\beta_2} \quad (10)$$

Berbagai kombinasi variabel dicoba dalam kalibrasi model. Variabel-variabel yang digunakan mencakup:

P : jumlah penduduk (dalam 1.000),

N : PDRB (Produk Domestik Regional Bruto, dalam milyar Rp),

I : PDRB per kapita (dalam ribuan Rp/orang),

M : PDRB sektor industri manufaktur (dalam milyar Rp),

M' : indeks industri (rasio PDRB industri terhadap PDRB total, %),

S_i, D_j : Surplus barang (*Trip production*) kota i, dan Defisit (*Trip Attraction*) kota j (ton/th),

H_{ij} : waktu perjalanan dari kota i ke j dengan moda tertentu (menit),

C_{ij} : biaya perjalanan dari kota i ke kota j dengan moda tertentu (Rp/ton)

Data untuk kalibrasi model dikompilasi sesuai dengan sistem zona yang ditetapkan. Data tersebut terdiri dari data pergerakan barang, data socio-ekonomi, serta data atribut sistem transportasi dan pelayanan moda. Sistem zona Pulau Jawa ditetapkan terdiri dari 79 zona sesuai

dengan karakteristik wilayah kabupaten/kota yang ada. Data pergerakan angkutan barang diperoleh dari hasil Survey O-D (*Origin-Destination*) Nasional 1996 yang terdiri dari data pergerakan antar kabupaten tahunan yang dalam hal terdiri dari data dengan moda jalan, pesawat, dan laut. Data pergerakan dengan kereta api pada saat dilaksanakan penelitian tidak dapat diperoleh sehingga tidak dimasukkan dalam kalibrasi model. Data yang tersedia hanya dalam jumlah total pergerakan dan tidak terklasifikasi menurut jenis komoditi, sehingga hal ini juga membatasi tingkat representasi model yang dihasilkan. Data sosio-ekonomi didapat dari data statistik kabupaten/kota tahunan, sedangkan data atribut pelayanan moda transportasi diperoleh melalui wawancara terhadap sejumlah operator transportasi yang ada.

a. Hasil Kalibrasi Model

Model dikalibrasi dengan metoda *linear least squares* untuk masing-masing moda jalan (truk), udara, laut, dan moda abstrak sesuai dengan ketersediaan data. Berbagai kombinasi variabel dicoba pada kalibrasi model dan 5 di antaranya yang terbaik untuk masing-masing moda disajikan di bawah ini. Evaluasi terhadap hasil estimasi parameter dilakukan atas dasar kriteria statistik standar (t-ratio, R^2 , nilai F) dan kemasukakalan nilai parameter.

b. Moda Jalan

Tabel 3 memperlihatkan hasil kalibrasi terbaik untuk moda jalan.

Nilai-nilai R^2 nya tidak terlalu tinggi yang kemungkinan disebabkan oleh data angkutan barang yang besar variasinya, namun hasil uji F menunjukkan bahwa hasil regresi signifikan pada tingkat 0,01.

Tabel 3
Estimasi Parameter Model untuk Moda Jalan

No	Variabel	Nilai parameter	Alternatif Model				
			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	Intercept		2,03	2,20	2,07	3,17	5,55
2	Pi Pj	(+)	1,33	1,29	1,56		
3	Ni Nj	(+)					0,83
4	Ii Ij	(+)	0,32	0,48		1,25	
5	Mi' Mj'	(+)	0,20		0,31	0,07	0,07
6	Hij	(-)	-1,85	-1,84	-1,85	-1,69	-1,80
	R^2		0,50	0,49	0,49	0,41	0,49
	F-stat		134,86	176,34	176,30	122,24	168,79

Nilai-nilai parameter menunjukkan tanda yang sesuai dengan harapan yang artinya model akan menghasilkan estimasi yang kecenderungannya masuk akal jika digunakan untuk mengevaluasi dampak dari perubahan variabel-variabel penjelasnya. Berdasarkan pertimbangan di atas, model (1) relatif lebih baik dari model-model lainnya.

c. Moda Udara

Hasil kalibrasi terbaik untuk moda udara ditunjukkan pada Tabel 4 yang nilai-nilai R^2 nya relative lebih baik dari pada moda jalan. Nilai F menunjukkan semua hasil regresi signifikan pada tingkat 0,01. Model (3) menghasilkan R^2 tertinggi, tetapi parameter untuk indeks industri (M') mendapat tanda yang tidak sesuai. Pada semua model, kecuali model (3),

parameter untuk biaya (C_{ij}) bernilai positif, sedangkan yang diharapkan negatif karena peningkatan biaya transport diperkirakan akan mengurangi volume barang yang diangkut. Situasi ini akan terjadi pada umumnya moda-moda yang berkompetisi satu sama lain. Namun, dalam hal transportasi udara situasinya bisa berbeda, di mana moda udara cenderung menjadi lebih dominan pada transportasi jarak jauh. Pasar moda udara cenderung naik dengan meningkatnya jarak tempuh hingga suatu jarak tertentu di mana tidak ada kompetisi lagi dari moda lainnya. Model (5) dapat dianggap terbaik untuk moda udara.

d. Moda Laut

Hasil kalibrasi alternatif model untuk moda laut (Tabel 5) umumnya signifikan pada tingkat 0,05, kecuali model (4) and (5). Model (1) mendapat nilai R_2 tertinggi, tetapi parameter untuk indeks industri tidak sesuai tandanya dan terdapat multikolinearitas antara H_{ij} dan C_{ij} yang menyebabkan tanda untuk parameter H_{ij} menjadi "salah". Model (2) dapat dianggap yang terbaik meskipun nilai R_2 bukan yang tertinggi.

Tabel 4
Estimasi Parameter Model untuk Moda Udara

No	Variabel	Nilai parameter	Alternatif Model				
			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	Intercept		-10,765	-14,693	-8,090	-13,635	-9,751
2	Pi	(+)				1,196	
3	Pj	(+)				1,094	
4	PiPj	(+)		0,978			
5	Ni	(+)			0,543		0,796

No	Variabel	Nilai parameter	Alternatif Model				
			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
6	Nj	(+)			0,333		0,830
7	NiNj	(+)	0,839				
8	Mi'	(+)			-0,146		
9	Mj'	(+)			0,905		
10	Mi'Mj'	(+)	-0,639				
11	Si	(+)			0,269	0,191	0,140
12	Dj	(+)			0,673)	0,603	0,559
13	SiDj	(+)	0,416	0,535			
14	Hij	(-)			2,3745		
15	Cij	(-)	1,646	2,034	-0,989	1,566	0,937
	R^2		0,692	0,688	0,732	0,716	0,717
	F-stat		7,303	10,295	3,075	6,057	6,078

Catatan: Angka pada sel berwarna adalah parameter bertanda "salah"

Alternatif model untuk moda abstrak dilakukan dengan memasukkan 3 jenis moda, yaitu jalan, udara, dan laut sesuai dengan ketersediaan data. Dengan demikian model yang dihasilkan merepresentasikan suatu kompetisi antara moda-moda tersebut mengingat atribut dari moda terbaik muncul pada model disamping atribut moda tertentu. Hasil pada Tabel 6 menunjukkan nilai R_2 yang hampir sama dan semua hasil regresi signifikan pada tingkat 0,01. Perbedaan utama adalah model (1), (2), dan (5) mendapat nilai parameter yang tidak sesuai. Model (3) oleh karena itu dianggap lebih baik dari pada yang lain.

Tabel 5
Estimasi Parameter Model untuk Moda Laut

No	Variabel	Nilai parameter	Alternatif Model				
			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	Intercept		-28,253	-11,053	-10,166	-8,444	-4,258
2	Pi	(+)				0,215	
3	Pj	(+)				0,901	
4	PiPj	(+)	1,115	0,176			
5	Ni	(+)					-0,149
6	Nj	(+)					0,371
7	NiNj	(+)			0,055		
8	Mi'	(+)				-0,889	
9	Mj'	(+)				-1,917	
10	Mi'Mj'	(+)	-1,247				
11	Si	(+)				1,216	1,188
12	Dj	(+)				0,942	0,231
13	SiDj	(+)	1,078	1,209	1,197		
14	Hij	(-)	6,890				
15	Cij	(-)	-6,590	-0,410	-0,291	-0,182	-0,056
	R ²		0,704	0,583	0,560	0,663	0,589
	F-stat		3,803	4,300	4,240	1,684	2,298

Catatan: Angka pada sel berwarna adalah parameter bertanda "salah"

Menarik untuk diperhatikan bahwa hasil kalibrasi terbaik pada Tabel 6 muncul dengan hanya satu atribut moda, yaitu biaya perjalanan (Cij). Atribut moda yang lain, waktu perjalanan (Tij), tidak dapat muncul pada saat yang sama tanpa mengurangi kinerja model, baik berupa penurunan nilai R² atau menyebabkan tanda parameter menjadi "salah".

