



Kajian kelayakan teknis dan tekno ekonomi pembangunan jalur ganda kereta api Tanjung Karang – Kotabumi di Provinsi Lampung

Kristianto Usman^{a,*}, Ika Kustiani^b, Amril Ma'ruf Siregar^c, Tas'an Junaedi^d

^a Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia

^b Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia

^c Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia

^d Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia

HIGHLIGHTS

- Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api Tanjung Karang-Kotabumi merupakan proyek strategis nasional untuk meningkatkan kapasitas angkutan barang dan penumpang.
- Kajian kelayakan pembangunan jalur ganda ini meliputi aspek teknis dan tekno ekonomi.
- Estimasi parameter tekno ekonomi dilakukan berdasarkan skenario pesimis (*pessimist*), berpeluang terjadi (*most likely*), dan optimis (*optimist*).

INFO ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diterima 01 Februari 2023

Diterima setelah diperbaiki 22 Agustus 2023

Diterima untuk diterbitkan 01 Nopember 2023

Tersedia secara *online* 01 Desember 2023

Kata kunci:

Analisis tekno ekonomi,
jalur ganda kereta api,
kelayakan teknis,
lintas Tanjung Karang-Kotabumi.

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk mengkaji kebutuhan jalur ganda kereta api lintas Tanjung Karang – Kotabumi dan kelayakan teknis dan tekno ekonomi pembangunan jalur ganda kereta api antara Tanjung Karang – Kotabumi serta memberikan rekomendasi teknis berdasarkan hasil kajian kepada pihak terkait sebagai bahan pertimbangan pada tahapan pembangunan. Metode yang dilakukan adalah kajian teknis berdasarkan standar yang berlaku, dan kajian untuk menilai parameter-parameter tekno ekonomi berdasarkan tiga skenario arus pemasukan (*revenue streams*), yang meliputi skenario pesimis, *most likely* (berpeluang terjadi), dan optimis. Hasil kajian pada parameter-parameter terkait, menunjukkan nilai estimasi NPV (*Net Present Value*) positif; IRR (*Interest Rate of Return*) antara 6,57% dan 17,90%, BCR (*Benefit Cost Ratio*) antara 1,55 and 2,52, and BEP (*Break Event Point*) bervariasi mulai dari tahun keenam sampai tahun kesepuluh untuk tiga skenario tersebut. Berdasarkan hasil kajian, dapat disimpulkan bahwa proyek layak secara teknis dan tekno ekonomi, serta dapat diimplementasikan untuk meningkatkan kapasitas lintas KA barang dan penumpang.

Diterbitkan oleh Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung

1. Pendahuluan

Jalur kereta api (KA) Tanjung Karang – Kotabumi merupakan bagian dari jalur KA Tarahan – Tanjung Enim. Jalur ini merupakan salah satu jalur kereta api dengan kapasitas lintas yang tinggi, dimana kategori kapasitas lintas yang tinggi diukur dari jumlah rangkaian kereta yang melewati jalur ini mencapai jumlah lebih dari 59 rangkaian kereta yang direncanakan. Kepadatan jalur ini mencapai 100 rangkaian kereta. Beberapa permasalahan yang timbul akibat tingginya kapasitas lintas yang lebih besar dari rencana (*over capacity*) adalah terjadinya beberapa penumpukan kereta di beberapa titik.

* Penulis koresponden.

Alamat E-mail: kristianto.usman@eng.unila.ac.id (K. Usman)

Peer review dibawah tanggung-jawab Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.

<https://doi.org/10.23960/rekrjits.v27i3.80>

Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah pembangunan jalur ganda (*double track*) yang diharapkan mampu mengatasi permasalahan tersebut. Jika memperhatikan kondisi eksisting yang ada, di beberapa segmen sudah dilengkapi jalur ganda, tetapi khusus lintas Tanjung Karang – Kotabumi belum difasilitasi oleh jalur ganda. Kajian ini menitikberatkan pada analisis kelayakan pembangunan jalur ganda ditinjau dari aspek teknis dan tekno ekonomi. Hasil kajian diharapkan dapat memberikan solusi pemecahan mengenai masalah kepadatan angkutan kereta api saat ini.

