



ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI PROYEK KERETA CEPAT JAKARTA-SURABAYA BERBASIS KONSEP REKAYASA NILAI DENGAN PENDEKATAN SISTEM DINAMIK

Raymond Jacson Georgen¹, Retno Fitri Astuti², Isria Miharti Maherni Putri³

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pelita Bangsa

Jl. Inspeksi Kalimalang Tegal Danas, arah Delta Mas, Cikarang Pusat, Kab. Bekasi 17530, Indonesia

Koresponden Email: raymondjgupb@pelitabangsa.ac.id, retnofitri@pelitabangsa.ac.id, isriamiharti@pelitabangsa.ac.id

Abstract

Masalah mendasar dari aspek investasi pada proyek transportasi kereta cepat adalah biaya konstruksi (*initial cost*), operasional dan pemeliharaan yang begitu besar. Oleh karena itu, diperlukan ide dan inovasi untuk menarik pendapatan (*revenue*) agar biaya konstruksi serta biaya operasional dan biaya pemeliharaannya dapat tertutupi dalam jangka waktu tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk menjawab permasalahan tersebut, yaitu dengan menganalisis kelayakan investasi proyek kereta cepat khususnya pada rute jakarta-surabaya dengan menggunakan konsep rekayasa nilai sehingga dapat meningkatkan *income* (pendapatan). Penelitian ini menggunakan metode pendekatan sistem dinamik untuk memprediksi potensi permintaan (*demand*) perpindahan moda transportasi maupun *demand* akan penggunaan objek fasilitas pada fungsi-fungsi tambah yang akan mempengaruhi jumlah *revenue*. Dalam pemodelan sistem dinamik, penelitian ini menggunakan alat bantu (*tools*) perangkat lunak *powersim* untuk menganalisis kelayakan investasi proyek kereta cepat jakarta-surabaya. Hasil penelitian ini memproyeksikan kelayakan investasi paling optimal didapat pada skenario multifungsi alternatif A rute ke-1, yaitu dengan nilai NPV pada skenario tarif tinggi sebesar Rp407,6 triliun. Selain itu, hasil proyeksi nilai IRR pada skenario multifungsi alternatif A rute ke-1 pada skenario tarif tinggi adalah sebesar 10,97%.

Info Artikel

Diterima : 07 Sept 2021
Direvisi : 21 Okt 2021
Dipublikasikan : 14 Des 2021

Kata kunci: Kelayakan Investasi, Kereta Cepat Jakarta-Surabaya, Rekayasa Nilai, Sistem Dinamik.

1. Pendahuluan

Kepadatan penduduk pulau jawa sekitar 58,5% dari total penduduk Indonesia membuat timbulnya permasalahan yang berkaitan pemerataan ekonomi wilayah jawa [1]. Dibutuhkan pula moda konektivitas yang dapat meningkatkan pemerataan ekonomi sehingga tidak terjadi sentralisasi ekonomi di dua kota besar seperti kota jakarta dan surabaya, akan tetapi

dapat menciptakan peningkatan ekonomi di kota-kota lainnya di pulau jawa [2].

Masyarakat lebih cenderung tertarik menggunakan moda konektivitas transportasi udara, yaitu pesawat terbang dengan melihat faktor kecepatan atau waktu tempuh yang sangat singkat, yaitu sekitar 1 jam 10 menit, belum termasuk waktu *loading time* di bandara [3].

Perkiraan di masa mendatang, kapasitas bandar udara dua kota tersebut tidak dapat menampung kapasitas penumpang rute jakarta-surabaya. Hal ini disebabkan kecenderungan permintaan (*demand*) angkutan udara tersebut pada rute jakarta-surabaya yang cenderung meningkat dari tahun ke tahun tidak sebanding dengan pertumbuhan bandar udara [1].

Penggunaan moda transportasi darat merupakan pilihan kedua bagi masyarakat dikarenakan perjalanan tersebut membutuhkan waktu tempuh (*travel time*) yang besar atau lama. Perkiraan waktu tempuh menggunakan kendaraan roda empat atau lebih sekitar 12-18 jam, sedangkan apabila menggunakan kereta api konvensional memakan waktu sekitar 10-14 jam. Hal tersebut masih dianggap lebih baik apabila dibandingkan dengan penggunaan moda transportasi laut yang memakan waktu tempuh lebih lama, yaitu sekitar sehari penuh [1]. Dengan demikian, masyarakat lebih tertarik dan membutuhkan moda transportasi yang cepat serta aksesibilitasnya mudah.

Di samping itu, selain dampak positif dan manfaat dari moda transportasi sebagai alat konektivitas baik manusia maupun barang, terdapat pula dampak negatif moda transportasi baik darat, laut dan udara, seperti misalnya : kemacetan, kecelakaan, dan polusi [4], [5], [6].

Dengan melihat permasalahan tersebut, maka untuk koridor jawa khususnya konektivitas antara kedua kota jakarta-surabaya dibutuhkan moda transportasi yang efektif, efisien dan berkelanjutan (*sustainable*). Alat transportasi yang dibutuhkan lebih cenderung mempunyai aksesibilitas yang mudah dan waktu tempuh singkat serta mempunyai aspek keberlanjutan, karena memperhatikan faktor sosial dan lingkungan. Salah satu solusinya adalah dengan membangun kereta cepat (*high speed train*), dimana alat transportasi ini mempunyai tingkat reliabilitas (keandalan) tinggi, lebih ramah lingkungan, waktu perjalanan yang singkat, serta dapat mereduksi kecelakaan kendaraan bermotor [7].

Sesuai dengan rencana pemerintah, mengenai Rencana Induk Perkeretaapian Nasional, pengembangan proyek kereta cepat rute Jakarta-Surabaya di Indonesia dibangun di daerah koridor ekonomi jawa dimana penduduknya sangat padat, sehingga terjadi pembenahan kualitas infrastruktur dan

terjadi pemerataan ekonomi di kota-kota lainnya selain kota jakarta dan kota surabaya. Pengembangan kereta cepat rute jakarta-surabaya dipandang perlu untuk mengantisipasi beban *overload* penumpang moda transportasi udara serta untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi dengan meningkatkan kualitas dan ketersediaan infrastruktur transportasi di koridor jawa sehingga diharapkan berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi nasional serta peningkatan daya saing Indonesia di kawasan Asia [8].