Tabel 6
Estimasi Parameter Model untuk Moda Abstrak

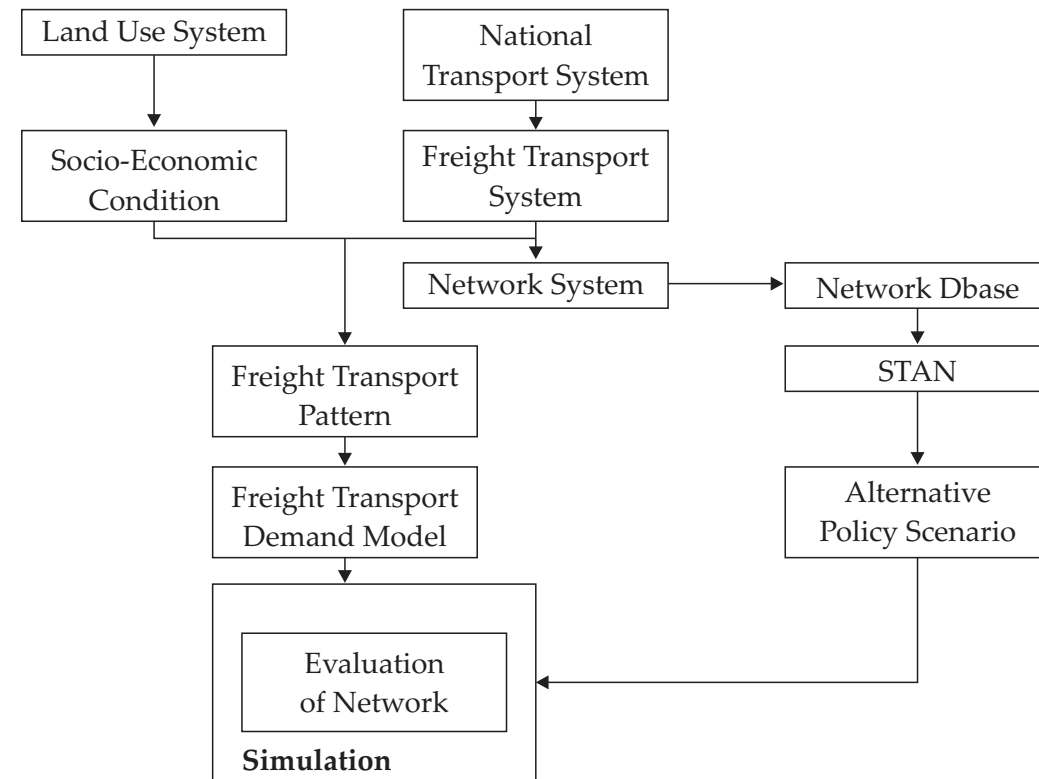
No	Variabel	Nilai parameter	Alternatif Model				
			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	Intercept		1,522	-0,664	0,682	3,816	4,730
2	Pi	(+)	1,992	3,337	1,201		
3	Pj	(+)	0,727	0,110	1,089		
4	Ni	(+)		-1,345		0,650	0,713
5	Nj	(+)		0,617		0,661	0,690
6	Ii	(+)	-1,345				
7	Ij	(+)	0,617				
8	Mi'	(+)					-0,601
9	Mj'	(+)					-0,323
10	Cij	(-)	-2,411	-2,411	-2,420	-2,413	-2,422
11	Cijb	(+)	0,343	0,343	0,299	0,257	0,284
	R ²		0,791	0,791	0,787	0,784	0,786
	F-stat		38,532	38,532	58,224	57,222	37,247

Catatan: Angka pada sel berwarna adalah parameter bertanda "salah"

Secara prinsip model akan lebih berguna untuk meramalkan dampak dari perubahan kebijakan jika lebih dari satu atribut moda dimasukkan dalam model. Situasi ini terutama akibat adanya multikolinearitas antara biaya dan waktu perjalanan. Kemungkinan penyebab lain adalah keterbatasan data angkutan barang yang tidak terklasifikasi menurut jenis komoditi. Kategori komoditi sangat esensial untuk mengembangkan model transportasi multimoda mengingat kompetisi antar moda sangat tergantung pada jenis komoditi yang diangkut. Oleh karena itu model-model tersebut perlu dikembangkan lebih lanjut jika data angkutan per komoditi dapat diperoleh.

4.2.3 Kajian Kebijakan Jaringan Transportasi Multimoda untuk Transportasi Barang Antar Pulau di Indonesia

Penelitian ini (Sjafruddin, et.al., 2010) mengkaji pengembangan metodologi untuk mengevaluasi sistem jaringan transportasi optimum dalam konteks *generalized transport cost*.



Gambar 2. Kerangka Umum Penelitian

Model dikembangkan agar kondisi jaringan dan jumlah kebutuhan saling terkait satu sama lain. Suatu sistem multimoda dan model biaya dikembangkan sesuai dengan kondisi dan karakteristik pelayanan multimoda agar memungkinkan digunakan untuk mengevaluasi

perubahan kebijakan yang terkait dengan jaringan transportasi. Kerangka penelitian secara garis besar disajikan npada Gambar 2. Perangkat lunak STAN (*Strategic Transportation ANalysis*, INRO Consultants, 1997, Guelat, et.al., 1990) yang memiliki kemampuan analisis jaringan multimoda secara komprehensif digunakan dalam penelitian ini.

a. Model Kebutuhan (Demand)

Model kebutuhan angkutan barang antar pulau dalam studi ini adalah suatu model ekonometrika yang dikalibrasi dengan asumsi dasar bahwa jumlah pergerakan komoditi antara sepasang zona adalah fungsi karakteristik sosio-ekonomi dari zona-zona tersebut. Bentuk umum yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$\text{Alternatif 1: } T_{ijk} = \alpha(X_i \cdot X_j)^\beta (Y_i \cdot Y_j)^\gamma \quad (11)$$

$$\text{Alternatif 2: } T_{ijk} = \alpha(X_i \cdot X_j)^\beta \quad (12)$$

$$\text{Alternatif 3: } T_{ijk} = \alpha(Y_i \cdot Y_j)^\gamma \quad (13)$$

di mana :

T_{ijk} : volume komoditi k diprouksi di zona i dan diangkut ke zona j (ton/th),

X_i, X_j : jumlah penduduk di zona i dan zona j (dalam 1,000),

Y_i, Y_j : PDRB total atau PDRB sektor industri dari zona i dan zona (milyar Rp), dan

α, β, γ : parameter model.

Data pergerakan komoditi antar pulau didapat dari suatu hasil studi transportasi laut domestic (JICA, 2003). Studi ini mengklasifikasi komoditi atas 13 jenis (*Petroleum, CPO, Other Liquid, Coal, Other Mines, Rice, Agri Grains, Fertilizer, Cement, Other Grains, Fresh Products, Forestry Products, and Others (General Cargo)*) dengan 4 cara pengangkutan, yaitu *container, break bulk, dry bulk, dan liquid bulk*. Hasil studi memberikan estimasi asal-tujuan (O-D) tahunan angkutan barang antar pulau berdasarkan masing-masing pelabuhan.

Model kebutuhan yang dibuat pada penelitian ini mencakup model untuk 5 jenis komoditi, yaitu *CPO+Other Liquid, Rice+Agri Grains, Other Grains+Fresh Product, Forestry Product, dan Others (General Cargo)*. Pemilihan atas 5 komoditi ini didasarkan atas pertimbangan bahwa jenis-jenis komoditi ini adalah jenis yang tersebar luas dan berkaitan dengan konsumsi masyarakat umum serta dapat dilayani oleh umumnya pelabuhan umum di Indonesia. Jenis komoditi lainnya (*petroleum, coal, other mines, fertilizer, and cement*) tidak dimodelkan mengingat komoditi-komoditi ini terkait dengan lokasi dan industri tertentu dan umumnya dilayani oleh pelabuhan khusus. Matriks O-D dibuat atas dasar data tersebut dan didisagregasi terhadap 42 zona yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Tiap zona merupakan suatu hinterland pelabuhan yang mencakup satu atau lebih area kabupaten. Matriks O-D menurut masing-masing komoditi kemudian digunakan untuk mengkalibrasi model kebutuhan transportasi barang antar pulau.

Sejumlah kombinasi model diuji, dan berdasarkan uji statistika serta kemasukakalan nilai parameter dipilih model terbaik untuk masing-masing komoditi (Tabel 7). Model kebutuhan ini digunakan untuk mengestimasi transportasi barang antar pulau untuk tahun dasar analisis 2006 dan tahun-tahun selanjutnya.

Tabel 7
Model Kebutuhan Transportasi Barang Antar Pulau Menurut Jenis Komoditi

No	Komoditi	Model	R ²	Variabel
1	CPO + other liquid	$T_{ij} = 0,01 \times 10^{-3} (X_i X_j)^{0,51} (Y_i Y_j)^{0,69}$	0,66	Populasi, PDRB Industri
2	Rice + Agri Grains	$T_{ij} = 0,10 \times 10^{-3} (X_i X_j)^{0,45} (Y_i Y_j)^{0,74}$	0,46	Populasi, PDRB Industri
3	Other Grains + Fresh Product	$T_{ij} = 2,40 \times 10^{-3} (X_i X_j)^{0,15} (Y_i Y_j)^{0,63}$	0,64	Populasi, PDRB Industri
4	Forestry Product	$T_{ij} = 0,123 (X_i X_j)^{0,45} (Y_i Y_j)^{0,30}$	0,58	Populasi, PDRB Industri
5	Others (General Cargo)	$T_{ij} = 1,106 (X_i X_j)^{0,28} (Y_i Y_j)^{0,38}$	0,60	Populasi, PDRB Industri

b. Network Model, Cost Function, Assignment Procedure

Model jaringan dibentuk dengan pendekatan sebagai berikut. Komponen dasar dari model jaringan merepresentasikan infrastruktur dan pelayanan yang menjadi pembentuk sistem *supply*, moda angkutan yang merepresentasikan kondisi bagaimana kegiatan dilaksanakan, simpul (*node*) dan ruas (*link*) yang merepresentasikan struktur ruang dari sistem transportasi, dan transfer yang menunjukkan karakteristik operasional dari perpindahan antar moda. Sedangkan kebutuhan

(demand) diidentifikasi sebagai produk atau kelompok produk, jumlah produksi dan konsumsi per satuan wilayah analisis, dan jumlah pergerakan kebutuhan atas komoditi tertentu dari satu tempat ke tempat lain.

Elemen-elemen jaringan yang disimulasi sesuai dengan prosedur STAN. Setiap elemen jaringan dirinci dengan atribut tertentu, serta dengan hirarki tertentu, yang menentukan bagaimana elemen-elemen tersebut berinteraksi satu sama lain.

Model optimisasi jaringan yang digunakan untuk simulasi dalam STAN adalah pembebanan multimoda multiproduk non-linear yang meminimasi *total generalized system cost* dari pengangkutan seluruh produk dari asal ke tujuan melalui moda-moda yang memungkinkan dengan tetap memperhatikan keseimbangan jumlah arus dan kendala non-negatif. Kendala kapasitas pada moda-moda yang ada diperhitungkan dengan fungsi volume/tundaan dan suatu pinalti.

