ISBN : 978-602-262-851-4
Tahun Terbit : 2018
Jumlah halaman : 158

Kereta Cepat: EVOLUSI dan PERKEMBANGAN TERKINI

Aleksander Purba

KATA PENGANTAR

Era kereta cepat ditandai dengan kehadiran Tokaido Shinkansen menghubungkan Tokyo dan Shin-Osaka (Jepang) pada 1964 sekaligus mencetak sejarah sebagai kereta pertama dengan kecepatan komersial lebih 200 km/jam. Beberapa dekade sebelumnya mulai disadari masalah-masalah yang berkaitan dengan kapasitas yang dapat ditawarkan tipe rel sempit (1.067 mm) sampai munculnya sistem sepenuhnya baru dibangun mengimplementasikan tipe rel standar (1.435 mm). Sampai awal 1960-an –selain Shinkansen– terdapat beberapa kereta berkecepatan lebih 100 km/jam: Mistral-Prancis (160), Broadway Limited-AS (153), Bristrain-Inggris (145), Schauinsland-Jerman Barat (140), Cattevelo-Italia (140), Rheingold-Belanda (140), Edelweis-Belgia (140), dan Red Arrow-Uni Soviet (120).

Langkah Tokaido Shinkansen kemudian diikuti TGV Prancis (Paris-South-East) yang mulai dioperasikan pada 1981 dengan kecepatan 260 km/jam, TGV Atlantic (1989), ICE Jerman (1991) dan AVE Spanyol (1992). Selanjutnya Eurostar yang melintasi selat Channel (1994), Thalys yang melintasi empat negara (1996), KTX Korea (2004), HSR Taiwan (2007) serta HST China (Beijing-Tienjin) yang dibuka pada 2008. Keretq cepat pertama di Asia Tenggara menghubungkan Halim (Jakarta) dan Tegalluar (Bandung) sepanjang 143 km diharapkan mulai melayani penumpang pada akhir 2020 atau awal 2021.

Mengacu pengalaman panjang Jepang dan beberapa negara Eropa, pengembangan kereta cepat berdampak peningkatan perjalanan bisnis maupun wisata, mempererat relasi antarkota sekaligus menciptakan peluang pertumbuhan ekonomi setempat. Juga merajut integrasi bangsa dan langkah penting merevitalisasi penuaan prasarana transportasi berbasis rel. Meski secara teknis relatif mudah diimplementasikan, terdapat beberapa faktor mendasar yang patut dipertimbangkan secara saksama: geografi dan klimatologi, demografi dan sosio-ekonomi, pilihan dan potensi teknologi, bisnis dan industri pendukung, sistem jalan rel eksisting dan yang sedang dikembangkan, jumlah pengguna kereta konvensional dan peluang pasar yang disasar. Terakhir tetapi bisa (sangat) menentukan faktor (kestabilan) politik dan kemampuan finansial. Mungkin masih terdapat faktor lain yang relevan dipertimbangkan bergantung kondisi unik setempat tetapi berpotensi dan menentukan implementasi kereta cepat.

Buku ini ditulis untuk menambah wawasan dan perspektif baru bertema evolusi serta perkembangan terkini kereta cepat, dengan harapan menambah khasanah ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya kereta cepat dan teknik sipil secara umum. Kendati koridor Halim-Tegalluar kurang mencerminkan ciri kereta cepat yang umumnya jarak jauh, kehadirannya diharapkan menjadi pendorong bagi rencana pengembangan kereta cepat Jakarta-Surabaya dan koridor lainnya.

Penulis sepenuhnya menyadari buku ini jauh dari sempurna sebagai karya ilmiah

yang ideal. Oleh sebab itu kritik yang konstruktif sangat diharapkan guna perbaikan untuk penerbitan berikutnya.

Bandar Lampung, September 2018

Aleksander Purba

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya menyampaikan terima kasih kepada pembimbing saat studi doktoral di *Graduate School of Urban Innovation Yokohama National University* (Jepang); Professor Fumihiko Nakamura, dan Assoc. Professor Shinji Tanaka yang mendorong untuk mengirimkan aplikasi ke panitia *Shinkansen Summer Seminar for International Students* - 3SIS-(2014), perhelatan selama tiga hari di Tokyo dan Nagoya bagi mahasiswa internasional yang sedang studi di Jepang. Penulis terpilih menjadi salah seorang peserta 3SIS angkatan pertama. Tujuan dan konsep kereta cepat Shinkansen, perannya dalam promosi pertumbuhan ekonomi di Jepang serta teknologi dan sistem pendukungnya adalah tema utama yang dibahas menghadirkan jajaran puncak JR East, JR Central dan akademisi *Tokyo University, GRIPS* serta *Chiba Institute of Technology*. Sebagian dari isi buku ini ditulis berbasarkan pengalaman selama mengikuti 3SIS, secara khusus sesi hari terakhir di pusat pendidikan dan pelatihan di Mishima milik JR East, 50 menit perjalanan dengan kereta Shinkansen dari Tokyo.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Fera Lestari, mahasiswa tahun terakhir program magister teknik sipil Universitas Lampung, yang mempersiapkan beberapa tabel terakhir pada bab tiga. Hasil perhitungan pada tabel merupakan bagian dari tesis yang sedang dikerjakan dan disupervisi oleh penulis sebagai pembimbing utama.

Sebagian besar materi dalam buku ini dikumpulkan dan dikompilasi mulai akhir 2014 di sudut Miyamaedaira, pinggiran Kawasaki, Kanagawa (Jepang). Dorongan dan dukungan tak kenal bosan disampaikan istri tercinta, Rika, dan kedua buah hati Putri dan Putra sebagai bukti tambahan lain pernah tinggal dan mencoba sistem kereta cepat Shinkansen. Menurut mereka buku adalah bukti yang tidak mudah dilupakan. Penulis melakukannya dengan segala upaya sebelum kembali ke Tanah Air pertengahan 2016. Sekitar 30% sisanya dikerjakan di Bandar Lampung mulai akhir 2016. Perlu hampir dua tahun lagi untuk merampungkannya. Tanpa kalian bertiga buku sederhana ini tidak akan selesai.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada jajaran Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Lampung yang memfasilitasi penerbitan dan penyebaran buku ini.

Ucapan terima kasih yang tulus juga penulis ucapkan kepada semua pihak yang memberikan kontribusi dan tidak dapat disebutkan satu per satu mulai persiapan naskah, desain sampul, editing, percetakan sampai penyebaran. Kiranya sumbangsih yang Anda lakukan mendapat berkat melimpah dari Tuhan Yang Mahakasih.

DAFTAR ISI

SAMPUL i
KATA PENGANTAR ii
UCAPAN TERIMA KASIH iv
DAFTAR ISI…….. v
DAFTAR TABEL ix
DAFTAR GAMBAR x

BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Definisi dan Sejarah Kereta Cepat 2
1.2 Shinkansen Jepang 3
1.3 Kereta Cepat Italia 5
1.4 TGV Prancis 6
1.5 ICE Jerman 7
1.6 AVE Spanyol 9
1.7 Kereta Cepat China 12
1.8 Argumen Pro-terhadap Kereta Cepat 13
1.9 Realitas Kereta Cepat 15
1.10 Resume….. 21
BAB 2 KERETA CEPAT 23
2.1 Evolusi Teknologi 23
2.2 Definisi Ekonomi Kereta Cepat 24
2.3 Biaya Membangun Infrastruktur Kereta Cepat 30
2.4 Biaya Operasional Layanan Kereta Cepat 34
2.4.1 Biaya operasional infrastruktur 34
2.4.2 Biaya operasional kereta 35
2.5 Biaya Eksternal Layanan Kereta Cepat 37
2.6 Kebutuhan Kereta Cepat: Evolusi dan Perspektif 40
2.7 Resume……. 44
BAB 3 INVESTASI KERETA CEPAT DAN MANFAAT SOSIAL 46
3.1 Pendahuluan 46
3.2 Gambaran Biaya dan Manfaat 46
3.2.1 Pilihan pertimbangan 46

3.2.2 Biaya 47
3.2.3 Manfaat 49
3.3 Contoh Empirik 54
3.3.1 Proposal kereta cepat Inggris 54
3.3.2 Pengalaman Spanyol 58
3.4 Titik Impas Volume Lalu Lintas 62
3.4.1 Model 63
3.4.2 Penyederhanaan model 66
3.4.3 Tingkat permintaan yang memenuhi manfaat sosial 71
3.5 Resume…… 79
BAB 4 EVALUASI FISKAL KERETA CEPAT …. 81
4.1 Biaya Modal, Operasi dan Pemeliharaan 81
4.2 Realita di Amerika Serikat 86
4.3 Resume…….. 91
BAB 5 VARIABEL YANG MEMPENGARUHI KEBERHASILAN 92
5.1 Umum……. 92
5.2 Persamaan dan Perbedaan 94
5.3 Densitas Jaringan Rel 96
5.4 Resume…… 101
BAB 6 IMPLIKASI BAGI INDONESIA 102
6.1 Kelembagaan dan Regulasi 102
6.2 Siaran Pers Kepala Staf Kepresidenan 9 Februari 2016 113
6.2.1 Proses pembuatan keputusan 114
6.3 Perkembangan Pembangunan Kereta Cepat Jakarta-Bandung 114
6.3.1 Pendanaan 116
6.3.2 Tata kelola pembangunan.. 117
6.4 Implikasi Bagi Indonesia 126
6.3.1 JRTT Jepang 127
6.5 Resume…… 128
BAB 7 PENUTUP… 130
7.1 Opsi Pengembangan 130
7.2 Hambatan Teknis 133
REFERENSI 137

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Panjang jalur kereta cepat yang beroperasi dan tahap konstruksi 3
Tabel 2.1 Biaya pemeliharaan infrastruktur kereta cepat 35
Tabel 2.2 Teknologi dan jenis kereta cepat di Eropa 36
Tabel 2.3 Perbandingan biaya operasional dan perawatan 37
Tabel 2.4 Biaya eksternal mobil, kereta dan pesawat 40
Tabel 2.5 Evolusi lalu-lintas kereta cepat di Eropa (1994-2004/2005) 41
Tabel 3.1 Konsumsi energi (MJ/kursi-km) 49
Tabel 3.2 Nilai penghematan waktu penumpang kereta di Inggris 51
Tabel 3.3 Biaya eksternal 54
Tabel 3.4 Hasil penilaian opsi 1 dan opsi 8 57
Tabel 3.5 Hasil analisis biaya-manfaat, opsi 1 59
Tabel 3.6 Manfaat kereta cepat Madrid-Seville 61
Tabel 3.7 Estimasi biaya 500-km kereta cepat di Eropa 72
Tabel 3.8 Permintaan tahun pertama untuk NPV=0, 5=5%, T=40 tahun 75
Tabel 3.9 Permintaan tahun pertama untuk NPV=0, r=6%, T=40 tahun 76
Tabel 3.10 Permintaan tahun pertama untuk NPV=0, r=5%, T=50 tahun 77
Tabel 3.11 Permintaan tahun pertama untuk NPV=0, r=6%, T=50 tahun 78
Tabel 4.1 Biaya modal koridor kereta cepat paling populer 82
Tabel 4.2 Biaya operasional kereta cepat 83
Tabel 4.3 Biaya pemeliharaan kereta cepat 83
Tabel 4.4 *Planning cost* kereta cepat 84
Tabel 4.5 Estimasi biaya untuk 500-km kereta cepat 85
Tabel 4.6 Harga tiket pergi-pulang 1 minggu sebelumnya 89
Tabel 4.7 Harga tiket pergi-pulang untuk reservasi 2 bulan sebelumnya 90
Tabel 5.1 Tingkat kepadatan beberapa kota besar 93
Tabel 5.2 Harga premium per liter dan pajak BBM 94
Tabel 5.3 Jaringan jalan tol di beberapa negara 95
Tabel 5.4 Luas wilayah per panjang rel kereta 96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Jaringan Shinkansen Jepang 3
Gambar 1.2 Kereta cepat di Italia 6
Gambar 1.3 Jaringan TGV Perancis 7
Gambar 1.4 Jaringan kereta cepat ICE Jerman 9
Gambar 1.5 Peta jaringan kereta cepat AVE Spanyol 10
Gambar 1.6 Jaringan kereta cepat China 12
Gambar 1.7 Rencana pengembangan kereta cepat di Amerika Serikat 16
Gambar 2.1 Model kereta cepat dan hubungannya dengan kereta konvensional 26
Gambar 2.2 Jeda waktu dan penyediaan layanan kereta cepat 28
Gambar 2.3 Rata-rata per kilometer membangun infrastruktur baru kereta cepat 33
Gambar 2.4 Evolusi akumulasi penumpang: Asia dan Eropa 42
Gambar 2.5 Akumulasi pengguna kereta cepat Asia dan Eropa berdasarkan data operator 43
Gambar 3.1 Kota Lille 53
Gambar 3.2 Penumpang kereta dan volume barang (1979-2004/2005) 55
Gambar 6.1 Alur pembangunan kereta cepat Jepang 128

Bab 1. PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan urgensi sistem transportasi memberikan kontribusi dan manfaat bagi masyarakat melalui ketersediaan akses serta mobilitas bagi pertumbuhan ekonomi sekaligus vital bagi kehidupan manusia modern dan situasi sektor transportasi dihadapkan pada beragam tantangan di masa mendatang: pertambahan penduduk, urbanisasi, kelangkaan sumber daya alam, termasuk kecenderungan terus melonjaknya harga minyak dan energi. Urgensi mengatasi berbagai persoalan ini makin menantang karena tuntutan ekonomi; lebih efisien serta berkesinambungan atau lestari dalam konteks dampak lingkungan dan penggunaan energi. Oleh sebagian kalangan, moda kereta, terutama kereta cepat, dipandang merupakan instrumen penting dan tepat untuk mengurai akar masalah dan mampu berperan menopang pertumbuhan mobilitas pelaku perjalanan secara berkelanjutan. Pengertian kereta cepat juga dijelaskan lebih detail di bab ini mengacu pada *International Union of Railways* (UIC), definisi yang bersifat global dan berlaku di seluruh dunia, walaupun setiap negara memiliki pengertian sendiri. Bab 1 juga menyajikan daftar negara yang mengoperasikan dan membangun kereta cepat, termasuk proyek kereta cepat Jakarta-Bandung (143 km) yang sedang dalam tahap konstruksi.

Negara	**Panjang (km)**	**Negara**	**Panjang (km)**
Aljazair	66	Korea Selatan	714
Arab Saudi	439	Norwegia	63
Austria	533	Perancis	2.602
Belanda	120	Polandia	220
Belgia	209	Portugis	1.057
Bulgaria	460	Rusia	1.180
China	20.318	Spanyol	3.743
Denmark	59	Swedia	864
Indonesia	143	Swiss	106
Inggris	1.574	Taiwan	1.205
Italia	1.434	Turki	344
Jepang	3.164	Uzbekistan	344
Jerman	1.410	Yunani	570

Argumen pro terhadap kereta cepat dibahas pada bagian akhir Bab 1 tentu dengan beberapa keunggulan kereta cepat yang diklaim melebihi moda mobil dan pesawat, seperti isu lingkungan, memacu perekonomian, keselamatan, mobilitas, pilihan moda, handal, hemat waktu dan tekan

tundaan, nyaman dan puas, produktivitas, dan aspek pengembangan kawasan padat-terpadu yang lazim dinamakan *transit oriented development* (TOD).

