

## BAB II

### KAJIAN KEPUSTAKAAN

#### 2.1 RISET AWAL KERETA API CEPAT MAGLEV

Pada tahun 1904, Robert Goddard menulis makalah tentang kemungkinan perjalanan kereta api tanpa friksi antara roda dan rel, yakni dengan mengangkat gerbong kereta dari rel dengan menggunakan gaya elektromagnet<sup>1</sup>. Ini barangkali adalah ide yang paling awal dari teknologi kereta api super cepat yang disebut sebagai *Magnetic Levitation* (Maglev). Pada periode tahun 1920 sampai 1940-an, seorang ilmuwan Jerman bernama Hermann Kemper memulai pekerjaan riset tentang kereta api Maglev sampai ke tahapan disain dasar dan menuliskannya dalam makalah ilmiah pada tahun 1953<sup>2</sup>. Sejak saat itu, riset tentang kereta api cepat terus dilakukan oleh banyak peneliti baik riset tentang penggunaan teknologi Maglev maupun teknologi tanpa Maglev.

Maglev dapat dikatakan sebagai teknologi yang terakhir dari kereta api cepat dan sangat berbeda dengan teknologi kereta api cepat lainnya karena roda besi yang tidak menyentuh rel. Karena tidak ada friksi antara roda dan rel, maka tidak ada kontak fisik dan keausan pada roda dan rel, sehingga Maglev dapat mencapai kecepatan 500 kph. Selain itu infrastruktur Maglev dapat bertahan untuk jangka waktu yang sangat lama sampai lebih dari 50 tahun tanpa pemeliharaan yang berarti, begitu juga dengan kereta gerbongnya. Teknologi Maglevs lebih aman dibandingkan dengan kereta api konvensional, jalan raya, dan pesawat terbang. Karena track nya melayang, maka tidak ada risiko tabrakan dengan kendaraan lain dan tidak ada risiko kereta anjlok karena tenaga magnet superconductor di lintasan track. Maglev juga lebih ramah lingkungan karena tidak menggunakan bahan bakar minyak dan hanya menggunakan

tenaga listrik. Oleh karena tidak ada kontak mekanik antara roda dan rel, Maglev juga tidak membuat polusi suara.

## 2.2 PERSEPSI AMERIKA TENTANG MAGLEV

Sebuah artikel tentang Maglev yang ditulis oleh Jordan dan Powell yang menggambarkan persepsi Amerika terhadap teknologi Maglev. Karena Maglev dapat mengangkut “*roll-on, roll-off*” truk secara lebih komersial, maka pendapatan dari angkutan RoRO tersebut dapat dipergunakan untuk membayar investasi infrastruktur Maglev itu sendiri. Di Amerika jumlah truk peti kemas yang berjalan setiap hari di Interstate mencapai 15.000 unit dengan *Road User Cost* (RUC) mencapai lebih dari US\$ 300 milyar setahun. Biaya angkut RoRo di Maglev diasumsikan sebesar 30 cents dolar per *ton-mile* dan jarak angkut rata-rata 500 miles. Dengan pendapatan bersih 17 cents dolar per *ton-mile* and 3.000 trucks peti kemas per hari, maka biaya investasi infrastruktur Maglev sebesar US\$ 25 juta per *mile* dapat dibayar hanya dalam waktu 4,5 tahun. Ini adalah pandangan maju dimana Maglev dipergunakan juga untuk mengangkut peti kemas barang menggantikan sebagian beban jalan raya. Jordan dan Powell lebih lanjut merekomendasikan Maglev dibanding dengan KAC oleh karena biaya transportasi penumpang yang lebih murah seperti diperlihatkan pada Tabel 2.1.

**Table 2.1**  
**Biaya Angkutan Penumpang di Amerika**

Moda	Biaya/ Penumpang-mile, Cents	Basis
Udara	12.7	U.S. Statistical Abstracts (2006 value)
Jalan Raya	52 (per vehicle mile)	Datapedia United States (2005 value)
KAC	50 tiket	Assumed same as Europe
	125 Subsidi pemerintah untuk konstruksi	Based on 5% Interest Charges on \$40 Billion HSR route Carrying 20,000 passengers per day
	175 Total Biaya	Carrying 20,000 passengers per day
Maglev	10	Net Revenue = 7 cents/PM after deducting operating costs

Jika jaringan Maglev dapat dibangun di Amerika sepanjang 25.000 miles, maka Maglev dapat merubah proporsi *modal share* transportasi secara sangat signifikan. Kecepatan rata-rata 250 - 300 mph pada Maglev mampu menghilangkan waktu panjang untuk mencapai kecepatan yang dibutuhkan oleh kereta HSR. yang memungkinkan waktu perjalanan lintas hanya dalam 10 jam - dua kali lebih cepat HSR, dan hampir secepat moda transportasi udara.

### 2.3 PERSEPSI JEPANG TENTANG MAGLEV

Setelah Japan National Railway (JNR) dipecah dan direstrukturisasi menjadi beberapa perusahaan Japan Railway (JR) di tahun 1987, Tokaido Shinkansen mengalami lonjakan penumpang yang luar biasa besar dan sekaligus juga meningkatkan kebutuhan akan teknologi yang lebih canggih dan cepat, yakni Maglev. Jepang kemudian membangun *Yamanashi Test Line* sepanjang 18.4 km dan melakukan beberapa *experiment*. Percobaan skala penuh teknologi Maglev dimulai pada Mei 1997 dengan kecepatan ditambah secara berangsur-angsur. Pada December 12 1997, rekor baru dunia untuk kecepatan kereta api dipecahkan dengan pencapaian kecepatan hingga 531 km/jam. Kecepatan maksimum tercapai 12 hari kemudian dengan kecepatan 550 km/jam.