Berbagai analisis perlu dilakukan terkait rencana pembangunan jalur kereta ini untuk mengetahui layak atau tidaknya jalur ini direalisasikan, termasuk diantaranya yaitu dilakukan suatu analisis terhadap aspek - aspek dari pelaksanaan operasional KA ini. Analisis finansial ini perlu dilakukan sehingga dapat diketahui apakah dalam perencanaan operasional KA ini akan menghasilkan keuntungan dari segi finansial atau malah sebaliknya hanya

Benefit Cost Ratio merupakan salah satu metode analisis yang merupakan perbandingan nilai manfaat (*benefit*) dan nilai biaya (*cost*). Proyek dianggap layak atau menguntungkan apabila nilai BCR > 1 dan dianggap tidak layak atau merugikan apabila BCR < 1. *Benefit Cost Ratio* adalah nisbah antara *present value benefit* dibagi dengan *present value cost* [2][4].

$$BCR = \frac{PVB}{PVC} \quad (3)$$

dengan PVB adalah *present value benefit* dan PVC adalah *present value cost*

Apabila nilai BCR > 1 maka proyek layak untuk dilaksanakan, nilai BCR < 1 maka proyek tidak layak untuk dilaksanakan, Nilai BCR = 0 maka proyek dianggap netral

3. Hasil dan Pembahasan

Lokasi penelitian berada Peta lintas rencana jalur ganda antara Tanjung Karang – Kotabumi di Provinsi Lampung. Gambar 3 menunjukkan peta lintas jalur KA di Provinsi Lampung dan lokasi kajian.



Gambar 2 Peta Lokasi Penelitian [3]

Pengukuran topografi pada DED Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api meliputi [3]:

- Pengukuran situasi dan potongan melintang *track* sepanjang kurang lebih 78 Km, dari Stasiun Tanjung Karang sampai Stasiun Kotabumi;
- Pengukuran penampang melintang interval 25 meter;
- Pengukuran penampang memanjang *track* sepanjang kurang lebih 78 Km, dari Stasiun Rejosari sampai Stasiun Cempaka. Pengukuran penampang memanjang interval 25 m (Gambar 4).



Gambar 3 Pengukuran Potongan Melintang Rel [3]

Penyelidikan Geoteknik pada kajian ini dimaksudkan untuk mengetahui kondisi lapisan tanah, terutama untuk mengetahui sifat fisik dan sifat teknik/mekanik dari lapisan-lapisan tanah sekitar lokasi dan sepanjang rencana jalan rel KA Lintas Tanjung Karang- Kotabumi (Stasiun Rejosari – Stasiun Cempaka). Dengan adanya penyelidikan tanah ini diharapkan dapat memberikan suatu gambaran mengenai kondisi lapisan tanah yang berguna dalam desain tubuh baan jalan rel maupun jembatan KA [3]. Hasil penyelidikan menunjukkan jenis tanah umumnya tanah lempung dengan daya dukung (*bearing capacity*) bervariasi sepanjang jalur yang direncanakan.

Rencana jalur ganda kereta api dari St. Rejosari (KM 28+554) hingga St. Cempaka (KM 105+925) yang diplotkan pada peta geologi kawasan disajikan pada Gambar 5. Stasiun Rejosari (KM 28+554) terletak di Kabupaten Lampung Selatan. Stratigrafi geologi Lampung Selatan (bagian utara) menunjukkan sebagian besar berada pada formasi lumpung (QTI) berupa tuf bebatuapung, tuf riolitik, tuf padu, batulempung tufan dan batupasir tufan; yang merupakan batuan termuda yang berumur Pliosen. Lampung Formation juga dikenali sebagai Lampung Tuff lapisan tufriolitik yang kaya akan batuan apung dan singkapan batumannya cukup tebal hingga mencapai 200 m. Secara tipikal, tuf merupakan produk erupsi kaldera vulkanik [3].



Gambar 4 Peta Geologi dan plotting jalur ganda kereta api [3]

Estimasi biaya pembangunan jalur ganda, dibutuhkan untuk melakukan kajian tekno ekonomi (lihat **Tabel 1** dan **Bagian 3.6**), sedangkan sebaran *traffic* untuk angkutan penumpang dan barang, ditunjukkan oleh **Tabel 2**. Selain data-data di atas, data dan proyeksi tonase angkutan barang (dalam juta ton) per stasiun dalam kurun waktu 2015-2023, juga dikaji untuk mengetahui potensi arus permasukan (*revenue streams*) dari pembangunan jalur ganda ini.

