

## Kajian Perbandingan Kelayakan Ekonomi pada Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku

(Studi Kasus : Jalan Magelang-Purworejo Km 31 s.d Km 36)

Imroatul Maghfiroh<sup>1</sup>, Evi Puspitasari<sup>2</sup>, Ria Miftakhul Jannah<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar

Jl. Kapten Suparman 39 Potrobangsari, Magelang Utara, Magelang, Jawa Tengah 56116

E-mail : [imroatulmaghfiroh59@gmail.com](mailto:imroatulmaghfiroh59@gmail.com)

**ABSTRAK.** Jalan Magelang-Purworejo merupakan jalan lintas yang menghubungkan Kabupaten Magelang dengan Kabupaten Purworejo di Provinsi Jawa Tengah. Di ruas jalan ini termasuk jalan dengan volume lalu lintas yang tinggi dan dilalui oleh kendaraan berat. Kondisi eksisting jalan yang mengalami banyak kerusakan yang disebabkan oleh beban berlebih dari kendaraan. Sehingga perlu adanya penelitian mengenai perencanaan tebal perkerasan yang dibutuhkan dan sesuai dengan kondisi di ruas jalan tersebut untuk meminimalisir kerusakan dan memberikan pelayanan jalan yang baik.

Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu dengan merencanakan tebal perkerasan lentur dan tebal perkerasan kaku dengan mengacu pada Bina Marga Tahun 2017. Data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu data lalu lintas harian dan data CBR untuk mengetahui daya dukung tanah pada ruas jalan tersebut. Sedangkan untuk menghitung perbandingan kelayakan ekonomi menggunakan metode *Internal Rate of Return* (IRR).

Berdasarkan penelitian nilai *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 16,3 % sedangkan untuk perkerasan kaku 21,8%. Keduanya memenuhi kelayakan ekonomi karena memiliki nilai yang melebihi tingkat suku bunga pada tahun ini yaitu sebesar 3,5%. Perkerasan kaku memiliki nilai IRR lebih tinggi dibandingkan dengan perkerasan lentur, sehingga jenis perkerasan kaku lebih sesuai untuk diterapkan.

---

**Kata Kunci :** Perkerasan Lentur, Perkerasan Kaku, Kelayakan Ekonomi, *Internal Rate of Return* (IRR)

**ABSTRACT.** Magelang-Purworejo street is a highway that connects Magelang Regency with Purworejo Regency in Central Java Province. This street includes road with high traffic volume and transferred by heavy street. The existing condition of the road is caused by the excessive load of the vehicle. So there is a need for research on the required pavement thickness planning and in accordance with the conditions of the axle to minimize damage and provide a good service.

The methodology used in this research is to plan the thickness of the flexible pavement and rigid pavement with reference of Bina Marga 2017. The primary data needed in this research are daily traffic data and CBR value to determine the bearing capacity of the soil on the segment. Calculate the comparison of economic feasibility using *Internal Rate of Return* (iIRR).

Based on the research, the *Internal Rate of Return* value is 16,37% and for rigid pavement 21,8%. Both of pavement occupy economic feasibility because they have a value that exceeds the interest rate of this year which is 3,5%. The rigid pavement has a higher IRR value than flexible pavement, so rigid pavement is more suitable to be applied.

---

**Keywords :** Flexible Pavement, Rigid Pavement, Economic Feasibility, *Internal Rate of Return* (IRR)

### PENDAHULUAN

Jalan harus menyesuaikan tingkat dari kemampuan pelayanannya karena memiliki peranan penting sebagai sarana dan prasarana masyarakat. Jalan yang menghubungkan Magelang dan Purworejo merupakan ruas jalan dengan arus lalu lintas tinggi disetiap tahunnya. Jalan tersebut merupakan jalan provinsi yang sering dilewati oleh kendaraan bermuatan berat. Akibatnya struktur lapis perkerasan pada jalan banyak mengalami kerusakan mulai dari kerusakan ringan sampai kerusakan yang berat. Pertumbuhan lalu lintas yang meningkat sebagai akibat pertumbuhan ekonomi dapat menimbulkan masalah yang serius jika tidak diimbangi dengan perbaikan mutu dari sarana dan prasarana jalan yang ada. [10]

Dibutuhkan penambahan infrastruktur jalan dan perencanaan struktur lapis perkerasan yang mampu menahan beban yang melewatinya, serta diperlukan

pemeliharaan jalan yang *continue* supaya kondisi jalan tetap aman dan nyaman untuk dilalui kendaraan. [9].

