

## PERENCANAAN SISTEM DRAINASE RUAS JALAN KUNCIR – SAWAHAN KABUPATEN NGANJUK

<sup>1</sup>April Gunarto, <sup>2</sup>Fauzie Nursandah, <sup>3</sup>M. Zaenuri, <sup>4</sup>Nur Azizah Affandy  
<sup>1,2,3</sup>Universitas Kediri

<sup>4</sup>Universitas Islam Lamongan

Email : april\_gunarto@unik-kediri.ac.id, fauzie\_nursandah@unik-kediri.ac.id,  
zaenuri\_arifin@unik-kediri.ac.id, nurazizah@unisla.ac.id

### Abstrak

*Jalan Kuncir – Sawahan merupakan jalan alternatif yang cukup penting, karena jalan ini menghubungkan antara Jalur Lalu lintas dari Berbek ke Air Terjun Sedudo. Jalan Tersebut masuk wilayah daerah Kab.Nganjuk,. Daerah tersebut dengan ketinggian +/- 75 m diatas permukaan laut, suhu rata-rata 25 o C, dan memiliki curah hujan rata-rata berkisar antara 2000 – 3000 mm/tahun. Lapisan perkerasan yang digunakan pada jalan ini merupakan lapis perkerasan penetrasi (macadam) dengan Laston sebagai lapisan tambahannya. Karena kurang matangnya perencanaan jalan yang tidak memperhatikan adanya perubahan tata guna lahan, tingkat pertumbuhan kendaraan dan juga tingkat pertumbuhan pembangunan di wilayah tersebut, menyebabkan konstruksi dan sarana drainase permukaan pada jalan Kandangan sering mengalami kerusakan. Berdasarkan hasil evaluasi, maka dapat dibuat beberapa kesimpulan dari hasil evaluasi kondisi badan jalan pada jalan Kuncir – Sawahan STA. 4+100 s/d STA. 4+500, Kab. Nganjuk sebagai berikut: Perbaikan kondisi alinemen vertikal diperlukan agar kenyamanan dan keamanan pengguna jalan dapat lebih ditingkatkan. Perhitungan alinemen vertikal didapatkan hasil Elv. 1 sebesar 784,838 m dan Elv. 2 sebesar 783,989 m. Serta nilai Qsal dari segmen 1-6 sebesar 0,438m<sup>3</sup>/dt, 1,04m<sup>3</sup>/dt, 0,785m<sup>3</sup>/dt, 0,997m<sup>3</sup>/dt, 1,114m<sup>3</sup>/dt, dan 1,274m<sup>3</sup>/dt.*

*Kata Kunci: Badan jalan, Alinemen vertikal, horisontal, curah hujan, debit air*

### I. PENDAHULUAN

Sebagai prasarana transportasi yang sangat penting, jalan raya harus benar-benar dalam keadaan baik. Untuk itu dalam perencanaan geometrik jalan ada beberapa hal yang harus diperhatikan antara lain mengenai kemiringan, daerah manfaat jalan, belokan dan peralihannya, perkerasan, potongan melintang, dan hal yang sering dilupakan yaitu masalah sarana drainase jalan. Drainase jalan memegang peranan yang penting dalam suatu perencanaan pembuatan jalan, karena drainase jalan memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap keawetan dan umur rencana jalan. Sarana drainase jalan harus berfungsi sebagai pengendali air limpasan akibat hujan dan air buangan, sehingga air tersebut tidak melimpah ke jalan dan menggenangnya yang mengakibatkan kerusakan pada konstruksi badan jalan tersebut. Sarana drainase jalan yang sudah ada harus mendapat perawatan yang intensif, baik itu dari pihak departemen pekerjaan umum maupun dari masyarakat yang tinggal di daerah sekitar jalan tersebut. Hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan sarana drainase dan pendangkalan pada saluran drainase yang diakibatkan oleh sampah maupun lumpur yang menyebabkan melimpahnya air ke badan jalan. Untuk itu

dalam merencanakan drainase jalan harus memperhitungkan masalah kemiringan saluran, kemiringan jalan, kecepatan aliran, potongan memanjang dan melintang jalan serta debit air hujan yang akan melewati saluran drainase tersebut, sehingga diperoleh dimensi drainase yang mampu menampung debit air hujan yang terjadi. Kebutuhan transportasi darat pada saat ini khususnya prasarana jalan raya, dirasakan semakin meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk yang makin padat dan perkembangan teknologi diberbagai bidang. Adapun faktor penyebab meningkatnya kebutuhan transportasi darat tersebut adalah :

