

PERBANDINGAN KEANDALAN STRUKTUR DAN WAKTU PELAKSANAAN ANTARA SISTEM PRACETAK DAN COR DITEMPAT(STUDI KASUS: GEDUNG KULIAH UMUM BERSAMA KAMPUS II UIN SUNAN GUNUNG DJATI)

ZAKI ABDILLAH,HAZAIRIN,BADRIANA¹ NURANITA²

Jurursan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung

Email : zakiabdillah23@gmail.com

ABSTRAK

Pada Umumnya pembangunan gedung di Indonesia masih menjadikan beton konvensional menjadi pilihan yang lebih banyak digunakan dibanding dengan beton pracetak. Dimana beton konvensional seluruh elemen pada konstruksi bangunan dilakukan dilokasi proyek. Berbeda dengan metode konvensional metode pracetak seluruh elemen seperti kolom, balok, dan pelat dibuat terlebih dahulu dipabrik atau hasil pabrikasi lalu dibawa ke lokasi proyek untuk dipasangkan. Studi ini, penulis menggunakan data dari proyek pembangunan Gedung Kuliah Bersama Kampus II UIN Sunan Gunung Djati Bandung untuk bangunan konvensional dan mendesain kembali untuk bangunan pracetak dengan mutu yang sama. Maka didapatkan keandalan struktur dan waktu pelaksanaan pada setiap metode pelaksanaan bangunan tersebut.

Kata kunci : metode konvensional, metode pracetak, keandalan struktur, waktu pelaksanaan

Comparison of Structure Reliability and Implementation Time Between Precast and Cast in Place (Case Study: Joint Public Lecture Building Campus II UIN Sunan Gunung Djati)

ABSTRACT

In general, building construction in Indonesia still makes conventional concrete the choice that is more widely used compared to precast concrete. Where conventional concrete all element in building construction are carried out at the project location. In contrast to the conventional method of precast method, all element such as columns, beams, and plate are made first in the factory of fabricated and then brought to project site installation. In this study, the authors use data from the contrution project of the Joint Lecture Building Campus II UIN Sunan Gunung Djati Bandung for conventional buildings and redesign for precast buildings with same. Then we get the reliability of the structure and Implementation Time for each method of implementing the building.

Keywords: conventional method, precast method, structural reliability, Implementation Time

1.PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dengan kemajuan teknologi dan faktor efisiensi biaya menjadi prioritas utama dalam pelaksanaan proyek konstruksi. Maka banyak upaya untuk mencapai arah itu, salah satunya penerapan beton pracetak sebagai komponen pada konstruksi bangunan bertingkat. Dengan penggunaan pracetak pada umumnya menghasilkan kerja efisien, efektif, bermutu, dan ekonomis.

2.TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Struktur Gedung

Gedung terbentuk dari struktur bangunan. Struktur bangunan adalah bagian dari sebuah sistem bangunan yang berkerja untuk meyalurkan beban yang diakibatkan oleh adanya bangunan di atas tanah. Fungsi struktur dapat diartikan juga untuk menompang atau mendukung kekuatan dan kekakuan pada suatu bangunan untuk mencegah sebuah bangunan mengalami keruntuhan.

2.2. Beton Pracetak

Teknologi beton pracetak adalah teknologi konstruksi beton dimana seluruh atau sebagian elemen struktur dicetak di suatu tempat yang tidak berada pada lokasi proyek tersebut (pabrik) yang nantinya akan dipasangkan pada konstruksi. Dikarenakan salah satu kekurangan beton pracetak yaitu lemah pada sambungan maka perencana harus merencanakan sambungan dengan perilaku yang mendekati sama dengan struktur monolit.

2.3. Pengecekan Kinerja Struktur

Menurut Undang-Undang RI Nomor 28 Tahun 2002, keandalan bangunan gedung harus memenuhi persyaratan keselamatan, kesehatan, kenyamanan dan kemudahan. Persyaratan keselamatan yaitu kemampuan struktur bangunan gedung yang stabil dan kukuh.

2.4. Manajemen Proyek

Manajemen adalah ilmu dan seni mengatur proses pemanfaatan sumber daya manusia dan sumber – sumber lainnya secara efektif dan efisien untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Dimana unsur-unsur manajemen terdiri dari : *Man, Money, method, machines, material, dan market.*

2.5. Sasaran Proyek dan Tiga Kendala

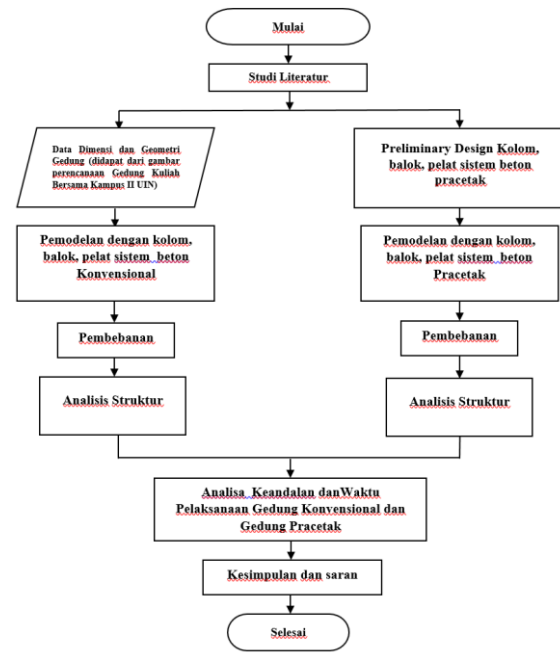
Dalam mencapai tujuan proyek telah ditentukan batasan yaitu biaya (anggaran), jadwal yang berhubungan dengan waktu pelaksanaan proyek, mutu yang harus dipenuhi. Ketiga batasan ini bersifat menarik yang berarti apabila terdapat masalah dalam salah satu batasan ini maka yang lainnya akan terpengaruh.

2.6. Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dan progres waktu untuk penyelesaian proyek.

3.METODE PENELITIAN

3.1. Bagan alir



4.PEMBAHASAN

4.1. Data Perencanaan

Data yang digunakan untuk bangunan pracetak adalah sebagai berikut:

- Ketinggian lantai : 3,69 meter (lantai 1 s/d 3)
3,6 meter (lantai 4)
3,15 meter (lantai service)
- Mutu beton (f_c') : 20,75 MPa
- Mutu Baja Longitudinal (f_y) : 390 MPa
- Mutu Baja Senggang (f_y) : 240 MPa

4.2. Preliminary Desain

Dalam tahapan *preliminary design* memenuhi standar- standar yang megacu pada SNI 2847-2013 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.

- a) Preliminary Balok, didapatkan dimensi sebagai berikut
- Balok Model 1
 1. BI.I , $b=45$ cm dan $h=80$ cm
 2. BI.II , $b=45$ cm dan $h=75$ cm
 3. BI.III , $b=50$ cm dan $h=70$ cm
 4. BI.IV , $b=35$ cm dan $h=50$ cm
 5. BI.V , $b=25$ cm dan $h=40$ cm
 - 6. BA.VI , $b=25$ cm dan $h=50$ cm
 - Balok Model 2
 1. BA.1 , $b=40$ cm dan $h=70$ cm
 2. BA.2 , $b=45$ cm dan $h=65$ cm
 3. BA.3 , $b=30$ cm dan $h=50$ cm
 4. BA.4 , $b=25$ cm dan $h=40$ cm
- b) Preliminary Pelat didapatkan dimensi sebagai berikut :

Tabel 4.1 Tebal Pelat Lantai

Bangunan	Tebal Pelat [mm]
Pracetak Model 1	120
Pracetak Model 2	150

c) Preliminary Kolom
P = 859968,865N

$$b = h \geq \sqrt{\frac{859968,865}{0,35F_c'}} \times 1,5 = 421,44 \sim 500mm \quad \dots(6)$$

Maka kolom yang digunakan 500 x 500 mm

4.3. Hasil Analisis Sturuktur

Hasil *output* daru *run analysis* pada ETABS18 akan digunakan untuk kontrol desain sesuai dengan SNI1726-2012 sebagai berikut:

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Faktor Sekala dan Gaya Geser

	Konvensional		Pracetak Model 1		Pracetak Model 2	
Keterangan	Arah X	Arah Y	Arah X	Arah Y	Arah X	Arah Y
Vs [kN]	1.845,753	1.839,7	2852,61	3054,51	1718,07	2365,16
0,85Vs [kN]	1.568,890	1.609,64	2424,72	2596,33	1460,36	2010,39
V ETABS 18 [kN]	1.441,62	4.462,3	2427,36	2480,38	1298,16	1898,95
Faktor Pengali Skala	1,088	1,101	0,998	1,046	1,125	1,059
Inpu Skala ETABS18	1,839	1,839	1,839	1,839	1,839	1,839

4.4. Keandalan struktur

4.4.1. Simpangan Antar Lantai

Tabel 4.3 Hasil Simpangan Antar Lantai Struktur

Simpangan Antar Lantai							
Arah X				Arah Y			
	Konvensional	Pracetak 1	Pracetak 2	Konvensional	Pracetak 1	Pracetak 2	
Story	Delta Total	Delta Xe	Delta X	Delta Total	Delta Xe	Delta X	Delta Ijin
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
5	[mm]	11,117	10,237	10,575	2,974	3,817	31,5

4	7,234	12,111	18,828	15,774	9,838	11,385	36
3	15,851	18,641	29,876	24,860	18,597	19,715	39,6
2	24,878	25,014	36,457	30,774	23,877	23,338	39,6
1	33,488	20,086	23,730	21,615	17,604	15,590	39,6

4.4.2. Pengaruh P-Delta

Syarat Koefisien stabilitas P-Delta sama dengan atau kurang dari 0,1 dan θ_{max} .

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Pengaruh P-Delta Struktur

Pengaruh P-Delta								
Arah X				Arah Y				
Story	Konvensional	Pracetak Model1	Pracetak Model2	Konvensional	Pracetak Model1	Pracetak Model2		
	θ	θ	θ	θ	θ	θ	θ maks	$\theta < 0,1$
5	0,003	0,004	0,0046	0,004	0,004	0,0014		
4	0,009	0,008	0,0164	0,009	0,008	0,0077	0,091	0,1
3	0,019	0,015	0,0415	0,018	0,015	0,0184	0,091	0,1
2	0,031	0,026	0,0655	0,028	0,026	0,0278	0,091	0,1
1	0,026	0,026	0,0532	0,025	0,026	0,0239	0,091	0,1

4.5. Penulangan Struktur

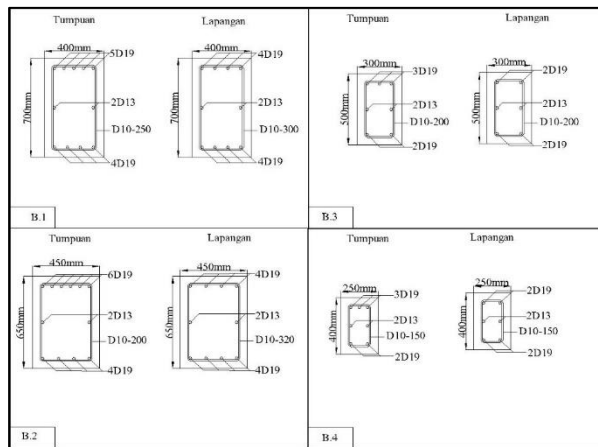
4.5.1. Penulangan Kolom

Perhitungan tulangan pada kolom menggunakan aplikasi CSIcol9 dan menghasilkan tulangan sebagai berikut

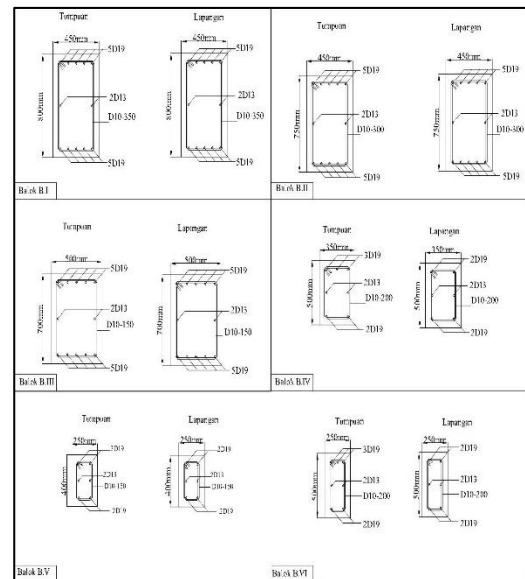
Tabel 4.5 Penulangan pada Kolom

Tulangan Kolom 500 x 500	
Tulangan Memanjang [mm]	Tulangan Geser [mm]
16D19	D10-110

4.5.2. Penulangan Balok



Gambar 4.1 Penulangan Balok Pracetak model 2



Gambar 4.2 Penulangan Balok Pracetak model 1

4.5.3. Penulangan Pelat

Tabel 4.6 Tulangan Pelat Tulangan Terpasang

Struktur	Tulangan Utama	Tulangan Pembagi
	[mm]	[mm]
Pracetak Model 1	D10-150	D10-150
Pracetak Model 1	D10-200	D10-240

4.6. Waktu Pelaksanaan

Waktu pelaksanaan untuk konvensional dan pracetak model 1 dan 2 adalah sebagai berikut:

Tabel 4.7 Rekapitulasi RAB Struktur Sistem Konvensional

Total Waktu Pelaksanaan	
Uraian	Hari
Konvensional	84
Pracetak Model 1	50
Pracetak Model 2	46

5.KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian adalah sebagai berikut:

1. Kedua metode memiliki simpangan antar lantai dan P-delta yang berbeda.
2. Pada perhitungan tugas akhir ini dengan dimensi yang berbeda menghasilkan simpangan antar lantai gedung konvensional lebih besar dari pada simpangan antar lantai gedung pracetak model 1 yang berarti gedung pracetak lebih kaku dibandingkan gedung konvensional.
3. Pada gedung pracetak model 2 pun memiliki simpangan antar lantai yang berbeda dengan gedung konvensional dan pracetak model 1. Dimana simpangan gedung pracetak model 2 lebih besar dari gedung konvensional.
4. Dikarenakan dimensi penampang yang lebih besar maka moment inersia pun semakin besar yang mengakibatkan nilai defleksi semakin kecil. Defleksi gedung yang semakin kecil akan menghasilkan simpangan antar lantai yang kecil.
5. Untuk waktu pelaksanaan dengan metode pelaksanaan konvensional menghabiskan waktu ± 84 hari, metode pelaksanaan pracetak model 1 menghabiskan waktu ± 50 hari, dan metode pelaksanaan pracetak model 2 menghabiskan waktu ± 46 hari.

5.2. Saran

Pemilihan metode dalam pelaksanaan yang menguntungkan berupa *Multi Choice* yaitu pemilihan tergantung kebutuhan masing – masing prioritas misalnya biaya, waktu, dan keandalan struktur tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional, 2012. *SNI 03-1726-2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. s.l.:s.n.
- Badan Standarisasi Nasional, 2013. *SNI 03-1727-2013 Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. s.l.:s.n.
- Badan Standarisasi Nasional, 2013. *SNI 03-2847-2013 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. s.l.:s.n.
- Budiono, Bambang dkk, 2017. *Contoh Desain Bangunan Tahan Gempa*. 1 ed. Bandung: ITB.
- Herdiana, D., 2018. *STUDI PERBANDINGAN BIAYA PEMBUATAN GEDUNG CARA KONVENSIONAL DAN PRACETAK*, Bandung: s.n.
- Husein, A., 2010. *Managemet Proyek Edisi Revisi..* Yogyakarta: s.n.
- Husein, A., 2011. *Manajemen Proyek (edisi kedua).*, Yogyakarta: Andi.
- Pekerjaan Pembangunan Gedung Kuliah Bersama Kampus II UIN Bandung, 2019. *Analisis Harga Satuan Pekerjaan*, Bekasi: s.n.
- Pekerjaan Pembangunan Gedung Kuliah Bersama Kampus II UIN Bandung, 2019. *Bill Of Quantity*. Bekasi: s.n.
- Pekerjaan Pembangunan Gedung Kuliah Bersama Kampus II UIN Bandung, 2019. *Jadwal Pelaksanaan Pekerjaan*, Bandung: s.n.
- Soeharto, I., 1999. *Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional.*, Jakarta: Erlangga.
- Wulfram I, E., 2006. *Eksplorasi Teknologi dalam Proyek Konstruksi*. s.l.:s.n.

ANALISIS PENDAPATAN ANGKUTAN UMUM PADA MASA ADAPTASI KEBIASAAN BARU

YUDI ADHARI, ELKHASNET

Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung

Email : yudiadhari272@gmail.com

ABSTRAK

Adaptasi kebiasaan baru yang merupakan cara mengubah perilaku dan kebiasaan saat pandemi covid-19 agar memulihkan pergerakan yang ada di kota Bandung, hal ini ditunjukkan dengan berkurangnya penumpang angkutan penumpang umum Damri jurusan Cicaheum – Cibereum dikarenakan adanya himbauan pemerintah untuk tetap di rumah dan banyaknya tempat keramaian seperti sekolah yang ditutup. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pendapatan Damri jurusan Cicaheum – Cibereum dan biaya operasional kendaraan (BOK) menggunakan pedoman teknis penyelenggaraan angkutan penumpang umum di wilayah perkotaan dalam trayek tetap dan teratur dari direktorat jenderal perhubungan darat. Data yang didapat berasal dari Perum Damri Bandung dan data yang berasal dari berbagai media terkait BOK. Hasil dari penelitian ini menunjukkan rata-rata pendapatan angkutan umum Damri jurusan Cicaheum – Cibereum adalah Rp. 198.451.960/tahun sedangkan rata-rata biaya operasional kendaraan adalah Rp. 333.292.470 /tahun. Untuk biaya operasional kendaraan jika biaya penyusutan dihilangkan dikarenakan sedang pandemi covid-19 maka rata-rata biaya operasional kendaraan sebesar Rp. 120.492.470/tahun. Sehingga pendapatan dapat menutupi biaya operasional kendaraan dan mendapatkan keuntungan.

