

Perencanaan Rabat Beton Jalan Lingkungan pada Gang Sei Pelanjo Desa Negeri Baru Kabupaten Ketapang

Saima Putrini R Harahap¹, Dani Marwan², Uti Rustam Efendi³
Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ketapang

¹saimaputrini@politap.ac.id

Abstract

The road section on Gang Sei Pelanjo, Desa Negeri Baru, Kabupaten Ketapang is categorized as a road whose condition is still sandy and narrow due to the many small trees growing on the side of the road, so the road tends to be difficult to pass. The purpose of this study was to determine the CBR value of the original soil at the research location based on field CBR testing to obtain the value of the soil bearing capacity on the road, to obtain the results of planning a rigid pavement structure that suits the needs both in terms of safety, and the strength of the road segment using SNI 8457-2017 method. The research method was carried out by measuring the length of the road, the width of the road, the road shoulder to determine the condition of the existing road, then a traffic survey (LHR) to determine the volume and type of vehicles and a field CBR survey using the DCP tool to evaluate the strength of the subgrade and road foundation. The results of the analysis and calculation of the thickness of the rigid pavement structure for the road section on Gang Sei Pelanjo, Desa Negeri Baru, Kabupaten Ketapang, obtained the concrete used for the superstructure with a thickness of 0.15 m adjusted to the pavement thickness planning calculation. The under foundation of thin concrete uses a thickness of 0.5 m and uses a sub-base layer with a thickness of 0.15 m. The Budget Plan for the Gang Sei Pelanjo road, Desa Negeri Baru, Kabupaten Ketapang with a road length of 200 m and a road width of 3 m is Rp. 186,512,082.89.

Keywords: planning, rigid pavement, CBR, budget plan

Abstrak

Ruas jalan pada Gang Sei Pelanjo Desa Negeri Baru Kabupaten Ketapang dikategorikan sebagai jalan yang kondisinya masih berpasir dan sempit dikarenakan banyaknya pepohonan kecil yang tumbuh di pinggir jalan, sehingga jalan cenderung sulit untuk di lewati. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai CBR tanah asli pada lokasi penelitian berdasarkan pengujian CBR lapangan untuk mendapatkan nilai daya dukung tanah pada jalan tersebut, mendapatkan hasil perencanaan struktur perkerasan kaku yang sesuai dengan kebutuhan baik dari segi keamanan, dan kekuatan pada ruas jalan tersebut menggunakan Metode SNI 8457-2017. Metode penelitian yang dilakukan dengan cara pengukuran panjang jalan, lebar jalan, bahu jalan untuk mengetahui kondisi existing jalan tersebut, kemudian survei lalu lintas (LHR) untuk mengetahui volume dan jenis kendaran serta survei CBR lapangan dengan menggunakan alat DCP untuk melaksanakan evaluasi kekuatan tanah dasar dan lapis pondasi jalan. Hasil analisis dan perhitungan tebal struktur perkerasan kaku ruas jalan Gang Sei Pelanjo Desa Negeri Baru Kabupaten Ketapang diperoleh beton yang digunakan untuk struktur atas dengan ketebalan 0,15m disesuaikan dengan perhitungan perencanaan tebal perkerasan. Pondasi bawah beton menggunakan ketebalan 0,5 m serta menggunakan lapisan pondasi bawah dengan ketebalan 0,15 m. Rencana Anggaran Biaya pada ruas jalan Gang Sei Pelanjo Desa Negeri Baru Kabupaten Ketapang dengan panjang jalan 200 m dan lebar jalan 3 m adalah sebesar Rp. 186.512.082,89.

Kata kunci: perencanaan, perkerasan kaku, CBR, rencana anggaran biaya

Diterima Redaksi : 06-05-2022 | Selesai Revisi : 25-07-2022 | Diterbitkan Online : 30-07-2022

1. Pendahuluan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di atas permukaan air serta di bawah permukaan tanah dan atau air, kecuali jalan kereta api, jalan lori

dan jalan kabel (Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006). Jalanan di Indonesia, baik jalan utama maupun jalan pemukiman umumnya terbagi dalam tiga jenis, yakni jalan beton, jalan aspal, dan *paving block*. Saat ini jalan beton relatif banyak digunakan di jalan-jalan di kota besar maupun di daerah yang mempunyai tingkat kepadatan lalu lintas tinggi. Beban kendaraan yang relatif besar dan arus lalu lintas yang semakin

padat menjadi alasan utama pemilihan jalan beton (*rigid pavement*). Terlebih lagi strukturnya yang lebih kuat, awet, dan bebas perawatan, sedangkan jalan aspal membutuhkan perawatan, tidak tahan terhadap genangan air, sehingga memerlukan saluran drainase yang baik untuk proses pengeringan jalan aspal pada kondisi hujan atau banjir.

