

KUALITAS PELAYANAN ANGKUTAN UMUM: *HEADWAY* DAN *LOAD FACTOR* TRANS METRO DEWATA KORIDOR 4 PADA MASA PENDEMI COVID 19

**Dwi Wahyu Hidayat^{1*}, Kadek Carissa Sri Listiyani¹, Ahmad Hidayawan², Bagas Wahyu Adhi²,
Andri kurniawan²**

¹Program Studi Manajemen Transportasi Jalan, Politeknik Transportasi Darat Bali,
Jl. Cempaka Putih., Desa Samsam, Kec. Kerambitan, Kabupaten Tabanan, 8211

²Universitas Islam Batik Surakarta, Jl. Agus Salim, No. 10 Sondakan, Surakarta
²Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Batik, Sondakan, Surakarta

e-mail: ^{*1} dwi.wahyu@poltradabali.ac.id
andrimartinez@gmail.com, ²

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi untuk mengetahui kualitas pelayanan dalam pengoperasian Trans Metro Dewata sebagai program dari Kementerian Perhubungan Republik Indonesia melalui Direktorat Jenderal Perhubungan Darat khususnya pada koridor IV (Ubung-Monkey Forest). Masalah tersebut ditunjukkan dari rendahnya kepuasan pengguna bus yang diobservasi dari penyediaan sarana halte bus tidak representatif, keterlambatan jarak kedatangan antara bus yang satu dengan yang lainnya, tidak memiliki jalur sendiri sehingga menimbulkan kemacetan dan antrian cukup padat, selain itu hanya menjangkau wilayah tertentu dikarenakan pengurangan armada. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif untuk menganalisis dengan temuan data dan fakta yang terjadi selama penelitian berlangsung. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kualitas pelayanan angkutan umum Trans Metro Dewata Koridor IV (Ubung-Monkey Forest) memiliki kecenderungan belum memuaskan pengguna layanan bus yang dilihat ketampakan fisik, kehandalan, ketanggapan, jaminan, dan empati. Seperti, papan tulisan berjalan yang tidak beroperasi atau mati, vandalisme halte, pemisahan koridor separator jalan bus, serta penambahan rute ke jalur wisata eksklusif.

Kata kunci: Transportasi, Trans Metro Dewata, kualitas pelayanan, kepuasan pengguna

Abstract

The background of this research is to determine the quality of service in the operation of Trans Metro Dewata as a program from the Ministry of Transportation of the Republic of Indonesia through the Directorate General of Land Transportation, especially in corridor IV (Ubung-Monkey Forest). This problem is shown from the low satisfaction of bus users which is observed from the provision of unrepresentative bus stop facilities, delays in the arrival distance between one bus and another, not having its own lane, causing congestion and quite dense queues, besides that it only reaches certain areas due to fleet reduction. . This study uses a descriptive qualitative approach to analyze the data findings and facts that occurred during the research. The results of this study indicate that the quality of public transportation services for Trans Metro Dewata Corridor IV (Ubung-Monkey Forest) has a tendency to not satisfy bus service users based on physical appearance, reliability, responsiveness, assurance, and empathy. Such as walking signs that are not operational or dead, bus stop vandalism, separation of bus road separator corridors, as well as adding routes to exclusive tourist routes.

Keywords: Transportation, Trans Metro Dewata, service quality, user satisfaction

1. PENDAHULUAN

Transportasi merupakan unsur vital dalam kehidupan bangsa dan dalam memupuk kesatuan dan persatuan bangsa. Pembangunan di bidang transportasi sebagai pendukung pembangunan sektor lainnya dalam mewujudkan sasaran pembangunan nasional di seluruh wilayah baik di perkotaan maupun di perdesaan (Dindha Amelia 2020). Pentingnya sistem transportasi tercermin dengan semakin meningkatnya kebutuhan jasa angkutan bagi mobilitas masyarakat maupun barang di dalam negeri dan luar negeri serta berperan sebagai pendorong dan penggerak bagi pertumbuhan daerah dan pengembangan wilayah. Menyadari pentingnya posisi dan peranan sistem transportasi harus ditata dalam satu kesatuan sistem transportasi nasional secara terpadu dan mampu mewujudkan penyediaan jasa transportasi yang seimbang dengan tingkat kebutuhan, keselamatan, keamanan, keefektifan dan keefisienan. Dengan dikembangkannya transportasi maka terjadi pemerataan pembangunan di seluruh wilayah dimana hal itu dapat memberi dampak pada kesejahteraan masyarakat. Maka dari itu, pembangunan transportasi diarahkan untuk meningkatkan pelayanan jasa transportasi secara efisien, handal, berkualitas, aman, dan terjangkau.

Bus Trans Metro Dewata merupakan perluasan layanan Bus Trans Sarbagita. Dengan perubahan nama ini, diharapkan ada peningkatan minat masyarakat menggunakan transportasi umum. Dalam merealisasikan layanan transportasi publik ini, Pemerintah memberikan subsidi 100 persen biaya operasional kendaraan (BOK). Angkutan Massal Perkotaan merupakan public goods, sehingga Pemerintah menjadi penanggung risiko dalam penyediaannya. Program Buy the Service (Pembelian Layanan) untuk angkutan massal perkotaan dilakukan dengan membeli layanan angkutan massal perkotaan kepada operator dengan mekanisme lelang berbasis standar pelayanan minimal atau quality licensing. (Meilvinasvita, Safaruddin, and Yuliana 2020) Pemerintah menjadi penanggung resiko penyediaan layanan angkutan disebabkan tingginya Biaya Operasional Angkutan Massal. Pemerintah juga memberikan lisensi pelaksanaan pelayanan kepada operator yang memenuhi Standar Pelayanan Minimal (SPM), supaya memiliki keunggulan dibandingkan kendaraan pribadi.

Trans Metro Dewata adalah sistem transportasi Bus Rapid Transit (BRT) yang beroperasi sejak 7 September 2020 di Bali, terutama di Denpasar, Badung, Gianyar, Tabanan. Layanan ini merupakan program dari Kementerian Perhubungan Republik Indonesia melalui Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, dan Bali menjadi layanan yang ketiga setelah Palembang dan Surakarta dalam program Buy The Service (BTS) oleh Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. Operator yang menjalankan operasional layanan Trans Metro Dewata adalah PT Satria Trans Jaya. Biaya operasional Trans Metro Dewata disubsidi 100% oleh Pemerintah Pusat.

Tabel 1. Jalur Trans Metro dewata melayani 4 Koridor yang melintasi 4 Kota/Kabupaten di Bali

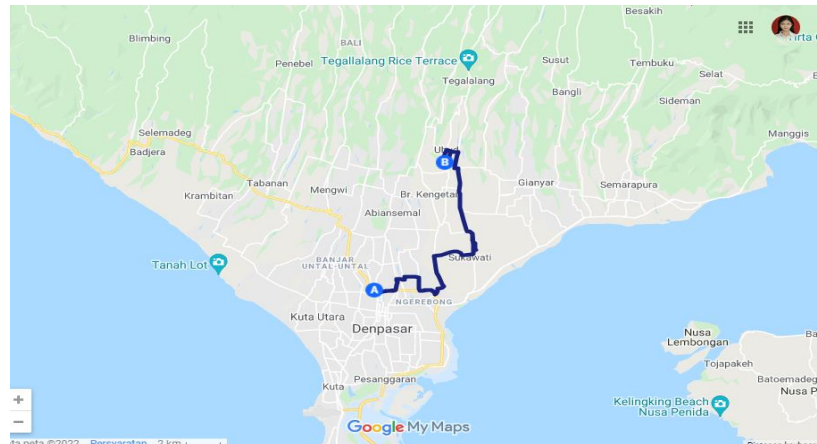
Nomor Koridor	Koridor	Jumlah Halte	Waktu Operasional	Panjang Lintasan
1	Sentral Parkir Kuta Badung – Terminal Pesiapan Tabanan	59	03:30 - 21:19 WITA (Keberangkatan Akhir 18:18 WITA)	59,3 KM