Kata kunci: Pendapatan, Biaya Operasional Kendaraan, Angkutan umum

1. PENDAHULUAN

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini :

1. Berapakan pendapatan rata-rata perhari angkutan umum saat Adaptasi Kebiasaan Baru di Kota Bandung ?
2. Berapakah Biaya Oprasional Kendaraan angkuatan umum saat masa Adaptasi Kebiasaan Baru di kota Bandung ?
3. Apakah pendapatan saat masa Adaptasi Kebiasaan Baru dapat memenuhi biaya operasional kendaraan yang di dikeluarkan oleh penyedia jasa angkutan umum ?

Adapun ruang lingkup pada penelitian ini :

1. Studi kasus yang di analisis adalah angkutan umum Damri jurusan Cicaheum-Cibereum.
2. Tarif angkutan bus Damri jurusan Cicaheum-Cibereum sebesar Rp. 4.000
3. Perhitungan pendapatan agkutan umum mengacu pada tarif angkutan umum dan jumlah rata-rata penumpang perhari saat masa adaptasi kebiasaan baru di kota Bandung.
4. Perhitungan biaya oprasional kendaraan mengacu pada komponen-komponen pada Surat Keputusan Direktorat Jendral Perhubungan Republik Indonesia.

5. Data-data diambil selama waktu beroperasinya bus Damri jurusan Cicaheum-Cibereum saat masa Adaptasi Kebiasaan Baru.

2. FORMAT UMUM

2.1 Angkutan Umum

Angkutan Umum adalah kendaraan umum yang disediakan oleh pribadi, swasta, atau pemerintah untuk mengangkut barang atau orang dari satu tempat ke tempat lain, yang dapat digunakan oleh siapa pun dengan membayar atau sewa. Istilah angkutan umum dengan demikian tidak hanya untuk mengangkut manusia, tetapi juga untuk angkutan barang

2.2 Biaya Operasional Kendaraan

Biaya produksi atau biaya operasi mengacu pada pengorbanan yang dibayarkan untuk memproduksi satu unit jasa transportasi. Dilihat dari segi kegiatan usaha angkutan, biaya produksi dan penjualan jasa angkutan kepada pengguna jasa dapat dibedakan menjadi dua bagian, yaitu:

1. Yang dikeluarkan untuk operasional kendaraan, dan
2. Yang dikeluarkan untuk retribusi, iuran, sumbangan, dan yang berkenaan dengan pemilikan usaha dan operasi.

2.3 Pendapatan Angkutan Umum

Pendapatan angkutan umum mengacu pada jumlah uang yang dihasilkan oleh perusahaan atau individu yang bergerak dalam pengangkutan barang atau penumpang. Kegiatan tersebut dapat berupa menjual jasa kepada konsumen atau penumpang.

3. Metode penelitian

3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dari penelitian ini merupakan data primer dan sekunder yang di dapat dari pihak yang berwenang pada PO Damri kota Bandung dan data yang di peroleh dari berbagai media yang berkaitan dengan pendapatan dan biaya operasional kendaraan.

3.2 Analisis dan Pembahasan Pendapatan Kendaraan Angkutan Umum

Setelah mendapatkan data tarif dan jumlah penumpang rata-rata angkutan umum perhari, selanjutnya menghitung pendapatan angkutan umum, di hitung berdasarkan tarif dan jumlah penumpang rata-rata perhari.

3.3 Analisis dan pembahasan Biaya Operasional Kendaraan Angkutan Umum

Setelah di dapat data dari pihak berwenang dan keadaan di lapangan, selanjutnya menghitung Biaya Operasional Kendaraan Angkutan Umum, di hitung berdasarkan dari jumlah semua komponen biaya operasional kendaraan

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Data Pendapatan Angkutan Umum.

Pada Tabel 1. dapat dilihat bahwa jumlah rata-rata penumpang bus Damri angkutan kota jurusan Cicaheum – Cibereum berjumlah 926 penumpang per hari. Maka dengan tarif sebesar Rp. 4.000 didapat hasil bahwa penghasilan rata-rata satu bus Damri angkutan kota jurusan Cicaheum – Cibereum di bulatkan yaitu sebesar Rp. 543.704 per hari atau Rp. 198.451.960 per tahun.

Tabel 1. Data Penumpang dan Pendapatan

Tanggal	Jumlah Bus Beroperasi	Jumlah Rit	Jumlah Penumpang	Pendapatan (Rp.)	Pendapatan Rata-rata per Bus (Rp.)
01-Nov-20	6	36	897	3.588.000	598.000
02-Nov-20	6	36	1.063	4.252.000	708.667
03-Nov-20	6	36	966	3.864.000	644.000
04-Nov-20	6	36	969	3.876.000	646.000
05-Nov-20	6	34	751	3.004.000	500.667
06-Nov-20	6	36	861	3.444.000	574.000
07-Nov-20	6	36	901	3.604.000	600.667
08-Nov-20	6	36	825	3.300.000	550.000
09-Nov-20	8	42	1.067	4.268.000	533.500
10-Nov-20	7	40	932	3.728.000	532.571
11-Nov-20	7	42	976	3.904.000	557.714
12-Nov-20	6	36	850	3.400.000	566.667
13-Nov-20	6	36	761	3.044.000	507.333
14-Nov-20	8	47	1.116	4.464.000	558.000
15-Nov-20	7	42	984	3.936.000	562.286
16-Nov-20	8	46	1.052	4.208.000	526.000
17-Nov-20	7	28	915	3.660.000	522.857
18-Nov-20	7	40	949	3.796.000	542.286
19-Nov-20	7	38	838	3.352.000	478.857
20-Nov-20	7	38	838	3.352.000	478.857
21-Nov-20	8	45	1.020	4.080.000	510.000
22-Nov-20	7	38	842	3.368.000	481.143
23-Nov-20	7	42	958	3.832.000	547.429
24-Nov-20	7	38	795	3.180.000	454.286
25-Nov-20	6	36	825	3.300.000	550.000
26-Nov-20	8	40	917	3.668.000	458.500
27-Nov-20	6	36	1.031	4.124.000	687.333
28-Nov-20	8	43	968	3.872.000	484.000
29-Nov-20	8	46	940	3.760.000	470.000
30-Nov-20	8	46	959	3.836.000	479.500
Jumlah per bulan	8	1.171	27.766	111.064.000	16.311.119
Rata-rata per Hari	7	39	926	3.702.133	543.704

4.2 Analisis Data Biaya Operasional Kendaraan

Pengambilan data berdasarkan studi literatur dan survey lapangan , didapat data sebagai berikut:

Tabel 1. Karakteristik kendaraan

Uraian Karakteristik	Data Bus yang Beroperasi
	Hino RK8-260
Karoseri	New Armada
Harga Kendaraan (Rp)	1.330.000.000

Karakteristik operasional bus Damri Angkutan Kota Juanda Cicaheum-Cibereum :

1. Perjalanan rata-rata / hari : 6 kali perjalanan
2. Rata-rata panjang perjalanan : 12 Km

- $$\text{Biaya ban} = \frac{\text{Harga ban}}{\text{Daya tahan ban}} \times \text{jumlah ban} \times \text{panjang perjalanan} \times \text{jumlah perjalanan} \times \text{hari}$$

$$= \frac{1.499.000}{60.000} \times 6 \times 12 \times 6 \times 365$$

$$= \text{Rp. } 3.939.445 / \text{Tahun}$$

6. Biaya Pemakaian Aki

Harga Aki Baru : Rp. 1.525.000 / Buah

Daya Tahan Aki : 1 tahun

Jumlah Pemakaian aki : 2 Buah Aki

Perhitungan :

$$\text{Biaya Aki} = \frac{\text{Harga Aki} \times \text{Jumlah Pemakaian}}{\text{Daya Tahan}}$$

$$= \frac{1.525.000 \times 2}{1}$$

$$= \text{Rp. } 3.050.000 / \text{Tahun}$$

7. Biaya Service Kecil

Tabel 0. Rincian Biaya *Service* Kecil

No	Komponen	Kebutuhan	Biaya (Rp.)
1	Oli Mesin Agip Gamma Sae	13 Liter	520.000
2	Filter Oli Mesin	1 Buah	117.000
3	Filter Bahan Bakar	1 Buah	40.000
4	Minyak Rem Redex DOT 3 Hi	1 Liter	41.000
5	Gemuk Rotary Super Chassis	500 gram	40.000
Total Biaya (Rp.)			758.000

Total biaya *service* kecil : Rp. 758.000

Jarak tempuh *service* kecil : 12.000 Km

jumlah *service* kecil : 1 / Tahun

Perhitungan biaya :

$$\text{Biaya } \textit{service} \text{ kecil} = \text{biaya } \textit{service} \text{ kecil} \times \text{jumlah } \textit{service} \text{ kecil}$$

$$= 758.000 \times 1$$

$$= \text{Rp. } 758.000 / \text{Tahun}$$

8. Biaya Service Sedang

Tabel 2. Rincian Biaya *Service* Sedang

No	Komponen	Kebutuhan	Biaya (Rp.)
1	Oli Mesin Mesin Agip Gamma Sae	13 Liter	520.000
2	Filter Oli Mesin	1 Buah	117.000
3	Filter Bahan Bakar	1 Buah	40.000
4	Oli Transmisi Manual Castrol MTF GL	3 Liter	141.000
5	Minyak Rem Redex DOT 3 Hi	1 liter	41.000
6	Gemuk Rotary super Chassis	500 gram	40.000
7	Air Aki Yuasa accu zuur	2 liter	30.000
Total Biaya (Rp.)			929.000

Total biaya *service* sedang : Rp. 829.000

Jarak tempuh *service* sedang : 24.000 Km

Jumlah *service* sedang : 1 / 2 tahun

Perhitungan biaya :

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya } service \text{ sedang} &= \frac{\text{Bss} \times \text{Jumlah } service \text{ sedang}}{2} \\
 &= \frac{829.000 \times x}{2} \\
 &= \text{Rp. 414.500 / Tahun}
 \end{aligned}$$

9. Biaya Service Besar

Tabel 3. Rincian Biaya Service Besar

No	Komponen	Kebutuhan	Biaya (Rp.)
1	Oli Mesin Agip Gamma Sae	13 Liter	520.000
2	Filter Oli Mesin	1 Buah	117.000
3	Filter Bahan Bakar	1 Buah	40.000
4	Oli Transmisi Manual Castrol MTF GL	3 Liter	141.000
5	Oli Gardan Pertamina Rored Epa 90	3,5 Liter	119.000
6	Filter Udara	1 Buah	350.000
7	Minyak Rem Rem Redex DOT 3 Hi	1 Liter	41.000
8	Gemuk Rotary super Chassis	1 Kg	80.000
9	Oli Power Steering Prestone	1 Liter	50.000
10	Air Aki Yuasa accu zuur	2 liter	30.000
Total Biaya (Rp.)			1.488.000

Total biaya *service* besar : Rp. 1.488.000

Jarak tempuh *service* besar : 48.000 Km

Jumlah *service* besar : 1 / 2 Tahun

Perhitungan biaya :

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya } service \text{ besar} &= \frac{\text{Bss} \times \text{Jumlah } service \text{ besar}}{2} \\
 &= \frac{1.488.000 \times 1}{2} \\
 &= \text{Rp. 744.000 / Tahun}
 \end{aligned}$$

10. Biaya Cuci Kendaraan

Biaya Pencucian : Rp. 6000

Biaya Pencucian : Rp. 6000 / Hari

: Rp. 2.190.000 / Tahun

BOK = Biaya Penyusutan + Biaya Administrasi + Biaya Awak Kendaraan + Biaya Bahan Bakar + Biaya Ban + Biaya Service Kecil + Biaya Service Sedang + Biaya Service Besar + Biaya Cuci

BOK = 212.800.000 + 3.682.704 + 57.377.236 + 48.336.585 + 3.939.445 + 3.050.000 + 758.000 + 414.500 + 744.000 + 2.190.000

BOK = Rp. 333.292.470 / Tahun

4.3 Pembahasan

Dari hasil analisis perhitungan pendapatan rata-rata satu bus dalam satu hari didapat pendapatan rata-rata satu bus sebesar Rp. 543.704 / Hari atau Rp. 198.451.960 / Tahun atau Rp. 16.537.663.. Sedangkan untuk analisis perhitungan biaya operasional kendaraan untuk satu bus didapat biaya sebesar Rp. 333.292.470 / Tahun atau Rp. 27.774.373 / Bulan atau Rp. 913.130 / Hari. Jika dilihat dari hasil analisis perhitungan pendapatan dan biaya operasional kendaraan menunjukkan bahwa Perum Damri angkutan Kota jurusan Cicaheum – Cibereum

mengalami kerugian di saat kondisi pandemi covid-19 karena dari hasil analisis perhitungan pendapatan rata-rata dalam satu tahun lebih kecil dari biaya operasional kendaraan dalam satu tahun.

Untuk menutup kerugian maka perhitungan biaya penyusutan dihilangkan dikarenakan kondisi covid-19, minimal Damri dapat menutup biaya saat kendaraan beroperasi. Untuk biaya operasional kendaraan jika biaya penyusutan dihilangkan maka biaya operasional kendaraan sebesar Rp. 120.492.470 / Tahun atau Rp. 10.041.040 / Bulan atau Rp. 330.116 / Hari. Bisa dilihat jika biaya penyusutan dihilangkan Damri memperoleh keuntungan dimana pendapatan lebih besar dari biaya operasional kendaraan.

5. KESIMPULAN

1. Hasil analisis perhitungan pendapatan rata-rata satu bus per tahun di dapat sebesar Rp. 198.451.960 atau pendapatan rata-rata satu bus per hari di dapat sebesar Rp. 543.704
2. Hasil analisis perhitungan rata-rata biaya operasional kendaraan satu bus per Tahun sebesar Rp. 333.292.470 atau rata-rata biaya operasional kendaraan satu bus per hari sebesar 913.130. Untuk biaya operasional kendaraan jika biaya penyusutan dihilangkan dikarenakan sedang pandemi covid-19 maka rata-rata biaya operasional kendaraan satu bus per tahun sebesar Rp. 120.492.470 atau rata-rata biaya operasional kendaraan satu bus per hari sebesar Rp. 330.116 .
3. Dari hasil analisis perhitungan pendapatan dan biaya operasional kendaraan saat masa adaptasi kebiasaan baru dapat disimpulkan bahwa pendapatan satu unit bus mengalami kerugian sebesar Rp. 134.840.510 / Tahun atau Rp. 369.426 / Hari, namun dikarenakan sedang pandemi covid-19 biaya penyusutan dihilangkan maka Damri mendapatkan keuntungan sebesar Rp. 77.959.490 / Tahun atau Rp. 213.588 / Hari dan dapat menutupi biaya operasional kendaraan.

DAFTAR PUSTAKA

- Keputusan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. (2002). *"Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum di Wilayah Kota Dalam Trayek Tetap Dan Teratur"*.
- Kamarwan, Sidharta S. K. (1997). *"Sistem Transportasi"*. Jakarta: Universitas Gunadarma..
- Melinda, R. (2017). *"Analisis Biaya Operasional Kendaraan SHUTTLE X Bandung-Jakarta"*. Bandung: Institut Teknologi Nasional.
- Ramadhan, Zulkifli. (2014). *"Analisis Perhitungan Dan Perbandingan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) Bus Rapid Transid (BRT) Transmusi Jenis Mercedes Benz OH-1521 Dan Hino RK8-235 (Studi Kasus : Koridor 1 Rute Terminal Alang-Alang Lebar - Terminal Ampera)"*. *e-Journal Universitas Sriwijaya*.

Perbandingan Nilai Kondisi Jalan dan Program Pemeliharannya Berdasarkan Metode *PCI* dan *RCI*

YORI RAYMIZARD FAHRUDIN¹, ELKHASNET²

1. Mahasiswa Fakultas Teknik, Prodi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung
2. Pengajar Fakultas Teknik, Prodi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung
Email: Yoriraymizard9@gmail.com

ABSTRAK

Penilaian kondisi permukaan jalan merupakan salah satu tahapan untuk menentukan jenis program revaluasi yang perlu dilakukan. Dua metode yang dapat digunakan dalam melakukan penilaian kondisi jalan dan program pemeliharannya adalah metode PCI (Pavement Condition Index) dan metode RCI (Road Condition Index). Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kedua metode dalam menentukan nilai kondisi dan pemeliharannya terhadap kondisi perkerasan dilapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa program pemeliharaan pada metode PCI adalah rehabilitation, resurface, do nothing dan preverence maintenance sedangkan program pemeliharaan pada metode RCI adalah peningkatan struktur, pemeliharaan berkala dan pemeliharaan rutin. Setelah hasil kedua metode dibandingkan, dapat disimpulkan kedua metode sama baiknya, akan tetapi jenis pemeliharaan metode RCI lebih ideal dibandingkan metode PCI karena selaras dengan kerusakan dilapangan.