Berdasarkan penelitian sebelumnya, proyek-proyek infrastruktur khususnya transportasi mengalami masalah kelayakan secara investasi karena tidak adanya atau kurangnya proses perencanaan termasuk analisis *life cycle cost*, yang berdampak pada proses penghentian pada saat konstruksi maupun saat proyek telah beroperasi [9].

Begitu pula dengan proyek infrastruktur transportasi kereta cepat, masalah mendasar dari aspek kelayakan investasi pada proyek tersebut adalah biaya investasi, operasional dan pemeliharaan yang begitu besar. Oleh karena itu, pembangunan infrastruktur tersebut harus diikuti dengan perencanaan sumber pendapatan (*revenue*) yang jelas agar proyek tersebut tidak merugikan semua *stakeholder* yang berkepentingan baik pihak swasta yang ingin berinvestasi maupun pihak pemerintah sebagai regulator [10].

Adanya penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam pengambilan kebijakan/keputusan bagi para *stakeholder* baik pemerintah maupun para investor, sehingga dapat menjadi salah satu alternatif solusi akan masalah kelayakan investasi proyek kereta cepat rute jakarta-surabaya.

Pada penelitian ini memakai konsep rekayasa nilai dengan menambahkan fungsi tambah (*added Value*) pada fungsi utama. Penelitian ini tidak lagi mengidentifikasi fungsi tambah yang paling tepat untuk diintegrasikan ke fungsi utama kereta cepat jakarta-surabaya, akan tetapi hanya menggunakan fungsi tambah yang telah diidentifikasi pada penelitian sebelumnya [11], untuk dipakai dalam menganalisa kelayakan investasi proyek *high speed train* jakarta-surabaya.

2. Metode

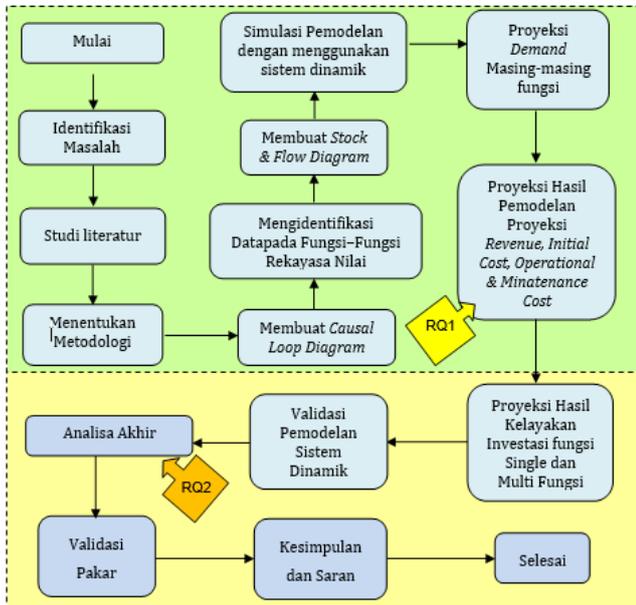
Untuk mencapai tujuan penelitian yang diinginkan maka dalam penelitian ini menggunakan metodologi penelitian sebagai berikut :

a. Pemilihan strategi penelitian

Strategi penelitian diperlukan untuk membantu dalam menjawab pertanyaan/tujuan penelitian. Terdapat beberapa metode penelitian yang dapat digunakan, yaitu eksperimen, survei, analisa arsip, sejarah, dan studi kasus. Ada tiga hal yang digunakan untuk menentukan strategi penelitian, yaitu jenis pertanyaan yang digunakan, kendali terhadap peristiwa dan fokus terhadap peristiwa yang sedang diselesaikan [12].

b. Kerangka Proses Penelitian

Dalam melakukan penelitian yang bersifat ilmiah memerlukan tahapan-tahapan atau proses penelitian dan disesuaikan dengan rumusan masalah serta tujuan penelitian yang diharapkan. Kerangka penelitian membuat proses penelitian menjadi terarah dan membimbing peneliti untuk mencapai tujuan yang sesuai dengan penelitian tersebut [13].



Gambar 1. Kerangka Proses Penelitian [14]

c. Instrumen Penelitian

(i) Studi kepustakaan/Literatur

Studi kepustakaan dilakukan untuk mendapatkan teori-teori, konsep-konsep sebagai bahan

pembandingan, penguat atau penolakan terhadap temuan hasil penelitian, dan untuk mengambil kesimpulan [15].

Karena itu, untuk menunjang penelitian ini maka diadakan studi kepustakaan dengan mengkaji berbagai literatur dan buku-buku yang berkaitan dengan penelitian ini serta sebagai bahan perbandingan dan yang berkaitan dengan permasalahan penelitian.

(ii) Pemodelan Sistem (*Modeling System*)

Pemodelan yang digunakan pada penelitian ini menggunakan pendekatan sistem dinamik diawali dengan mengenali pola perilaku dan permasalahan yang terjadi di dunia nyata dan kemudian mempelajari kembali permasalahan tersebut dengan membentuk pola/model sehingga dapat dianalisis sebab-akibat dari pengaruh interaksi yang timbul antar variabel-variabel. Hasil analisis tersebut dipelajari kemudian dicari solusi atau keputusan yang terbaik untuk menjawab permasalahan tersebut [16].

Pada penelitian ini digunakan piranti perangkat lunak (*software*) Powersim versi 10, yang diketahui dapat mengakomodasi prinsip-prinsip dari pola sistem dinamik sehingga diharapkan proses analisis simulasi ini dapat menghasilkan perkiraan perilaku di masa depan.

(iii) Diskusi Pakar (Validasi)

Instrumen penelitian ini merupakan tahap akhir dari penelitian. Diskusi terfokus dengan para pakar (ahli) ini akan dijadikan salah satu pertimbangan terhadap hasil penelitian yang dihasilkan. Hal tersebut bertujuan untuk meminta pendapat minimal 5 pakar terhadap kesesuaian hasil penelitian dengan kondisi eksisting.

d. Pengumpulan Data

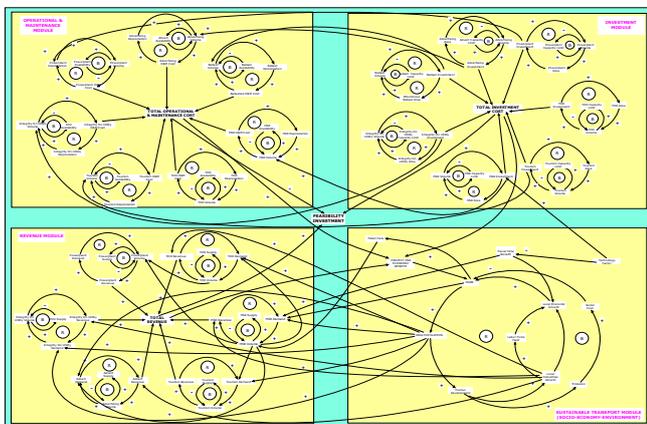
Pengumpulan data pada penelitian ini terdiri dari dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Untuk data primer diperoleh dengan melakukan diskusi terfokus (*forum group discussion*), sedangkan untuk data sekunder diperoleh dari instansi pemerintah atau kementerian, Badan Usaha Milik Negara (BUMN), perusahaan konsultan

teknik, dan sebagian besar data diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS).