Total cost dari arus pada busur a , $a \in A$ (suatu set busur), untuk produk p , $p \in P$ (set seluruh produk), adalah hasil perkalian $(s_a^p(v) \cdot v_a^p)$, dan *total cost* dari arus pada transfer t , $t \in T$ (set transfer), adalah $(s_t^p(v) \cdot v_t^p)$. Kemudian akan diperoleh persamaan sebagai berikut.

$$s_a(v) = \sum_{p \in P} s_a^p(v) v_a^p \quad (14)$$

dan

$$s_t(v) = \sum_{p \in P} s_t^p(v) v_t^p \quad (15)$$

Fungsi *link (transfer)* berkaitan dengan tiap produk dan pada tiap *link (transfer)*, yang mana:

- $s_a(v)$: *total cost of the flow on the link,*
- $s_t(v)$: *total cost of the flow on the transfer point,*
- $s_a^p(v)$: *unit cost of product p on the link,*
- $s_t^p(v)$: *unit cost of product p on the transfer point,*
- v_a^p, v_t^p : *the flow of product p on the link, or on the transfer point.*

Total generalized system cost, yaitu total biaya dari arus dari semua produk pada jaringan multimoda adalah fungsi F sebagai berikut.

$$F = \sum_{p \in P} \sum_{a \in A} s_a^p v_a^p + \sum_{t \in T} s_t^p v_t^p \quad (16)$$

Model pembebanan (*assignment*) pada jaringan dari arus multimoda-multiproduk dilakukan dengan meminimasi *total generalized system cost* sebagaimana dituliskan pada persamaan (16).

Pada penelitian ini *unit generalized cost* dinyatakan sebagai fungsi dari *unit link cost*, *unit transfer cost*, dan *travel time value of commodity*, yang dituliskan sebagai berikut.

$$C_p = \alpha_{lp} + \alpha_{tp} + \beta_p (t_l + t_t) \quad (17)$$

di mana:

- C_p : *unit generalized cost (Rp/ton)*
- α_{lp} : *unit link cost (Rp/ton)*
- α_{tp} : *unit transfer cost (Rp/ton)*
- α_p : *value of time of product p (Rp/jam/ton)*

β_l : *travel time at link* (jam)

t_t : *transfer time at node* (jam)

Dengan asumsi bahwa suatu *node* atau *transfer point* dapat direpresentasikan sebagai suatu link (atau *transfer link*), *cost function* pada suatu transfer link dapat dituliskan sebagai berikut.

$$c_{ap} = \alpha_p l_a + \beta_p t_a \quad (18)$$

di mana:

c_{ap} : *generalized cost* (Rp/ton) at link a

α_p : *fare* (Rp/ton/km) at a transfer link

β_p : *value of time* (Rp/ton/jam)

t_a : *travel time at link* (jam)

l_a : *length of link a* (km), $l_a = 1$ for transfer link

Parameter-parameter model untuk fungsi biaya serta nilai waktu di ruas dan titik transfer menggunakan parameter yang dikembangkan Frazila (2005).

c. Evaluasi Kebijakan

Simulasi dilakukan untuk menguji efek dari beberapa skenario kebijakan strategis terhadap biaya transportasi total (tahun dasar 2006 dipilih sebagai waktu simulasi). Fokusnya adalah pergerakan komoditi antar pulau yang menggunakan pelabuhan sebagai titik-titik transfer. Jaringan jalan dan rel menjadi bagian dari jaringan multimoda yang dalam hal ini dimasukkan sebagai jalur akses ke pelabuhan.

Skenario kebijakan pengembangan jaringan transportasi yang dikaji terdiri dari 3 sub-sistem jaringan, yaitu 1) jaringan intra Pulau Jawa, 2) jaringan intra Pulau Sumatra, dan 3) jaringan antar pulau Indonesia.

Skenario pengembangan di Pulau Jawa adalah sebagai berikut :

A1. Existing condition, di mana kondisi jaringan jalan lebih baik dari pulau-pulau lainnya. Jaringan rel menghubungkan hampir semua kota-kota penting, meskipun sebagian ruas relative rendah kualitas pelayanannya.

A2. Trans Java Toll Roads Development, yang menghubungkan semua semua kota provinsi dan meningkatkan kapasitas jaringan jalan, terutama di koridor pantai utara. Jaringan jalan tol ini terdiri dari ruas-ruas yang ada plus 6 ruas baru (Cikampek-Semarang, Semarang-Demak, Demak-Solo, Solo-Surabaya, Surabaya-Malang, Gempol-Banyuwangi).

A3. Java Railway Development, merupakan suatu peningkatan kapasitas dengan membangun rel ganda di seluruh lintas, termasuk akses ke pelabuhan, dan peningkatan pelayanan untuk memenuhi kebutuhan.

Skenario pengembangan di Pulau Sumatra adalah sebagai berikut :

B1. Existing condition, di mana jaringan jalan menjadi jaringan antar kota yg utama. Jaringan rel hanya ada di 3 kawasan yang tidak terhubung satu sama lain.

B2. Improvement of Trans Sumatera Highway Network, untuk meningkatkan kapasitas jaringan terutama pada lintas barat, tengah,

dan timur.

B3. Development of A Fully-connected Trans Sumatera Railways, terdiri dari peningkatan rel yang ada dan pembangunan baru untuk menghubungkan semua provinsi di Sumatra, serta peningkatan pelayanan. Pengembangan ini memerlukan penambahan sekitar 13 ruas rel baru.

Skenario pengembangan jaringan antar pulau adalah sebagai berikut:

C1. Existing condition.

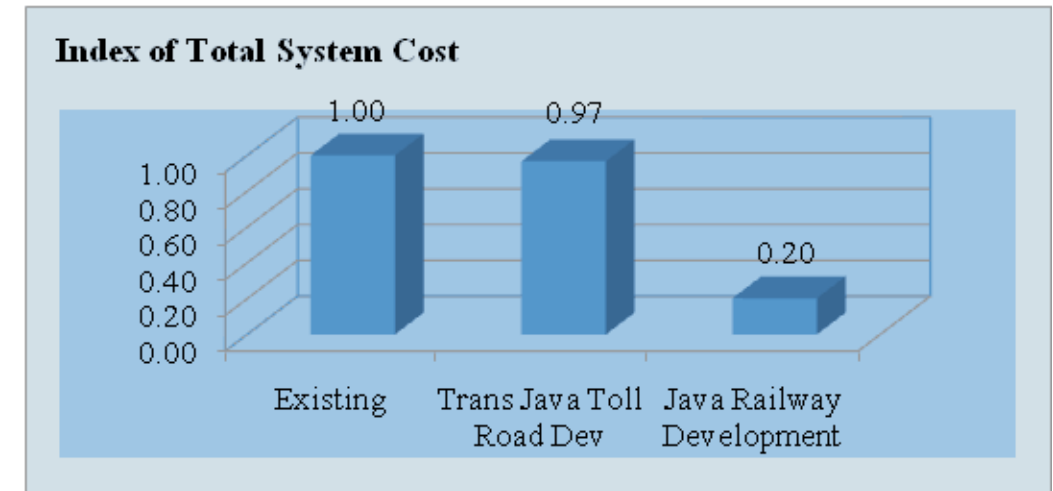
C2. Implementation of Hub-Spoke Ports with 15 hubs (Figure 5), yaitu Medan, Batam, Palembang, Padang, Bengkulu, Jakarta, Surabaya, Cilacap, Pontianak, Banjarmasin, Balikpapan, Bitung, Makassar, Ambon, and Sorong. Hal ini untuk merepresentasikan penataan hirarki pelabuhan, di mana pelabuhan lainnya sebagai *feeder*.

C3. Implementation of Hub-Spoke Ports with 9 hubs, hanya sebagian dari C2 yang diimplementasi, yaitu Medan, Batam, Palembang, Jakarta, Surabaya, Banjarmasin, Makassar, Ambon, and Sorong.

C4. Development of Trans Java Toll Roads seperti pada A2.

C5. Development of A Fully Connected Trans Sumatera Railways seperti pada B3.

Simulasi dilakukan untuk menentukan kondisi optimum dari masing-masing scenario berdasarkan *total generalized system cost*. Hasilnya disajikan pada Gambar 3 – Gambar 5.

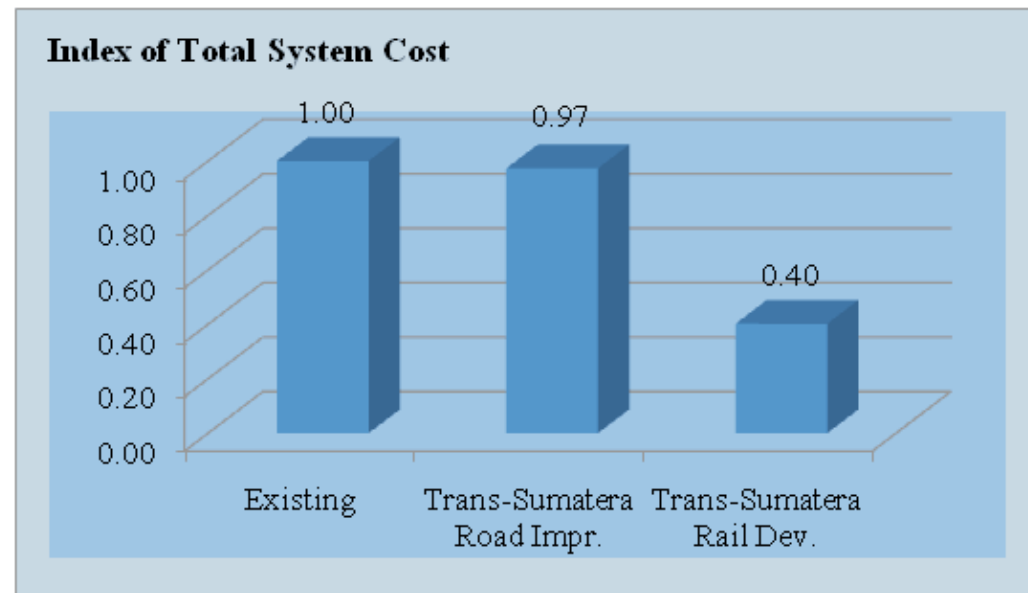


Gambar 3 Intra-Java, Biaya Sistem Transportasi Optimum Menurut Skenario Kebijakan

Gambar 3 menunjukkan bahwa pembangunan rel ganda di Jawa secara signifikan mengurangi biaya sistem yang pengaruhnya jauh lebih besar dari pembangunan *Trans Java Toll Roads*. Hal ini terkait dengan operasi rel yang lebih efisien. Saat rel ganda tersedia, mayoritas *bottlenecks* pada jalur darat dan akses ke pelabuhan teratasi, serta bagian yang cukup besar dari angkutan jalan yang ada beralih ke rel. Manfaat penggunaan rel juga meningkat dengan kenaikan jarak angkut. Dampak dari *Trans Java Toll Roads* tidak sebesar skenario jaringan rel ganda.

