

**EVALUASI KINERJA DAN TEBAL PERKERASAN DENGAN MENGGUNAKAN
METODE BINA MARGA 2013 DAN DRAINASE JALAN (Study Kasus Jalan
Hayam Wuruk Pada STA 0+00 s/d 2+500 Kec. Kaliwates Kab. Jember)
EVALUATION OF PERFORMANCE AND PAVEMENT THICKNESS USING THE 2013
BINA MARGA METHOD AND ROAD DRAINAGE (Case Study on Hayam Wuruk Road at
STA 0+00 to 2+500 Kaliwates District, Jember Regency)**

Renando Regi Ardhana¹, Adhitya Surya Manggala, Nanang Saiful Rizal³

Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Jalan Semeru 6/F16 RT 3 RW 3 Jember, Jawa Timur

Email: renandoregi25@gmail.com

Abstrak

Jalan Hayam Wuruk Kecamatan Kaliwates Kabupaten Jember merupakan jalan salah satu jalan yang bergelombang dan sebagian berlubang, Area sekitar ruas jalan Hayam Wuruk merupakan kawasan komersial seperti ruko, rumah makan dan pusat pembelanjaan yang mempunyai tingkat aktivitas yang tinggi, sehingga kondisi arus lalu lintas pada daerah tersebut memiliki tingkat pertumbuhan yang signifikan. Data yang diperlukan untuk Perencanaan Sistem Drainase Di Kawasan Jalan Hayam Wuruk Kaliwates Kabupaten Jember adalah Data Sekunder : Data curah hujan, dan Data Primer : Menghitung Volume Lalu Lintas Harian Rata – rata, Data Situasi, California Bearing Rasio (CBR). Hasil dari penelitian mempunyai nilai Derajat Kejenuhan (DS) se-besar 0,75 dengan meningkatnya pelayanan (D), tingkat pelayanan UR 20 tahun dengan nilai 8,26 cm, tebal perkerasan UR 20 tahun dengan nilai 4 cm, dan dimensi saluran drainase pada ruas Jalan Hayam Wuruk mendapatkan tinggi, lebar 1 m, tinggi jalan 0,3 m dan ketebalan untuk pasangan bebatuan batu kali 0,3 m

Kata - Kata Kunci : *Tingkat Pelayanan, Tebal Perkerasan, Drainase.*

Abstract

Street Hayam Wuruk, Kaliwates Subdistrict, Jember Regency is a road that is bumpy and partially hollow. The area around the Hayam Wuruk road is a commercial area such as shop houses, restaurants and shopping centers that have a high level of activity, so that traffic conditions in the area have a significant growth rate. The data needed for Drainage System Planning in the Jalan Hayam Wuruk Kaliwates Jember Regency are Secondary Data: Rainfall data, and Primary Data: Calculating Average Daily Traffic Volume, Situation Data, California Bearing Ratio (CBR). The results of the study have a degree of saturation (DS) value of 0.75 with increasing service (D), the service level of UR 20 years with a value of 8.26 cm, thickness of pavement UR 20 years with a value of 4 cm, and dimensions of drainage channels at Jalan Hayam Wuruk section has a height, width of 1 m, height of 0.3 m and thickness for stone pairs of stone 0.3 m

Keywords: Service Level, Pavement Thickness, Drainage.

1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam kehidupan ini jalan merupakan salah satu kebutuhan yang cukup penting. Kualitas dari jalan juga ditingkatkan dari hari ke hari, struktur dan manajemen mengenai jalan juga tak kalah penting. Salah satunya adalah mengenai penanganan jalan,. Jalan Raya pada Jalan Hayam Wuruk Jember merupakan salah satu jalan yang bergelombang dan sebagian berlubang di Kabupaten Jember. Jalan tersebut mengakibatkan kecelakaan, kemacetan dan tundaan dikarenakan arus lalin yang sangat ramai terpenting pada jam-jam repot dengan adanya kendaraan di jalan tersebut. Arus lalin tersebut merupakan Jalan menghubungkan dari Kaliwates menuju Kabupaten Jember hal ini menyebabkan banyak kendaraan lewat setiap harinya, di ikuti banyaknya aktivitas keluar masuk dari lingkungan sekitar jalan yang sangat banyak. Dengan sedemikian arus lalin yang menjalani jalan tersebut pada tiap harinya sangat banyak terpenting pada saat jam-jam puncak

B. Rumusan Masalah

Pada rumusan masalah dalam pemeriksaan dan pengkajian Skripsi ini, ialah :

1. Bagaimana tingkat pelayanan di Jalan Hayam Wuruk Kaliwates Kab. Jember?
2. Bagaimana tingkat pelayanan umur rencana 20 tahun Jalan Hayam Wuruk Kaliwates Kabupaten Jember?
3. Berapa tebal perkerasan rencana UR 20 di Jalan Hayam Wuruk Kaliwates Kabupaten Jember
4. Berapa ukuran selokan drainase pada ruas Jalan Hayam Wuruk Kaliwates Kab. Jember setelah perencanaan ulang menggunakan Log Pearson Type III?

C. Batasan Masalah

Pemeriksaan ini dilaksanakan atas dasar batas sebagai berikut:

1. Survey ini dilaksanakn di ruas Jalan Hayam Wuruk Kaliwates Kab. Jember.

2. Cuma menilai kinerja jalan atas desain Bina Marga 2013 pada ruas Jalan Hayam Wuruk Kaliwates Kab. Jember
3. Pengutipan data dan observasi bagian kendaraan :
 - a. Data jarak dan posisi tempat eksplorasi
 - b. Data bagian kendaraan dapat dari observasi langsung (primer) atau dari Dinas Pekerjaan Umum (sekunder)
4. Menilai ukuran selokan drainase pada ruas Jalan Hayam Wuruk Kaliwates Jember.
 - a. Data bagian kendaraan dan data California Bearing Rasio (CBR) beroleh dari observasi langsung (primer), maupun dari dinas pekerjaan umum (skunder).
 - b. Data curah hujan beroleh dari dinas pengairan Jember (sekunder).
 - c. Tidak memperkirakan biaya (RAB).