1. Pertumbuhan jumlah penduduk yang tinggi dan akibat urbanisasi yang sulit dihindari.
2. Pembentukan daerah baru atau pengembangan daerah industri
3. Pertumbuhan di bidang ekonomi, sosial, budaya dan pertahanan keamanan seiring dengan kemajuan zaman. Disamping itu perkembangan dalam berbagai bidang atau sektor di lingkup perkotaan mengakibatkan adanya peningkatan intensitas kegiatan penduduk kota, hal ini diikuti pula dengan bertambahnya jumlah pemakai jalan dalam bentuk angkutan barang maupun angkutan orang. Keadaan tersebut diikuti dengan fasilitas penyediaan prasarana transportasi khususnya dalam hal pelayanan jaringan jalan yang memadai, aman dan lancar, supaya kelancaran arus lalu lintas tidak terhalangi dengan adanya kemacetan lalu lintas yang kadang berakibat terjadinya kecelakaan.
4. Meningkatnya kemacetan pada jalan antar kota terutama pada jalan Kuncir – Sawahan yang diakibatkan bertambahnya kepemilikan kendaraan, peningkatan intensitas kegiatan masyarakat, terbatasnya sumber daya untuk pembangunan jalan raya dan belum optimalnya pengoperasian fasilitas lalu lintas yang ada merupakan persoalan utama yang dihadapi diberbagai kota di Indonesia.

## II. METODE PENELITIAN

Jalan Kuncir – Sawahan merupakan jalan alternatif yang cukup penting, karena jalan ini menghubungkan antara Jalur Lalu lintas dari Berbek ke Air Terjun Sedudo. Jalan tersebut masuk wilayah daerah Kab.Nganjuk,. Daerah tersebut dengan ketinggian +- 75 m diatas permukaan laut, suhu rata-rata 25 o C, dan memiliki curah hujan rata-rata berkisar antara 2000 – 3000 mm/tahun. Lapisan perkerasan yang digunakan pada jalan ini merupakan lapis perkerasan penetrasi (macadam) dengan Laston sebagai lapisan tambahannya. Karena kurang matangnya perencanaan jalan yang tidak memperhatikan adanya perubahan tata guna lahan, tingkat pertumbuhan kendaraan dan juga tingkat pertumbuhan pembangunan di wilayah tersebut, menyebabkan konstruksi dan sarana drainase permukaan pada jalan Kandangan sering mengalami kerusakan. Pada saat hujan sebagian badan jalan Kandangan tergenang oleh air. Hal ini terjadi karena saluran drainase sudah tidak mampu lagi menampung dan mengalirkan debit air hujan akibat hujan yang jatuh di badan jalan dan dari daerah disekitarnya, sehingga sebagian air hujan mengalir melalui

lapisan perkerasan jalan dan bahu jalan yang menyebabkan terjadinya kerusakan pada konstruksi lapisan perkerasan dan bahu jalan tersebut. Meskipun sering dilakukan perbaikan baik dengan melakukan penambalan lubang pada jalan maupun overlay, namun dalam selang beberapa bulan saja mulai tampak kembali terjadinya kerusakan – kerusakan pada jalan yang telah diperbaiki tersebut. Hal ini dikarenakan perbaikan yang dilakukan kurang memperhatikan kondisi sarana drainase jalan yang sudah tidak berfungsi secara optimal lagi. Selain itu kurangnya kesadaran masyarakat di daerah sekitar jalan tersebut untuk memelihara sarana drainase jalan tersebut seperti misalnya membuang sampah di saluran drainase jalan dan menutup saluran dengan konstruksi yang permanen yang menyebabkan air hujan yang berasal dari badan jalan dan daerah sekitarnya tidak biasa mengalir ke saluran. Selain itu terlihat juga adanya saluran drainase yang lebih tinggi dari badan jalan atau saluran drainase yang tidak berfungsi.