Kereta api merupakan moda transportasi yang memiliki beberapa karakteristik dan keunggulan yaitu : kemampuannya untuk mengangkut orang dan barang secara masal, menghemat energi, menghemat penggunaan ruang, mempunyai faktor keamanan yang tinggi, tingkat pencemaran rendah, serta lebih efisien dibandingkan dengan moda transportasi jalan, baik untuk angkutan jarak jauh maupun untuk daerah perkotaan, hal ini sependapat dengan Harun Al-Rasyid Sorah Lubis, Rudy Hermawan Karsaman, Henry Armijaya dan Dimas Bayu Dharmowijoyo didalam jurnal yang dikeluarkan oleh Institut Teknologi Bandung pada tahun 2002 dengan judul *Future Feasibility Study Procedure For Indonesia Railway "Manfaat sosial terhadap*

*pembangunan infrastruktur adalah mengurangi kemacetan dan kecelakaan pada jalan raya, mengurangi waktu tempuh terhadap jalan raya, mengurangi biaya pemeliharaan jalan raya, serta pengoperasian kereta api yang ramah lingkungan*". Untuk itu, maka peran perkeretaapian perlu lebih ditingkatkan dalam upaya pengembangan sistem transportasi nasional secara terpadu, serta harus ditempatkan sebagai tulang punggung angkutan massal penumpang dalam meningkatkan pembangunan infrastruktur kereta api yang berkelanjutan didasari oleh aspek lingkungan yang mampu menunjang tumbuhnya perekonomian nasional.

#### **2.4 COST BENEFIT ANALYSIS**

Penelitian lebih lanjut terhadap keuntungan ekonomi Maglev tidak selalu memberikan hasil yang amat positif bagi pembangunannya. J.Paul Elhorst dan Jaan Oosterhaven dalam penelitian yang berjudul *Integral Cost-Benefit analysis of Maglev Project under market imperfections* (2008), menyimpulkan bahwa tidak satupun dari keempat usulan Maglev tersebut mempunyai net present value (NPV) yang positif, apabila biaya investasi dan keuntungan ditinjau selama 30 tahun masa konsesi. Bahkan dengan konsesi selama 50 tahun pun NPV masih negative, walaupun sudah meningkat secara signifikan. Lebih jauh disimpulkan bahwa dampak dari investasi skala besar seperti Maglev sangat tergantung kepada karakteristik spesifik wilayah dan kondisi ekonomi nasional dan global.

#### **2.5 KELAYAKAN KERETA API CEPAT, USA**

Kegiatan *Feasibilit Study* dilakukan melalui beberapa tahapan:

- Penilaian kondisi saat ini : pelayanan eksisting, persyaratan fundamental sebelum pelayanan baru dimulai.
- Proyeksi lalu lintas mendatang dan kebutuhan kapasitas

- Identifikasi awal peningkatan yang diharapkan dari proyek : kebutuhan investasi, dan spesifikasi proyek dan biaya.
- Ulasan kendala lingkungan.

Kendala lingkungan pada lintasan dapat berupa:

- Penyeberangan sungai
- Koneksi baru yang dibutuhkan untuk jalur eksisting
- Potensi dampak kebisingan dan getaran pada area perumahan.
- Potensi dampak terhadap sumber daya alam
- Potensi dampak kebisingan pada areal perkotaan.

Masing-masing dianalisa dengan berbagai alternatif moda pada koridor kereta api cepat yang diusulkan atau direncanakan. Analisis mencakup Perkiraan Biaya Modal dari Proyek, biaya investasi infrastruktur (prasarana) pada kecepatan eksisting dan kecepatan tinggi, analisis kondisi kritis, dan analisis potensi penerimaan dari penyebaran perjalanan. Juga dilakukan analisis terhadap KA antara kota alternatif dengan berdasarkan pada riset pasar dan data fisik seperti jaringan Jalan, variable sosial-ekonomi dan karakteristik moda transportasi umum lainnya.

Analisis membandingkan pelayanan saat ini dengan yang diprediksikan beberapa tahun mendatang misalnya tahun 2025, pada kondisi yang terjadi saat ini dan kondisi dimana dilakukan beberapa alternatif peningkatan kinerja pada seluruh moda dikoridor yang sama : KA konvensional, bus, pesawat, dan KA Super Cepat. Analisis dipusatkan pada dua persoalan :

- 1) Apakah masing-masing kereta api memenuhi tujuan perjalanan-waktu mereka, tanpa mengindahkan moda lainnya. Analisis ini menggunakan model computer yang dikenal dengan perhitungan kinerja KA atau *Train Performance Calculator* (TPC) untuk model operasi masing-masing KA, dengan karakteristik kinerja yang

terbatas, pada kebebasan lalu lintas KA dengan profil, alinyemen dan maksimum kecepatan sesuai spesifikasi masing-masing segmen.

- 2) Apakah semua pelayanan dapat beroperasi secara kombinasi pada beberapa kecepatan dan jadwal, dengan tetap mempertahankan kehandalannya. Dalam hal ini digunakan model simulasi untuk melihat dampak perubahan kemampuan jadwal pada semua pelayanan yang beroperasi simultan selama masa uji hipotesa 7 hari

## **2.6 DAMPAK EKONOMI DARI INVESTASI KERETA API CEPAT**

Alokasi lalu lintas antara berbagai moda transportasi mengikuti keputusan pengguna yang tergantung pada Biaya umum (Generalized Cost) perjalanan pada alternative yang tersedia. Investasi KA Super Cepat merupakan keputusan pemerintah dengan dampak signifikan pada biaya umum transportasi KA dan hingga pada pemilihan moda di koridor dimana operator swasta bersaing dalam lalu lintas dan harga yang dibebankan berhubungan biaya total produsen (termasuk infrastruktur).

Paper ini membicarakan pada kerangka analisis biaya manfaat, dalam kondisi dimana manfaat yang diharapkan dari lalu lintas deviasi (plus lalu lintas bangkitan), dan dampak eksternal terkait dan manfaat langsung membenarkan investasi proyek KA Super Cepat. KA Super Cepat memberikan perhatian khusus terhadap dampak intermodal dan pentarifan.

Permasalahan ekonomi ditunjukkan pada apakah manfaat sosial bersih atau Net Social Benefit (NPV) cukup tinggi untuk mengkompensasi biaya infrastruktur dan pengoperasian dari transportasi alternatif (baru). Dalam hal ini alternatif terkait lainnya harus diuji dan dibandingkan dengan investasi pada HSR.

Beberepa jenis manfaat sosial meliputi penghematan waktu penumpang, peningkatan kenyamanan, bangkitan perjalanan baru dan pengurangan kemacetan dan

keterlambatan di Jalan dan Bandar Udara, pengurangan eksternalitas lingkungan, penghilangan kapasitas tambahan yang dibutuhkan pada Bandara dan KA Konvensional, serta manfaat ekonomi yang lebih luas meliputi pembangunan wilayah yang belum berkembang.