Nomor Koridor	Koridor	Jumlah Halte	Waktu Operasional	Panjang Lintasan
2	GOR Ngurah Rai - Bandara Ngurah Rai	38	05:00 - 21:14 WITA (Keberangkatan Akhir 19:19 WITA)	32,9 KM
3	Terminal Ubung - Pantai Matahari Terbit	24	04:30 - 21:02 WITA (Keberangkatan Akhir 19:05 WITA)	31,5 KM
4	Terminal Ubung – Sentral Parkir Monkey Forest	32	04:30 - 21:05 WITA (Keberangkatan Akhir 17:55 WITA)	58,0 KM

Pada tanggal 27 Desember 2020 adalah langkah awal peluncuran pelaksanaan moda Trans Sarbagita dengan membuka Koridor IV (Terminal Ubung-Monkey Forest) dari 3 koridor yang direncanakan. Dibukanya Koridor IV ini karena ketersediaan bus yang merupakan hibah dari Kementerian Perhubungan. Bus sebanyak 32 unit ini merupakan bus berkapasitas sedang yang dialokasikan untuk Koridor IV (Terminal Ubung-Monkey Forest) karena jalan lebih lebar. Trans Metro Dewata ini memiliki road map pengembangan yang cukup panjang karena kondisi transportasi khususnya lalu lintas yang belum terbiasa menggunakan angkutan umum. Pada 2011-2013 adalah tahun untuk pengenalan layanan, membangun citra, dan sosialisasi lanjutan serta evaluasi, 2014-2019 memantapkan dan mengembangkan layanan, dan 2019 seterusnya transportasi publik diharapkan menjadi pilihan moda transportasi utama masyarakat Sarbagita (akronim dari Denpasar–Badung–Gianyar–Tabanan) adalah sebuah kawasan metropolitan di Provinsi Bali yang terdiri dari Kota Denpasar, Kabupaten Badung, Kabupaten Gianyar dan Kabupaten Tabanan. Kawasan Perkotaan ini dibentuk berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 45 Tahun 2011, yang selanjutnya diubah dengan Peraturan Presiden Nomor 51 Tahun 2014.

2. METODE

kajian dalam penelitian ini adalah Terminal Ubung, Denpasar Utara. Dalam wilayah studi, terdapat berbagai jenis bus yang ada disana dan beberapa angkot atau angdes. Bus yang ada disana hanyalah yang melayani rute Angkutan Kota Dalam Provinsi (AKDP). Batas kajian adalah menfokuskan pada bus AKDP Trans Metro Dewata yang melayani Koridor 4 (Terminal Ubung-Monkey Forest). Terminal Ubung merupakan terminal penumpang tipe B yang terletak di Jalan Cokroaminoto, Kelurahan Ubung, Kecamatan Denpasar Utara, Kota Denpasar. Terminal ubung merupakan pintu masuk ke Kota Denpasar dari arah barat (Tabanan, Jembrana dan Pulau Jawa).



Gambar 1. Rute Koridor 4 (Terminal Ubung-Monkey Forest)

Dalam meneliti kualitas pelayanan angkutan umum, salah satu metode yang dapat dilakukan adalah dengan survei statis. Survei statis adalah survei yang dilakukan dari luar kendaraan dengan mengamati, menghitung atau mencatat informasi dari setiap kendaraan penumpang umum yang melintas di ruas jalan pada setiap arah lalu lintas, serta di pintu masuk dan pintu keluar terminal (Suthanaya 2009). Pada survei ini data yang diperoleh berupa jumlah penumpang yang terdapat di dalam kendaraan, jam tiba, dan jam keberangkatan. Nilai *headway* kendaraan angkutan umum pada suatu rute didapat dengan mengukur jarak waktu kedatangan antara kendaraan angkutan umum yang satu dengan kendaraan angkutan umum berikutnya. Dan *load factor* angkutan umum di dapat dari pembagian antara jumlah penumpang dengan kapasitas muat penumpang pada kendaraan.

Setelah melakukan survei statis, data akan diolah dengan metode statistika *descriptive* yaitu mencari nilai rata-rata (Teori 2002). Nilai rata-rata tersebut akan dijadikan dasar lamanya *headway* dan *loadfactor* pada koridor tersebut.

Waktu penelitian pada hari jumat dan sabtu tanggal 21 sampai 22 Desember 2021 pada pukul 08.00-18.00 WITA, tempat penelitian di Jalan Cokroaminoto, Kelurahan Ubung, Kecamatan Denpasar Utara, Kota Denpasar

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan hasil dari survei yang dilakukan pada hari

- Pertama (21 Desember 2021)

KEDATANGAN 1									
No	Tanda Nomor Kendaraan	KODE BUS	Waktu Kedatangan	Waktu Keberangkatan	Jumlah Penumpang	Headway	Lay Over Time	Travel Time	Load Faktor
1	DK 7411 AG	5	08:18:34	08:23:11	0		0:04:37	03:34:07	0%
2	DK 7412 AG	6	08:27:17	08:32:04	3	00:08:53	0:04:47	03:29:31	15%
3	DK 7655 AG	7	08:33:16	08:37:26	0	00:05:22	0:04:10	03:32:02	0%
4	DK 7426 AG	8	08:39:55	08:44:58	1	00:07:32	0:05:03	03:30:47	5%
5	DK 7395 AG	9	08:47:39	08:51:18	1	00:06:20	0:03:39	03:31:48	5%
6	DK 7446 AG	10	08:53:14	08:58:50	2	00:07:32	0:05:36	03:31:51	10%
7	DK 7608 AG	11	09:00:52	09:04:57	1	00:06:07	0:04:05	03:31:46	5%

8	DK 7629 AG	12	09:08:10	09:12:25	0	00:07:28	0:04:15	03:32:09	0%
9	DK 7630 AG	13	09:15:34	09:20:07	2	00:07:42	0:04:33	03:30:57	10%
10	DK 7648 AG	14	09:22:24	09:26:06	4	00:05:59	0:03:42	03:32:26	20%
11	DK 7610 AG	15	09:28:44	09:33:51	3	00:07:45	0:05:07	03:31:21	15%
12	DK 7607 AG	16	09:37:13	09:41:21	0	00:07:30	0:04:08	03:30:50	0%
13	DK 7655 AG	17	09:44:15	09:48:51	2	00:07:30	0:04:36	03:30:02	10%
14	DK 7611 AG	18	09:51:26	09:55:16	1	00:06:25	0:03:50	03:30:48	5%
15	DK 7595 AG	19	09:57:34	10:03:04	4	00:07:48	0:05:30	03:30:37	20%
16	DK 7627 AG	20	10:03:55	10:08:16	0	00:05:12	0:04:21	03:31:03	0%
17	DK 7613 AG	21	10:12:00	10:16:16	0	00:08:00	0:04:16	03:31:18	0%
18	DK 7581 AG	22	10:18:58	10:23:28	3	00:07:12	0:04:30	03:33:27	15%
19	DK 7703 AG	23	10:26:45	10:31:30	2	00:08:02	0:04:45	03:29:41	10%
20	DK 7633 AG	24	10:32:42	10:37:05	0	00:05:35	0:04:23	03:30:48	0%
21	DK 7612 AG	25	10:40:26	10:44:38	2	00:07:33	0:04:12	03:29:45	10%
22	DK 7618 AG	26	10:46:33	10:51:03	1	00:06:25	0:04:30	03:31:34	5%
23	DK 7590 AG	27	10:53:35	10:59:13	3	00:08:10	0:05:38	03:29:36	15%
24	DK 7621 AG	28	11:01:04	11:06:03	0	00:06:50	0:04:59	03:29:40	0%
25	DK 7591 AG	29	11:08:33	11:12:41	2	00:06:38	0:04:08	03:30:53	10%
26	DK 7378 AG	1	11:28:14	11:32:20	4	00:19:39	0:04:06	03:25:20	20%
27	DK 7388 AG	2	11:35:47	11:39:53	0	00:07:33	0:04:06	03:25:52	0%
28	DK 7401 AG	3	11:43:19	11:47:46	1	00:07:53	0:04:27	03:23:37	5%
29	DK 7407 AG	4	11:50:12	11:54:53	2	00:07:07	0:04:41	03:24:44	10%
RATA-RATA					44	00:07:34	00:04:30	03:30:17	8%