Dari hasil pengamatan jalan yang dilakukan, dapat dilihat kondisi yang ada pada Gang Sei Pelanjo Desa Negeri Baru, Kabupaten Ketapang dikategorikan sebagai jalan yang kondisinya masih berpasir dan sempit dikarenakan banyaknya pepohonan kecil yang tumbuh dibagian pinggir jalan, sehingga jalan cenderung sulit untuk di lewati. Jalan beton merupakan salah satu solusi yang sangat efektif untuk digunakan pada jalan lingkungan Gang Sei Pelanjo Desa Negeri Baru, Kabupaten Ketapang, dikarenakan lalu lintas yang masih sedikit dan kondisi jalan yang perencanaan menggunakan perkerasan kaku sangatlah tepat. Tujuan dari perencanaan ini adalah untuk penanganan jalan guna memperbaiki pelayanan jalan yang berupa peningkatan struktural dan atau geometriknnya agar mencapai perencanaan jalan yang direncanakan dengan menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*) menggunakan beton semen (Direktorat PU Bina Marga No.18/T/BNKT/1990).

Perencanaan diartikan sebagai suatu proses pemilihan dan menghubungkan fakta, serta menggunakannya untuk menyusun asumsi-asumsi yang diduga nantinya terjadi dimasa datang, untuk kemudian merumuskan kegiatan kegiatan yang diusulkan demi tercapainya tujuan-tujuan yang diharapkan. Perencanaan jalan adalah penanganan jalan guna memperbaiki pelayanan jalan yang berupa peningkatan struktural dan atau geometriknnya agar mencapai peningkatan jalan yang direncanakan (Firmansyah, 2014). Perencanaan jalan ini menghubungkan antara Gang Sei Pelanjo Desa Negeri Baru – Kelurahan Mulia Kerta yang bertujuan untuk membantu mempersingkat waktu masyarakat sekitar yang melakukan aktivitas sehari hari dan memudahkan masyarakat untuk melintasinya dengan aman serta memudahkan masyarakat dalam melaksanakan pembangunan baik dari perumahan maupun infrastruktur umum. Secara fungsional dapat dilihat dari tingkat pelayanan suatu perkerasan yang berkaitan dengan kenyamanan pengguna jalan. Perkerasan kaku umumnya terdiri dari tanah dasar, lapisan pondasi bawah, dan pelat beton semen portland, dengan atau tanpa tulangan. Oleh karena itu, diperlukan analisis lebih lanjut terkait alternatif desain dan perencanaan tebal perkerasan jalan pada pembuatan lajur jalan rabat beton Gang Sei Pelanjo Desa Negeri Baru untuk memberikan alternatif desain terhadap analisis kekuatan dan umur pelayanan jalan terhadap kondisi eksisting jalan.

Kondisi perencanaan dipilih karena semakin banyaknya jumlah kendaraan pemakai jalan sehingga sudah tidak mampu menahan beban roda kendaraan, kondisi permukaan jalan mengalami bergelombang dan berlubang dan pada beberapa ruas tidak terdapat saluran pembuangan air (drainase). Jika dihubungkan dengan perkembangan daerah, berkembangnya suatu daerah ditentukan tingkat sosial ekonomi daerah tersebut. Sedangkan tingkat sosial ekonomi ditentukan oleh perkembangan sektor-sektor yang membentuknya. Tingkat fungsional sasaran jaringan jalan akan ditentukan oleh tinggi rendahnya arus lalu lintas yang melalui jaringan jalan tersebut. Dengan kata lain, lalu lintas akan menterjemahkan tingkat efisiensi dari suatu jaringan jalan dan fungsi jaringan jalan tersebut. Data lalu lintas diperlukan untuk berbagai kebutuhan sesuai maksud dan tujuan yang jelas, misalnya untuk memperbaiki kinerja jalan tersebut akibat adanya pertumbuhan yang pesat pada jumlah kendaraan tapi tidak diimbangi dengan kemajuan sarana dan prasarana jalan.