Analisa yang dilakukan dalam studi ini adalah sebagai berikut :

(1) Analisa Biaya – Manfaat (Cost-Benefit Analysis) KA Super Cepat

Untuk kebutuhan analisa, dilakukatkn identifikasi terhadap komponen biaya investasi yang dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu :

(a) Biaya Infrastruktur (Infrastructure Costs), dibedakan atas :

- Biaya Perencanaan dan Penguasaan Lahan (Planning and Land Costs) : studi kelayakan, disain teknis, penguasaan lahan, administrasi dan hukum/kontrak, lisensi, ijin, dan lain-lain.
- Biaya Pembangunan Infrastruktur (Infratructure Building Costs) meliputi : persiapan lahan, dan pembangunan platform.
- Biaya Suprastruktur (Suprastructure Costs).

(b) Biaya Operasi (Operating Costs) yang meliputi : pemeliharaan dan pengoperasian infrastruktur (tenaga kerja, konsumsi energy, terminal dan stasiun, supply energy, system persinyalan, manajemen lalu lintas dan system keselamatan) .

(c) Biaya Eksternal (External Costs) dalam bentuk biaya lingkungan : alih fungsi lahan, kebisingan, polusi udara, and kontribusi terhadap pemanasan global.

(2) Evaluasi Ekonomi pada investasi KA Super Cepat

Evaluasi ekonomi KA Super Cepat dibedakan atas :

- Keuntungan Sosial (Social Profitbility) dari investasi : manfaat social tahunan, biaya pemeliharaan and operasi tahunan, perjalanan penumpang, biaya

investasi, umur proyek, Tingkat Diskonto, pertumbuhan manfaat dan biaya yang tergantung pada upah ril.

- Manfaat Sosial (Social Benefit) dari investasi : Nilai waktu rata-rata, penggunaan waktu tiap perjalanan dengan dan tanpa proyek, permintaan tahun pertama, Biaya variable moda konvensional, proporsi bangkitan, keseimbangan permintaan dengan dan tanpa proyek.

(3) Evaluasi Dampak Intermoda, meliputi :

- Dampak intermodal sebagai manfaat pada pasar utama (primary market) berupa penghematan waktu.
- Dampak intermoda sebagai manfaat pada pasar kedua (secondary market) berupa pengurangan lalulintas moda pengganti dan biaya general (generalized cost/price).

(4) Penetapan Tarf (Pricing)

- Nilai Perhitungan masing-masing moda transportasi terhadap : biaya infrastruktur, biaya kecelakaan dan biaya lingkungan.
- Pentarifan optimal, investasi dan pembagian moda : short-run atau long-run marginal cost, kemacetan dan biaya general perjalanan Moda jalan dan udara.
- Dampak jangka panjang pentarifan (long-term effect of pricing)

## 2.7 KOMPETISI KERETA API CEPAT DAN PESAWAT

Studi ini mengembangkan suatu metodologi untuk menilai investasi infrastuktur transportasi dan dampaknya dengan mempertimbangkan persaingan antara beragam jenis operator swasta. Para operator termasuk KA Super Cepat, penerbangan dan pengangkut biaya rendah, memaksimumkan fungsi laba melalui harga.



Metode ini diterapkan pada semua 27 negara Uni Eropa, terutama dalam analisis empat jaringan prioritas Trans-Eropa. Kesimpulan paper ini adalah sebagai berikut. Pertama, paper ini bermanfaat untuk peningkatan TENs (KA Cepat), apabila otoritas tertarik untuk memaksimalkan kesejahteraan dan merangsang para pejalan (traveler) untuk berpindah dari moda transportasi udara ke Kereta Api. Bagaimanapun, kesimpulannya sangat tergantung pada biaya nyata infrastruktur, yang terkadang kurang diperhitungkan, akan mempengaruhi keseimbangan outcome. Kedua, ini bermanfaat untuk penintan terhadap infrastruktur KA Super Cepat apabila operator KAny memiliki akses terhadap seluruh jaringan Eropa dan dibebani suatu ongkos akses biaya marginal.

Peningkatan kelebihan pada konsumen, produsen dan pemerintahan memadai untuk menutupi biaya harian dari keempat proyek TENs. Tentu saja pada biaya akses yang rendah, pajak perusahaan operator KA Super Cepat akan mencukupi untuk menutupi biaya infrastruktur. Hal ini dapat menjadi kasus apabila tarif kedua pihak dibebankan lebih baik dari biaya akses per km yang lebih tinggi. Bagaimanapun ketika tarif kedua pihak cocok, terbukti akan lebih bermasalah jika berada pada persilangan jalur. Sebagai konsekuensi, adanya pemerintah daerah dan atau federal yang berkeinginan untuk mensubsidi biaya konstruksi terhadap beberapa pengembangan/perluasan dan tingkat lalu lintas transit yang tinggi, suatu skema subsidi dapat dibenarkan.

Ketiga, skenario tepat yang setidaknya diuji dapat meningkatkan TENs dan membebani operator KA dengan suatu ongkos akses rata-rata apabila infrastruktur tidak digunakan secara efisien. Selain itu, suatu beban lingkungan sebesar € 200 per penerbangan dan 100 per pelayanan KA akan menutupi perkiraan biaya lingkungan yang diakibatkan, melalui pengurangan sedikit frekuensi dan jumlah perjalanan masyarakat sampai mendekati 2,000 orang per hari di Eropa. Secara umum tujuannya adalah untuk menyediakan insentif yang tepat untuk mencari operator yang bersih dan bagi penumpang untuk memilih moda transportasi yang lebih ramah lingkungan.