Namun dibalik sejumlah keunggulan kereta cepat, pada sub bab 1.9. dibahas realitas kereta cepat berdasarkan pengalaman panjang sejumlah negara, terutama Jepang dan Eropa. Terkait isu lingkungan misalnya, *pertama*, meski jika kereta cepat berhasil menekan penggunaan energi dan polusi, namun ketersediaan moda kereta semata tidak berarti sebagai satu-satunya cara dan metode efektif untuk mengurangi dampak lingkungan dari aktivitas sistem transpotasi. Di sisi lain, analisis kritis berpendapat dampak minimal terhadap lingkungan dari moda kereta akan mengecil relatif terhadap tingginya biaya konstruksi dan operasi. Otoritas kereta cepat California (AS) berargumen, moda ini mengonsumsi hanya sepertiga energi perjalanan dengan pesawat dan seperlima apabila menggunakan mobil. Pendapat berbeda disampaikan organisasi non-partisan, *California Air Resources-Board of HSR*, yang memperkirakan kereta cepat dengan biaya investasi sangat substansif hanya memberikan kontribusi 1,5 persen dari sasaran pemerintah untuk pengurangan emisi. Studi *University of California at Berkeley* mengestimasi jaringan kereta cepat AS hanya akan mengurangi 0,49 persen polusi transportasi yang secara statistik tidak signifikan. *Kedua*, klaim angka-angka penggunaan energi dan pengurangan polusi dari moda kereta cepat, sering terpatahkan kalau memperhitungkan biaya pembangunan dan pemeliharaannya. Pada saat bersamaan, perhitungan didasarkan atas asumsi bahwa teknologi mesin mobil dan pesawat tetap sama atau tidak lebih hemat energi di masa mendatang. Sebagai contoh, *California High-Speed Rail Authority* menggunakan pendekatan sendiri, yakni *Environmental Impact Statement* (EIS), menyatakan bahwa kereta cepat akan menghasilkan lebih banyak penghematan energi. Mengacu pada EIS, penghematan energi dari pengoperasian moda kereta untuk kurun 5 tahun sepadan dengan biaya konstruksi. Dengan demikian, pandangan yang disajikan tidak hanya sisi pro kereta cepat tetapi membahas realita yang dialami negara lain, sehingga lebih berimbang.

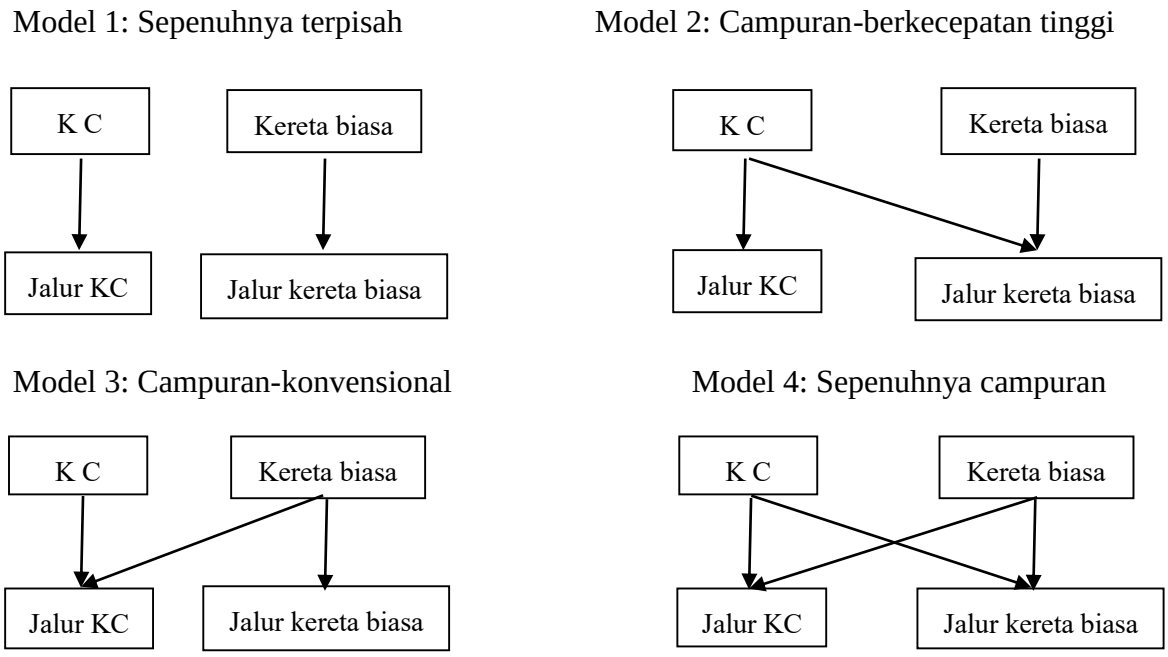
Pada bagian akhir Bab 1 dimuat beberapa resume merangkum semua sub bab dari 1.1. sampai 1.9.

Bab 2. KERETA CEPAT

Bab 2 ini terdiri dari 7 sub bab dengan penekanan serta pembahasan lebih spesifik. Dewan Eropa, yang secara khusus menetapkan bahwa infrastruktur kereta cepat mencakup tiga tipe kereta berbeda:

- dibangun dan diperlengkapi bagi kecepatan tinggi, umumnya untuk kecepatan lebih atau sama dengan 250 km/jam
- jalur konvensional yang ditingkatkan, diperlengkapi untuk melayani kecepatan 200 km/jam
- jalur konvensional ditingkatkan lainnya, dengan wujud yang tidak biasa berkaitan dengan kendala topografi atau perencanaan, sehingga kecepatan harus disesuaikan pada setiap kondisi.

Secara teori ketiga definisi teknis tersebut mencakup makna cukup luas yang pada hakekatnya meliputi keberadaan dan kemampuan infrastruktur menyediakan layanan kereta cepat. Namun, dalam prakteknya, kecepatan tidak mesti selalu jadi indikator terbaik, karena kecepatan komersial di sepanjang koridor tidak dapat dipertahankan sepenuhnya, berkaitan dengan kawasan perkotaan padat (menekan kebisingan dan risiko kecelakaan) atau keberadaan jembatan di atas jalan (viaduct) atau terowongan (dimana kecepatan harus diturunkan menjadi 160-180 km/jam untuk alasan keamanan). Kendati kereta cepat pada dasarnya memiliki kemiripan dalam hal teknik dan perekayasaan dengan kereta konvensional –keduanya berjalan pada rel yang rata berpermukaan keras yang di atasnya roda berputar dengan gesekan minimum serta rendah mengonsumsi energi– kedua jenis kereta juga mimiliki karakteristik teknik yang berbeda. Dari sudut pandang operasional, misalnya, sistem persinyalan sepenuhnya berlainan: lalu-lintas pada jalur konvensional dikendalikan melalui sinyal eksternal (elektronik) bersama-sama dengan sistem sinyal otomatis. Pada kereta cepat komunikasi antara sesama kereta yang sedang berjalan pada blok yang berbeda biasanya terintegrasi sepenuhnya dalam kabin, sehingga masinis tidak harus selalu berpatokan pada sinyal di sepanjang blok/koridor. Selain itu, Elektrifikasi pun berbeda: energi besar berbanding lurus dengan kecepatan, dimana sebagian besar kereta cepat menggunakan tegangan tinggi sedikitnya 25.000 volt, sedangkan kereta konvensional dijalankan dengan voltase lebih rendah. Disamping perbedaan dalam hal perekayasaan, terdapat ketidaksamaan menyangkut karakteristik kereta dan model operasional, seperti terlihat pada Gambar 2.1. Berbagai perbedaan tersebut menggambarkan bahwa kereta cepat lebih dari sekadar faktor kecepatan; peran lebih relevan dalam konteks definisi ekonomi atas layanan kecepatan tinggi adalah hubungan antara kereta cepat dan layanan kereta konvensional berikut mekanisme pengoperasian infrastruktur. Gambar 2.1 menjelaskan secara skematik empat model berbeda atas manajemen operasional kereta cepat dan kereta konvensional.



Gambar 2.1 Model kereta cepat dan hubungannya dengan kereta konvensional

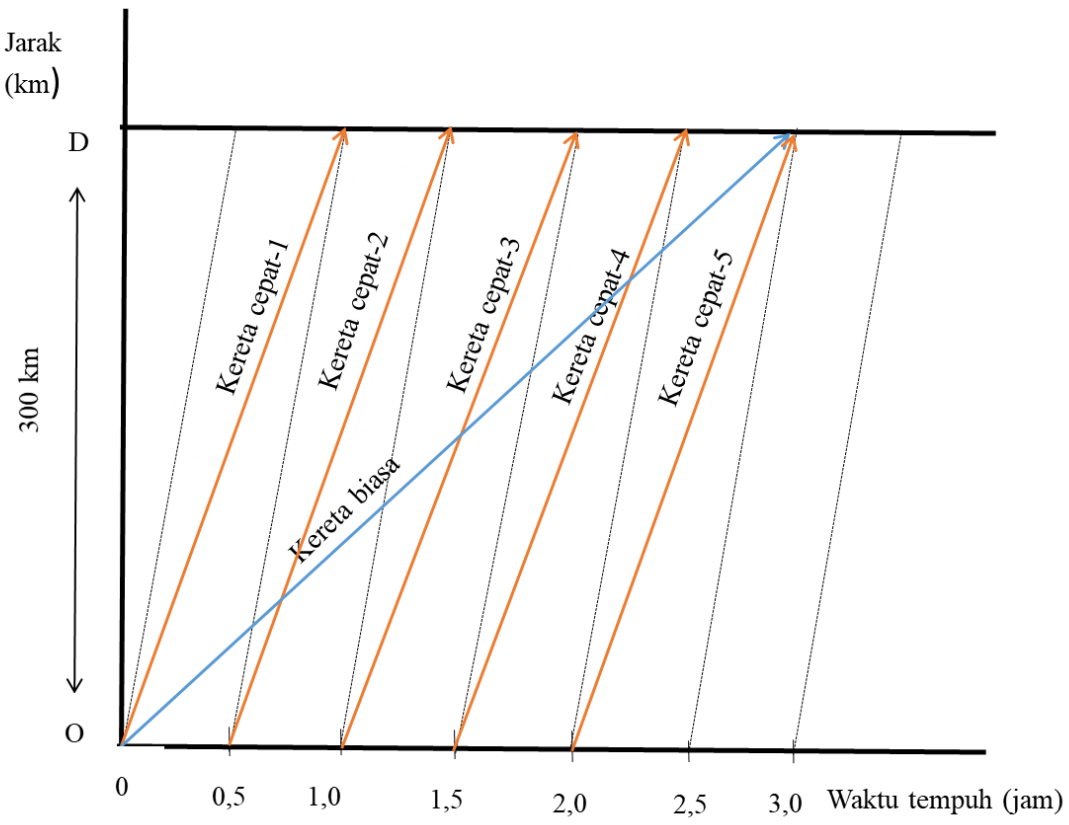
1) Model sepenuhnya terpisah ditandai pemisahan secara total antara layanan kereta cepat dan kereta konvensional, masing-masing memiliki dan berjalan pada jalurnya. Kereta cepat Jepang Shinkansen adalah contoh kereta cepat dengan jalur sepenuhnya terpisah. Pemilihan sistem didasarkan jaringan kereta konvensional penumpang dan barang mendekati kapasitas, di samping jalur eksisting menggunakan lebar rel sempit (1.067 mm) dan tidak mendukung bagi pengembangan kereta cepat yang dirancang dengan lebar rel standar (1.435 mm). Keuntungan model seperti ini adalah terbaginya segmen pasar secara jelas, demikian juga manajemen operasional dan kepemilikan infrastruktur antara kereta cepat dan kereta konvensional. Segmentasi organisasi dan pasar terbukti menjadi aset bernilai saat operator publik Japan National Rail (JNR) mengalami kebangkrutan dan pemerintah Jepang memutuskan melakukan privatisasi atas operasional dan pembangunan infrastruktur kereta.

2) Pada model campuran-berkecepatan tinggi, kereta cepat melintasi selain jalur baru dengan lebar standar tetapi juga pada segmen tertentu pada jalur konvensional yang ditingkatkan. Tipe ini diadopsi oleh kereta cepat Perancis TGV (Train a Grande Vitesse), yang beroperasi sejak 1981 pada sebagian besar jalur baru dan juga jalur kovensional yang dielektrifikasi khususnya pada segmen yang terkenda untuk membangun jalur ganda. Menekan biaya pembangunan menjadi salah satu keuntungan pemilihan model ini.

3) Model campuran-konvensional memungkinkan kereta konvensional menggunakan layanan kecepatan tinggi, yang diadopsi kereta cepat Spanyol AVE (Alto Velocidad Espanola). Seperti halnya Jepang, sebagian besar jalur konvensional Spanyol masih menggunakan rel sempit, sementara Eropa pada umumnya memakai lebar rel standar. Mengakomodasi layanan kereta cepat lintas Uni-Eropa, peralatan responsif pada kereta telah dikembangkan pada 1942 –antara lain pada kereta Talgo– yang memungkinkannya menggelinding lebih cepat daripada kecepatan normal pada infrastruktur kereta cepat dengan lebar standar. Keuntungan model ini adalah lebih hemat dari sisi pengadaan kereta dan biaya perawatan serta fleksibilitas tingkat kecepatan yang dapat disediakan pada segmen atau rute tertentu.

4) Model sepenuhnya campuran menawarkan fleksibilitas maksimum, karena baik kereta cepat maupun kereta konvensional dapat berjalan (sesuai kecepatan masing-masing) pada setiap tipe infrastruktur. Model ini dipilih oleh kereta cepat Jerman ICE (Inter-City Express) dan rute Rome-Florence (Italia) dimana kereta cepat kadang-kadang menggunakan jalur konvensional yang ditingkatkan dan kereta barang melintasi kapasitas yang tersisa pada jalur layanan kecepatan tinggi di malam hari. Penggunaan yang lebih intensif dari infrastruktur berdampak pada peningkatan biaya perawatan.

Alasan di balik kehadiran empat model kelak menentukan penyediaan sistem operasi kereta cepat, yang biasanya dipengaruhi keterbatasan pengelolaan lalu-lintas. Gambar 2.2 merefleksikan sistem operasi dalam grafik sederhana. Sumbu vertikal menunjukkan jarak (300 km) antara asal (O) dan stasiun tujuan (D), sedang sumbu horizontal merefleksikan waktu tempuh (jam). Garis putus-putus menunjukkan potensi jeda waktu bagi (slot) kereta berjalan (tanpa henti) dari O ke D. Kemiringan slot dan batas horizontal tergantung pada kecepatan rata-rata komersial yang diizinkan pada koridor O-D (berkaitan dengan konfigurasi kereta, kemiringan, jumlah belokan, terowongan dan lain-lain). Meskipun demikian, bagaimana slot digunakan pada saat operasi sepenuhnya ditentukan jenis layanan yang diberikan kepada penumpang. Sebagai contoh, kereta cepat pada kecepatan rata-rata 300 km/jam menempuh O sampai D hanya dalam satu jam, sementara kereta konvensional perlu waktu 3 jam.



Gambar 2.2 Jeda waktu dan penyediaan layanan kereta cepat

Mengacu pada penjelasan dan Gambar 2.1, model operasional jaringan pada Gambar 2.2 kini menjadi krusial. Dua model pertama, sepenuhnya terpisah dan campuran-berkecepatan tinggi, misalnya, mengindikasikan penggunaan infrastruktur kereta cepat lebih intensif, sementara model lain harus memperhitungkan bahwa (dengan pengecualian tersedianya multi-jalur) kereta dengan kecepatan lebih rendah menguasai lebih banyak slot untuk kurun lebih lama sehingga mengurangi peluang bagi penyediaan layanan kereta cepat. Pada Gambar 2.2 sedikitnya lima kereta cepat terpaksa berhenti bersamaan dengan pengoperasian satu kereta konvensional. Karena perbedaan kecepatan yang besar antarkereta merupakan penyebab utama anjloknya kapasitas lintas, kereta cepat biasanya mendapat prioritas pada lalu-lintas campuran saat siang, sedangkan kereta barang dioperasikan pada malam hari. Pada beberapa kasus, layanan kereta cepat malam hari dioperasikan dengan kecepatan lebih rendah pada koridor favorit kereta barang. Berhubung pemilihan model operasional merupakan keputusan yang mempengaruhi perbandingan biaya pembangunan (dan pemeliharaan) infrastruktur baru dan biaya peningkatan (pemeliharaan) jaringan kereta konvensional, definisi kereta cepat tidak lagi pertanyaan teknis semata, namun juga meluas

dan relevan hingga aspek ekonomi. Terdapat tiga faktor yang berpengaruh terhadap definisi kereta cepat dalam terminologi ekonomi:

- Pertama, kekhususan kereta, dimana karakteristik teknis harus diperlakukan mengikuti wujud khas tertentu untuk kecepatan tinggi. Kereta cepat dirancang berjalan tanpa lokomotif (kedua ujung [haluan/buritan] dapat berfungsi timbal-balik) dengan goyangan minimum bahkan saat melingkar di atas ketinggian, dan tidak memerlukan kemiringan tertentu untuk menahan dorongan gaya sentrifugal. Biaya pengadaan, operasional dan pemeliharaan kereta mencakup investasi sangat besar dan terus-menerus berkepanjangan (umumnya lebih dari 20 tahun) bagi investor atau konsorsium. Besarnya biaya selalu menjadi pertimbangan utama sebelum memutuskan penyediaan layanan kereta cepat.
- Kedua adalah dukungan publik atas sebagian besar proyek kereta cepat, terutama di Eropa yang masing-masing pemerintah pusatnya berkomitmen mengalokasikan belanja anggaran yang signifikan dalam pengembangan jaringan kereta cepat di wilayahnya selama dekade mendatang. Pada tingkatan lebih tinggi (Komisi Eropa, 2001) secara eksplisit menetapkan strategi merevitalisasi jaringan sebagai salah satu langkah menyeimbangkan penggunaan moda sekaligus menekan dominasi jalan raya. Pilihan ini didasarkan atas pertimbangan bahwa transportasi kereta (terutama kereta cepat) berimplikasi biaya eksternal lebih rendah dibandingkan angkutan berbasis jalan raya terutama berkaitan dengan kemacetan, keselamatan dan polusi yang ditimbulkan.
- Alasan ketiga lebih berhubungan dengan sisi kebutuhan atas layanan kereta cepat. Penyedia layanan kereta penumpang di banyak negara mengakui bahwa keberadaan layanan kereta cepat menjadi penopang penting keberlangsungan bisnis. Terutama di Perancis dan Spanyol, kereta cepat sudah diketahui dan diumumkan secara luas bahwa kereta cepat merupakan pilihan moda perjalanan lain, memiliki sistem operasi sendiri meliputi infrastruktur yang berdiri sendiri dengan kandungan teknologi terbaru pada kereta. Kereta cepat merubah wajah angkutan kereta penumpang konvensional lewat suguhan jadwal yang mudah, informasi dan sistem reservasi memuaskan, layanan makanan, sistem informasi di dalam kereta, dan secara umum meningkatkan nilai tambah bagi penumpang.

