

STUDI PERBANDINGAN TEBAL PERKERASAN LENTUR METODE BINA MARGA 2002 DAN AASHTO 1993 KAWASAN INDUSTRI CANDI

Hafizh Adib Fadhilah¹, Untoro Nugroho²

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang
hafizh.adib@yahoo.com

ABSTRAK

Kawasan Industri Candi merupakan kawasan perindustrian di Kota Semarang. Ruas jalan tersebut termasuk jalan kolektor yang padat dan banyak dilewati oleh kendaraan berat. Dengan kondisi tersebut dibutuhkan perencanaan perkerasan jalan yang baik guna mencukupi kebutuhan beban lalu lintas dan kenyamanan bagi pengguna jalan. Pada penelitian ini, dilakukan perencanaan perkerasan lentur untuk jalan baru menggunakan metode Bina Marga 2002 dan AASHTO 1993 yang bertujuan mengetahui perkerasan lentur yang tepat bagi ruas jalan tersebut. Pada penelitian ini, dilakukan survei lalu lintas dan tanah dasar pada ruas jalan STA 0+000 s/d STA 3+200. Berdasarkan hasil survei dan ditambah parameter lain dari kedua metode, kemudian dilakukan analisis perencanaan perkerasan lentur. Dari hasil survei, diperoleh hasil lalu lintas harian rata-rata sebesar 15024 dan nilai CBR sebesar 2,12%. Dengan menganalisis hasil survei dan ditambah parameter lain, maka diperoleh nilai ITP rencana dan ITP desain pada metode Bina Marga 2002 yaitu sebesar 3,80 dan 4,95. Kemudian diperoleh nilai SN rencana dan SN desain pada metode AASHTO 1993 yaitu sebesar 5,85 dan 12,10. Dapat diketahui hasil perencanaan perkerasan lentur pada metode AASHTO 1993 lebih tepat dibandingkan Bina Marga 2002.

Kata kunci : perencanaan perkerasan lentur, jalan baru, Bina Marga 2002, AASHTO 1993

ABSTRACT

Candi Industrial Estate (KIC) is an industrial area located in Semarang City. The road section in Candi Industrial Estate are classified as a very busy highway that many heavy vehicles pass. By that condition, the road requires a good planning for the pavement in order to fulfil the needs of traffic loads and provide convenience for the community. In this study, flexible pavement planning for new roads was carried out using Bina Marga 2002 and AASTHO 1993 methods in order to find which flexible pavement is most suitable for that road. The author conducted traffic and subgrade surveys on STA 0+000 up to STA 3+200. According to survey result and other parameters of both methods, a flexible pavement planning analysis were needed. From the survey result, daily average traffic result is 15024 and CBR score is 2.12%. In Bina Marga method, earned ITP plan value = 3.80; ITP design value = 4.95. Then, in AASHTO 1993 method earned SN plan = 5.85; SN design value = 12.10. Therefore, the result of flexible pavement planning in AASHTO 1993 method is more suitable than Bina Marga 2002 method.

Keyword: flexible pavement planning, new road, Bina Marga 2002, AASHTO 1993

PENDAHULUAN

Pada saat era yang semakin maju ini, kebutuhan manusia semakin tinggi untuk melakukan kegiatan dari suatu tempat ke tempat yang lain. Untuk menunjang kegiatan tersebut dibutuhkan prasarana yang baik

untuk memberi kelancaran dan kenyamanan bagi pengguna. Jalan adalah prasarana yang berperan krusial pada lalu lintas, sehingga saat masa penggunaan jalan diharapkan menghindari kasus yang berhubungan dengan kerusakan jalan. [1] Prasarana jalan yang terpengaruh oleh volume lalu lintas

yang tinggi dan berulang-ulang akan mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas jalan yang bisa diketahui pada keadaan permukaan jalan, baik secara struktural ataupun fungsional yang mengalami kerusakan. [2]

Kota Semarang memiliki kepadatan penduduk dan intensitas lalu lintas yang tinggi. Kawasan Industri Candi merupakan kawasan perindustrian di Kota Semarang yang ruas jalan tersebut termasuk jalan kolektor dan banyak dilewati oleh kendaraan berat. Dengan kondisi tersebut dibutuhkan perencanaan perkerasan jalan yang baik guna memenuhi kebutuhan lalu lintas dan kenyamanan bagi pengguna jalan. Pada penelitian ini, dilakukan perencanaan perkerasan lentur untuk jalan baru menggunakan metode Bina Marga 2002 dan AASHTO 1993 yang bertujuan untuk mengetahui perkerasan lentur yang tepat bagi ruas jalan tersebut serta faktor yang membedakan dari kedua metode.