D. Tujuan Penelitian

Pada pemeriksaan skripsi ini akan dilaksanakan *survey* dan penilaian langsung di lokasi pemeriksaan. kecuali itu, pemeriksaan ini juga melaksanakan pemantauan nilai kendaraan (LHR) dan *California Bearing Rasio* (CBR) setelah itu buat dihitung lapisan perkerasan lenturnya. Akan halnya tujuan pemeriksaan ini ialah :

1. Memahami tingkat pelayanan di Jalan Hayam Wuruk Kaliwates Kab. Jember.
2. Mengetahui tingkat pelayanan umur rencana 20 tahun Jalan Hayam Wuruk Kaliwates Kabupaten Jember.
3. Mendapatkan nilai tebal perkerasan rencana UR 20 di Jalan Hayam Wuruk Kaliwates Kabupaten Jember.
4. Mendapatkan nilai ukuran selokan drainase diruas Jalan Hayam Wuruk Kaliwates Kab. Jember setelah perencanaan ulang menggunakan Log Pearson Type III.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Penjelasan Jalan

Jalan adalah jalan yang melambangkan dua wadah yang sudah dilapisi bersama aspal maupun diperbaiki supaya dapat meluluskan

pejalan dengan jalan kaki maupun kendaraan bermotor, kereta, dll

B. Drainase

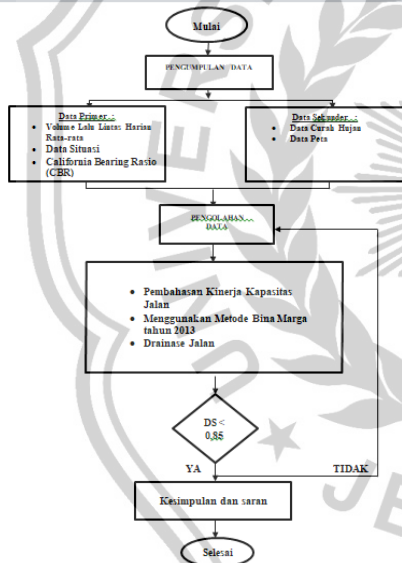
Drainase membentuk salah satu akomodasi dasar yang memadati kebutuhan warga dan membentuk komponen terpenting didalam perancangan kota.

3. METODE PENELITIAN

A. Pemilihan Lokasi

Lokasi pemeriksaan yang menjadikan bahan pemeriksaan ialah Ruas Jalan Hayam Wuruk Kaliwates Jember dengan perkiraan panjang sekitar 2,5 km, Ruas jalan ini memiliki 6 meter bersama lebar bahu jalan 1,5 meter.

B. Flow Chart



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Data Lapangan

Berikut data perencanaan untuk merencanakan ulang perkerasan lentur Jalan dan dimensi Drainase :

- Jenis jalan : Jalan nasional
- Panjang jalan : 2,5 km
- Tipe jalan : Jalan 1 jalur, 2 lajur dan 2 arah
- Lebar jalan : 21,2 meter
Arah 1 : 11 meter

- Arah 2 : 10,2 meter
 - Lebar bahu jalan : 1,2 meter
 - Topografi : gelombang
 - Umur rencana : 20 tahun
- Drainase 1
- Lebar drainase : 1,02 meter
 - Tinggi drainase : 0,7 meter
 - Bahu drainase : 0,4 meter
- Drainase 2
- Lebar drainase : 0,96 meter
 - Tinggi drainase : 0,53 meter
 - Bahu drainase : 0,3 meter

B. Data Lalu Lintas

Tabel 1. LHR Arah Jember (Kend/Jam)

Jam (WIB)	Sepeda Motor	Mobil pribadi, pick up, mobil box	bus truk 2 as, 3 as, gandeng	Kendaraan tak bermotor
	MC	LV	HV	UM
06.00 - 07.00	266	113	0	18
07.00 - 08.00	271	110	0	10
08.00 - 09.00	212	99	0	11
09.00 - 10.00	164	92	0	9
10.00 - 11.00	151	112	0	10
11.00 - 12.00	140	99	0	8
12.00 - 13.00	135	101	0	8
13.00 - 14.00	129	99	0	10
14.00 - 15.00	120	88	0	9
15.00 - 16.00	110	116	0	12
16.00 - 17.00	99	100	0	8
17.00 - 18.00	114	92	0	9
18.00 - 19.00	111	72	0	10
19.00 - 20.00	100	65	0	9
20.00 - 21.00	99	47	0	7
21.00 - 22.00	98	42	0	9
22.00 - 23.00	93	39	0	1
23.00 - 24.00	69	26	0	0
24.00 - 01.00	32	24	0	0
01.00 - 02.00	39	29	1	3
02.00 - 03.00	51	44	0	3
03.00 - 04.00	86	66	0	5
04.00 - 05.00	139	98	0	14
05.00 - 06.00	166	109	0	21
Jumlah	2994	1882	1	204

Sumber: Hasil Pengamatan

Tabel 2 LHR Arah Surabaya (Kend/Jam)

Jam (WIB)	Sepeda Motor	Mobil pribadi, pick up, mobil box	bus truk 2 as, 3 as, gandeng	Kendaraan tak bermotor
	MC	LV	HV	UM
06.00 - 07.00	277	119	0	21
07.00 - 08.00	265	126	0	22
08.00 - 09.00	219	106	0	10
09.00 - 10.00	166	199	0	11
10.00 - 11.00	142	123	0	9
11.00 - 12.00	133	119	0	9
12.00 - 13.00	106	106	0	11
13.00 - 14.00	111	99	0	12
14.00 - 15.00	112	89	0	13
15.00 - 16.00	98	67	0	9
16.00 - 17.00	91	68	0	9
17.00 - 18.00	83	64	0	9
18.00 - 19.00	86	66	0	8
19.00 - 20.00	99	76	0	5
20.00 - 21.00	95	57	0	5
21.00 - 22.00	102	59	0	1
22.00 - 23.00	98	44	0	0
23.00 - 24.00	89	42	0	0
24.00 - 01.00	38	31	0	1
01.00 - 02.00	49	34	0	1
02.00 - 03.00	77	46	1	7
03.00 - 04.00	97	50	1	9
04.00 - 05.00	123	92	0	16
05.00 - 06.00	224	109	0	24
Jumlah	2980	1991	2	222

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari grafik tersebut diketahui jam pucak berlangsung pada jam 07.00 – 08.00 bersama total kendaraan se-besar 505 kendaraan/jm. Dan pada grafik ini kendaraan tak bermotor (UM) ikut terhitung.