3. Hasil dan Pembahasan

Proses pemodelan menggunakan sistem dinamik pada penelitian ini awalnya dimulai dengan menganalisis kebutuhan data-data yang akan dimasukan ke dalam sub-sub sistem dari pemodelan *causal loop diagram*, kemudian melakukan pemodelan biaya-biaya *life cycle cost* ke dalam *software* sistem dinamik, untuk selanjutnya dapat diketahui proyeksi kelayakan investasi dari satu atau multi fungsi secara dinamis [14].

Setelah identifikasi data-data selesai, kemudian langkah berikutnya adalah membuat diagram simpal kausal (*Causal Loop Diagram*) yang merupakan pengungkapan tentang kejadian hubungan sebab-akibat sehingga saling kait-mengait. Hasil pembentukan diagram simpal kausal dari proses *system thinking* menghasilkan 4 modul, yaitu modul sosial-ekonomi, modul biaya investasi, modul biaya operasional/pemeliharaan dan modul pendapatan (*revenue*), dapat dilihat pada gambar 2 [14].

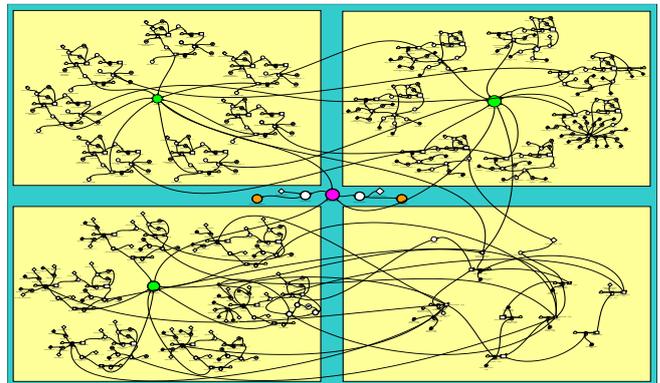


Gambar 2. Causal Loop Diagram [14]

Proyek *high speed train* Jakarta-Surabaya

Kemudian, setelah memodelkan sistem ke dalam *Causal Loop Diagram* (CLD) telah dilakukan, maka tahapan selanjutnya, yaitu menginterpretasikan CLD tersebut ke dalam variabel-variabel yang lebih detail dan membentuk suatu sistem yang disebut *Stock and Flow Diagram* (SFD). Hasil pembentukan diagram *Stock and Flow* proyek kereta cepat jakarta-surabaya diperlihatkan pada gambar 3 [14].

Langkah selanjutnya, setelah membuat pemodelan sistem dalam bentuk *Stock and Flow Diagram* (SFD) adalah memasukkan data-data sekunder ke dalam sistem SFD yang dimodelkan oleh alat bantu perangkat lunak *powersim*, seperti yang diperlihatkan pada gambar 3. Setelah itu, simulasi tahap akhirnya adalah dengan mensimulasikan sistem tersebut sehingga menghasilkan *output* proyeksi-proyeksi pendapatan (*revenue*) serta *initial cost* dan biaya *operational and maintenance* rekayasa proyek kereta cepat jakarta-surabaya [14].



Gambar 3. Stok and flow Diagram [14]

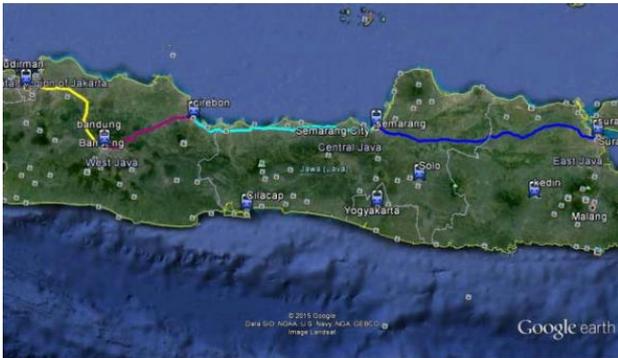
Proyek *high speed train* Jakarta-Surabaya

Simulasi sistem dinamik dilakukan dengan menggunakan periode waktu 50 tahun sesuai dengan masa konsesi dan diasumsikan waktu operasional serta pemeliharaan infrastruktur kereta cepat jakarta-surabaya dimulai pada tahun 2022. Diasumsikan waktu pembangunan konstruksi infrastruktur kereta cepat jakarta-surabaya membutuhkan waktu 5 tahun. Masa konsesi dihitung mulai sejak keluarnya izin pembangunan konstruksi infrastruktur kereta cepat.

Kemudian, simulasi sistem dinamik dilakukan pada tiga skenario tarif, yaitu tarif rendah, tarif sedang dan tarif tinggi. Tiga skenario tarif ini berlaku bukan hanya untuk tarif fungsi transportasi utama kereta cepat saja, akan tetapi berlaku pula untuk fungsi-fungsi tambah dari proyek *high speed train* jakarta-surabaya [14].

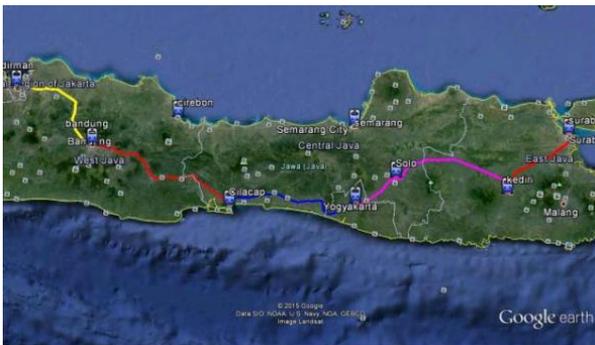
Simulasi sistem dinamik dilakukan pada dua rute rekayasa kereta cepat yang direncanakan, yaitu rute ke-1, yang melalui kota-kota di bagian utara pulau jawa dengan urutan jalur kota-kota : jakarta-bandung-cirebon-semarang-surabaya. Jalur rute tersebut

digambarkan pada peta yang dapat dilihat pada gambar 4 [14].