METODE

Metode Penelitian

Penelitian perencanaan perkerasan lentur untuk jalan baru pada ruas jalan di daerah Kawasan Industri Candi Kota Semarang khususnya pada STA 0+000 s/d STA 3+200 menggunakan metode Bina Marga 2002 dan AASHTO 1993. Dengan melakukan pengamatan lalu lintas dan pengujian tanah dasar serta ditambah parameter perencanaan lainnya, kemudian dilakukan analisis perencanaan perkerasan lentur menggunakan kedua metode tersebut sehingga akan diperoleh hasil penelitian yang diperlukan.

Perencanaan Perkerasan Lentur Metode Bina Marga 2002

Parameter perencanaan perkerasan lentur metode Bina Marga 2002 antara lain : [3]

Faktor Lalu Lintas

Merupakan jumlah volume yang mempengaruhi beban lalu lintas pada perencanaan perkerasan jalan. Volume lalu

lintas dapat dikatakan sebagai jumlah kendaraan yang melewati titik penelitian.

Umur Rencana (UR)

Merupakan jumlah tahun saat jalan mulai digunakan hingga diperlukan perbaikan.

Angka Pertumbuhan Kendaraan (i)

Merupakan angka pertumbuhan kendaraan saat perencanaan perkerasan jalan sedang dilaksanakan.

Angka Ekvivalen Kendaraan (E)

Merupakan angka ekivalen beban kendaraan sesuai jumlah sumbu kendaraan.

Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Merupakan koefisien sesuai jumlah lajur, jumlah arah, dan jenis kendaraan.

California Bearing Ratio (CBR)

Merupakan perbandingan antara beban percobaan (*test load*) dengan beban standar (*standard load*). Rumus untuk nilai CBR :

$$CBR = CBR_{rata-rata} - [(CBR_{maks} - CBR_{min}) / R]$$

Daya Dukung Tanah (DDT)

Merupakan kekuatan tanah yang mempengaruhi perencanaan perkerasan jalan. Rumus untuk mengetahui nilai DDT :

$$DDT = 4,3 \log CBR + 1,7$$

Faktor Regional (FR)

Merupakan faktor dari curah hujan, kelandaian jalan, dan banyaknya kendaraan berat yang mempengaruhi perencanaan perkerasan jalan.

Faktor Indeks Permukaan

Merupakan nilai yang menyatakan nilai permukaan jalan yang berhubungan dengan keadaan jalan dan lalu lintas.

Tebal Lapis Perkerasan (D) dan Koefisien Kekuatan Relatif Bahan Perkerasan (a)

Merupakan ketentuan untuk indeks tebal perkerasan dan jenis perkerasan.

Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Persamaan dasar :

Persamaan 1.

$$E = 3.9892 - \frac{\log\left(\frac{IP_0 - I_{pt}}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{138072}{(ITP + 2.54)^{5.19}}} - \log(FR) - 0.371(DDT - 3) + \log(LEP)$$

Persamaan 2.

$$ITP = 10^{\left(\frac{E}{9.3}\right)} - 2.54$$

Rumus nilai ITP :

$$ITP = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times a_3 \times D_3$$

Dimana :

a = koefisien lapisan

D = tebal lapis perkerasan

Perencanaan Perkerasan Lentur Metode AASHTO 1993

Parameter perencanaan perkerasan lentur metode AASHTO 1993 antara lain : [4]

Faktor Lalu Lintas (Traffic)

Rumus untuk faktor lalu lintas :

$$W_{18} = \sum_{NI}^{Nn} LHR_j \times DF_j \times D_A \times D_L \times 365$$

Dimana :

LHR = Volume lalu lintas

DF = Faktor kerusakan jenis kendaraan

DA = Faktor distribusi arah

DL = Faktor distribusi lajur

Faktor Reliabilitas (Reliability)

Merupakan faktor probabilitas bahwa perkerasan yang direncanakan akan tetap nyaman selama masa layanannya.