Sub bab berikutnya membahas isu paling menarik yakni biaya membangun atau mengembangkan jaringan kereta cepat. Membangun infrastruktur baru kereta cepat memerlukan rancangan khusus ditujukan untuk mengurangi beragam hambatan bersifat teknis yang mungkin mempengaruhi batas kecepatan komersial di bawah 250 km/jam - 300

km/jam. Termasuk di dalamnya jumlah perlintasan dengan jalan raya, frekuensi berhenti atau panjang radius tertentu yang tak memungkinkan pada kereta cepat; namun, pada kasus khusus, mekanisme baru sistem persinyalan, dan elektrifikasi tegangan lebih tinggi mungkin dibutuhkan, seperti halnya jalur yang sepenuhnya terpisah dari kereta barang dan kereta konvensional pada koridor dimana infrastruktur digunakan bersama-sama.

Harus diakui beberapa bentuk rancangan kadang-kadang tidak selalu mengindikasikan kesamaan konstruksi kereta cepat. Demikian halnya saat membandingkan biaya konstruksi antara proyek kereta cepat satu dan lainnya: kesulitan terutama disebabkan teknik yang diterapkan untuk mengatasi keadaan setempat sangat berlainan (tergantung, antara lain topografi dan geografi) dan juga teknik solusi yang terus mengalami perkembangan.

Mengacu pada UIC (2005b), membangun infrastruktur kereta cepat baru mengandung tiga variabel utama:

- Biaya perencanaan dan pengadaan lahan, termasuk studi kelayakan (teknis dan ekonomi, perencanaan teknis, pembebasan lahan dan biaya lainnya [seperti administrasi, lisensi, perizinan dan lainnya]). Biaya-biaya ini bisa saja cukup besar pada proyek tertentu (terutama saat mengambilalih lahan yang harga satuannya memang mahal), namun secara keseluruhan berkisar 5-10 % dari nilai investasi.
- Biaya pembangunan infrastruktur termasuk di dalamnya semua hal terkait dengan penyiapan lahan membangun dasar bagi perletakan struktur. Nilainya bervariasi dari satu proyek ke proyek lainnya tergantung karakteristik lahan setempat, tetapi umumnya berada pada kisaran 10-25% dari investasi pembangunan infrastruktur baru. Pada kasus tertentu, tuntutan adanya solusi khusus (seperti jembatan melintang di atas jalan raya, jembatan atau terowongan) mengatasi kendala geografis berpotensi menaikkan porsi biaya hingga dua kali (40-50%, dalam hal diperlukan pilihan solusi dengan tingkat kesulitan lebih kompleks).
- Bangunan bagian atas, mencakup pemasangan rel dan sisi pengaman sepanjang lintasan, sistem persinyalan, penghantar dan mekanisme elektrifikasi, komunikasi dan instalasi keamanan, dan sebagainya. Masing-masing bagian bervariasi antara 5-10% dari total investasi.

Meski ketiga biaya komponen utama selalu ada pada semua proyek, variabelnya sangat dipengaruhi oleh keterkaitan antara infrastruktur yang hendak dibangun di satu sisi dan keberadaan jalur eksisting di sisi lain. Mengacu pada kriteria ini, sedikitnya terdapat 5 tipe proyek kereta cepat (UIC, 2005b):

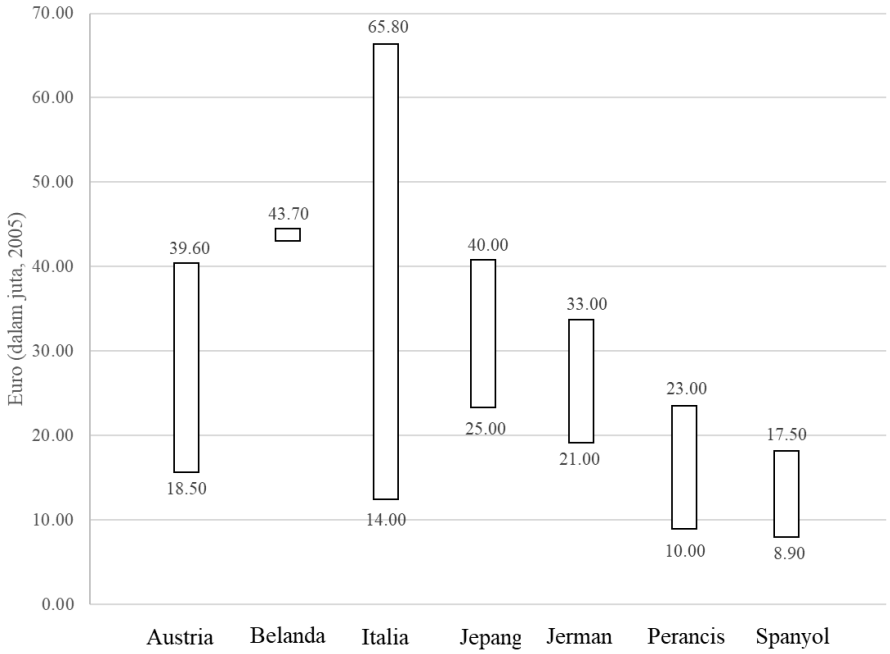
- Koridor utama yang sepenuhnya terpisah dari kereta cepat lainnya, seperti AVE jalur Madrid-Seville;
- Jaringan terintegrasi koridor utama, dicontohkan oleh Paris-Lille yang terintegrasi dengan Paris-Lyon dan jaringan kecepatan tinggi Perancis;
- Pengembangan terbatas atau melengkapi koridor eksisting, seperti Madrid-Toledo atau Lyon-Valence, dimana keduanya dikembangkan melayani kota berukuran sedang yang saling berdekatan;
- Berwujud tunggal ukuran besar, misalnya Eurotunnel, Grand Belt atau jembatan Selat Messina; dan
- Proyek skala kecil bagian dari jaringan kereta konvensional, termasuk kereta cepat yang menghubungkan bandar udara dengan kota terdekat, atau peningkatan infrastruktur konvensional guna mengakomodasi layanan kecepatan lebih tinggi, seperti di Jerman atau Italia.

Gambar 2.3 menunjukkan biaya rata-rata per km membangun infrastruktur kereta cepat di beberapa negara. Nilai yang tertera adalah dalam juta euro (2005) dan mencakup biaya pembangunan infrastruktur dan bangunan bagian atas, tidak termasuk perencanaan dan pengadaan lahan. Secara keseluruhan biaya konstruksi per kilometer atas 45 sampel proyek bervariasi antara 6 sampai 45 juta (dengan nilai rata-rata 17,5 juta). Jika analisis mengacu pada proyek yang tengah beroperasi (24 proyek), biaya berkisar 9 dan 39 juta (dengan nilai rata-rata 18 juta). Kalau China tidak termasuk, membangun kereta cepat di Asia tampak lebih mahal daripada Eropa, mengacu data dari Jepang, Taiwan dan Korea Selatan, meski dua negara terakhir termasuk beberapa elemen berkaitan dengan peningkatan jalur konvensional.

Di Eropa sendiri terbagi dua grup: biaya membangun kereta cepat di Perancis dan Spanyol relatif lebih murah dibandingkan di Jerman, Italia dan Belgia. Pembagian grup tidak sekadar persamaan geografi dan kenyataan tingkat populasi yang rendah di luar pusat kota utama, tetapi meluas hingga prosedur pelaksanaan pembangunan juga. Sebagai contoh, di Perancis, biaya konstruksi ditekan dengan memilih meletakkan bangunan struktur atas lebih tinggi daripada jenis terowongan atau jembatan di atas jalan. Karena TGV merupakan kereta cepat yang sepenuhnya melayani penumpang (model sepenuhnya terpisah pada Gambar 2.1), penerapan kemiringan 3,5% menjadi pilihan, bukan maksimum 1-1,5% yang lazim pada jalur campuran. Walaupun biaya pengadaan lahan pada lintasan lebih lurus adalah lebih mahal, tetapi secara keseluruhan dikompensasikan dengan biaya pembangunan lebih

rendah, demikian juga biaya operasi maupun perawatan. Di beberapa negara Uni-Eropa lain, jaringan kereta cepat cenderung lebih mahal dipicu terutama jaringan dibangun melintasi kawasan berpenduduk padat, dan kesulitan menemukan ruang membangun yang ekonomis. Mengacu pada proyek yang tengah dalam tahap konstruksi (21 proyek, beberapa diantaranya selesai pada 2007), satu hal didapat bahwa pada sebagian besar kasus terlihat ada kesamaan dengan biaya pembangunan dari proyek yang sedang beroperasi. Data juga memperlihatkan tidak adanya bukti dari perspektif ekonomi atas pengalaman khususnya di Jepang dan Perancis yang memiliki pengalaman lebih lama dalam membangun proyek kereta cepat, meski koridor baru tidak mencerminkan cukup kesamaan untuk melakukan perbandingan yang relevan.

Di Jepang biaya per kilometer (tidak termasuk pengadaan lahan) pada Shinkansen Tokyo-Shin Osaka relatif rendah (5,4 juta euro, nilai 2005), tetapi semua proyek kereta cepat yang dibangun sesudah koridor pertama, angkanya membengkak tiga atau empat kali lebih tinggi. Di Perancis, setiap kilometer membangun Sud-Est TGV (1981) antara Paris dan Lyon menghabiskan investasi 4,7 juta euro (biaya konstruksi), sedangkan biaya per kilometer membangun Mediterranee TGV (2001) adalah 12,9 juta euro. Perbedaan biaya yang mencolok berkaitan dengan karakteristik khas setiap proyek, dan kerap memicu kesulitan dalam analisis saat melakukan perbandingan.



Gambar 2.3 Rata-rata per kilometer membangun infrastruktur baru kereta cepat

Setelah infrastruktur kereta cepat selesai dibangun dan siap untuk dioperasikan, maka komponen biaya berikutnya adalah biaya operasional layanan kereta cepat yang terdiri dari dua komponen yaitu biaya operasional infrastruktur dan biaya operasional kereta. Masuk kategori pertama termasuk biaya buruh, energi dan material habis pakai bagi perawatan dan operasional harian atas jalur, terminal, stasiun, pasokan energi dan sistem persinyalan hingga manajemen lalu-lintas dan sistem keamanan. Beberapa dari komponen biaya tergolong tetap dan tergantung pada kondisi operasional rutin yang dijalankan serta standar teknis dan keamanan. Pada kasus berbeda, seperti pemeliharaan jalur, biaya dipengaruhi oleh intensitas lalu-lintas. Sama halnya dengan biaya perawatan instalasi kelistrikan dan penghantarnya, sepenuhnya dipengaruhi jumlah kereta yang dilayani. Berdasarkan statistik UIC (2006), proporsi biaya buruh atas setiap komponen pemeliharaan berturut-turut: 55% untuk instalasi traksi listrik, 45% bagi rel, dan 50% khusus peralatan pendukung. Secara umum, perawatan infrastruktur dan rel pada hampir semua kasus berkisar 40-67% dari biaya keseluruhan komponen perawatan (pada kereta cepat maupun jaringan kereta konvensional), sedangkan persinyalan bervariasi antara 10-35% pada kereta cepat dan 15-45% untuk kereta konvensional. Sedangkan biaya operasional layanan kereta cepat dapat dibagi dalam empat kategori utama: melangsir dan mengoperasikan kereta (sebagian besar berupa biaya buruh), perawatan kereta dan peralatannya, energi, dan administrasi. Berbagai jenis biaya ini bervariasi antaroperator tergantung jumlah penumpang yang diharapkan, karena tingkat lalu-lintas orang menjadi parameter utama berapa biaya buruh untuk penjualan tiket dan petugas layanan informasi di setiap stasiun.

Masih terdapat biaya lain, yakni biaya eksternal layanan kereta cepat. Biaya-biaya yang terkait dengan lingkungan pada kereta cepat tidak dapat diabaikan. Baik saat pelaksanaan konstruksi dan layanan operasional, kereta cepat menimbulkan biaya lingkungan terkait dengan pengambilalihan lahan, keberadaan pembatas sepanjang lintasan, pandangan menjadi terhalang, bising, polusi dan kontribusi terhadap pemanasan global. Disadari hingga kini tidak mudah mengelaborasi masing-masing komponen, sehingga pembahasannya lebih banyak diperoleh dari sumber lain, mengetengahkan fakta relevan terkait dengan biaya eksternal layanan kereta cepat. Pertanyaan kunci menyangkut biaya lingkungan lebih pada perbandingan dengan moda lainnya. Secara teori, selama biaya tidak sama terhadap biaya sosial marjinal pada moda transportasi lainnya, peralihan penumpang dari pesawat dan jalan raya kepada kereta meningkatkan efisiensi, jika kereta cepat menghasilkan biaya eksternal lebih rendah. Menyangkut polusi secara khusus, jumlah polusi