Sehubungan dengan kondisi lapangan yang ada pada konstruksi perkerasan lentur atau perkerasan jalan dengan menggunakan aspal lebih dominan, hal tersebut dikarenakan adanya banyak keunggulan serta kemudahan dalam pelaksanaannya, diantaranya faktor kenyamanan, kemudahan pelaksanaan, ketersediaan sumber daya dan teknologi dan biaya yang dapat ditekan. Adapun pekerjaan jalan dengan konstruksi perkerasan kaku atau perkerasan dengan beton lebih sedikit digunakan dikarenakan memerlukan biaya yang jauh lebih tinggi serta waktu pelaksanaan yang lebih lama. Pekerjaan konstruksi dengan beton memiliki beberapa keunggulan dibanding konstruksi aspal, yaitu daya tahan terhadap cuaca, daya tahan terhadap pergerakan tanah, daya tahan terhadap lalu lintas dan jangka waktu

perawatan yang jauh lebih lama dibanding konstruksi aspal. [1]

Saat ini konstruksi perkerasa kaku (*rigid pavement*) banyak digunakan di jalan-jalan ibukota maupun didaerah - daerah yang mempunyai tingkat kepadatan tinggi. Perkerasan kaku mempunyai beberapa keunggulan antara lain, cocok untuk lalu lintas berat, lebih tahan terhadap cuaca panas, tidak terjadi deformasi dan tahan terhadap pengaruh air, pelaksanaan relatif sederhana kecuali pada sambungan- sambungan. Kelemahan pada perkerasan kaku antara lain pada masa pelaksanaan, karena setelah pengecoran diperlukan waktu sekitar 28 hari untuk mencapai kekuatan rencana sebelum dibuka untuk lalu lintas, jika jalan dilalui sebelum kekuatan rencana tercapai maka akan terjadi kerusakan maka kerusakan tersebut cepat dan dalam waktu singkat akan meluas. Hal ini dapat mengganggu kelancaran lalu lintas terutama pada jalan lalu lintas padat. [2]

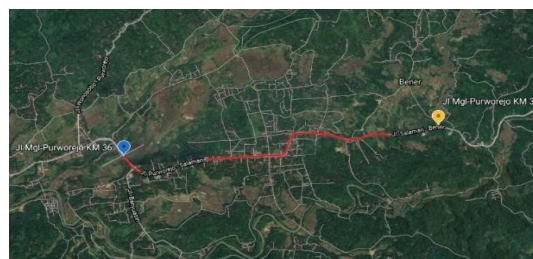
Biaya perkerasan lentur cenderung lebih murah dalam hal pelaksanaan awal pekerjaan. Biaya pemeliharaan yang tinggi pada perkerasan lenturnamun umur pelayanan yang pendek serta pemeliharaan yang sering terjadi pada masa pelayanan membuat biaya yang dibutuhkan untuk perkerasan lentur lebih besar. Sedangkan pada perkerasan kaku, umur pelayanan yang tinggi tapi biaya pemeliharaan yang relatif rendah membuat biaya yang dibutuhkan untuk perkerasan kaku relatif lebih rendah. [2]

Berdasarkan pengamatan langsung dengan kondisi permukaan ruas jalan Magelang-Purworejo Km 31 s/d Km 65 mengalami banyak kerusakan seperti retak, ambles dan berlubang. Kondisi itu sangat mengganggu bagi pengguna jalan yang melintasi jalan tersebut.

Perencanaan konstruksi perkerasan merupakan hal yang sangat penting dalam pembangunan jalan. Penelitian ini akan membahas perencanaan tebal konstruksi perkerasan lentur dan konstruksi perkerasan kaku yang sesuai dengan usia rencana kedepan dengan menggunakan metode Bina Marga, menghitung biaya konstruksi perkerasan lentur dan kaku, dan membandingkan kelayakan ekonomi terhadap masing-masing konstruksi lapisan perkerasan tersebut dengan menggunakan metode *Internal Rate Of Return (IRR)*, lalu ditentukan konstruksi perkerasan jalan yang sesuai di ruas jalan Magelang-Purworejo Km 31 s/d Km 36.