Kata kunci: nilai kondisi jalan, program pemeliharaan, *PCI*, *RCI*

ABSTRACT

The assessment of pavement condition is needed to establish the appropriate maintenance program. Two methods that can be used in assessing road conditions and maintenance programs are the PCI (Pavement Condition Index) method and the RCI (Road Condition Index) method. This study aims to compare the two methods in determining the value of the condition and its maintenance of the pavement conditions in the field. The results showed that the maintenance program in the PCI method is rehabilitation, resurface, do nothing and preverence maintenance, while the maintenance program in the RCI method is structure improvement, periodic maintenance and routine maintenance. After the results of the two methods were compared the conclusion both methods are equally good, but this type of maintenance method RCI is more ideal than the PCI method because it is compatible with the damage in the field.

Key words: road condition value, maintenance program, *PCI*, *RCI*

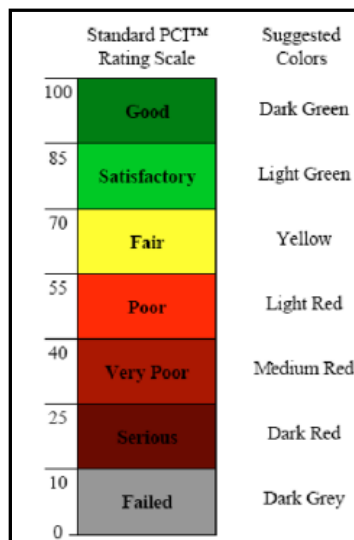
1. PENDAHULUAN

Ruas Jalan Cikampek-Padalarang pada saat ini sering dijumpai dalam keadaan rusak. Maka tahapan perencanaan, pelaksanaan dan pemeliharaan jalan, seharusnya dapat dilaksanakan dengan baik agar pelayanan jalan dapat memberikan rasa aman dan nyaman bagi pengguna jalan. Perbandingan dua metode ini digunakan sebagai salah satu metode alternatif untuk mengevaluasi penilaian kondisi jalan, dimana dari kedua metode memiliki sudut pandang tersendiri dalam penentuan nilai kondisi dan program pemeliharaannya. Dengan adanya perbandingan metode ini diharapkan dapat menghilangkan keraguan dalam pemilihan metode pemeliharaan jalan, sehingga ketepatan dalam mengusulkan jenis pemeliharaan akan lebih baik. Tujuan dari penelitian ini adalah memberikan gambaran perbandingan kedua metode dalam menentukan nilai kondisi dan pemeliharannya terhadap kondisi perkerasan di lapangan.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Pavement Condition Index

Indeks kondisi perkerasan atau *PCI* (*Pavement Condition Index*) adalah sistem penilaian kondisi perkerasan jalan berdasarkan jenis, tingkat dan luas kerusakan yang terjadi digunakan sebagai acuan dalam menentukan *rating* berdasarkan sumber *ASTMD 6433*, 2008. Penilaian kondisi perkerasan untuk metode *PCI* memiliki rentang 0 (nol) sampai dengan 100 (seratus). Diagram nilai *PCI* dapat dilihat pada gambar dibawah:



Gambar 1 Diagram nilai PCI
(Sumber: *ASTMD 6433*, 2008)

2.7 Road Condition Index

Road Condition Index (*RCI*) adalah skala tingkat kenyamanan atau kinerja jalan yang dapat diperoleh dari pengukuran dengan alat *roughometer* maupun secara visual. Berikut tabel dalam menentukan nilai *RCI* dibawah:

Tabel 1. Penentuan Nilai *RCI*

No	Jenis Permukaan	Kondisi Ditinjau Secara Visual	Nilai RCI	Perk. Nilai IRI
1	Jalan tanah	Tidak bisa dilalui	0 – 2	24 – 17
2	Jalanaspal /betonsemen	Rusak berat, banyak lubang dan seluruh daerah perkerasan mengalami kerusakan	2 – 3	17 – 12
3	Jalan kerikil	Rusak, bergelombang, banyak lubang	3 – 4	12 – 9
4	Latasbum	Agak rusak, kadang-kadang ada lubang, permukaan tidak rata	4 – 5	9 – 7
5	Lapen Macadam	Cukup, tidak ada atau sedikit sekali lubang, permukaan jalan agak tidak rata	5 – 6	7 – 5
6	Lasbutag	Baik	6 – 7	5 – 3
7	Hotmix lama	Sangat baik umumnya rata	7 – 8	3 – 2
8	Hotmix baru	Sangat rata dan teratur	8 - 10	2 – 0

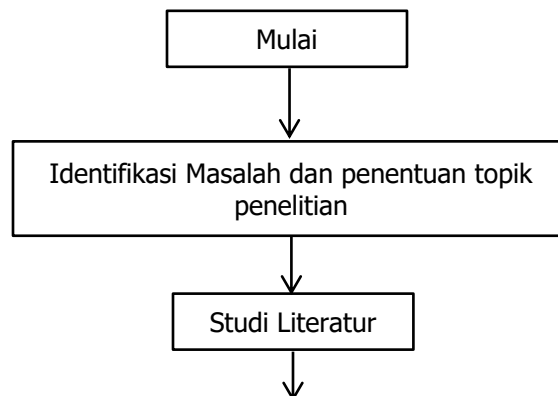
(Sumber: Permen PUPR No 33/PRT/M/2016)

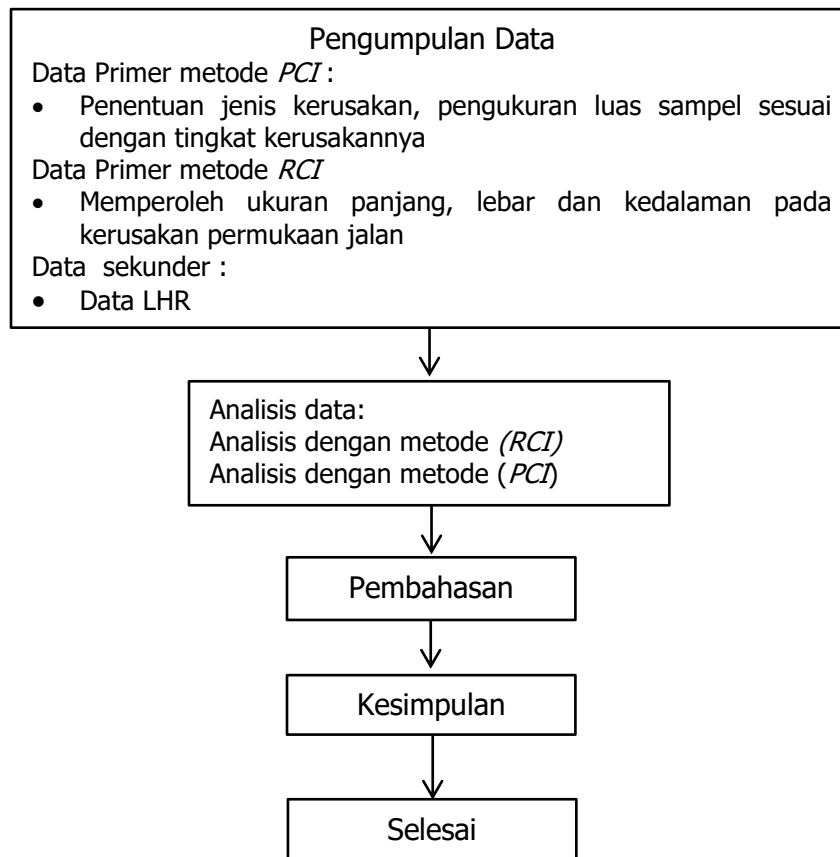
3. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahap sebagai berikut:

1. Identifikasi masalah terhadap topik yang akan dibahas dan studi literatur guna mengumpulkan bahan kepustakaan
2. Pengambilan data primer, yaitu melakukan pengukuran dimensi kerusakan yang kemudian di rekap kedalam tabel survei dan data sekunder adalah data LHR yang diperoleh di internet.
3. Tahap analisis data, yaitu menghitung *rating PCI* dan nilai kondisi jalan *RCI* guna menentukan nilai kondisi dan jenis pemeliharaan jalan
4. Tahap pembahasan, yaitu berupa perbandingan kelebihan dan kekurangan, program evaluasi pemeliharaan terhadap dua metode yang dikaji.
5. Penarikan kesimpulan dalam penelitian.

Urutan penelitian ini dapat dilihat pada bagan alir di bawah ini, yang ditunjukkan dalam Gambar berikut ini:





Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisis dan Pembahasan

Hasil dari analisis perhitungan menunjukkan perbedaan dalam penilaian kondisi jalan dan pengusulan jenis pemeliharaan. Perbandingan hasil analisis antara metode *PCI* dan *RCI* disajikan pada tabel dibawah:

Tabel 2 Perbandingan Hasil Analisis Metode *PCI* dan *RCI*

No	<i>PCI</i>		<i>RCI</i>	
	<i>Rating</i>	Usulan Pemeliharaan	Nilai Kondisi	Usulan Pemeliharaan
Segmen 1	<i>Poor</i>	<i>Rehabilitation</i>	Rusak Berat	Peningkatan
Segmen 2	<i>Fair</i>	<i>Surface</i>	Rusak Ringan	Pemeliharaan Berkala
Segmen 3	<i>Fair</i>	<i>Surface</i>	Rusak Ringan	Pemeliharaan Berkala
Segmen 4	<i>Excelent</i>	<i>Do Nothing</i>	Baik	Pemeliharaan Rutin
Segmen 5	<i>Good</i>	<i>Preventative Maintenance</i>	Sedang	Pemeliharaan Rutin

Berdasarkan hasil perbandingan diatas, *ratting* segmen 1 pada metode *PCI* adalah *poor* sedangkan pada metode *RCI* nilai kondisi pada segmen 1 adalah rusak berat, hal ini selaras dengan kondisi dilapangan pada segmen 1 yang mengalami kerusakan cukup parah yaitu rusak bergelombang, permukaan tidak rata dan banyak lubang. Usulan pemeliharaan pada metode *PCI* untuk segmen 1 adalah rehabilitation yaitu dengan melakukan pelapisan ulang (*overlay*) sedangkan pada metode *RCI* dilakukan usulan pemeliharaan dengan melakukan peningkatan berupa pelapisan ulang sesuai umur rencana. Dari usulan kedua metode tersebut, sesuai dengan kerusakan yang terjadi dilapangan karena pada segmen 1 diperlukan peningkatan struktur berupa *overlay* jalan. Pada segmen 2 dan 3 *ratting* metode *PCI* adalah *fair* sedangkan nilai kondisi pada metode *RCI* diperoleh rusak ringan, jika ditinjau pada kondisi dilapangan nilai kondisi kedua metode tersebut sama dengan kondisi dilapangan, dimana kondisi pada segmen 2 dan 3 mengalami kerusakan permukaan seperti alur, lubang, sungkur dan pelepasan butiran dan bentuk pemeliharaan pada metode *PCI* adalah *resurface*, yaitu perbaikan dengan pelaburan aspal pada daerah yang mengalami kerusakan, penambalan pada kerusakan jalan dan lain-lain, sedangkan bentuk pemeliharaan *RCI* adalah dilakukan perbaikan pada permukaan perkerasan jalan (lubang, sungkur, alur, pelepasan butiran).

Dari usulan dua metode tersebut sesuai dengan kondisi dilapangan, hal ini karena pada segmen 2 dan 3 diperlukan perbaikan permukaan pada kerusakan sungkur, alur lubang dan pelepasan butiran sehingga kondisi pada segmen 2 dan 3 kembali mantap. Pada segmen 4, *ratting* metode *PCI* adalah *excellent*, artinya kondisi perkerasan tidak mengalami kerusakan sedangkan pada metode *RCI* nilai kondisi jalan adalah baik. Hal ini sesuai dengan kondisi dilapangan karena pada segmen 4 tidak ada kerusakan sama sekali sehingga bentuk pemeliharaan pada metode *PCI* adalah *do nothing* yang artinya kondisi perkerasan pada segmen 4 tidak perlu diperbaiki sedangkan terdapat perbedaan pemeliharaan pada metode *RCI* yaitu, dilakukan pemeliharaan rutin dengan bentuk seperti pemeliharaan bahu jalan, pemeliharaan drainase, pemeliharaan pemotongan tanaman liar dan lain-lain. Pada kondisi dilapangan tidak ada kerusakan pada perkerasan segmen 4 sehingga usulan dua metode tersebut dapat diterapkan.

Dan yang terakhir *Rating* segmen 5 pada metode *PCI* adalah *good* sedangkan pada metode *RCI* adalah sedang. *Good* dalam *rating PCI* adalah kondisi pada perkerasan umumnya baik namun ada sedikit kerusakan yang terjadi pada perkerasan tersebut. Jika ditinjau pada kondisi dilapangan perkerasan pada segmen 5 umumnya baik, hanya saja ada beberapa kerusakan seperti lubang dan pelepasan butiran. Bentuk pemeliharaan pada metode *PCI* adalah *preventative maintenance* yaitu berupa pemberian lapis tipis pada permukaan jalan dan perbaikan permukaan seperti penambalan lubang sedangkan pada metode *RCI* program pemeliharaan yang diusulkan adalah pemeliharaan rutin, yaitu berupa pemeliharaan perbaikan seperti penambalan lubang, pelaburan aspal dan lain-lain. Usulan pemeliharaan dua metode tersebut dapat diterapkan dilapangan karena pada segmen 5 terdapat kerusakan minor yang perlu diperbaiki seperti lubang yang harus ditambal dan pelaburan aspal untuk kerusakan pelepasan butiran sehingga kondisi jalan kembali mantap.

4.4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dilapangan dan analisis yang telah dilaksanakan, diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Pelaksanaan survei metode *RCI* dengan metode *PCI* tidak jauh berbeda, yaitu dengan melakukan pengukuran diameter, panjang lebar dan kedalaman kerusakan.

2. Hasil perhitungan metode *PCI* menunjukkan dari segmen 1 sampai segmen 5 mengalami kerusakan *poor, fair, fair, excellent dan good* sedangkan perhitungan metode *RCI* menunjukkan kerusakan rusak berat, rusak ringan, rusak ringan, baik dan sedang.
3. Jenis Program pemeliharaan jalan pada metode *PCI* menunjukkan bahwa dari segmen 1 sampai segmen 5 perlu dilakukan pemeliharaan *rehabilitation, resurface, resurface, do nothing dan Preventative Maintenance* sedangkan pada metode *RCI* menunjukkan dari segmen 1 sampai segmen 5 perlu dilakukan pemeliharaan peningkatan, pemeliharaan berkala, pemeliharaan berkala, pemeliharaan rutin dan pemeliharaan rutin.

DAFTAR RUJUKAN

ASTM D6433, 2008. *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Surveys*

Sukirman, S., 2010, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Nova, Bandung.

Institut Teknologi Nasional 2018, Diktat Kuliah Pemeliharaan dan Peningkatan Jalan S1 4 15, Institut Teknologi Nasional, Bandung

Amrullah, M.R., 2014, Evaluasi Kerusakan dan Kelayakan Jalan Berdasarkan Metode PCI, PSI dan Nilai RCI (Road Condition Index), Tugas Akhir, (Tidak Diterbitkan), Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Bolla, M.E., 2012, Perbandingan Metode Bina Marga dan Metode PCI (Pavement Condition Index) dalam Penilaian Kondisi Perkerasan Jalan, Tugas Akhir, (Tidak Diterbitkan), Institut Teknologi Nasional, Bandung.

Peraturan Pemerintah Pekerjaan Umum RI, 2016, *Mekanisme Perencanaan Dan Pemrograman Serta Pelaksanaan Kegiatan Bidang Jalan* (No.33/PRT/M/2016), Menteri Pekerjaan Umum, Jakarta.

Panduan Survei Kondisi Jalan (No SMD-03/RCS), 2011. Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.

Pemeliharaan Jalan, 2018. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta

EVALUASI PERILAKU DAN KINERJA PERBAIKAN TANAH LUNAK DENGAN METODE PRELOADING DAN PREFABRICATED VERTICAL DRAINS (PVD) UNTUK KAWASAN PERUMAHAN DI GEDEBAGE MENGGUNAKAN *SOFTWARE* PLAXIS 2D

YOGI NURHAYADI, DIAN ASTRIANI ARWANA ILYAS

Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional
Email : yoginurhayadi@gmail.com

ABSTRAK

Pada proyek pembangunan di Gedebage direncanakan melakukan perbaikan tanah menggunakan kombinasi Preloading dan Prefabricated Vertical Drain (PVD) sebagai solusi permasalahan tanah lunak dengan rata-rata sedalam 20 m. Kondisi tanah dilapangan setelah perbaikan tanah menggunakan PVD dengan jarak 1,3 m sedalam 21m dan timbunan setinggi 5 m mengalami penurunan sebesar 1,5 m selama 120 hari. Pada tugas akhir ini akan membandingkan metode analitik dan numerik terhadap kondisi penurunan di lapangan. Hasil dari metode analitik (Terzaghi) penurunannya sebesar 1,463 m dengan waktu penurunan 41 hari dan metode numerik (PLAXIS 2D) menggunakan parameter tanah Hardering Soil dan menggunakan model Axisimetry mendapatkan penurunan sebesar 1,504 m dengan waktu penurunan 110 hari. Dari perbandingan antara kondisi lapangan dengan metode analitik dan numerik adalah hasil antara penurun kondisi lapangan dengan Terzaghi menggunakan PVD sebesar 2,5% dengan waktu penurun 34,2% dan hasil antara penurunan kondisi lapangan dengan PLAXIS 2D menggunakan PVD sebesar 0,27% dengan waktu penurunan 8,3%.