Faktor Indeks Permukaan (Serviceability)

Beberapa faktor indeks permukaan :

Initial serviceability, $P_0 = 4,2$

Terminal serviceability (jalur utama), $P_t = 2,5$

Terminal serviceability (rendah), $P_t = 2,0$

Total loss of serviceability, $\Delta PSI = P_0 - P_t$

Resilient Modulus (M_R)

Rumus untuk mengetahui nilai M_R :

$$M_R = C_R \times CBR \text{ (psi)}$$

C_R = Antara 750–3000 (diambil 1500)

Faktor Koefisien Drainase (Drainage Coefficient)

Rumus pendekatan persentase struktur perkerasan terkena air :

$$P_{heff} = \frac{T_{jam}}{24} \times \frac{T_{hari}}{365} \times W_L \times 100$$

Dimana :

P_{heff} = Hari efektif hujan dalam setahun (%)

T_{jam} = Rata-rata hujan per hari (jam)

T_{hari} = Rata-rata jumlah hari hujan pertahun

W_L = Faktor air hujan masuk pondasi (%)

Tebal Minimum Lapis Perkerasan

Merupakan penentuan tebal minimum yang dipengaruhi oleh jumlah ESAL.

Structural Number (SN)

Persamaan dasar :

Persamaan kiri = persamaan kanan

$$\log_{10} W_{18} = Z_R S_0 + 9,36 \log_{10}(SN + 1) - 0,2 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right]}{0,4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 \times \log_{10} M_R - 8,07$$

Rumus nilai SN :

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3$$

Dimana :

a = koefisien lapisan

D = tebal lapis perkerasan

m = koefisien drainase

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil penelitian untuk perencanaan perkerasan lentur pada ruas jalan di daerah Kawasan Industri Candi Kota Semarang.

Volume Lalu Lintas

Diperoleh dari hasil pengamatan lalu lintas pada lokasi penelitian.

Tabel 1. Volume Lalu Lintas

Jenis Kendaraan	LHR
Kendaraan ringan	10938
Bus	120
Truk 2 as	3204
Truk 3 as	528
Truk 4 as	150
Truk 5 as	66
Truk 6 as	18
Jumlah	15024

Sumber : Hasil Pengamatan
Lalu Lintas, 2020

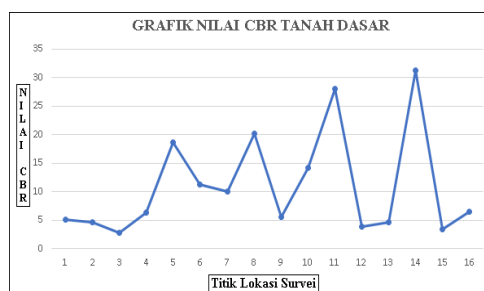
CBR Tanah Dasar

Diperoleh dari hasil pengujian CBR tanah dasar dengan menggunakan uji DCPT (*Dynamic Cone Penetrometer Test*) pada lokasi penelitian.

Tabel 2. CBR Tanah Dasar

Lokasi	CBR (%)	Lokasi	CBR (%)
1	5,15	9	5,59
2	4,62	10	14,27
3	2,88	11	28,00
4	6,44	12	3,90
5	18,71	13	4,65
6	11,33	14	31,32
7	10,06	15	3,38
8	20,21	16	6,51

Sumber : Hasil Pengujian CBR, 2020



Gambar 1. Grafik Nilai CBR

Angka Pertumbuhan Kendaraan (i)

Diperoleh dari hasil literatur dari Badan Pusat Statistik Kota Semarang. Angka pertumbuhan kendaraan yaitu 11%. [5]

Curah Hujan

Diperoleh dari hasil literatur dari Badan Pusat Statistik Kota Semarang. Rata-rata banyaknya hujan per tahun yaitu 114 hari. Rata-rata banyaknya hujan per hari yaitu 7 jam. [6]
Curah hujan per tahun yaitu 2285 mm/tahun. [7]

Perencanaan Perkerasan Lentur Metode Bina Marga 2002

Hasil dan pembahasan perencanaan perkerasan lentur metode Bina Marga 2002.