Pada Gambar 4 skenario *Trans Sumatera Railway development* secara signifikan menurunkan biaya total sistem dari transportasi intra pulau. Sama seperti di Jawa, penurunan biaya terkait dengan operasi rel yang lebih efisien. Disamping itu, sebagian dari angkutan jalan yang ada beralih ke rel, khususnya untuk angkutan jarak jauh. Perbaikan sistem

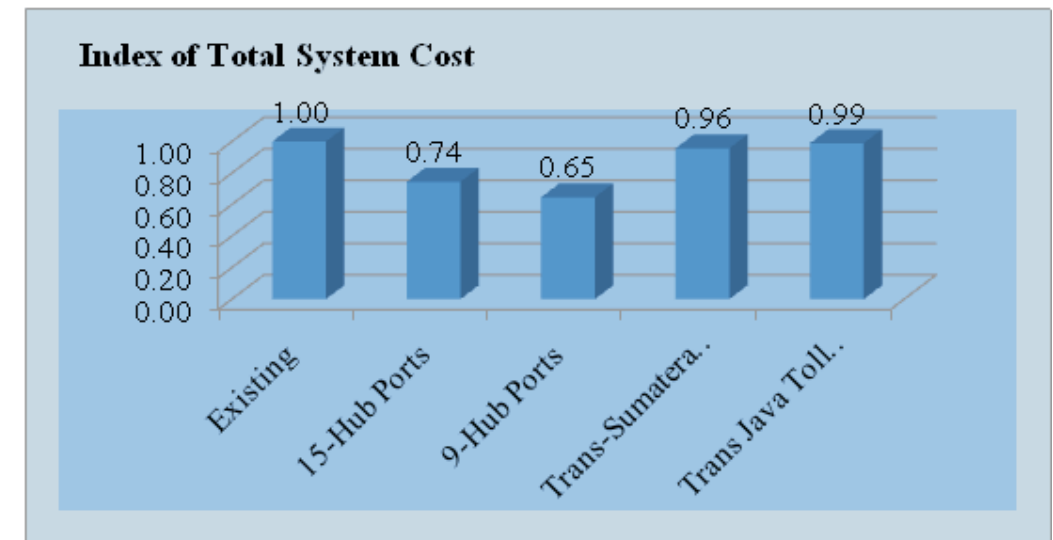
juga terjadi pada transfer antar moda mengingat simulasi jaringan rel juga termasuk menyediakan akses langsung ke pelabuhan antar pulau dari pusat-pusat produksi di Sumatra.



Gambar 4 Intra-Sumatera, Biaya Sistem Transportasi Optimum Menurut Skenario Kebijakan

Kinerja jaringan antar pulau meningkat akibat penataan sistem *hub-spoke* pelabuhan yang lebih baik. Penerapan 9-hub seperti terlihat pada Gambar 5 menghasilkan biaya total sistem yang lebih rendah dipandang sistem 15-hub, yang mengindikasikan bahwa lebih banyak hub belum tentu memberikan sistem pelabuhan antar pulau yang lebih efisien. Perbaikan sistem *hub-spoke* pelabuhan juga merepresentasikan peningkatan sistem hirarki pelabuhan yang menyebabkan peningkatan efisiensi jaringan transportasi antar pulau akibat perbaikan transfer

intermoda maupun antar moda di pelabuhan. Skenario ini juga mengurangi ruas-ruas langsung yang tidak efisien dan menyebabkan peningkatan skala ekonomi baik pada ruas-ruas utama maupun *feeder*.



Gambar 5 Inter-island Indonesia, Biaya Sistem Transportasi Optimum Menurut Skenario Kebijakan

Peningkatan jaringan transportasi darat yang disimulasi, baik *Trans Java Toll Roads* maupun *Trans Sumatera Railways Development*, juga turut mendukung peningkatan kinerja jaringan antar pulau karena menyediakan akses yang lebih baik ke pelabuhan.

5. PETA JALAN MENUJU SISTEM TRANSPORTASI BERKELANJUTAN

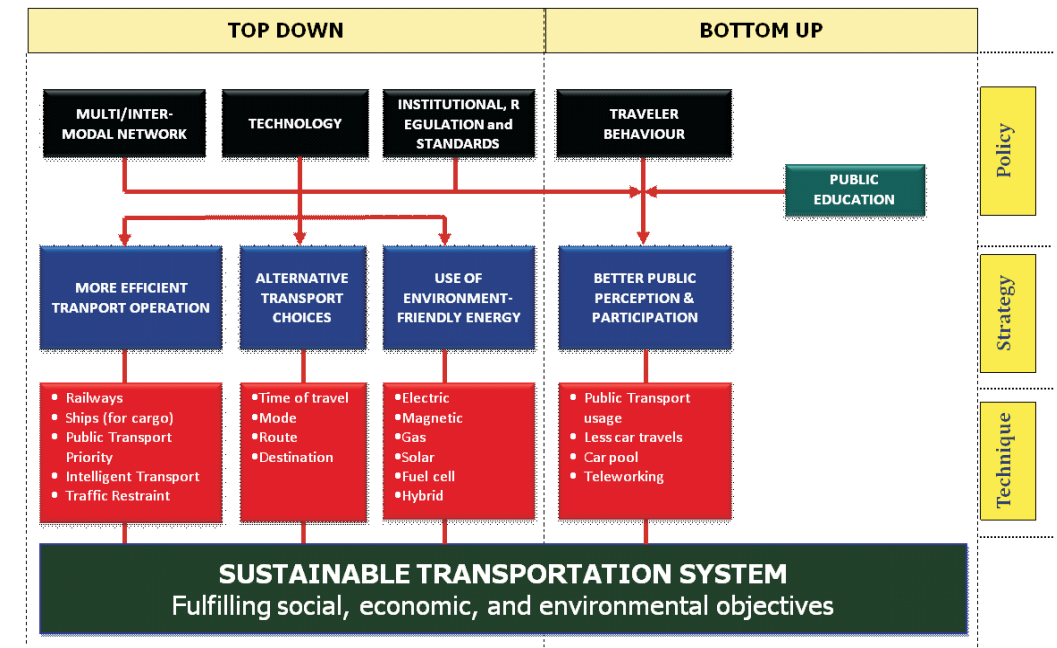
Pembangunan infrastruktur transportasi berkelanjutan merupakan

upaya yang komprehensif dari berbagai dimensi sektoral, wilayah, keterlibatan para aktor, dan substansinya. Gambar 6 memperlihatkan suatu usulan langkah-langkah strategis menuju penataan sistem transportasi yang berkelanjutan. Pembangunan infrastruktur transportasi merupakan bagian integral dalam setiap elemen perwujudan langkah-langkah yang diperlukan tersebut, karena hal ini akan sangat menentukan efisiensi dan efektivitas pemanfaatan sistem yang ada. Penataan yang menyangkut aspek sistem jaringan, teknologi, regulasi, dan perilaku pengguna perlu diberi prioritas. Strategi implementasi perlu dirumuskan untuk mencapai kondisi yang lebih berkelanjutan dalam hal operasional, ketersediaan sistem yang lebih ramah lingkungan, serta penggunaan sumber daya. Pendidikan bagi publik perlu digalakkan untuk meningkatkan partisipasi publik ke arah yang diinginkan.

Wilayah Indonesia yang relatif berkembang cepat dibanding negara maju, terutama dalam hal pertumbuhan populasi, urbanisasi, dan ekonomi yang memicu pertumbuhan kebutuhan aktivitas sosial ekonomi, tidak mempunyai pilihan lain dalam memandang masa depannya, kecuali segera merespons tuntutan global mengenai keberlanjutan wilayah yang layak hidup. Sejumlah kebijakan dasar harus dirumuskan agar arah yang diambil dapat secara tepat dan efektif menjawab permasalahan. Beberapa hal pokok diuraikan di bawah ini.

Masalah kesiapan kelembagaan dan regulasi merupakan salah satu isu sentral. Bagaimana kelembagaan terkait merespons tanggung jawab

global – permasalahan lingkungan yang muncul tak mengenal batas – namun secara tepat menerapkannya sesuai dengan permasalahan lokal. Partisipasi dari semua pemangku kepentingan (*stakeholders*) – Pemerintah, lembaga penelitian dan akademisi, lembaga swada masyarakat, penegak hukum, masyarakat, profesional dan praktisi – perlu ditingkatkan dalam proses penentuan kebijakan.



