

Studi Perencanaan Geometrik dan Perkerasan Lentur Bojonegoro Outer Ring Road (BORR)

Wahbi Ubaidulloh , Wahyu Herijanto dan Anak Agung Gde Kartika
Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
email: herijanto@ce.its.ac.id

Abstrak—Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2016, Kabupaten Bojonegoro menduduki peringkat ke 2 dengan pertumbuhan ekonomi tertinggi di Jawa Timur. Dalam perancangan ini berpedoman pada Peraturan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997 untuk pemilihan trase yang baik, perhitungan alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal. Perhitungan pembebanan lalu lintas (*trip assignment*) menggunakan metode Smock (1962). Pada perencanaan perkerasan lentur menggunakan pedoman Manual Desain Perkerasan Jalan No.04/SE/Db/2017 untuk mendapatkan tebal perkerasan sesuai umur rencana. Perencanaan drainase mengacu pada peraturan Pd-T-02-2006-B, dan untuk rambu lalu lintas menggunakan peraturan Menteri Perhubungan 2014. Serta peraturan rencana anggaran biaya total menggunakan HSPK Kabupaten Bojonegoro yang diperlukan pada perencanaan ini. Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan didapatkan desain geometrik jalan menggunakan tipe 4/2D dengan lebar jalur 7,5 m dengan dengan lebar lajur 3,5 m. Alinyemen horizontal didapatkan 8 tikungan dengan tipe Spiral-Circle-Spiral. Hasil trip assignment menggunakan metode smock didapatkan perpindahan kendaraan ke jalan rencana sebesar 83 %. Susunan lapis perkerasan lentur didapatkan lapis AC-WC dengan tebal 40 mm, lapis AC-WC dengan tebal 60 mm, lapis AC Base dengan tebal 245 mm, dan lapis LPA dengan tebal 300 mm. Perhitungan dimensi saluran dengan tipe saluran trapesium didapatkan 7 tipe saluran. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) didapatkan biaya sebesar Rp 436.991.205.600,49.

Kata Kunci—Anggaran Biaya, Drainase, Geometrik Jalan, Jalan Lingkar, Perkerasan Lentur.

I. PENDAHULUAN

BERDASARKAN data dari Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2016, Kabupaten Bojonegoro menduduki peringkat ke 2 dengan pertumbuhan ekonomi tertinggi di Jawa Timur [1]. Peningkatan perekonomian ini dikarenakan oleh tumbuhnya industri dan perdagangan di daerah tersebut. Hal ini diiringi dengan peningkatan jumlah volume kendaraan di wilayah tersebut. Dengan adanya hal seperti diatas maka arus lalu lintas di dalam kota terjadi kepadatan. Mobilitas manusia maupun barang dan jasa sangat tinggi. Banyak kendaraan-kendaraan berat seperti truk bermuatan yang panjang yang melintasi tengah kota. Kendaraan-kendaraan tersebut menimbulkan kepadatan lalu lintas di pusat Kabupaten Bojonegoro. Hal itu dikarenakan tidak adanya alternatif jalan lain selain jalur di pusat kota.

Selama ini, kondisi lalu lintas di Kabupaten Bojonegoro rawan terjadi kemacetan. Seperti di perempatan Balenrejo Jalan Raya Bojonegoro-Babat dekat dengan perlintasan kereta api kemacetan terjadi setiap hari bahkan saat arus mudik lebaran kemacetan bisa makin parah. Selain itu, titik rawan macet berada di Jalan Nasional Bojonegoro - Padang



Gambar 1. Diagram alir.

Kecamatan Kalitidu yaitu Pasar Pumpungan karena saat pagi hari aktifitas masyarakat di pasar ini meningkat dan juga berada dekat dengan perlintasan kereta api.