Paper ini menunjukkan bahwa suatu model persaingan jaringan dengan perbedaan operator dapat diformulasikan, dan memberikan hasil yang mengejutkan dibandingkan dengan beberapa analisis biaya manfaat. Hasilnya tergantung pada penggunaan parameter model, tetapi kontribusi paper ini adalah menjadi suatu metodologi untuk analisis pilihan kebijakan yang beragam pada penyusunan jaringan, dengan mempertimbangkan reaksi pesaing terkait. Dalam industri penerbangan dan KA, hal tersebut krusial. Sasaran kedepan meliputi pilihan perluasan, seperti pekerjaan ini memerlukan suatu langkah awal; beragam jenis pemain dalam suatu pembentukan jaringan yang kompetitif. Hal ini terbukti menarik untuk perluasan permainan sepanjang waktu, yang memungkinkan suatu analisis teknik manajemen hasil dan ketidakpastian lebih besar seperti untuk interval permintaan yang membutuhkan kerangka model stokastik dan perhitungan equilibria pada suatu permainan ulang. Apabila zona-zona untuk menggambarkan satu set tunggal dari Bandara Utama dan satu stasiun minor, fungsi biaya dan permintaan dapat diadaptasikan untuk mempelajari kemacetan, kebijakan alokasi slot dan beban kelangkaan yang terkait. Dengan tingkat disagregasi input ini, juga memungkinkan untuk menganalisis dua atau lebih moda transportasi seperti pembelian tiket KA dari Brussel ke Paris dan kemudian terbang menuju tujuan akhir mereka.

Pada model saat ini, KA Super Cepat digambarkan sebagai pesaing bagi transportasi udara, meskipun akan Nampak bukannya sebagai pengganti tetapi juga semacam pelengkap potensial bagi jaringan penerbangan dan oleh karenanya memperluas model tersebut untuk mempertimbangkan perjalanan yang demikian beragam mungkin untuk lebih meningkatkan keberhasilan operator KA (Vickerman, 1997), Givoni (2007). Selain itu kesimpulan yang digambarkan dari hasil studi kasus tergantung pada akurasi evaluasi biaya infrastruktur dan dimana terlihat kebiasaan sistemik dalam perkiraan yang sedemikian terkait dengan proyek-proyek infrastruktur yang besar.

Flyvberg, dkk (2003) menemukan bahwa 90 % dari proyek demikian terjadi biaya yang berlebihan. Oleh karena itu menjadi menarik untuk mengadaptasikan model tersebut dalam mempertimbangkan resiko-resikonya. Akhir, melalui perluasan jenis pemain dengan memasukkan pemerintah daerah dan federal akan memberikan hasil solusi baru atas kepentingan dan membutuhkan fungsi tambahan seperti minimalisasi subsidi atau maksimalisasi kesejahteraan masyarakat.

## 2.8 DAMPAK EKONOMI JARINGAN : KASUS KAC DI SPANYOL

KA Super Cepat pertama di Spanyol diresmikan tahun 1992 pada rute Madrid – Seville dan mengalami sukses dalam jumlah penumpang dan memberikan dampak positif terhadap perkembangan wilayah. Dalam paper ini dilakukan perbandingan analisis “Ex post” Biaya-Manfaat oleh De Rus and Inglada (*Anne Reg Sci : 175 – 188, 1997*) untuk rute Madrid – Seville dengan “Ex ante” Analisis Biaya-Manfaat yang dilakukan oleh Inglada and Coto Millan (*Essay on Macroeconomics and industrial organization Springer, Heidelberg, 2004*) untuk rute Madrid – Barcelona – Perbatasan Perancis.

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa penerapan KA Super Cepat tersebut menunjukkan pengurangan signifikan atas biaya umum (*Generalized cost*) pada moda kereta api. Pengurangan yang dihasilkan pada komponen non keuangan terhadap biaya ini (waktu dan kenyamanan dll), menimbulkan dua aspek yang jelas berbeda yang dikenal sebagai induksi dan substitusi, dimana berhubungan dgn perjalanan yang tidak dapat dilakukan jika pelayanan baru tidak ada dan apa yang tidak dapat dilakukan pada moda transportasi lainnya. Disebabkan oleh besarnya dampak substitusi, penerapan KA Super Cepat ini menimbulkan dampak signifikan pada permintaan moda transportasi lain yang menyainginya.

Berangkat dari kenyataan bahwa KA konvensional hampir akan punah pada koridor ini, pengenalan KA Super Cepat mungkin akan mengarah kepada suatu penurunan

penting dalam transportasi udara pada rute Madrid – Barcelona. Pada akhirnya sepanjang berhubungan dengan bus, nampaknya dampak KA Super Cepat pada perjalanan jarak jauh tidak begitu kuat sejak kedua produk ini saling bersubstitusi satu sama lain. Ole karenanya dapat disimpulkan bahwa penerapan KA Super Cepat memberikan suatu perubahan dramatis dalam pola permintaan pada berbagai moda transport tehaap perluasan demikian sehingga bena untuk membicarakan pasar transportasi sebelum dan sesudah KA Super Cepat. Dengan demikian kita dapat memperkirakan bahwa KA jelas akan merupakan moda transportasi yang paling penting pada rute Madrid-Barcelona dan akan melampaui pangsa pasar pesawat.

## **2.9 PENCEMARAN UDARA**

Permasalahan lingkungan atau umumnya disebut pencemaran semakin meningkat khususnya pencemaran udara mejadi masalah yang perlu mendapat perhatian dari berbagai pihak agar pencemaran udara dapat ditanggulangi atau diminimalisasi. Pencemaran menurut SK Menteri Kependudukan Lingkungan Hidup No. 02/MENKLH/1988 adalah :

Pencemaran terjadi bila dalam lingkungan terdapat bahan yang menyebabkan timbulnya perubahan yang tidak menyebabkan timbulnya perubahan yang tidak diharapkan, baik yang bersifat fisik, kimiawi maupun biologis sehingga mengganggu kesehatan eksistensi manusia, dan aktivitas manusia. Bahan penyebab pencemaran tersebut disebut bahan pencemar atau polutan. Polusi disebabkan terjadinya faktor-faktor tertentu yang sangat menentukan adalah :

- a. Jumlah penduduk
- b. Jumlah sumber daya alam yang digunakan oleh setiap individu.
- c. Jumlah polutan yang dikeluarkan oleh setiap jenis sumber daya alam
- d. Teknologi yang digunakan

World Bank juga menempatkan Indonesia menjadi salah satu negara dengan kadar polutan/partikulat tertinggi setelah Beijing, New Delhi dan Mexico. Di Indonesia, moda transportasi merupakan sumber utama polusi udara di perkotaan, dimana menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> yang buruk, baik akibat perawatan moda transportasi yang kurang memadai ataupun dari penggunaan bahan bakar dengan kualitas kurang baik (misal: kadar timbal/Pb yang tinggi) . Polusi udara yang terjadi sangat berpotensi mengganggu kesehatan. Menurut perhitungan kasar dari World Bank tahun 1994 bahwa dampak dari emisi CO<sub>2</sub> yang buruk di negara Indonesia adalah terjadi penurunan tiap tahunnya: 1400 kasus kematian bayi prematur; 2000 kasus rawat di RS, 49.000 kunjungan ke gawat darurat; 600.000 serangan asma; 124.000 kasus bronchitis pada anak; 31 juta gejala penyakit saluran pernapasan serta peningkatan efisiensi 7.6 juta hari kerja yang hilang akibat penyakit saluran pernapasan – suatu jumlah yang sangat signifikan dari sudut pandang kesehatan masyarakat. Dari sisi ekonomi pembiayaan kesehatan (health cost) akibat polusi udara di Indonesia diperkirakan mencapai hampir 220 juta dolar pada tahun 1999.