Gambar 6 Suatu Peta Jalan Menuju Sistem Transportasi Berkelanjutan (Sumber: Sjafruddin, 2011)

Dalam konteks otonomi daerah, peran Pemerintah Daerah perlu diberdayakan sehingga aspirasi daerah dapat lebih disuarakan. Peran kelembagaan ini akan memberikan fokus pada instrumen-instrumen kebijakan yang diterapkan. Sebagai contoh, penerapan “instrumen

teknologi” untuk memilih teknologi dalam mengurangi dampak lingkungan, “instrumen ekonomi” berupa kebijakan tarif untuk membuat masyarakat sadar akan ongkos yang harus ditanggung (biaya langsung maupun biaya dampaknya), dan “instrumen perencanaan” transportasi dan pengembangan wilayah yang mengarahkan pada pengurangan ketergantungan pada mobil pribadi.

Berkaitan dengan aspek regulasi, yang perlu mendapat perhatian adalah baik yang menyangkut tahap perencanaan dan pembangunan infrastruktur maupun sistem operasinya. Perencanaan yang parsial dan terfragmentasi secara sektoral harus dihilangkan. Standar perencanaan dan desain perlu dikembangkan dan disesuaikan dengan tuntutan masa depan atas *green infrastructures*. Misalnya, penetapan baku mutu lingkungan perlu diikuti dengan pembuatan peraturan-peraturan yang mendukung dan penegakan hukum yang konsisten, baik pada level pusat maupun daerah.

Kesiapan sosial budaya juga memerlukan perhatian. Penyesuaian kebijakan dan langkah-langkah pendekatan yang diambil dengan permasalahan dan kebutuhan lokal menjadi sangat penting. Dalam konteks kebutuhan transportasi, permasalahannya adalah bagaimana mengendalikan ketergantungan pada mobil pribadi dan pengendalian kebutuhan, dan ini memerlukan perubahan sikap dan persepsi masyarakat. Dalam hal transportasi barang, di Pulau Jawa misalnya, ketergantungan terhadap jalan begitu besar yang *notabene* bukan pilihan

yang efisien, sedangkan transportasi rel yang kinerjanya lebih baik kurang berkembang. Peningkatan kebutuhan tidak sepenuhnya harus diikuti oleh penyediaan, melainkan perlu dicari keseimbangan yang harmonis antara kebutuhan dan penyediaan. Sesuai dengan prinsip dasar bahwa transportasi adalah kebutuhan ikutan (*derived demand*), maka yang penting orang dan barang, bukan kendaraan, yang berpindah dengan kualitas pelayanan yang memadai. Edukasi publik menjadi bagian yang tak terpisahkan dalam upaya menciptakan perilaku bertransportasi yang berkelanjutan. Dalam implementasinya program edukasi publik perlu terintegrasi dengan program peningkatan kelembagaan dan regulasi yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan.

Setiap langkah yang akan dilakukan menuntut adanya suatu perencanaan terpadu. Keterpaduan suatu sistem transportasi paling tidak ditinjau dari sisi-sisi kebijakan, rencana dan program, pendanaan, dan pelayanan. Keterpaduan sistem tersebut diarahkan agar meningkatkan kemudahan penggunaan oleh masyarakat, meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, meningkatkan interaksi antar kawasan, meningkatkan partisipasi masyarakat, termasuk peran swasta, dan menurunkan pencemaran lingkungan dan tingkat kecelakaan. Semua pihak terkait perlu melakukan koordinasi yang efektif untuk mencapai hal ini. Penyusunan rencana, program, dan kegiatan dilaksanakan sesuai tanggung jawab institusi yang bersangkutan. Dalam hal pendanaan, baik yang menyangkut sumber-sumber pembiayaan dan alokasinya untuk

setiap program disusun secara transparan dan akuntabel pada seluruh proses.

Yang juga perlu mendapat perhatian adalah bahwa langkah-langkah yang dibahas di atas perlu didukung dengan riset pada berbagai bidang yang terkait. Penerapan hasil-hasil riset yang dikembangkan di negara lain dapat dilakukan sepanjang sesuai dengan kondisi dan situasi setempat. Berbagai disiplin ilmu terkait dituntut untuk memberikan kontribusi positif dalam kerangka kerja yang saling melengkapi. Dalam konteks ini, setiap lembaga riset, perguruan tinggi, dan industri memiliki tanggung jawab bersama untuk mampu menjawab berbagai tantangan tersebut secara sistematis dan berkelanjutan.

6. PENUTUP

Dari pembahasan di atas dapat diberikan beberapa catatan berikut:

- Kebijakan dalam menangani permasalahan transportasi wilayah perlu didekati baik dari sisi penyediaan (*supply*) maupun dari sisi kebutuhan (*demand*) secara komprehensif. Tidak ada “obat mujarab” yang dengan satu tindakan tertentu akan bisa menyelesaikan semua persoalan transportasi, melainkan perlu tindakan-tindakan yang terpadu dan berkelanjutan.
- Isu-isu mengenai pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*) dan khususnya transportasi berkelanjutan (*sustainable*

transportation) telah menjadi isu global yang setiap negara dituntut menunjukkan tanggung jawabnya sesuai dengan permasalahan dan kebutuhan lokal. Indonesia sebagai bagian dari komunitas global perlu secara pro-aktif menunjukkan respons terhadap tantangan-tantangan keberlanjutan yang dihadapi.

- Langkah-langkah antisipasi perlu diwujudkan dengan persiapan yang diperlukan dalam hal kelembagaan, regulasi dan penegakan hukum, serta peningkatan persepsi dan partisipasi publik yang semuanya disusun melalui suatu kerangka perencanaan yang terpadu.
- Pengembangan rencana makro sistem jaringan dan kebijakan pilihan teknologi adalah bagian yang tak terpisahkan untuk menciptakan sistem transportasi wilayah yang optimum yang dalam hal ini juga perlu didukung dengan program penelitian yang komprehensif serta mempertimbangkan seluruh aspek yang terkait. Penelitian untuk mendukung pengembangan sistem transportasi wilayah berkelanjutan merupakan kegiatan yang bersifat berulang untuk mempertahankan validitas hasil-hasilnya sesuai dengan dengan perkembangan sistem dan kondisi sosio-ekonomi wilayah terkait dan dengan memperhatikan perioda ulang perencanaannya.

7. UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah rabbil 'aalamiin, segala puji dan syukur bagi Allah SWT, yang atas rakhmat dan berkah-Nya penulis dapat menyelesaikan naskah ini.

Terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada Pimpinan dan anggota Majelis Guru Besar ITB yang telah memberi kesempatan untuk menyampaikan pidato atas isi naskah ilmiah ini di muka publik. Terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya juga penulis haturkan kepada Pimpinan ITB yang telah mendukung dan membantu proses pengusulan penulis menjadi Guru Besar ITB serta kepada Pimpinan Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Prof. Ir. Suprihanto Notodarmojo, Ph.D., Dr. Ir. Puti Farida M., Dr. Ir. Saptahari M. Soegiri P., Dr. Ir. Dwina Roosmini, MS, Ir. R. Muslinang Moestopo, MSEM, Ph.D., dan Ir. Krisnaldi Idris, Ph.D.

Ucapan terima kasih secara khusus ditujukan kepada para Guru Besar yang telah memberikan rekomendasi dan dorongan dalam pengusulan penulis menjadi Guru Besar, yaitu Prof. Dr. Ir. Enri Damanhuri, Prof. Dr. Ir. Bambang Sugeng, Prof. Ir. R. Bambang Boediono, ME, Ph.D., Prof. Ir. Ofyar Z. Tamin, M.Sc., Ph.D., dan Prof. Dr. Techn. Ir. Danang Parikesit, M.Sc. (UGM).

Kepada rekan-rekan dosen Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan ITB, terutama Program Studi Teknik Sipil dan KK Rekayasa Transportasi, penulis sampaikan terima kasih atas dukungan dan kerjasamanya selama

ini, dan khususnya kepada rekan-rekan yang sering melaksanakan kegiatan penelitian bersama dalam lingkup keilmuan Perencanaan dan Pemodelan Transportasi, yaitu Prof. Ir. Ofyar Z. Tamin, M.Sc., Ph.D., Ir. Harun Al-Rasyid S. Lubis, M.Sc., Ph.D., Ir. Russ Bona Frazila, MT, Ph.D., dan lain-lain. Penulis juga menghaturkan terima kasih kepada para mahasiswa S1, S2, dan S3 serta para karyawan di Lab Rekayasa Jalan dan Lalu Lintas, yang namanya tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, atas bantuan dan kerja sama yang diberikan selama penulis melaksanakan berbagai kegiatan akademik di ITB. Tak lupa penuliskan haturkan terima kasih dan penghargaan kepada rekan-rekan peneliti yang aktif di Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi (FSTPT) yang secara bersama-sama telah berusaha meningkatkan atmosfer penelitian yang baik di Indonesia, khususnya di bidang Transportasi. Terima kasih dan penghargaan juga penulis tujukan kepada berbagai pihak baik di lingkungan ITB maupun di instansi-instansi lain, yang namanya tidak dapat disebutkan satu per satu, atas berbagai dukungan dan kerja sama yang diberikan selama ini.

Terima kasih yang tak terhingga penulis haturkan kepada almarhum ayah, Rachmat Sukamihardja, S.H, dan ibu, Emmy Suheimi, yang telah mencurahkan kasih sayang, tenaga, dan perhatiannya bagi kemajuan pendidikan putra-putrinya. **Naskah dan pidato ilmiah ini penulis persembahkan untuk ayah dan ibu tercinta.**

Terima kasih khusus penulis haturkan kepada istri, Sri Siswanti

Agustina, dan kedua anak kami, Azis Hakim Sjafruddin dan Asri Nurani Sjafruddin, yang tanpa lelah telah mencurahkan dukungan, motivasi, dan kasih sayang kepada penulis untuk terus berkarya. Kepada kakak dan adik serta segenap kerabat penulis haturkan terima kasih dan hormat yang sedalam-dalamnya atas segala dukungan dan dorongan semangat yang diberikan untuk terus maju dalam pendidikan dan karir selama ini.