KEDATANGAN 2								KEDATANGAN 3						
Tanda Nomor Kendaraan	Waktu Kedatangan	Waktu Keberangkatan	Jumlah Penuangan	Headway	Lay Over Time	Travel Time	Load Faktor	Tanda Nomor Kendaraan	Waktu Kedatangan	Waktu Keberangkatan	Jumlah Penuangan	Headway	Lay Over Time	Load Faktor
5	11:57:18	12:01:45	0		00:04:27	03:24:53	0%	5	15:26:38	15:30:50	0		00:04:12	0%
6	12:01:35	12:05:59	2	00:04:14	00:04:24	03:26:59	10%	6	15:32:58	15:37:32	2	00:06:42	00:04:34	10%
7	12:09:28	12:13:57	0	00:07:58	00:04:29	03:26:45	0%	7	15:40:42	15:45:30	0	00:07:58	00:04:48	0%
8	12:15:45	12:20:36	0	00:06:39	00:04:51	03:26:02	0%	8	15:46:38	15:50:42	0	00:05:12	00:04:04	0%
9	12:23:06	12:27:48	0	00:07:12	00:04:42	03:26:57	0%	9	15:54:45	15:58:46	0	00:08:04	00:04:01	0%
10	12:30:41	12:34:51	2	00:07:03	00:04:10	03:25:32	10%	10	16:00:23	16:05:40	2	00:06:54	00:05:17	10%
11	12:36:43	12:40:05	1	00:05:14	00:03:22	03:28:32	5%	11	16:08:37	16:12:42	1	00:07:02	00:04:05	5%
12	12:44:34	12:49:11	6	00:09:06	00:04:37	03:25:38	30%	12	16:14:49	16:19:48	6	00:07:06	00:04:59	30%

13	12:51:04	12:55:07	4	00:06:46	00:04:53	03:26:03	20%	13	16:22:00	16:26:05	4	00:06:17	00:04:05	20%
14	12:58:32	13:02:04	3	00:06:37	00:04:02	03:27:04	15%	14	16:29:38	16:34:06	7	00:08:21	00:04:48	35%
15	13:05:12	13:10:02	3	00:07:38	00:05:00	03:25:26	15%	15	16:35:38	16:39:02	3	00:05:16	00:04:04	15%
16	13:12:11	13:16:01	2	00:06:19	00:04:20	03:27:14	10%	16	16:43:45	16:47:05	2	00:07:23	00:03:20	10%
17	13:18:53	13:24:07	2	00:08:06	00:05:44	03:24:46	10%	17	16:49:23	16:54:04	2	00:07:29	00:05:11	10%
18	13:26:04	13:29:03	3	00:05:06	00:03:39	03:27:13	15%	18	16:56:56	17:02:08	3	00:08:04	00:05:42	15%
19	13:33:41	13:38:03	6	00:08:50	00:04:52	03:25:12	30%	19	17:03:45	17:08:08	6	00:06:00	00:04:53	30%
20	13:39:19	13:43:07	4	00:04:54	00:04:08	03:27:22	20%	20	17:10:49	17:14:04	4	00:06:16	00:04:05	20%
21	13:47:34	13:51:08	1	00:08:11	00:04:04	03:26:46	5%	21	17:18:24	17:22:01	1	00:07:37	00:04:07	5%
22	13:56:55	14:01:01	6	00:01:13	00:04:56	03:23:47	30%	22	17:25:38	17:30:03	0	00:08:02	00:04:55	0%
23	14:01:11	14:05:06	4	00:04:05	00:04:45	03:26:02	20%	23	17:31:58	17:36:03	4	00:05:30	00:04:05	20%
24	14:07:53	14:12:06	2	00:06:20	00:04:23	03:27:26	10%	24	17:39:42	17:44:00	1	00:08:27	00:04:48	5%
25	14:14:23	14:18:05	3	00:06:19	00:04:12	03:27:03	15%	25	17:45:38	17:49:02	3	00:05:12	00:04:04	15%
26	14:22:37	14:27:07	2	00:08:32	00:04:30	03:26:38	10%	26	17:53:45	17:57:06	2	00:08:04	00:04:01	10%
27	14:28:49	14:33:06	2	00:06:39	00:04:57	03:25:37	10%	27	17:59:23	18:04:08	2	00:06:52	00:05:15	10%
28	14:35:43	14:40:08	3	00:06:52	00:04:55	03:26:59	15%	28	18:07:37	18:12:05	3	00:08:07	00:05:08	15%
29	14:43:34	14:46:06	0	00:06:08	00:03:12	03:27:03	0%	29	18:13:49	18:17:09	6	00:05:14	00:04:10	30%
1	14:57:40	15:03:01	2	00:06:15	00:05:21	03:25:55	10%	1	18:28:56	18:32:07	2	00:04:28	00:03:31	10%
2	15:05:45	15:09:02	2	00:06:41	00:03:57	03:25:22	10%	2	18:35:04	18:39:07	2	00:07:30	00:04:53	10%
3	15:11:23	15:16:01	3	00:06:59	00:05:18	03:26:04	15%	3	18:42:45	18:48:00	3	00:08:03	00:05:15	15%
4	15:19:37	15:23:08	1	00:06:27	00:03:31	03:27:22	5%	4	18:50:30	18:55:05	0	00:07:25	00:04:55	0%
RATA-RATA			69	00:07:12	00:04:28	03:26:23	12%	RATA-RATA			71	00:07:18	00:04:32	12%

Pengolahan data pada tanggal 21 menggunakan aplikasi Microsoft Excel yang dimana data yang sudah di dapatkan dan ditulis di dalam form kemudian dimasukkan ke dalam form excel yang selanjutnya diolah sedemikian rupa agar mendapatkan data yang diinginkan seperti : lay Over time, Travel Time, dan headway, adapun data yang didapat sejumlah 29 bus dari koridor K4B Teman Bus dari jam 08.18.34 WITA sampai dengan pukul 18.50.30 WITA, selama waktu tersebut kita dapat menemukan data 3 sirkulasi bus tersebut Pada Terminal Ubung.

- Hari Kedua (22 Desember 2021)

KEDATANGAN 1									
No	Tanda Nomor Kendaraan	KODE BUS	Waktu Kedatangan	Waktu Keberangkatan	Jumlah Penumpang	Headway	Lay Over Time	Travel Time	Load Faktor
1	DK 7411 AG	5	08:18:22	08:22:54	2	0:08:19	0:04:32	3:33:41	17%
2	DK 7412 AG	6	08:26:43	08:31:13	1	0:05:52	0:04:30	3:29:59	8%
3	DK 7655 AG	7	08:32:33	08:37:05	0	0:06:59	0:04:32	3:31:29	0%
4	DK 7426 AG	8	08:39:32	08:44:04	3	0:07:12	0:04:32	3:31:39	25%
5	DK 7395 AG	9	08:46:45	08:51:16	1	0:06:51	0:04:31	3:31:07	8%
6	DK 7446 AG	10	08:53:12	08:58:07	2	0:06:03	0:04:55	3:31:47	17%
7	DK 7608 AG	11	09:00:09	09:04:10	1	0:07:58	0:04:01	3:31:52	8%
8	DK 7629 AG	12	09:07:23	09:12:08	4	0:07:08	0:04:45	3:31:35	33%
9	DK 7630 AG	13	09:14:53	09:19:16	0	0:06:29	0:04:23	3:31:31	0%
10	DK 7648 AG	14	09:21:33	09:25:45	1	0:07:12	0:04:12	3:31:56	8%
11	DK 7610 AG	15	09:28:27	09:32:57	4	0:08:22	0:04:30	3:31:54	33%
12	DK 7607 AG	16	09:36:22	09:41:19	0	0:07:30	0:04:57	3:29:58	0%
13	DK 7655 AG	17	09:43:54	09:48:49	1	0:05:44	0:04:55	3:30:02	8%
14	DK 7611 AG	18	09:50:32	09:54:33	3	0:07:44	0:04:01	3:30:48	25%
15	DK 7595 AG	19	09:57:32	10:02:17	1	0:05:18	0:04:45	3:30:37	8%
16	DK 7627 AG	20	10:03:12	10:07:35	0	0:07:50	0:04:23	3:31:27	0%
17	DK 7613 AG	21	10:11:13	10:15:25	2	0:07:46	0:04:12	3:31:18	17%
18	DK 7581 AG	22	10:18:41	10:23:11	2	0:07:28	0:04:30	3:33:23	17%
19	DK 7703 AG	23	10:25:54	10:30:39	2	0:06:05	0:04:45	3:29:38	17%
20	DK 7633 AG	24	10:32:21	10:36:44	4	0:07:00	0:04:23	3:31:07	33%
21	DK 7612 AG	25	10:39:32	10:43:44	2	0:07:17	0:04:12	3:30:37	17%
22	DK 7618 AG	26	10:46:31	10:51:01	0	0:07:29	0:04:30	3:30:53	0%
23	DK 7590 AG	27	10:53:33	10:58:30	5	0:06:46	0:04:57	3:29:32	42%
24	DK 7621 AG	28	11:00:21	11:05:16	0	0:06:31	0:04:55	3:29:46	0%
25	DK 7591 AG	29	11:07:46	11:11:47	2	0:20:31	0:04:01	3:30:56	17%
26	DK 7378 AG	1	11:27:33	11:32:18	1	0:07:33	0:04:45	3:25:05	8%
27	DK 7388 AG	2	11:34:56	11:39:51	1	0:07:12	0:04:55	3:25:03	8%
28	DK 7401 AG	3	11:43:02	11:47:03	0	0:07:03	0:04:01	3:23:59	0%
29	DK 7407 AG	4	11:49:21	11:54:06	2	0:06:52	0:04:45	3:24:37	17%
RATA-RATA					47	0:07:31	0:04:32	3:30:15	14%