Maka nilai dari C adalah :

$$C = 1650 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 1650,00 \text{ smp/jm}$$

Tabel 3 LHR 2021 (Kendaraan/Jam)

No	Jenis Kendaraan	Jember	Surabaya	Jumlah	Jam	Kendaraan/Jam
1	Sepeda motor, roda 3 (tossa)	2994	2980	5974	24	248,9166667
2	Kendaraan ringan, mobil pribadi, pick up, mobil box, mobil hantaran	1882	1991	3873	24	161,375
3	Truk 2 as	1	2	3	24	0,125
4	Sepeda, becak	204	222	426	24	17,75
	Jumlah	5081	5195	10276		428,1666667

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4 Qsmp LHR 2021

No	Jenis Kendaraan	LHR 2021	EMP MKJI 1997	Qsmp 2021
1	Sepeda motor, roda 3 (tossa)	248,91	0,35	87,1185
2	Kendaraan ringan, mobil pribadi, pick up, mobil box, mobil hantaran	161,375	1	161,375
3	Truk 2 as	0,125	1,2	0,15
4	Sepeda, becak	17,75	0,85	15,0875
	Jumlah	Q		263,731

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 5 Kapasitas dan Derajat Kejenuhan LHR 2021

C	$C_0 \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs}$
C_0	1650
FC_w	1,00
FC_{sp}	1,00
FC_{sf}	1,00
FC_{cs}	1,00
C	1650,00
Q	263,731
$DS = Q / C$	0,1598369

Sumber : Hasil Perhitungan

Untuk $C_{smp} = 1650,00$ smp/jm dan $Q_{smp} 2021 = 263,731$ per-jm, sehingga diperoleh DS bagai beserta :

$$DS = Q / C = 263,731 / 1650,00 = 0,1598369 \text{ (A)}$$

Dimana hitungan DS 0,1598369 (A) ialah keadaan aliran lepas bersama kecepatan sangat tinggi dan nilai lalin sangat rendah. Juru mudi mendapat memilah kecepatan yang diinginkanya minus hambatan.

Dimana hasil DS 0,1598369 (A) ialah keadaan aliran lepas bersama kecepatan sangat tinggi dan nilai lalin sangat rendah. Juru mudi mendapat memilah kecepatan yang diinginkanya minus hambatan

Tabel 6 Qsmp LHR 2041

No	Jenis Kendaraan	LHR 2020	$(1+i)^2$ $i = 5\%$	EMP MKJI 1997	Qsmp 2040
1	Sepeda motor, roda 3 (tossa)	248,91	2,653298	0,35	231,1513418
2	Kendaraan ringan, mobil pribadi, pick up, mobil box, mobil hantaran	161,375	2,653298	1	428,1759648
3	Truk 2 as	0,125	2,653298	1,2	0,3979947
4	Sepeda, becak	17,75	2,653298	0,85	40,03163358
	Jumlah				699,7569348

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 7 Kapasitas dan Derajat Kejenuhan LHR 2041

C	Co x FCw x FCsp x FCsf x FCcs
Co	1650
FCw	1
FCsp	1
FCsf	1
FCcs	1
C	1.650,00
Q	699,7569348
DS = Q/C	0,424095112

Sumber: Hasil Perhitungan

Untuk C smp = 1650,00 smp/jm dan Qsmp 2041 = 699,7569348 per jam, sehingga diperoleh DS sebagai beserta :

$$DS = Q / C = 699,7569348 / 1650,00 = 0,4240955112 (E)$$

Dimana hitungan DS 0,424095112 (B) ialah dalam zona wajib normal. Juru mudi mempunyai kebebasan yang layak untuk memilah kecepatannya.

Tabel 4.8 Perhitungan Jam Puncak Qsmp 2021

JEMBER - SURABAYA							
Pukul	Sepeda motor, roda 3 (tossa)	Mobil pribadi, mobil hantaran, pick up, mobil box.	Qmp			Total Qmp	
(WIB)	MC	LV	HV	MC	LV	HV	
06.00 - 07.00	266	113	0	93,1	113	0	206,1
07.00 - 08.00	271	110	0	94,55	110	0	204,55
08.00 - 09.00	212	99	0	74,2	99	0	173,2
09.00 - 10.00	164	92	0	57,4	92	0	149,4
10.00 - 11.00	151	112	0	52,85	112	0	164,85
11.00 - 12.00	140	99	0	49	99	0	148
12.00 - 13.00	135	101	0	47,25	101	0	148,25
13.00 - 14.00	129	99	0	45,15	99	0	144,15
14.00 - 15.00	120	88	0	42	88	0	130
15.00 - 16.00	110	116	0	38,5	116	0	154,5
16.00 - 17.00	99	100	0	34,65	100	0	134,65
17.00 - 18.00	114	92	0	39,9	92	0	131,9
18.00 - 19.00	111	72	0	38,85	72	0	110,85
19.00 - 20.00	100	65	0	35	65	0	100
20.00 - 21.00	99	47	0	34,65	47	0	81,65
21.00 - 22.00	98	42	0	34,3	42	0	76,3
22.00 - 23.00	93	39	0	32,55	39	0	71,55
23.00 - 24.00	69	26	0	24,15	26	0	50,15
24.00 - 01.00	32	24	0	11,2	24	0	35,2
01.00 - 02.00	39	29	1	13,65	29	1,2	43,85
02.00 - 03.00	51	44	0	17,85	44	0	61,85
03.00 - 04.00	86	66	0	30,1	66	0	96,1
04.00 - 05.00	139	98	0	48,65	98	0	146,65
05.00 - 06.00	166	109	0	58,1	109	0	167,1
Jumlah	2994	1882	1	1047,9	1882	1,2	2931,1