Perkerasan jalan beton dilaksanakan dalam beberapa tahap, mulai dari pekerjaan tanah (urugan dan galian), pembuatan lapis pondasi, dan lapisan di atasnya (berupa beton). Perkerasan direncanakan untuk memikul beban lalu lintas secara aman dan nyaman serta selama umur rencana tidak terjadi kerusakan yang berarti (Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah, 2003). Menurut Asoni (2010), secara sederhana beton dibentuk oleh pengerasan campuran antara semen, air, agregat halus (pasir), dan agregat kasar (batu pecah atau kerikil). Pada perkerasan beton semen, daya dukung perkerasan terutama diperoleh dari pelat beton. Sifat, daya dukung dan keseragaman tanah dasar sangat mempengaruhi keawetan dan kekuatan perkerasan beton semen. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan adalah kadar air pemadatan, kepadatan dan perubahan kadar air selama masa pelayanan. Maksud penggunaan lapis pondasi bawah adalah untuk membentuk lapisan perkerasan yang relatif cukup tebal tapi dengan biaya yang lebih murah (Hardiyatmo (2010).

Menurut Direktorat Bina Konstruksi Balai Penerapan Teknologi Konstruksi, rabat beton merupakan perkerasan kaku (*rigid*) tersusun dari bahan semen, pasir, kerikil (split). Konstruksi ini dipakai di daerah dengan struktur tanahnya labil, mudah pecah, lembek, dan pada turunan/tanjakan di atas singkapan batu. Untuk rabat beton sendiri biasanya digunakan pada proyek pembangunan proyek perkerasan jalan yang dimana mutu betonnya sudah diatur pada spesifikasi teknis sebagai pedoman kerja dalam proyek konstruksi. Mengacu pada dokumen SNI 8457:2017 dimana standar ini merupakan rancangan jalan beton untuk lalu lintas rendah yang meliputi persyaratan teknis tanah dasar, lapis pondasi bawah, beton kurus, beton semen, lalu lintas dan sambungan. Rancangan jalan beton

tersebut untuk melayani beban lalu lintas harian rata-rata kendaraan niaga (LHRN) kurang dari 500 kendaraan per hari dan beban lalu lintas kurang dari satu juta ESAL (equivalent single axle load 18-kip/8,2 ton) selama umur rencana 20 tahun.

Penentuan tebal jalan beton yang tepat merupakan bagian penting dari desain jalan beton. Ketebalan jalan beton yang tidak memadai akan menyebabkan retak dan tidak tercapainya umur layanan. Karena yang paling penting adalah mengetahui kapasitas struktur yang menanggung beban, maka faktor yang paling diperhatikan dalam perencanaan tebal perkerasan beton semen adalah kekuatan beton itu sendiri. Adanya beragam kekuatan dari tanah dasar dan atau pondasi hanya berpengaruh kecil terhadap kapasitas struktural perkerasannya (Lestari, 2013). Perhitungan lalu lintas harian rata-rata adalah volume lalu lintas rata-rata dalam satu hari yang melalui satu ruas jalan tersebut dibagi dengan lamanya pengamatan (lamanya survei kendaraan), biasanya dihitung sepanjang tahun (Manuhu, 2016).

Menurut SNI1738-2011 CBR (*California Bearing Ratio*) adalah perbandingan antara tegangan penetrasi satu lapisan/bahan tanah atau perkerasan terhadap tegangan penetrasi bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan 10 penetrasi yang sama (dinyatakan dalam persen) CBR lapangan dianalisa berdasarkan korelasi antara jumlah tumbukan dan penetrasi ujung konus yang diperoleh dengan alat DCP (Dynamic Cone Penetrometer). Secara umum tes DCP ini setelah diolah akan memberikan data CBR tanah dasar untuk keperluan perencanaan teknis dalam rangka program penanganan berupa pelebaran jalan, rekonstruksi atau pembanngunan jalan baru hingga kedalaman satu meter dibawah permukaan tanah dasar (Apriyanti dan Hambali, 2014).