KEDATANGAN 2								KEDATANGAN 3						
Tanda Nomor Kendaraan	Waktu Kedatangan	Waktu Keberangkatan	Jumlah Penuangan	Headway	Layover Time	Travel Time	Load Factor	Tanda Nomor Kendaraan	Waktu Kedatangan	Waktu Keberangkatan	Jumlah Penuangan	Headway	Layover Time	Load Factor
5	11:56:35	12:00:58	0		00:04:23	3:24:49	0%	5	15:25:47	15:29:59	0		00:04:12	0%
6	12:01:12	12:05:42	2	0:04:44	00:04:30	3:26:59	17%	6	15:32:41	15:37:11	2	0:07:12	00:04:30	17%
7	12:08:34	12:13:06	0	0:07:24	00:04:32	3:26:45	0%	7	15:39:51	15:44:36	0	0:07:25	00:04:45	0%
8	12:15:43	12:20:15	0	0:07:09	00:04:32	3:26:02	0%	8	15:46:17	15:50:40	0	0:06:04	00:04:23	0%
9	12:22:23	12:26:54	0	0:06:39	00:04:31	3:26:57	0%	9	15:53:51	15:58:03	0	0:07:23	00:04:12	0%
10	12:29:54	12:34:49	2	0:07:55	00:04:55	3:25:32	17%	10	16:00:21	16:04:53	2	0:06:50	00:04:32	17%
11	12:36:02	12:40:03	1	0:05:14	00:04:01	3:27:51	8%	11	16:07:54	16:12:25	1	0:07:32	00:04:31	8%
12	12:43:43	12:48:28	0	0:08:25	00:04:45	3:25:34	0%	12	16:14:02	16:18:57	2	0:06:32	00:04:55	17%
13	12:50:47	12:55:10	4	0:06:42	00:04:23	3:26:33	33%	13	16:21:43	16:25:44	4	0:06:47	00:04:01	33%
14	12:57:41	13:01:53	2	0:06:43	00:04:12	3:26:54	17%	14	16:28:47	16:33:32	0	0:07:48	00:04:45	0%
15	13:04:51	13:09:21	3	0:07:28	00:04:30	3:25:56	25%	15	16:35:17	16:39:40	3	0:06:08	00:04:23	25%
16	13:11:17	13:16:14	2	0:06:53	00:04:57	3:26:37	17%	16	16:42:51	16:47:03	2	0:07:23	00:04:12	17%
17	13:18:51	13:23:46	2	0:07:32	00:04:55	3:25:35	17%	17	16:49:21	16:53:51	1	0:06:48	00:04:30	8%
18	13:25:21	13:29:22	3	0:05:36	00:04:01	3:27:32	25%	18	16:56:54	17:01:51	0	0:08:00	00:04:57	0%

19	13:32:54	13:37:39	6	0:08:17	00:04:45	3:25:23	50%	19	17:03:02	17:07:57	2	0:06:06	00:04:55	17%
20	13:39:02	13:43:25	4	0:05:46	00:04:23	3:26:37	33%	20	17:10:02	17:14:03	1	0:06:06	00:04:01	8%
21	13:46:43	13:50:55	1	0:07:30	00:04:12	3:26:48	8%	21	17:17:43	17:22:14	1	0:08:11	00:04:31	8%
22	13:56:34	14:01:04	6	0:10:09	00:04:30	3:23:43	50%	22	17:24:47	17:29:42	1	0:07:28	00:04:55	8%
23	14:00:17	14:05:02	4	0:03:58	00:04:45	3:26:39	33%	23	17:31:41	17:35:42	4	0:06:00	00:04:01	33%
24	14:07:51	14:12:14	1	0:07:12	00:04:23	3:26:37	8%	24	17:38:51	17:43:36	2	0:07:54	00:04:45	17%
25	14:14:21	14:18:33	3	0:06:19	00:04:12	3:26:44	25%	25	17:45:17	17:49:40	0	0:06:04	00:04:23	0%
26	14:21:54	14:26:24	2	0:07:51	00:04:30	3:26:27	17%	26	17:52:51	17:57:03	2	0:07:23	00:04:12	17%
27	14:28:02	14:32:59	2	0:06:35	00:04:57	3:26:22	17%	27	17:59:21	18:03:51	1	0:06:48	00:04:30	8%
28	14:35:02	14:39:57	3	0:06:58	00:04:55	3:26:57	25%	28	18:06:54	18:11:51	3	0:08:00	00:04:57	25%
29	14:42:43	14:46:44	0	0:06:47	00:04:01	3:26:18	0%	29	18:13:02	18:17:57	0	0:06:06	00:04:55	0%
1	14:57:23	15:02:18	2	0:15:34	00:04:55	3:25:44	17%	1	18:28:02	18:32:25	2	0:14:28	00:04:23	17%
2	15:04:54	15:08:55	2	0:06:37	00:04:01	3:26:07	17%	2	18:35:02	18:39:14	2	0:06:49	00:04:12	17%
3	15:11:02	15:15:47	3	0:06:52	00:04:45	3:26:56	25%	3	18:42:43	18:47:13	3	0:07:59	00:04:30	25%
4	15:18:43	15:23:06	0	0:07:19	00:04:23	3:26:41	0%	4	18:49:47	18:54:44	1	0:07:31	00:04:57	8%
RATA-RATA			60	0:07:13	0:04:31	3:26:20	17%	RATA-RATA			42	0:07:19	0:04:31	12%

- Data Sekunder Terminal

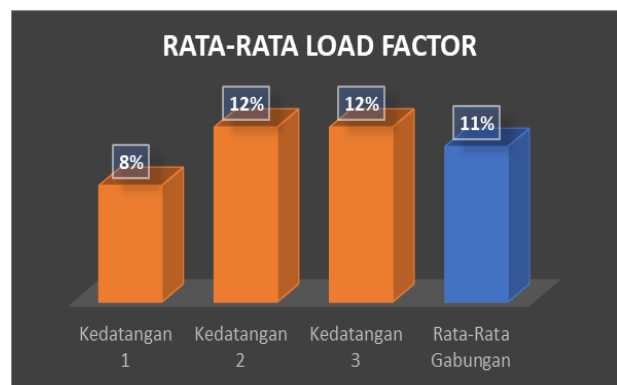
Adapun data time table yang didapat dari Dinas Perhubungan adalah sebagai berikut:

Terminal Ubung - Sentral Parkir Monkey Forest	KODE BUS	Berangkat Trip 1	Tiba Trip 1	Berangkat Trip 2	Tiba Trip 2	Berangkat Trip 3	Tiba Trip 3	Berangkat Trip 4	Tiba Trip 4
	TB.IV-01	04:30	07:55	08:01	11:26	11:32	14:57	15:03	18:28
	TB.IV-02	04:37	08:02	08:08	11:33	11:39	15:04	15:10	18:35