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 9 Perhitungan Jam Puncak Qsmp 2021

SURABAYA - JEMBER							
Pukul	Sepeda motor, roda 3 (tossa)	Mobil pribadi, mobil hantaran, pick up, mobil box.	Qmp			Total Qmp	
(WIB)	MC	LV	HV	MC	LV	HV	
06.00 - 07.00	277	119	0	96,95	119	0	215,95
07.00 - 08.00	265	126	0	92,75	126	0	218,75
08.00 - 09.00	219	106	0	76,65	106	0	182,65
09.00 - 10.00	166	199	0	58,1	199	0	257,1
10.00 - 11.00	142	123	0	49,7	123	0	172,7
11.00 - 12.00	133	119	0	46,55	119	0	168,55
12.00 - 13.00	106	106	0	37,1	106	0	143,1
13.00 - 14.00	111	99	0	38,85	99	0	137,85
14.00 - 15.00	112	89	0	39,2	89	0	128,2
15.00 - 16.00	98	67	0	34,3	67	0	101,3
16.00 - 17.00	91	68	0	31,85	68	0	99,85
17.00 - 18.00	83	64	0	29,05	64	0	93,05
18.00 - 19.00	86	66	0	30,1	66	0	96,1
19.00 - 20.00	99	76	0	34,65	76	0	110,65
20.00 - 21.00	95	57	0	33,25	57	0	90,25
21.00 - 22.00	102	59	0	35,7	59	0	94,7
22.00 - 23.00	98	44	0	34,3	44	0	78,3
23.00 - 24.00	89	42	0	31,15	42	0	73,15
24.00 - 01.00	38	31	0	13,3	31	0	44,3
01.00 - 02.00	49	34	0	17,15	34	0	51,15
02.00 - 03.00	77	46	1	26,95	46	1,2	74,15
03.00 - 04.00	97	50	1	33,95	50	1,2	85,15
04.00 - 05.00	123	92	0	43,05	92	0	135,05
05.00 - 06.00	224	109	0	78,4	109	0	187,4
Jumlah	2930	1991	2	1043	1991	2,4	3036,4

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 10 Perincian Jm Puncak Total Kedua Arah Qsmp 2021 Saat Pandemi

Arah	Pukul	Sepeda motor, roda 3 (tossa)	Mobil pribadi, mobil hantaran, pick up, mobil box	Truk 2 as	Emp	Qsmp			Total Qsmp
	(WIB)	MC	LV	HV	MKJI 1997	MC	LV	HV	
Jember - Surabaya	07.00 - 08.00	271	110	0	0,35	94,85	110	0	204,85
Surabaya - Jember	07.00 - 08.00	265	126	0	1	92,75	126	0	218,75
Jumlah		536	236	0	1,2	187,6	236	0	423,6

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 11 Kapasitas dan Derajat Kejenuhan Jm Puncak ke 2 Arah 2021 Saat Pandemi

C	$C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs}$
C_o	1650
FC_w	1
FC_{sp}	1
FC_{sf}	1
FC_{cs}	1
C	1.650,00
Q	423,6
$DS = Q/C$	0,256727273

Sumber : Hasil Perhitungan

Untuk $C_{smp} = 1650,00$ smp/jm dan Q_{smp} jam puncak total kedua arah 2021 = 423,6 per jm, sehingga diperoleh DS bagai beserta :

$$DS = Q / C = 423,6 / 1.650,00 = 0,2567 (B)$$

Dimana hitungan DS 0,2567 (B) ialah dalam zona wajib normal. Juru mudi mempunyai kebebasan yang layak untuk memilah kecepatanya.

Tabel 12 Perhitungan Jam Punak Total Kedua Arah Q_{smp} 2041 Saat Pandemi

No	Jenis Kendaraan	LHR 2021	$(1+i)^n/2$ I=5%	LHR 2041	EMP MKJI 1997	Q_{smp} 2041
1	MC	556	2,653298	1442,167728	0,35	497,7587048
2	LV	236	2,653298	626,178328	1,2	751,4139936
3	HV	0	2,653298	0	0,85	0
Jumlah						1249,172698

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 13 Kapasitas dan Derajat Kejenuhan Jm Puncak ke 2 Arah 2041 Saat Pandemi

C	$C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs}$
C_o	1650
FC_w	1
FC_{sp}	1
FC_{sf}	1
FC_{cs}	1
C	1.650,00
Q	1249,1
$DS = Q/C$	0,7570743

Sumber : Hasil Perhitungan

Untuk $C_{smp} = 1650,00$ smp/jm dan Q_{smp} jam puncak total ke2 arah 2041 = 1249,1 per jam, sehingga memperoleh DS bagai beserta :

$$DS = Q / C = 1249,1 / 1650,00 = 0,7570 (D)$$

Dimana hitungan DS 0,7570 (D) ialah keadaan aliran lepas bersama kecepatan sangat tinggi dan nilai lalin sangat rendah. Juru mudi memilah kecepatan yang diinginkanya minus hambatan.

C. Perhitungan Perkerasan Lentur Bina Marga 2013

Dari hitungan observasi tebal perkerasan eksisting di tanah lapang ketebalan HRS WC = 2 cm, HRS Base = 2 cm, LPA Kelas A = 20 cm, dan LPA Kelas B = 10 cm.

Pada perkiraan perkerasan lentur menggunakan desain Bina Marga 2013, adapun langkah-langkah sbb :

- Pemilihan Umur Rencana (UR) 20 tahun.
 - Pembagian kendaraan dan volume VDF stnadar.
 - Memperkirakan ESA 20, dengan pengembangan lalin (i) = 5%.
 - Memperkirakan aspek penggali pertumbuhan lalin (R)
 - Nilai Traffic Multiplier (TM) = 1,8 – 2,0.
 - Memastikan aspek Distribusi Lajur (DL).
 - Perkiraan CESA 4, CESA 5, dan ESA 20 tahun.
 - Pemilahan jenis perkrasan.
 - Penyelesaian metode pondasi jalan minnum.
 - Metode perkerasan lentur pemilihan biaya minnum.
- Tebal lapis perkerasan AC-WC, AC-BC, CTB, dan LPA (struktur perkerasan). Akan halnya, perhitungannya sbb:
- Umur Rencana 20 tahun diprencanakan sesuai manual perkerasan jalan No. 02/M/BM/2013 halaman 9, yaitu lapisan lentur berbutir dan CTB, Dilihat pada tabel 2.14 (halaman 14)
 - Klasifikasi kendaraan dan nilai VDF4 standart.