Kata kunci: Tanah lunak, Analitik, Numerik, Preloading, Prefabricated Vertical Drain (PVD), PLAXIS 2D petunjuk penulisan, template dokumen, format, style

1. PENDAHULUAN

Kondisi tanah di Gedebage merupakan tanah lunak yang seringkali menjadi permasalahan. Proyek pembangunan di Gedebage direncanakan melakukan perbaikan tanah menggunakan kombinasi Preloading dan Prefabricated Vertical Drain (PVD) sebagai solusi untuk permasalahan tanah tersebut. Kondisi tanah dilapangan setelah perbaikan tanah menggunakan PVD dengan jarak 1,3 m sedalam 21m dan timbunan setinggi 5 m mengalami penurunan sebesar 1,5 m selama 120 hari. Pada tugas akhir ini akan membandingkan analisis menggunakan metode Terzaghi dan pemodelan menggunakan PLAXIS 2D terhadap kondisi penurunan di lapangan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penyelidikan Tanah

Salah satu tahapan paling awal yang perlu dilakukan dalam perencanaan pondasi adalah penyelidikan tanah. Uji penyelidikan tanah diperlukan untuk mengetahui daya dukung dan

karateristik tanah serta kondisi geologi, seperti mengetahui susunan lapisan tanah atau sifat tanah, mengetahui kekuatan lapisan tanah dalam rangka penyelidikan tanah dasar untuk keperluan pondasi bangunan, kepadatan dan daya dukung tanah. Beberapa jenis penyelidikan tanah yaitu *Cone Penetration Test* (CPT), Pemboran Mesin (*Drilling Machine*), *Standard Penetration Test* (SPT), dan *Cone Penetration Test with Pore Water Measurement* (CPTu).

2.2 Penurunan (*Settlement*)

Penambahan beban diatas suatu permukaan tanah dapat menyebabkan lapisan tanah dibawahnya mengalami pemampatan. Pemampatan tersebut disebabkan oleh adanya deformasi partikel tanah, relokasi partikel, keluarnya air atau udara dari dalam pori, dan sebab-sebab lain. Ada tiga jenis penurunan yaitu Penurunan Seketika (*Immediate Settlement*), Penurunan Konsolidasi Primer (*Primary Consolidation Settlement*), Penurunan Konsolidasi Sekunder (*Creep / Secondary Consolidaton Settlement*).

2.3 Perbaikan Tanah

Perbaikan tanah adalah proses dimana karakteristik kompresibilitas, daya dukung, permeabilitas dan/atau ketahanan likuifaksi tanah setempat (tanah in-situ) yang tidak menguntungkan untuk fondasi bangunan atau infrastruktur yang akan didirikan diperbaiki secara sedemikian sehingga karakteristik tanah setempat tersebut berubah secara permanen dan memiliki karakteristik kompresibilitas, daya dukung, permeabilitas, dan/atau ketahanan likuifaksi yang memadai dan mencapai tingkat aman. Salah satu jenis perbaikan tanah yaitu Kombinasi *Preloading dan Prefabricated Vertical Drains* (PVD).

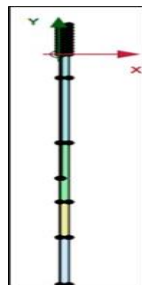
2.6 Aplikasi PLAXIS 2D

Plaxis 2D adalah salah satu program aplikasi komputer berdasarkan metode elemen hingga dua dimensi yang digunakan secara khusus untuk menganalisis deformasi dan stabilitas untuk berbagai aplikasi dalam bidang geoteknik, seperti daya dukung tanah.

3. PENGOLAHAN DATA

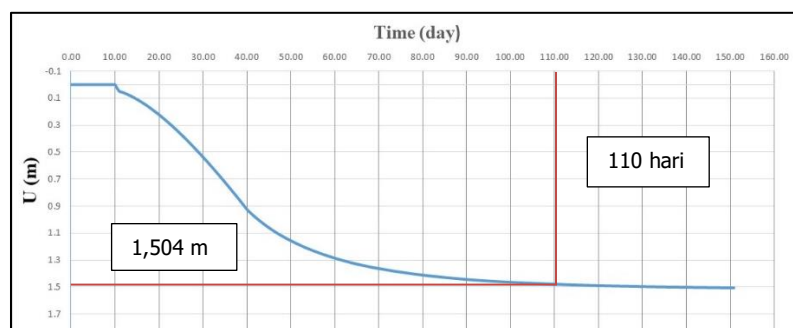
4.1 Pemodelan Menggunakan *Software* PLAXIS 2D

Simulasi timbunan setinggi 5m dengan pelaksanaan secara bertahap yaitu 0,5m per lapisan. Tinggi *Prefabricated Vertical Drains* (PVD) ialah 21m dibawah permukaan timbunan seperti yang ditunjukkan pada ambar dibawah ini.



Gambar 1. Pemodelan pada software PLAXIS 2D

penurunan sudah selesai dengan waktu tertentu maka tanah tersebut diasumsikan sudah stabil, karena sudah tidak ada lagi pengaruh air yang mengakibatkan penurunan. Berikut hubungan antara waktu dan penurunan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. Grafik hasil pemodelan PLAXIS 2D dengan PVD

4.2 Analisis Penurunan Menggunakan Metode Terzaghi

Pada analisis penurunan konsolidasi menggunakan persamaan Terzaghi dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Perhitungan penurunan konsolidasi menggunakan persamaan Terzaghi

Depth	H	P _C	Δσ	τ _w	e	C _C	P ₀	OCR	P ₀ + Δσ	C _r	S
m	m	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ³	-	-	kN/m ²	-	kN/m ²	-	m
0 - 20	1	125	85	16	6	2.3	8	15.625	93	0.115	0.0175
	1	125	85	16	6	2.3	24	5.20833	109	0.115	0.0108
	1	125	85	16	6	2.3	40	3.125	125	0.115	0.0081
	1	125	82.45	16	6	2.3	56	2.23214	138.45	0.115	0.0203
	1	125	81.6	12	6	2.3	70	1.78571	151.6	0.115	0.0317
	1	125	80.75	12	6	2.3	82	1.52439	162.75	0.115	0.0407
	1	125	79.9	12	6	2.3	94	1.32979	173.9	0.115	0.0878
	1	125	78	12	6	2.3	106	1	184	0.115	0.0789
	1	125	77	12	6	2.3	118	1	195	0.115	0.0719
	1	125	73.95	12	6	2.3	125	1	198.95	0.115	0.0663
	1	125	73.1	12	6	2.3	127	0.98425	200.1	0.115	0.0649
	1	125	72.25	12	6	2.3	129	0.96899	201.25	0.115	0.0635
	1	125	70.55	13	6	2.3	131.5	0.95057	202.05	0.115	0.0613
	1	125.00	69.70	13.00	6.00	2.3	134.5	0.93	204.20	0.115	0.0596
	1	125	66.3	13	6	2.3	137.5	0.90909	203.8	0.115	0.0562
	1	125	62.9	13	6	2.3	140.5	0.88968	203.4	0.115	0.0528
	1	125	62.05	12	6	2.3	143	0.87413	205.05	0.115	0.0514
	20 - 30	1	125	59.5	12	6	2.3	145	0.86207	204.5	0.115
1		125	57.8	12	6	2.3	147	0.85034	204.8	0.115	0.0473
1		125	56.1	12	6	2.3	149	0.83893	205.1	0.115	0.0456
1		145	54.4	12	5	2	151	0.96026	205.4	0.100	0.0445
1		145	53.55	12	5	2	153	0.94771	206.55	0.100	0.0434
1		145	49.3	13	5	2	155.5	0.93248	204.8	0.100	0.0399
1		145	48.45	13	5	2	158.5	0.91483	206.95	0.100	0.0386
1		145	46.75	13	5	2	161.5	0.89783	208.25	0.100	0.0368
1		145	45.9	13	5	2	164.5	0.88146	210.4	0.100	0.0356
1		145	45.05	12	5	2	167	0.86826	212.05	0.100	0.0346
1		145	44.2	12	5	2	169	0.85799	213.2	0.100	0.0336
1		145	41.65	11	5	2	170.5	0.85044	212.15	0.100	0.0316
30 - 36	1	145	41	11	5	2	171.5	1	212	0.100	0.0309
	1	155	40	12	6	1.5	172.75	1	213	0.075	0.0194
	1	155	39.1	11.5	6	1.5	174.25	0.88953	213.35	0.075	0.0188
	1	155	38.25	11.5	6	1.5	175.75	0.88193	214	0.075	0.0183
	1	155	37.4	12	6	1.5	177.5	0.87324	214.9	0.075	0.0178
	1	155	36.55	12	6	1.5	179.5	0.86351	216.05	0.075	0.0172
36 - 44	1	155.00	35.70	12.00	6.00	1.5	181.5	0.85	217.20	0.075	0.0167
	1	160	34.85	12	4	1	183.5	0.87193	218.35	0.050	0.0151
	1	160	34	12	4	1	185.5	0.86253	219.5	0.050	0.0146
	1	160	33.15	12	4	1	187.5	0.85333	220.65	0.050	0.0141
	1	160	32.3	12	4	1	189.5	0.84433	221.8	0.050	0.0137
	1	160	31.45	12	4	1	191.5	0.83551	222.95	0.050	0.0132
	1	160	30.6	12	4	1	193.5	0.82687	224.1	0.050	0.0128
	1	160	29.75	12	4	1	195.5	0.81841	225.25	0.050	0.0123
Σ Settlement											1.4628

Waktu yang diperlukan dimana konsolidasi dengan PVD terjadi dibutuhkan parameter C_h yang biasanya rasio C_h / C_v terletak antara 1 dan 2. Parameter C_h didapat dari persamaan Barron (1948) sebagai berikut.

$$n = \frac{1,365}{0,052} = 26,25$$

$$s = \frac{0,22}{0,052} = 4,202$$

$$u = \frac{26,25^2}{26,25^2 - 4,202^2} \ln\left(\frac{26,25}{4,202}\right) - \frac{3}{4} + \frac{4,202^2}{4 \times 26,25^2} + \frac{0,00000864}{0,00000432} \times \frac{26,25^2 - 4,202^2}{26,25^2} \ln(4,202)$$

$$= 3,93424$$

$$T_h = \frac{C_h \cdot 120}{1,365^2}$$

$$U_h = 1 - e^{\left(\frac{-8T_h}{3,93424}\right)} \approx C_h = 0,0176 \text{ m}^2/\text{day} \approx 2,037 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$t_{90} = \frac{T_v \times H^2}{C_v} = \frac{0,848 \times 0,65^2}{(2,037 \times 10^{-7})/2} = 3517722,14 \text{ detik} \approx 40,714 \approx 41 \text{ hari}$$

4. KESIMPULAN

Dari perbandingan antara kondisi lapangan dengan beberapa metode analisis dan pemodelan, bahwa terdapat perbedaan hasil antara penurunan kondisi lapangan dengan Terzaghi sebesar 2,5%, penurunan kondisi lapangan dengan PLAXIS 2D 0,27%. Kemudian perbedaan waktu konsolidasi kondisi lapangan dengan Terzaghi sebesar 34,2% dan waktu konsolidasi kondisi lapangan dengan PLAXIS 2D sebesar 8,3%. Maka dapat disimpulkan bahwa hasil pemodelan PLAXIS dengan PVD yang paling mendekati dengan kondisi di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Das, Braja M, *Mekanika Tanah (Prinsip – Prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Terjemahan oleh Noor Endah & Indra Surya Mochtar. Jilid I, Jakarta : Erlangga 1995.
- Das, Braja M. 1985. *Mekanika Tanah Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Bowles J. E., 1993. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, Edisi Kedua. Jakarta: Erlangga.
- Terzaghi, Peck. 1967. *Soil Mechanics in Engineering Practice*.

Analisis Data Curah Hujan yang Hilang dengan Menggunakan Metode Rasional dan Metode *Inversed Square Distance*

YOGA FIRMANSYAH, YATI MULIATI

Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional
Email : Yoga08firmansyah@gmail.com

ABSTRAK

Hujan yang terjadi akan berbeda di setiap daerah yang menentukan banyaknya jumlah air yang turun. Untuk melengkapi data hujan diperlukan data dari stasiun yang memiliki data yang lebih lengkap. Maka dari itu untuk memprediksi perhitungan data hujan yang hilang dapat menggunakan berbagai metode antara lain metode Rasional dan metode Inversed Square Distance. Tujuannya memilih metode yang paling sesuai, konsistensi data curah hujan, dan mengkaji karakteristik curah hujan. Dari hasil perhitungan data curah yang hilang di DAS Cisangkuy yang paling sesuai ialah metode Inversed Square Distance karena rata-rata penyimpangannya sebesar 24,65%, grafik uji konsistensi menunjukkan bahwa semua stasiun hujan tersebut memiliki nilai R yang mendekati 1 dan dapat dikatakan memiliki korelasi yang sangat kuat, karakteristik curah hujan termasuk ke dalam pola hujan monsun dan dilihat dari lokasi yang ditinjau terdapat di Pulau Jawa.

Kata kunci: *Metode Rasional, Metode Inversed Square Distance, Uji Konsistensi data Curah Hujan, Karakteristik Hujan.*

1. PENDAHULUAN

Informasi cuaca dan iklim merupakan kebutuhan utama untuk mendukung kegiatan di berbagai sektor, informasi tersebut dapat berupa perkiraan cuaca atau iklim. Hujan yang turun di suatu daerah akan masuk ke dalam Daerah Aliran Sungai (DAS) tersebut, mengalir ke dalam sungai dan akhirnya ke laut. Hujan yang terjadi akan berbeda-beda di setiap daerah intensitas dan durasi hujan yang menentukan banyaknya jumlah air yang turun pada daerah tersebut. Salah satu contohnya untuk mengantisipasi limpasan akibat banjir yang terjadi di daerah Kabupaten Bandung yang diakibatkan oleh tingginya intensitas debit curah hujan, maka dari itu untuk memprediksi perhitungan data hujan yang hilang dapat digunakan berbagai metode antara lain metode Rasional dan metode *Inversed Square Distance*. Metode Rasional ini metode yang memperhatikan jumlah hujan tahunan dan tinggi hujan, namun berbeda halnya dengan metode *Inversed Square Distance* yang harus memperhatikan jarak antar stasiun yang diketahui dengan jarak stasiun yang dicari. Agar diperoleh data yang akurat untuk melengkapi data hujan yang hilang, maka perlu dipilih metode mana yang paling sesuai dan menghasilkan data curah hujan paling dekat dengan keadaan sebenarnya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Layout Curah Hujan

Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh di permukaan tanah dasar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi milimeter (mm) di atas permukaan horizontal. Dalam penjelasan lain curah hujan juga dapat diartikan sebagai ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Indonesia merupakan negara yang memiliki angka curah hujan bervariasi dikarenakan daerahnya yang berada pada ketinggian yang berbeda-beda.

2.2 Proses Terjadinya Hujan

Presipitasi adalah turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi yang bisa berupa hujan, hujan salju, kabut, embun, dan hujan es. Di daerah tropis hujan memberikan sumbangan terbesar sehingga seringkali hujanlah yang dianggap presipitasi (Triatmodjo, 2008). Sedangkan menurut (Sosrodarsono, 1985) presipitasi adalah sebutan umum dari uap yang mengkondensasi dan jatuh ke tanah dalam rangkaian proses siklus hidrologi, biasanya jumlah selalu dinyatakan dengan dalamnya presipitasi (mm). Jika uap air yang jatuh berbentuk cair disebut hujan (rainfall) dan jika berbentuk padat disebut salju (*snow*).

2.3 Alat Pengukur Hujan

Alat yang digunakan ada dua jenis alat pengukuran hujan, yaitu alat pengukur hujan manual dan alat pengukur hujan otomatis.

2.4 Metode Rasional

Metode Rasional adalah salah satu metode yang digunakan untuk mencari data yang hilang. Metode perhitungan yang digunakan cukup sederhana yakni dengan memperhitungkan data curah hujan di stasiun hujan yang berdekatan untuk mencari data curah hujan yang hilang di stasiun tersebut. Rumus metode rasional yaitu:

$$Dx = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n di \frac{Anx}{Ani} \quad \dots\dots(1)$$

Keterangan:

Dx = Data tinggi hujan harian maksimum di stasiun x [mm],
 n = Jumlah stasiun di sekitar x untuk mencari data di x,
 di = Data tinggi hujan harian maksimum di stasiun I [mm],
 Anx = Tinggi hujan rata-rata tahunan di stasiun x [mm],
 Ani = Tinggi hujan rata-rata tahunan di stasiun sekitar x [mm].

2.5 Metode Inversed Square Distance

Metode *Inversed Square Distance* adalah salah satu metode yang digunakan untuk mencari data yang hilang. Metode perhitungan yang digunakan hampir sama dengan Metode Rasional yakni memperhitungkan stasiun yang berdekatan untuk mencari data curah hujan yang hilang di stasiun tersebut. Jika pada Metode Rasional yang digunakan adalah jumlah curah hujan dalam 1

tahun, pada metode ini variabel yang digunakan adalah jarak stasiun terdekat dengan stasiun yang akan dicari data curah hujan yang hilang. Rumus metode inversed square distance yaitu:

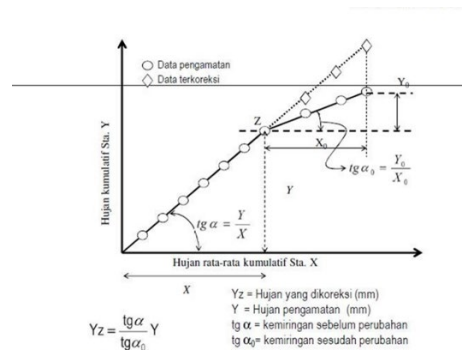
$$P_x = \frac{\frac{1}{(dXA)^2} P_A + \frac{1}{(dXB)^2} P_B + \frac{1}{(dXC)^2} P_C}{\frac{1}{(dXA)^2} + \frac{1}{(dXB)^2} + \frac{1}{(dXC)^2}} \quad \dots\dots(2)$$

Keterangan:

P_x = Tinggi hujan yang dipertanyakan [mm],
 P_A, P_B, P_C = Tinggi hujan pada stasiun disekitarnya [mm],
 dXA, dXB, dXC = Jarak stasiun X terhadap masing – masing stasiun A,B,C [Km].