DAFTAR PUSTAKA

- ADB (2011). Asian Development Outlook 2011, South-South Economic Links
- Bates, D.M., Watts, D.G. (1988). Nonlinear Regression Analysis and Its Application. John Wiley & Sons, New York
- Crow, RT, Young, K.H., Cooley, T. (1973). Alternative Demand Functions for "Abstract" Transportation Modes. Transportation Research, Vol. 7, pp. 335-354
- Crainic, T.G., Florian, M., Guelat, J., Spess, H. (1990). Strategic Planning of Freight Transportation: STAN, An Interactive Graphic System. Transportation Research Record, 1283, 97-124.
- Departemen Perhubungan and Departemen Pekerjaan Umum (1986). Report on the 1982 Survey of Interurban Road Traffic Origins and Destinations in Indonesia. Vol. 1
- Departemen Perhubungan Republik Indonesia (1988). Survey Asal-Tujuan Transportasi Nasional (SALTRANNAS), Laporan Akhir, Buku III-1 dan III-2

- Elangovan, T., Crouch, F.O. (1989). Towards Simplified Transport Planning Techniques for Cities in Developing Countries. Proceeding of Seminar M, PTRC 17th Summer Annual Meeting, pp. 11-25
- Frazila, R.B. (2005). Optimization of Freight Transportation Network, Ph.D. Dissertation, Hiroshima University, Japan.
- Guelat, J., Florian, M., Crainic, T.G. (1990). A Multimode Multiproduct Network Assignment Model for Strategic Planning of Freight Flows. Transportation Science, 24 (1), 25-39.
- INRO Consultants Inc. (1997). STAN User's Manual Software Release 5, Montreal.
- JICA (2003) STRAMINDO (Study on the development of domestic sea transportation and maritime industry in the Republic of Indonesia), Final Report.
- Kanafani, A. (1983). Transportation Demand Analysis. Mc-Graw-Hill, New York
- Keputusan Menteri Perhubungan No.15/2010 tentang Cetak Biru Transportasi Antarmoda/Multimoda Tahun 2010-2030
- Kraft, G. and Wohl, M. (1967). New Directions for Passenger Demand Analysis and Forecasting. Transportation Research, Vol. I, pp. 205-230
- Kraft, G. et.al. (1971). The Role of Transportation in Regional Economic Development. Lexington Book, London
- Lewis, S, P. Cook, M. Minc (1990). Comprehensive Transportation Models: Past, Present and Future. Transportation Quarterly, Vol. IV/2, April, pp. 297-316
- Lubis HAS., Isnaeni M., Sjafruddin A, Dharmowijoyo (2005). Multimodal Transport in Indonesia, Recent Profile and Strategy Development,

Proceeding EASTS Conference, Bangkok

Mayberry, JP (1970). Structural Requirements for Abstract-Mode Models of Passenger Transportation. In Quandt, RE (ed). *The Demand for Travel: Theory and Measurement*. Heath Lexington Books, pp. 103-125

McLynn, JM and T. Woronka (1969). *Passenger Demand and Modal Split Models*. Arthur Young and Company, Bethesda

Monsod, S.C. (1966). A Cross-sectional Model of the Demand for Rail Passenger Service in the Northeast Corridor. *Studies in Travel Demand, Mathematica*, Vol. II, 157-178

Monsod, S.C. (1969). Relative Shares Model. *Studies in Travel Demand, Mathematica*, Vol. V, pp. 66-87

Newman, P., Kenworthy, J. (1999). *Sustainability and Cities Overcoming Automobile Dependence*, Island Press

Perpres No.26/2012 tentang Cetak Biru Pengembangan Sistem Logistik Nasional

Perpres No.32/2011 tentang Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI) 2011-2025

PricewaterhouseCoopers (2009), *Transportation & Logistics 2030*

Quandt, R.E., Baumol, W.J. (1966). The Demand for Abstract Transport Modes: Theory and Measurement. *Journal of Regional Science*, Vol.6, pp. 13-26

Quandt, R.E., Baumol, W.J. (1969). The Demand for Abstract Transport Modes: Some Hopes. *Journal of Regional Science*, Vol. 9/1, pp. 159-162

Sjafruddin, A. (1992). *Intercity Transport in Indonesia, Passenger Travel Demand Modelling*, Report No. 67, Institute of Roads, Transport and Town Planning, Technical University of Denmark

Sjafruddin, A. (1997). Pengembangan Model Transportasi Penumpang Antar Kota Pada Koridor Jawa – Sumatra, *Jurnal Teknik Sipil - ITB*, Volume 4 No.2

Sjafruddin, A. (2011). *Pembangunan Infrastruktur Transportasi untuk Menunjang Pembangunan Berkelanjutan Berbasis Ilmu Pengetahuan*, Kongres Ilmu Pengetahuan Nasional (KIPNAS) X, Lembaga Ilmu Pengetahuan nasional, November 2011

Sjafruddin, A., Astuti, R.D., Frazilla, R.B. (1997), Model Mode-Specific Transportasi Barang sebagai Alat untuk Mengevaluasi Kebijakan Pengembangan Jalan, *Prosiding Konferensi Regional Teknik Jalan ke-5*, 22-24 September 1997

Sjafruddin, A., Pujiyanto, B. (1997), Pemodelan Kebutuhan Transportasi Barang Regional Non-Jalan di Pulau Jawa dengan Model Simultan, *Warta Penelitian Departemen Perhubungan*, No. 5,6

Sjafruddin, A., Frazila, R.B., Astuti, R.D. (1999). Regional Freight Transport Demand Modeling in the Java Island. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol.3, 303-313.

Sjafruddin, A., Lubis, H.A.R. (2003). Modeling Inter-island Freight Transportation Network in Indonesia, 8th JSPS Seminar on Marine Transportation Engineering, Hiroshima

Sjafruddin, A., Lubis HAS., Frazila R.B., Dharmowijoyo, D. (2010). Policy Evaluation of Multimodal Transportation Network, the Case of Inter Island Freight Transportation in Indonesia, *Asian Transport Studies (ATS)*, Vol.1 Issue 1, Eastern Asia Society for Transportation Studies (EASTS)

Sjafruddin, A., Lubis, HAS, Widodo, P.(2000). *Sistem Transportasi*

Berkelanjutan dan Masalah Dampak Lingkungan Transportasi Perkotaan, Simposium Nasional dan Civil Expo 2000, HMS - Jurusan Teknik Sipil ITB

Soliman, A.H., Gadi, A.M., Wyatt, D.A., Easa, S.M. (1991). Regulatory Reform and Freight Mode Choice. *Transportation* 18, 261-284.

Soliman, A.H., Wyatt, D.A., Gadi, A.M., Sabounghi, R.L. (1990). Modal Shift in Canadian Freight Transportation. *Transportation Quarterly*, Vol.44, No.2, 283-301

The Centre for Sustainable Transportation (1997). Definition and Vision of Sustainable Transportation

TRANSNET (2012). Regional Growth in Container Traffic 2003 – 2008
World Bank (1995). Sustainable Transport: Priority for Policy Reform

World Bank (2010). Connecting to Compete 2010 Trade Logistics in the Global Economy, The Logistics Performance Index and Its Indicators

World Bank (2012). Connecting to Compete 2012 Trade Logistics in the Global Economy, The Logistics Performance Index and Its Indicators

World Economic Forum (2010). The Global Competitiveness Report 2010–2011

World Economic Forum (2011). The Global Competitiveness Report 2011–2012

CURRICULUM VITAE



Nama : **ADE SJAFRUDDIN**
Tmpt & tgl lahir : Bandung, 3-9-1960
Istri : Sri Siswanti Agustina
Anak : 1. Azis Hakim Sjafruddin
2. Asri Nurani Sjafruddin
KK : Rekayasa Transportasi Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan

RIWAYAT PENDIDIKAN:

- 1967-1972 : SDN Ibu Dewi VI Cianjur/SDN Jatayu III Bandung
- 1973-1976 : SMPN IX Bandung
- 1977-1980 : SMAN II Bandung
- 1980-1985 : Sarjana Teknik Sipil ITB
- 1988-1990 : M.Sc. , Transportation Engineering, The Technical University of Denmark
- 1990-1993 : Ph.D. , Transportation Engineering, The Technical University of Denmark

RIWAYAT PENUGASAN DI ITB

- Sept. 2011 : Profesor bidang Rekayasa Transportasi, FTSL
- Jan 2011 – skrg. : Wakil Dekan Bidang Akademik FTSL
- 2009 – 2010 : Pimpinan Unit Implementasi Proyek Development of ITB (III) - JICA Loan

- 2009 – skrg. : Anggota Board of Reviewer LPPM
- 2008 – skrg. : Komisi Program Pascasarjana (KPPs)-FTSL
- 2007 – 2010 : Anggota Komisi Penelitian, LPPM
- 2003 – 2005 : Ketua Departemen Teknik Sipil
- 2002 – 2003 : Sekretaris Departemen Teknik Sipil
- 2001 – 2002 : Koordinator Sub-Departemen Rekayasa Transportasi, Departemen Teknik Sipil
- 1998 – 2002 : Koordinator Pengutamaan Rekayasa Transportasi, Program S2 Teknik Sipil
- 1993 - 1997 : Anggota Komisi Penelitian, Lembaga Penelitian
- 1993 - skrg. : Staf Pengajar pada Program S2 - STJR, S2/S3 Transportasi, S2/S3 Teknik Sipil
- 1993 - 2001 : Proyektan pada Proyek ITB (P2T)
- 1987 - skrg. : Staf Pengajar Program Sarjana Teknik Sipil
- 1983 - 1987 : Asisten di Departemen Teknik Sipil

ORGANISASI PROFESI

1. Himpunan Pengembangan Jalan Indonesia (HPJI) - Bersertifikat
2. Masyarakat Transportasi Indonesia (MTI)
3. Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi (FSTPT)
4. Eastern Asia Society for Transportation Studies (EASTS)