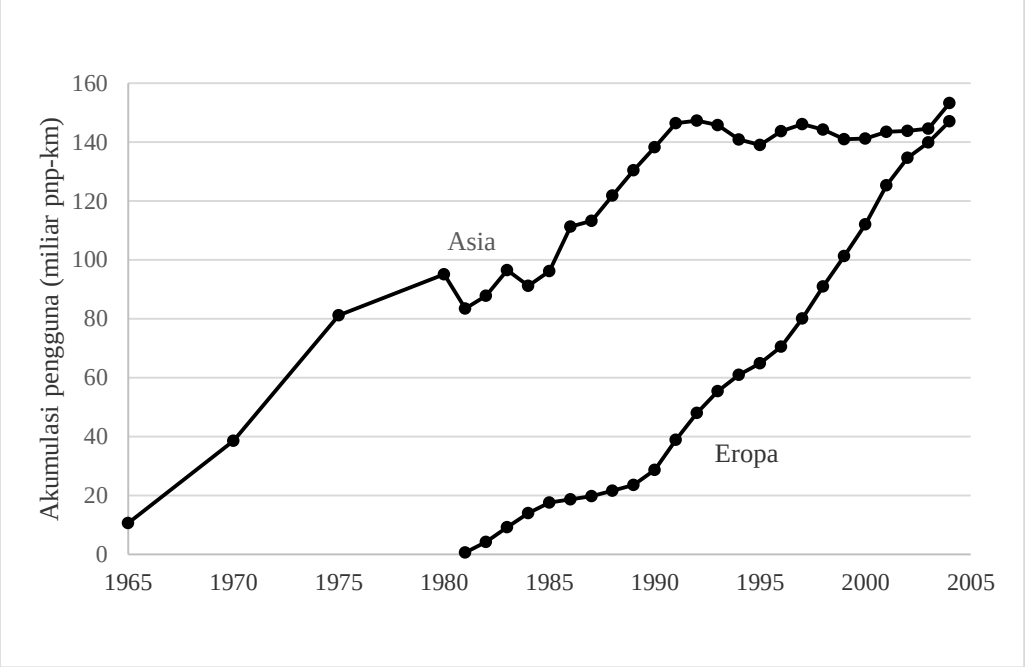
gas yang dihasilkan untuk menggerakkan kereta cepat tergantung jumlah konsumsi energi dan polusi udara dari pembangkit. Disebabkan terus terjadinya diversifikasi dari sumber utama ke energi alternatif di banyak negara, melakukan perbandingan atas polusi emisi udara atas keberadaan kereta cepat menjadi relatif kompleks. Namun, jika membandingkan secara lebih luas dengan moda lain seperti mobil pribadi atau pesawat, kereta cepat tergolong moda dengan tingkat polusi lebih rendah. Berdasarkan data INFRAS/IWW (2000), energi utama yang dikonsumsi kereta cepat dalam liter premium per 100 penumpang-km adalah 2,5 (sedangkan oleh mobil dan pesawat besarannya adalah 6 dan 7). Demikian halnya emisi karbon dioksida (CO_2) per 100 penumpang-km, nilainya masing-masing adalah 17 dan 14 ton untuk pesawat dan mobil, sementara kereta cepat berada di angka lebih rendah 4 ton. Tabel 2.4 memperlihatkan perbandingan biaya marjinal eksternal antara moda transport yang berbeda di dua koridor kereta cepat Eropa. Biaya marjinal di sini termasuk kecelakaan, bising, polusi udara, perubahan iklim, dampak perkotaan, tapi tidak termasuk kemacetan atau kelangkaan (kekosongan) kapasitas. Kereta cepat penghubung antara Paris dan Brussels memiliki kurang dari seperempat dibandingkan biaya eksternal mobil pribadi atau pesawat. Tingkat keterisian penumpang lebih tinggi berarti bahwa keberadaan kereta cepat tidak lebih buruk pada koridor tersebut dibandingkan kereta konvensional pada koridor jauh lebih panjang Paris-Vienna; pada jarak lebih jauh, keuntungan dalam hal biaya eksternal berangsur menurun, karena sebagian besar komponen biaya pada moda pesawat terjadi saat lepas dan tinggal landas.

Tabel 2.4 Biaya eksternal mobil, kereta dan pesawat
(euro/1000 penumpang-km)

Moda	Paris-Vienna	Paris-Brussels
Mobil	40,2	43,6
Kereta	11,7	10,6
Pesawat	28,7	47,5

Sumber: INFRAS/IWW (2000)

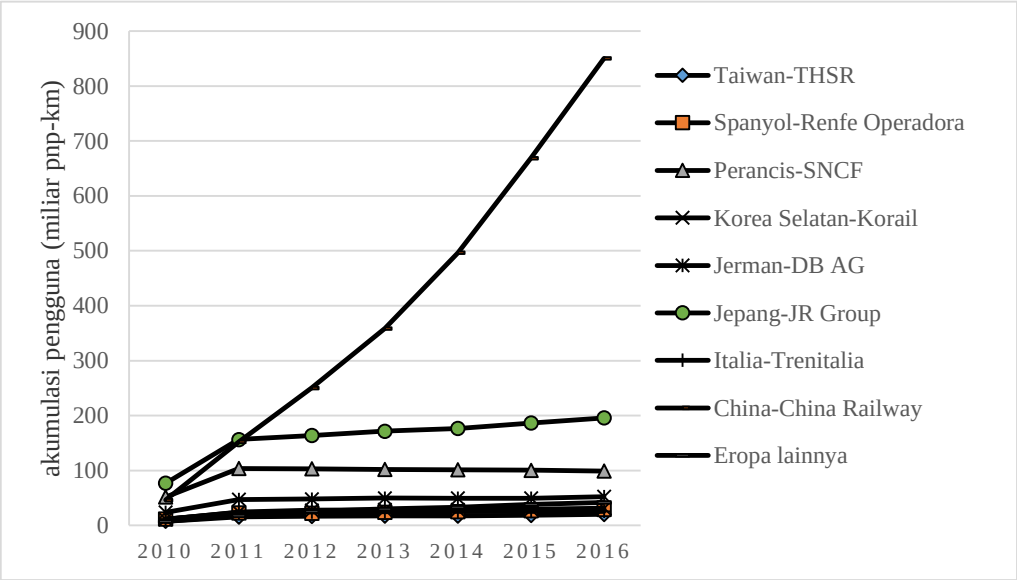
Sub bab berikutnya memperlihatkan evolusi dari sisi permintaan penumpang kereta cepat di Asia dan Eropa selama beberapa dekade, seperti diperlihatkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.4 Evolusi akumulasi penumpang: Asia dan Eropa

Layanan Shinkansen di Jepang diawali pada 1964 dan terus mengalami pertumbuhan yang meyakinkan selama 20 tahun (lihat Gambar 2.4). Selama periode tersebut, Shinkansen menguasai sekitar 100 miliar penumpang-km. Namun kurun 20 tahun berikutnya (dari 1984-2004), akumulasi pertumbuhan terbagi dua, hanya bertambah 50 miliar penumpang-km yang menggunakan Shinkansen. Sebagai perbandingan, sebagian besar proyek kereta cepat Eropa tengah berada dalam periode 20 tahun pertamanya, dan secara alami masih berpotensi mendulang pertumbuhan positif, setidaknya hingga pangsa pasar kereta cepat perlahan mengalami kejenuhan seperti di Jepang. Gambar 2.5 memperlihatkan akumulasi pengguna kereta cepat di Asia dan Eropa mengacu data lalu-lintas dari masing-masing operator sepanjang kurun 2010 – 2016. Dari gambar terlihat hanya China yang mencatat pertumbuhan akumulasi penumpang yang menakjubkan mencapai 850,4 miliar penumpang-km. Dua negara Asia lainnya yang mengawali pengembangan kereta cepat dengan waktu yang hampir bersamaan yakni Korea Selatan dan Taiwan, tercapat hanya membukukan akumulasi masing-masing 31,4 dan 20,2 miliar penumpang-km pada periode yang sama. Mengacu pada pengalaman Jepang dan Eropa, tampaknya China masih mengalami pertumbuhan akumulasi penumpang sampai dua dekade mendatang, dipicu terutama pengembangan jalur baru dan peningkatan rute eksisting secara ekspansif. Jika Korea Selatan dan Taiwan terlihat mengalami pertumbuhan penumpang relatif konstan pada dekade pertama setelah layanan kereta cepat, Jepang justru mencatat pertumbuhan positif

dengan akumulasi mencapai 196 miliar penumpang-km pada akhir 2016, dua kali lipat dari pencapaian Perancis dengan total akumulasi 99,1 miliar penumpang-km pada periode yang sama.



Gambar 2.5 Akumulasi pengguna KC Asia dan Eropa berdasarkan data operator

Namun Perancis nyaris tidak mengalami pertumbuhan pengguna kereta cepat sepanjang 2010 – 2016; pada 2016 misalnya, SNCF mencapat jumlah pengguna 49,1 miliar penumpang-km, padahal pada 2010 penumpang kereta cepat masih bertengger pada angka 51,9 miliar penumpang-km. Operator kereta cepat di negara Eropa lain termasuk Belanda, Inggris, dan Swedia terlihat membukukan pertumbuhan positif dengan akumulasi 42 miliar penumpang-km pada 2016.

Bab 3. INVESTASI KERETA CEPAT DAN MANFAAT SOSIAL

Bab ini mengetengahkan metodologi penilaian proposal kereta cepat, dan menelorkan beberapa indikasi tertentu sebagai dasar justifikasi bahwa proyek memberikan manfaat sosial. Pada bagian selanjutnya disajikan uraian komponen biaya dan manfaat yang harus diperhitungkan dalam penilaian proposal kereta cepat. Sebuah penilaian memerlukan perbandingan antara kasus dasar tertentu dengan serangkaian pilihan alternatif. Adalah penting secara jelas memahami seperti apa kasus dasar disepakati sehingga terlihat ruang pilihan yang hendak diuji. Kasus dasar yang mengasumsikan tidak melakukan apa-apa mungkin tidak lazim, khususnya dalam hal menghadapi pertumbuhan lalu-lintas; dengan kata lain kasus dasar sepatutnya dengan pilihan melakukan beberapa upaya. Berbagai

pilihan harus diperbandingkan di atas dasar yang ditingkatkan untuk melihat apakah tambahan biaya saat beralih ke pilihan yang lebih mahal, dapat dibenarkan atau sebaliknya. Dalam hal kereta cepat, kasus dasar harus mencakup seperti investasi, karena investasi menjamin layanan eksisting dapat terjaga dan berlangsung di samping pertimbangan harus diberikan pada sisi internal berkaitan dengan pertumbuhan lalu-lintas. Ini mungkin berdampak investasi dalam penambahan armada kereta atau merevisi struktur tarif dan tingkatannya. Banyak perubahan signifikan harus dipertimbangkan berkenaan dengan pilihan melakukan upaya tertentu. Mungkin mencakup peningkatan infrastruktur eksisting, membeli armada kereta baru, atau pembangunan jalan baru atau penambahan kapasitas bandar udara. Di sana juga terdapat pilihan berkaitan dengan kereta cepat –berapa panjang jalur baru yang hendak dikembangkan, hingga mencapai titik/tujuan tertentu yang harus menyediakan kereta baru, frekuensi layanan hingga kebijakan harga yang diberlakukan. Sangat penting menguji sekian banyak pilihan guna meyakinkan pemangku kepentingan utama bahwa opsi terbaik telah teridentifikasi.

Tidak kurang penting dipertimbangkan adalah waktu melakukan investasi. Kereta cepat mungkin didapati tidak berada pada posisi nilai bersih tertinggi saat ini, tetapi jika tingkat permintaan dan manfaat lain diprediksi terus mengalami peningkatan, lebih baik menunda dulu investasi hingga saat paling tepat.

Terkait biaya, pengembangan kereta cepat mencakup pembangunan jalur baru, stasiun, dan lain-lain, serta pengadaan armada kereta baru, disamping biaya operasional kereta dan biaya eksternal (sebagian besar pengambilalihan lahan, gangguan pemandangan, kebisingan, polusi dan efek pemanasan global). Karena biaya tetap infrastruktur baru per kilometer adalah sangat mahal meski menghadirkan kapasitas sangat besar (dengan asumsi 12 kereta per jam dengan 700 penumpang per kereta menghasilkan 8.400 orang per jam) sistem kereta cepat secara umum lebih ekonomis pada lintasan dengan volume lalu-lintas lebih tinggi. Dengan kata lain, prasyarat dasar tertinggi bagi kereta cepat adalah dimana koridor permintaan perjalanan memang tinggi. Lalu-lintas pada sistem baru dapat didorong jika pembangunan jaringan dimungkinkan semisal penumpang melakukan perjalanan antara beberapa kota menggunakan rute dan layanan yang sama, lalu beralih pada kereta cepat lain atau kereta konvensional. Ongkos mungkin berkurang jika perjalanan ke pusat kota menggunakan jalur eksisting. Kepadatan lalu-lintas juga dapat dilipatgandakan dengan menyediakan layanan kereta barang pada kapasitas baru, meski persyaratan infrastruktur bagi layanan penumpang dan logistik memang berbeda yang berimbas terhadap tambahan

biaya. Kedua-duanya, konstruksi infrastruktur rel dan operasional kereta cepat, menimbulkan biaya lingkungan dalam hal pengambilalihan lahan, gangguan pandangan, kebisingan, polusi dan kontribusi terhadap pemanasan global. Tiga kelompok pertama dari dampak akan terlihat lebih signifikan ketika kereta melintai kawasan padat penduduk. Karena kereta cepat selalu digerakkan dengan energi listrik, polusi udara dan dampak pemanasan global tergantung pada sumber utama yang digunakan menghasilkan listrik. Di negara dengan penggunaan tenaga air dan nuklir lebih dominan, dampak negatif ini dapat diabaikan, sedangkan kalau batubara, minyak dan gas merupakan sumber utama energi, dampaknya lebih signifikan, demikian halnya untuk polusi udara yang ditimbulkan. Perkiraan konsumsi energi oleh kereta cepat dibandingkan dengan moda lain dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Konsumsi energi (MJ/kursi-km)

Mobil berbahan bahar premium	0,47
Mobil berbahan bahar solar	0,34
Pesawat komersial untuk jarak 500 km	1,80
Kereta antarkota	0,22
Kereta cepat	0,53

Catatan: mengacu pada CE Delft (2003) Appendix A. Angka pada mobil mengacu pada mobil baru pada 2000 dan diasumsikan berpenumpang 5 orang.

Walau kereta cepat mengonsumsi dua kali lipat energi per kursi-km dibandingkan dengan kereta konvensional secara rata-rata, namun biasanya diimbangi tingkat keterisian penumpang lebih tinggi (TGV Perancis beroperasi dengan rata-rata tingkat keterisian 67%, sedangkan kereta konvensional umumnya berkisar 40-45%. Alasan di balik perbedaan adalah jumlah perhentian yang terbatas pada setiap koridor TGV memaksa penumpang melakukan reservasi terlebih dahulu di samping upaya-upaya yang dilakukan pengelola. Hal ini sulit diwujudkan pada kereta konvensional, karena penumpang jarak pendek merupakan pengguna dominan). Terlihat jelas, kereta cepat jauh lebih hemat energi dibandingkan dengan pesawat, tetapi keuntungan dibandingkan dengan mobil yang meningkat karena kereta cepat biasanya dioperasikan dengan tingkat keterisian lebih tinggi, adalah lebih marginal. Dalam hal penilaian dampak lingkungan atas keberadaan kereta cepat, tidak cukup hanya melihat tingkat keterisian namun harus menyusuri hingga sumber lalu-lintas. Untuk lalu-lintas yang beralih dari kereta konvensional, dampak lingkungan dikategorikan cukup buruk, sedangkan perjalanan yang dibangkitkan kereta cepat sendiri dampaknya

adalah pasti buruk. (Namun, dalam hal lalu-lintas yang dibangkitkan merupakan pelaku perjalanan utama yang mengambil keuntungan melalui tiket murah pada jam non-puncak untuk memenuhi kursi kosong, berkurangnya lalu-lintas yang dibangkitkan lebih berkaitan dengan tingkat keterisian lebih rendah, tidak berdampak perbaikan aspek lingkungan). Perjalanan kereta cepat yang beralih dari mobil dan terutama pesawat, memberikan dampak positif bagi perbaikan lingkungan (khususnya berkaitan dengan konsumsi energi dan gas rumah kaca dalam konteks pesawat).