Tabel 2 menunjukkan bahwa angkutan barang memberikan kontribusi terbesar pada tonase angkutan barang di berbagai stasiun tujuan di wilayah Lampung dan Sumatera Bagian Selatan. Kondisi ini menjadi dasar untuk mengestimasi parameter tekno-ekonomi berdasarkan *traffic* dari jenis KA dengan tonase dan frekuensi paling dominan, yaitu angkutan barang.

Berdasarkan estimasi biaya konstruksi jalur Cempaka - Rejosari sepanjang 78 km (lihat Tabel 1), biaya yang dibutuhkan adalah sebesar Rp. 1.845.125.551.000,00; untuk

Tabel 1

Rekapitulasi estimasi anggaran biaya pelaksanaan jalur ganda Tanjung Karang-Kotabumi [3]

No	Uraian	Biaya Pelaksanaan (Rp)
1	Pekerjaan Persiapan	130.230.675.000,00
2	Pekerjaan Konstruksi Sementara	33.452.288.197,00
3	Pekerjaan Tubuh Baan	79.815.824.483,40
4	Pekerjaan Dinding Penahan Tanah	635.312.423.020,00
5	Pekerjaan Rel (Wesel dan Stasiun)	555.490.731.256,00
6	Pekerjaan Bangunan Hikmat	225.663.329.606,00
7	Pekerjaan Penyelesaian	2.310.000.000,00
	Jumlah	1.662.275.271.562,72
	PPN 11%	182.850.279.871,00
	Jumlah (termasuk PPN 11%)	1.845.125.551.434,00
	Jumlah dibulatkan	1.845.125.551.000,00

Tabel 2

Sebaran traffic angkutan penumpang dan barang pertahun [3]

No	JML	Nama KA	Km-KA	V-rata-rata
1	4	Komersial	1394	40,4
2	2	KA Ekonomi	776	37,2
3	4	KRD Ekonomi	342	38,7
4	20	KA Babaranjang kosong	8201	25,0
5	20	KA Babaranjang isi	8201	26,2
6	2	KA Pulp isi/kosong	702	29,3
		Jumlah	19.616	

Tabel 3

Data dan proyeksi tonase angkutan barang (dalam juta ton) per stasiun dalam kurun waktu 2015-2023 [3]

No	Sta Tujuan (BONGKAR)	Tahun									
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
1	Tarahan	15,2	20,0	20,0	20,0	20,0	25,0	25,0	25,0	25,0	
2	Srengsem	-	-	5,0	7,5	15,0	22,0	22,0	22,0	22,0	
3	Kertapati	7,0	8,7	9,7	10,7	10,7	13,0	13,0	13,0	13,0	
4	Prajen/ Mariana	-	-	-	-	2,5	5,0	7,5	10,0	13,0	
5	Simpang	0,5	1,0	4,5	6,0	8,0	9,0	9,0	9,0	9,0	
6	Pulp Nru-Thn	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
7	Klingkers Thh	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	
8	BBM Thj/Lt/Lig	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
	Total	28,7	35,7	45,2	50,2	62,2	80	82,5	85	88	

per 1 km track, diperlukan biaya Rp 23.655.455.782,05. Harga satuan ini, selanjutnya digunakan untuk mengestimasi jalur Tanjung Karang-Kotabumi sepanjang 86 km (Ic); jadi biaya yang dibutuhkan adalah sebesar 23.655.455.782,05 x 86 km = Rp. 2.034.369.197.256,41 (tidak termasuk biaya signalling). Biaya perawatan rutin dan perawatan tak terduga (*unplanned maintenance*) diasumsikan sebesar 2 %

dari nilai investasi pertahun. Alokasi biaya diperkirakan sebesar $2\% \times 2.034 T = 40.687 M$ pertahun.