Ditinjau dari berbagai aspek, kepadatan lalu lintas menimbulkan banyak kerugian baik dari segi ekonomi dan materil. Seperti dari aspek ekonomi kepadatan lalu lintas menghambat proses produksi dan distribusi sehingga laju perekonomian menjadi terganggu. Pembangunan jalan lingkar merupakan solusi pemecah kepadatan lalu lintas di Kabupaten Bojonegoro (Bojonegoro Outer Ring Road-BORR). Jalan lingkar merupakan jalan yang melingkari pusat kota. Fungsinya adalah sebagai jalan untuk mengalihkan kepadatan arus lalu lintas dari pusat kota. Selain itu, konsep pembangunan BORR akan berpotensi menambah Pendapatan Asli Daerah (PAD). Pembangunan ringroad akan

Tabel 1.
Kriteria desain perencanaan

No	Parameter	Desain
1	Kecepatan Rencana	80 km/jam
2	Potongan Melintang	
	Lebar Lajur	3,5 m
	Tipe Jalan	4/2 D
	Lebar Median	2 m
	Lebar Bahu Luar	1,5 m
	Kemiringan Melintang Normal	2 %
	Superelevasi Maksimum	10 %
3	Jarak Pandang	
	Jarak Pandang Henti	128 m
4	Parameter Alinyemen Horizontal	
	Panjang Lengkung Peralihan	141 m
5	Parameter Alinyemen Vertikal	
	Landai Maksimum	4 %

Tabel 2.
Analisis data lalu lintas

No	Gol	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan / Hari Jalan Eksisting 2011	Jumlah Kendaraan/ Hari Jalan Rencana 2024
1	1	Sepeda Motor	2109	3736
2	2	Sedan, jeep	5564	9856
3	3	Angkutan umum	6748	5605
4	4	Pick up	4552	3781
5	5a	Bus kecil	396	329
6	5b	Bus besar	6	5
7	6a	Truk ringan 2 sumbu	1648	2956
8	6b	Truk Sedang 2 sumbu	374	657
9	7a	Truk 3 sumbu	158	277
10	7b	Truk gandengan	8	14
11	7c	Truk Semi Trailer	55	97

berpengaruh pada perkembangan wilayah dan peningkatan ekonomi di daerah tersebut. Dengan adanya jalan lingkaran tersebut maka kelancaran lalu lintas dan efisiensi menjadi meningkat.

Mengingat pentingnya BORR sebagai sarana transportasi yang mendukung peningkatan perekonomian maka pemerintah Kabupaten Bojonegoro memasukannya dalam program prioritas. BORR ini dimulai dari kawasan Proliman Kecamatan Kapas, Ngumpakdalem, Dander hingga ke Desa Ngujo Kecamatan Kalitidu. Pembangunan jalan ini diharapkan dapat memperlancar arus lalu lintas, barang dan jasa yang bertujuan untuk menunjang perkembangan ekonomi di daerah tersebut. Oleh karena itu, BORR ini sangat diperlukan untuk Kabupaten Bojonegoro karena dampak yang dihasilkan.

II. METODOLOGI

A. Umum

Tahap-tahap yang dilakukan dalam pengerjaan adalah Tahap persiapan, Tahap pengumpulan data dan Tahap analisis.

B. Tahap Persiapan

Tahapan persiapan adalah tahap melakukan studi literatur. Literatur yang menjadi pegangan utama yaitu Peraturan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997 [2], Manual Desain Perkerasan 2017 [3], Pd-T-02-2006-B [4]. Selain itu digunakan pula literatur lain sebagai pendukung seperti studi terdahulu, buku, jurnal, dll.

C. Tahap Pengumpulan Data

Data-data yang digunakan adalah data sekunder. Data sekunder adalah data yang diperoleh oleh peneliti dari sumber yang telah ada. Dalam tahap pengumpulan data ini terdapat

tiga data sekunder, yaitu data volume lalu lintas harian rata-rata (LHR), data curah hujan, dan data PDRB.

D. Tahap Analisis

1) Perancangan Geometrik Jalan

Perancangan geometrik jalan untuk didapatkan perancangan yang baik sehingga jalan yang akan dilalui dapat memberikan rasa aman dan nyaman bagi pengguna jalan [2-4].

2) Karakteristik Lalu Lintas

Untuk menghitung tebal struktur perkerasan lentur Bojonegoro Outer Ring Road, maka harus diketahui terlebih dahulu karakteristik lalu lintasnya [6]. Karakteristik lalu lintas dapat diketahui berdasarkan data LHR dan juga menggunakan analisis *trip assignment* untuk mengetahui jumlah perpindahan lalu lintas dari jalan eksisting ke jalan baru.