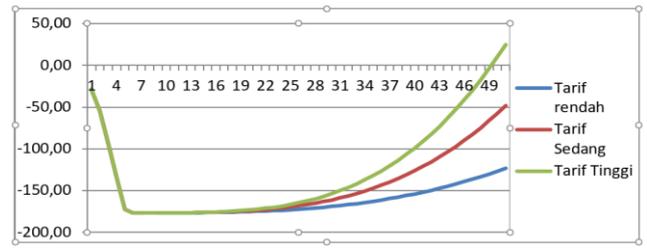
Gambar 4. Rute ke-1 high speed train jakarta-surabaya [14]

Kemudian untuk rute ke-2, high speed train melalui kota-kota yang mengarah ke bagian selatan pulau jawa dengan urutan kota-kota : jakarta-bandung-cilacap-yogyakarta-solo-kediri-surabaya. Jalur rute tersebut digambarkan pada peta yang dapat dilihat pada gambar 5 [14].



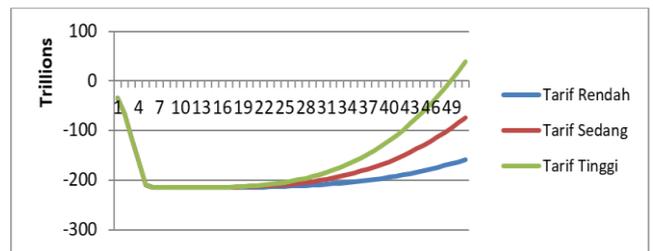
Gambar 5. Rute ke-2 high speed train jakarta-surabaya [14]

Simulasi sistem pada tahap pertama, yaitu simulasi Life Cycle Cost (LCC) dilakukan hanya pada fungsi dasar kereta cepat sebagai fungsi utama transportasi saja (single), tanpa melakukan integrasi dengan fungsi tambah yang lainnya. Hasil analisis simulasi yang diproyeksikan merupakan penjumlahan initial cost, operational and maintenance cost serta revenue. Hasil analisis simulasi LCC fungsi transportasi saja pada kedua rekayasa rute, yaitu untuk rute ke-1 bisa dilihat pada gambar 6, sedangkan untuk rute ke-2 bisa dilihat gambar 7 [14].



Gambar 6. Grafik LCC Fungsi HST Rute ke-1 [14]

Seperti yang terlihat pada gambar 6 atau gambar 7, pola garis grafik cash flow 5 tahun pertama merupakan garis yang menunjukkan biaya pembangunan konstruksi kereta cepat (masa konstruksi), sedangkan pola grafik kumulatif cash flow yang dimulai tahun ke-5 sampai dengan tahun ke-50 (masa operasional), merupakan garis grafik yang menunjukkan revenue dikurangi dengan biaya operasional/ pemeliharaan [14].



Gambar 7. Grafik LCC Fungsi HST Rute ke-2 [14]

Pola grafik pada rute ke-1 dan rute ke-2 menunjukkan akhir garis cash flow yang bernilai negatif pada tarif rendah dan tarif sedang, sedangkan untuk tarif tinggi bernilai positif. Walaupun pada skenario tarif tinggi bernilai positif, namun apabila dibandingkan dengan biaya konstruksi yang sangat tinggi, maka pendapatannya (revenue) tidak dapat menutupi biaya pembangunan konstruksinya.

Tabel 1. Kelayakan investasi fungsi single rute ke-1 [14]

Rute	Tarif Rendah		Tarif Sedang		Tarif Tinggi	
	NPV (Rp)	IRR (%)	NPV (Rp)	IRR (%)	NPV (Rp)	IRR (%)
1	-158939048934	4,63	-85234938537	6,45	-6349840295	7,23

Proyeksi kelayakan investasi proyek high speed train jakarta-surabaya dengan fungsi transportasi saja (single) tanpa integrasi dengan fungsi tambah, diekspor dari software powersim ke dalam bentuk tabel 1 dan tabel 2. Proyeksi dilakukan pada 2 rute rencana, baik pada rute ke-1 maupun pada rute ke-2 [14].

Tabel 2. Kelayakan investasi fungsi single rute ke-2 [14]

Rute	Tarif Rendah		Tarif Sedang		Tarif Tinggi	
	NPV (Rp)	IRR (%)	NPV (Rp)	IRR (%)	NPV (Rp)	IRR (%)
2	-162879274938	3,78	-87346920398	5,46	-8340239402	6,85

Pada skenario fungsi transportasi saja (*single function*), proyeksi kelayakan investasinya menghasilkan nilai *Net Present Value* (NPV) yang sangat rendah (< 0) untuk ketiga skenario tarif dan juga menghasilkan nilai *Internal Rate of Return* (IRR) yang rendah pula bahkan dibawah tingkat keuntungan yang diinginkan *Minimum Attractive Rate of Return* (lihat tabel 1 dan tabel 2), apabila menurut para pakar/ahli nilai *Minimum Attractive Rate of Return* (MARR) untuk proyek kereta cepat sekitar 7,5%.

Selain itu, dengan jumlah pendapatan *revenue* hanya terbatas pada fungsi dasar transportasi saja menghasilkan pola kumulatif *cash flow* pada akhir masa konsesi yang nilainya sangat rendah bahkan bernilai negatif (lihat pada gambar 6 dan 7). Hasil pola kumulatif *cash flow* yang rendah menyebabkan jumlah *revenue* tidak dapat menutupi biaya konstruksi maupun biaya operasional dan biaya pemeliharaan.

Setelah simulasi tahap pertama selesai, maka dilakukan tahap kedua yang dilakukan dengan menggunakan sistem dinamik pada skenario multi fungsi (fungsi tambah), seperti misalnya : fungsi *Ballasted*, fungsi *Transit Oriented Development (TOD)* dan fungsi *Tourism Development*, fungsi *Wind and Solar Powerplant*, fungsi *Integrity On Utility*, fungsi *Facilities*. Simulasi skenario multi fungsi menggunakan beberapa skenario alternatif gabungan fungsi-fungsi tambah yang direncanakan [14].