## METODE

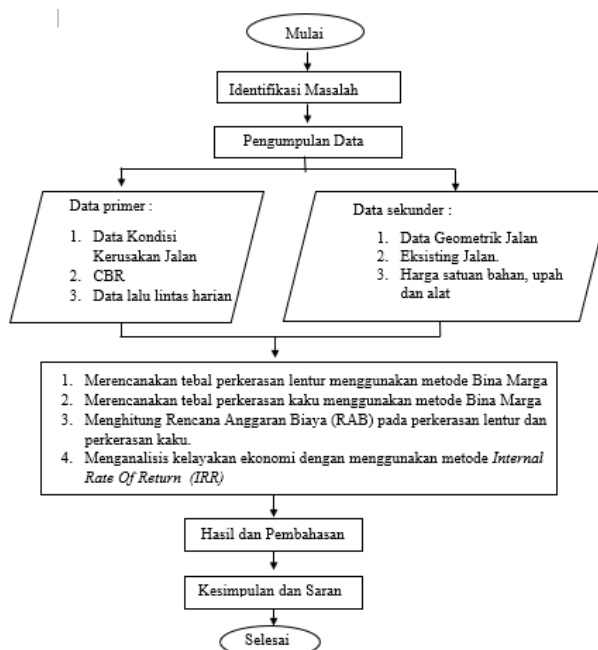
Penelitian dilakukan di ruas Jalan Magelang-Purworejo Km 31 s/d Km 36. dengan titik awal tepat pada SD Negeri Bener sampai dengan Jembatan Kali Bengkal Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah.



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian  
(Sumber : Google Earth, 2021)

Pada penelitian ini menggunakan dua sumber data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari survey secara langsung di lapangan, data yang dibutuhkan yaitu data kerusakan jalan, data lalu lintas harian dan data CBR tanah. Sedangkan untuk data sekunder merupakan data yang diperoleh dari instansi meliputi data geometrik jalan, eksisting jalan dan harga satuan bahan dan upah.

Untuk melaksanakan survey membutuhkan beberapa peralatan diantaranya yaitu DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*), meteran dorong, kamera, alat tulis dan laptop.



Gambar 3. 2 Bagan Alur Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Hasil Pengambilan Data

Setelah dilakukan pengumpulan data baik data primer yang berasal dari *survey* lapangan secara langsung maupun data sekunder yang berasal dari instansi terkait maka didapatkan hasil sebagai berikut :

#### A. Data Geometrik Jalan

Berikut merupakan data ruas jalan yang dilakukan untuk penelitian :

1. Nama jalan : Jl. Magelang-Purworejo
2. Lokasi : Km 31 - Km 36.
3. Status jalan : Jalan Provinsi
4. Fungsi jalan : Kolektor II
5. Lebar perkerasan : 7 meter
6. Jumlah Lajur : 2 Lajur 2 Arah  
tidak terbagi atau 2/2 UD

#### B. Data Lalu Lintas Harian

Pelaksanaan survey lalu lintas dilakukan selama 3x12 jam dengan hasil yang diperoleh sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Hasil Survey Lalu Lintas

GOL	Jenis Kendaraan	LHR (Kend/hari)		
		Arah Mgl	Arah Pwj	2 Arah
1	Sepeda motor, sekuter, sepeda kumbang, rodai3	7807	8157	15964
2	Sedan, jeepidan wangon	1335	1419	2754
3	Opelet, pick-up-opelet, combi dan mini bus	306	549	855
4i	Pick-up, micro truk dan mobil hantaran	692	756	1448
5ai	Bus kecil	172	149	321
5bi	Bus besar	105	75	180
6ai	Truk 2 sumbui (4 roda)	357	363	720
6bi	Truk 2 sumbu (6 roda)	165	147	312
7ai	Truk 3 sumbu	87	59	146
7bi	Truk Gandengan	19	14	33
7c	Truk semi trailer	33	22	55
8	Kendaraan tidak bermotor	58	69	127

(Sumber : Hasil Analisis, 2021)

#### C. Data CBR

Data CBR diperoleh dari hasil pengujian tanah dasar dengan menggunakan DCP (*Dinamic Cone Penetrometer*). Data hasil pengujian CBR dengan menggunakan DCP untuk ruas jalan Magelang-Purworejo Km 31 s/d Km 36 didapatkan hasilnya sebesar 23,514 % .