Berdasarkan data kenaikan angkutan barang pada yang diperkirakan akan mencapai 88 juta ton pertahun pada tahun 2023, diasumsikan bahwa bila proyek jalur ganda selesai dilaksanakan, maka kapasitas lintas akan mencapai minimal 100 juta ton pertahun untuk skenario "pesimist". Maka estimasi pemasukan (*revenues*) adalah = 100 jt ton x 86 km (jarak lintas St Tanjung Karang -St Kotabumi) x Rp 400/ ton. Km = 100 jt ton x 86 km x Rp. 400/ton.km = Rp 3.440 Triliun per tahun

Pembangunan jalur ganda juga akan meningkatkan kemampuan KA barang dalam mengangkut kuantitas barang yang besar perhari. Bila diasumsikan, setelah jalur ganda dioperasikan, secara teknis kapasitas lintas dapat mencapai 100 rangkaian perhari, dan 1 rangkaian terdiri dari 60 gerbong. Maka perhitungan tonase adalah = (100 rangkaian/ hari) x (60 gerbong/ rangkaian) x 60 ton pergerbong x 360 hari = 100 x 60 x 60 x 360 = 129,6 juta ton. Maka estimasi pemasukan dengan asumsi "optimist" adalah = 129.6 juta ton x 86 km x Rp. 400 / ton.km = 4.458 Triliun.

Sedangkan untuk kondisi "most likely" diasumsikan kapasitas lintas adalah 95% dari target kapasitas rangkaian, dengan 5% dari rangkaian diasumsikan sebagai cadangan untuk perawatan. Maka perhitungan tonase adalah: = (95 rangkaian/ hari) x (60 gerbong/ rangkaian) x 60 ton pergerbong x 360 hari = 95 x 60 x 60 x 360 = 123,12 juta ton. Maka estimasi pemasukan dengan asumsi "most likely" adalah = 123.12 juta ton x 86 km x Rp. 400 / ton.km = 4.235 Triliun.

Analisis tekno ekonomi dilakukan untuk mengestimasi parameter-parameter tekno ekonomi yang merupakan acuan dalam pengambilan keputusan investasi pembangunan infrastruktur perkeretaapian. Adapun hasil analisis adalah sebagai berikut.

Skenario pesimis (Tabel 4) dikaji untuk mengantisipasi bila target jumlah rangkaian tidak tercapai penuh dan hanya mencapai 77 rangkaian perhari dengan kuantitas angkutan pertahun sebesar 100 juta ton. Skenario ini menunjukkan nilai NPV positif (Rp. 1.330.147.491.649,93>0), titik impas tercapai dalam 10 tahun, nilai BCR=1,55>1, IRR=6,57%. Secara umum parameter tekno ekonomi pada skenario cukup layak, kecuali nilai IRR (6,57%) yang nilainya lebih kecil dari nilai faktor diskon (11%), mengindikasikan laju tingkat pengembalian yang kurang menarik dari sisi investasi, terutama skema investasi KPBU (Kerjasama Pemerintah dan Badan Usaha)

Skenario Most Likely (Tabel 5). Skenario optimis dikaji untuk mengestimasi parameter-parameter tekno ekonomi, bila target jumlah rangkaian tercapai hamper penuh dan mencapai 95 rangkaian perhari, atau 95% dari target total 100 rangkaian dengan kuantitas angkutan pertahun sebesar 123.12 juta ton. Skenario ini menunjukkan nilai NPV positif (Rp. 3.392.831.936.368,32>0), titik impas tercapai dalam 6 tahun, nilai BCR=2,41>1, IRR=16,44%>FD=11%. Secara umum parameter tekno ekonomi pada skenario *most likely* layak, dan mengindikasikan laju tingkat pengembalian yang menarik dari sisi investasi dengan skema KPBU (Kerjasama Pemerintah dan Badan Usaha).

Skenario Optimis (Tabel 6). Skenario optimis dikaji untuk mengestimasi parameter-parameter tekno ekonomi, bila target jumlah rangkaian tercapai penuh dan mencapai 100 rangkaian perhari dengan kuantitas angkutan pertahun sebesar 129.6 juta ton. Skenario ini menunjukkan nilai NPV positif (Rp. 3.643.906.539.818,44>0), titik impas tercapai dalam 6 tahun, nilai BCR=2,52>1, IRR=17,90%>FD=11%.

Secara umum parameter tekno ekonomi pada skenario optimis yang sangat layak, dan mengindikasikan laju tingkat pengembalian yang sangat menarik dari sisi investasi, terutama skema investasi KPBU.