2.6 Pengujian Konsistensi Data Hujan

Menurut (Soewarno, 1991) dalam bukunya Hidrologi Operasional Jilid Kesatu, data hujan yang diperlukan untuk analisis disarankan minimal 30 tahun data runtut waktu. Data itu harus tidak mengandung kesalahan dan harus dicek sebelum digunakan untuk analisis hidrologi lebih lanjut. Agar tidak mengandung kesalahan (error) dan harus tidak mengandung data kosong (missing record). Oleh karena itu harus dilakukan pengecekan kualitas data (data quality control). Beberapa kesalahan yang mungkin terjadi dapat disebabkan oleh faktor manusia, alat dan faktor lokasi. Bila terjadi kesalahan maka data itu dapat disebut tidak konsisten (inconsistency). Uji konsistensi (consistency test) berarti menguji kebenaran data. Data hujan disebut konsisten (consistent) berarti data yang terukur dan dihitung adalah teliti dan benar serata sesuai dengan fenomena saat hujan itu terjadi. Gambar lengkung masa ganda dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Lengkung Masa Ganda
(Sumber: Nemec, 1973)

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi pada penelitian ini ada beberapa stasiun pengamat curah hujan yang berada di wilayah Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat, Indonesia. Stasiun curah hujan yang diteliti yaitu

Stasiun Cipaku, Stasiun Cipeusing, dan Stasiun Cisampih. Gambar lokasi curah hujan dapat dilihat pada **Gambar 2**.



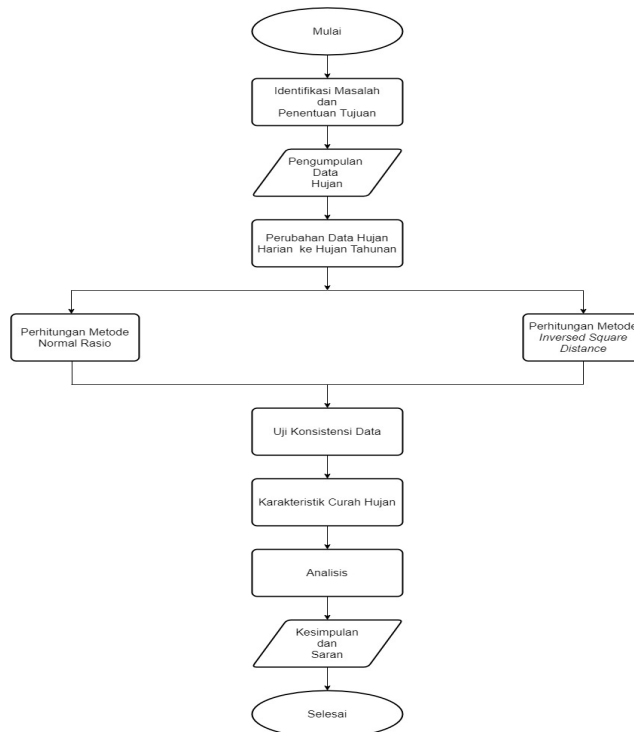
**Gambar 2. Lokasi Stasiun Curah Hujan
(Sumber: Peta BBWS Citarum)**

3.2 Data Penelitian

Data curah hujan yang digunakan yaitu data sekunder yang diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Citarum adalah data curah hujan harian dari stasiun Cipaku, Cipeusing, Cisampih dan untuk 8 tahun.

3.3 Tahapan Penelitian

Untuk mengoptimalkan pelaksanaan penelitian dibuat langkah-langkah penelitian secara sistematis dalam bentuk bagan alir, penelitian dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

3.4 Studi Pustaka

Studi pustaka ini dilakukan untuk mengidentifikasi masalah dan perumusan tujuan, serta untuk menambah pengetahuan dalam membantu melakukan analisis terhadap data curah hujan menggunakan Metode Rasional, dan Metode *Inversed Square Distance* melalui jurnal dan buku yang berisi tentang metode-metode tersebut.

3.4 Metode Penyajian

Penyajian data pada metode analisis ini dengan menggunakan beberapa jenis bentuk penyajian data untuk membantu menganalisis hasil dari proses metode normal rasio dan metode *inversed square distance*. Untuk pengolahan data hujan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Data Curah Hujan Harian Stasiun Cipaku Tahun 2002

Nama Stasiun	: Cipaku
No Stasiun	: 180
No in Database	: -
Lintang Selatan	: 07 ° 03' 21 "
Bujur Timur	: 107 ° 43' 51 "
Tipe Alat	: Manual
Tahun	: 2002

TANGGAL	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	6,0	12,0	0,0	6,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0
2	0,0	10,0	5,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	8,0	3,0	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0
4	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	6,0
5	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	3,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,0
7	0,0	5,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0
8	0,0	2,0	0,0	3,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	16,0	21,0
9	26,0	0,0	32,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0
10	0,0	6,0	13,0	3,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0
11	6,0	1,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
12	3,0	0,0	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0
13	14,0	26,0	21,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	6,0
14	16,0	9,0	19,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,0
15	18,0	3,0	31,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	42,0
16	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
17	21,0	0,0	13,0	46,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,0
18	14,0	0,0	9,0	3,0	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	8,0	0,0
19	15,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0	21,0
20	6,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	19,0	32,0
21	4,0	13,0	0,0	36,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,0	6,0
22	28,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	9,0
23	23,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0	13,0
24	42,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	16,0
25	13,0	0,0	6,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0	23,0
26	16,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,0	38,0
27	14,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,0	20,0
28	31,0	0,0	58,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	17,0	22,0
29	9,0		5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,0	26,0
30	36,0		10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,0	4,0
31	17,0		28,0		0,0	0,0	0,0	0,0		0,0		0,0
Hujan Maks	42,0	26,0	58,0	46,0	6,0	6,0	6,0	0,0	0,0	5,0	26,0	42,0
Jml. Curah Hujan	378,0	102,0	297,0	129,0	10,0	6,0	13,0	0,0	0,0	5,0	243,0	461,0
Jml. Hari Hujan	22,0	14,0	22,0	12,0	3,0	1,0	3,0	0,0	0,0	1,0	17,0	27,0
Jml. Hujan (1-15)	89,0	86,0	147,0	31,0	10,0	6,0	4,0	0,0	0,0	0,0	28,0	200,0
Jml. Hujan (16-31)	289,0	16,0	150,0	98,0	0,0	0,0	9,0	0,0	0,0	5,0	215,0	261,0
Tahunan	Curah Hujan Maksimum			Jumlah Curah Hujan			Jumlah Hari Hujan			Curah Hujan Ekstrem		
	461,0			1.644,0			122,0			461,0		

4. KESIMPULAN

Metode perhitungan data curah hujan yang hilang di DAS Cisangkuy yang paling sesuai ialah metode *Inversed Square Distance* yang lebih sesuai mengingat rata-rata penyimpangannya sebesar 24,65%, Grafik Uji Konsistensi menunjukkan bahwa semua stasiun hujan tersebut mempunyai korelasi sangat kuat dikarenakan nilai R nya mendekati 1, Karakteristik curah hujan yang terjadi di ketiga stasiun tersebut termasuk kedalam pola hujan monsun dan juga dilihat dari lokasi yang ditinjau berada di Pulau Jawa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya selaku penulis skripsi mengucapkan terima kasih kepada BBWS Citarum yang sudah memberikan data untuk mempermudah dalam mengerjakan skripsi ini.

PENDAFTAR RUJUKAN

- Triatmodjo, B. (2008). Hidrologi Terapan Cetakan Pertama. Yogyakarta: Beta Offset.
- Sosrodarsono. (1985). Perbaikan dan Pengaturan Sungai. Terjemahan oleh Gayo, M. Y. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Soewarno. (1991). Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai Hidrometri. Bandung: Nova.
- Nemec, J. 1973. *Engineering Hydrology*. New Delhi: McGraw Hill Book Company.
- BBWS Citarum. (2014). Lokasi Stasiun Curah Hujan, Bandung: BBWS Citarum.

ANALISIS PENDAPATAN ANGKUTAN UMUM PADA MASA ADAPTASI KEBIASAAN BARU

YUDI ADHARI, ELKHASNET

Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung

Email : yudiadhari272@gmail.com

ABSTRAK

Adaptasi kebiasaan baru yang merupakan cara mengubah perilaku dan kebiasaan saat pandemi covid-19 agar memulihkan pergerakan yang ada di kota Bandung, hal ini ditunjukkan dengan berkurangnya penumpang angkutan penumpang umum Damri jurusan Cicaheum – Cibereum dikarenakan adanya himbauan pemerintah untuk tetap di rumah dan banyaknya tempat keramaian seperti sekolah yang ditutup. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pendapatan Damri jurusan Cicaheum – Cibereum dan biaya operasional kendaraan (BOK) menggunakan pedoman teknis penyelenggaraan angkutan penumpang umum di wilayah perkotaan dalam trayek tetap dan teratur dari direktorat jenderal perhubungan darat. Data yang didapat berasal dari Perum Damri Bandung dan data yang berasal dari berbagai media terkait BOK. Hasil dari penelitian ini menunjukkan rata-rata pendapatan angkutan umum Damri jurusan Cicaheum – Cibereum adalah Rp. 198.451.960/tahun sedangkan rata-rata biaya operasional kendaraan adalah Rp. 333.292.470 /tahun. Untuk biaya operasional kendaraan jika biaya penyusutan dihilangkan dikarenakan sedang pandemi covid-19 maka rata-rata biaya operasional kendaraan sebesar Rp. 120.492.470/tahun. Sehingga pendapatan dapat menutupi biaya operasional kendaraan dan mendapatkan keuntungan.

Kata kunci: Pendapatan, Biaya Operasional Kendaraan, Angkutan umum

1. PENDAHULUAN

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini :

1. Berapakan pendapatan rata-rata perhari angkutan umum saat Adaptasi Kebiasaan Baru di Kota Bandung ?
2. Berapakah Biaya Oprasional Kendaraan angkuatan umum saat masa Adaptasi Kebiasaan Baru di kota Bandung ?
3. Apakah pendapatan saat masa Adaptasi Kebiasaan Baru dapat memenuhi biaya operasional kendaraan yang di dikeluarkan oleh penyedia jasa angkutan umum ?

Adapun ruang lingkup pada penelitian ini :

1. Studi kasus yang di analisis adalah angkutan umum Damri jurusan Cicaheum-Cibereum.
2. Tarif angkutan bus Damri jurusan Cicaheum-Cibereum sebesar Rp. 4.000
3. Perhitungan pendapatan agkutan umum mengacu pada tarif angkutan umum dan jumlah rata-rata penumpang perhari saat masa adaptasi kebiasaan baru di kota Bandung.
4. Perhitungan biaya oprasional kendaraan mengacu pada komponen-komponen pada Surat Keputusan Direktorat Jendral Perhubungan Republik Indonesia.

5. Data-data diambil selama waktu beroperasinya bus Damri jurusan Cicaheum-Cibereum saat masa Adaptasi Kebiasaan Baru.

2. FORMAT UMUM

2.1 Angkutan Umum

Angkutan Umum adalah kendaraan umum yang disediakan oleh pribadi, swasta, atau pemerintah untuk mengangkut barang atau orang dari satu tempat ke tempat lain, yang dapat digunakan oleh siapa pun dengan membayar atau sewa. Istilah angkutan umum dengan demikian tidak hanya untuk mengangkut manusia, tetapi juga untuk angkutan barang

2.2 Biaya Operasional Kendaraan

Biaya produksi atau biaya operasi mengacu pada pengorbanan yang dibayarkan untuk memproduksi satu unit jasa transportasi. Dilihat dari segi kegiatan usaha angkutan, biaya produksi dan penjualan jasa angkutan kepada pengguna jasa dapat dibedakan menjadi dua bagian, yaitu:

1. Yang dikeluarkan untuk operasional kendaraan, dan
2. Yang dikeluarkan untuk retribusi, iuran, sumbangan, dan yang berkenaan dengan pemilikan usaha dan operasi.

2.3 Pendapatan Angkutan Umum

Pendapatan angkutan umum mengacu pada jumlah uang yang dihasilkan oleh perusahaan atau individu yang bergerak dalam pengangkutan barang atau penumpang. Kegiatan tersebut dapat berupa menjual jasa kepada konsumen atau penumpang.

3. Metode penelitian

3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dari penelitian ini merupakan data primer dan sekunder yang di dapat dari pihak yang berwenang pada PO Damri kota Bandung dan data yang di peroleh dari berbagai media yang berkaitan dengan pendapatan dan biaya operasional kendaraan.

3.2 Analisis dan Pembahasan Pendapatan Kendaraan Angkutan Umum

Setelah mendapatkan data tarif dan jumlah penumpang rata-rata angkutan umum perhari, selanjutnya menghitung pendapatan angkutan umum, di hitung berdasarkan tarif dan jumlah penumpang rata-rata perhari.

3.3 Analisis dan pembahasan Biaya Operasional Kendaraan Angkutan Umum

Setelah di dapat data dari pihak berwenang dan keadaan di lapangan, selanjutnya menghitung Biaya Operasional Kendaraan Angkutan Umum, di hitung berdasarkan dari jumlah semua komponen biaya operasional kendaraan

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Data Pendapatan Angkutan Umum.

Pada Tabel 1. dapat dilihat bahwa jumlah rata-rata penumpang bus Damri angkutan kota jurusan Cicaheum – Cibereum berjumlah 926 penumpang per hari. Maka dengan tarif sebesar Rp. 4.000 didapat hasil bahwa penghasilan rata-rata satu bus Damri angkutan kota jurusan Cicaheum – Cibereum di bulatkan yaitu sebesar Rp. 543.704 per hari atau Rp. 198.451.960 per tahun.

Tabel 1. Data Penumpang dan Pendapatan

Tanggal	Jumlah Bus Beroperasi	Jumlah Rit	Jumlah Penumpang	Pendapatan (Rp.)	Pendapatan Rata-rata per Bus (Rp.)
01-Nov-20	6	36	897	3.588.000	598.000
02-Nov-20	6	36	1.063	4.252.000	708.667
03-Nov-20	6	36	966	3.864.000	644.000
04-Nov-20	6	36	969	3.876.000	646.000
05-Nov-20	6	34	751	3.004.000	500.667
06-Nov-20	6	36	861	3.444.000	574.000
07-Nov-20	6	36	901	3.604.000	600.667
08-Nov-20	6	36	825	3.300.000	550.000
09-Nov-20	8	42	1.067	4.268.000	533.500
10-Nov-20	7	40	932	3.728.000	532.571
11-Nov-20	7	42	976	3.904.000	557.714
12-Nov-20	6	36	850	3.400.000	566.667
13-Nov-20	6	36	761	3.044.000	507.333
14-Nov-20	8	47	1.116	4.464.000	558.000
15-Nov-20	7	42	984	3.936.000	562.286
16-Nov-20	8	46	1.052	4.208.000	526.000
17-Nov-20	7	28	915	3.660.000	522.857
18-Nov-20	7	40	949	3.796.000	542.286
19-Nov-20	7	38	838	3.352.000	478.857
20-Nov-20	7	38	838	3.352.000	478.857
21-Nov-20	8	45	1.020	4.080.000	510.000
22-Nov-20	7	38	842	3.368.000	481.143
23-Nov-20	7	42	958	3.832.000	547.429
24-Nov-20	7	38	795	3.180.000	454.286
25-Nov-20	6	36	825	3.300.000	550.000
26-Nov-20	8	40	917	3.668.000	458.500
27-Nov-20	6	36	1.031	4.124.000	687.333
28-Nov-20	8	43	968	3.872.000	484.000
29-Nov-20	8	46	940	3.760.000	470.000
30-Nov-20	8	46	959	3.836.000	479.500
Jumlah per bulan	8	1.171	27.766	111.064.000	16.311.119
Rata-rata per Hari	7	39	926	3.702.133	543.704

4.2 Analisis Data Biaya Operasional Kendaraan

Pengambilan data berdasarkan studi literatur dan survey lapangan , didapat data sebagai berikut:

Tabel 1. Karakteristik kendaraan

Uraian Karakteristik	Data Bus yang Beroperasi
	Hino RK8-260
Karoseri	New Armada
Harga Kendaraan (Rp)	1.330.000.000

Karakteristik operasional bus Damri Angkutan Kota Juanda Cicaheum-Cibereum :

1. Perjalanan rata-rata / hari : 6 kali perjalanan
2. Rata-rata panjang perjalanan : 12 Km

- $$\text{Biaya ban} = \frac{\text{Harga ban}}{\text{Daya tahan ban}} \times \text{jumlah ban} \times \text{panjang perjalanan} \times \text{jumlah perjalanan} \times \text{hari}$$

$$= \frac{1.499.000}{60.000} \times 6 \times 12 \times 6 \times 365$$

$$= \text{Rp. } 3.939.445 / \text{Tahun}$$

6. Biaya Pemakaian Aki

Harga Aki Baru : Rp. 1.525.000 / Buah

Daya Tahan Aki : 1 tahun

Jumlah Pemakaian aki : 2 Buah Aki

Perhitungan :

$$\text{Biaya Aki} = \frac{\text{Harga Aki} \times \text{Jumlah Pemakaian}}{\text{Daya Tahan}}$$

$$= \frac{1.525.000 \times 2}{1}$$

$$= \text{Rp. } 3.050.000 / \text{Tahun}$$

7. Biaya Service Kecil

Tabel 0. Rincian Biaya *Service* Kecil

No	Komponen	Kebutuhan	Biaya (Rp.)
1	Oli Mesin Agip Gamma Sae	13 Liter	520.000
2	Filter Oli Mesin	1 Buah	117.000
3	Filter Bahan Bakar	1 Buah	40.000
4	Minyak Rem Redex DOT 3 Hi	1 Liter	41.000
5	Gemuk Rotary Super Chassis	500 gram	40.000
Total Biaya (Rp.)			758.000