3. Perkembangan lalin tabel pertumbuhan lalin tahun 2011 – 2020 Se-besar 5% untuk jalanan arteri dan perkotan

4. Perhitungan R

$$i = 5\%$$

$$UR = 20 \text{ tahun}$$

$$R = \frac{(1 + 0,01i)^{UR-1}}{0,001i}$$

$$R = \frac{(1 + 0,01(0,05))^{20-1}}{0,001(0,05)}$$

$$R = \frac{(1 + 0,0005)^{19}}{0,0005}$$

$$R = 20,09528561$$

5. Nilai Traffic Multiplier (TM) sebesar 1,8 – 2,0 dan penentuan nilai TM tersebut diambil dari rata-rata angka tersebut yaitu 1,9.

6. Memastikan Aspek Distribusi Lajur (DL).

7. Perkiraan CESA 4, CESA 5, dan ESA 20 tahun.

8. Pemilahan jenis perkerasan pada ESA 20 tahun = 2.117.726,803.

9. Solusi metode pondasi jalan minnum.

10. Metode perkrasan lentur pemilihan biaya minmu.

11. Hasil perkiraan Tebal Lapis Perkrasan HRS WC, HRS Base, LPA Klas A, LPA Klas B (Struktur Perkerasan)

12. Keadaan Eksisting Perkrasan pada ruas Jalanan Hayam Wuruk – Jember Tahun 2021 diperoleh sbb :

Selepas itu untuk memastikan pertambahan susunan lapis perkerasan umur rencana 20 tahun diperoleh dari perkiraan tebal perkerasan Bina Marga 2013 dikurangi eksisiting tebal perkrasan lapangan ialah :

$9,63 - 7,32 = 2,31$ cm, hasil tsb dibagi bersama koefisien 0,35 dari tabel, maka $2,31/0,35 = 6,6$ cm. Maka,, untuk pertambahan susunan tebal lapis perkerasan umur rencana 20 tahun sebagai 7 cm.

D. Perhitungan Curah Hujan Bulanan

Tabel 14 Data Hujan Bulanan Stasiun Ajung

Data Hujan Bulanan Stasiun Hujan Ajung														
No.	Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	Tota(kmm)
1.	2011	296	286	463	200	120	7	2	0	19	118	355	315	2181
2.	2012	318	206	294	129	39	76	64	0	0	71	24	324	1545
3.	2013	591	238	284	169	258	141	115	0	0	135	275	617	2823
4.	2014	743	181	222	248	77	38	10	20	0	112	215	465	2331
5.	2015	258	388	254	266	40	38	10	0	0	0	269	280	1783
6.	2016	434	342	210	196	295	130	17	20	138	238	447	198	2665
7.	2017	413	273	334	208	70	84	0	0	32	173	368	533	2488
8.	2018	865	451	106	54	27	36	0	3	23	0	241	259	2065
9.	2019	593	451	106	268	66	14	9	0	7	72	211	211	2008
10.	2020	348	419	473	262	0	0	0	0	0	0	0	0	1502
Rata-Rata		4827	3255	2746	200	99,2	56,4	22,7	4,5	21,9	91,9	240,5	318,2	2159,1
Maksimum		863	451	473	268	295	141	115	20	138	238	447	617	2823
Minimum		258	181	106	54	0	0	0	0	0	0	0	0	1502

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 15 Data Hujan Bulnn Stasiun Jember

Data Hujan Bulanan Stasiun Hujan Jember														
No.	Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	Tota(kmm)
1.	2011	332	296	379	182	197	17	19	0	4	105	184	532	2247
2.	2012	424	419	269	135	130	23	84	0	0	37	87	392	2030
3.	2013	676	190	192	205	28	135	134	6	0	36	363	514	2479
4.	2014	497	218	118	277	31	2	0	0	0	4	248	7	1402
5.	2015	489	235	544	334	155	0	0	0	4	4	186	282	2233
6.	2016	268	377	194	236	213	227	199	143	232	214	202	404	2909
7.	2017	406	205	274	279	80	151	10	0	31	155	410	358	2359
8.	2018	372	657	178	132	0	0	0	0	28	0	335	281	2183
9.	2019	377	657	178	163	0	0	31	0	0	0	15	15	1636
10.	2020	115	280	435	231	142	0	0	0	0	0	0	0	1203
Rata-Rata		4856	3534	2791	2174	97,6	55,5	47,7	14,9	29,9	55,5	203	278,5	2068,1
Maksimum		676	657	544	334	213	227	199	143	232	214	410	532	2909
Minimum		115	190	118	132	0	0	0	0	0	0	0	0	1203

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 16 Data Hujan Bulanan Stasiun Kedawung

Data Hujan Bulanan Stasiun Hujan Kedawung														
No.	Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	De	Tota(kmm)
1.	2011	283	328	265	331	187	11	0	0	0	111	346	277	2139
2.	2012	399	408	297	124	80	10	68	0	0	43	81	308	1819
3.	2013	616	141	330	158	292	205	68	29	0	63	248	656	2806
4.	2014	431	246	118	219	24	48	7	0	0	6	239	524	1862
5.	2015	255	359	381	308	60	48	7	0	0	0	152	280	1850
6.	2016	162	426	193	149	252	70	28	113	111	272	368	370	2508
7.	2017	405	304	305	225	114	156	16	0	32	136	422	486	2601
8.	2018	300	372	231	96	95	54	14	10	78	0	196	337	2063
9.	2019	301	372	231	220	54	4	3	0	1	2	41	41	1470
10.	2020	331	357	321	325	48	0	0	0	0	0	0	0	1382
Rata-Rata		3963	3313	2672	2149	120,6	60,6	21,1	15,2	22,2	63,3	209,3	328	2050
Maksimum		616	426	381	331	292	205	68	113	111	272	422	656	2806
Minimum		162	141	118	96	24	0	0	0	0	0	0	0	1382