Tabel 4
Hasil analisis tekno ekonomi berdasarkan Skenario Pesimis

No	Parameter	Satuan	Nilai	Keterangan
1	Biaya Investasi (Ic)	Rp	2,034 T	Biaya konstruksi jalur KA sepanjang 86 km
2	Biaya Perawatan (Mc)	Rp	40,687 M	Asumsi: $Mc=2\% \times Ic$
3	Faktor Diskon (FD)	%	11,00%	Asumsi berdasarkan suku bunga perbankan
4	Potensi Pendapatan (PP)	Rp	3,440 T	Proyeksi pendapatan untuk volume 100 jt ton pertahun atau 77 rangkaian per KA barang perhari
5	Siklus Hidup	Tahun	50,00	Usia pakai jalur ganda, tidak termasuk persinyalan KA
6	Nilai NPV	Rp	1,333 T	NPV Positif > 0, memenuhi persyaratan
7	Asumsi Nilai Manfaat (b) per tahun	%	412,8 M	$12\% \times PP$
8	Nilai Sekarang Manfaat (PVb)	Rp	3,732 T	Estimasi Nilai Sekarang dari Manfaat Proyek
9	Nilai Sekarang Biaya (Pvc)	Rp	2,402 T	Estimasi Nilai Sekarang dari Biaya Proyek
10	Nilai Bersih Sekarang (NPV)	Rp	1,330 T	$NPV=PVb-PVc$, layak bila bernilai positif (>0)
11	Titik Impas	Thn ke	10,00	Proyek akan mencapai titik impas (BEP=Break Event Point) pada Tahun ke 10.
12	Niai Perbandingan Manfaat dan Biaya	-	1,55	Nilai Benefit Cost Ratio (BCR), layak bila nilai $BCR > 1$
13	Laju Tingkat Pengembalian	%	6,57%	Internal Rate of Return (IRR)
14	Nilai Pajak	%	11,00%	Nilai PPN (Pajak Pertambahan Nilai)

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian ini maka dapat disimpulkan bahwa pembangunan jalur ganda Tanjung Karang – Kotabumi, layak secara teknis dan tekno ekonomi. Kajian aspek teknis meliputi asesmen hasil survey topografi, geologi, dan geoteknik. Asesmen ini dibutuhkan untuk mengevaluasi kesesuaian rencana pembangunan dengan peraturan dan standar yang berlaku. Kajian aspek tekno ekonomi dibutuhkan untuk estimasi parameter-parameter terkait seperti nilai NPV, BEP, BCR, dan IRR, untuk tiga skenario yaitu pesimis, *most likely*, dan optimis.

Hasil kajian menunjukkan nilai NPV bernilai positif, dan nilai BCR sebesar 1,55 dan 2,41, berturut-turut untuk skenario pesimis dan *most likely*, serta 2,52 untuk skenario optimis. Titik impas (BEP) dapat dicapai antara 6 sampai 10 tahun sejak jalur ganda mulai dioperasikan. Untuk tingkat pengembalian didapat nilai IRR sebesar 6,57% (pesimis), 16,44% (optimis), dan 17,90% (optimis); nilai IRR yang lebih kecil dari factor diskon (FD) berpengaruh pada penilaian kelayakan, dimana skenario pesimis perlu menjadi perhatian, bila terdapat deviasi yang cukup signifikan pada saat tahapan operasional, misal kapasitas lintas 100 rangkaian perhari, belum dapat dipenuhi. Nilai IRR ini, dapat digunakan untuk acuan pemanfaatan asset secara logis dan transparan. Nilai parameter-parameter di atas dapat dijadikan referensi untuk para pengambil keputusan pembangunan jalur ganda KA