#### 2. Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur

Dalam perencanaan tebal perkerasan lentur menggunakan acuan Bina Marga tahun 2017 didapatkan hasil sebagai berikut:

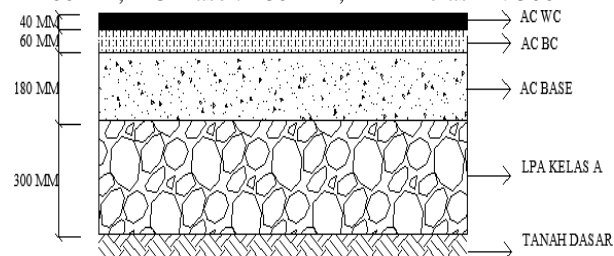
1. Umur Rencana = 20 tahun
2. Pertumbuhan Lalu Lintas (i) = 3,5 %
3. Nilai Faktor Pengali Lalin (R) = 28,27968
4. Faktor Distribusi Arah dan Lajur =  
DD : 0,5 dan DL : 100%
5. Beban Sumbu Standar Kumulatif = 40,682,262.1 ESAL
6. Tipe Perkerasan = AC tebal

≥ 100 mm dgn lapis fondasi berbutir

7. Nilai CBR = 23,514

% → Tidak ada perbaikan karena melebihi angka 6%

8. Tebal Perkerasan = AC-WC: 40 mm, AC-BC : 60mm, AC-Base : 180 mm, LPA Kelas A : 300 mm

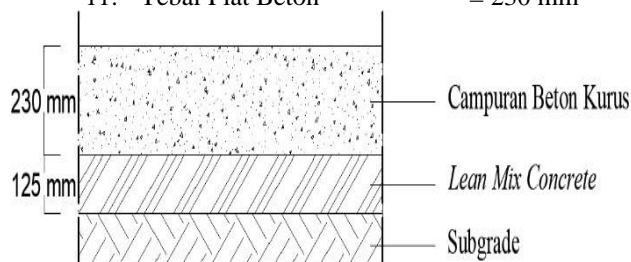


Gambar 4. 1 Tebal Perkerasan Lentur

#### 3. Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku

Perencanaan tebal perkerasan lentur dengan menggunakan pedoman Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T-14-2003 sehingga didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut :

1. Umur Rencana = 20 tahun
2. Pertumbuhan Lalu Lintas (i) = 3,5 %
3. Nilai Faktor Pengali Lalin (R) = 28,27968
4. Faktor Distribusi Arah dan Lajur = DD:  
0,5 dan DL : 100%
5. JSKN =  
42635367.39
6. Repetisi Sumbu =  
42635369.81
7. CBR Efektif = 24 %
8. Mutu Beton =  $F_c' 80$
9. Faktor Keamanan Beban = 1,1
10. Tipe dan tebal subbase = Lean Mix Concrete tebal 10 cm
11. Tebal Plat Beton = 230 mm



Gambar 4. 2 Tebal Perkerasan Kaku

#### 4. Rencana Anggaran Biaya

Perhitungan RAB dengan menggunakan acuan Swakelola Bina Marga Jawa Tengah Tahun 2021. Rencana anggaran biaya meliputi biaya yang dikeluarkan secara langsung dan sangat berkaitan untuk mewujudkan hasil pekerjaan konstruksi yang diperoleh dari volume pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan. RAB diperhitungkan untuk panjang jalan 5 km dan lebar 7 meter. Berikut merupakan hasil dari perhitungan RAB pada perkerasan lentur dan perkerasan kaku.