Dari sisi manfaat kereta cepat, terdiri dari:

- Penghematan waktu
- Kapasitas bertambah
- Berkurangnya eksternalitas pada moda lain
- Lalu-lintas yang dibangkitkan, dan
- Manfaat ekonomi lebih luas

Dibandingkan terhadap kereta konvensional berkecepatan 160 km/jam, kereta cepat akan menghemat sekitar 35 menit untuk setiap perjalanan sejauh 450 km (SDG, 2004). Ketika infrastruktur eksisting lebih buruk atau terjadi kemacetan, penghematan waktu berpotensi merangkak naik. Saat beranjak ke sisi penilaian, penghematan waktu umumnya dipisah ke dalam perjalanan bisnis, komuter dan wisata. Terdapat banyak riset tentang penilaian penghematan waktu; hasil terbaru yang digunakan dalam skema kereta di Inggris diperlihatkan pada Tabel 3.2. Nilai yang tinggi pada perjalanan bisnis didasarkan pada fakta bahwa bepergian untuk keperluan bisnis umumnya berlangsung selama jam kerja dan secara langsung mengurangi produktivitas buruh, meskipun pertanyaan mengemuka apakah nilai waktu perjalanan bisnis harus diterapkan sepenuhnya atas dua pertimbangan:

- Banyak perjalanan bisnis jarak jauh diawali dan berakhir di luar jam kerja normal
- Saat bepergian dengan kereta dimungkinkan bekerja selama perjalanan

Tabel 3.2 Nilai penghematan waktu penumpang kereta di Inggris

Valuasi Standar	(£ per jam, nilai pasar 2002)
Wisata	4,46
Komuter	5,04
Bisnis	39,96

Sumber: DfT: WEBTAG Unit 3.5.6 (www. webtag.org)

Meski demikian, riset menunjukkan bahwa perusahaan membayar staf yang melakukan perjalanan dinas berdasarkan valuasi saat ini meski mempertimbangkan keadaan tertentu, kemungkinan karena keuntungan yang mereka terima dalam bentuk hari kerja lebih singkat dan aktivitas tidak terlalu menguras tenaga. Kajian terbaru nilai waktu yang dilakukan untuk pemerintah Inggris (ITS, 2003), yang angkanya tertera pada Tabel 3.2, didasarkan atas pertimbangan yang hati-hati, menggambarkan bagaimana nilai waktu berevolusi. Departemen Transportasi Inggris memberi pertimbangan bahwa nilai uang dari setiap jam kerja yang ditentukan dari tingkat upah, meningkat secara proporsional terhadap pendapatan domestik bruto (PDB), sedangkan untuk di luar jam kerja nilai elastisitasnya 0,8 terhadap PDB. Pertumbuhan jangka panjang atas nilai waktu diasumsikan berkisar 1,5-2% per tahun. Tambahan kapasitas hanya dianggap memiliki nilai jika permintaan melebihi kapasitas pada rute eksisting. Namun dalam keadaan demikian, nilai yang didapat dari pertambahan kapasitas tidak hanya karena memberikan ruang bagi pertumbuhan bagi kota yang dilintasi kereta cepat, tetapi juga berkurangnya beban kereta konvensional untuk jenis layanan berbeda, seperti kereta perkotaan atau logistik. Dalam hal kereta cepat melayani penumpang sedangkan sebagian lagi memilih moda lain, manfaat diperoleh adalah keuntungan (bersih) pengguna (seperti penghematan waktu) ditambah pengurangan (bersih) atas eksternalitas (polusi, misalnya) dikurangi biaya (bersih) pengguna yang beralih moda (misalnya dari mobil atau kereta biasa ke kereta cepat). Juga terdapat bukti sahih (Gibson, Cooper and Bell, 2002) bahwa infrastruktur kereta yang tengah beroperasi tidak memiliki hubungan dengan kemampuan mencetak laba; keberadaannya dianggap mampu menekan berjubelnya penumpang di dalam kereta. Perlu diketahui, keterbatasan kapasitas dapat memicu pilihan meningkatkan infrastruktur eksisting menghadapi polemik; sebagai contoh, mengoperasikan kereta cepat dan kereta berkecepatan lebih rendah pada lintasan yang sama, mungkin tidak sesuai. Umumnya, proporsi terbesar, meski bukan seluruhnya, dari lalu-lintas baru yang beralih ke kereta cepat berasal dari perpindahan dari moda lain terutama mobil dan pesawat (studi di Inggris, seperti Atkins, 2003, menyebut angka 50% dan sisanya merupakan sepenuhnya perjalanan baru). Dengan anggapan bahwa pengenaan pajak penggunaan infrastruktur terhadap masing-masing moda tidak menutupi biaya sosial marjinal, maka peralihan lalu-lintas mendapat pembenaran sebagai bermanfaat. Perkiraan keuntungan yang diperoleh harus memenuhi persyaratan tertentu menyangkut biaya-biaya marjinal kemacetan, kebisingan, polusi udara, pemanasan global, dan biaya eksternal kecelakaan berikut perbandingannya dengan aneka pajak dan pungutan.

INFRAS/IWW (2000) menghitung perkiraan biaya eksternal marjinal per penumpang-km untuk dua koridor Eropa, termasuk biaya kecelakaan dan dampak lingkungan namun tidak mencakup kemacetan. Besarannya disajikan pada Tabel 3.3, memperlihatkan kereta cepat antara Paris dan Brussels memiliki kurang dari ¼ biaya eksternal moda mobil atau pesawat. Tingkat keterisian yang lebih tinggi berarti bahwa kinerja kereta cepat pada beberapa koridor tidak buruk dibandingkan kereta konvensional pada lintasan (jauh lebih panjang) Paris-Vienna. Untuk jarak lebih jauh, keuntungan dalam hal biaya eksternal kereta cepat dibanding pesawat berkurang, karena sebagian besar biaya dampak lingkungan dari moda pesawat terjadi selama tinggal dan lepas landas.

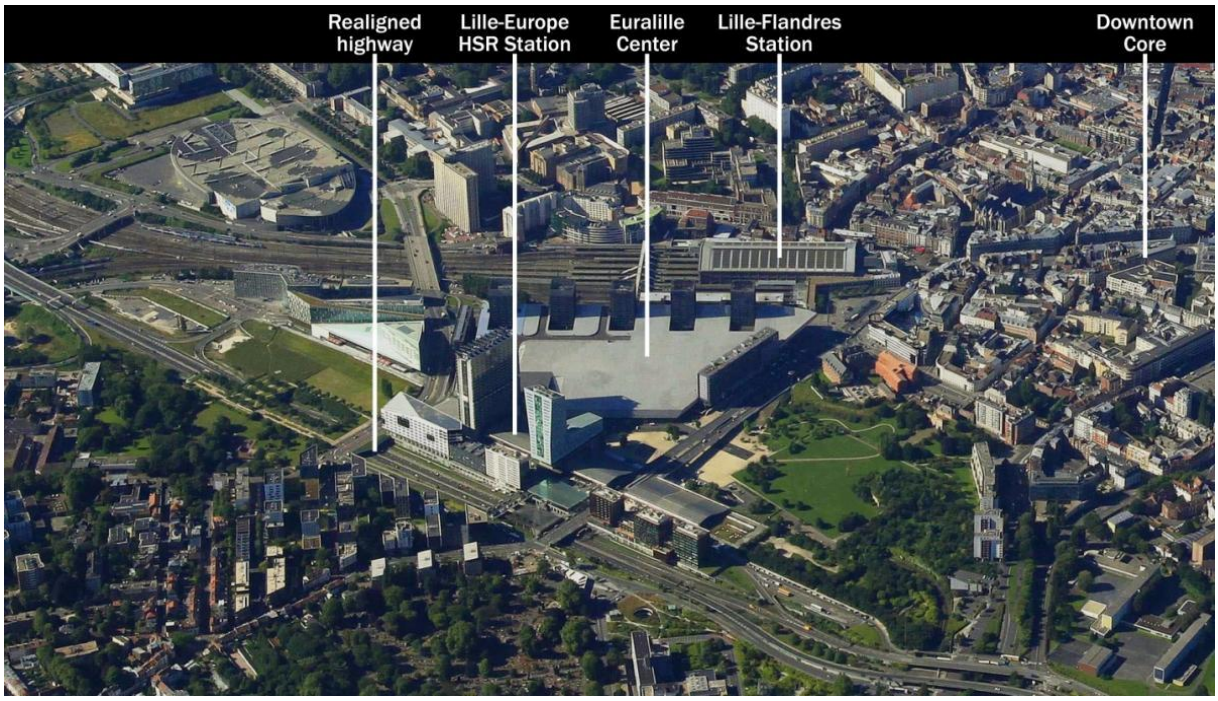
Tabel 3.3 Biaya eksternal (euro/1.000 pnp-km)

	Paris-Vienna	Paris-Brussels
Mobil	40,2	43,6
Kereta	11,7	10,4
Pesawat	28,7	47,5

Khusus dalam moda pesawat, ketiadaan pajak BBM berarti tidak ada pungutan bagi dampak eksternal berkaitan dengan lingkungan, meskipun keberadaan BBM diatur secara berbeda di setiap negara (termasuk Inggris) melalui bea masuk (departure tax). (Pajak pertambahan nilai pada tingkat yang normal tidak sepatutnya dipandang sebagai pungutan atas biaya eksternalitas, karena tidak begitu berpengaruh terhadap harga [tiket], kecuali jika bea diberlakukan pada moda tertentu dan tidak pada moda lainnya; pada beberapa kasus di Eropa, PPN diberlakukan pada kereta domestik dan tiket pesawat, sebagian pada kereta namun tidak pada pesawat, dan pada kasus lain tidak sama sekali). Hal penting lain yang berlaku pada moda pesawat adalah pemberlakuan bea untuk setiap slot pada bandara padat-jenuh. Alokasi slot dan struktur bea didasarkan pada rata-rata biaya yang dibutuhkan mengoperasikan bandara (atau lebih rendah jika tersedia subsidi), sehingga besarnya bea tidak selalu mengekspresikan biaya kejenuhan, bea mendapatkan slot atau bea menambah kapasitas. Dengan demikian, manfaat lebih jauh dari kereta cepat dapat berupa pengurangan (release) kapasitas pada bandara untuk dialihkan ke jenis lain, biasanya layanan penerbangan jarak lebih jauh. Menyangkut kecelakaan, belum pernah dilakukan riset khusus tingkat fatalitas pada kereta cepat terbangun, dan angka-angka pada kereta konvensional menunjukkan keadaan lebih baik daripada mobil, meskipun tidak selalu jika dibandingkan

dengan bus apalagi moda pesawat (Evans, 2003). Lalu-lintas yang dibangkitkan menyasar langsung manfaatnya bagi pengguna, yang umumnya dihargai setengah dan sisanya didapat penumpang eksisting mengacu pada hukum setengah atau dibagi dua. Namun terdapat perdebatan sengit apakah lalu-lintas yang dibangkitkan merefleksikan manfaat ekonomi lebih luas yang tidak tercakup dalam analisis biaya-manfaat yang lazim dilakukan. Perjalanan wisata mungkin membawa keuntungan bagi kota tujuan melalui pengeluaran turis (makan, souvenir); perjalanan komuter dan dinas mencerminkan ekspansi atau relokasi pekerjaan atau rumah atau tambahan aktivitas ekonomi.

Perdebatan seputar hal ini berpusat pada apakah perubahan yang terjadi memang benar merefleksikan aktivitas ekonomi yang bertambah atau apakah hanya sekadar perpindahan biasa. Dalam kompetisi ekonomi yang mapan, dimana tidak terdapat pengangguran di luar kemauannya, teori menyimpulkan ekspansi atau relokasi pekerjaan tidak membawa manfaat. Dalam prakteknya, ada argumentasi terdapatnya tambahan manfaat. Pertama, jika investasi merelokasi pekerjaan pada daerah yang memang membutuhkan tenaga kerja, perpindahan berpotensi menekan pengangguran. Apa yang terjadi di Lille, yang mengalami kebangkitan berhubungan dengan letaknya pada persimpangan lintasan kereta cepat antara Paris, Brussels dan London kerap dijadikan sebagai rujukan. Kereta cepat cenderung menghendaki melintas pada titik pertemuan utama, sehingga jika tujuan membangkitkan kembali kejayaan kota tergapai, ekspansi atau relokasi pekerjaan mungkin membawa manfaat. Keberadaan kereta cepat juga mungkin berimbas perluasan pasar dan pengembangan skala ekonomi, berkurangnya dampak kompetisi tidak adil, dan mendorong pertambahan lokasi pekerjaan pada pusat kota sebagai manfaat eksternal dari aglomerasi perkotaan (Graham, 2005). Dampak lainnya lebih banyak ditemukan pada industri jasa dan pelayanan (Bonnafous, 1987).



Lille, kota dengan populasi sekitar 200.000 jiwa dan kawasan metropolitan lebih luas dengan 1,2 juta jiwa, kota ini berlokasi di utara Perancis, tidak jauh dari perbatasan Belgia. Sejak layanan kereta cepat diperkenalkan pada 1994, Lille berubah menjadi kota perlintasan strategis pada bagian utara jaringan kereta cepat Eropa.

Bagian lain yang dibahas di Bab 3 adalah titik impas, keadaan di mana penyedia layanan kereta cepat di dalam operasinya tidak memperoleh keuntungan dan tidak menderita kerugian. Dengan kata lain, pada keadaan itu keuntungan atau kerugian sama dengan nol. Hal tersebut dapat terjadi bila perusahaan dalam operasinya menggunakan biaya tetap, dan volume lalu-lintas hanya cukup untuk menutup biaya tetap dan biaya variabel. Apabila pendapatan hanya cukup untuk menutup biaya variabel dan sebagian biaya tetap, maka perusahaan menderita kerugian. Dan sebaliknya akan memperoleh memperoleh keuntungan, bila pendapatan melebihi biaya variabel dan biaya tetap yang harus di keluarkan. Dalam ilmu ekonomi syarat-syarat melakukan analisis titik impas antara lain:

- Harga tiket tidak berubah-ubah.
- Seluruh biaya dapat dibagi ke dalam biaya tetap dan biaya variabel.
- Biaya variabel bersifat proposional.
- Jika barang atau jasa yang diproduksi lebih dari satu jenis, maka komposisi barang atau jasa yang dijual tidak berubah-ubah

Pada bagian ini dipaparkan model sederhana dimaksudkan menunjukkan secara kasat mata titik impas volume lalu-lintas untuk kereta cepat dan bagaimana variasinya dengan aspek

lain yang mempengaruhi. Asumsikan sebuah proyek terdiri dari konstruksi dan operasional kereta cepat baru. Proyek mencakup umur rencana tertentu *T* tahun. Kontraktor membangun infrastruktur rel dan bangunan atas, dan operator membeli armada kereta pada periode awal tertentu sebagai tahun awal/dasar ($t=0$) dan berlangsung terus-menerus hingga masa konsesi berakhir. Dari $t=0$ sampai $t=T$, pihak operator memungut tarif yang diatur sedemikian dan setiap tahun melayani sejumlah *Q* pengguna, dianggap konstan selama umur rencana proyek. Biaya investasi (konstruksi dan nilai sekarang dari armada kereta) diekspresikan sebagai *opportunity cost*, sebut saja *I*, diperhitungkan sebagai komponen tetap dari tahun $t=0$. Selama umur rencana proyek, pihak operator mengeluarkan sejumlah biaya per tahun untuk perawatan dan operasional rel kereta, stasiun, sinyal dan peralatan pendukung tetap, dan biaya operasional buruh dan energi dalam pengoperasian kereta. Beberapa komponen perawatan (lintasan, stasiun, armada kereta) dikategorikan sebagai biaya tetap $(C_t(t))$ sehingga tidak berubah terhadap tingkat volume lalu-lintas *Q*, dan komponen lainnya berkaitan dengan besaran permintaan, tergantung jumlah penumpang $(C_q(Q))$. Semua komponen biaya diperhitungkan dalam wujud *opportunity cost*. Investasi dalam kereta cepat mencakup pembangunan lintasan baru dan mengoperasikan armada kereta cepat yang mengurangi waktu perjalanan sebagai komponen dari *generalized costs* untuk semua pengguna yang beralih dari moda konvensional, dan lebih jauh mempengaruhi pasar sekunder dimana produksi atau jasa yang ditawarkan saling melengkapi dengan layanan kereta cepat termasuk pengguna yang tetap menggunakan moda konvensional, pengguna mobil, sebagai contoh, karena kemacetan berkurang. Investasi membawa sejumlah manfaat bagi pasar primer. Total biaya proyek dideskripsikan dengan (de Rus and Nash, 2009):

$$I + \int_0^T (C_t + C_q(Q))\, e^{-rt} dt$$

dimana I = biaya investasi

C_t = biaya tetap tahunan untuk perawatan dan operasional

$C_q(Q)$= biaya tahunan untuk perawatan dan operasional bervariasi terhadap Q

T = umur rencana

r = tingkat diskonto sosial

Kehadiran lintasan kereta cepat berarti pengurangan secara berbeda-beda dari generalized costs, mengacu pada moda perjalanan yang digunakan. Dengan menganggap bahwa kereta cepat tidak menujukan investasi bagi pengguna moda tertentu atau non-segmentasi, kehadirannya membawa perubahan dalam surplus sosial sebagai berikut:

ΔW=

$$\int_0^T \int_{g_1}^{g_0} Q(g)e^{-rt}dgdt + \int_0^T [\overline{p}(Q_1 - Q_0) - C_t - C_q(Q_1) + C_c(Q_0)]e^{-rt}dt - I + \sum_{i=1}^{N} \int_0^T S_i(q_{i1} - q_{i0})e^{-rt}dt$$

dimana:

g_o = *generalized costs* tanpa proyek kereta cepat

g_1 = *generalized costs* dengan proyek kereta cepat

$\overline{p}$ = tarif yang ditentukan oleh pihak regulator

Q_0 = permintaan tanpa proyek kereta cepat

Q_1 = permintaan dengan proyek kereta cepat (termasuk yang beralih dan dibangkitkan)

C_t = biaya tetap tahunan untuk perawatan dan operasional

$C_q(Q)$= biaya tahunan untuk perawatan dan operasional bervariasi terhadap Q

$C_c(Q)$= biaya tahunan yang dapat dihindari pada moda konvensional

I = biaya pembangunan infrastruktur

N = pasar lain dalam perspektif ekonomi

Si = kelebihan manfaat atas biaya pada setiap unit perubahan dalam q_i

q_{i0} = tingkat aktivitas di pasar *i* tanpa proyek kereta cepat

q_{i1} = tingkat aktivitas di pasar *i* dengan proyek kereta cepat

T = umur rencana

r = tingkat diskonto sosial

Persamaan di atas memperlihatkan bagaimana keberadaan kereta cepat mempengaruhi pengguna dan penyedia jasa dalam lingkup pasar primer, berikut surplus sosial yang dihitung dengan pendekatan integral antara *generalized costs* awal (g_0) dan baru (g_1) setelah kereta cepat baru diluncurkan. Surplus penyedia jasa dihitung berdasarkan pendapatan tahunan yang diperoleh dan perubahan-perubahan biaya yang dapat dihindari. Selanjutnya, biaya investasi (I) harus dikurangi dari serangkaian manfaat yang diperoleh setelah didiskonto. Fungsi permintaan untuk transportasi $Q(g)$ sendiri merupakan permintaan turunan, dan satu hal yang harus diperhatikan ketika menambahkan efek tidak langsung atas berkurangnya waktu perjalanan dalam pasar yang kompetitif, tidak jarang perusahaan

menggunakan aspek transportasi sebagai masukan (*input*) untuk menghindari perhitungan ganda (lihat Jara-Diaz, 1986); sehingga membatasi perhatian terhadap pasar sekunder dimana produksi dan jasa yang ditawarkan berkaitan dengan pasar primer melalui hubungan saling melengkapi atau menggantikan atau dalam hal perusahaan monopoli yang menganggap layanan kereta cepat sebagai *input*.