Tabel 5
Hasil analisis tekno ekonomi berdasarkan skenario Most Likely

No	Parameter	Sat	Nilai	Keterangan
1	Biaya Investasi (Ic)	Rp	2,034 T	Biaya konstruksi jalur KA sepanjang 86 km
2	Biaya Perawatan (Mc)	Rp	40,687 M	Asumsi: $Mc=2\% \times Ic$
3	Faktor Diskon (FD)	%	11,00%	Asumsi berdasarkan suku bunga perbankan
4	Potensi Pendapatan (PP)	Rp	4,235 T	Proyeksi pendapatan untuk volume 123.120 jt ton pertahun atau 95 rangkaian per KA barang perhari.
5	Siklus Hidup	Tah un	50,00	Usia pakai jalur ganda, tidak termasuk persinyalan KA
6	Nilai NPV	Rp	3,393 T	NPV Positif > 0, memenuhi persyaratan
7	Asumsi Nilai Manfaat (b) per tahun	%	635,299 M	$15\% \times PP$ (b1 dari Tahun 1 - 20)
			677.652 M	$16\% \times PP$ (b2 dari Tahun 21 - 50)
8	Nilai Sekarang Manfaat (PVb)	Rp	5,795 T	Estimasi Nilai Sekarang dari Manfaat Proyek
9	Nilai Sekarang Biaya (Pvc)	Rp	2,402 T	Estimasi Nilai Sekarang dari Biaya Proyek
10	Nilai Bersih Sekarang (NPV)	Rp	3,393 T	$NPV=PVb-PVc$, layak bila bernilai positif (>0)
11	Titik Impas	Thn Ke	6,00	(Lanjutan Tabel 5) Proyek akan mmencapai titik impas (BEP=Break Event Point) pada Tahun ke 6
12	Niai Perbandingan Manfaat dan Biaya	-	2,41	Nilai Benefit Cost Ratio (BCR), layak bila nilai $BCR > 1$
13	Laju Tingkat Pengembalian	%	16,44%	Internal Rate of Return (IRR)
14	Nilai Pajak	%	11,00%	Nilai PPN (Pajak Pertambahan Nilai)

Tabel 6
Hasil analisis tekno ekonomi berdasarkan skenario Optimis

No	Parameter	Satuan	Nilai	Keterangan
1	Biaya Investasi (Ic)	Rp	2,034 T	Biaya konstruksi jalur KA sepanjang 86 km
2	Biaya Perawatan (Mc)	Rp	40,687 M	Asumsi: $Mc=2\% \times Ic$
3	Faktor Diskon (FD)	%	11,00%	Asumsi berdasarkan suku bunga perbankan
4	Potensi Pendapatan (PP)	Rp	4,458 T	Proyeksi pendapatan untuk volume 129,6jt ton pertahun atau 100 rangkaian KA barang perhari
5	Siklus Hidup	Tahun	50	Usia pakai jalur ganda , tidak termasuk persinyalan KA
6	Nilai NPV	Rp	3,644 T	NPV Positif > 0, memenuhi persyaratan
7	Asumsi Nilai Manfaat (b) per tahun	%	668,700 M	15% x PP
8	Nilai Sekarang Manfaat (PVb)	Rp	6,046 T	Estimasi Nilai Sekarang dari Manfaat Proyek
9	Nilai Sekarang Biaya (PVC)	Rp	2,402 T	Estimasi Nilai Sekarang dari Biaya Proyek
10	Nilai Bersih Sekarang (NPV)	Rp	3,644 T	$NPV=PVb-PVc$, layak bila bernilai positif (>0)
11	Titik Impas Ke	Tahun	6,00	Proyek akan mencapai titik impas (BEP=Break Event Point) pada Tahun ke 6
12	Niai Perbandingan Manfaat dan Biaya	-	2,52	Nilai Benefit Cost Ratio (BCR), layak bila nilai $BCR > 1$
13	Laju Tingkat Pengembalian	%	17,90%	Internal Rate of Return (IRR)
14	Nilai Pajak	%	11,00%	Nilai PPN (Pajak Pertambahan Nilai)

Daftar Pustaka

- [1] *Kementerian Perhubungan Republik Indonesia*: Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 60 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api. Jakarta: Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, 2012.
- [2] *Blank, L.T., Tarquin, A.J.*: Basics of Engineering Economy. United Kingdom: McGraw-Hill, 2014.
- [3] *Ditjen Perkeretaapian*: DED Pembangunan jalur ganda kereta api antara stasiun Rejosari – Cempaka. Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Sumatera Bagian Selatan, Pengembangan Perkeretaapian Lampung. Kementerian Perhubungan, Jakarta, 2015.
- [4] *Purba, A. and Siregar, A.M.R.*: Analisis kelayakan finansial pada proyek pembangunan kereta api jalur ganda Gedebage-Cicalengka. Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain (JRSDD), 7, 2, 2019, 397-406.