2. Metode Penelitian

Adapun lokasi penelitian perencanaan jalan rabat beton yaitu jalan lingkungan pada Gang Sei Pelanjo Kabupaten Ketapang. Data pada penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer berupa data LHRN (lalu lintas harian rata-rata kendaraan niaga), data CBR (california bearing ratio) dan data ruas jalan. Data LHRN didapat dari survei LHRN di jalan lingkungan Gang Sei Pelanjo selama 10 jam pada hari Jum'at, Sabtu dan Minggu dengan dua titik pos hitung LHRN yaitu di titik A dan titik B. Data CBR tanah dasar didapat dari pengujian DCP (dynamic cone penetration) pada ruas jalan di lingkungan Gang Sei Pelanjo Desa Negeri Baru yang masih belum ada perkerasan sebanyak dua titik total pengujian DCP. Adapun instrumen pengujian DCP (dynamic cone penetration) adalah alat uji DCP, alat tulis dan tabel pengujian DCP. Pengujian DCP dilakukan untuk mendapatkan nilai CBR tanah dasar dilakukan pengujian CBR lapangan. Sedangkan data ruas jalan

diperlukan dalam menentukan gambar kerja. Data ruas jalan didapatkan dengan cara mengukur badan jalan, panjang jalan, dan lebar jalan kemudian data itu dicatat. Data sekunder pada penelitian ini adalah Analisa Satuan Pekerjaan (AHSP) perhitungan kebutuhan biaya tenaga kerja, bahan dan peralatan untuk mendapatkan harga satuan jenis pekerjaan tertentu yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum (PU) Kabupaten Ketapang. Dalam proses pembuatan rencana gambar kerja jalan beton semen ini, perhitungan analisis struktur dilakukan dengan bantuan program komputer (software computer). Program tersebut terdiri dari AutoCad 2007 digunakan pada detailing dan drafting dan Microsoft Excel 2007 digunakan pada hitungan manual desain RAB (cost)..

3. Hasil dan Pembahasan

Data LHRn Lalu lintas harian rata-rata kendaraan niaga adalah komposisi lalu lintas kendaraan yang paling sedikit mempunyai dua sumbu yang setiap kelompok bannya mempunyai satu roda tunggal atau lebih dengan berat minimum 3 ton. Lalu lintas harian rata-rata kendaraan niaga didapat dengan cara melakukan pengamatan secara langsung di lapangan pada ruas jalan Gang Sei Pelanjo Desa Negeri Baru, yang dilihat jenis kendaraan yang melintas menurut muatan sumbu terberat (MST). Berikut tabel formulir himpunan perhitungan lalu lintas.

Tabel 1 Formulir Survei LHR Kendaraan Niaga

N o	Jenis Kendaraan Niaga	LHRN H-1	LHRN H-2	LHRN H-3	LHR _N rata- rata
1	Bus	0	0	0	0
2	Truk 2as Kecil (MST 5T)	0	0	0	0
3	Truk 2as besar (MST 8T)	0	0	0	0
4	Truk 2as besar (MST > 8T Maks. 12T)	0	0	0	0
5	Truk 3as besar (MST 8T)	0	0	0	0
6	Truk 3as besar (MST > 8T Maks.12T)	0	0	0	0
7	Truk Gandengan (MST 8T)	0	0	0	0
Jumlah LHRN					0

Berdasarkan Tabel 1 didapatkan data LHR untuk semua jenis kendaraan niaga adalah nol. Hal ini karena pada ruas jalan di lingkungan Gang Sei Pelanjo Desa Negeri Baru tidak dilewati jenis kendaraan niaga, sehingga untuk perencanaan jalan menggunakan data LHRN terendah.

Data CBR (*california bearing ratio*) tanah dasar didapat dari pengujian DCP (*dynamic cone penetration*) pada ruas jalan di Gang Sei Pelanjo. Adapun hasil pengujian seperti pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2 Hasil Pengujian DCP Titik 1

Titik/STA : 1 (Gang Sei Pelanjo)		(L / C / R)					
Jenis Lapisan : Tanah Dasar							
n	Δn	D	ΔD	ΔD/n	LogCBR	CBR (%)	
0	0	0	0	0	0	0	
5	5	205	205	41	0,70	4,96	
5	10	407	202	40,4	0,70	5,06	
5	15	600	193	38,6	0,73	5,37	
5	20	801	201	40,2	0,71	5,10	
5	25	906	105	21,0	1,08	11,95	
		Σ	906		CBR Lap (%)	5,41	