Faktor Lalu Lintas

Diketahui angka pertumbuhan kendaraan (i) yaitu 11%. Ditentukan umur rencana (UR) yaitu 10 tahun dan jarak tahun antara jalan mulai dibangun hingga jalan mulai dibuka yaitu 2 tahun. Maka dapat diketahui beban lalu lintas (LER) pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan LER

No.	Jenis Kendaraan			E	C
1.	Kendaraan ringan 2 ton (1+1)			0,0004	0,30
2.	Bus 8 ton (3+5)			0,1593	0,45
3.	Truk 2 as 13 ton (5+8)			1,0648	0,45
4.	Truk 3 as 20 ton (6+7.7)			1,0375	0,45
5.	Truk 4 as 28 ton (6+8)+(7.7)			1,1169	0,45
6.	Truk 5 as 30 ton (7+8)+(5.5.5)			1,6029	0,45
7.	Truk 6 as 38 ton (7+8.8)+(5.5.5)			2,7947	0,45
No.	LHR	LHRp	LHRa	LEP	LEA
1.	10938	13476,71	38266,05	1,62	4,59
2.	120	147,85	419,81	10,60	30,09
3.	3204	3947,65	11209,04	1891,56	5370,90
4.	528	650,55	1847,18	303,72	862,40
5.	150	184,82	524,77	92,89	263,75
6.	66	81,32	230,90	58,66	166,55
7.	18	22,18	62,97	27,89	79,19
Total	15024	18511,07	52560,72	2386,93	6777,50
LET			4582,22		
LER			4582,22		

California Bearing Ratio (CBR)

Berdasarkan hasil pengujian CBR tanah dasar pada Tabel 18, maka dapat diketahui nilai CBR sebagai berikut :

CBR min = 2,88%

CBR maks = 31,32%

CBR rata-rata = 11,06%

$CBR = CBR_{rata-rata} - [(CBR_{maks} - CBR_{min}) / R]$

$CBR = 11,06\% - [(31,32\% - 2,88\%) / 3,18]$

CBR = 2,12%

Daya Dukung Tanah (DDT)

Diketahui nilai CBR yaitu 2,12%, maka didapat nilai DDT sebagai berikut :

$DDT = 4,3 \log CBR + 1,7$

$DDT = 4,3 \log 2,12 + 1,7$

DDT = 3,10

Faktor Regional (FR)

Diketahui data pendukung nilai FR :

Curah hujan = 2285 mm/tahun

Kelandaian = Kelandaian I (<6%)

% Kendaraan berat = (jumlah kendaraan berat / jumlah kendaraan) x 100%
= (4086 / 15024) x 100% = 27,196%
Nilai FR = 1,5

Faktor Indeks Permukaan

Diketahui data pendukung indeks permukaan :

Jenis lapis permukaan = HRA
Roughness = ≤ 2000
LER = 4582,22
Klasifikasi jalan = kolektor
Nilai $IP_o = 3,9 - 3,5$ (diambil 3,5)
Nilai $IP_t = 2,0 - 2,5$ (diambil 2,0)

Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Perhitungan nilai ITP menggunakan literasi berdasarkan persamaan dasar :

Tabel 4. Literasi Perhitungan ITP Rencana

No.	ITP	E
awal	10,00	7,81
1.	4,38	7,48
2.	3,83	7,46
3.	3,80	7,46
4.	3,80	
ITP	3,80	

Asumsi bahwa nilai ITP awal = 10

Langkah-langkah perhitungan ITP :

1. Menentukan nilai ITP awal sembarang dan masukkan pada persamaan 1 maka didapat nilai E awal.
2. Masukkan nilai E awal pada persamaan 2 sehingga didapat nilai ITP ke 1.
3. Masukkan nilai ITP ke 1 pada persamaan 1 maka didapat nilai E ke 1.
4. Masukkan nilai E ke 1 pada persamaan 2 sehingga didapat nilai ITP ke 2.
5. Dan seterusnya dengan literasi tersebut sampai didapat nilai ITP ke n = ITP ke n-1.