Bagian terakhir dari persamaan tersebut merefleksikan manfaat sekunder tidak langsung. Terdapat *N* pasar sekunder dalam perspektif ekonomi yang masing-masing dengan tingkat permintaan tertentu yang dipengaruhi oleh keberadaan proyek baru. Perubahan tingkat aktivitas pada sejumlah pasar sekunder akan mempengaruhi *NPV* proyek selama terdapat kelebihan manfaat terhadap biaya atas setiap perubahan unit dari *q*, diwakili oleh *Si*, yang dapat berupa positif atau negatif (Harberger, 1972; Mohring, 1976).

Selanjutnya, justifikasi akan adanya tambahan efek tidak langsung terhadap manfaat primer kereta cepat tidak hanya mensyaratkan bahwa pasar lain mengalami dampak (q_{i1} - $q_{i0} \neq 0$) tetapi perubahan dalam wujud tingkat aktivitas di jenis pasar tertentu harus menghasilkan tanda positif saat $Si > 0$, dan negatif ketika $Si < 0$. Dalam hal $Si = 0$, perubahan pada pasar sekunder dapat diabaikan. Penting dicatat bahwa tingkat signifikansi dari efek tak langsung pada persamaan kedua tergantung pada ada atau tidaknya distorsi dalam perekonomian. Keberadaan pajak-pajak eksternal, subsidi, pengangguran dan adanya kekuatan tak terkendali di pasar memicu sumber tambahan bagi manfaat (dan biaya) di pasar sekunder. Aspek penting dari keseluruhan efek tidak langsung adalah kejadian empirik yang dipengaruhi oleh tingkat dampak dan tanda yang dipicu oleh distorsi dan efek silang dalam pasar sekunder berhubungan dengan penurunan biaya transportasi. Setelah dilakukan serangkaian penyederhanaan model, didapatkan nilai minimum Q_0 yang merupakan unsur penting bagi dicapainya nilai positif NPV:

$$Q_0 > \frac{1}{v\Delta t(1+\alpha)}\left[\frac{r-\theta}{1-e^{-(r-\theta)T}}I + C_q + C_t\frac{r-\theta}{r}\frac{1-e^{-rT}}{1-e^{-(r-\theta)T}} - C_c(1-\alpha)\right]$$

Data biaya konstruksi infrastruktur menunjukkan bagaimana biaya per kilometer bervariasi dari €12juta per kilometer di Spanyol hingga €32juta di Jerman dan lebih €45juta di Belanda (Department of Environment, Transport and Regions, 2004). Di balik kesulitan berkaitan dengan keterbatasan bukti pendukung atas data biaya, dimungkinkan melakukan pendekatan dengan rentang realistis untuk proyek-proyek standar. Tabel 3.7 memperlihatkan biaya aktual untuk standar 500-km kereta cepat.

Tabel 3.7 Estimasi biaya 500-km kereta cepat di Eropa (2004)

	Biaya per unit (€ribu)	Unit	Total Biaya (€juta)
Biaya kapital			
Konstruksi infrastruktur*(km)	12.000-40.000	500	6.000-20.000
Armada (kereta)	15.000	40	600,0
Biaya berjalan (per tahun)			
Perawatan infrastruktur (km)	65	500	32,5
Perawatan armada (kereta)	900	40	36,0
Energi (kereta)	892	40	35,7
Buruh (pegawai)	36	550	19,8

Nilai lebih rendah atas biaya konstruksi pada Tabel 3.7 diperlihatkan lintas Madrid-Seville (Spanyol) atau TGV Atlantique (Perancis); nilai tertinggi ditunjukkan biaya konstruksi lintas tertentu seperti Naples-Rome dan Florence-Turin (Italia); nilai sedang atau menengah diwakili TGV Mediterenee (Perancis) dan ICE Frankfurt-Cologne (Jerman), yang lebih dekat ke batas atas. Salah satu parameter kunci adalah rata-rata penghematan waktu per penumpang yang diharapkan ( ). SDG (2004) menyajikan sejumlah bukti dari beberapa studi pada pengembangan pasar transportasi kereta cepat dan proses penilaian di Inggris dan enam negara lainnya. Titik dasar yang dijadikan patokan adalah layanan kereta konvensional dengan kecepatan operasional 130 km/jam (mewakili cukup banyak lintas utama di Eropa). Untuk jarak antara 350-400 km, kereta cepat umumnya menghemat waktu 45-50 menit. Kalau kereta konvensional berjalan pada kecepatan 100 km/jam, potensi waktu yang dapat dihemat dapat mencapai satu jam atau lebih. Di sisi lain, jika kecepatan operasional kereta konvensional 160 km/j, waktu yang dihemat adalah 35 menit untuk jarak tempuh 450 km.

Nilai rata-rata ini membawa implikasi bahwa semua penumpang menggunakan layanan kereta dari stasiun awal sampai akhir, sepanjang lintasan yang dievaluasi. Artinya dalam hal terdapat stasiun antara di lintas tertentu dan didapati fakta perbedaan panjang perjalanan, nilai hasil perhitungan melebihi perkiraan penghematan waktu aktual. Selanjutnya lalu-lintas yang beralih juga sebagian berpindah dari mobil dan pengguna pesawat. Penghematan waktu berakhir lebih rendah bagi penumpang yang beralih dari pesawat, meskipun nilainya lebih besar untuk penumpang yang berpindah dari moda jalan raya. Pada bab ini diasumsikan rata-rata penghematan waktu per penumpang bervariasi dari 0,5 jam hingga 1,5 jam, yang mungkin mencakup sebagian besar kondisi di Eropa. Parameter kunci lain

adalah nilai waktu dan tingkat diskonto sosial. Dalam analisis digunakan nilai waktu rata-rata 15 sampai 30 euro. Nilai maksimum yang dipilih memang di atas angka yang biasa diterapkan (sebagai contoh lihat Nellthorp et al. 2001). Rentang tersebut mencakup perbedaan atas kemungkinan tujuan perjalanan dan kombinasi moda transportasi eksisting, serta peluang bagi keinginan membayar lebih tinggi untuk kualitas layanan lebih baik tidak termasuk diantaranya. Biaya-biaya yang dapat dihindarkan pada moda konvensional (C_c) pada dasarnya diasumsikan setengah dari ($C_t + C_q$) pada kereta cepat. Tingkat diskonto sosial adalah sebesar 5% pada keadaan riil, mengacu pada rekomendasi Komisi Eropa untuk evaluasi proyek infrastruktur. Pendekatan melalui persamaan terakhir memungkinkan dilakukannya perkiraan ambang permintaan yang mempengaruhi penghematan waktu rata-rata, nilai waktu dan parameter relevan lainnya. Nilai-nilai tersebut mengacu pada lintas kereta cepat sepanjang 500-km, rentang panjang optimal bagi sebuah proyek kereta cepat. Salah satu *isoquant* mengekspresikan tingkat permintaan tertentu guna mencapai nilai NPV positif atas nilai $v\Delta t$ dan biaya investasi yang berbeda (termasuk armada kereta), untuk beberapa pilihan lalu-lintas yang dibangkitkan dan pertumbuhan tahunan manfaat bersih.

Beragam *isoquants* dapat diinterpretasikan berbeda-beda, namun pendekatan menarik adalah menguji tingkat minimum permintaan untuk memenuhi ambang nilai investasi (armada kereta termasuk di dalamnya) dan total nilai penghematan waktu rata-rata setiap penumpang yang diharapkan. Selanjutnya Tabel 3.8 sampai 3.11 memperlihatkan uji sensitivitas untuk ambang tingkat permintaan pada tahun pertama guna mencapai NPV=0. Biaya investasi per kilometer berturut-turut 193, 297, 371, 433 dan 505 miliar rupiah. Manfaat rata-rata per penumpang masing-masing adalah 72.000, 100.00, dan 150.000 rupiah. Prosentase permintaan yang dibangkitkan relatif terhadap permintaan yang beralih ke kereta cepat berturut-turut 20, 30, 40, dan 50. Pertumbuhan tahunan manfaat bersih masing-masing 2, 3, dan 4%. Tingkat diskonto sosial atau suku bunga pinjaman ditetapkan 5% dan alternatif lain sebesar 6%. Keempat tabel menekankan fakta bahwa dalam hal kereta cepat hanya melayani kurang dari 3 juta penumpang per tahun, biaya investasi hanya akan berakhir positif jika ditopang biaya pembangunan rendah dan tingkat diskonto rendah dikombinasi dengan nilai tinggi atas penghematan waktu per penumpang. Dalam hal biaya konstruksi cukup tinggi, dan parameter pendukung ekonomi lainnya kondusif, dibutuhkan sedikitnya 9 juta perjalanan per tahun pada periode awal; untuk kondisi pendukung ekonomi yang tidak menentu, mungkin disyaratkan tingkat permintaan lebih tinggi.

Sebagai ilustrasi, apabila biaya pembangunan infrastruktur sebesar Rp371 miliar per km, tingkat diskonto 5%, pertumbuhan manfaat tahunan 3% dengan prosentase penumpang yang berpindah sebesar 30% dan nilai waktu pengguna Rp72.000 per jam, jumlah penumpang tahun pertama adalah 10,3 juta untuk masa proyek 40 tahun dan 8,98 juta untuk 50 tahun. PT KCIC sendiri membuat perkiraan penumpang tahunan di tahun pertama operasi sebesar 10.731.000 atau 29.000 orang per hari (Jakarta-Bandung dan sebaliknya).

Bab 4. EVALUASI FISKAL KERETA CEPAT

Bab 4 ini membahas lebih rinci terkait biaya modal, operasi dan pemeliharaan kereta cepat saat sistem layanan sudah mulai berjalan (on going operation). Terdapat banyak variasi biaya berkaitan dengan perencanaan, pembangunan, operasional hingga pemeliharaan sebuah kereta cepat. Biaya modal yakni pembangunan jalur kereta termasuk struktur pengaman kedua sisi dan stasiun-stasiun sepanjang rute yang dilalui, dan sistem pengendali operasi serta pembelian rangkaian (set) kereta. Biaya operasi adalah pengeluaran harian yang diperlukan untuk menjalankan kereta. Termasuk di dalamnya upah dan tunjangan karyawan serta membayar pemakaian energi. Biaya pemeliharaan adalah uang yang diperuntukkan untuk memastikan kereta beroperasi sebagaimana mestinya. Biaya perencanaan merujuk pada dana cadangan untuk keperluan tak terduga, seperti laju inflasi, perubahan bersifat minor selama periode konstruksi, dan kejadian luar biasa (seperti penemuan benda kuno yang harus dipindahkan dan memerlukan penanganan khusus). Semua proyek kereta cepat harus mencakup masing-masing dari keempat komponen biaya. Kekurangan salah satu komponen biaya, berarti analisis tidak lengkap. Tabel-tabel di bawah ini menguraikan setiap jenis biaya. Tabel 4.1 memaparkan biaya modal kereta kecepatan tinggi di beberapa rute paling popular berdasarkan data tersedia. Tabel 4.2, 4.3, dan 4.4 mengetengahkan kondisi di beberapa negara Eropa. Tabel 4.5 merangkum prakiraan biaya-biaya yang diperlukan untuk menjalankan sebuah kereta cepat dengan panjang rute yang ditentukan.

Tabel 4.1 Biaya Modal Koridor Kereta Cepat paling Populer (US$)

Rute Kereta	Biaya Konstruksi (miliar)	Panjang (km)	Biaya per Km (juta)
Tokyo-Shin Osaka	0,92	515	1,6
Hakata-Shin Osaka	2,95	553	4,7
Tokyo-Shin Aomori	11,02	674	20,4
Omiya-Niigata	6,69	269	19,9

Paris-Lyon (Southeast)	2,06	1.002	2,1
Paris-Tours (Atlantic)	1,72	726	2,4
Valence-Marseille (Mediterranean)	4,05	800	5,1
Paris-Baudrecourt (East)	4,37	1.080	4,0
Hannover-Wurzberg	7,55	327	23,1
Mannheim-Stuttgart	2,29	100	22,9
Madrid-Valladolid	6,31	180	35,0
Cordoba-Malaga	3,81	155	24,6
Madrid-Barcelona	10,62	621	17,1
Torino-Milano	11,68	125	93,4
Milano-Bologna	10,73	185	58,0
Bologna-Firenze	8,82	79	111,6
Roma-Napoli	8,48	207	50,0
Beijing-Shanghai	35,80	1.069	25,2
Shanghai-Hangzhou	4,75	176	31,7
Wuhan-Guangzhou	18,90	836	19,5
Haikou-Sanya	3,27	225	10,6

Seperti terlihat pada Tabel 4.1, biaya modal sangat bervariasi di antara rute-rute yang berbeda. Rute yang dibangun sebelum 1990 (Tokyo-Shin Osaka dan Paris-Lyon) digarap saat harga lahan masih tergolong murah sehingga menghasilkan biaya konstruksi lebih rendah. Secara umum, biaya konstruksi pada jalur kereta di Perancis lebih rendah dari pada Spanyol dan Italia. Kondisi ini lebih disebabkan jaringan kereta Perancis yang menganut pola terpusat lalu menyebar seperti jari-jari selain karena memulai periode konstruksi lebih awal. Tabel 4.2 memperlihatkan biaya operasional kereta cepat di beberapa negara Eropa, dihitung berdasarkan data yang tersedia. Pada beberapa rute, beberapa kereta beroperasi pada koridor yang sama.