Terdapat beberapa studi-studi permodelan yang telah dilakukan (Soedomo *et al*, 1992; JICA, 1997; Syahril *et al*, 2003). model-model tersebut lebih memusatkan perhatian pada sektor transportasi, studi-studi tersebut merupakan rintisan dan memberikan kontribusi yang penting dalam pengembangan sistem permodelan kualitas udara di Indonesia. Studi Soedomo *et al* dan JICA menghasilkan informasi mengenai daerah-daerah di mana konsentrasi pencemar udara diprediksikan akan melampaui ambang batas, sedangkan hasil permodelan pada studi RETA digunakan lebih lanjut untuk mengestimasi biaya manfaat berbagai scenario penurunan emisi pencemar udara dari kendaraan bermotor terhadap kesehatan.

Dampak kesehatan dari pencemaran akibat sarana transportasi dibedakan dari sumber pencemar lain karena emisi yang dikeluarkan dari sarana transportasi sangat dekat dan berhubungan langsung dengan para pengguna jalan. Selain itu, kemampuan atmosfer dalam mengencerkan emisi juga sangat terbatas, sehingga risiko gangguan

kesehatan masyarakat akibat pencemaran udara sarana transportasi menjadi lebih parah. Penelitian epidemiologi terkini menemukan bahwa partikulat diesel bertanggung jawab terhadap peningkatan gangguan penyakit-penyakit paru-paru dan jantung bahkan di tingkat pencemaran yang relative rendah (Colville, *et al.*, 2001). Perhatian masyarakat terhadap kualitas udara semakin besar ketika mengetahui dampaknya terhadap kesehatan anak-anak, terutama yang berhubungan dengan insiden dan prevalen asma. Walaupun belum disepakatinya bukti yang menunjukkan bahwa asma disebabkan oleh pencemaran udara, temuan terbaru menunjukkan bahwa pencemaran udara menjadi pencetus gejala-gejala asma.

Timbel yang digunakan sebagai peningkat oktana dalam bensin bertimbel diketahui sebagai penyebab kerusakan susunan syaraf dan menurunkan tingkat kecerdasan (*IQ*). Paparan timbel jangka panjang menunjukkan pada setiap peningkatan 10 sampai 20  $\mu\text{g/dl}$  timbel darah berhubungan dengan kehilangan *IQ* dua poin (EPAQS, 1998). Dalam studi-studi laboratorium, sudah sejak lama diketahui bahwa  $\text{SO}_2$  menyebabkan batuk pada paparan konsentrasi tinggi dalam jangka pendek, terutama terhadap mereka yang menderita asma. Pencemar udara dari jalan raya sebagai penyebab gangguan kesehatan di perkotaan negara maju saat ini adalah  $\text{CO}_2$  (Colville *et al.*, 2001). Keterkaitan antara  $\text{CO}_2$  dengan kesehatan masyarakat termasuk peningkatan total angka kematian, kematian karena penyakit jantung, kematian bayi, kunjungan asma di unit gawat darurat, dan perawatan penyakit paru di rumah sakit.  $\text{CO}_2$ , bersama dengan *volatile organic compounds* (VOCs) merupakan komponen penyebab munculnya ozon ( $\text{O}_3$ ) dan pencemar fotokimia lainnya (Sillman, 1999).

$\text{O}_3$  telah diketahui memperparah gejala asma, selain juga dapat merusak pertanian. Selain dampak kesehatan masyarakat dan lingkungan perkotaan, emisi dari sarana transportasi turut berkontribusi terhadap dampaknya bagi atmosfer, seperti deposisi asam, penipisan ozon di stratosfer, dan perubahan iklim global. Gas buang  $\text{SO}_2$  dan

NO<sub>x</sub> lebih jauh dapat memunculkan proses pengasaman di atmosfer melalui oksidasi, yang merubahnya menjadi asam sulfur dan asam nitrat. Meskipun pencemaran dari sarana transportasi masih jauh untuk menjadi sumber penipisan lapisan ozon di stratosfer, namun unit penyejuk udara (AC) dalam kendaraan bermotor ternyata ikut berkontribusi terhadap terjadinya dampak tersebut. Kontribusi terbesar emisi dari transportasi adalah CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O, dikenal sebagai gas-gas *greenhouse*, yang di bawah pengawasan ketat berkaitan dengan dampaknya terhadap pemanasan dan perubahan iklim global. Disamping manfaat penggunaannya dalam menurunkan emisi NO<sub>x</sub>, VOCs, and CO, *catalytic converter* juga mempunyai kelemahan, karena meningkatkan emisi CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, dan NH<sub>3</sub> yang berkontribusi pada perubahan iklim dan deposisi asam. Sementara emisi dari N<sub>2</sub>O meningkat sebanyak 10 faktor (Wade *et al.*, 1994), N<sub>2</sub>O dalam skala kecil juga dianggap bertanggungjawab terhadap pemanasan global. Sementara itu, sedikit saja peningkatan CO<sub>2</sub> akan memberikan dampak yang lebih besar.

## **2.10 KAJIAN AWAL KERETA API CEPAT DI INDONESIA**

Studi awal tentang kereta api cepat di Pulau Jawa mulai pada tahun 1996 ketika HSR-200 Management bersama dengan Halcrow Fox melakukan kajian tentang kereta api Jawa dan kemungkinannya untuk membangun KAC dengan kecepatan 200-300 km/jam antara Jakarta-Surabaya. Jarak koridor pantai utara Jawa, kepadatan penduduk, dan proyeksi pertumbuhan ekonomi wilayah menjadi pertimbangan utama mengapa KAC-Jawa akan menjadi layak baik secara ekonomi maupun financial dalam waktu beberapa lama kedepan.