Data umum lokasi

Panjang jalan studi	: 1400 m
Lebar perkerasan jalan	: $\pm 4$ m
Lebar bahu jalan	: $\pm 1,5$ m
Lebar drainase jalan	: $\pm 0,5$ m
Daerah pembuangan air	: Saluran sebelah kiri jalan pada STA. 3+000 Saluran sebelah kanan jalan pada STA. 3+500

### III. PEMBAHASAN

#### 3.1 Perhitungan Lengkung Vertikal

Berdasarkan pada gambar alinemen vertikal yang telah direncanakan (pada lampiran 6), maka direncanakan lengkung vertikal yang terjadi pada setiap peralihan besarnya kelandaian jalan rencana. Berikut ini contoh perhitungan lengkung vertikal pertama (segmen 1 – 2):

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } V &= 40 \text{ Km/jam} \\ \text{Elv.}_{(0+225)} &= + 784.279 \text{ m} \\ g_1 &= - 7.09 \% \text{ (kelandaian STA. 0+200 – STA. 0+225)} \\ g_2 &= - 4.23 \% \text{ (kelandaian STA. 0+225 – STA. 0+250)} \end{aligned}$$

Penyelesaian:

Dari grafik panjang lengkung vertikal cekung berdasarkan jarak panjang henti (gambar 2.7) maka diperoleh panjang  $L_{min} = 24$ m.

Untuk perhitungan diambil harga  $L = 30$ m

$$\begin{aligned} |A| &= |g_1 - g_2| \\ &= |- 7.09 - (- 4.23)| \\ &= 2.86 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_v &= \frac{AL}{800} & Y &= \frac{AX^2}{200L} \\
 &= \frac{2.86 \times 30}{800} & &= \frac{2.86 \times X^2}{200 \times 30} \\
 &= 0.107m & &= \frac{2.86 \times X^2}{6000}
 \end{aligned}$$

$$Elv_{0+225} = 784,279 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 Elv. \text{ PLV} &= 784,279 + \frac{7,09 \times 15}{100} \\
 &= 785,343 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Elv. \text{ PTV} &= 784,279 - \frac{4,23 \times 15}{100} \\
 &= 783,645 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Elv. \text{ PPV} &= 784,279 + 0.107 \\
 &= 784,386 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Elv. \text{ 1}^{\prime} &= 784,279 + \frac{7,09 \times 7,5}{100} + \frac{2,86 \times 7,5^2}{6000} \\
 &= 784,838 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Elv. \text{ 2}^{\prime} &= 784,279 - \frac{4,23 \times 7,5}{100} + \frac{2,86 \times 7,5^2}{6000} \\
 &= 783,989 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan cara yang sama (analog) diperoleh hasil elevasi masing-masing lengkung vertikal seperti pada tabel 4.1 berikut ini:

Tabel 1 Tinggi elevasi as jalan pada masing – masing titik yang ditinjau

Segmen	V (Km/jam)	g1 (%)	g2 (%)	Elv dsr (m)	A (%)	L (m)	x (m)	x2 (m)
ke-2 - 3	40	-4,23	-2,34	768,415	1,89	30	7,5	56,25
ke-3 - 4	40	-2,34	-5,16	765,495	2,82	30	7,5	56,25
ke-4 - 5	40	-5,16	-3,76	752,594	1,40	30	7,5	56,25
ke-5 - 6	40	-3,76	-3,09	743,204	0,67	30	7,5	56,25

Lanjutan Tabel 1 Tinggi elevasi as jalan pada masing – masing titik yang ditinjau

Segmen	EV (m)	Y1` (m)	Y2` (m)	Elv. PLV (m)	Elv. PTV (m)	Elv. PPV (m)	Elv. 1` (m)	Elv. 2` (m)
ke-2 - 3	0.071	0.018	0.018	769.050	768.064	768.486	768.750	768.257
ke-3 - 4	0.100	0.025	0.025	765.846	764.721	765.395	765.65	765.083
ke-4 - 5	0.063	0.013	0.013	753.368	752.030	752.647	752.994	752.325
ke-5 - 6	0.025	0.006	0.006	743.768	742.741	743.229	743.492	742.979

### 3.2 Pengecekan Alinemen Horisontal

Berdasarkan dari gambar peta situasi daerah yang ditinjau, maka harus diperiksa juga kondisi alinemen horisontal pada daerah tersebut. Berdasarkan gambar diperoleh besarnya harga  $T_c$  dan  $\Delta$  pada tikungan yang ada yaitu:

$$T_c = 50 \text{ m}$$

$$\Delta = 16^\circ$$

Berdasarkan data di atas untuk mengetahui lengkung horisontal yang ada check dengan menggunakan bentuk busur lingkaran (FC)