Total biaya *service* kecil : Rp. 758.000

Jarak tempuh *service* kecil : 12.000 Km

jumlah *service* kecil : 1 / Tahun

Perhitungan biaya :

$$\text{Biaya } \textit{service} \text{ kecil} = \text{biaya } \textit{service} \text{ kecil} \times \text{jumlah } \textit{service} \text{ kecil}$$

$$= 758.000 \times 1$$

$$= \text{Rp. } 758.000 / \text{Tahun}$$

8. Biaya Service Sedang

Tabel 2. Rincian Biaya *Service* Sedang

No	Komponen	Kebutuhan	Biaya (Rp.)
1	Oli Mesin Mesin Agip Gamma Sae	13 Liter	520.000
2	Filter Oli Mesin	1 Buah	117.000
3	Filter Bahan Bakar	1 Buah	40.000
4	Oli Transmisi Manual Castrol MTF GL	3 Liter	141.000
5	Minyak Rem Redex DOT 3 Hi	1 liter	41.000
6	Gemuk Rotary super Chassis	500 gram	40.000
7	Air Aki Yuasa accu zuur	2 liter	30.000
Total Biaya (Rp.)			929.000

Total biaya *service* sedang : Rp. 829.000

Jarak tempuh *service* sedang : 24.000 Km

Jumlah *service* sedang : 1 / 2 tahun

Perhitungan biaya :

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya service sedang} &= \frac{\text{Bss} \times \text{Jumlah service sedang}}{2} \\
 &= \frac{829.000 \times 2}{2} \\
 &= \text{Rp. 414.500 / Tahun}
 \end{aligned}$$

9. Biaya Service Besar

Tabel 3. Rincian Biaya Service Besar

No	Komponen	Kebutuhan	Biaya (Rp.)
1	Oli Mesin Agip Gamma Sae	13 Liter	520.000
2	Filter Oli Mesin	1 Buah	117.000
3	Filter Bahan Bakar	1 Buah	40.000
4	Oli Transmisi Manual Castrol MTF GL	3 Liter	141.000
5	Oli Gardan Pertamina Rored Epa 90	3,5 Liter	119.000
6	Filter Udara	1 Buah	350.000
7	Minyak Rem Rem Redex DOT 3 Hi	1 Liter	41.000
8	Gemuk Rotary super Chassis	1 Kg	80.000
9	Oli Power Steering Prestone	1 Liter	50.000
10	Air Aki Yuasa accu zuur	2 liter	30.000
Total Biaya (Rp.)			1.488.000

Total biaya service besar : Rp. 1.488.000

Jarak tempuh service besar : 48.000 Km

Jumlah service besar : 1 / 2 Tahun

Perhitungan biaya :

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya service besar} &= \frac{\text{Bss} \times \text{Jumlah service besar}}{2} \\
 &= \frac{1.488.000 \times 1}{2} \\
 &= \text{Rp. 744.000 / Tahun}
 \end{aligned}$$

10. Biaya Cuci Kendaraan

Biaya Pencucian : Rp. 6000

Biaya Pencucian : Rp. 6000 / Hari

: Rp. 2.190.000 / Tahun

BOK = Biaya Penyusutan + Biaya Administrasi + Biaya Awak Kendaraan + Biaya Bahan Bakar + Biaya Ban + Biaya Service Kecil + Biaya Service Sedang + Biaya Service Besar + Biaya Cuci

BOK = 212.800.000 + 3.682.704 + 57.377.236 + 48.336.585 + 3.939.445 + 3.050.000 + 758.000 + 414.500 + 744.000 + 2.190.000

BOK = Rp. 333.292.470 / Tahun

4.3 Pembahasan

Dari hasil analisis perhitungan pendapatan rata-rata satu bus dalam satu hari didapat pendapatan rata-rata satu bus sebesar Rp. 543.704 / Hari atau Rp. 198.451.960 / Tahun atau Rp. 16.537.663.. Sedangkan untuk analisis perhitungan biaya operasional kendaraan untuk satu bus didapat biaya sebesar Rp. 333.292.470 / Tahun atau Rp. 27.774.373 / Bulan atau Rp. 913.130 / Hari. Jika dilihat dari hasil analisis perhitungan pendapatan dan biaya operasional kendaraan menunjukkan bahwa Perum Damri angkutan Kota jurusan Cicaheum – Cibereum

mengalami kerugian di saat kondisi pandemi covid-19 karena dari hasil analisis perhitungan pendapatan rata-rata dalam satu tahun lebih kecil dari biaya operasional kendaraan dalam satu tahun.

Untuk menutup kerugian maka perhitungan biaya penyusutan dihilangkan dikarenakan kondisi covid-19, minimal Damri dapat menutup biaya saat kendaraan beroperasi. Untuk biaya operasional kendaraan jika biaya penyusutan dihilangkan maka biaya operasional kendaraan sebesar Rp. 120.492.470 / Tahun atau Rp. 10.041.040 / Bulan atau Rp. 330.116 / Hari. Bisa dilihat jika biaya penyusutan dihilangkan Damri memperoleh keuntungan dimana pendapatan lebih besar dari biaya operasional kendaraan.

5. KESIMPULAN

1. Hasil analisis perhitungan pendapatan rata-rata satu bus per tahun di dapat sebesar Rp. 198.451.960 atau pendapatan rata-rata satu bus per hari di dapat sebesar Rp. 543.704
2. Hasil analisis perhitungan rata-rata biaya operasional kendaraan satu bus per Tahun sebesar Rp. 333.292.470 atau rata-rata biaya operasional kendaraan satu bus per hari sebesar 913.130. Untuk biaya operasional kendaraan jika biaya penyusutan dihilangkan dikarenakan sedang pandemi covid-19 maka rata-rata biaya operasional kendaraan satu bus per tahun sebesar Rp. 120.492.470 atau rata-rata biaya operasional kendaraan satu bus per hari sebesar Rp. 330.116 .
3. Dari hasil analisis perhitungan pendapatan dan biaya operasional kendaraan saat masa adaptasi kebiasaan baru dapat disimpulkan bahwa pendapatan satu unit bus mengalami kerugian sebesar Rp. 134.840.510 / Tahun atau Rp. 369.426 / Hari, namun dikarenakan sedang pandemi covid-19 biaya penyusutan dihilangkan maka Damri mendapatkan keuntungan sebesar Rp. 77.959.490 / Tahun atau Rp. 213.588 / Hari dan dapat menutupi biaya operasional kendaraan.

DAFTAR PUSTAKA

- Keputusan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. (2002). *"Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum di Wilayah Kota Dalam Trayek Tetap Dan Teratur"*.
- Kamarwan, Sidharta S. K. (1997). *"Sistem Transportasi"*. Jakarta: Universitas Gunadarma..
- Melinda, R. (2017). *"Analisis Biaya Operasional Kendaraan SHUTTLE X Bandung-Jakarta"*. Bandung: Institut Teknologi Nasional.
- Ramadhan, Zulkifli. (2014). *"Analisis Perhitungan Dan Perbandingan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) Bus Rapid Transid (BRT) Transmusi Jenis Mercedes Benz OH-1521 Dan Hino RK8-235 (Studi Kasus : Koridor 1 Rute Terminal Alang-Alang Lebar - Terminal Ampera)"*. *e-Journal Universitas Sriwijaya*.

Perbandingan Nilai Kondisi Jalan dan Program Pemeliharannya Berdasarkan Metode *PCI* dan *RCI*

YORI RAYMIZARD FAHRUDIN¹, ELKHASNET²

1. Mahasiswa Fakultas Teknik, Prodi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung
2. Pengajar Fakultas Teknik, Prodi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung
Email: Yoriraymizard9@gmail.com

ABSTRAK

Penilaian kondisi permukaan jalan merupakan salah satu tahapan untuk menentukan jenis program revaluasi yang perlu dilakukan. Dua metode yang dapat digunakan dalam melakukan penilaian kondisi jalan dan program pemeliharannya adalah metode PCI (Pavement Condition Index) dan metode RCI (Road Condition Index). Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kedua metode dalam menentukan nilai kondisi dan pemeliharannya terhadap kondisi perkerasan dilapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa program pemeliharaan pada metode PCI adalah rehabilitation, resurface, do nothing dan preverence maintenance sedangkan program pemeliharaan pada metode RCI adalah peningkatan struktur, pemeliharaan berkala dan pemeliharaan rutin. Setelah hasil kedua metode dibandingkan, dapat disimpulkan kedua metode sama baiknya, akan tetapi jenis pemeliharaan metode RCI lebih ideal dibandingkan metode PCI karena selaras dengan kerusakan dilapangan.

Kata kunci: nilai kondisi jalan, program pemeliharaan, *PCI*, *RCI*

ABSTRACT

The assessment of pavement condition is needed to establish the appropriate maintenance program. Two methods that can be used in assessing road conditions and maintenance programs are the PCI (Pavement Condition Index) method and the RCI (Road Condition Index) method. This study aims to compare the two methods in determining the value of the condition and its maintenance of the pavement conditions in the field. The results showed that the maintenance program in the PCI method is rehabilitation, resurface, do nothing and preverence maintenance, while the maintenance program in the RCI method is structure improvement, periodic maintenance and routine maintenance. After the results of the two methods were compared the conclusion both methods are equally good, but this type of maintenance method RCI is more ideal than the PCI method because it is compatible with the damage in the field.

Key words: road condition value, maintenance program, *PCI*, *RCI*

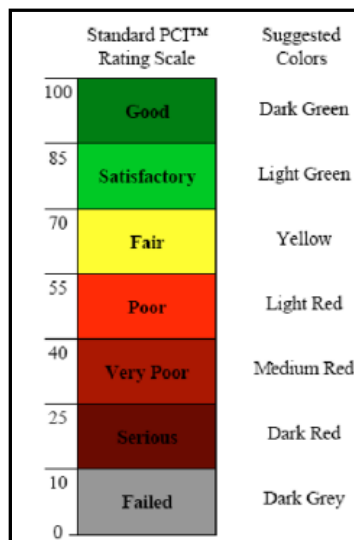
1. PENDAHULUAN

Ruas Jalan Cikampek-Padalarang pada saat ini sering dijumpai dalam keadaan rusak. Maka tahapan perencanaan, pelaksanaan dan pemeliharaan jalan, seharusnya dapat dilaksanakan dengan baik agar pelayanan jalan dapat memberikan rasa aman dan nyaman bagi pengguna jalan. Perbandingan dua metode ini digunakan sebagai salah satu metode alternatif untuk mengevaluasi penilaian kondisi jalan, dimana dari kedua metode memiliki sudut pandang tersendiri dalam penentuan nilai kondisi dan program pemeliharaannya. Dengan adanya perbandingan metode ini diharapkan dapat menghilangkan keraguan dalam pemilihan metode pemeliharaan jalan, sehingga ketepatan dalam mengusulkan jenis pemeliharaan akan lebih baik. Tujuan dari penelitian ini adalah memberikan gambaran perbandingan kedua metode dalam menentukan nilai kondisi dan pemeliharannya terhadap kondisi perkerasan di lapangan.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 *Pavement Condition Index*

Indeks kondisi perkerasan atau *PCI* (*Pavement Condition Index*) adalah sistem penilaian kondisi perkerasan jalan berdasarkan jenis, tingkat dan luas kerusakan yang terjadi digunakan sebagai acuan dalam menentukan *rating* berdasarkan sumber *ASTMD 6433, 2008*. Penilaian kondisi perkerasan untuk metode *PCI* memiliki rentang 0 (nol) sampai dengan 100 (seratus). Diagram nilai *PCI* dapat dilihat pada gambar dibawah:



Gambar 1 Diagram nilai PCI
(Sumber: *ASTMD 6433, 2008*)

2.7 *Road Condition Index*

Road Condition Index (*RCI*) adalah skala tingkat kenyamanan atau kinerja jalan yang dapat diperoleh dari pengukuran dengan alat *roughometer* maupun secara visual. Berikut tabel dalam menentukan nilai *RCI* dibawah:

Tabel 1. Penentuan Nilai *RCI*

No	Jenis Permukaan	Kondisi Ditinjau Secara Visual	Nilai RCI	Perk. Nilai IRI
1	Jalan tanah	Tidak bisa dilalui	0 – 2	24 – 17
2	Jalanaspal /betonsemen	Rusak berat, banyak lubang dan seluruh daerah perkerasan mengalami kerusakan	2 – 3	17 – 12
3	Jalan kerikil	Rusak, bergelombang, banyak lubang	3 – 4	12 – 9
4	Latasbum	Agak rusak, kadang-kadang ada lubang, permukaan tidak rata	4 – 5	9 – 7
5	Lapen Macadam	Cukup, tidak ada atau sedikit sekali lubang, permukaan jalan agak tidak rata	5 – 6	7 – 5
6	Lasbutag	Baik	6 – 7	5 – 3
7	Hotmix lama	Sangat baik umumnya rata	7 – 8	3 – 2
8	Hotmix baru	Sangat rata dan teratur	8 - 10	2 – 0

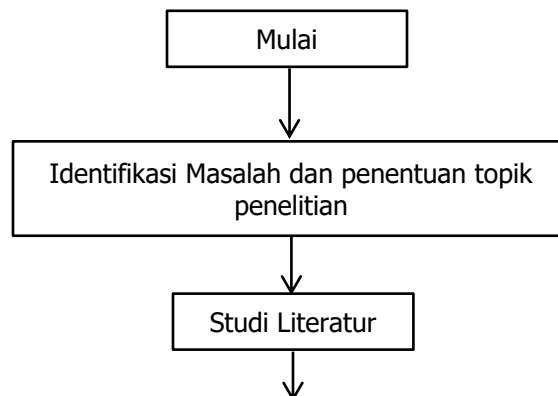
(Sumber: Permen PUPR No 33/PRT/M/2016)

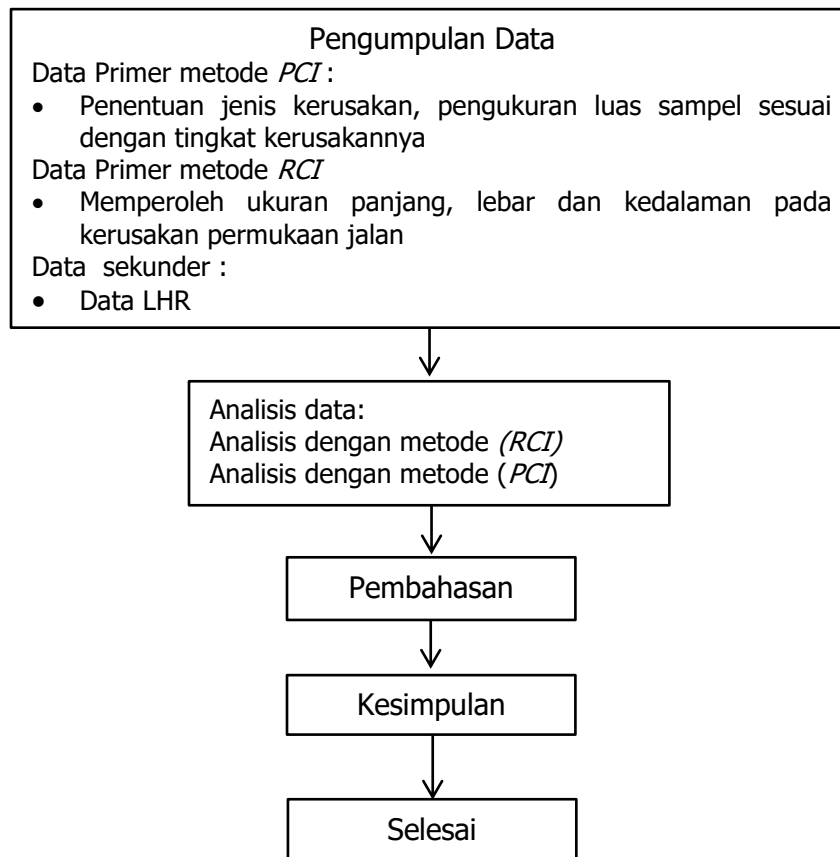
3. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahap sebagai berikut:

1. Identifikasi masalah terhadap topik yang akan dibahas dan studi literatur guna mengumpulkan bahan kepustakaan
2. Pengambilan data primer, yaitu melakukan pengukuran dimensi kerusakan yang kemudian di rekap kedalam tabel survei dan data sekunder adalah data LHR yang diperoleh di internet.
3. Tahap analisis data, yaitu menghitung *rating PCI* dan nilai kondisi jalan *RCI* guna menentukan nilai kondisi dan jenis pemeliharaan jalan
4. Tahap pembahasan, yaitu berupa perbandingan kelebihan dan kekurangan, program evaluasi pemeliharaan terhadap dua metode yang dikaji.
5. Penarikan kesimpulan dalam penelitian.