Tabel 4. 2 Rencana Anggaran Biaya Perkerasan Lentur

Uraian pekerjaan	Sat	Vol	Harga Pekerjaan	Jumlah
Pekerjaan LPA Kelas A	M3	10500	Rp 537,240.32	Rp 5,641,023,409.36
Pekerjaan AC-Base	ton	14490	Rp 804,192.84	Rp 11,652,754,305.48
Pekerjaan AC-BC	ton	4830	Rp 755,488.53	Rp 3,649,009,579.94
Uraian pekerjaan	Sat	Vol	Harga Pekerjaan	Jumlah
Pekerjaan AC-WC	ton	3220	Rp 673,446.77	Rp 2,168,498,592.20
Pekerjaan Drainase	M3	5100	Rp 311,942.85	Rp 1,590,908,560.07
<b>Jumlah Harga Pekerjaan</b>				Rp 24,702,199,917.92
<b>Jumlah Harga Pekerjaan Dibulatkan</b>				Rp 24,702,200,000.00
<i>Terbilang : Dua Puluh Empat Milyar Tujuh Ratus Dua Juta Dua Ratus Ribu Rupiah</i>				

(Sumber : Hasil Analisis, 2021)

Tabel 4. 3 Rencana Anggaran Biaya Perkerasan Kaku

Uraian pekerjaan	Sat	Vol	Harga Pekerjaan	Jumlah
Pekerjaan Lapis Pondasi Bawah Beton Kurus	ls	5250	Rp. 878,760.29	Rp. 4,613,491,541.74
Pekerjaan Perkerasan Beton Semen	M3	8050	Rp. 2,816,937.84	Rp. 22,676,349,609.34
Pekerjaan Drainase	M3	5100	Rp. 311,856.74	Rp. 1,590,469,372.92
<b>Jumlah Harga Pekerjaan</b>				Rp. 28,880,310,524.00
<b>Jumlah Harga Pekerjaan Dibulatkan</b>				Rp. 28,880,311,000.00
<i>Terbilang : Dua Puluh Delapan Milyar Delapan Ratus Delapan Puluh Juta Tiga Ratus Sebelas Ribu Rupiah.</i>				

(Sumber : Hasil Analisis, 2021)

## 5. Biaya Siklus Hidup

Untuk menjaga konstruksi perkerasan lentur dapat bertahan selama umur rencana maka dari itu dilakukan perawatan perkerasan secara berkala. Perawatan dilakukan setiap 5 tahun sekali selama umur rencana. Untuk menghitung *future value* menggunakan tingkat inflasi sebesar 2,8% yang mana merupakan nilai rata-rata dari inflasi selama 5 tahun terakhir dari tahun

2017 sampai dengan 2021. Sedangkan untuk mencari *present value* atau nilai sekarang menggunakan acuan terkini yang telah ditetapkan oleh bank sentral atau Bank Indonesia. Nilai diskonto dari nilai BI 7-Day Repo Rate per bulan September 2021 sebesar 3,5 %. Berikut merupakan rekapitulasi biaya siklus hidup perkerasan lentur dan perkerasan kaku.

Tabel 4. 4 Biaya Siklus Hidup Perkerasan Lentur

Tahun ke-	Biaya Awal Konstruksi	Biaya Perawatan	
		<i>Future Value</i>	<i>Present Value</i>
0	Rp 24,702,199,917.92	Rp 952,013,776.00	-
5		Rp 1,092,971,420.90	Rp 920,252,608.54
10		Rp 1,254,799,622.67	Rp 1,056,507,612.07
15		Rp 1,440,588,530.44	Rp 1,212,936,887.12
20		Rp 1,653,885,828.90	Rp 1,392,527,488.98
<b>Jumlah</b>	Rp 24,702,199,917.92		<b>Rp 4,582,224,596.71</b>
<b>Jumlah Total</b>			<b>Rp 29,284,424,514.62</b>

(Sumber : Hasil Analisis, 2021)

Tabel 4. 5 Biaya Siklus Hidup Perkerasan Kaku

Tahun ke-	Biaya Awal Konstruksi	Biaya Perawatan	
		<i>Future Value</i>	<i>Present Value</i>
0	Rp 28,645,234,196.80	Rp 224,848,588.26	-
5		Rp 258,140,257.20	Rp 217,347,169.85
10		Rp 296,361,177.56	Rp 249,528,159.20
15		Rp 340,241,187.15	Rp 286,473,949.84
20		Rp 390,618,185.52	Rp 328,890,030.70
<b>Jumlah</b>	<b>Rp 28,880,310,524.00</b>		<b>Rp 1,082,239,309.59</b>
<b>JUMLAH TOTAL</b>			<b>Rp 29,962,549,833.59</b>

(Sumber : Hasil Analisis, 2021)