Pada waktu yang hamper bersamaan, studi kelayakan awal dilakukan oleh SYSTRA-SOFRETU-SOFRERAIL (SSS Study) di bulan Maret 1996. SSS Study meneliti 3 skenario: (1) S-160M, dengan kecepatan komersial 160 km/jam baik untuk penumpang maupun barang dengan menggunakan 1,067 mm track yang ada (*narrow gauge track*); (2) S-200M dengan kecepatan 200 km/jam berjalan diatas 1.435 mm

*standard gauge* untuk penumpang dan barang; dan (3) S-300P, dengan kecepatan 300-360 km/jam, untuk penumpang diatas *standard gauge track*. Dengan scenario ini, Jakarta-Surabaya dapat ditempuh hanya dengan waktu 2.2 sampai 5.5 jam saja, bandingkan dengan Argo Bromo yang memerlukan waktu tempuh 9 jam.

Studi KAC-Jawa yang masih baru (tahun 2008) dan sekarang masih berjalan adalah studi yang dilaksanakan oleh konsorsium konsultan Jepang (JJJA Study) yang akan mengembangkan “Argo Cahaya”, yakni KAC-Jawa dengan kecepatan komersial 300 km/jam dan berjalan diatas 1.435 mm *standard gauge*. Perkiraan biayanya adalah sekitar 2 trilyun Japanese Yen. Tabel 2.2 mengindikasikan beberapa spesifikasi teknik dari system tersebut.

**Tabel 2.2**  
**Karakteristik KAC-Jawa**

Kecepatan Maksimum	300 km/jam
Waktu Tempuh	KAC-Jawa direncanakan mampu mencapai kecepatan sampai 300 km per jam dan akan menjalani rute Jakarta-Surabaya (684 km) dalam waktu hanya 2 jam 45 menit, cukup bersaing dengan pesawat terbang dan sangat kompetitif terhadap KA konvensional.
Konsumsi Energi	KAC-Jawa akan digerakkan oleh tenaga listrik dan sangat efisien dalam penggunaan energi dan ramah lingkungan.
Beban Gandar	< 14 tons
Lebar Gauge	1435 mm standard gauge dan UIC 60 rail
Alignment & Tracks	Double track, dibangun dengan jarak yang cukup satu sama lain dalam daerah lahan jalan rel. Bantalan dibuat dari beton bertulang.
Persinyalan	Teknologi terakhir berbasis computer, radio, dan satelit didisain untuk memenuhi standar internasional untuk kereta api cepat. Keseluruhan system akan dikontrol dari pusat pengendalian operasi terpadu.
Overhead Power	Electric power transmitted from the grid to the trains via an overhead line system. The 25 kV AC modern system to be installed and should be capable of 300 km/h train operation.
Rolling Stocks	Initial train fleet of 25 sets, each set consists of 8-12 cars with power car at one end and a driving trailer car at the other. Made from lightweight construction using monocoque design in which the entire vehicle body is a structural element. Axle load should not exceed 17 tons.. The power car will be energized from the overhead catenary system at 25 kV.
Estimasi Biaya	Didalam interval antara ¥ 2 trilyun (sekitar Rp. 200 trilyun).

Sumber : Jetro, Analysis of High Speed Train in Java Island, 2008



## 2.11 KERETA API CEPAT YANG TELAH BEROPERASI

### 2.11.1 Kereta Api Cepat Shinkansen



Gambar 2.1 : KAC Shinkansen, Jepang

Generasi pertama KAC yang beroperasi barangkali adalah *The Tokaido Shinkansen* yang mulai beroperasi pada tahun 1964 di Jepang dan sejak itu terus berkembang dengan cukup pesat. Shinkansen menggunakan teknologi konvensional dimana motor penggerak dan peralatan mesin lainnya berada di badan gerbong, pelistrikan didapat dari jaringan kabel listrik diatas badan jalan, serta roda besi yang berjalan diatas rel. Pada saat ini, jalur Shinkansen Tokyo-Osaka telah mengangkut sebanyak 360.000 penumpang per hari di jalur Tokaido dan 130 juta orang per tahun. Dengan total panjang lintasan mencapai 2.400 km. Shinkansen telah mengangkut sebanyak 4 milyar penumpang sampai saat ini tanpa kecelakaan. Tetapi Jepang tidak berhenti sampai di Shinkansen. Dengan teknologi kereta api konvensional adalah tidak mungkin meningkatkan kecepatan secara drastis.



Gambar 2.2 : Model KAC Shinkansen, Jepang

Keterbatasan kecepatan disebabkan oleh besar dan beratnya peralatan mesin-mesin yang dibawa oleh gerbong, kesulitan dalam mengakumulasi sistem kelistrikan, dan pengurangan kelekatan (adhesi) antara roda dan rel pada kecepatan tinggi yang dapat mengakibatkan

anjlok. Oleh karena itu harus ada teknologi lain yang dapat meningkatkan kecepatan namun yang lebih aman dalam pengoperasian dalam kecepatan sangat tinggi. Perusahaan kereta api Jepang, JNR, pada tahun 1970 mulai melakukan riset tentang Maglev dengan membangun *Miyazaki Test Track* untuk melakukan test kecepatan tinggi. Pada percobaan tahun 1979, kereta prototip ML-500 mencapai kecepatan 517 kph pada track sepanjang 7 km yang membuktikan kemampuan Maglev dibandingkan dengan teknologi kereta konvensional. Segera setelah itu, pemerintah Jepang mulai membiayai riset dan implementasi teknologi Maglev.

### 2.11.2 Kereta Api Cepat TGV Perancis

TGV (*Train à Grande Vitesse*) adalah sistem KAC yang telah beroperasi di Perancis sejak 1981 dan sejauh ini sudah mengangkut sebanyak 1,2 milyar penumpang. TGV mempunyai panjang lintasan 1.500 km dengan melayani 9 kota-kota besar di Perancis. Kecepatan TGV merupakan yang tertinggi saat ini yakni 320 mph atau



**Gambar 2.3 :** Model KAC TGV, Perancis

sekitar 512 kph, suatu record kecepatan yang dicapai sejak tahun 1990. Namun dalam operasi sehari-hari, TGV hanya berkecepatan 200 mph atau 320 kph. Sistem KAC TGV yang terdiri dari teknologi kereta (*rolling stocks*) kualitas tinggi, teknologi *track* yang canggih, dan teknologi persinyalan memungkinkan kecepatan tinggi

dapat beroperasi pada skala penuh. Yang menarik adalah bahwa TGV dapat meraih keuntungan dari operasinya dan dapat menutupi biaya konstruksinya hanya dalam waktu satu dekade.