Urutan penelitian ini dapat dilihat pada bagan alir di bawah ini, yang ditunjukkan dalam Gambar berikut ini:





Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisis dan Pembahasan

Hasil dari analisis perhitungan menunjukkan perbedaan dalam penilaian kondisi jalan dan pengusulan jenis pemeliharaan. Perbandingan hasil analisis antara metode *PCI* dan *RCI* disajikan pada tabel dibawah:

Tabel 2 Perbandingan Hasil Analisis Metode *PCI* dan *RCI*

No	<i>PCI</i>		<i>RCI</i>	
	<i>Rating</i>	Usulan Pemeliharaan	Nilai Kondisi	Usulan Pemeliharaan
Segmen 1	<i>Poor</i>	<i>Rehabilitation</i>	Rusak Berat	Peningkatan
Segmen 2	<i>Fair</i>	<i>Surface</i>	Rusak Ringan	Pemeliharaan Berkala
Segmen 3	<i>Fair</i>	<i>Surface</i>	Rusak Ringan	Pemeliharaan Berkala
Segmen 4	<i>Excelent</i>	<i>Do Nothing</i>	Baik	Pemeliharaan Rutin
Segmen 5	<i>Good</i>	<i>Preventative Maintenance</i>	Sedang	Pemeliharaan Rutin

Berdasarkan hasil perbandingan diatas, *ratting* segmen 1 pada metode *PCI* adalah *poor* sedangkan pada metode *RCI* nilai kondisi pada segmen 1 adalah rusak berat, hal ini selaras dengan kondisi dilapangan pada segmen 1 yang mengalami kerusakan cukup parah yaitu rusak bergelombang, permukaan tidak rata dan banyak lubang. Usulan pemeliharaan pada metode *PCI* untuk segmen 1 adalah rehabilitation yaitu dengan melakukan pelapisan ulang (*overlay*) sedangkan pada metode *RCI* dilakukan usulan pemeliharaan dengan melakukan peningkatan berupa pelapisan ulang sesuai umur rencana. Dari usulan kedua metode tersebut, sesuai dengan kerusakan yang terjadi dilapangan karena pada segmen 1 diperlukan peningkatan struktur berupa *overlay* jalan. Pada segmen 2 dan 3 *ratting* metode *PCI* adalah *fair* sedangkan nilai kondisi pada metode *RCI* diperoleh rusak ringan, jika ditinjau pada kondisi dilapangan nilai kondisi kedua metode tersebut sama dengan kondisi dilapangan, dimana kondisi pada segmen 2 dan 3 mengalami kerusakan permukaan seperti alur, lubang, sungkur dan pelepasan butiran dan bentuk pemeliharaan pada metode *PCI* adalah *resurface*, yaitu perbaikan dengan pelaburan aspal pada daerah yang mengalami kerusakan, penambalan pada kerusakan jalan dan lain-lain, sedangkan bentuk pemeliharaan *RCI* adalah dilakukan perbaikan pada permukaan perkerasan jalan (lubang, sungkur, alur, pelepasan butiran).

Dari usulan dua metode tersebut sesuai dengan kondisi dilapangan, hal ini karena pada segmen 2 dan 3 diperlukan perbaikan permukaan pada kerusakan sungkur, alur lubang dan pelepasan butiran sehingga kondisi pada segmen 2 dan 3 kembali mantap. Pada segmen 4, *ratting* metode *PCI* adalah *excellent*, artinya kondisi perkerasan tidak mengalami kerusakan sedangkan pada metode *RCI* nilai kondisi jalan adalah baik. Hal ini sesuai dengan kondisi dilapangan karena pada segmen 4 tidak ada kerusakan sama sekali sehingga bentuk pemeliharaan pada metode *PCI* adalah *do nothing* yang artinya kondisi perkerasan pada segmen 4 tidak perlu diperbaiki sedangkan terdapat perbedaan pemeliharaan pada metode *RCI* yaitu, dilakukan pemeliharaan rutin dengan bentuk seperti pemeliharaan bahu jalan, pemeliharaan drainase, pemeliharaan pemotongan tanaman liar dan lain-lain. Pada kondisi dilapangan tidak ada kerusakan pada perkerasan segmen 4 sehingga usulan dua metode tersebut dapat diterapkan.

Dan yang terakhir *Rating* segmen 5 pada metode *PCI* adalah *good* sedangkan pada metode *RCI* adalah sedang. *Good* dalam *rating PCI* adalah kondisi pada perkerasan umumnya baik namun ada sedikit kerusakan yang terjadi pada perkerasan tersebut. Jika ditinjau pada kondisi dilapangan perkerasan pada segmen 5 umumnya baik, hanya saja ada beberapa kerusakan seperti lubang dan pelepasan butiran. Bentuk pemeliharaan pada metode *PCI* adalah *preventative maintenance* yaitu berupa pemberian lapis tipis pada permukaan jalan dan perbaikan permukaan seperti penambalan lubang sedangkan pada metode *RCI* program pemeliharaan yang diusulkan adalah pemeliharaan rutin, yaitu berupa pemeliharaan perbaikan seperti penambalan lubang, pelaburan aspal dan lain-lain. Usulan pemeliharaan dua metode tersebut dapat diterapkan dilapangan karena pada segmen 5 terdapat kerusakan minor yang perlu diperbaiki seperti lubang yang harus ditambal dan pelaburan aspal untuk kerusakan pelepasan butiran sehingga kondisi jalan kembali mantap.

4.4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dilapangan dan analisis yang telah dilaksanakan, diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Pelaksanaan survei metode *RCI* dengan metode *PCI* tidak jauh berbeda, yaitu dengan melakukan pengukuran diameter, panjang lebar dan kedalaman kerusakan.

2. Hasil perhitungan metode *PCI* menunjukkan dari segmen 1 sampai segmen 5 mengalami kerusakan *poor, fair, fair, excellent dan good* sedangkan perhitungan metode *RCI* menunjukkan kerusakan rusak berat, rusak ringan, rusak ringan, baik dan sedang.
3. Jenis Program pemeliharaan jalan pada metode *PCI* menunjukkan bahwa dari segmen 1 sampai segmen 5 perlu dilakukan pemeliharaan *rehabilitation, resurface, resurface, do nothing dan Preventative Maintenance* sedangkan pada metode *RCI* menunjukkan dari segmen 1 sampai segmen 5 perlu dilakukan pemeliharaan peningkatan, pemeliharaan berkala, pemeliharaan berkala, pemeliharaan rutin dan pemeliharaan rutin.

DAFTAR RUJUKAN

ASTM D6433, 2008. *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Surveys*

Sukirman, S., 2010, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Nova, Bandung.

Institut Teknologi Nasional 2018, Diktat Kuliah Pemeliharaan dan Peningkatan Jalan S1 4 15, Institut Teknologi Nasional, Bandung

Amrullah, M.R., 2014, Evaluasi Kerusakan dan Kelayakan Jalan Berdasarkan Metode PCI, PSI dan Nilai RCI (Road Condition Index), Tugas Akhir, (Tidak Diterbitkan), Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Bolla, M.E., 2012, Perbandingan Metode Bina Marga dan Metode PCI (Pavement Condition Index) dalam Penilaian Kondisi Perkerasan Jalan, Tugas Akhir, (Tidak Diterbitkan), Institut Teknologi Nasional, Bandung.

Peraturan Pemerintah Pekerjaan Umum RI, 2016, *Mekanisme Perencanaan Dan Pemrograman Serta Pelaksanaan Kegiatan Bidang Jalan* (No.33/PRT/M/2016), Menteri Pekerjaan Umum, Jakarta.

Panduan Survei Kondisi Jalan (No SMD-03/RCS), 2011. Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.

Pemeliharaan Jalan, 2018. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta

EVALUASI PERILAKU DAN KINERJA PERBAIKAN TANAH LUNAK DENGAN METODE PRELOADING DAN PREFABRICATED VERTICAL DRAINS (PVD) UNTUK KAWASAN PERUMAHAN DI GEDEBAGE MENGGUNAKAN *SOFTWARE* PLAXIS 2D

YOGI NURHAYADI, DIAN ASTRIANI ARWANA ILYAS

Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional
Email : yoginurhayadi@gmail.com

ABSTRAK

Pada proyek pembangunan di Gedebage direncanakan melakukan perbaikan tanah menggunakan kombinasi Preloading dan Prefabricated Vertical Drain (PVD) sebagai solusi permasalahan tanah lunak dengan rata-rata sedalam 20 m. Kondisi tanah dilapangan setelah perbaikan tanah menggunakan PVD dengan jarak 1,3 m sedalam 21m dan timbunan setinggi 5 m mengalami penurunan sebesar 1,5 m selama 120 hari. Pada tugas akhir ini akan membandingkan metode analitik dan numerik terhadap kondisi penurunan di lapangan. Hasil dari metode analitik (Terzaghi) penurunannya sebesar 1,463 m dengan waktu penurunan 41 hari dan metode numerik (PLAXIS 2D) menggunakan parameter tanah Hardering Soil dan menggunakan model Axisimetry mendapatkan penurunan sebesar 1,504 m dengan waktu penurunan 110 hari. Dari perbandingan antara kondisi lapangan dengan metode analitik dan numerik adalah hasil antara penurun kondisi lapangan dengan Terzaghi menggunakan PVD sebesar 2,5% dengan waktu penurun 34,2% dan hasil antara penurunan kondisi lapangan dengan PLAXIS 2D menggunakan PVD sebesar 0,27% dengan waktu penurunan 8,3%.

Kata kunci: Tanah lunak, Analitik, Numerik, Preloading, Prefabricated Vertical Drain (PVD), PLAXIS 2D petunjuk penulisan, template dokumen, format, style

1. PENDAHULUAN

Kondisi tanah di Gedebage merupakan tanah lunak yang seringkali menjadi permasalahan. Proyek pembangunan di Gedebage direncanakan melakukan perbaikan tanah menggunakan kombinasi Preloading dan Prefabricated Vertical Drain (PVD) sebagai solusi untuk permasalahan tanah tersebut. Kondisi tanah dilapangan setelah perbaikan tanah menggunakan PVD dengan jarak 1,3 m sedalam 21m dan timbunan setinggi 5 m mengalami penurunan sebesar 1,5 m selama 120 hari. Pada tugas akhir ini akan membandingkan analisis menggunakan metode Terzaghi dan pemodelan menggunakan PLAXIS 2D terhadap kondisi penurunan di lapangan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penyelidikan Tanah

Salah satu tahapan paling awal yang perlu dilakukan dalam perencanaan pondasi adalah penyelidikan tanah. Uji penyelidikan tanah diperlukan untuk mengetahui daya dukung dan

karateristik tanah serta kondisi geologi, seperti mengetahui susunan lapisan tanah atau sifat tanah, mengetahui kekuatan lapisan tanah dalam rangka penyelidikan tanah dasar untuk keperluan pondasi bangunan, kepadatan dan daya dukung tanah. Beberapa jenis penyelidikan tanah yaitu *Cone Penetration Test* (CPT), Pemboran Mesin (*Drilling Machine*), *Standard Penetration Test* (SPT), dan *Cone Penetration Test with Pore Water Measurement* (CPTu).

2.2 Penurunan (*Settlement*)

Penambahan beban diatas suatu permukaan tanah dapat menyebabkan lapisan tanah dibawahnya mengalami pemampatan. Pemampatan tersebut disebabkan oleh adanya deformasi partikel tanah, relokasi partikel, keluarnya air atau udara dari dalam pori, dan sebab-sebab lain. Ada tiga jenis penurunan yaitu Penurunan Seketika (*Immediate Settlement*), Penurunan Konsolidasi Primer (*Primary Consolidation Settlement*), Penurunan Konsolidasi Sekunder (*Creep / Secondary Consolidaton Settlement*).

2.3 Perbaikan Tanah

Perbaikan tanah adalah proses dimana karakteristik kompresibilitas, daya dukung, permeabilitas dan/atau ketahanan likuifaksi tanah setempat (tanah in-situ) yang tidak menguntungkan untuk fondasi bangunan atau infrastruktur yang akan didirikan diperbaiki secara sedemikian sehingga karakteristik tanah setempat tersebut berubah secara permanen dan memiliki karakteristik kompresibilitas, daya dukung, permeabilitas, dan/atau ketahanan likuifaksi yang memadai dan mencapai tingkat aman. Salah satu jenis perbaikan tanah yaitu Kombinasi *Preloading dan Prefabricated Vertical Drains* (PVD).

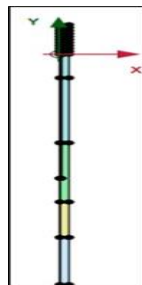
2.6 Aplikasi PLAXIS 2D

Plaxis 2D adalah salah satu program aplikasi komputer berdasarkan metode elemen hingga dua dimensi yang digunakan secara khusus untuk menganalisis deformasi dan stabilitas untuk berbagai aplikasi dalam bidang geoteknik, seperti daya dukung tanah.

3. PENGOLAHAN DATA

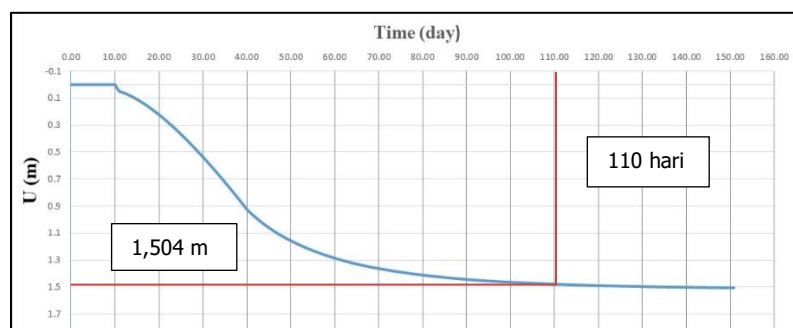
4.1 Pemodelan Menggunakan *Software* PLAXIS 2D

Simulasi timbunan setinggi 5m dengan pelaksanaan secara bertahap yaitu 0,5m per lapisan. Tinggi *Prefabricated Vertical Drains* (PVD) ialah 21m dibawah permukaan timbunan seperti yang ditunjukkan pada ambar dibawah ini.



Gambar 1. Pemodelan pada software PLAXIS 2D

penurunan sudah selesai dengan waktu tertentu maka tanah tersebut diasumsikan sudah stabil, karena sudah tidak ada lagi pengaruh air yang mengakibatkan penurunan. Berikut hubungan antara waktu dan penurunan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. Grafik hasil pemodelan PLAXIS 2D dengan PVD

4.2 Analisis Penurunan Menggunakan Metode Terzaghi

Pada analisis penurunan konsolidasi menggunakan persamaan Terzaghi dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Perhitungan penurunan konsolidasi menggunakan persamaan Terzaghi

Depth	H	P _C	Δσ	τ _w	e	C _C	P ₀	OCR	P ₀ + Δσ	C _r	S
m	m	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ³	-	-	kN/m ²	-	kN/m ²	-	m
0 - 20	1	125	85	16	6	2.3	8	15.625	93	0.115	0.0175
	1	125	85	16	6	2.3	24	5.20833	109	0.115	0.0108
	1	125	85	16	6	2.3	40	3.125	125	0.115	0.0081
	1	125	82.45	16	6	2.3	56	2.23214	138.45	0.115	0.0203
	1	125	81.6	12	6	2.3	70	1.78571	151.6	0.115	0.0317
	1	125	80.75	12	6	2.3	82	1.52439	162.75	0.115	0.0407
	1	125	79.9	12	6	2.3	94	1.32979	173.9	0.115	0.0878
	1	125	78	12	6	2.3	106	1	184	0.115	0.0789
	1	125	77	12	6	2.3	118	1	195	0.115	0.0719
	1	125	73.95	12	6	2.3	125	1	198.95	0.115	0.0663
	1	125	73.1	12	6	2.3	127	0.98425	200.1	0.115	0.0649
	1	125	72.25	12	6	2.3	129	0.96899	201.25	0.115	0.0635
	1	125	70.55	13	6	2.3	131.5	0.95057	202.05	0.115	0.0613
	1	125.00	69.70	13.00	6.00	2.3	134.5	0.93	204.20	0.115	0.0596
	1	125	66.3	13	6	2.3	137.5	0.90909	203.8	0.115	0.0562
	1	125	62.9	13	6	2.3	140.5	0.88968	203.4	0.115	0.0528
	1	125	62.05	12	6	2.3	143	0.87413	205.05	0.115	0.0514
	20 - 30	1	125	59.5	12	6	2.3	145	0.86207	204.5	0.115
1		125	57.8	12	6	2.3	147	0.85034	204.8	0.115	0.0473
1		125	56.1	12	6	2.3	149	0.83893	205.1	0.115	0.0456
1		145	54.4	12	5	2	151	0.96026	205.4	0.100	0.0445
1		145	53.55	12	5	2	153	0.94771	206.55	0.100	0.0434
1		145	49.3	13	5	2	155.5	0.93248	204.8	0.100	0.0399
1		145	48.45	13	5	2	158.5	0.91483	206.95	0.100	0.0386
1		145	46.75	13	5	2	161.5	0.89783	208.25	0.100	0.0368
1		145	45.9	13	5	2	164.5	0.88146	210.4	0.100	0.0356
1		145	45.05	12	5	2	167	0.86826	212.05	0.100	0.0346
1		145	44.2	12	5	2	169	0.85799	213.2	0.100	0.0336
1		145	41.65	11	5	2	170.5	0.85044	212.15	0.100	0.0316
30 - 36	1	145	41	11	5	2	171.5	1	212	0.100	0.0309
	1	155	40	12	6	1.5	172.75	1	213	0.075	0.0194
	1	155	39.1	11.5	6	1.5	174.25	0.88953	213.35	0.075	0.0188
	1	155	38.25	11.5	6	1.5	175.75	0.88193	214	0.075	0.0183
	1	155	37.4	12	6	1.5	177.5	0.87324	214.9	0.075	0.0178
	1	155	36.55	12	6	1.5	179.5	0.86351	216.05	0.075	0.0172
36 - 44	1	155.00	35.70	12.00	6.00	1.5	181.5	0.85	217.20	0.075	0.0167
	1	160	34.85	12	4	1	183.5	0.87193	218.35	0.050	0.0151
	1	160	34	12	4	1	185.5	0.86253	219.5	0.050	0.0146
	1	160	33.15	12	4	1	187.5	0.85333	220.65	0.050	0.0141
	1	160	32.3	12	4	1	189.5	0.84433	221.8	0.050	0.0137
	1	160	31.45	12	4	1	191.5	0.83551	222.95	0.050	0.0132
	1	160	30.6	12	4	1	193.5	0.82687	224.1	0.050	0.0128
	1	160	29.75	12	4	1	195.5	0.81841	225.25	0.050	0.0123
Σ Settlement											1.4628