6. Perhitungan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) Tidak Tetap

BOK tidak tetap terdiri dari BOK *Without Project* dan BOK *With Project* untuk menentukan penghematan biaya manfaat sebelum dibangun jalan baru dan setelah dilakukan pembangunan jalan baru. Pedoman perhitungan mengacu pada Perhitungan Biaya Operasi Kendaraan Pd T-15-2005-B. Setelah ditentukan jumlah Biaya Operasional Kendaraan

(BOK) tidak tetap *without project* dan *with project* kemudian dicari selisih antara keduanya untuk menentukan nilai manfaat yang diperoleh dari tiap jenis kendaraan. Untuk mencari nilai manfaat secara keseluruhan, hasil penghematan tiap kendaraan dikalikan dengan volume kendaraan selama umur rencana. Berikut merupakan hasil dari analisis perhitungan BOK *without project* dan *with project*.

Tabel 4. 6 Biaya Operasional Kendaraan Tidak Tetap *Without Project*

Jenis Kendaraan	BOK Tidak Tetap (Rp/Km)					JumlahBTT (Rp/Km)
	BiBBMj	BOi	BPI	BUi	BBi	
Sedan	728.523773	12.519181	480.366293	1452.14475	74.11444	2747.668436
Utiliti	1054.210387	18.115882	364.098307	1452.14475	111.91518	3000.484504
Bus Kecil	2114.176964	47.275696	1224.643152	4451.1504	583.9761408	8421.222357
Bus Besar	3283.036563	146.757322	579.974763	2978.82737	185.9421782	7174.538198
Truk Ringan	3442.268289	76.973513	312.760187	2889.59147	583.9761408	7305.569597
Truk Sedang	4230.600242	189.115032	796.569824	4351.64745	273.1873997	9841.119952
Truk Berat	7067.132470	631.678344	481.014367	2830.72122	730.462512	11741.00891

(Sumber : Hasil Analisis, 2021)

Tabel 4. 7 Biaya Operasional Kendaraan Tidak Tetap *With Project*

Jenis Kendaraan	BOK Tidak Tetap (Rp/Km)					Jumlah BTT
	BiBBMj	BOi	BPI	BUi	BBi	
Sedan	708.81737	12.18054	109.32474	646.20265	74.11444	1550.63975
Utiliti	1046.75929	17.98784	82.86375	646.20265	111.91518	1905.72871
Bus Kecil	1992.46263	44.55401	273.67872	2045.14169	583.97614	4939.81319
Bus Besar	3026.69856	135.29858	152.19196	1491.62394	185.94218	4991.75522
Truk Ringan	3369.48096	75.34590	52.92865	1149.25716	583.97614	5230.98880
Truk Sedang	4294.05024	191.95135	108.45317	1552.17689	273.18740	6419.81906
Truk Berat	6559.26614	586.28395	67.79397	1023.87100	730.46251	8967.67757

(Sumber : Hasil Analisis, 2021)

7. Analisis Kelayakan Ekonomi

Dalam perhitungan *Internal Rate Of Return* (IRR) dengan cara mencoba beberapa tingkat bunga untuk kemudian dipilih tingkat bunga yang akan menghasilkan NPV positif yang terkecil dan tingkat bunga yang menghasilkan NPV negatif terkecil. Suku bunga yang digunakan dalam perhitungan NPV positif

menggunakan suku bunga 10% sedangkan untuk NPV yang menghasilkan nilai negatif menggunakan suku bunga 17%. Hasil perhitungan biaya dan manfaat dari perkerasan lentur dan kaku digunakan untuk menghitung nilai NPV yang mana akan digunakan untuk menghitung nilai IRR.

Tabel 4. 8 Rekapitulasi Perhitungan *Internal Rate of Return*

No	Keterangan	Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
1	Biaya ( <i>Cost</i> )	Rp 29,284,424,514.62	Rp 29,962,549,833.59
2	Manfaat ( <i>Benefit</i> )	Rp 92,943,667,235.11	Rp 92,943,667,235.11
3	NPV (Suku Bunga 10 %)	Rp 10,714,702,912.10	Rp 9,106,937,159.20
4	NPV (Suku Bunga 17 %)	-Rp 1,157,595,290.74	-Rp 4,155,039,284.55
5	<i>Internal Rate of Return</i>	16,3 %	21,8 %

(Sumber : Hasil Analisis, 2021)

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Perhitungan tebal perkerasan menggunakan acuan Bina Marga 2017. Tebal perkerasan lentur untuk pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A 300 mm, AC Base 180 mm, AC-BC 60 mm dan AC-WC

40 mm. Sedangkan untuk tebal perkerasan kaku diperoleh untuk tebal lapis beton 230 mm dan *Lean mix concrete* 125 mm.