3) Tebal Perkerasan

Perancangan tebal perkerasan dihitung dengan umur rencana yaitu dengan pertumbuhan lalu lintas berdasarkan data PDRB, PDRB per kapita, dan jumlah penduduk. Selanjutnya data LHR dan faktor pertumbuhan lalu lintas digunakan untuk menghitung beban yang akan diterima oleh perkerasan jalan [3]. Berikut ini adalah persamaan yang digunakan untuk menghitung tebal perkerasan lentur.

$$ESA = \Sigma LHR \times VDF \times \text{Faktor Distribusi} \quad (1)$$

Sebelum menghitung *Equivalent Single Axle Load* (ESA) terlebih dahulu menentukan nilai *Vehicle Damage Factor* (VDF) berdasarkan Tabel 1 pada pedoman.

$$CESA = ESA \times 365 \times R \quad (2)$$

Tabel 3.
Kriteria desain perencanaan

No	Gol	i	R	LHR 2024	VDF5	ESA	CESA
1	1	6,31%	20,120	3736	0	0	0
2	2	6,31%	20,120	9856	0	0	0
3	3	0,29%	20,006	5605	0	0	0
4	4	0,29%	20,006	3781	0	0	0
5	5a	0,29%	20,006	329	0,2	52,629	384296,720
6	5b	0,29%	20,006	5	1	3,987	29113,388
7	6a	6,23%	20,119	2956	0,8	1892,089	13894333,965
8	6b	6,23%	20,119	657	1,7	892,956	6557317,054
9	7a	6,23%	20,119	277	64,4	14290,666	104941825,236
10	7b	6,23%	20,119	14	90,4	1015,706	7458716,095
11	7c	6,23%	20,119	97	93,7	7237,887	53150571,621
TOTAL CESA							186416174,079

Tabel 4.
Analisis hidrologi

STA	Q Hidrologi
0+000-0+334	0,150
3+242-3+556	0,142
3+556-5+550	0,311
5+550-5+881	0,149
5+881-7+129	0,267
7+129-9+090	0,321
9+090-9+557	0,188
9+577-11+094	0,299
11+094-18+943	0,580

Tabel 5.
Analisis hidrolika

STA	Q Hidrolika (m3/s)	ΔQ (m3/s)	KET.
0+000 - 0+334	0,156	0,006	OK
3+342 - 3+556	0,156	0,014	OK
3+556 - 5+550	0,327	0,016	OK
5+550 - 5+881	0,156	0,007	OK
5+881 - 7+129	0,305	0,038	OK
7+129 - 9+090	0,327	0,006	OK
9+090 - 9+557	0,223	0,034	OK
9+557 - 11+094	0,327	0,028	OK
11+094 - 18+943	0,584	0,004	OK

Setelah menghitung ESA maka selanjutnya yaitu menghitung *Cumulative Equivalent Single Axle Load*.

4) *Perancangan Drainase Tepi Jalan*

Perancangan drainase menggunakan data curah hujan 10 tahun dengan perhitungan curah hujan rencana menggunakan metode Gumbel dengan menggunakan umur rencana 20 tahun [4].

5) *Perhitungan Rencana Anggaran Biaya*.

Perhitungan rencana anggaran biaya yaitu dengan menghitung volume pekerjaan dikalikan dengan harga satuan pokok kegiatan Kota Surabaya yang sudah disesuaikan dengan indeks kemahalan daerah Kabupaten Bojonegoro.

E. *Bagan Alir*

Bagan alir merupakan representasi dari alur pengerjaan penelitian ini, bagan tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.

III. HASIL DAN ANALISIS

A. *Perancangan Geometrik Jalan*

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan didapatkan desain geometrik jalan menggunakan tipe 4/2D dengan lebar jalur 7,5 m dan lebar lajur 3,5 m. Dalam perencanaan alinyemen horizontal didapatkan 8 tikungan dengan tipe Spiral-Circle-Spiral dan perencanaan alinyemen vertikal

yaitu 4 cekung dan 5 cembung [2-4]. Kriteria desain perencanaan dapat dilihat pada Tabel 1.

B. *Karakteristik Lalu Lintas*

Dari data LHR yang didapatkan dari Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur Tahun 2011 untuk tahun dibuka jalan pada tahun 2024 dengan jumlah perpindahan lalu lintas dari jalan eksisting ke jalan rencana sebesar 80 % maka jumlah kendaraan yang lewat dari arah Bojonegoro-Padangan dapat dilihat pada Tabel 2.