Sumber : Hasil Perhitungan

E. Perhitungan Curah Hujan Tahunan Daerah Aliran Sungai (DAS)

Tabel 17 Stasiun Curah Hujan Tahunan Ajung, Jember, Kedawung

No	Tahun	STASIUN CURAH HUJAN (mm)		
		Ajung	Jember	Kedawung
		R1	R2	R3
1	2011	2.181,00	2.247,00	2.139,00
2	2012	1.545,00	2.030,00	1.819,00
3	2013	2.823,00	2.479,00	2.806,00
4	2014	2.331,00	1.402,00	1.862,00
5	2015	1.783,00	2.233,00	1.850,00
6	2016	2.665,00	2.909,00	2.508,00
7	2017	2.488,00	2.359,00	2.601,00
8	2018	2.065,00	2.183,00	2.063,00
9	2019	2.008,00	1.636,00	1.470,00
10	2020	1.502,00	1.203,00	1.382,00
Rerata		2.139,10	2.068,10	2.050,00

Sumber : Hasil Perhitungan

F. Perhitungan Curah Hujan Maksimum Per Stasiun

Tabel 18 Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Curah Hujan Ajung

No	Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)												R1 _{max} (mm)
		Jan	Peb	Mar	April	Mai	Jun	Juli	Agust	Sept	Oktr	Nop	Des	
1	2011	52	80	90	44	53	7	2	-	19	46	131	85	131
2	2012	109	57	81	55	30	38	64	-	-	48	24	62	109
3	2013	74	61	48	39	93	72	75	-	-	33	59	128	128
4	2014	312	53	55	52	46	15	8	20	-	75	36	104	312
5	2015	92	75	82	77	24	15	8	-	-	59	82	92	92
6	2016	91	80	61	52	57	50	12	13	45	72	94	65	91
7	2017	61	48	47	55	21	30	-	-	19	66	75	123	123
8	2018	190	117	36	23	9	25	-	5	23	-	41	59	190
9	2019	73	117	36	133	66	9	9	-	7	43	56	56	133
10	2020	74	92	87	80	-	-	-	-	-	-	-	-	92

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 19 Curah Hujan Maksimum Stasiun Curah Hujan Jember

No	Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)												R2 _{max} (mm)
		Jan	Peb	Mar	April	Mai	Jun	Juli	Agust	Sept	Oktr	Nop	Des	
1	2011	59	95	78	26	53	10	19	-	4	36	24	93	95
2	2012	127	116	110	72	49	9	84	-	-	10	14	71	127
3	2013	73	52	68	77	14	45	17	6	-	15	66	120	120
4	2014	97	54	27	77	7	2	-	-	-	4	40	165	165
5	2015	66	62	115	57	30	-	-	-	4	4	54	46	115
6	2016	40	65	39	49	45	15	34	55	55	22	27	67	67
7	2017	52	35	65	55	45	45	5	-	15	38	80	65	80
8	2018	65	56	67	22	-	-	-	-	20	-	46	69	69
9	2019	65	56	67	27	-	-	25	-	-	-	8	8	67
10	2020	44	34	98	65	70	-	-	-	-	-	-	-	98

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 20 Curah Hujan Maksimum Stasiun Curah Hujan Kedawung

No	Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)												R3 _{max} (mm)
		Jan	Peb	Mar	April	Mai	Jun	Juli	Agust	Sept	Oktr	Nop	Des	
1	2011	80	57	75	50	50	6	-	-	-	38	70	70	80
2	2012	94	68	95	53	26	10	54	-	-	16	20	50	95
3	2013	80	39	75	31	12	33	32	25	-	18	58	120	120
4	2014	89	36	40	69	10	26	4	-	-	6	40	215	215
5	2015	59	66	80	80	54	26	4	-	-	-	44	83	83
6	2016	35	71	72	38	83	13	16	51	36	64	49	73	83
7	2017	58	71	65	38	35	41	8	-	26	33	125	78	125
8	2018	68	67	98	19	36	33	6	4	30	-	39	129	129
9	2019	95	67	98	43	27	3	3	-	1	2	25	25	98
10	2020	65	37	40	75	12	-	-	-	-	-	-	-	85

Sumber : Hasil Perhitungan

G. Analisa Curah Hujan Rencana

Tabel 21 Pembagian Timbang Daerah Polygon Thiessen

Inisial	Stasiun CH	Luas (Ha)	Koef.
A.	Ajung	0,58	0,34
B.	Jember	0,49	0,29
C.	Kedawung	0,64	0,37
Jumlah		1,71	1

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 22 Perkiraan Curah Hujan Maksimum

No	Tahun	STASIUN CURAH HUJAN (mm)			Curah Hujan Rerata Daerah (mm)
		Ajung	Jember	Kedawung	
		0,58	0,49	0,64	
1	2011	131,0	95,0	80,0	173,7
2	2012	109,0	127,0	95,0	186,3
3	2013	128,0	120,0	120,0	209,8
4	2014	312,0	165,0	215,0	399,4
5	2015	92,0	115,0	83,0	162,8
6	2016	91,0	67,0	83,0	138,7
7	2017	123,0	80,0	125,0	190,5
8	2018	190,0	69,0	129,0	226,6
9	2019	133,0	67,0	98,0	172,7
10	2020	92,0	98,0	85,0	155,8
Rata-Rata					201,6

Sumbr : Hasil Perhitungan

H. Analisa Frekuensi dan Distribusi Data Hujan Renana

Tabel 23 Analisa Frekuensi dan Distribusi Data Hujan Rancangan

No	Tahun	R _i	P	(R _i - R _{rata})	(R _i - R _{rata}) ²	(R _i - R _{rata}) ³	(R _i - R _{rata}) ⁴
1	2011	173,7	9,09	-27,91	778,80	-21733,99	606530,45
2	2012	186,3	18,18	-15,39	236,76	-3643,02	56055,19
3	2013	209,8	27,27	8,20	67,29	551,97	4527,84
4	2014	399,4	36,36	197,77	39114,16	7735724,67	1329917475,06
5	2015	162,8	45,45	-38,81	1505,98	-58442,69	2267985,55
6	2016	138,7	54,54	-62,91	3957,29	-248941,28	15660149,28
7	2017	190,5	63,63	-11,10	123,14	-1366,52	15164,30
8	2018	226,6	72,72	24,93	621,65	15499,71	386454,30
9	2019	172,7	81,81	-28,95	837,93	-24255,53	702124,69
10	2020	155,8	90,90	-45,86	2102,86	-96431,06	4422038,89
	Rata-Rata	201,6			49345,87	7296962,27	1554038506,15
	STD DEV	74,046					
	C _s	2,496					
	C _k	6,943					
	C _v	0,367					