Perhitungan nilai ITP desain :

(keterangan : nilai ITP desain $\geq$ nilai ITP rencana)

$ITP = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times a_3 \times D_3$

$ITP = 0,25 \times 5 + 0,24 \times 10 + 0,13 \times 10$

$ITP = 4,95$ (nilai ITP desain)

Berdasarkan hasil data dari parameter perencanaan perkerasan lentur metode Bina Marga 2002, maka diperoleh nilai ITP rencana sebesar 3,80 dan nilai ITP desain sebesar 4,95.

Perencanaan Perkerasan Lentur Metode AASHTO 1993

Hasil dan pembahasan perencanaan perkerasan lentur metode AASHTO 1993.

Faktor Lalu Lintas (Traffic)

Diketahui pertumbuhan lalu lintas yaitu 11% dan umur rencana yaitu 10 tahun. Maka dapat diketahui ESAL pada Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan ESAL

Jenis Kendaraan	LHR	Nilai D_F	Nilai D_A	Nilai D_L	ESAL
Kendaraan ringan	10938	0,0005	0,5	0,9	898,28
Truk 2 as	3204	0,2174	0,5	0,9	114408,27
Bus	120	0,2174	0,5	0,9	4284,95
Truk 3 as	528	2,4134	0,5	0,9	209299,70
Truk 4 as	150	2,7416	0,5	0,9	67546,17
Truk 5 as	66	3,9083	0,5	0,9	42367,93
Truk 6 as	18	4,1546	0,5	0,9	12283,07
Total ESAL per Tahun					451088,38
Total ESAL 10 Tahun					4510883,82

Faktor Reliabilitas (Reliability)

Diketahui faktor reliabilitas :

$S_o = 0,45$

Klasifikasi jalan = perkotaan, kolektor

$R = 90\%$

$Z_R = -1,282$

Faktor Indeks Permukaan (Serviceability)

Diketahui faktor indeks permukaan :

$P_o = 4,2$

$P_t = 2,5$

$\Delta PSI = P_o - P_t$

$\Delta PSI = 4,2 - 2,5$

$\Delta PSI = 1,7$

Resilient Modulus (M_R)

Diketahui nilai CBR yaitu 2,12%, maka didapat nilai M_R sebagai berikut :

$M_R = C_R \times CBR$

$M_R = 1500 \times 2,12$

$M_R = 3180$ psi

Faktor Koefisien Drainase (Drainage Coefficient)

Diketahui data pendukung faktor koefisien drainase :

Kualitas drainase = good

Rata-rata hujan (T_{jam}) = 7 jam

Rata-rata hujan (T_{hari}) = 114 hari

Faktor air hujan masuk pondasi (W_L) = 30%

Hari efektif hujan (P_{heff}) = 2,7%

Koefisien drainase = 1,25–1,15 (diambil 1,20)

Structural Number (SN)

Perhitungan nilai SN menggunakan literasi berdasarkan persamaan dasar sebagai berikut :

Tabel 6. Literasi Perhitungan SN Rencana

No.	$\log_{10} W_{18}$	SN	Hasil
awal	6,65	10,00	8,53
1.	6,65	8,00	7,72
2.	6,65	6,00	6,74
3.	6,65	5,86	6,66
4.	6,65	5,85	6,65
5.	6,65	5,84	6,64
SN		5,85	

Asumsi bahwa nilai SN awal = 10

Langkah-langkah perhitungan SN :

1. Menghitung persamaan kiri dan masukkan pada kolom $\log_{10} W_{18}$ sesuai jumlah perhitungan hasil karena jumlah persamaan kiri sama semua.
2. Menentukan nilai SN awal sembarang dan masukkan pada persamaan kanan sehingga didapat hasil awal.
3. Menentukan nilai SN lain dan masukkan pada persamaan kanan sehingga didapat hasil ke 1.
4. Dan seterusnya dengan literasi tersebut sampai didapat hasil ke n = jumlah persamaan kiri pada kolom $\log_{10} W_{18}$.