Tabel 4.2 Biaya Operasional Kereta Cepat (US$)

Negara	Tipe Kereta	Per kereta (juta)	Per seat	Per seat-mile	Per kereta (juta)	Per seat	Per seat-mile
Italia	ETR-500	44,4	75.667	0,3383	5,24	8.881	0,040
Italia	ETR-480	27,4	57.550	0,3216	4,19	8.729	0,049
Jerman	ICE-1	50,6	81.224	0,2614	4,06	6.475	0,021
Jerman	ICE-2	33,8	92.498	0,3721	1,83	4.973	0,020
Jerman	ICE-3	23,3	56.468	0,2164	2,09	5.036	0,019
Jerman	ICE-3 Polyc	26,5	66.108	0,2533	2,23	5.520	0,021
Jerman	ICE-T	20,2	56.842	0,2541	2,36	6.611	0,030

Perancis	TGV Reseau	22,1	60.095	0,1953	2,09	5.544	0,018
Perancis	TGV Duplex	27,1	53.394	0,1637	2,09	4.098	0,013
Perancis	Thalys	32,3	86.122	0,3115	2,49	6.605	0,023
Spanyol	AVE	30,8	94.310	0,3229	3,80	11.550	0,040

Mengacu pada Tabel 4.2, biaya operasional kereta cepat relatif tidak berbeda terlalu jauh. Masing-masing negara memiliki koridor yang beroperasi cukup efisien sekaligus mengoperasikan koridor lain dengan tingkat efisiensi lebih rendah. Berikutnya, Tabel 4.3 merefleksikan biaya pemeliharaan setiap komponen dan total biaya.

Tabel 4.3 Biaya Pemeliharaan Kereta Cepat (US$)

	Belgia	Perancis	Italia	Spanyol
Panjang jalur (km)	141	2.637	492	949
Pemeliharaan jalur	28.973	40.065	12.435	28.324
Elektrifikasi	5.393	8.813	5.139	6.251
Persinyalan	6.799	10.614	9.466	18.115
Telekomunikasi	2.506	0	0	11.800
Lain-lain	22.652	0	0	5.547
Total biaya	66.323	59.492	27.040	70.037

Beberapa aspek dari biaya pemeliharaan bervariasi di antara keempat negara, sebagian komponen lain terlihat lebih konsisten. Sebagai contoh, biaya elektrifikasi relatif konsisten, dan Italia mengeluarkan biaya pemeliharaan jalur kereta cepat jauh lebih rendah daripada negara lain. Perbedaan yang mencolok ini mungkin dipicu persaingan di antara sesama perusahaan swasta. Spanyol mengalokasikan biaya persinyalan lebih tinggi dibanding negara lain. Ada kalanya aspek komunikasi menjadi tanggung jawab badan usaha milik negara kereta di negara A, namun sepenuhnya ditangani badan atau departemen lain di negara B. Perancis dan Italia melaporkan tidak ada komponen biaya telekomunikasi dan biaya lain-lain, meskipun kedua komponen biaya tetap ada namun tidak termasuk dalam struktur pembiayaan kereta cepat. Hal ini dapat memberi kesan seolah-olah biaya pemeliharaan kereta di kedua negara lebih rendah. Dua tabel berikut menjelaskan bagaimana biaya kereta cepat direncanakan, mengacu pada parameter yang lazim digunakan pada tahap konstruksi dan pemeliharaan.

Tabel 4.4 Planning Cost Kereta Cepat

	Konstruksi	Pemeliharaan
Periode	t=1– t=5	t=6 – t=40
Panjang jalur (km)	500	500
Unit biaya (US$ per km)		

-Skenario terbaik	18.943.408	16.914
-Skenario moderat	37.886.817	46.639
-Skenario terburuk	82.088.103	93.804
-*Planning cost* (%)	10	-
Total biaya (US$ per tahun)		
-Skenario terbaik	2.083.774.880	8.401.872
-Skenario moderat	4.167.549.870	23.168.068
-Skenario terburuk	9.029.691.330	46.597.578

Tabel 4.4 mengasumsikan periode pembangunan selama lima tahun dan 40 tahun sesudahnya sebagai masa pemeliharaan. Salah satu tantangan terbesar saat mengkalkulasi rencana pembangunan kereta cepat adalah rentang biaya yang besar di antara skenario terbaik dan terburuk. Terdapat beberapa variabel yang mempengaruhi antara lain biaya pengadaan lahan (tergantung lebar right-of-way), kucuran dana dan hambatan pembangunan bersifat setempat/lokal sepanjang jalur serta kemungkinan menemukan dan memindahkan benda purbakala. Ketika planning cost sebesar 10% dianggap sebagai komponen yang wajar, justru fluktuasi harga komponen tidak tersentuh sama sekali. Padahal kerap terjadi biaya pembangunan kereta cepat dengan sengaja disampaikan kepada khalayak lebih rendah atas pertimbangan politis. Sebagai contoh, California diduga sengaja menurunkan biaya pembangunan kereta cepatnya dengan maksud para pemilih menyetujui Preposition 1A (2008). Apa yang terjadi kemudian adalah biaya investasi kereta cepat California membengkak tiga kali lipat dari US$34–43 miliar pada 2008 menjadi US$98 miliar pada 2011. Selanjutnya, Tabel 4.5 memuat prakiraan biaya pembangunan dan operasi kereta cepat, mengombinasikan harga yang berlaku di Eropa dan Jepang ke dalam *unified average*.

Tabel 4.5 Estimasi Biaya untuk 500-km Kereta Cepat

	Biaya per unit (000)	Unit	Total biaya (US$000)**
Biaya modal			
Pembangunan infrastruktur*(km)	25.339 – 84.465	500	7.855.000 – 52.368.000
Rolling stock (kereta)	19.638	40	785.520
Biaya operasi (per tahun)			
Pemeliharaan infrastruktur (km)	137	500	68.500
Perawatan rolling stock (kereta)	1.178	40	47.120
Listrik (kereta)	1.168	40	46.720
Pegawai	47	550	25.850

Tabel 4.5 memuat rangkuman besaran biaya yang dibutuhkan untuk membangun dan mengoperasikan dua jalur sepanjang 500 km kereta cepat. Tabel mengelaborasi biaya per

komponen dan komponen yang diperlukan untuk setiap kereta. Besaran estimasi dikombinasikan dengan biaya aktual dapat bermanfaat sebagai gambaran umum bagi investor dan pemangku kepentingan. Mengacu pada pengalaman beberapa negara Eropa dan Asia, pemeliharaan infrastruktur dan jalur kereta mencakup 40% – 67% dari total biaya pemeliharaan, sedangkan aspek persinyalan bervariasi 10% – 35% dari investasi kereta cepat. Komponen elektrifikasi biasanya masuk urutan ketiga sebagai kelompok alokator biaya terbesar. Hingga kini tidak ada formula sederhana bagaimana memprediksi sebuah proyek kereta cepat akan menguntungkan atau sebaliknya. Namun secara umum dianjurkan menekan biaya pembangunan ke tingkat rendah (umumnya US$12,5 juta per km atau lebih rendah), biaya operasi murah (biasanya lebih rendah dari US$0,20 *occupied seat-mile*), dan jumlah penumpang tinggi (sedikitnya 5 juta orang per koridor per tahun). Berdasarkan kalkulasi biaya modal, operasi, pemeliharaan dan perencanaan, dua jalur kereta cepat memang tercatat sebagai tambang uang –Tokyo ke Shin Osaka dan Paris ke Lyon– ditambah satu jalur mencapai titik impas –Hakata ke Shin Osaka– yang berpotensi mencetak laba jika operasionalnya diperpanjang sedikitnya 10 tahun lagi. Sebagian besar koridor kereta cepat lainnya di Eropa dan Jepang diperkirakan praktis mengalami kerugian. Tak dapat dipungkiri kedua jalur kereta cepat di Jepang dan Perancis yang dibangun pada periode pertama tergolong ekonomis pada hampir semua aspek. Tetapi kisah sukses dari proyek perdana tersebut memicu tekanan politis dari kelompok konstituen untuk mengembangkan sistem kereta sejenis ke koridor-koridor lainnya. Italia sendiri mulai membangun jalur pertama kereta cepat sebelum Perancis, namun kecepatan pembangunannya lebih lambat sehingga dianggap kurang efektif. Pembangunan kereta sejenis di Jerman mengalami keterlambatan terutama dihadang persoalan hukum selama periode konstruksi.

Bab 5. VARIABEL YANG MEMPENGARUHI KEBERHASILAN

Bab ini mengeksplorasi pengalaman beberapa negara yang sejak lama mengoperasikan kereta cepat, dan beberapa aspek yang diuraikan berikut ini memberikan kontribusi terhadap keberhasilan program kereta kecepatan tinggi. Variabel pertama berkaitan dengan kepadatan populasi orang di sekitar stasiun yang dilintasi. Sebagai perbandingan, meski kawasan metropolitan Los Angeles tergolong paling padat penduduknya di AS, namun tidak begitu besar jika dibandingkan dengan kota-kota di Eropa dan Asia. Kota paling jarang penduduknya di Eropa, Berlin, misalnya, memiliki populasi dua kali lebih besar daripada New York. Karena kawasan perkotaan dengan kepadatan tinggi merupakan keniscayaan

bagi keberlangsungan kereta kecepatan tinggi, terutama sekumpulan besar pemukim di sekitar stasiun besar yang dilalui, pengembangan moda tanpa kemampuan, upaya atau tekad kuat menciptakan hunian berkepadatan tinggi akan rentan mengalami kegagalan. Tabel 5.1 menggambarkan perbandingan tingkat kepadatan penduduk di beberapa kota besar di dunia. Kota-kota di belahan Asia termasuk Bandung dan Jakarta umumnya lebih padat daripada kota di Eropa dan AS.

Tabel 5.1 Tingkat Kepadatan Beberapa Kota Besar

Kota-AS	Pddk per km^2	Kota-Eropa	Pddk per km^2	Kota-Asia	Pddk per km^2
Los Angeles	2.400	London	5.600	Bandung	12.200
New York	1.800	Barcelona	4.400	Jakarta	9.500
Washington	1.300	Paris	3.700	Shanghai	5.800
Chicago	1.300	Berlin	3.000	Tokyo-Yokohama	4.400

Era kemakmuran Amerika dan efek ketersediaan mobil lebih dahulu sebelum kereta hadir kemudian, adalah faktor lain yang cukup mempengaruhi apakah kereta kecepatan tinggi berhasil menarik minat masyarakat. Tidak seperti Eropa dan Asia yang berjibaku memperbaki kerusakan hebat selama perang dunia kedua, infrastruktur AS tidak mengalami gangguan sama sekali. Bahkan usai perang rakyat AS umumnya lebih makmur dari bangsa di belahan dunia lain. Konsekuensi logis dapat diduga dalam konteks transportasi perkotaan: pengembangan kota-kota di AS pasca perang dunia kedua lebih berorientasi ketergantungan penggunaan mobil pribadi (automobile-oriented development).

Variabel ketiga berkaitan dengan aspek konektivitas dari kereta kecepatan tinggi sepanjang koridor dari stasiun awal sampai stasiun akhir. Di Tokyo dan Paris, penumpang yang turun dari kereta kecepatan tinggi dapat berganti kereta lain dengan mudah dan mengantarkannya sampai tujuan akhir dalam cakupan kawasan perkotaan. Penggunaan taksi untuk jarak pendek atau bus menuju tempat tertentu mungkin perlu meski tidak sering. Sebaliknya di AS, sangat sedikit kawasan metropolitan yang memenuhi syarat tingkat kepadatan penduduk tinggi dan terkonsentasi atau memiliki sistem angkutan perkotaan eksisting yang terintegrasi sehingga kehadiran kereta kecepatan tinggi saling melengkapi dengan moda lainnya. Dan, karena besarnya porsi penggunaan angkutan massal merupakan indikator terbesar bagi keberhasilan moda kereta cepat, jumlah penumpang potensial menjadi aspek penting: hanya di metropolitan New York angkutan massal digunakan lebih 15% dari total perjalanan. Tiga dari 10 kawasan metropolitan terbesar di AS, perjalanan dengan angkutan massal kurang dari 5%. Bandingkan dengan Paris yang bertengger sebesar 25% dan Tokyo

dengan porsi jauh lebih tinggi, 60%. Bercermin pada angka dan fakta tersebut, bukan tanda yang baik bagi keberhasilan program kereta kecepatan tinggi di AS dan atau kota di belahan dunia lain dengan karakteristik tingkat populasi, kecenderungan perkembangan kota dan sistem konektivitas transportasi eksisting kurang-lebih sama.

Faktor lain yang mempengaruhi keberhasilan kereta cepat adalah densitas jaringan rel. Seperti terlihat pada Tabel 5.4, meskipun Spanyol tercatat sebagai salah satu negara dengan panjang rel–km per kapita paling rendah di Eropa, namun angkanya masih lebih tinggi 22% jika dibandingkan dengan AS.

Tabel 5.4 Luas Wilayah per Panjang Rel Kereta

Negara	Luas (km^2)	Panjang Rel	Densitas Jaringan Rel
Jerman	357.022	41.896	117,35
Polandia	312.685	22.314	71,36
Jepang	377.915	26.435	69,95
Inggris	243.610	16.454	67,54
Italia	301.340	19.729	65,47
Uni Eropa	4.324.782	229.450	53,10
Amerika Serikat	9.147.420	228.218	24,95
China	9.596.981	77.834	8,11
Indonesia	5.193.250	4.684	0,90

Layanan kereta penumpang di Eropa jauh lebih terintegrasi dalam keseluruhan aktivitas harian masyarakat modern perkotaan. Dibandingkan dengan AS, kereta di Eropa lebih populer dan menyatu dengan setiap gaya hidup masyarakat. Banyak negara menyediakan kereta kecepatan tinggi guna mengatasi tingkat kepadatan yang melebihi kapasitas pada kereta konvensional. Sebagian negara mengembangkan moda kereta modern pada koridor tertentu yang memiliki tingkat permintaan penumpang yang tinggi. Amtrak sendiri di AS hanya mengangkut sedikit penumpang, sehingga pra-kondisi layanan kereta di Eropa dan Jepang tidak relevan dibandingkan dengan AS. Di sisi lain data di sebagian besar negara menunjukkan porsi layanan kereta kecepatan tinggi dan konvensional mencakup kurang dari 10% dari total penumpang–km perjalanan moda darat. Sebagian besar rel kereta di Eropa bukan jaringan untuk kecepatan tinggi. Keseluruhan Eropa, hanya 20% dari panjang jaringan merupakan rel kereta cepat. Perancis tercatat sebagai negara Eropa dengan persentase paling tinggi, 50%. Asosiasi Kereta Kecepatan Tinggi AS mengharapkan

terealisasinya sepanjang 17.000 mil (27.357 km) jaringan rel berkecepatan tinggi hingga 2030. Kini panjang jaringan rel kereta penumpang Amtrak hanya 21.000 mil (33.794 km).

Densitas jalan rel Indonesia berdasarkan Tabel 5.4 sangat jauh tertinggal dibandingkan dengan negara lain. Dengan luas wilayah hampir setara dengan Uni Eropa, panjang rel Indonesia hanya 2% dari rel kereta Uni Eropa. Perlu penambahan lima kali dari panjang 4.686 km rel yang dioperasikan PT KAI saat ini untuk mencapai 10% panjang hampir 230.000 km rel Uni Eropa. Diperlukan upaya yang tidak biasa dari mulai perencanaan dan ketersediaan anggaran yang besar lagi berksinambungan menjadikan kereta sebagai moda utama bukan saja penumpang namun juga barang di masa mendatang.

Bab 6. IMPLIKASI BAGI INDONESIA

Bab ini membahas terkait kelembagaan pengelola kereta cepat serta regulasi yang berkaitan dengan pengoperasian, termasuk di dalamnya pengujian kehandalan infrastruktur dan moda kereta. Seperti diketahui pembangunan kereta cepat Halim – Tegalluar bahkan hingga kini, pro dan kontra seakan tidak pernah reda terkait proyek yang dipandang prestisius dan pertama di Asia Tenggara. Sebagian kalangan melihat kereta cepat hanya menguntungkan sekelompok orang berpendapatan menengah-atas, yang memiliki lebih banyak pilihan moda sepanjang koridor Jakarta – Bandung. Kalangan pendukung umumnya berpendapat kehadiran kereta cepat berpotensi meningkatkan dan memeratakan perekonomian sekaligus menciptakan pusat-pusat pertumbuhan baru. Kereta cepat diyakini akan mendorong produktivitas dan efisiensi saat moda baru menawarkan waktu tempuh lebih singkat dan aksesibilitas lebih baik dari dan menuju stasiun yang dilalui.