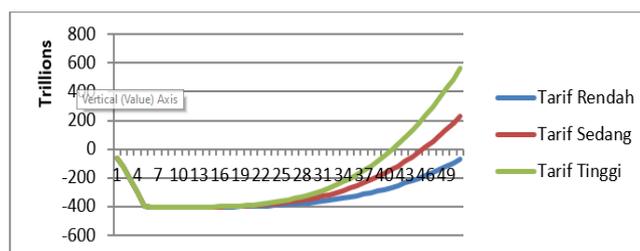
Analisis gabungan beberapa fungsi hingga menjadi beberapa alternatif yang ditentukan berdasarkan pertimbangan yang paling terbaik dan menguntungkan secara investasi sehingga muncul diperlihatkan dalam tabel 3 [14].

Tabel 3. Skenario Alternatif Multi Fungsi Proyek Kereta Cepat Jakarta-Surabaya [14]

Alternatif/ Fungsi	<i>Ballasted</i>	<i>TOD</i>	<i>Tourism Development</i>	<i>Wind & Solar Energi (Powerplante)</i>	<i>Integrity On Utility</i>	<i>Facilities</i>
Alternatif A	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Alternatif B	✓	✓	✓			
Alternatif C				✓	✓	✓
Alternatif D	✓	✓	✓	✓		
Alternatif E	✓	✓			✓	✓
Alternatif F			✓	✓	✓	✓

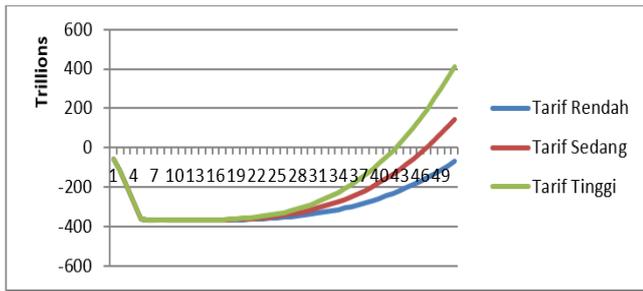
Proyeksi kelayakan investasi multi fungsi rute ke-1, dimana analisa dilakukan dengan mengintegrasikan fungsi tambah pada fungsi dasarnya, yaitu fungsi transportasi ditambah keseluruhan fungsi tambah, seperti yang direncanakan pada tabel 3. Hasil analisis simulasi yang diproyeksikan pada skenario multi fungsi merupakan penggabungan biaya awal konstruksi, biaya operasional dan pemeliharaan serta pendapatan (*revenue*) [14].

Pada simulasi sistem dinamik skenario alternatif A, dilakukan simulasi gabungan seluruh fungsi dalam rekayasa Proyek Kereta Cepat Jakarta-Surabaya. Hasil analisis *life cycle cost* multi fungsi alternatif A pada rute ke-1, yang dilakukan pada ketiga skenario tarif dapat dilihat pada gambar 8. Hasil analisis simulasi LCC alternatif A pada rute ke-1 menghasilkan pola grafik *cash flow* yang positif pada akhir masa konsesi (tahun ke-50), terutama pada tarif sedang dan tarif tinggi [14].



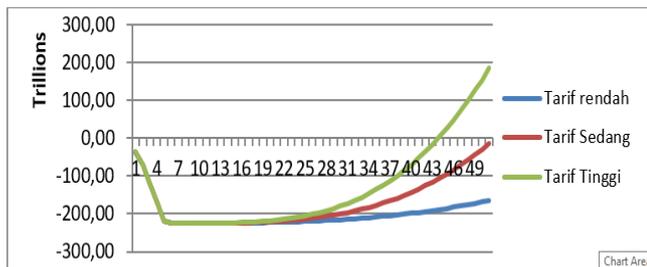
Gambar 8. Grafik LCC alternatif A rute ke-1 [14]

Untuk hasil analisis *life cycle cost* multi fungsi alternatif A pada rute ke-2, yang dilakukan pada ketiga skenario tarif terlihat pada gambar 9 [14]. Hasil analisis simulasi LCC alternatif A pada rute ke-2 menghasilkan pola grafik *cash flow* yang serupa dengan alternatif A pada rute ke-1, walaupun nilai akhir grafik pendapatan *cash flow* tidak sebesar dengan alternatif A pada rute 1.



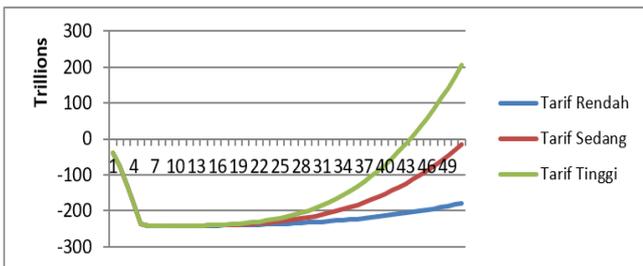
Gambar 9. Grafik LCC alternatif A rute 1 ke-2 [14]

Pada simulasi sistem dinamik skenario alternatif B, dilakukan simulasi terhadap penambahan fungsi *Ballasted, Transit Oriented Development (TOD)* dan *Tourism Development*. Hasil analisis *life cycle cost* multi fungsi alternatif B pada rute ke-1, yang dilakukan pada ketiga skenario tarif dapat dilihat pada gambar 10 [14]. Hasil analisis simulasi LCC alternatif B pada rute ke-1 menghasilkan pola garis *cash flow* yang rendah (negatif) pada akhir masa konsesi (tahun ke-50), untuk skenario tarif rendah dan tarif sedang.



Gambar 10. Grafik LCC alternatif B rute ke-1 [14]

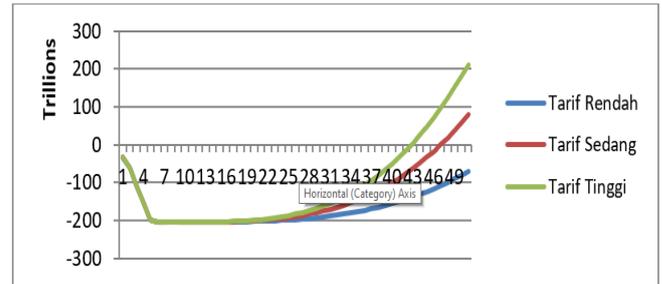
Untuk hasil analisis *life cycle cost* multi fungsi alternatif B pada rute ke-2, yang dilakukan pada ketiga skenario tarif terlihat pada gambar 11. Hasil analisis simulasi LCC alternatif B pada rute ke-2 menghasilkan pola garis *cash flow* yang mirip dengan nilai pola *cash flow* alternatif B rute ke-1 untuk ketiga skenario tarif.