Perhitungan nilai SN desain :

(keterangan : nilai SN desain $\geq$ nilai SN rencana)

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3$$

$$SN = 0,31 \times 10 + 0,26 \times 15 \times 1,20 + 0,24 \times 15 \times 1,20$$

$$SN = 12,10 \text{ (nilai SN desain)}$$

Berdasarkan hasil data dari parameter perencanaan perkerasan lentur metode AASHTO 1993, maka diperoleh nilai SN rencana sebesar 5,85 dan nilai SN desain sebesar 12,10.

SIMPULAN

Berdasarkan kondisi ruas jalan di daerah Kawasan Industri Candi Kota Semarang dengan intensitas lalu lintas yang padat dan banyak dilewati oleh kendaraan berat. Maka perencanaan perkerasan lentur yang tepat bagi ruas jalan tersebut yaitu menggunakan metode AASHTO 1993.

Berdasarkan uraian pada metode serta hasil dan pembahasan, dapat diketahui bahwa faktor yang membedakan antara kedua metode yaitu koefisien drainase dan tebal minimum lapis perkerasan. Pada perencanaan perkerasan lentur metode Bina Marga 2002 tidak dipengaruhi oleh koefisien drainase dan tebal minimum lapis perkerasan, sedangkan pada perencanaan perkerasan lentur metode AASHTO 1993 dipengaruhi oleh koefisien drainase dan tebal minimum lapis perkerasan sehingga akan mempengaruhi hasil akhir perencanaan perkerasan lentur.

Perkerasan lentur merupakan jenis perkerasan jalan yang bahan pengikatnya menggunakan aspal. Perkerasan lentur lebih direkomendasikan karena dapat memberikan kenyamanan bagi pengguna jalan. Perencanaan perkerasan lentur juga mudah untuk dilaksanakan dan mudah dilakukan perbaikan jika diperlukan.

Pada kondisi jalan yang mungkin mempunyai intensitas lalu lintas yang tinggi dan banyak dilewati oleh kendaraan berat dapat dilakukan perencanaan perkerasan lentur menggunakan metode AASHTO 1993. Perencanaan perkerasan lentur metode AASHTO 1993 dapat dipilih karena mudah untuk dilaksanakan dan hasil perencanaan tepat sehingga dapat memenuhi kebutuhan kondisi jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Pradani, M. Sadli, and D. Fithriayuni, "Analisis Perancangan Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Pd T-01-2002-B, Metode Manual Desain Perkerasan (MDP) dan Metode Nottingham Pada Ruas Jalan I Gusti Ngurah Rai Palu," In FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil), vol 4, no.2, pp. 140-155, 2016.
- [2] H. Yunardhi, "Analisa Kerusakan Jalan Dengan Metode PCI dan Alternatif Penyelesaiannya (Studi Kasus : Ruas Jalan di Panjaitan)," Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Sipil., vol. 2, no. 2, pp. 39, 2019.
- [3] Direktorat Jenderal Bina Marga, "Pedoman Konstruksi dan Bangunan Pt. T-01-2002-B : Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur," Jakarta : Kementerian Pekerjaan Umum, 2002.
- [4] AASHTO, "AASHTO Guide For Design of Pavement Structure," Washington, D.C., 1993.
- [5] Badan Pusat Statistik, "Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis, 1949-2018," "Website BPS Kota Semarang. Available from : <https://www.bps.go.id/LinkTableDinamis/view/id/1133> Diakses pada tanggal 5 November 2020.
- [6] Badan Pusat Statistik, "Rata-rata Banyaknya Hari Hujan, 2010-2017," Website BPS Kota Semarang. Available from : <https://semarangkota.bps.go.id/indicator/151/102/1/rata-rata-banyaknya-hari-hujan.html> Diakses pada tanggal 6 November 2020.
- [7] Badan Pusat Statistik, "Curah Hujan Kota Semarang, 1984-2018," Website BPS Kota Semarang. Available from: <https://semarangkota.bps.go.id/indicator/151/79/1/curah-hujan-kota-semarang.html> Diakses pada tanggal 6 November 2020.