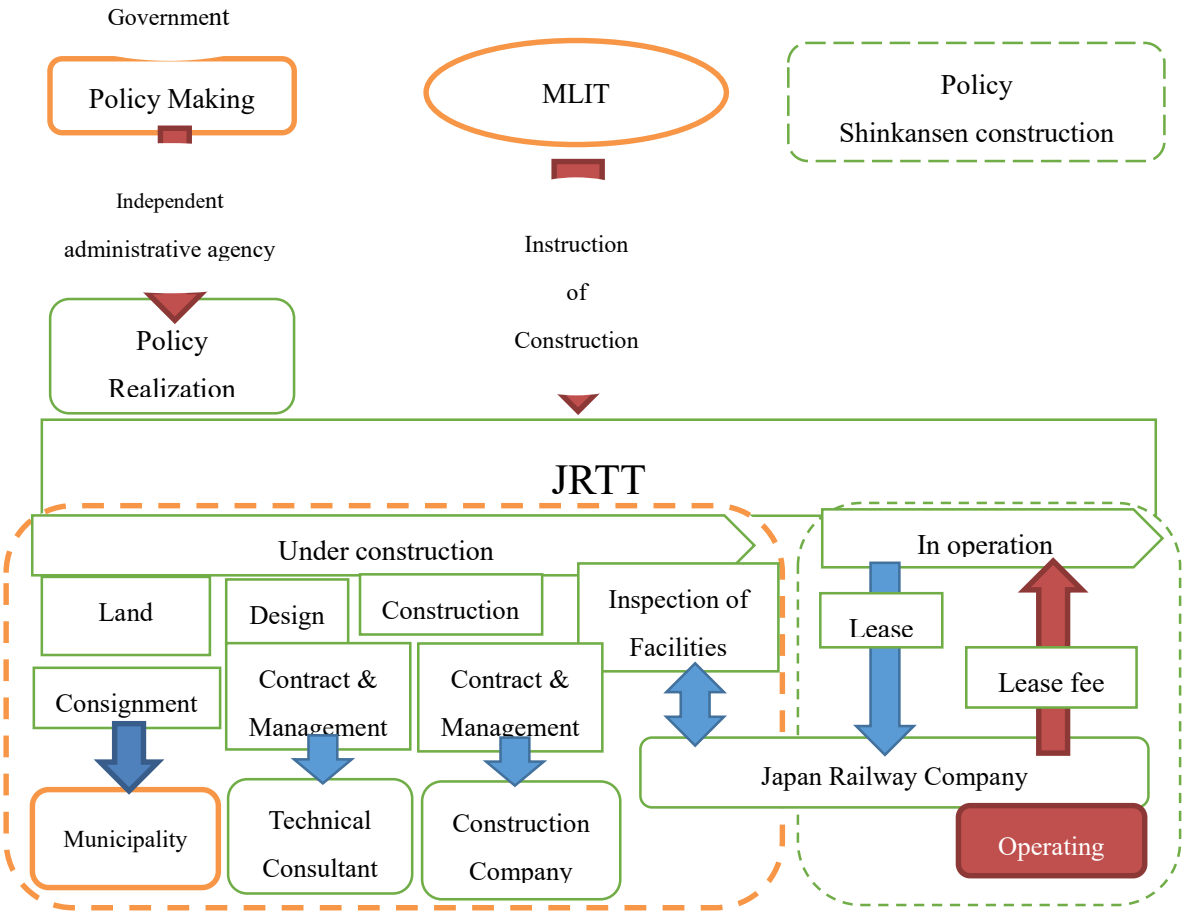
Pembangunan kereta cepat telah digagas pemerintahan sebelumnya dan antara lain dibahas secara teknis tahun 2014. Di tahun 2015, pembangunan kereta cepat Jakarta-Bandung dibahas melalui tahapan-tahapan yang terukur sebagai berikut: rencana pembangunan, kajian kelayakan ekonomi dan rapat terbatas. Kemudian dibentuk konsorsium BUMN yang terdiri dari WIKA, KAI, Jasa Marga, dan PTPN VIII yang bernama PT Pilar Sinergi BUMN Indonesia (PSBI). Presiden mengeluarkan Perpres 107/2015 yang secara tegas menyatakan bahwa pemerintah tidak menjamin proyek ini secara finansial. Setelah itu PSBI dan China Railway menandatangani joint venture agreement dan mendirikan KCIC.

Kehadiran kereta ringan (light rail transit), mass rapid transit dan kereta cepat dalam sistem transportasi perkotaan dan antarkota di Indonesia membawa perspektif baru dalam perencanaan, desain, operasi dan pemeliharaan yang memerlukan lembaga baru di samping

peran sentral Kementerian Perhubungan sebagai regulator. Sebagai pendatang baru dalam kancah transportasi nasional ketiga moda berbasis rel relatif tidak sama dengan kereta (api) konvensional bahkan dari tahap perencanaan: Peraturan Dinas (PD-10) sebagai salah satu 'buku sakti' perencanaan jalan rel, mungkin tak lagi relevan pada kereta cepat karena cakupan batas kecepatan maksimum pada jalan rel kelas I adalah 150 km/jam. Lebih jauh, Undang-Undang No 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian pada Bab III Pasal 4 membagi kereta api menurut jenisnya terdiri dari: (a). kereta api kecepatan normal; (b). kereta api kecepatan tinggi; (c). kereta api monorel; (d). kereta api motor induksi linear; (e). kereta api gerak udara; (f). kereta api levitasi magnetik; (g). trem; dan (h). kereta gantung. Pada penjelasan Pasal 4 huruf b yang dimaksud dengan kereta api kecepatan tinggi adalah kereta api yang mempunyai kecepatan lebih dari 200 km/jam. Mengacu pada definisi pada UU No 23/2007 tentang jenis kereta api, tidak jelas baik light rail transit atau mass rapid transit masuk kelomok (a), (d), (e) atau (f). Adanya kata "api" pada naskah undang-undang juga kurang tepat saat sebagian besar sumber tenaga penggerak kereta berasal dari listrik.

Tantangan yang paling krusial saat ini adalah lembaga yang menjalankan dan mengelola kereta cepat. Mengacu pengalaman Jepang, Badan *Japan Railway Construction, Transport and Technology* (JARTT) merupakan lembaga administratif untuk tujuan jangka menengah, dibentuk pada 2003 penggabungan *Japan Railway Construction Public Corporation* dan *Corporation for Advanced Transport and Technology*. Namun lembaga ini sudah mengalami evolusi dan pergantian nama beberapa kali yang kiprahnya dimulai pada 1959, beberapa tahun sebelum Shinkansen generasi pertama diluncurkan. Tujuan pendiriannya adalah mewujudkan sistem transportasi bersifat massal dengan pembangunan jalan rel dan menyediakan layanan asistensi mempromosikan pengembangan infrastruktur untuk perusahaan pengelola kereta (http://www.jrtt.go.jp). Peran sentral JRTT dari perencanaan, konstruksi hingga kereta cepat dioperasikan dapat dilihat pada Gambar 6.1. Pemerintah (pusat) termasuk Ministry of Land Infrastructure Transport and Tourism (MLIT) mengambil peran pada tataran kebijakan dan memberikan instruksi, selanjutnya praktis tanggung jawab beralih pada JRTT di hampir semua lini dari tahap konstruksi sampai kereta cepat siap dioperasikan. Pada tahap ini sebelumnya dilakukan pemeriksaan secara menyeluruh terhadap fasilitas infrastruktur yang dibangun bersama-sama dengan perusahaan operator kereta. Selanjutnya infrastruktur disewakan (lease) kepada perusahaan pemenang lelang selama jangka waktu tertentu dan operator membayar biaya pemakaian infrastruktur kepada

JRTT sekaligus menyediakan layanan kepada konsumen dengan standar kualitas yang disepakati.



Gambar 6.1 Alur Pembangunan Kereta Cepat Jepang

Fase pembangunan kereta cepat berbeda di setiap negara tergantung pengalaman suatu negara mengembangkan sistem transportasi kereta sebagai moda angkutan. Kendati sudah mengenal dan mengoperasikan kereta (api) sejak beberapa dekade lalu, kereta cepat praktis merupakan moda baru bagi Indonesia. Model pembangunan masih mencoba menemukan metode paling efektif, sementara model pembangunan di negara lain tidak selalu relevan diadopsi karena perbedaan regulasi, peran lembaga dan struktur pemerintahan. Pada bagian akhir bab ini dipaparkan secara singkat peran lembaga Japan Railway Construction, Transport and Technology (JARTT) yang merupakan perpanjangan tangan kementerian teknis namun dengan peran dan tanggung jawab besar dari tahap perencanaan, pembangunan sampai kereta cepat dioperasikan. Kehadiran lembaga baru di Indonesia dipandang krusial tidak hanya kereta cepat merupakan moda baru dan canggih, juga banyaknya hal baru yang memerlukan aksi segera seperti uji kinerja kereta, standar

keselamatan, sertifikasi masinis, peran masing-masing tingkat pemerintahan dalam pengembangan stasiun, penentuan/penyesuaian tarif dan lain-lain.

Bab 7. PENUTUP

Sebagai bab terakhir, bagian ini merupakan serangkaian konklusi dari Bab 1 sampai dengan Bab 6. Tahapan penting dan krusial dimulai ketika pemerintah sebagai regulator bersama-sama dengan operator menyepakati dan menandatangani konsesi koridor pertama kereta cepat Jakarta-Bandung di Kementerian Perhubungan, Jakarta, beberapa waktu lalu (16/3/2016) atau hampir dua bulan setelah peresmian pembangunan oleh Presiden Joko Widodo (21/1/2016). Regulator yang dikuasakan kepada Direktur Jenderal Perkeretaapian dan operator sekaligus investor PT Kereta Cepat Indonesia China (KCIC) saling setuju masa konsesi selama 50 tahun terhitung mulai 31 Mei 2019. Setelah masa konsesi berakhir (sampai dengan 31 Mei 2069 bila tidak ada keadaan memaksa/bencana alam, misalnya) semua prasarana kereta cepat termasuk tanah yang dimiliki pemerintah harus dalam kondisi layak dan bebas dari jaminan pihak ketiga. Namun dalam perjalanan, pihak KCIC ternyata telah meminta kepada Kementerian Perhubungan untuk memperpanjang masa konsesi menjadi 80 tahun atau bertambah 30 tahun dari proposal awal. Demikian halnya dengan biaya investasi. Di awal pembangunan, menurut KCIC, nilai investasi menyusut dari US$5,5 miliar menjadi 5,135 miliar setelah stasiun awal berpindah dari Gambir ke Halim dan keseluruhan jarak Halim-Tegalluar menjadi hanya 142 km. Saat memulai operasi, 2019, tarif yang dikenakan US$16 (Rp200.000), dengan target 29.000 penumpang per hari; kecepatan rata-rata 250 km/jam; 11 set armada yang setiap set terdiri dari 8 kereta dengan kapasitas 593 orang. Dalam perkembangan, biaya bertambah beberapa kali hingga mencapai US$7,7 miliar atau setara dengan Rp 117,2 triliun.

Di sisi lain, tak dapat dipungkiri kereta cepat (KC) merupakan salah satu terobosan teknologi paling menonjol dalam hal pengembangan angkutan penumpang sepanjang periode kedua abad-20. Pada permulaan 2008, terdapat sekitar 10.000 km jalur KC baru yang dioperasikan di dunia, dan secara keseluruhan (termasuk peningkatan jalur kereta eksisting) memanjang lebih dari 20.000 km jaringan KC di seluruh dunia yang secara khusus menyediakan layanan kecepatan tinggi bagi penumpang yang memilih waktu perjalanan lebih singkat dan kualitas lebih baik dalam transportasi kereta. Di Jepang saja, dimana konsep perdana kereta peluru diperkenalkan pada 1964, KC telah mengangkut 100 juta perjalanan-penumpang per tahun selama 40 tahun terakhir. Di Eropa lalu-lintas penumpang

sekitar 50 juta perjalanan-penumpang per tahun, meski data menunjukkan pertumbuhan beranjak datar sejak 1981 dengan peningkatan hanya 2,6% per tahun. Kini, tersedia layanan KC di lebih 15 negara, dan panjang jaringan terus bertambah, bahkan di beberapa negara berkembang sangat pesat. Mengacu pada *International Union of Railways* (UIC) diperkirakan panjang jaringan KC baru akan mencapai 25.000 km pada 2020. Namun di balik semua kelebihan yang ditawarkan, membangun, memelihara dan mengoperasikan KC tergolong mahal; keberadaannya mensyaratkan ketersediaan dan menghabiskan biaya signifikan, di samping keinginan serta komitmen kuat terkait kebijakan transportasi nasional dan pengembangan sektor transportasi jangka panjang.

Kendati KC pada dasarnya memiliki kemiripan dalam hal teknik dan perekayasaan dengan kereta konvensional –keduanya berjalan pada rel yang rata berpermukaan keras yang di atasnya roda berputar dengan gesekan minimum serta rendah mengonsumsi energi– kedua jenis kereta juga mimiliki karakteristik teknik yang berbeda. Dari sudut pandang operasional, misalnya, sistem persinyalan sepenuhnya berlainan: lalu-lintas pada jalur konvensional dikendalikan melalui sinyal eksternal (elektronik) bersama-sama dengan sistem sinyal otomatis. Pada KC komunikasi antara sesama kereta yang sedang berjalan pada blok yang berbeda biasanya terintegrasi sepenuhnya dalam kabin, sehingga masinis tidak harus selalu berpatokan pada sinyal di sepanjang blok/koridor. Elektrifikasi pun berbeda: energi besar berbanding lurus dengan kecepatan, dimana sebagian besar KC menggunakan tegangan tinggi sedikitnya 25.000 volt, sedangkan kereta konvensional dijalankan dengan voltase lebih rendah.

Pada bagian akhir kesimpulan disajikan perhitungan terkait jumlah armoda kereta cepat yang dibutuhkan mengacu data jumlah penumpang dari KCIC. Seperti disebutkan sebelumnya, KCIC menyediakan armada dengan kapasitas $\bar{q}$ =593 kursi; dengan asumsi tingkat keterisian *I*=75% maka tingkat keterisian efektif $\bar{q}_e$ =0,75x593=444 kursi. Waktu menunggu dan mengoperasikan armada diasumsikan 15 menit (0,25 jam) dan layanan kereta cepat beroperasi 18 jam sehari (06:00-24:00). Dengan target penumpang 29.000/hari atau q_t=14.500 orang per arah maka jumlah layanan harian per arah adalah hasil pembagian q_t/ $\bar{q}_e$. Selanjutnya, frekuensi (F_t) diperoleh dengan, $F_t = \dfrac{\left(q_t / \bar{q}_e\right)}{18}$ =1,82 layanan per jam, yang berimplikasi satu layanan kereta cepat setiap 33 menit. Dengan tingkat permintaan diasumsikan simetris dan total waktu tempuh satu putaran (termasuk waktu menunggu) menjadi (15 menit + 5 menit [waktu menaikturunkan penumpang di Karawang dan Walini]

+ 35 menit [waktu perjalanan Halim-Tegalluar] + 15 menit) 2 jam dan 20 menit (τ=2,4 jam); jumlah (minimum) armada kereta (berkapasitas q_t pada kecepatan s=250 km/j, dan tingkat keterisian 75%) yang diperlukan setiap hari pada koridor Halim-Tegalluar diperoleh melalui pembagian,

$$\frac{\tau}{1/F_t} \quad \text{atau} \quad \tau \frac{q_t}{18\bar{q}_e}$$

Mengantisipasi kejadian tak terduga (keterlambatan, bencana alam, kerusakan, dan sebagainya), jumlah minimum ini harus dikalikan dengan faktor tak terduga (pengaruh eksternal), yang ditetapkan sebesar 1,5 mengacu standar yang biasa berlaku. Dengan demikian, armada (jumlah kereta/AK) menjadi:

$AK_t = (1{,}5) \text{ x } \tau \frac{q_t}{18\bar{q}_e} = 7$ unit, tidak perlu sebanyak 11 unit seperti direncanakan KCIC. Jika asumsi jumlah penumpang lebih rendah dari prediksi 29.000 per hari atau sekitar 10 juta orang per tahun pada awal operasi (2019), armada yang dibutuhkan dipastikan lebih kecil. Dalam kondisi normal, jumlah kereta bertambah mengikuti pertumbuhan jumlah penumpang atau jumlah armada sama tetapi kapasitas lebih besar.