C. *Perancangan Tebal Perkerasan*

Untuk merencanakan tebal perkerasan maka mengitung *Cumulative Single Axle Load (CESA)* dengan contoh perhitungan seperti berikut

$$\begin{aligned}
 ESA &= \sum LHR \times VDF \times \text{Faktor Distribusi} \\
 &= 329 \times 0,2 \times 80\% \\
 &= 52,629
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CESA &= ESA \times 365 \times R \\
 &= 52,629 \times 365 \times 20,120 \\
 &= 384296,72
 \end{aligned}$$

Perancangan tebal perkerasan lentur menggunakan Aspal dengan lapis pondasi berbutir dan mengacu pada pedoman [3]. Berdasarkan perhitungan diperoleh nilai CESA pada

Tabel 6.
Hasil perhitungan bentuk trapesium

Tipe	W	H Saluran
1	0,50	0,85
2	0,50	0,85
3	0,50	0,90
4	0,40	0,70
5	0,50	0,95
6	0,50	0,95
7	0,50	1,05

Tabel 7.
Dimensi saluran

Tipe	H Rencana	B Rencana	W	H Saluran
1	0,35	0,35	0,50	0,85
2	0,35	0,45	0,50	0,85
3	0,40	0,40	0,50	0,90
4	0,30	0,40	0,40	0,70
5	0,45	0,50	0,50	0,95
6	0,45	0,45	0,50	0,95
7	0,55	0,65	0,50	1,05

umur rencana 20 tahun (tahun 2044) sebesar 186416174,079 dan pedoman digolongkan sebagai FFF9 yaitu :

AC WC = 40 mm,

AC BC = 60 mm

AC BC atau AC base = 245 mm

Pondasi agregat kelas A = 300 mm

Hasil perhitungan tersebut didapatkan hasil yang tertera pada Tabel 3.

D. Perancangan Saluran Drainase

1) Pengolahan Data Curah Hujan

Direncanakan umur rencana saluran drainase selama 20 tahun. Data curah hujan yang dipakai adalah data curah hujan harian maksimum selama 10 tahun yang didapatkan dari PSAWS Kabupaten Bojonegoro. Dari data curah hujan diolah dengan metode Gumbel didapatkan curah hujan rancangan dengan umur 20 tahun yaitu sebesar = 187,74 mm/jam.

2) Analisis Hidrologi

Untuk mengetahui debit aliran yang mengalir pada jalan rencana sesuai dengan umur rencana maka dilakukan analisis hidrologi. Parameter yang dapat digunakan dalam analisis hidrologi ini adalah sebagai berikut menentukan t_0 pakai, menghitung waktu pengaliran di saluran, menghitung intensitas hujan (I), menghitung koefisien pengaliran (Cgab) dan menghitung debit saluran (Qhidrologi). Analisis Hidrologi dapat dilihat pada Tabel 4.

3) Analisis Hidrolika

Dalam analisis hidrolika berikut bertujuan untuk mengetahui kemampuan penampang dalam menampung debit rencana sesuai dengan umur rencana jalan. Adapun parameter dalam menghitung debit aliran pada saluran yaitu menghitung keliling basah saluran (P), menghitung penampang basah (A), menentukan kemiringan saluran melintang (i), menghitung debit hidrolika (Qhidrolika). Analisis Hidrolika tertera pada Tabel 5. Dari hasil perhitungan didapatkan 7 tipe dimensi saluran tepi dengan bentuk trapesium yang tertera pada Tabel 6.

4) Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Pada subbab ini akan di breakdown analisa harga satuan pekerjaan. HSPK yang digunakan merupakan HSPK Surabaya Tahun 2019 dengan melakukan penyesuaian terhadap HSPK Kabupaten Bojonegoro. Penyesuaian terhadap HSPK Kabupaten Bojonegoro menggunakan faktor

113,23 yang didapatkan dari *website* Badan Pusat Statistik Nasional.