Sumber : Hasil Perhitungan

Berikut ini proses perhitungannya

- Kolom 3 (mencari R_i) R_i adalah curah hujan per-hari maksimum tahunan pada tahun 2011, yaitu senilai 173,7 mm.
- Kolom 4 (mencari P) P atau plotting mendapat dicari bersama rumus $\left(\frac{m}{n+1}\right) \times 100\%$. Beserta contoh perkiraan pada tahun 2011 :

$$= \left(\frac{m}{n+1}\right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{1}{10+1}\right) \times 100\%$$

$$= 9,09\%$$
- Kolom 5 (R_i - R_{rata}) Merupakan hasil dari pengurangan curah hujan per-hari maksimum per-tahun dan curah hujan harian maksimum tahunan rerata

$$= 173,7 - 201,6$$

$$= -27,9$$
- Kolom 6 (R_i - R_{rata})² Merupakan hasil pangkat 2 dari kolom 5

$$= -27,9^2$$

$$= 778,41$$
- Kolom 7 (R_i - R_{rata})³ Merupakan hasil pangkat 3 dari kolom 5

$$= -27,9^3$$

$$= -21717,63$$
- Kolom 8 (R_i - R_{rata})⁴ Merupakan hasil pangkat 4 dari kolom 5

$$= -27,9^4$$

$$= 605922,12$$

Tabel 24 Perhitungan Diseminasi Log Pearson Tipe III

No	Tahun	R	LogR	Log R - Log R _r	(Log R - Log R _r) ²	(Log R - Log R _r) ³
1	2011	173,7	2,240	-0,045	0,002	0,000
2	2012	186,3	2,270	-0,015	0,000	0,000
3	2013	209,8	2,322	0,037	0,001	0,000
4	2014	399,4	2,601	0,316	0,100	0,032
5	2015	162,8	2,212	-0,073	0,005	0,000
6	2016	138,7	2,142	-0,143	0,020	-0,003
7	2017	190,5	2,280	-0,005	0,000	0,000
8	2018	226,6	2,355	0,070	0,005	0,000
9	2019	172,7	2,237	-0,048	0,002	0,000
10	2020	155,8	2,193	-0,093	0,009	-0,001
n =	10					
	Jumlah		22,852	0,000	0,145	0,028
	Rata-Rata		2,285			

Sumber : Hasil Perhitungan

I. Hasil Perkiraan Curah Hujan Perancangan

Tabel 25 Perkiraan Hujan Rencana

Tr (tahun)	Pr (%)	K	K _s Sy	Log Rt	Rt (mm)
2	50	-0,017	-0,0022	2,28	191,89
5	20	0,836	0,11	2,39	246,28
10	10	1,292	0,16	2,45	281,43
25	4	1,785	0,23	2,51	325,10
50	2	2,107	0,27	2,55	357,21
100	1	2,400	0,30	2,59	389,18

Sumber : Hasil Perhitungan

J. Perkiraan Intensitas Hujan Rerata

Tabel 25 Perkiraan Intensitas Hujan Rerata

No	Kala Ulang (tahun)	Hujan Rancangan (mm)	t _c (jam)	I (mm/jam)
1	2	191,89	0,48	108,167
2	5	246,28	0,48	138,827
3	10	281,43	0,48	158,640
4	25	325,10	0,48	183,253
5	50	357,21	0,48	201,356

Sumber : Hasil Perhitungan

K. Analisa Dimensi Saluran Existing

Luasan area air yang mengalir ke saluran sebelah timur atau kiri sebesar 665,184 m², sedangkan untuk yang sebelah barat atau kanan sebesar 692,896 m².

Dalam analisa jejaring dan selokan drainase, terlebih berlalu harus memahami debit maksimum prancangan dengan kala ulang tahun tertentu dan peneliti disini merencanakan debit maksimum selama 50 tahun dan diambil contoh untuk perhitungan yang 10 tahun, dari debit tersebut jika diperoleh analisa metode saluran existing. Untuk metode aliran memakai aliran berbentuk persegi, berikut perhitungannya :

- Dalam eksplorasi ini kecepatan aliran memerlukan dimensi pelampung dengan perhitungan Q1 sbb :
 $Q1 = A \times V$
 $A = B \times H \times V = 1 \times 1 \times 1,70$
 $Q1 = 1,7 \text{ m}^3/\text{det}$
- Perhitungan Q2 dan Q3

Tabel 26 Perhitungan Q2 dan Q3

No	C	I m/dtk	A m ²	Q2 m ³ /dtk
1.	0,7	0,0011211	665,184	0,1450
2.	0,7	0,0011211	692,896	0,1511

Sumber : Hasil Perhitungan

- Dimana Q = Debit banjir maksimum (m³/det)
 C = Koefisien Impasan
 I = Intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jm)
 A = luasan daerah

$$Q2 = 0,2778 \times C \times I \times A$$

$$= 0,2778 \times 0,7 \times 0,0011211 \times 665,184$$

$$= 0,1450 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q3 = 0,2778 \times C \times I \times A$$

$$= 0,2778 \times 0,7 \times 0,0011211 \times 692,896$$

$$= 0,1510 \text{ m}^3/\text{det}$$

- Perhitungan Q1+Q2 dan Q1+Q3
 - Aliran timur = Q1 + Q2
 $= 0,362 + 0,1450$
 $= 0,507 \text{ m}^3/\text{det}$
 - Aliran barat = Q1 + Q3
 $= 0,170 + 0,1510$
 $= 0,321 \text{ m}^3/\text{det}$
- Analisa saluran drainase jalan