Tabel 3 Hasil Pengujian DCP Titik 2

Titik/STA : 1 (Gang Sei Pelanjo)		(L / C / R)					
Jenis Lapisan : Tanah Dasar							
n	Δn	D	ΔD	ΔD/n	LogCBR	CBR (%)	
0	0	0	0	0	0	0	
5	5	300	300	60	0,48	3,01	
5	10	501	201	40,2	0,71	5,10	
5	15	608	107	21,4	1,07	11,66	
5	20	778	170	34	0,80	6,35	
5	25	905	127	25,4	0,97	9,31	
		Σ	905		CBR Lap (%)	6,07	

Berdasarkan pengujian DCP (*dynamic cone penetration*) sebanyak dua titik pada ruas jalan Gang Sei Pelanjo Desa Negeri Baru, diambil nilai CBR tanah dasar yang terendah yaitu 5,41%. Dari hasil perhitungan pada tabel pengujian DCP didapat CBR lapangan pada titik 1 sebesar 5,41 % dan titik 2 sebesar 6,07%, sehingga nilai CBR lapangan rata-rata sebesar 5,74%. Untuk nilai CBR yang kurang dari 6% maka akan dilakukan penimbunan kembali sesuai dengan ketentuan SNI 8457-2017.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka data perencanaan jalan di Gang Sei Pelanjo Desa Negeri Baru adalah sebagai berikut:

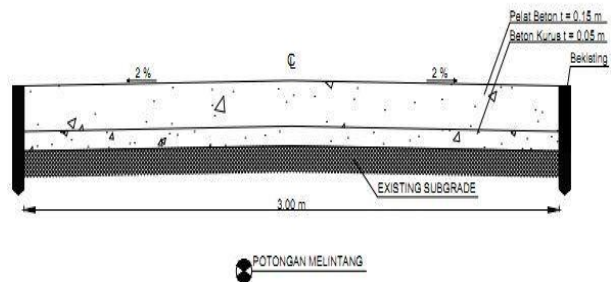
1. Umur rencana : 20 Tahun
2. Panjang total jalan : 200 m (lebar 3 m)
3. Jumlah lajur : 2 lajur/ 2 arah
4. CBR tanah dasar : 5,74%
5. Tebal beton kurus : 0,05 m
6. Tebal pelat beton : 0,15 m

Katalog perencanaan diperoleh data teknis perencanaan jalan beton terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Katalog Perencanaan

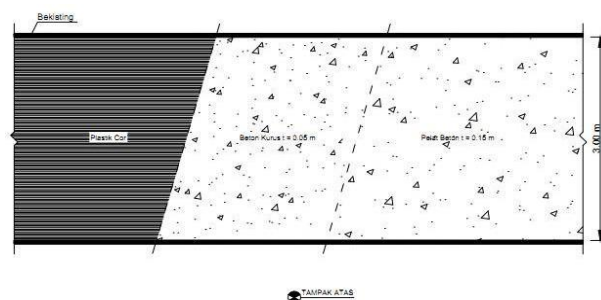
1. LHRN	<50	
2. Beban MST	Maks. 5 Ton	
3. Tebal Beton	150 mm	
4. Kuat Lentur Minimum, Sc	3,5 Mpa	
5. Tebal Beton Kurus	50 mm	
6. Tebal Lapis Pondasi Bawah	CBR Tanah Dasar, 4% ≤ CBR < 6%	250 mm
	CBR Tanah Dasar, CBR ≥ 6%	150 mm
7. Jarak Sambungan Melintang	4,0 m	
8. Batang Peningkat (<i>Tie Bars</i>)	Mutu Baja Min.	BjTS 30
	Diameter, Ø	13 mm
	Panjang, L	600 mm
	Spasi, S	750 mm
9. Ruji (<i>Dowel</i>)	Mutu Baja Min.	Tanpa Ruji
	Diameter, Ø	
	Panjang, L	
	Spasi, S	

Berdasarkan hasil pengukuran eksisting di lapangan yang telah dilakukan, maka diperoleh hasil perencanaan perkerasan kaku dengan lebar 3 m. Beton yang digunakan untuk struktur atas dengan ketebalan 0,15 m dan struktur bawah dengan ketebalan 0,05 m. Adapun gambar rencana perkerasan kaku tampak melintang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perkerasan Kaku Tampak Melintang

Rencana perkerasan kaku dengan tampak atas yang mengacu kepada SNI 8457:2017 didesain menyambung bertujuan untuk mengakomodasikan gerakan susut, mengakomodasikan gerak lenting plat beton akibat panas dan dingin pada waktu siang maupun malam. Adapun gambar rencana perkerasan kaku tampak atas dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Perkerasan Kaku Tampak Atas