5) Perhitungan Volume Pekerjaan

Perhitungan volume pekerjaan meliputi pertama pekerjaan pendahuluan yang terdiri dari pembersihan lahan/lokasi. Pembersihan areal pekerjaan sesuai dengan volume yang ada dengan cara membersihkan tanaman semak belukar yang ada disekitar lokasi agar dalam pelaksanaan pekerjaan nantinya tidak ada kendala. Pembuatan *bouwplank*, *Bouwplank* harus dibuat tegak lurus. Patok dan *bouwplank* harus dibuat kokoh, tidak mudah rusak dan tidak bergerak serta harus dijaga agar tidak rusak/hilang selama pelaksanaan pekerjaan dengan jarak antar patok 50 meter disesuaikan dengan perpotongan STA. Elevasi yang tercantum pada *bouwplank* dan patok akan menjadi dasar pelaksanaan pekerjaan.

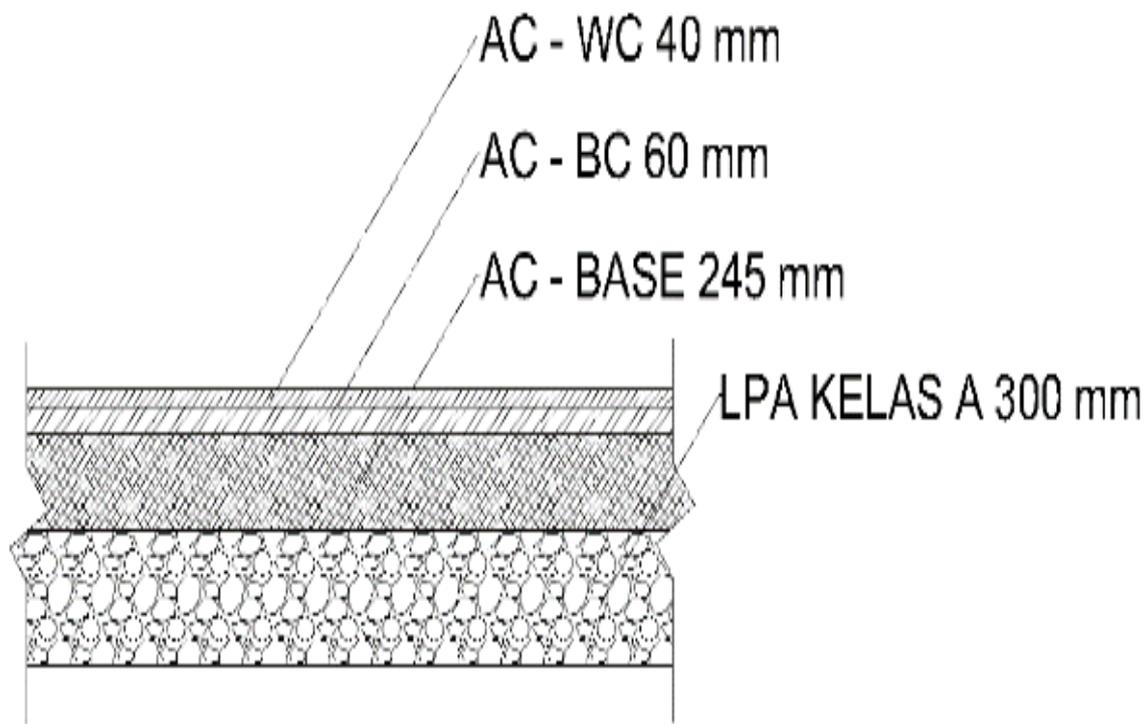
Selanjutnya pekerjaan tanah diantaranya yaitu galian tanah dengan alat berat. Galian tanah adalah penggalian tanah dengan menggunakan alat berat misalnya excavator (tergantung kebutuhan). Luas dari galian didapatkan dari program bantu AutoCad Civil3d yang dinilai lebih akurat. Didapatkan cut volume sebesar 685128,10 m³. Lalu timbunan tanah dengan alat berat. Luas dari timbunan didapatkan dari program bantu AutoCad Civil 3D yang dinilai lebih akurat. Didapatkan fill volume sebesar 686802,24 m³. Pengangkutan tanah keluar proyek, Tanah yang sudah digali selanjutnya akan diangkat keluar untuk menuju lokasi penimbunan. Didapatkan volume pengangkutan tanah 1674,14 m³.