	TB.IV-03	04:44	08:09	08:15	11:40	11:46	15:11	15:17	18:42
	TB.IV-04	04:51	08:16	08:22	11:47	11:53	15:18	15:24	18:49
	TB.IV-05	04:58	08:23	08:29	11:54	12:00	15:25	15:31	18:56
	TB.IV-06	05:05	08:30	08:36	12:01	12:07	15:32	15:38	19:03
	TB.IV-07	05:12	08:37	08:43	12:08	12:14	15:39	15:45	19:10
Head Way : 7 mnt	TB.IV-08	05:19	08:44	08:50	12:15	12:21	15:46	15:52	19:17
	TB.IV-09	05:26	08:51	08:57	12:22	12:28	15:53	15:59	19:24
	TB.IV-10	05:33	08:58	09:04	12:29	12:35	16:00	16:06	19:31
	TB.IV-11	05:40	09:05	09:11	12:36	12:42	16:07	16:13	19:38
	TB.IV-12	05:47	09:12	09:18	12:43	12:49	16:14	16:20	19:45
	TB.IV-13	05:54	09:19	09:25	12:50	12:56	16:21	16:27	19:52
	TB.IV-14	06:01	09:26	09:32	12:57	13:03	16:28	16:34	19:59
	TB.IV-15	06:08	09:33	09:39	13:04	13:10	16:35	16:41	20:06
	TB.IV-16	06:15	09:40	09:46	13:11	13:17	16:42	16:48	20:13
	TB.IV-17	06:22	09:47	09:53	13:18	13:24	16:49	16:55	20:20
	TB.IV-18	06:29	09:54	10:00	13:25	13:31	16:56	17:02	20:27
	TB.IV-19	06:36	10:01	10:07	13:32	13:38	17:03	17:09	20:34
	TB.IV-20	06:43	10:08	10:14	13:39	13:45	17:10	17:16	20:41
	TB.IV-21	06:50	10:15	10:21	13:46	13:52	17:17	17:23	20:48
	TB.IV-22	06:57	10:22	10:28	13:53	13:59	17:24	17:30	20:55
	TB.IV-23	07:04	10:29	10:35	14:00	14:06	17:31	17:37	21:02
	TB.IV-24	07:11	10:36	10:42	14:07	14:13	17:38	17:44	21:09
	TB.IV-25	07:18	10:43	10:49	14:14	14:20	17:45	17:51	21:16
	TB.IV-26	07:25	10:50	10:56	14:21	14:27	17:52	17:58	21:23
	TB.IV-27	07:32	10:57	11:03	14:28	14:34	17:59	18:05	21:30
	TB.IV-28	07:39	11:04	11:10	14:35	14:41	18:06	18:12	21:37
	TB.IV-29	07:46	11:11	11:17	14:42	14:48	18:13	18:19	21:44

Rata-rata Headway dan load factor

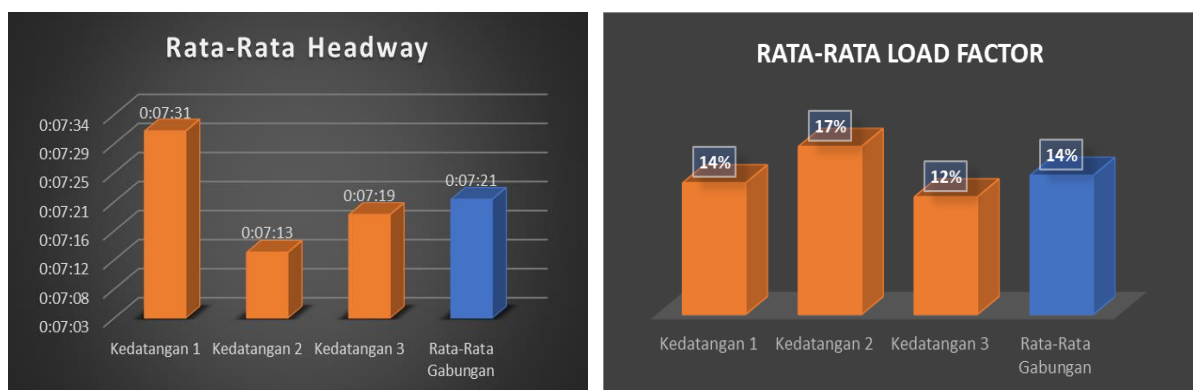
- Hari Pertama (21 Desember 2021)



Berdasarkan diagram di atas, rata-rata headway yang didapat saat melakukan survei statis pada koridor 4 (Ubung-Monkey Forest) di Terminal Ubung, Denpasar Utara pada tanggal

21 Desember 2021 adalah selama 7 menit 21 detik. Jika dibandingkan dengan *time table*, *headway* tersebut tidak jauh berbeda dari *headway* pada *time table*, dimana pada *time table* *headway* dari Trans Metro Dewata adalah kurang lebih 7 menit. Dan untuk rata-rata gabungan dari *load factor* adalah 11%

- Hari Kedua (22 Desember 2021)



Tidak jauh berbeda dari tabel sebelumnya, dari tabel excel di atas kita juga dapat melihat rata-rata *headway* yang didapat saat melakukan survei statis pada koridor 4 (Ubung-Monkey forest) di Terminal Ubung, Denpasar Utara pada tanggal 22 Desember 2021 adalah selama 7 menit 21 detik. Jika dibandingkan dengan *time table*, *headway* tersebut tidak jauh berbeda dari *headway* pada *time table*, dimana pada *time table* *headway* dari Trans Metro Dewata adalah kurang lebih 7 menit. Dan untuk rata-rata gabungan dari *load factor* adalah 14%

Untuk mengetahui apakah angkutan umum itu sudah berjalan dengan baik atau belum dapat dievaluasi dengan memakai indikator kendaraan angkutan umum berdasarkan standar yang telah ditetapkan pemerintah. Standar yang digunakan di Indonesia dapat menggunakan Standar Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor SK : SK.687/AJ.206/DRJD/2002 seperti pada Tabel dibawah

Tabel 2. Standar Kinerja Angkutan Umum

No	Parameter	Standar
1	Waktu antara (<i>headway</i>)	5-10 menit
	H ideal	2-5 menit
	H puncak	
2	Waktu menunggu rata – rata	5-10 menit
	Maksimum	10-20 menit
3	Faktor muatan (<i>load factor</i>)	70%
4	Waktu Perjalanan Rata-rata	1-1,5 jam

	Maksimum	2-3 jam
5	Jumlah armada	-
6	Rute	-

Sumber : Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor SK : SK.687/AJ.206/DRJD/2002

Headway

Headway yaitu perbedaan waktu antara angkutan yang satu dengan angkutan yang lain pada rute yang sama (Ansori 2015). Menurut Direktorat Jenderal Perhubungan Darat (2002), bahwa indikator kualitas pelayanan yang berkaitan dengan waktu tunggu penumpang (*passenger waiting time*) rata-rata sebesar 5- 10 menit, dan waktu penumpang maksimum sebesar 10-20 menit. Hal ini berarti *headway* dari koridor 4 tidak melanggar aturan atau kinerja operasional dari bus pada koridor ini masih berada pada batas kewajaran.