HIBAH PENELITIAN

NO.	POSISI	JUDUL PENELITIAN	SUMBER DANA & TAHUN
1.	Ketua Tim	Pengaturan Lalu-lintas di Kawasan Alun-alun Bandung,	LPM – ITB, 1996
2.	Ketua Tim	Pemodelan Kebutuhan Transportasi Barang Regional di Pulau Jawa	Hibah Bersaing V Dikti, 1997-1998
3.	Ketua Tim	Metoda Pemecahan Masalah Secara Komprehensif	Program Peningkatan Relevansi PT (PRF), 1999
4.	Anggota	Dynamic Origin-Destination (O-D) Matrices Estimation from Real-Time Traffic Count Information	Graduate Team Research Grant –Dikti, 1999-2000
5.	Anggota	Simulating Driver's Route Choice and Traffic Control Interaction	Graduate Team Research Grant –Dikti, 1998-1999
6.	Ketua Tim	Evaluasi Kebutuhan Jumlah Armada Taksi di Wilayah DKI Jakarta	Hibah Kerjasama LP ITB - Bappeda DKI, 2002
7.	Anggota	Optimasi Jaringan Perangkutan Barang Nasional: Multi Moda dan Multi Komoditi	Hibah Bersaing Dikti, 2001
8.	Ketua Tim	Kajian/Evaluasi Komponen Biaya Operasi dan Sistem Pentaripan Taksi	Hibah Kerjasama LP ITB - Bappeda DKI, 2003
9.	Ketua Tim	Evaluasi Kebutuhan Ruang Parkir dan Kelembagaan pada Pusat Kegiatan di DKI	Hibah Kerjasama LP ITB - Bappeda DKI, 2004

NO.	POSISI	JUDUL PENELITIAN	SUMBER DANA & TAHUN
10.	Ketua Tim	Analisis Kebijakan Transportasi Barang di Era Otonomi Daerah (Studi Kgasus Prov. NAD)	Riset KK ITB, 2006
11.	Ketua Tim	Sistem Jaringan Optimum Transportasi Barang Antar Pulau	Hibah Bersaing Dikti, 2006–2007
12.	Ketua Tim	Kajian Penerapan Road Fund Untuk Jalan Kabupaten dan Jalan Kota	Riset Unggulan ITB, 2008
13.	Ketua Tim	Model Pemilihan Angkutan Penumpang Berbasis Aktivitas	Hibah Pasca Dikti, 2008-2009
14.	Ketua Tim	Optimasi Perancangan Jaringan Infrastruktur Transportasi Barang Multimoda di Indonesia	Riset Strategis Nasional, Dikti, 2009
15.	Ketua Tim	Optimasi Jaringan Angkutan Barang di Wilayah Perkotaan	Riset Strategis Nasional, Dikti, 2010

PENGHARGAAN

- 2003 Satyalancana Karya Satya 10 tahun
- 2009 The Best Paper Award for Enlightening Asia Specific Topic, The 8th International Conference of Eastern Asia Society for Transportation Studies (EASTS)
- 2012 Satyalancana Karya Satya 20 tahun
- 2012 Penghargaan Pengabdian 25 Tahun ITB

PUBLIKASI JURNAL DAN SEMINAR INTERNASIONAL

Suraharta, I.H., **Sjafruddin, A.**, Frazila, R.B., Driejana, D. (2012). Modelling of Freight Transportation Network for Urban Area, Proceedings of 1st International Conference on Regional Economic Development Through Science Technology and Art, Medan

Sulistyorini, R., Tamin, O.Z., **Sjafruddin, A.** (2011). The Estimation of Combined Model Parameter Based On Traffic Count in Equilibrium Assignment and Study the Factors Affecting of These Accuracy, Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.8

Driejana, D., Riqqi, A., **Sjafruddin, A.**, Amri, S., Sofiyanti, I. (2011). Spatial Mapping of CO2 Emissions from Major Roads in Bandung City, Indonesia, Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vo.8

Sjafruddin, A., Lubis, H.A.S., Frazila R.B., Dharmowijoyo, D. (2010). Policy Evaluation of Multimodal Transportation Network, the Case of Inter Island Freight Transportation in Indonesia, Asian Transport Studies (ATS), Vol.1 Issue 1, Eastern Asia Society for Transportation Studies (EASTS)

Saleh., M.S., Tamin O.Z, **Sjafruddin, A.**, Frazila, R.B. (2009). Reducing Road Maintenance Cost Caused of Overloading Truck With Multimodal Freight Transportation Policy., Proceedings of The Eastern Asia Society for Transportation Studies., Vol. 7.

Sulistyorini, R., Tamin O.Z., **Sjafruddin, A.** (2009). The Development of Combined Gravity-Multinomial Logit Estimated From Traffic

Count Under Equilibrium Condition, Proceedings of The Eastern Asia Society for Transportation Studies., Vol. 7.

Saleh M. S., Tamin O.Z., **Sjafruddin, A.**, Frazila R.B. (2009), Sustainable Transport Infrastructure Through Multimodal Freight Transportation Policy, Proceedings The 1th International Conference on Sustainable Infrastruktire and Built Environment in Developing Countries, Bandung

Najid, Tamin, OZ., **Sjafruddin, A.**, Santoso I. (2005). Determination Priority Road Improvement Alternatives Based on Region Optimalization Case Study : Bandung City Indonesia, Proceedings of The Eastern Asia Society for Transportation Studies., Vol. 5

Lubis H.A.S., Isnaeni M., **Sjafruddin, A.**, Dharmowijoyo, D. (2005). Multimodal Transport In Indonesia Recent Profile and Strategy Development, Proceedings of The Eastern Asia Society for Transportation Studies., Vol. 5

Sjafruddin, A., Lubis, H.A.S. (2003). Modeling Inter-island Freight Transportation Network in Indonesia, 8th JSPS Seminar on Marine Transportation Engineering, Hiroshima.

Lubis, H.A.S, **Sjafruddin, A.**, Putra, A.I., Pramono, D. (2003). Developing Eastern Indonesia Multimodal Freight Transport Network, 8th JSPS Seminar on Marine Transportation Engineering, Hiroshima

Lubis, H.A.S, **Sjafruddin, A.**, Sukirno, P., Isnaeni, M. (2003). Sustainable Urban Transport and Land Use Planning: A Case Study of Bandung Metropolitan Area, The 4th Ministers' Forum on

Infrastructure Development in the Asia-Pacific Region, The Expert Meeting, Jakarta

Najid, Salim, H.T., Tamin, O.Z., **Sjafruddin, A.** (2003). How Transportation Influences the Interaction Residential and Business Allocation in Bandung City Indonesia. Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.4

Tamin, O.Z., **Sjafruddin, A.**, Purwanti, O. (2003). Public Transport Demand Estimation by Calibrating, the Combined Trip Distribution - Mode Choice (TDMC) Model from Passenger Counts : A Case Study in Bandung, Indonesia. Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.4, October 2003

Sjafruddin, A., Lubis, H.A.R. (2002). Frazila, R.B. Indonesia's Freight O-D Data for the Transportation Demand Prediction, 7th JSPS Seminar on Marine Transportation Engineering, Hiroshima, Oktober 2002.

Sjafruddin, A., Widodo, P., Kurniati, P. (2001). Demand Rate and Elasticity of the Urban Taxi Service Based on the Stated Preference Data, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.4

Lubis, H.A.R., **Sjafruddin, A.**, Karsaman R.H., Armijaya H., Munandar A.S. (2001). Developing Performance Indicators for Road Development in Indonesia. Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Hanoi, Vol.3

Tamin, O.Z., **Sjafruddin, A.**, and Hidayat, H. (2001). The Development of Real Time Traffic Information System (RTTIS) for Bandung (Indonesia). Proceedings of the 9th World Conference on Transport Research (WCTR), Seoul.

Tamin, O.Z., **Sjafruddin, A.**, and Okita, I.O. (2000). Impact of Resolution of Zoning System and Road Network Definition on Route Choice and Road Network Performance: A Case Study in Bandung (Indonesia). Proceedings of the 2nd Asia Pacific Conference and Exhibition on Transportation and the Environment, Vol.2

Tamin, O.Z., **Sjafruddin, A.**, and Okita, I.O. (2000). The Impact of Intersection Delay on Route Choice Behaviour in Urban Area. Proceedings of the International Conference on Traffic and Transport Psychology, Berne

Sjafruddin, A., Astuti, R.D., Frazila, R.B. (1999). Regional Freight Transport Demand Modeling in the Java Island, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.3, No.3

Prahara, E., Lubis, HAS, **Sjafruddin, A.** (1999). Development of Instantaneous Car Fuel Consumption Model, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.3, No.1

Tamin, OZ, **Sjafruddin, A.**, Hidayat, H. (1999). Dynamic Origin-Destination (O-D) Matrices Estimation from Real-Time Traffic Count Information, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.3, No.6

Sjafruddin, A. (1992). Intercity Transport in Indonesia, Passenger Travel Demand Modelling, Report No. 67, Institute of Roads, Transport and Town Planning, Technical University of Denmark

PUBLIKASI JURNAL DAN SEMINAR NASIONAL

Herry, P., **Sjafruddin, A.**, Rahman, H., Hariyadi, E.S. (2012). Penyusunan Program Pemeliharaan Jalan Berdasarkan Tinjauan

Kondisi Struktural dan Fungsional Jalan (Studi Kasus : Jalan Lintas Timur Sumatera). Jurnal Infrastruktur dan Lingkungan Binaan, FTSL – ITB (akan terbit 2012)

Sjafruddin, A. (2011). Pembangunan Infrastruktur Transportasi untuk Menunjang Pembangunan Berkelanjutan Berbasis Ilmu Pengetahuan, Kongres Ilmu Pengetahuan Nasional (KIPNAS) X, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

Budiarto, A., **Sjafruddin, A.**, Santoso, I., Lubis, H.A.S (2010). Strategi Peningkatan Pangsa Pasar Angkutan Umum di Kota Surakarta, Jurnal Transportasi, Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi (FSTPT), Vol 10, No.3

Saleh, M.S., Tamin O.Z., **Sjafruddin A.**, Frazila, R.B. (2010). Kebijakan Sistem Transportasi Barang Multimoda di Provinsi Nangroe Aceh Darussalam, Jurnal Transportasi, Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi (FSTPT), Vol 10, No. 1