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } V &= 40 \text{ Km/jam} \\ T_c &= 50 \text{ m} \\ \Delta &= 16^\circ \\ R_{\min} &= 250 \text{ m (dari tabel 2.5)} \end{aligned}$$

Penyelesaian :

$$T_c = R_c \tan \frac{1}{2} \Delta$$

$$R_c = \frac{50}{\tan \frac{1}{2}(16^\circ)}$$

$$= 355,77 \text{ m} \rightarrow R_c > R_{\min} \dots \dots \dots \text{ ok!}$$

Karena  $R_c > R_{\min}$  maka lengkung horisontal yang ada merupakan bentuk busur lingkaran (FC) dengan data sebagai berikut:

$$R_c = 355,77 \text{ m}$$

$$T_c = 50 \text{ m}$$

$$\Delta = 16^\circ$$

$$\begin{aligned} E_c &= T_c \tan \frac{1}{4} \Delta & L_c &= \frac{\Delta 2\pi R_c}{360^\circ} \\ &= 50 \tan \frac{1}{4} (16^\circ) & &= \frac{16 \times 2 \times 3.14 \times 355,77}{360^\circ} \\ &= 3,49 \text{ m} & &= 99,30 \text{ m} \end{aligned}$$

### 3.3 Perhitungan Saluran Drainase

#### 1) Waktu inlet ( $t_1$ )

$$t_1 = \left\{ \frac{2}{3} \times 3,28 \times L_t \times \frac{nd}{\sqrt{k}} \right\}^{0,167}$$

diketahui:  $L_3 > L_1 + L_2$ , maka  $L_t = 30 \text{ m}$

$nd = 0,1$  (berdasarkan tabel 2.8)

$$k = 4 \%$$

Penyelesaian:

$$t_1 = \left\{ \frac{2}{3} \times 3,28 \times 25 \times \frac{0,1}{\sqrt{0,04}} \right\}^{0,167}$$

$$= 1,74 \text{ mnt}$$

## 2) Waktu pengaliran ( $t_2$ )

$$t_2 = \frac{L}{(60)V}$$

Untuk menghitung besarnya kecepatan aliran yang ada di lapangan diambil ukuran dimensi drainase yang dominan ada di lapangan, dengan besar kelandaian sesuai kelandaian jalan yang telah direncanakan pada alinemen vertikal.

$$V = \frac{1}{n} J^{2/3} S^{1/2}$$

diketahui :  $L = 225 \text{ m}$

$$S = 7,09 \%$$

$$n = 0,015 \text{ (beton, dibuat ditempat tabel 2.9)}$$

$$A = b \times h \rightarrow b = 0,35 \text{ m}$$

$$h = 0,3 \text{ m (0,4 - 0,1)}$$

$$V = \frac{1}{0,015} \left( \frac{0,35 \times 0,3}{0,35 + 2(0,3)} \right)^{2/3} (0,0709)^{1/2}$$

$$= 4,17 \text{ m/dtk}$$

$$t_2 = \frac{225}{60(4,17)}$$

$$= 0,90 \text{ mnt}$$

$$t_c = t_1 + t_2$$

$$= 1,74 + 0,90$$

$$= 2,64 \text{ mnt}$$

Berdasarkan harga di atas maka Intensitas curah hujan pada lokasi tersebut untuk periode ulang 10 tahun dapat dihitung.

$$I_{10} = \frac{2399,261}{2,64 + 17,246}$$

$$= 120,655$$

Dengan menggunakan cara yang sama (analog) diperoleh besarnya masing – masing Intensitas pada setiap segmen jalan seperti terlihat pada tabel 4.2 berikut ini:

Tabel 2 Mencari besarnya nilai intensitas curah hujan

Segmen	b (m)	h (m)	bxh (m <sup>2</sup> )	b+2h (m)	n	J2/3	S (%)	S1/2	V (m/dtk)
1	0.35	0.30	0.11	0.95	0.015	0.236	7.09	0.265	4.17
2	0.50	0.50	0.25	1.50	0.015	0.303	4.23	0.206	4.16
3	0.60	0.40	0.24	1.40	0.015	0.308	2.34	0.153	3.14
4	0.45	0.50	0.23	1.45	0.015	0.293	5.16	0.227	4.43
5	0.50	0.55	0.28	1.60	0.015	0.313	3.76	0.194	4.05
6	0.55	0.60	0.33	1.75	0.015	0.329	3.09	0.176	3.86

lanjutan Tabel 2 Mencari besarnya nilai intensitas curah hujan

Segmen	nd	k	k1/2	L (m)	Lt (m)	V (m/dtk)	t1 (mnt)	t2 (mnt)	tc (mnt)	I
1	0.1	0.04	0.200	225	25	4.17	1.74	0.9	2.64	120.655
2	0.1	0.05	0.224	375	25	4.16	1.70	1.50	3.20	117.332
3	0.1	0.07	0.265	125	25	3.14	1.13	0.66	1.79	126.015
4	0.1	0.07	0.265	250	30	4.43	1.71	0.94	2.65	120.587
5	0.1	0.08	0.283	250	30	4.05	1.69	1.03	2.72	120.175
6	0.1	0.08	0.283	175	30	3.86	1.69	0.76	2.45	121.842

**3) Luas daerah pengaliran**

$$\begin{aligned}
 A &= L (L_1 + L_2 + L_3) \\
 &= 225 (1,9 + 1,2 + 25) \\
 &= 6322,5 \text{ m}^2 \\
 &= 6,3225 \times 10^{-3} \text{ km}^2
 \end{aligned}$$

**4) Koefisien pengaliran**

Berdasarkan tabel 2.10a diperoleh harga koefisien limpasan (c)

$$C_1 = 0,8 \text{ (aspal)}$$

$$C_2 = 0,2 \text{ (tanah berbutir kasar)}$$

$$C_3 = 0,8 \text{ (atap)}$$

$$\begin{aligned}
 C_w &= \frac{C_1 L_1 + C_2 L_2 + C_3 L_3}{L_1 + L_2 + L_3} \\
 &= \frac{0,8(1,9) + 0,2(1,2) + 0,8(25)}{1,9 + 1,2 + 30} \\
 &= 0,774
 \end{aligned}$$

**5) Debit Aliran**

$$Q_r = \frac{C_w I A}{3,6}$$

$$= \frac{0,774 \times 120,655 \times 6,3225 \times 10^{-3}}{3,6}$$

$$= 0,164 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$Q_{\text{sal}} = F \times V$$

$$= 0,35 \times 0,3 \times 4,17$$

$$= 0,438 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$\therefore Q_{\text{sal}} > Q_{\text{R}}$  ..... ok! (dimensi saluran dapat dipakai)

Dengan menggunakan cara yang sama (analog) diperoleh besarnya masing – masing debit pada setiap segmen jalan seperti terlihat pada tabel 4.3 berikut ini:

Tabel 3 Menghitung besarnya nilai  $Q_r$

Segmen	L (m)	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)	C1	C2	C3	A (m <sup>2</sup> )	C	I	$Q_r$ (m <sup>3</sup> /dtk)
1	225	1.9	1.2	25	0.8	0.2	0.8	6322.5	0.774	120.655	0.164
2	375	1.9	1.2	25	0.8	0.2	0.8	10537.5	0.774	117.332	0.430
3	125	1.9	1.2	25	0.8	0.2	0.8	3512.5	0.774	126.015	0.525
4	250	1.9	1.2	30	0.8	0.2	0.8	8275.0	0.778	120.587	0.741
5	250	1.9	1.2	30	0.8	0.2	0.8	8275.0	0.778	120.175	0.956
6	175	1.9	1.2	30	0.8	0.2	0.8	5792.5	0.778	121.842	1.109

Karena bentuk drainase ini menerus (tanpa adanya saluran pembuangan) maka nilai  $Q_r$  berikutnya, merupakan hasil penjumlahan dari nilai  $Q_r$  sebelumnya.

Tabel 4 Pengecekan besarnya  $Q_r$  terhadap  $Q_{\text{sal}}$

Segmen	b (m)	h (m)	F (m <sup>2</sup> )	V (m/dtk)	$Q_{\text{sal}}$ (m <sup>3</sup> /dtk)	$Q_r$ (m <sup>3</sup> /dtk)	Ket.
1	0.35	0.30	0.105	4.17	0.438	0.164	ok!
2	0.50	0.50	0.250	4.16	1.040	0.430	ok!
3	0.50	0.50	0.250	3.14	0.785	0.525	ok!
4	0.45	0.50	0.225	4.43	0.997	0.741	ok!
5	0.50	0.55	0.275	4.05	1.114	0.956	ok!
6	0.55	0.60	0.330	3.86	1.274	1.109	ok!

#### IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil evaluasi, maka dapat dibuat beberapa kesimpulan dari hasil evaluasi kondisi badan jalan pada jalan Kuncir – Sawahan STA. 3+000 s/d STA. 3+500, Kab. Nganjuk sebagai berikut:

1. Perbaiki kondisi alinemen vertikal diperlukan agar kenyamanan dan keamanan pengguna jalan dapat lebih ditingkatkan. Perhitungan alinemen vertikal didapatkan hasil Elv. 1 sebesar 784,838 m dan Elv. 2 sebesar 783,989 m.



2. Banjir yang terjadi di jalan ini karena kondisi saluran drainase yang tidak memadai, potongan melintang badan jalan yang kurang baik, dan juga terjadinya penyumbatan – penyumbatan pada saluran drainase oleh sampah dan timbunan pasir. Selain itu adanya kondisi dimana saluran drainase yang ada lebih tinggi dari pada badan jalannya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ananda, R., & Retno, D. P. (2014). Evaluasi Perencanaan Geometrik Pada Ruas Jalan Lubuk Sakat–Teluk Petai Pada km 2–km 4, 8 Kabupaten Kampar. *Jurnal Saintis*, 14(2), 54–65.
- [2] Badrujaman, A. (2016). Perencanaan Geometrik Jalan dan Anggaran Biaya Ruas Jalan Cempaka–Wanaraja Kecamatan Garut Kota. *Jurnal Konstruksi*, 14(1).
- [3] Bethary, R. T., & Pradana, M. F. (2016). PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN ALTERNATIF PALIMA-CURUG ((Studi Kasus: Kota Serang). *Jurnal Fondasi*, 5(2).
- [4] Candra, A. I., Mudjanarko, S. W., & Limantara, A. D. (2017). Manajemen Data Lalu Lintas Kendaraan Berbasis Sistem Internet Cerdas Kadiri. *Semnastek*, 4(2), 1–2. Retrieved from [jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek](http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek)
- [5] Kamiana, I. M. (2011). Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air. *Graha Ilmu, Yogyakarta*.
- [6] Marga, B. (1997). Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota. *Direktorat Pembinaan Jalan Kota. Jakarta*.
- [7] Marga, D. D. B. (1997). Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota. *Dirjen DPU Bina Marga*.
- [8] Palar, R. T., Kawet, L., Wuisan, E. M., & Tangkudung, H. (2013). Studi Perbandingan Antara Hidrograf SCS (Soil Conservation Service) dan Metode Rasional pada DAS Tikala. *Jurnal Sipil Statik*, 1(3).
- [9] Pribadi, D., Paransa, M. J., Sendow, T. K., & Undap, L. J. (2013). Tinjauan geometrik jalan pada ruas Jalan Airmadidi-Tondano menggunakan alat bantu GPS. *Jurnal Sipil Statik*, 1(7).
- [10] Purwanto, D., Indriastuti, A. K., & Basuki, K. H. (2015). Hubungan antara kecepatan dan kondisi geometrik jalan yang berpotensi menyebabkan kecelakaan lalu lintas pada tikungan. *MEDIA KOMUNIKASI TEKNIK SIPIL*, 21(2), 83–90.
- [11] Silvia, S. (1994). Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan. *Penerbit Nova. Bandung*.
- [12] SKBI–2.3. 26. 1987, UDC: 625.73 (02), D. P. U. (1970). Petunjuk Perencanaan Komponen Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Jalan. *Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya*, (13).
- [13] Sosrodarsono, S., & Takeda, K. (1983). Hidrologi Untuk Pengairan, PT. *Pradnya Paramita, Jakarta*.
- [14] Supriyani, E., Bisri, M., & Dermawan, V. (2013). Studi Pengembangan Sistem Drainase Perkotaan Berwawasan Lingkungan (Studi Kasus Sub Sistem Drainase Magersari Kota Mojokerto). *Jurnal Teknik Pengairan*, 3(2), 112–121.