Nilai *headway* dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut :

$$H = T_2 - T_1$$

Keterangan :

H = *Headway*

T1 = waktu kendaraan pertama

T2 = waktu kendaraan kedua

Load factor

Menurut Direktorat Jenderal Perhubungan Darat (2002) merupakan perbandingan antara kapasitas terjual dan kapasitas tersedia untuk satu perjalanan yang biasa dinyatakan dalam persen (%). Standar yang ditetapkan oleh Direktorat Perhubungan, untuk nilai *load factor* 70 %. Untuk menghitung *load factor* digunakan rumus sebagai

berikut :

$$f = \frac{M}{S} \times 100\%$$

Keterangan :

f = faktor muatan penumpang

M = penumpang per-km yang ditempuh

S = kapasitas tempat duduk yang tersedia

Kualitas Pelayanan Angkutan Umum Trans Metro Dewata Koridor IV (Ubung-Monkey Forest)

Angkutan umum bus Trans Metro Dewata Koridor 4 (Ubung-Monkey Forest) memiliki kapasitas kursi sebanyak 24 orang. Dalam sehari terdapat 29 armada yang beroperasi. Setiap armada bus dapat tiga kali Pulang-Pergi dari Ubung-Monkey Forest dalam satu hari. Sehingga apabila dihitung cukup banyak masyarakat dalam sehari yang menggunakan transportasi ini. Pada koridor 4 (Ubung-Monkey Forest) cukup banyak jumlah pengguna yang menggunakan angkutan ini. Hal ini dikarenakan jalur yang dilewati oleh bus Trans Metro Dewata Koridor IV (Ubung-Monkey Forest) ini melalui beberapa sekolah dan tempat pembelanjaan. Fasilitas yang tersedia dalam pelayanan angkutan umum Trans Metro Dewata (ketampakan fisik) merupakan hal penting untuk diperhatikan agar bisa menarik hati masyarakat sebagai pengguna layanan. Bus Trans Metro Dewata juga telah semaksimal mungkin memberikan pelayanan yang berkualitas kepada penumpang, baik penumpang prioritas maupun tidak. Bus Trans Metro Dewata ini juga mendukung fasilitas khusus bagi para penumpang yang berkebutuhan khusus, namun tempat halte yang tersedia kurang terawat. Selain itu penampilan petugas menjadi salah satu faktor penunjang pelayanan yang baik. Penampilan dari para petugas juga dapat dijadikan sebagai penilaian terhadap kesiapan dalam memberikan pelayanan kepada pengguna publik. Selain itu terdapat beberapa halte yang telah menggunakan seperti beban tangga untuk kaum difabel yang berbentuk miring, namun dikarenakan keterbatasan anggaran, tidak disemua tempat atau tidak disemua halte yang telah mendukung fasilitas khusus bagi kaum difabel tersebut. Kemampuan (kehandalan) petugas dalam memberikan layanan dengan penyampaian informasi yang akurat dapat mendorong kepercayaan petugas serta tanggung jawab dari petugas dalam memberikan informasi yang dibutuhkan oleh penumpang bus Trans Sarbagita Koridor IV (Ubung-Monkey Forest). Namun demikian, masih ada kemampuan para petugas dalam memberikan informasi belum berjalan dengan baik. Seperti papan informasi (running text) sering mati (off), sehingga petugas memberikan informasi setiap halte (koridor) kepada layanan belum efektif dirasakan, penyejuk ruangan sering mati dan tidak ada pewangi ruangan.

4. Kesimpulan Dan Saran

Berdasarkan penelitian melalui survei Berdasarkan PM No 98 Tahun 2013 dijelaskan bahwa waktu antara atau headway pada saat jam puncak paling lama adalah 15 (lima belas) menit, sementara pada saat non puncak paling lama adalah 30 (tiga puluh) menit. Hal ini berarti headway dari koridor 3 tidak melanggar aturan atau kinerja operasional dari bus pada koridor ini masih berada pada batas kewajaran. Statis yang telah dilakukan, terdapat perbedaan rentang headway antara yang didapatkan dari lapangan dengan yang sudah direncanakan (dari time table). Namun perbedaan rentang tersebut tidak terlalu jauh, sekitar 2-3 menit, meskipun demikian tetap menyebabkan perbedaan pada waktu kedatangan dan keberangkatan. Apabila ditinjau dari aspek legalitas, headway pada koridor 3 ini tidak melanggar aturan dan masih berada pada batas kewajaran. Sehingga dapat disimpulkan kualitas pelayanan angkutan umum dari segi headway masih bagus. Mengacu pada kuesioner yang telah digunakan dalam penelitian, masih ada tanggapan informan yang menunjukkan sikap kurang baik atau ketidakpuasan terhadap kehandalan dari pegawai Bus Trans Sarbagita yang disebabkan sarana dan prasarana tidak optimal, hal ini dilihat dari:

- a. Aspek ketampakan fisik berupa halte bus yang tidak terawat, banyak sampah, papan informasi sering mati (offline), tidak ada khusus difabel dan aksi vandalism.
- b. Aspek kemampuan petugas pemberi layanan informasi belum berjalan efektif dikarenakan adanya pengurangan jumlah armada bus.
- c. Aspek daya tanggap petugas untuk menyelesaikan keluhan sangat lama, sikap responsif masih rendah, kesigapan belum maksimal.
- d. Aspek jaminan ditunjukkan oleh jam operasional bus Trans Sarbagita tidak sesuai dengan jadwal, sering mengalami keterlambatan di koridor I, armada bus terbatas, dan petugas tidak dapat memberikan jaminan tepat waktu dalam pelayanan

DAFTAR PUSTAKA

- Ansori. 2015. "Analisis Aksesibilitas Penumpang Angkutan Umum Menuju Pusat Kota Denpasar Di Provinsi Bali" *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents* 3(April): 49–58.
- Dindha Amelia. 2020. "Kualitas Pelayanan Angkutan Umum Trans Sarbagita Koridor I (Kota-Gwk) Tahun 2018." 21(1): 1–9. <http://mpoc.org.my/malaysian-palm-oil-industry/>.
- Meilvinasvita, Dwi, Safaruddin, and Yuliana. 2020. "Vocational Education and Technolgy Journal." *Vocational Education and Technology Journal* 1(2): 21–27. <http://ojs.aknacehbarat.ac.id/index.php/vocatech/index>.
- Suthanaya, A. Putu. 2009. "Analisis Aksesibilitas Penumpang Angkutan Umum Menuju Pusat Kota Denpasar Di Provinsi Bali." *Ganec Swara Media Informasi Ilmiah Universitas Mahasaraswati Mataram* 3(3): 88.
- Teori, Landasan. 2002. "Perbandingan Antara Kapasitas Tersedia Untuk Satu Perjalanan Yang Biasa Dinyatakan." : 21–30.
- Departemen Perhubungan RI. Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. 2002. Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum di Wilayah Perkotaan dalam Trayek Tetap dan Teratur.

PENGELOLAAN SUMBER DAYA AIR PULAU KISAR NON CEKUNGAN AIR TANAH (NON-CAT)

Hayu Rahayu*¹, Beni Setiyanto², Andri Kurniawan³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Batik, Surakarta, Indonesia

email: hayurahayu75@gmail.com^{*1}, benisetiyanto09@gmail.com², andrimartinez1991@gmail.com³

Abstrak

Indonesia adalah negeri kepulauan terbanyak di dunia yang terdiri dari 17.504 pulau. Dari jumlah tersebut, 2.342 pulau di antaranya berpenghuni. Sementara, data Kementerian Kelautan dan Perikanan (2013) menyebut sebanyak 6.000 pulau berpenghuni. Berdasarkan Keputusan Presiden No 26 Tahun 2011, hampir semua pulau kecil di Indonesia merupakan non-cekungan air tanah (non-CAT). Ini berarti, pulau-pulau kecil di Indonesia tidak mempunyai aliran air dasar tanah. Dengan karakteristik demikian, pemerintah Indonesia justru belum memiliki konsep pengelolaan SDA pada pulau-pulau kecil non-CAT. Adapun penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsep pengelolaan air di Pulau Kisar, termasuk langkah-langkah yang harus dilakukan untuk memenuhi kebutuhan air secara berkelanjutan sesuai dengan tata ruang pulau. Metode perumusan strategi pengelolaan sumber daya air Pulau Kisar dilakukan dengan analisis informasi primer serta informasi sekunder yang diperoleh dari survei di daerah penelitian. Hasil dari penelitian ini adalah Ketersediaan air di pulau Kisar lebih dominan berdasarkan daerah tangkapan air untuk air permukaan yang luasnya lebih kecil dari luas pulau, Perlu dibedakan perhitungan ketersediaan air di wilayah CAT serta Non-CAT, Penataan ruang dan pengelolaan sumber daya air perlu dilakukan, Perlu konsep pengelolaan SDA pulau Kisar Non-CAT yang spesifik yang berbeda dengan pengelolaan sumber daya air di ruang darat.