Waktu yang diperlukan dimana konsolidasi dengan PVD terjadi dibutuhkan parameter C_h yang biasanya rasio C_h / C_v terletak antara 1 dan 2. Parameter C_h didapat dari persamaan Barron (1948) sebagai berikut.

$$n = \frac{1,365}{0,052} = 26,25$$

$$s = \frac{0,22}{0,052} = 4,202$$

$$u = \frac{26,25^2}{26,25^2 - 4,202^2} \ln\left(\frac{26,25}{4,202}\right) - \frac{3}{4} + \frac{4,202^2}{4 \times 26,25^2} + \frac{0,00000864}{0,00000432} \times \frac{26,25^2 - 4,202^2}{26,25^2} \ln(4,202)$$

$$= 3,93424$$

$$T_h = \frac{C_h \cdot 120}{1,365^2}$$

$$U_h = 1 - e^{\left(\frac{-8T_h}{3,93424}\right)} \approx C_h = 0,0176 \text{ m}^2/\text{day} \approx 2,037 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$t_{90} = \frac{T_v \times H^2}{C_v} = \frac{0,848 \times 0,65^2}{(2,037 \times 10^{-7})/2} = 3517722,14 \text{ detik} \approx 40,714 \approx 41 \text{ hari}$$

4. KESIMPULAN

Dari perbandingan antara kondisi lapangan dengan beberapa metode analisis dan pemodelan, bahwa terdapat perbedaan hasil antara penurunan kondisi lapangan dengan Terzaghi sebesar 2,5%, penurunan kondisi lapangan dengan PLAXIS 2D 0,27%. Kemudian perbedaan waktu konsolidasi kondisi lapangan dengan Terzaghi sebesar 34,2% dan waktu konsolidasi kondisi lapangan dengan PLAXIS 2D sebesar 8,3%. Maka dapat disimpulkan bahwa hasil pemodelan PLAXIS dengan PVD yang paling mendekati dengan kondisi di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Das, Braja M, *Mekanika Tanah (Prinsip – Prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Terjemahan oleh Noor Endah & Indra Surya Mochtar. Jilid I, Jakarta : Erlangga 1995.
- Das, Braja M. 1985. *Mekanika Tanah Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Bowles J. E., 1993. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, Edisi Kedua. Jakarta: Erlangga.
- Terzaghi, Peck. 1967. *Soil Mechanics in Engineering Practice*.

Analisis Data Curah Hujan yang Hilang dengan Menggunakan Metode Rasional dan Metode Inversed Square Distance

YOGA FIRMANSYAH, YATI MULIATI

Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional
Email : Yoga08firmansyah@gmail.com

ABSTRAK

Hujan yang terjadi akan berbeda di setiap daerah yang menentukan banyaknya jumlah air yang turun. Untuk melengkapi data hujan diperlukan data dari stasiun yang memiliki data yang lebih lengkap. Maka dari itu untuk memprediksi perhitungan data hujan yang hilang dapat menggunakan berbagai metode antara lain metode Rasional dan metode Inversed Square Distance. Tujuannya memilih metode yang paling sesuai, konsistensi data curah hujan, dan mengkaji karakteristik curah hujan. Dari hasil perhitungan data curah yang hilang di DAS Cisangkuy yang paling sesuai ialah metode Inversed Square Distance karena rata-rata penyimpangannya sebesar 24,65%, grafik uji konsistensi menunjukkan bahwa semua stasiun hujan tersebut memiliki nilai R yang mendekati 1 dan dapat dikatakan memiliki korelasi yang sangat kuat, karakteristik curah hujan termasuk ke dalam pola hujan monsun dan dilihat dari lokasi yang ditinjau terdapat di Pulau Jawa.

Kata kunci: Metode Rasional, Metode Inversed Square Distance, Uji Konsistensi data Curah Hujan, Karakteristik Hujan.

1. PENDAHULUAN

Informasi cuaca dan iklim merupakan kebutuhan utama untuk mendukung kegiatan di berbagai sektor, informasi tersebut dapat berupa perkiraan cuaca atau iklim. Hujan yang turun di suatu daerah akan masuk ke dalam Daerah Aliran Sungai (DAS) tersebut, mengalir ke dalam sungai dan akhirnya ke laut. Hujan yang terjadi akan berbeda-beda di setiap daerah intensitas dan durasi hujan yang menentukan banyaknya jumlah air yang turun pada daerah tersebut. Salah satu contohnya untuk mengantisipasi limpasan akibat banjir yang terjadi di daerah Kabupaten Bandung yang diakibatkan oleh tingginya intensitas debit curah hujan, maka dari itu untuk memprediksi perhitungan data hujan yang hilang dapat digunakan berbagai metode antara lain metode Rasional dan metode *Inversed Square Distance*. Metode Rasional ini metode yang memperhatikan jumlah hujan tahunan dan tinggi hujan, namun berbeda halnya dengan metode *Inversed Square Distance* yang harus memperhatikan jarak antar stasiun yang diketahui dengan jarak stasiun yang dicari. Agar diperoleh data yang akurat untuk melengkapi data hujan yang hilang, maka perlu dipilih metode mana yang paling sesuai dan menghasilkan data curah hujan paling dekat dengan keadaan sebenarnya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Layout Curah Hujan

Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh di permukaan tanah dasar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi milimeter (mm) di atas permukaan horizontal. Dalam penjelasan lain curah hujan juga dapat diartikan sebagai ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Indonesia merupakan negara yang memiliki angka curah hujan bervariasi dikarenakan daerahnya yang berada pada ketinggian yang berbeda-beda.

2.2 Proses Terjadinya Hujan

Presipitasi adalah turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi yang bisa berupa hujan, hujan salju, kabut, embun, dan hujan es. Di daerah tropis hujan memberikan sumbangan terbesar sehingga seringkali hujanlah yang dianggap presipitasi (Triatmodjo, 2008). Sedangkan menurut (Sosrodarsono, 1985) presipitasi adalah sebutan umum dari uap yang mengkondensasi dan jatuh ke tanah dalam rangkaian proses siklus hidrologi, biasanya jumlah selalu dinyatakan dengan dalamnya presipitasi (mm). Jika uap air yang jatuh berbentuk cair disebut hujan (rainfall) dan jika berbentuk padat disebut salju (*snow*).

2.3 Alat Pengukur Hujan

Alat yang digunakan ada dua jenis alat pengukuran hujan, yaitu alat pengukur hujan manual dan alat pengukur hujan otomatis.

2.4 Metode Rasional

Metode Rasional adalah salah satu metode yang digunakan untuk mencari data yang hilang. Metode perhitungan yang digunakan cukup sederhana yakni dengan memperhitungkan data curah hujan di stasiun hujan yang berdekatan untuk mencari data curah hujan yang hilang di stasiun tersebut. Rumus metode rasional yaitu:

$$Dx = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n di \frac{Anx}{Ani} \quad \text{.....(1)}$$

Keterangan:

- Dx = Data tinggi hujan harian maksimum di stasiun x [mm],
- n = Jumlah stasiun di sekitar x untuk mencari data di x,
- di = Data tinggi hujan harian maksimum di stasiun I [mm],
- Anx = Tinggi hujan rata-rata tahunan di stasiun x [mm],
- Ani = Tinggi hujan rata-rata tahunan di stasiun sekitar x [mm].

2.5 Metode Inversed Square Distance

Metode *Inversed Square Distance* adalah salah satu metode yang digunakan untuk mencari data yang hilang. Metode perhitungan yang digunakan hampir sama dengan Metode Rasional yakni memperhitungkan stasiun yang berdekatan untuk mencari data curah hujan yang hilang di stasiun tersebut. Jika pada Metode Rasional yang digunakan adalah jumlah curah hujan dalam 1

tahun, pada metode ini variabel yang digunakan adalah jarak stasiun terdekat dengan stasiun yang akan dicari data curah hujan yang hilang. Rumus metode inversed square distance yaitu:

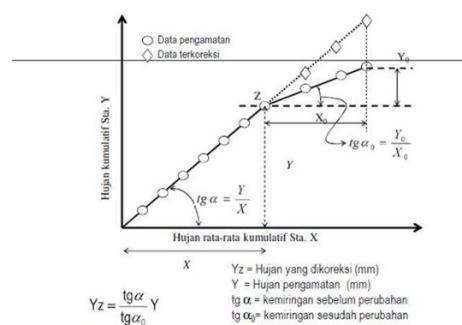
$$P_x = \frac{\frac{1}{(dXA)^2} P_A + \frac{1}{(dXB)^2} P_B + \frac{1}{(dXC)^2} P_C}{\frac{1}{(dXA)^2} + \frac{1}{(dXB)^2} + \frac{1}{(dXC)^2}} \quad \dots\dots(2)$$

Keterangan:

P_x = Tinggi hujan yang dipertanyakan [mm],
 P_A, P_B, P_C = Tinggi hujan pada stasiun disekitarnya [mm],
 dXA, dXB, dXC = Jarak stasiun X terhadap masing – masing stasiun A,B,C [Km].

2.6 Pengujian Konsistensi Data Hujan

Menurut (Soewarno, 1991) dalam bukunya Hidrologi Operasional Jilid Kesatu, data hujan yang diperlukan untuk analisis disarankan minimal 30 tahun data runtut waktu. Data itu harus tidak mengandung kesalahan dan harus dicek sebelum digunakan untuk analisis hidrologi lebih lanjut. Agar tidak mengandung kesalahan (error) dan harus tidak mengandung data kosong (missing record). Oleh karena itu harus dilakukan pengecekan kualitas data (data quality control). Beberapa kesalahan yang mungkin terjadi dapat disebabkan oleh faktor manusia, alat dan faktor lokasi. Bila terjadi kesalahan maka data itu dapat disebut tidak konsisten (inconsistency). Uji konsistensi (consistency test) berarti menguji kebenaran data. Data hujan disebut konsisten (consistent) berarti data yang terukur dan dihitung adalah teliti dan benar serata sesuai dengan fenomena saat hujan itu terjadi. Gambar lengkung masa ganda dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Lengkung Masa Ganda
(Sumber: Nemec, 1973)

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi pada penelitian ini ada beberapa stasiun pengamat curah hujan yang berada di wilayah Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat, Indonesia. Stasiun curah hujan yang diteliti yaitu

Stasiun Cipaku, Stasiun Cipeusing, dan Stasiun Cisampih. Gambar lokasi curah hujan dapat dilihat pada **Gambar 2**.



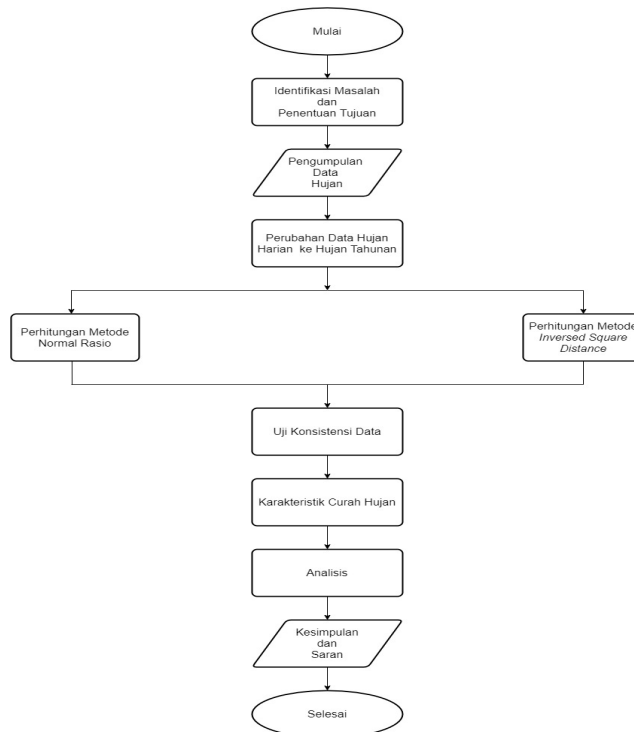
**Gambar 2. Lokasi Stasiun Curah Hujan
(Sumber: Peta BBWS Citarum)**

3.2 Data Penelitian

Data curah hujan yang digunakan yaitu data sekunder yang diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Citarum adalah data curah hujan harian dari stasiun Cipaku, Cipeusing, Cisampih dan untuk 8 tahun.

3.3 Tahapan Penelitian

Untuk mengoptimalkan pelaksanaan penelitian dibuat langkah-langkah penelitian secara sistematis dalam bentuk bagan alir, penelitian dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

3.4 Studi Pustaka

Studi pustaka ini dilakukan untuk mengidentifikasi masalah dan perumusan tujuan, serta untuk menambah pengetahuan dalam membantu melakukan analisis terhadap data curah hujan menggunakan Metode Rasional, dan Metode *Inversed Square Distance* melalui jurnal dan buku yang berisi tentang metode-metode tersebut.

3.4 Metode Penyajian

Penyajian data pada metode analisis ini dengan menggunakan beberapa jenis bentuk penyajian data untuk membantu menganalisis hasil dari proses metode normal rasio dan metode *inversed square distance*. Untuk pengolahan data hujan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Data Curah Hujan Harian Stasiun Cipaku Tahun 2002

Nama Stasiun	: Cipaku
No Stasiun	: 180
No in Database	: -
Lintang Selatan	: 07 ° 03' 21 "
Bujur Timur	: 107 ° 43' 51 "
Tipe Alat	: Manual
Tahun	: 2002

TANGGAL	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	6,0	12,0	0,0	6,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0
2	0,0	10,0	5,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	8,0	3,0	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0
4	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	6,0
5	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	3,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,0
7	0,0	5,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0
8	0,0	2,0	0,0	3,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	16,0	21,0
9	26,0	0,0	32,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0
10	0,0	6,0	13,0	3,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0
11	6,0	1,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
12	3,0	0,0	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0
13	14,0	26,0	21,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	6,0
14	16,0	9,0	19,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,0
15	18,0	3,0	31,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	42,0
16	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
17	21,0	0,0	13,0	46,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,0
18	14,0	0,0	9,0	3,0	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	8,0	0,0
19	15,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0	21,0
20	6,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	19,0	32,0
21	4,0	13,0	0,0	36,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,0	6,0
22	28,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	9,0
23	23,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0	13,0
24	42,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	16,0
25	13,0	0,0	6,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0	23,0
26	16,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,0	38,0
27	14,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,0	20,0
28	31,0	0,0	58,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	17,0	22,0
29	9,0		5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,0	26,0
30	36,0		10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,0	4,0
31	17,0		28,0		0,0		0,0	0,0		0,0		0,0
Hujan Maks	42,0	26,0	58,0	46,0	6,0	6,0	6,0	0,0	0,0	5,0	26,0	42,0
Jml. Curah Hujan	378,0	102,0	297,0	129,0	10,0	6,0	13,0	0,0	0,0	5,0	243,0	461,0
Jml. Hari Hujan	22,0	14,0	22,0	12,0	3,0	1,0	3,0	0,0	0,0	1,0	17,0	27,0
Jml. Hujan (1-15)	89,0	86,0	147,0	31,0	10,0	6,0	4,0	0,0	0,0	0,0	28,0	200,0
Jml. Hujan (16-31)	289,0	16,0	150,0	98,0	0,0	0,0	9,0	0,0	0,0	5,0	215,0	261,0
Tahunan	Curah Hujan Maksimum			Jumlah Curah Hujan			Jumlah Hari Hujan			Curah Hujan Ekstrem		
	461,0			1.644,0			122,0			461,0		

4. KESIMPULAN

Metode perhitungan data curah hujan yang hilang di DAS Cisangkuy yang paling sesuai ialah metode *Inversed Square Distance* yang lebih sesuai mengingat rata-rata penyimpangannya sebesar 24,65%, Grafik Uji Konsistensi menunjukkan bahwa semua stasiun hujan tersebut mempunyai korelasi sangat kuat dikarenakan nilai R nya mendekati 1, Karakteristik curah hujan yang terjadi di ketiga stasiun tersebut termasuk kedalam pola hujan monsun dan juga dilihat dari lokasi yang ditinjau berada di Pulau Jawa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya selaku penulis skripsi mengucapkan terima kasih kepada BBWS Citarum yang sudah memberikan data untuk mempermudah dalam mengerjakan skripsi ini.

PENDAFTAR RUJUKAN

- Triatmodjo, B. (2008). Hidrologi Terapan Cetakan Pertama. Yogyakarta: Beta Offset.
- Sosrodarsono. (1985). Perbaikan dan Pengaturan Sungai. Terjemahan oleh Gayo, M. Y. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Soewarno. (1991). Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai Hidrometri. Bandung: Nova.
- Nemec, J. 1973. *Engineering Hydrology*. New Delhi: McGraw Hill Book Company.
- BBWS Citarum. (2014). Lokasi Stasiun Curah Hujan, Bandung: BBWS Citarum.