Gambar 11. Grafik LCC alternatif B rute ke-2

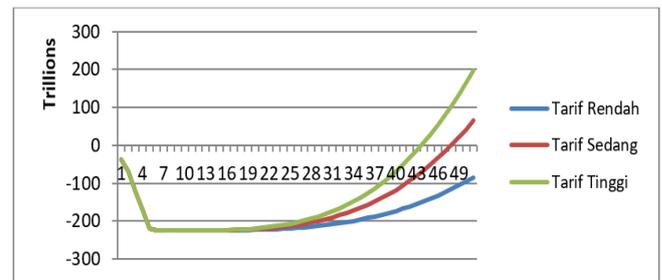
Pada simulasi sistem dinamik skenario alternatif C, dilakukan simulasi terhadap penambahan fungsi *Wind*

and Solar Powerplant, Integrity On Utility, Facilities. Hasil analisis *life cycle cost* multi fungsi alternatif C pada rute ke-1, yang dilakukan pada ketiga skenario tarif dapat dilihat pada gambar 12. Hasil analisis simulasi LCC alternatif C pada rute ke-1 menghasilkan pola garis *cash flow* yang positif pada akhir masa konsesi (tahun ke-50), untuk skenario tarif sedang dan tarif tinggi, tetapi berlaku sebaliknya untuk tarif rendah.



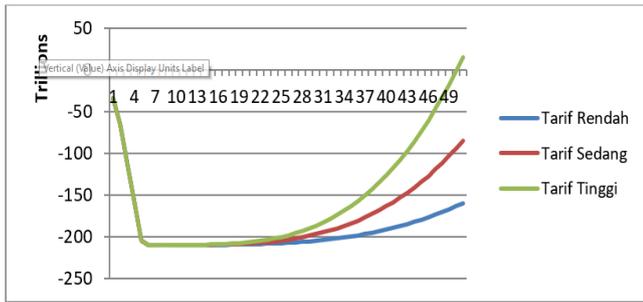
Gambar 12. Grafik LCC alternatif C rute ke-1 [14]

Untuk hasil analisis *life cycle cost* multi fungsi alternatif C pada rute ke-2, yang dilakukan pada ketiga skenario tarif terlihat pada gambar 13. Hasil analisis simulasi LCC alternatif B pada rute ke-2 menghasilkan pola garis *cash flow* pada tarif tinggi dan tarif sedang bernilai positif, serupa dengan nilai *cash flow* alternatif B rute ke-1.



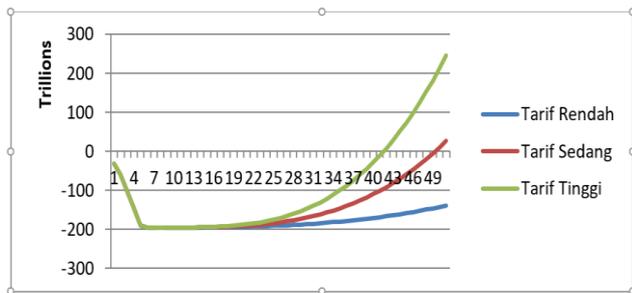
Gambar 13. Grafik LCC alternatif C rute ke-2 [14]

Pada simulasi sistem dinamik skenario alternatif D, dilakukan simulasi terhadap penambahan fungsi *Ballasted, TOD, Tourism Development, Wind and Solar Powerplant*. Hasil analisis *life cycle cost* multi fungsi alternatif D pada rute ke-1, yang dilakukan pada ketiga skenario tarif dapat dilihat pada gambar 14. Hasil analisis simulasi LCC alternatif D pada rute ke-1 menghasilkan pola garis *cash flow* yang bernilai negatif pada akhir masa konsesi (tahun ke-50), untuk skenario tarif sedang dan tarif rendah, tetapi berlaku sebaliknya untuk tarif tinggi.



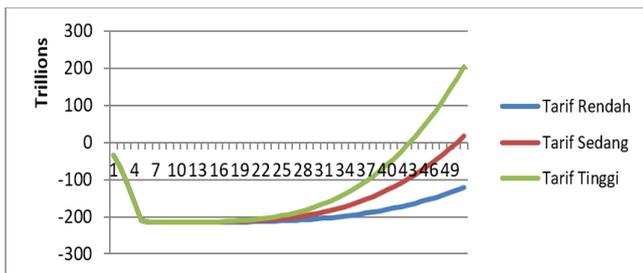
Gambar 14. Grafik LCC alternatif D rute ke-1 [14]

Untuk hasil analisis *life cycle cost* multi fungsi alternatif D pada rute ke-2, yang dilakukan pada ketiga skenario tarif terlihat pada gambar 15. Hasil analisis simulasi LCC alternatif D pada rute ke-1 menghasilkan pola garis *cash flow* yang bernilai negatif untuk skenario tarif rendah, akan tetapi berlaku sebaliknya untuk tarif sedang dan tarif tinggi.



Gambar 15. Grafik LCC alternatif D rute ke-2 [14]

Pada simulasi sistem dinamik skenario alternatif E, dilakukan simulasi terhadap penambahan fungsi *Ballast, TOD Development, Tourism Development, Wind and Solar Energy*. Hasil analisis *life cycle cost* multi fungsi alternatif E pada rute ke-1, yang dilakukan pada ketiga skenario tarif dapat dilihat pada gambar 16.

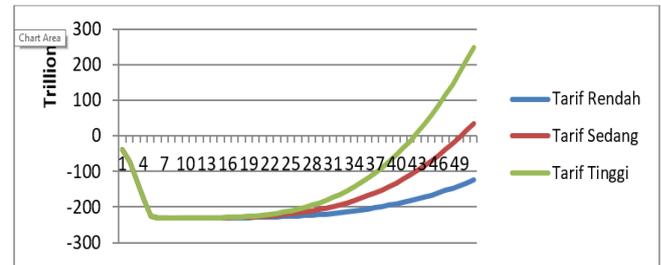


Gambar 16. Grafik LCC alternatif E rute ke-1 [14]

Hasil analisis simulasi LCC alternatif E pada rute ke-1 menghasilkan pola garis *cash flow* yang bernilai positif pada akhir masa konsesi (tahun ke-50) untuk

skenario tarif sedang dan tarif tinggi, tetapi berlaku sebaliknya untuk tarif rendah.