Kata kunci: non CAT, Pulau Kisar, SDA

Abstract

Indonesia is the largest archipelagic country in the world, consisting of 17,504 islands. Of these, 2,342 islands are inhabited. Meanwhile, data from the Ministry of Maritime Affairs and Fisheries (2013) mentions that as many as 6,000 islands are inhabited. Based on Presidential Decree No. 26 of 2011, almost all small islands in Indonesia are non-groundwater basins (non-CAT). This means that small islands in Indonesia do not have groundwater flow. With these characteristics, the Indonesian government does not yet have the concept of managing water natural resources on non-CAT small islands. This study aims to determine the concept of water management on Kisar Island, including the steps that must be taken to meet water needs in a sustainable manner in accordance with the island's spatial layout. The method for formulating the management strategy for Kisar Island's water resources was carried out by analyzing primary and secondary information obtained from surveys in the study area. The results of this study show that water availability on Kisar Island is more dominant based on the water catchment area for surface water, which is smaller than the area of the island. It is necessary to differentiate the calculation of water availability in CAT and non-CAT areas. Spatial planning and management of water resources need to be carried out. A specific Kisar non-CAT island natural resources management concept is needed, which is different from the management of water resources in the land space.

Keyword: non CAT, Kisar Island, water natural resources

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia yang terdiri dari 17.504 pulau. Dari jumlah tersebut, 2.342 pulau di antaranya berpenghuni. Sementara, data Kementerian Kelautan dan Perikanan (2013) menyebut sebanyak 6.000 pulau berpenghuni (Kementerian Kelautan Perikanan, 2013). Adapun definisi pulau kecil tersebut sesuai dengan Undang-Undang No 7 Tahun 2004 (UU RI No. 7 Tahun 2004, 2004) dan UU No 27 Tahun 2007 (UU No. 27 Tahun 2007, 2007). Departemen Kelautan dan Perikanan (2001) menambahkan definisi pulau kecil dengan jumlah penduduk kurang atau sama dengan 20.000 orang dengan pemanfaatannya berbasis konservasi (Departemen Kelautan dan Perikanan, 2001). Pulau kecil juga memiliki banyak daerah aliran sungai (DAS) dengan daya tampung terbatas. Akibat daerah tangkapan air terbatas, aliran permukaan dan sedimen akan langsung mengalir ke laut (Keputusan Presiden RI No.26, 2011).

Berdasarkan Keputusan Presiden No 26 Tahun 2011, hampir semua pulau kecil di Indonesia merupakan non-cekungan air tanah (non-CAT). Ini berarti, pulau-pulau kecil di Indonesia tidak memiliki aliran air bawah tanah. (Keputusan Presiden RI No.26, 2011). Pada kajian ini, tim peneliti melakukan riset pengelolaan SDA di salah satu pulau kecil non-CAT, yaitu Pulau Kisar, Kecamatan PP Terselatan, Kabupaten Maluku Barat Daya, Maluku. Pulau ini merupakan ibu kota Kabupaten Maluku Barat Daya dengan luas 81 km².

Adapun penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsep pengelolaan air di Pulau Kisar, termasuk langkah-langkah yang harus dilakukan untuk memenuhi kebutuhan air secara berkelanjutan sesuai dengan tata ruang pulau. Dengan penelitian ini, diharapkan pemerintah dapat menentukan atau membuat kebijakan tepat terkait pemenuhan SDA di pulau-pulau kecil non-CAT.

2. METODE

Metode perumusan strategi pengelolaan sumber daya air Pulau Kisar dilakukan dengan analisis informasi primer serta informasi sekunder yang diperoleh dari survei di daerah penelitian dilakukan dengan berbagai metode sebagai berikut:

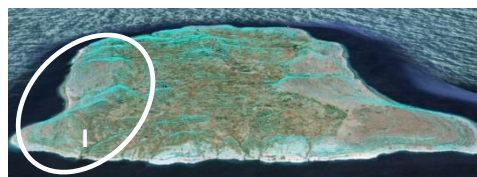
1. Evaluasi Kondisi Eksisting SDA pada Pulau Kisar. Evaluasi dilakukan dengan pendekatan keseimbangan air (neraca air) pulau dengan Metode Mock yang dimodifikasi.
2. Mengkaji Ketersediaan dan Kebutuhan Saat Ini dan Prediksi ke Depan (5 tahun, 10 tahun, 20 tahun).
3. Membuat Kajian Spasial (tata ruang) yang Terkait dengan Pengelolaan SDA di Pulau Kisar. Analisis spasial (tata ruang) dilakukan dengan melihat RTRW pulau, kemudian dilakukan overlay pada peta fungsi kawasan menurut ketersediaan air dengan analisis kebutuhan air dan dilakukan perhitungan dan pertimbangan nilai untuk mengetahui luas kawasan tampungan air yang diperlukan.
4. Mengembangkan Strategi Pengelolaan SDA Pada Pulau Kisar (Sebagai Studi Kasus) dengan pembahasan atas hasil kajian dan analisis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kajian Kondisi Eksisting

3.1.1 Luas DAS dan Luas Pulau

Karena kondisi geografi dan topografi, maka luas pulau tidak terbagi habis dalam DAS. Hal ini juga disebabkan oleh bagian pinggir yang langsung berhadapan dengan badan air (laut). Geografi dan topografi dan kontur 5 m Pulau Kisar ini ditunjukkan dalam Gambar 1. Bentuk 3 dimensi pulau dan fenomena hujan ditunjukkan dalam Gambar 2.

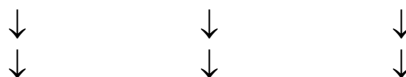


a. Pulau Kisar

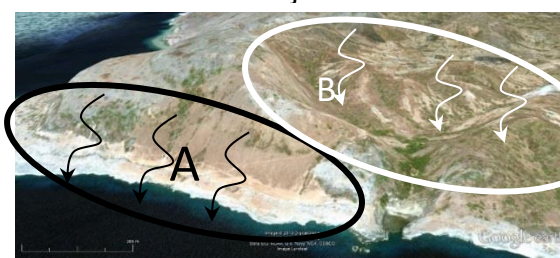


b. Detail I Gambar a

Gambar 1. Topografi dan kontur 5 m Pulau Kisar



Hujan



Gambar 2. Bentuk 3 dimensi Pulau Kisar dan fenomena hujan

Di Daerah A dalam Gambar 2., hampir semua air hujan yang jatuh di muka bumi akan langsung terbang ke laut, namun di Lokasi B dapat tertahan. Berdasarkan Kep Pres No. 12 Tahun 2012, seluruh pulau dibagi habis menjadi 5 DAS yaitu:

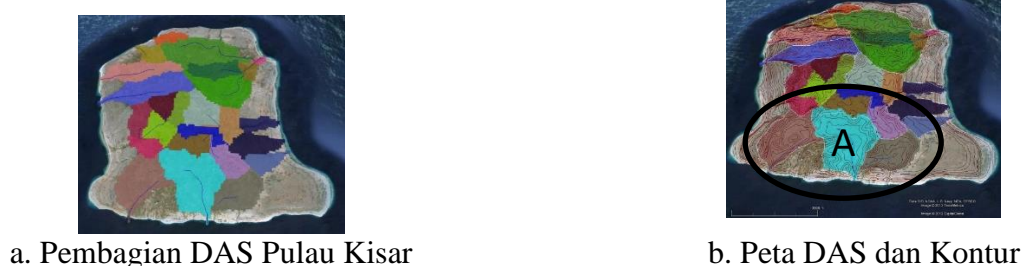
1. 040 DAS Lebelau
2. 041 DAS Purpura
3. 042 DAS Papula
4. 043 DAS Oirata Barat
5. 044 DAS Yawuru

Pembagian DAS di Pulau Kisar ini ditunjukkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Pulau Kisar dibagi habis menjadi 5 DAS berdasar KepPres No. 12 Tahun 2012

Berdasarkan peta Digital Elevation Model (DEM) dan kajian spasial hidrologi DAS, maka pembagian DAS Pulau Kisar, dibagi habis menjadi beberapa DAS seperti Gambar 4. dibawah ini:

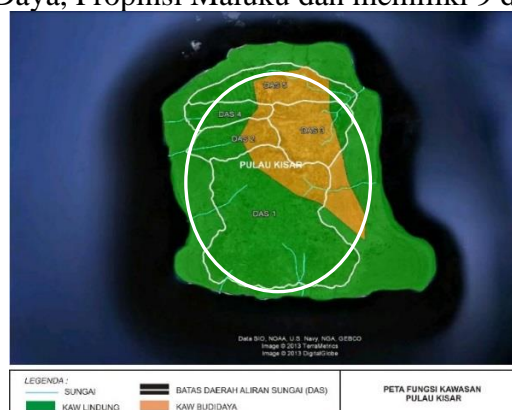


Gambar 4. Peta Pembagian DAS di Pulau Kisar berdasarkan kajian DEM

Dari Gambar 1. sampai Gambar 4. maka dapat disimpulkan bahwa luas pulau tidak dapat dibagi habis menjadi DAS-DAS. Oleh karena itu peraturan tentang pembagian DAS (KepPres No. 12 Tahun 2012) harus dikaji dan direvisi.