Tingkat keselamatan TGV sangat tinggi. Sejak pertama dioperasikan pada tahun 1981, belum pernah ada kecelakaan yang fatal dan TGV ternyata juga lebih efisien daripada mobil pribadi dan pesawat terbang oleh karena digerakkan oleh tenaga listrik.

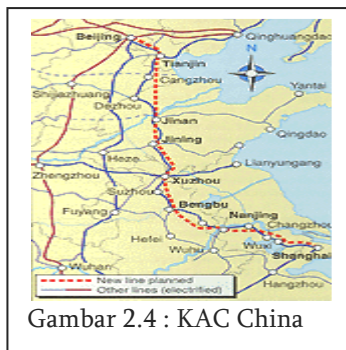
### 2.11.3 Kereta Api Cepat KTX Korea

KAC Korea yang pertama, KTX Trains, mempunyai kecepatan 300 km/jam, berbasis teknologi TGV Perancis, menempuh jarak 409 km Seoul-Busan dalam waktu 2 jam 40 menit, dibandingkan dengan 4 jam 10 menit menggunakan kereta api biasa. Proyek KAC tersebut dibangun selama 12 tahun dengan total biaya sebesar US\$ 15,3 milyar. KTX terdiri dari 46 rangkaian kereta masing-masing dengan 18 gerbong dan dengan panjang 388 meter, 935 tempat duduk, dan berat 771 tons.

### 2.11.4 Kereta Api Cepat Taiwan

KAC Taiwan menggunakan teknologi Shinkansen dengan kecepatan operasional maksimum 300 km/jam. East Japan Railway akan membangun dua KAC dengan kemampuan sampai dengan 400 km/jam. Operasi rencananya dimulai pada 2013 dengan kecepatan 360 km/jam.

### 2.11.5 Kereta Api Cepat China



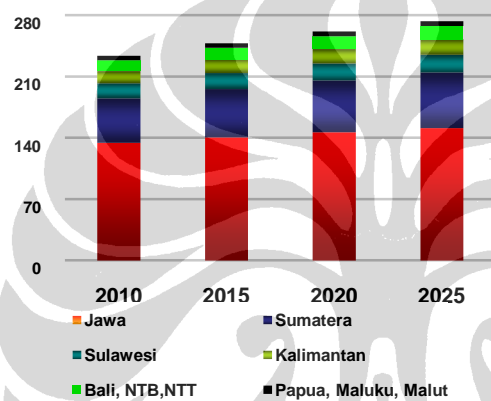
Gambar 2.4 : KAC China

Setelah sukses membangun Maglev di Shanghai Pudong Airport, China saat ini sedang membangun system KAC yang menghubungkan Beijing dengan Shanghai dengan jarak 1.464 km. Proyek tersebut akan resmi beroperasi pada 2010. KAC tersebut akan beroperasi dengan kecepatan 300km/jam dan akan mengurangi waktu

tempuh antara kedua kote besar tersebut dari 14 jam menjadi hanya 5 jam. Total biaya diperkirakan sebesar US 12 milyar dan investasi oleh investor swasta asing dimungkinkan.

## 2.12 POTENSI PEMBANGUNAN KERETA API CEPAT

### 2.12.1 Argumentasi Kependudukan

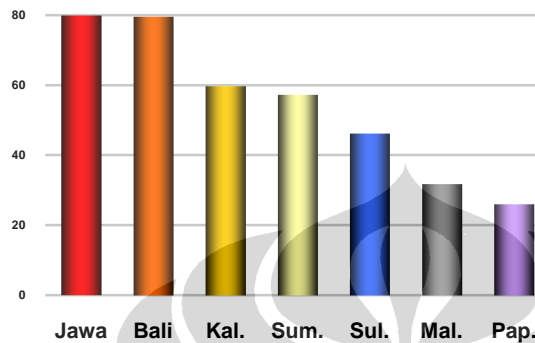


Gambar 2.5 : Proyeksi Penduduk Indonesia (juta orang)

Kota-kota berskala menengah dan besar di pulau Jawa mempunyai tingkat kepadatan penduduk yang sangat tinggi. Mobilitas pergerakan orang antar kota-kota tersebut juga sangat tinggi, khususnya antara kota-kota di Jawa Barat dan DKI Jakarta dan kota-kota di Jawa Timur, khususnya Surabaya. Menurut

proyeksi kependudukan yang dilakukan oleh BPS Bappenas-UFPA<sup>3</sup>, penduduk Indonesia tumbuh dengan 1,36 persen diantara tahun 2000-2005, yang menghasilkan jumlah penduduk sebesar 220 juta di tahun 2005. Walaupun angka pertumbuhan diperkirakan turun menjadi sebesar rata-rata 1,25 persen antara 2005-2015 dan 1,05 persen antara 2015-2025, jumlah penduduk total Indonesia akan tetap mencapai 234 juta di tahun 2010, 248 juta di tahun 2015, 262 juta di tahun 2020, dan 274 juta di tahun 2025. Gambar 2.5 memperlihatkan proyeksi tersebut dimana kesenjangan dan ketidakseimbangan jumlah penduduk antara Jawa dan luar Jawa akan terus terjadi secara konsisten. Menurut proyeksi tersebut, jumlah penduduk Pulau Jawa akan mencapai sekitar 151 juta orang pada tahun 2025. Argumentasi kependudukan lain yang sangat kronis adalah urbanisasi dalam skala masif yang terjadi secara konsisten dan persisten. Masih menurut proyeksi kependudukan yang sama, sebesar 82 persen

dari penduduk Jawa pada tahun 2025 akan tinggal di daerah perkotaan, meningkat secara drastis dari sekitar 57 persen di tahun 2000.