2. Biaya langsung dari masing-masing perkerasan lentur dan perkerasan kaku megacu pada Swakelola Bina Marga Jawa Tengah 2021 dan diperoleh sebesar Rp. 24,702,200,000.00 sedangkan untuk biaya

langsung pada perkerasan kaku diperoleh sebesar Rp 29,284,424,514.62.

3. Biaya siklus hidup perkerasan lentur diperoleh Rp. 1,082,239,309.59 dan untuk perkerasan kaku sebesar Rp.4,582,224,596.71.
4. Penghematan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) yang didapatkan selama umur rencana yaitu sebesar Rp. 92,943,667,235.11.
5. Kelayakan pembangunan jalan di ruas jalan Magelang-Purworejo Km 31 s/d Km 36 ditinjau dari segi kelayakan ekonomi dengan metode *Internal Rate of Return* (IRR) diperoleh nilai IRR sebesar 16,3 % untuk perkerasan lentur dan 21,8 % untuk perkerasan kaku. Dengan hasil tersebut menunjukkan bahwa pembangunan perkerasan diruas jalan Magelang-Purworejo Km 31 s/d Km36 dinyatakan “**LAYAK**” karena nilai yang didapatkan lebih besar dari nilai suku bunga bank sebesar 3,5 %.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Apsari, M.A . (2017). *Analisa Kelayakan Rencana Pembangunan Jalan Purwodadi-Batu. Jurnal Teknik Infrastruktur Sipil*. Institute Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- [2] Arif & Wateno. (2013) *.Analisis Perbandingan Biaya Konstruksi Dan Perawatan Antara Perkerasan Jalan Lentur Dan Perkerasan Jalan Kaku Pada Proyek Frontage Road*. Jurnal Teknik Sipil Untag Surabaya Desember 2013, Vol. 06,No. 02, hal 55 – 66
- [3] Departemen Pekerjaan Umum. (2005). *Pedoman Perhitungan Biaya Operasi Kendaraan : Biaya Tidak Tetap (Running Cost)*. Jakarta : Kementrian Pekerjaan Umum
- [4] Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. (2003). *Pedoman Perencanaan Perkerasan Beton Semen*. Jakarta : Kementrian Pekerjaan Umum.
- [5] Haevi, Adyana & Putu (2014). *Kajian Ekonomi Konstruksi Perkerasan Lentur Dan Konstruksi Perkerasan Kaku Studi Kasus Jalan Raya Pkt.Ebl-02 Tohpati – Kusamba. Jurnal Spektran* Vol. 2. No .Jurnal Teknik Sipil
- [6] Hapsari, Retna. (2011) *.Studi Perbandingan Biaya Perkerasan Kaku Dan Perkerasan Lentur Metode Annual Worth*. Info teknik, Volume 12 No. 2.
- [7] K. P. Umum and D. J. B. Marga, “*Manual Desain Perkerasan Jalan,*” Nomor 02/M/BM/2013, 2013.
- [8] Khasanah, Khafidotul. (2021). *Studi Perbandingan Benefit Cost Ratio Perkerasan Lentur dengan Perkerasan Kaku (Jalan Magelang Purworejo Km 08+00 s/d Km 10+00)*. Jurnal Teknik Sipil. Universitas Tidar.
- [9] Ramadani, Fitria. (2016). *Analisa Perbandingan Biaya Konstruksi Jalan Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku Pada Jalan Maredan Provinsi Riau Comparative Analysis of Construction Costs Between Flexible Pavement and Rigid Pavement on Maredan Street Riau Province*. Jurnal Sainis Volume 16 Nomor 1, 63 – 75
- [10] Sudarmo, dkk. (2018). *Evaluasi Tebal Perkerasan Jalan Raya Secang-Magelang Menggunakan Metode Analisa Komponen*. Jurnal Disprotek Vol. 9 No. 2, 97-101.