Adapun upah rencana anggaran biaya pada pekerjaan pembersihan dan stripping/kosrekan secara keseluruhan sebesar Rp. 7.266,82. Adapun upah rencana anggaran biaya pada pekerjaan bekisting balok beton biasa menggunakan papan kayu ukuran 3/20 (TP) secara keseluruhan sebesar Rp. 130.373,42. Adapun upah rencana anggaran biaya pada pekerjaan secara keseluruhan sebesar Rp. 156.033,07. Adapun upah rencana anggaran biaya pada pekerjaan beton mutu, $f'_c = 9,8$ MPa (K125), slump (12±2), w/c = 0,78 (menggunakan molen) secara keseluruhan sebesar Rp. 1.358.833,24. Adapun upah rencana anggaran biaya pada pekerjaan beton mutu, $f'_c = 19,3$ MPa (K225), slump (12±2), w/c = 0,58 (menggunakan molen) secara keseluruhan sebesar Rp. 1.408,770,25.

Hasil dari rekapitulasi volume pekerjaan rabat beton Gang Sei Pelanjo Desa Negeri Baru Kabupaten Ketapang dengan panjang jalan 200 m, lebar 3 m, dan tebal secara keseluruhan 0,20 m yang meliputi pekerjaan pembersihan dan stripping/kosrekan, pemasangan bekisting, pemasangan plastik cor, pekerjaan beton kurus 95 Mpa (K125), pekerjaan plat beton 19,3 Mpa (K225) sebesar Rp. 186.512.082,89.

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Harga Pekerjaan/m ³	Jumlah
			Rp	Rp
1	Perencanaan Jalan	120 m ³	Rp 1.554.267,36	Rp 186.512.082,89
	Total			Rp 186.512.082,89
	Nilai			Rp 186.512.082,89

4. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian di lapangan dan hasil analisis data yang terdapat beberapa kesimpulan yang

dapat diambil, yaitu berdasarkan hasil pengujian DCP (*dynamic cone penetration*) yang diambil sebanyak dua titik pada saat di lapangan dengan panjang jalan rencana 200 m dan lebar jalan 3 m dapat disimpulkan nilai dari CBR Lapangan rata-rata adalah 5,74%. Beton yang digunakan untuk struktur atas dengan ketebalan 0,15 m dan struktur bawah dengan ketebalan 0,05 m yang disesuaikan dengan perhitungan perencanaan tebal perkerasan. Perencanaan perkerasan kaku menggunakan jenis perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan. Gambar kerja perkerasan kaku pada jalan di Gang Sei Pelanjo Desa Negeri Baru. Berdasarkan hasil pengolahan perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dengan menggunakan satuan harga yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Ketapang dapat disimpulkan Rencana Anggaran Biaya pada ruas jalan Gang Sei Pelanjo Desa Negeri Baru Kabupaten Ketapang sebesar Rp. 186.512.082,89.

Daftar Rujukan

- [1] Firmansyah, Adi A.Y. 2014. *Rancang Bangun Aplikasi Rencana Anggaran Biaya Dalam Pembangunan Rumah*. STIKOM : Surabaya.
- [2] Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah, 2003. *Perencanaan perkerasan jalan beton semen*. <https://binamarga.pu.go.id>. Diakses pada 7 Juli 2021.
- [3] Asroni, Ali, 2010. *Balok Dan Pelat Beton Bertulang*. Penerbit Graha Ilmu: Yogyakarta
- [4] Hardiyatmo, H. C. 2010. *Pemeliharaan Jalan Raya, Perkerasan, Drainase, Longsor*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- [5] Lestari, I. G. A. I. 2013. *Perbandingan Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur*. Jurnal Transportasi, 7(1), 133-134
- [6] Manuho, J. A. 2016. *Perhitungan Lalu Lintas Harian Rata-Rata Pada Ruas Jalan Tumpaan-Lopana*. Doctoral dissertation. Politeknik Negeri Manado
- [7] Apriyanti, Y., & Hambali, R. 2014. *Pemanfaatan Fly Ash Untuk Peningkatan Nilai Cbr Tanah Dasar*. Forum Profesional Teknik Sipil (Vol. 2, No. 2, p. 56040). Bangka Belitung University.