Selanjutnya pekerjaan drainase. Volume dari pekerjaan drainase didapatkan secara otomatis berdasarkan volume galian yaitu 6747,60 m³. Pekerjaan perkerasan jalan didapatkan volume sebagai berikut:

Volume lapisan	
Lapisan aspal perekat	= 132603,17 lt
Lapisan aspal pengikat	= 66301,59 lt
Lapisan AC WC	= 24398,98 ton
Lapisan AC BC	= 36598,47 ton
Lapisan AC Base	= 149443,77 ton
Lapisan LPA	= 79561,90 m ³

E. Rencana Anggaran Biaya

Pada sub bab ini akan dipaparkan hasil perhitungan anggaran biaya material pada perancangan Bojonegoro *Outer Ring Road* (BORR), didapatkan RAB sebesar Rp 505.895.574.565,54.



Gambar 2. Susunan lapisan perkerasan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan perencanaan yang telah dibahas pada bab-bab sebelumnya, maka didapat kesimpulan sebagai berikut jalan rencana ini menggunakan tipe 4/2 D, dengan detail sebagai berikut :

Lebar Jalur	= 7,5 m
Lebar lajur	= 3,5 m
Bahu Luar	= 1,5 m
Median	= 2 m
Kecepatan Rencana	= 80 km/jam

Perencanaan Alinyemen Horizontal yaitu 8 S – C –S, Perencanaan Alinyemen Vertikal yaitu 4 Cekung dan 5 Cembung. Perkerasan lentur jalan didapatkan sebagai berikut

Lapis AC-WC	= 40 mm
Lapis AC-BC	= 60 mm
Lapis AC Base	= 245 mm
LPA Kelas A	= 300 mm

Susunan lapisan perkerasan dapat dilihat pada Gambar 2. Selanjutnya yaitu dimensi saluran. Dimensi Saluran terdapat 7 tipe saluran yang tertera pada Tabel 7.

Rencana Anggaran Biaya (RAB) konstruksi, berdasarkan perhitungan volume setiap pekerjaan dan analisa hatga satuan pokok kegiatan diperoleh total biaya konstruksi sebesar Rp 436.991.205.600,49 (Empat Ratus Tiga Puluh Enam Miliar Sembilan Ratus Sembilan Puluh Satu Juta Dua Ratus lima Ribu Enam Ratus Rupiah).

Gambar teknis desain jalan dari perhitungan didapatkan gambar geometrik jalan yang berupa *plan and profile jalan*, *diagram superelevasi* dan *cross section* jalan yang dapat dilihat pada lampiran.

B) Saran

Berdasarkan analisa selama proses penyusunan perencanaan ini, beberapa saran yang dapat penulis sampaikan adalah dalam merencanakan pembangunan jalan, pemilihan trase dengan kondisi topografi yang dominan datar serta tidak berbukit akan lebih menguntungkan karena akan lebih memudahkan perencana dalam memenuhi syarat kelandaian serta lebih ekonomis dalam kebutuhan akan galian dan timbunan.

Pemilihan bahan material untuk perkerasan jalan sebaiknya juga mempertimbangkan ketersediaan bahan tersebut di daerah sekitar pembangunan jalan.

Agar konstruksi perkerasan dapat bertahan dan mencapai umur rencana yang diharapkan, hendaknya dilakukan kegiatan perawatan rutin sehingga dapat meminimalisir terjadinya kerusakan pada proses konstruksi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Bojonegoro dan Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur serta Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai (PSAWS) Kabupaten Bojonegoro atas data yang sudah disediakan untuk studi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPS Bojonegoro, *Kabupaten Bojonegoro Dalam Angka*. Bojonegoro: Badan Pusat Statistik Kabupaten Bojonegoro, 2020.
- [2] Dirjen Bina Marga, *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga RI, 1997.
- [3] Dirjen Bina Marga, *Manual Desain Perkerasan Jalan (Nomor 04/SE/Db/2017 ed.)*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga RI, 2017.
- [4] Kementerian Pekerjaan Umum, *Perencanaan Sistem Drainase Jalan*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum RI, 2006.

- [5] S. Sukirman, "Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan," *Nova*, Bandung, 1999.
- [6] Departemen Pekerjaan Umum, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga RI, 1997.