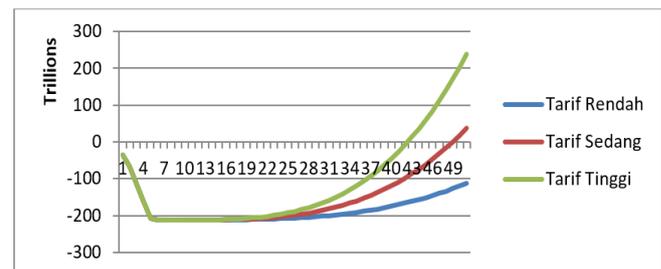
Untuk hasil analisis *life cycle cost* multi fungsi alternatif E pada rute ke-2, yang dilakukan pada ketiga skenario tarif terlihat pada gambar 17. Hasil analisis simulasi LCC alternatif E pada rute ke-2 menghasilkan pola garis *cash flow* yang mirip atau serupa dengan alternatif E rute ke-1 untuk ketiga skenario tarif.



Gambar 17. Grafik LCC alternatif E rute ke-2 [14]

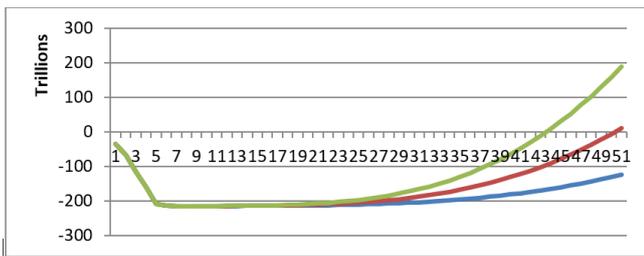
Pada simulasi sistem dinamik skenario alternatif F, dilakukan simulasi terhadap penambahan fungsi *Tourism Development, Wind and Solar Energy, Integrity On Utility, facilities*. Hasil analisis *life cycle cost* multi fungsi alternatif F pada rute ke-1, yang dilakukan pada ketiga skenario tarif dapat dilihat pada gambar 18.

Hasil analisis simulasi LCC alternatif F pada rute ke-1 menghasilkan pola garis *cash flow* yang bernilai positif pada akhir masa konsesi (tahun ke-50), untuk skenario tarif sedang dan tarif tinggi, tetapi berlaku sebaliknya untuk tarif rendah.



Gambar 18. Grafik LCC alternatif F rute ke-1 [14]

Untuk hasil analisis *life cycle cost* multi fungsi alternatif F pada rute ke-2, yang dilakukan pada ketiga skenario tarif terlihat pada gambar 19. Hasil analisis simulasi LCC alternatif F pada rute ke-2 menghasilkan pola garis *cash flow* yang mirip atau serupa dengan alternatif F rute ke-1 untuk ketiga skenario tarif.



Gambar 19. Grafik LCC alternatif F rute ke-2 [14]

Hasil simulasi sistem dinamik kelayakan proyek kereta cepat jakarta-surabaya dengan menggunakan tambahan fungsi (multi fungsi), diekspor dari *software powersim* ke dalam bentuk tabel 4.

Tabel 4. Kelayakan investasi multi fungsi pada kedua rute rencana [14]

Alternatif (Multi Fungsi)	Rute	Tarif Rendah		Tarif Sedang		Tarif Tinggi	
		NPV (Rp)	IRR (%)	NPV (Rp)	IRR (%)	NPV (Rp)	IRR (%)
Alt. A	1	-Rp46.661.953.010.225	6,98	Rp206.192.482.387.538	8,87	Rp407.638.112.757.919	10,97
	2	-Rp46.926.485.036.583	6,52	Rp112.975.108.506.394	8,59	Rp304.797.294.793.853	10,23
Alt. B	1	-Rp176.043.090.753.742	4,47	-Rp14.655.937.452.647	5,64	Rp189.722.629.173.845	8,09
	2	-Rp185.240.782.312.388	4,38	-Rp8.459.245.873.960	5,73	Rp20.125.937.595.157	6,89
Alt. C	1	-Rp78.339.686.488.960	5,63	Rp97.310.346.395.112	8,26	Rp218.643.711.046.609	9,38
	2	-Rp92.940.417.037.912	5,25	Rp85.629.623.362.520	7,84	Rp199.723.010.563.094	8,53
Alt. D	1	-Rp159.697.581.437.100	4,52	-Rp84.847.581.437.100	5,12	Rp225.236.856.297.643	9,43
	2	-Rp158.531.090.427.600	4,63	Rp73.701.090.427.600	5,24	Rp48.205.519.572.400	7,14
Alt. E	1	-Rp113.937.720.427.600	4,98	Rp12.782.279.572.400	7,36	Rp195.075.519.572.400	8,38
	2	-Rp123.994.217.601.000	4,84	Rp35.685.782.399.000	6,03	Rp248.592.342.399.000	9,84
Alt. F	1	-Rp110.942.871.038.347	5,03	Rp37.707.728.966.700	6,17	Rp237.307.628.966.700	9,62
	2	-Rp124.167.020.629.500	4,79	Rp10.562.979.370.500	5,94	Rp190.202.889.370.500	8,15

Pada skenario multi fungsi dengan mengintegrasikan fungsi dasar dengan fungsi tambah, walaupun biaya inisiasi (konstruksi) dan biaya operasional serta pemeliharaan sangat besar, akan tetapi biaya tersebut dapat tertutupi dengan pendapatan (*revenue*) yang sangat besar sehingga sangat menguntungkan apabila dilihat dari segi investasi (lihat gambar 9 sampai dengan gambar 14). Berbeda halnya dengan skenario fungsi transportasi saja (*single*), pendapatannya tidak dapat menutupi biaya inisiasi (konstruksi) ataupun biaya operasional dan pemeliharaan.

Pada skenario multi fungsi, hasil nilai parameter kelayakan investasi pada alternatif A pada rute ke-1 apabila dibandingkan dengan nilai hasil parameter kelayakan investasi alternatif A pada rute ke-2, mempunyai perbedaan nilai yang tidak signifikan. Berbeda halnya, apabila dibandingkan alternatif A pada rute ke-1 dibandingkan dengan alternatif B, alternatif C, alternatif D, alternatif E, maupun alternatif F, perbedaan nilainya terlihat lebih signifikan (lihat tabel 4).