Tabel 27 Perhitungan Saluran Drainase

No.	Saluran	B	H	A	P	R	S	V	Q Kap Penuampung	Q yang dibuang	Keterangan
		m	m	m ²	m	m		(m/det)	(m ³ /det)	(m ³ /det)	
1	Timur/Kiri	0,4	0,7	0,28	1,80	0,2	0,008	1,29	0,362	0,145	Aman
2	Barat/Kanan	0,3	0,53	0,159	1,36	0,1	0,008	1,07	0,170	0,151	Aman

Sumber : Hasil Prhitungan

Analisa Drainase Kiri

$$: B = 0,4 \text{ m}$$

$$: H = 0,7 \text{ m}$$

$$: A = B \times H = 0,4 \times 0,7 = 0,28 \text{ m}^2$$

$$: P = 2H + B = 2,1 + 1 = 1,80 \text{ m}$$

$$: R = A/P = 1/3 = 0,2 \text{ m/det}$$

$$: V = 1/n \times R^2/x S^{1/2} = 1/0,02 \times 0,33^2/x 0,005^{1/2} = 1,29 \text{ m/det}$$

$$: Q \text{ saluran} = A \times V = 0,28 \times 1,29 = 0,362 \text{ m}^3/\text{det}$$

Analisa Drainase Kanan

$$: B = 0,3 \text{ m}$$

$$: H = 0,53 \text{ m}$$

$$: A = B \times H = 0,4 \times 0,7 = 0,159 \text{ m}^2$$

$$: P = 2H + B = 2,1 + 1 = 1,36 \text{ m}$$

$$: R = A/P = 1/3 = 0,1 \text{ m/det}$$

$$: V = 1/n \times R^2/x S^{1/2} = 1/0,02 \times 0,33^2/x 0,005^{1/2} = 1,07 \text{ m/det}$$

$$: Q \text{ saluran} = A \times V = 0,159 \times 1,07 = 0,170 \text{ m}^3/\text{det}$$

Jadi untuk perhitungan analisa dimensi saluran drainase jalan *existing* masih layak untuk digunakan, maka tidak perlu adanya perencanaan ulang dalam perhitungan dimensi saluran drainase pada Jalan Hayam Wuruk Jember.

5. PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari hasil eksplorasi dan analisa data pada pemantauan dan perkiraan dari data – data yang ada, jika pengarang bisa menarik beberapa pendapat, ialah :

- Dari hasil perkiraan kapasitas Jalan, diperoleh hasil utuk jumlah lalin harian rata – rata pada Jalan Hayam Wuruk pada tahun 2021 ialah senilai 423,6 smp/jm, maka didapat nilai derajat kejenuhan (DS) Jalan Hayam Wuruk pada tahun 2021 senilai DS = 0,25, bersama tingkat pelayanan B
- Pada umur rencana 20 tahun yang akan datang, ialah pada tahun 2041 mendapat jumlah lalin harian rerata senilai 1249,172 smp/jm dengan nilai derajat kejenuhan (DS) Jalan Hayam Wuruk senilai DS = 0,75 bersama tingkat pelayanan D
- Dalam perhitungan perencanaan tebal perkrasan lentur memakai desain Bina Marga 2013, dengan umur rencana (UR) 20 tahun jika ruas Jalan Hayam Wuruk

hasil direncanakan ulang memanfaatkan susunan dan ketebalan sbb :

Tambah Tebal Lapis Perkerasan = 7 cm

HRS WC = 3 cm

HRS Base = 3 cm

LPA kelas A = 25,0 cm

LPA kelas B = 12,5 cm

Jika ketebalan total perkerasan lentur ruas Jalan Hayam Wuruk yang terbaru adalah senilai 45,5 cm.

4. Aliran drainase yang diamati membentuk aliran drainase yang tidak sinkron standrt, makanya dilaksanakan kembali perkiraan perencanaan ulang metode aliran memerlukan metode Log Person Type III dan dihasilkan metode aliran $H = B = 1$ meter.

B. Saran

Beralaskan pengamatan langsung tugas akir ke lapangan, pencipta ingin memberikan sejumlah saran yang nanti akan digunakan sebagai informasi untuk menambah fungsi Jalan dan drainase di Jalan Hayam Wuruk. Ada pula beberapa saran yang hendak disampaikan ialah sbb :

1. Drainase memerlukan perawatan berkala supaya kerusakan dan penyumbatan seperti yang terjadi pada drainase sekitar Jalan Hayam Wuruk dapat diminimalisir.
2. Ditemukan titik dimana drainase berpengaruh pada kawasan sekolah. Untuk masalah keamanan, drainase dapat di beri penutup berupa blok beton, atau lainnya. Untuk itu perlu adanya kajian ulang tentang bentuk saluran yang sesuai, yaitu terbuka atau tertutup.
3. Butuh dilaksanakan pengamatan teristis supaya diperoleh data elevasi yang tepat.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Ansyori, Alik Alamsyah. 2001. *Rekayasa Jalan Raya*. Malang: UMM Press.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 2013, *Manual Desain Perkerasan Jalan No. 02/M/BM/2013*.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum (1987), *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen*, (SKBI-2.3.26).
- Sukirman, Silvia. 1999. *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Bandung : Nova.
- Asdak, C. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.
- Shaw, J. B., Weekly, J. A. (1985). *The Effect of Objective Work Load Variations of Psychological Strain and Post Work Load Performance* . *Journal of Management*, Vol. 11, No. 1, pp. 97-108.
- C. D. Soemarto, 1999, *Hidrologi Teknik*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Soewarno, 1995, *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*, Penerbit Nova, Bandung.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. ANDI Offset Yogyakarta.
- Joesron Loebis, Ir, M.Eng, *Banjir Rencana Untuk Bangunan Air* , Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta, 1987.
- Seyhan, E. 1990. *Dasar-Dasar Hidrologi Terjemahan S. Subagyo*. Penerbit: Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Wanielista, M.P. 1990. *Hydrology and Water Quality Control. Florida: John Wiley & Sons*.