**Gambar 2.6 : Proyeksi Urbanisasi (%)**

Gambar 2.6 memperlihatkan tingkat urbanisasi tersebut dimana Bali akan menjadi wilayah kedua terbesar setelah Jawa yang mengalami urbanisasi massif sebesar 79,6 persen, diikuti oleh Kalimantan dengan 59,8 persen, Sumatera dengan 57,3 persen, dan Sulawesi dengan 46,2 persen.

Dengan 151 juta penduduk dimana sekitar 124 juta diantaranya tinggal di daerah perkotaan, maka mobilitas ekonomi dan pergerakan penduduk Pulau Jawa diperkirakan akan meningkat secara drastis dengan proyeksi pertumbuhan penduduk dari tahun 2000 sampai tahun 2025 dapat dilihat pada tabel 2.3

Tabel 2.3

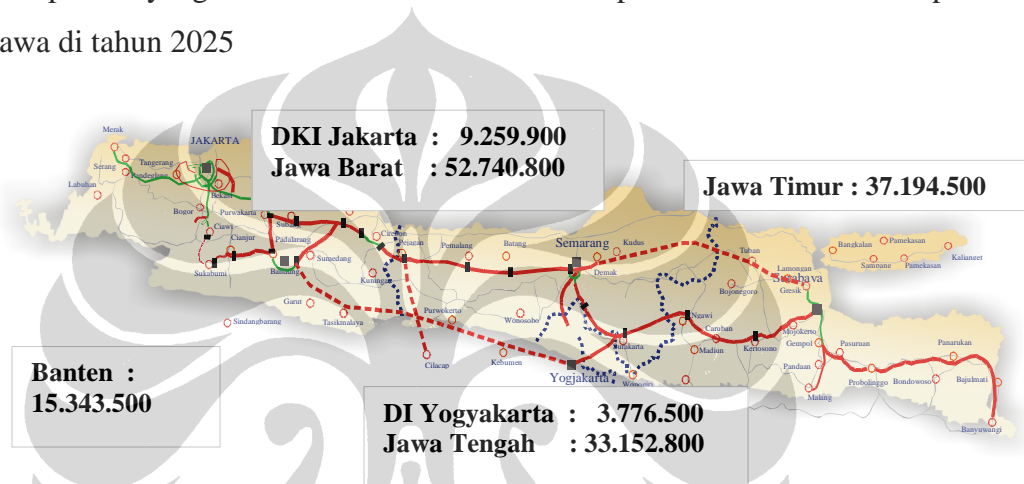
Jumlah Penduduk Pulau Jawa dan Proyeksi (2000 – 2025)

Provinsi	2000	2005	2010	2015	2020	2025
DKI Jakarta	8,361.0	8,699.6	8,981.2	9,168.5	9,262.6	9,259.9
Jawa Barat	35,724.0	39,066.7	42,555.3	46,073.8	49,512.1	52,740.8
Jawa Tengah	31,223.0	31,887.2	32,451.6	32,882.7	33,138.9	33,152.8
DI Yogyakarta	3,121.1	3,280.2	3,439.0	3,580.3	3,694.7	3,776.5
Jawa Timur	34,766.0	35,550.4	36,269.5	36,840.4	37,183.0	37,194.5
Banten	8,098.1	9,309.0	10,661.1	12,140.0	13,717.6	15,343.5
Jumlah	121,293.2	127,793.1	134,357.7	140,685.7	146,508.9	151,468.0

Sumber : Bappenas

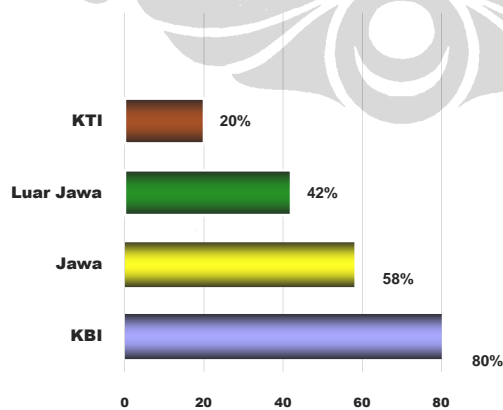
Dari hasil proyeksi pertumbuhan jumlah penduduk dari tahun 2000 sampai tahun 2025 menunjukkan bahwa jumlah penduduk Pulau Jawa selama dua puluh lima tahun mendatang terus meningkat yaitu dari 121,3 juta pada tahun 2000 menjadi 151,5 juta pada tahun 2025 (Tabel 2.3), dengan tingkat pertumbuhan rata-rata per tahun

penduduk Pulau Jawa selama periode 2000-2025 sebesar 4.34 persen. Pulau Jawa sulit untuk bertahan dengan sistem transportasi yang ada saat ini tanpa mengalami kejenuhan lalu lintas kota dan antar kota yang sangat ekstrim. Pergerakan penduduk akan sangat masif dan membutuhkan sistem transportasi massal yang lebih cepat dengan kapasitas tinggi dan keamanan serta keselamatan yang lebih baik dari sistem transportasi yang ada saat ini. Gambar 2.7 memperlihatkan distribusi kependudukan Jawa di tahun 2025



Gambar 2.7 :Proyeksi Kependudukan Pulau Jawa Tahun 2025

### 2.12.2 Argumentasi Ekonomi



Gambar 2.8 : Dominasi Ekonomi Jawa (%)

Gambar 2.8 memperlihatkan nilai rata-rata selama tahun distribusi PDRB wilayah terhadap PDB nasional. Selama beberapa dekade belakangan ini kawasan barat Indonesia (Jawa, Sumatera, dan Bali) telah menyumbang sekitar 80 persen terhadap perekonomian nasional, sementara kawasan timur Indonesia yang sangat kaya akan sumber daya kelautan,

mineral, dan kehutanan hanya menyumbang sekitar 20 persen. Pulau Jawa saja menyumbang sekitar 58 persen terhadap PDB nasional. Kesenjangan ekonomi ini sudah berjalan lama di masa lalu dan nampaknya akan terus berjalan untuk masa yang lama kedepan. Artinya, Pulau Jawa akan tetap menjadi sentra pertumbuhan dan perkembangan ekonomi nasional. Dari uraian tingkat pertumbuhan perekonomian Pulau Jawa dan kombinasi dengan mobilitas kependudukan yang sangat besar akan menghasilkan mobilitas perekonomian Jawa yang luar biasa besar.