Hasil analisa proyeksi kelayakan investasi multi fungsi alternatif A pada rute ke-1 menunjukkan nilai NPV bernilai positif (> 0) terutama pada skenario tarif sedang (Rp206,2 triliun) dan tarif tinggi (Rp407,6 triliun), sedangkan untuk tarif rendah NPV bernilai negatif (< 0). Kemudian, untuk proyeksi nilai IRR pada alternatif A rute ke-1 yang bernilai diatas MARR yaitu sebesar 10,97% untuk tarif tinggi dan untuk tarif sedang sebesar 8,87%, sedangkan untuk tarif rendah bernilai dibawah MARR ($< 7,5\%$). Hasil IRR untuk Alternatif A rute 1 lebih besar nilainya terutama pada skenario tarif tinggi, apabila dibandingkan dengan alternatif-alternatif lainnya (lihat tabel 4).

4. Kesimpulan

Pada skenario fungsi transportasi saja (*single function*), proyeksi kelayakan investasinya menghasilkan nilai *Net Present Value* (NPV) yang sangat rendah (< 0) untuk ketiga skenario tarif dan juga menghasilkan nilai *Internal Rate of Return* (IRR) yang rendah pula bahkan dibawah tingkat keuntungan yang diinginkan atau dibawah MARR, apabila menurut para pakar nilai *Minimum Attractive Rate of Return* (MARR) untuk proyek kereta cepat sekitar 7,5%.

Selain itu, dengan jumlah pendapatan *revenue* hanya terbatas pada fungsi dasar transportasi saja menghasilkan pola kumulatif *cash flow* pada akhir masa konsesi yang nilainya sangat rendah bahkan bernilai negatif. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pada skenario fungsi transportasi saja (*single*), jumlah pendapatan (*revenue*) tidak dapat menutupi biaya konstruksi maupun biaya operasional dan biaya pemeliharaan.

Pada skenario multi fungsi dengan mengintegrasikan fungsi dasar dengan fungsi tambah, walaupun biaya inisiasi (konstruksi) dan biaya operasional serta pemeliharaan sangat besar, akan tetapi biaya tersebut dapat tertutupi dengan pendapatan (*revenue*) yang sangat besar sehingga sangat menguntungkan apabila dilihat dari segi investasi.

Pada skenario multi fungsi, hasil nilai indikator/parameter kelayakan investasi pada alternatif A pada rute ke-1 apabila dibandingkan dengan hasil alternatif A pada rute ke-2 mempunyai perbedaan nilai yang tidak signifikan. Berbeda halnya apabila

dibandingkan alternatif A pada rute ke-1 dibandingkan dengan alternatif B, alternatif C, alternatif D, alternatif E, maupun alternatif F, perbedaan nilainya terlihat lebih signifikan.

Hasil analisa proyeksi kelayakan investasi multi fungsi alternatif A pada rute ke-1 menunjukkan nilai NPV bernilai positif (> 0) terutama pada skenario tarif sedang (Rp206,2 triliun) dan tarif tinggi (Rp407,6 triliun), sedangkan untuk tarif rendah NPV bernilai negatif (< 0). Kemudian, untuk proyeksi nilai IRR pada alternatif A rute ke-1 yang bernilai diatas MARR yaitu sebesar 10,97% untuk tarif tinggi dan untuk tarif sedang sebesar 8,87%, sedangkan untuk tarif rendah bernilai dibawah MARR ($< 7,5\%$). Hasil IRR untuk Alternatif A rute 1 lebih besar nilainya terutama pada skenario tarif tinggi, apabila dibandingkan dengan alternatif-alternatif lainnya. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa alternatif A pada rute ke-1 merupakan pilihan yang paling optimal terutama pada skenario tarif tinggi, walaupun pada rute ke-2 masih dapat dikatakan layak secara investasi.

Penelitian ini hanya berfokus pada pembahasan kelayakan investasi yang berkaitan dengan biaya pembangunan, biaya operasional dan pemeliharaan serta pendapatan (*revenue*), akan tetapi tidak membahas mengenai analisis resiko dalam pembangunan proyek kereta cepat jakarta-surabaya. Diharapkan dikemudian hari akan ada penelitian yang menganalisis faktor resiko proyek kereta cepat jakarta-surabaya.

Daftar Pustaka

- [1] Dwiatmoko, H., *High Speed Train Project In Indonesia (Jakarta-Surabaya Corridor)*. Directorate General of Railways, Ministry of Indonesia. (2010).
- [2] Indonesia. Komite Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia. *Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI)*. (2015).
- [3] Indonesia. Kementerian Perhubungan udara. *Statistik penumpang bandar udara di Indonesia*. (2016).
- [4] INRIX. (2015). *Improving Transportation Worldwide by Connecting every car and city* [Online]. Available : <https://inrix.com/>
- [5] Murray, C.J.L. *The Global Burden of Disease study*. Boston, USA. Harvard University. (1996).
- [6] Feigenbaum, B. *High-Speed Railink Europe and Asia : Lessons for the United States*. Reason Foundation. Los Angeles. (2013)
- [7] Tao, R., Liu S., Huang C., & Tam, C.M. *Cost-Benefit Analysis of High-Speed Rail Link between Hong Kong and Mainland China*. Journal of Engineering, Project, and Production Management. (2011), 1(1), 36-45
- [8] Indonesia. Kementerian Perhubungan. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 43. (2011).
- [9] Mckinsey. *Bridging Global Infrastructure Gaps*. USA. (2013).
- [10] De Rus G, et al. *Economic Analysis of High Speed Rail in Europe*. Bilbao: BBVA Foundation. (2009).
- [11] Berawi M.A, et all. *Developing Conceptual Design Of High Speed Railways Using Value Engineering Method: Creating Optimum Project Benefits*. International Journal of Technology. (2015).
- [12] Yin, R. *Case Study Research: Design and Method*. New York: Sage Publication. (1994).
- [13] Surachmad, Winarno. *Pengantar Penelitian Ilmiah Dasar Metode dan Teknik*. Bandung: Tarsito. (1982)
- [14] Georgen R.J. “*forecasting revenue pada proyek kereta api cepat jakarta-surabaya berbasis konsep rekayasa nilai untuk meningkatkan kelayakan investasi dengan menggunakan pendekatan sistem dinamik*”. Tesis. Universitas Indonesia. Depok. Indonesia. (2017).
- [15] Hadisubroto, Subino. *Pokok-pokok Pengumpulan Data, Analisis Data, Penafsiran Data, dan Rekomendasi Data Penelitian Kualitatif*, Bandung : PPs IKIP Bandung. (1989).
- [16] Muhammadiyah, E. Aminullah, B. Soesilo. *Analisis Sistem Dinamis : Lingkungan Hidup, Sosial, Ekonomi, Manajemen*. Jakarta : UMJ Press. (2001).