Suraharta, I.M., **Sjafruddin, A.**, Santoso, I., Kusumawati, A. (2010). Optimasi Jaringan Angkutan Barang di Perkotaan, Prosiding Simposium XIII FSTP, Semarang

Sjafruddin, A., Kusumawati, A., Situmorang, S.P.F (2009), Strategi Pemeliharaan Jalan Kabupaten/Kota dan Dampaknya Terhadap Penghematan Biaya Pengguna Jalan (Studi Kasus Jalan Kota Bandung dan Kabupaten Subang), Prosiding Seminar Nasional Kerjasama Tiga Universitas UI-ITB-UGM, Bandung

Ramadhayanti, H., **Sjafruddin, A.**, Kusumawati, A. (2009), Kajian Penerapan Instrumen *Road Maintenance Fund* untuk Pemeliharaan

Jalan Kabupaten / Kota (Studi Kasus : Jalan Kota Bandung dan Kab. Subang) Prosiding Simposium XII FSTP, Surabaya

Haryoseno, **Sjafruddin, A.**, Mulyono A.T. (2009), Evaluasi Defisiensi Infrastruktur Jalan Terhadap Keselamatan Lalu Lintas (Studi Kasus Jalan Kolektor Primer Kabupaten Gunung Kidul), Prosiding Simposium XII FSTP, Surabaya

Saleh, M.S., **Sjafruddin, A.**, Tamin, O.Z., Frazila, R.B. (2009). Pengaruh Muatan Truk Berlebih Terhadap Biaya Pemeliharaan Jalan, Jurnal Transportasi, Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi (FSTPT), Vol 9. No. 1

Sjafruddin, A., Wirahadikusumah, RD, Haryoyudanto, A, Amalia, N. (2008). Model Pemilihan Moda atas Pelayanan Monorel Jakarta berdasarkan Data Stated Preference (SP). Jurnal Transportasi, Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi (FSTPT), Vol 8. No. 3

Sjafruddin, A., Rahardjo A., Armijaya, H., Munandar A. (2008). Sensitivity Analysis of Transportation Production Cost In Indonesia, Jurnal Transportasi, Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi (FSTPT), Vol 8. No. 2.

Budiarto A., **Sjafruddin, A.** (2008). Kajian Terhadap Model Pemilihan Moda Konvensional vs Model Pemilihan Moda Berbasis Aktivitas, Simposium FSTPT XI, Semarang

Sjafruddin, A., Lubis, HAS, Setiawan, B. (2007). Model Pemilihan Moda Angkutan Penumpang Pesawat Terbang dan Kapal Cepat dengan Data SP (Stated Preference) (Studi Kasus: Rute Palembang - Batam), Jurnal Teknik Sipil ITB, Juni 2007

Sjafruddin, A., Tamin O.Z., Saleh S.M. (2007). Analisis Pola Transportasi Barang di Era Otonomi Daerah (Studi Kasus Propinsi Naggroe Aceh Darussalam), Jurnal Teknik Sipil Unsyiah, Volume 6 Tahun VI No. 1

Budiarto A., **Sjafruddin A.** (2007). Pemilihan Moda Angkutan Penumpang Perkotaan Berbasis Aktivitas, Jurnal Transportasi – FSTPT, Oktober 2007

Sugiyanto, G., **Sjafruddin, A.**, Siswosubroto, BI. (2007). Kajian Pengaruh Penerapan Biaya Kemacetan (Congestion Charging) Terhadap Penggunaan Angkutan Umum Studi Kasus: Koridor Malioboro, Yogyakarta. Jurnal Infrastruktur dan Lingkungan Binaan, FTSL – ITB, Juli 2007,

Oetomo S.M., **Sjafruddin A.**, Santoso I. (2006). Kajian Instrumen Pungutan Bagi Pengguna Jalan Untuk Dana Pemeliharaan di Propinsi Jawa Barat, Jurnal Teknik Sipil, Januari 2006

Saleh. M.S., Tamin O.Z., **Sjafruddin, A.** (2006). Peran Jalan Alternatif dan Analisis Transportasi Barang Pasca Tsunami di Prop. Naggroe Aceh Darussalam, Jurnal Transportasi, FSTPT, Vol. 6 No. 2

Kusdian D., Salim A., Tamin O.Z., **Sjafruddin, A.** (2005). Penggunaan Distribusi Normal dalam Memodelkan Sebaran Persepsi Biaya Perjalanan dan Transformasi Box-Muller pada Pengambilan Sampel Acak Model Pemilihan Rute dan Pembebanan Stokastik, Jurnal Transportasi, FSTPT, Vol. 5 No. 2

Sjafruddin, A. et.al (2004). Agenda Reformasi Kebijakan Jalan Tol. Seminar Nasional Pengembangan Jalan Tol di Era Otonomi Daerah,

Jakarta, April 2004.

Kusdian, D., Tamin, O.Z., Ridwan, A.S., **Sjafruddin, A.** (2003). Penggunaan Fuzzy Logic untuk Pengembangan Pemodelan Pemilihan Rute. Prosiding Simposium V Forum Studi Transportasi Perguruan Tinggi (FSTPT), Makassar.

Najid, Salim, H.T., Tamin, O.Z., **Sjafruddin, A.**, Interaksi Alokasi Penduduk dan Retail (Bisnis) Didasarkan Efek Transportasi, Studi Kasus : Kota Bandung. Prosiding Simposium V Forum Studi Transportasi Perguruan Tinggi (FSTPT), Makassar.

Soedirdjo, T.L., **Sjafruddin A.**, Kadarsa (2002). Kebisingan Arus Lalu Lintas Pada Jalan Tol Jakarta Tangerang, Konferensi Regional Teknik Jalan ke-7, Denpasar

Purwanti O., Tamin O.Z., **Sjafruddin A.** (2002), Pengembangan Model Kombinasi Sebaran Pergerakan dan Pemilihan Moda Dengan Memanfaatkan Informasi Arus Lalu Lintas, Konferensi Regional Teknik Jalan ke-7, Denpasar

Sjafruddin, A., Karsaman, R.H., Munandar, A.S.(2001). Evaluasi Kebutuhan Jumlah Armada Taksi (Studi Kasus di Wilayah DKI Jakarta), Warta Penelitian Perhubungan, No. 03/THN XIII/2001

Yosritzal, Widodo P., **Sjafruddin, A.** (2001), Model Pemilihan dan Tingkat Kebutuhan Angkutan Taksi di Kota Bandung, Jurnal Teknik Sipil Vol 8 No.1 Januari 2001. ISSN 0853-2982

Indriany, S., **Sjafruddin, A.**, Tamin, O.Z. (2000). Studi Dampak Pembebanan Elastis Dengan Kurva Permintaan Dan Capped Matrix Terhadap Arus Lalu Lintas di Kotamadya Bandung, Prosiding

Simposium III Forum Studi Transportasi Perguruan Tinggi (FSTPT), Yogyakarta.

Murtedjo, T., Tamin, O.Z., **Sjafruddin, A.** (2000). Studi Penentuan Time Slice Optimum Dalam Perhitungan MAT Dinamis untuk Kotamadya Bandung, Prosiding Simposium III Forum Studi Transportasi Perguruan Tinggi (FSTPT), Yogyakarta.

Oka, P., Tamin, O.Z., **Sjafruddin, A.** (2000). Estimasi Model Kombinasi Sebaran Pergerakan dan Pemilihan Moda Berdasarkan Informasi Data Arus Lalu Lintas, Prosiding Simposium III Forum Studi Transportasi Perguruan Tinggi (FSTPT), 15 November 2000, UGM, Yogyakarta.

Tamin, O.Z., **Sjafruddin, A.** (2000). Konsep Pemanfaatan Data Arus Lalulintas (IRMS) Untuk Menghasilkan Matriks Asal-Tujuan Nasional dan Potensi Penggunaannya dalam Pengembangan Sistem Jaringan Jalan. Prosiding Simposium II, Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi (FSTPT), Surabaya

Sjafruddin, A., Lubis, H.A.R.S., Widodo, P. (2000), Sistem Transportasi Berkelanjutan dan Masalah Dampak Lingkungan Transportasi Perkotaan, Prosiding Simposium Nasional & Civil Expo 2000, Bandung

Sjafruddin, A., Widodo, P., Soedirdjo T.L. (2000), Tingkat dan Elastisitas Kebutuhan Angkutan Taksi Perkotaan. Konferensi Nasional Teknik Jalan Ke 6, Jakarta

Sjafruddin, A., Frazila, R.B., Validitas Suatu Model Kebutuhan Transportasi Barang Antar Kota, Jurnal Transportasi, Forum Studi Transportasi Antar Perguruan Tinggi, No.1 Tahun I

Astuti, R.D., **Sjafruddin, A.** (1998). Pemodelan Kebutuhan Transportasi Barang Moda Jalan di Pulau Jawa, Prosiding Simposium I Forum Studi Transportasi Antar Perguruan Tinggi, Bandung

Sjafruddin, A., Pujiyanto, B. (1997), Pemodelan Kebutuhan Transportasi Barang Regional Non-Jalan di Pulau Jawa dengan Model Simultan, Warta Penelitian Departemen Perhubungan, No. 5,6

Sjafruddin, A., Astuti, R.D., Frazilla, R.B. (1997). Model Mode-Specific Transportasi Barang sebagai Alat untuk Mengevaluasi Kebijakan Pengembangan Jalan, Prosiding Konferensi Regional Teknik Jalan ke-5, September 1997

Sjafruddin, A. (1997). Pengembangan Model Transportasi Penumpang Antar Kota Pada Koridor Jawa - Sumatra, Jurnal Teknik Sipil - ITB, Vol. 4 No.2

Sjafruddin, A. (1995). Penerapan *Transport Demand Management* untuk Mengantisipasi Perkembangan Perkotaan, Seminar 75 Tahun Perkembangan Rekayasa Sipil di Indonesia, Bandung