3.1.2 Kajian Kondisi Eksisting

Pulau Kisar merupakan salah satu pulau di Kecamatan Pulau-Pulau Terselatan, Kabupaten Maluku Barat Daya, Propinsi Maluku dan memiliki 9 desa induk.



Gambar 5. RTRW Pulau Kisar (Bappeda Kab Maluku Barat Daya, 2011)

Pulau Kisar memiliki luas pulau sebesar 81 km², menurut RTRW Pulau Kisar, Pulau Kisar dibagi menjadi daerah lindung sebesar 78 % dan daerah budi daya sebesar 22 %. Berikut

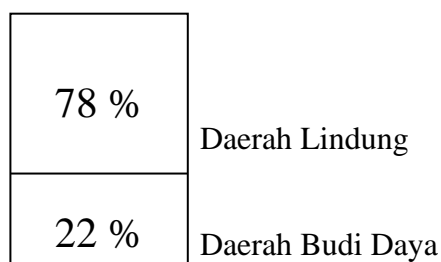
luas pola ruang yang dibagi menjadi daerah lindung dan daerah budi daya menurut RTRW yang ada.

Tabel 1. Rencana pola ruang menurut RTRW Pulau Kisar
(Bappeda Kab Maluku Barat Daya, 2011)

Rencana pola ruang	Luas (KM ²)
Budi daya Hutan	17,52
Padang Pengembalaan Hutan	63,47
Total	81,00

Tabel 2. Prosentase pola ruang menurut RTRW Pulau Kisar
(Bappeda Kab Maluku Barat Daya, 2011)

Fungsi kawasan	Luas (KM ²)	Persentase (%)
Daerah Lindung	63,47	78,37
Daerah Budi daya	17,52	21,63
Total	81,00	100,00

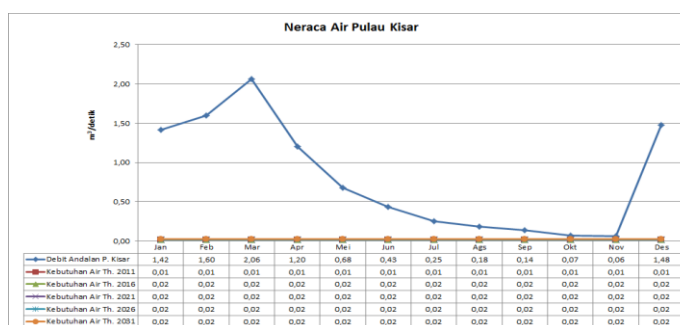


3.1.3 Neraca Air Pulau Kisar

Potensi air di Pulau Kisar cenderung konstan sepanjang keadaan alamnya masih konstan serta dilindungi. Sebaliknya kebutuhan airnya hadapi kenaikan bersamaan dengan perkembangan penduduk, perkotaan, industri, pertanian dan peternakan lihat Tabel 3.

Tabel 3. Neraca air Pulau Kisar

Uraian	Satuan	Eulan											
		Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
Kawasan Non Cekungan Air Tanah													
Total Water Available	mm	83	84	121	68	40	25	15	11	8	4	4	87
	m/dt	3,10E-08	3,49E-08	4,51E-08	2,63E-08	1,48E-08	9,50E-09	5,51E-09	4,03E-09	3,03E-09	1,52E-09	1,36E-09	3,23E-08
CA / Luas	m ²	45770000	45770000	45770000	45770000	45770000	45770000	45770000	45770000	45770000	45770000	45770000	45770000
Debit Andalan	m ³ /dt	1,42	1,60	2,06	1,20	0,68	0,43	0,25	0,18	0,14	0,07	0,06	1,48
Kebutuhan Air Th. 2011	m ³ /dt	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Kebutuhan Air Th. 2016	m ³ /dt	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Kebutuhan Air Th. 2021	m ³ /dt	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Kebutuhan Air Th. 2026	m ³ /dt	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Kebutuhan Air Th. 2031	m ³ /dt	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02



Gambar 6. Neraca air Pulau Kisar

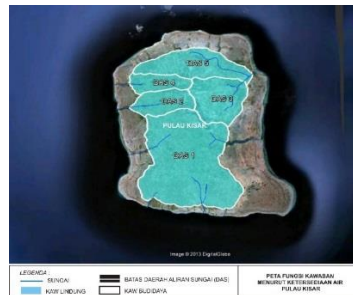
3.1.4 Kajian Spasial (Tata Ruang)

Ada daerah yang mana air tidak dapat dimanfaatkan, bahkan terbang. Dari luas Pulau Kisar 81 km² hanya 45,77 km² yang dapat dimanfaatkan sebagai luas daerah yang dapat menjadi tempat ketersediaan air.



Gambar 7. DAS non-CAT Pulau Kisar
 (Sumber: Hasil Analisis)

Tidak seluruh luas Pulau Kisar dapat digunakan sebagai ketersediaan air, hal ini disebabkan karena topografi Pulau Kisar. Adanya sederetan bukit-bukit yang mengelilingi Pulau Kisar menyebabkan air terbang ke laut, sehingga tidak dapat dimanfaatkan sebagai ketersediaan air.



Gambar 8. Fungsi kawasan menurut ketersediaan air Pulau Kisar
 (Sumber: Hasil Analisis)

Berdasarkan Peta fungsi kawasan menurut ketersediaan air Pulau Kisar didapat prosentase kawasan lindung sebesar 57 % dan kawasan budi daya sebesar 43 %.

57 %	Kawasan Lindung
43 %	Kawasan Budi daya



Gambar 9. 3 dimensi DAS daerah non-CAT Pulau Kisar
 (Sumber: Hasil Analisis)

Tinggi ketersediaan rata-rata per tahun = 450 mm = 0,45m
 Luas DAS Pulau Kisar = 45,77 km² = 45.770.000 m²

Volume Ketersediaan Air Pulau Kisar	= 0,45 x 45.770.000 = 18.308.000 m ³
Kebutuhan Air Pulau Kisar (Tahun 2031)	= 0,022 m ³ /detik
Volume Kebutuhan Air di Pulau Kisar	= 0,022 x 365 x 24 x 3600 = 693.792 m ³
Luasan Kebutuhan Air Pulau Kisar	= 693.792 m ³ / 0,45 m = 1.541.760 m ²

Dari hasil perhitungan ketersediaan air Pulau Kisar, diperoleh tinggi ketersediaan air rata-rata per tahun sebesar 450 mm atau 0,45 meter. Luas DAS Non CAT Pulau Kisar sebesar 45.770.000 m², sehingga didapat volume ketersediaan air di Pulau Kisar sebesar 18.308.000 m³. Sedangkan kebutuhan air di Pulau Kisar pada Tahun 2031 sebesar 0,022 m³/detik, sehingga volume kebutuhan air sebesar 693.792 m³ dengan luasan kebutuhan air Pulau Kisar sebesar 1.541.760 m². Dari hasil tersebut dapat diperoleh luas Daerah Lindung sebesar 3 % dan Daerah Budi Daya sebesar 97 %.

3 %	Daerah Lindung
97 %	Daerah Budi daya

3.2 Analisis Pengelolaan Sumber Daya Air Pada Pulau Kisar

3.2.1 Geologi Daerah Non CAT

Pulau Kisar : bagian tengah berupa tanah produk formasi batuan metamorf. Bagian pinggir mengelilingi bagian tengah tanahnya berupa tanah produk batuan gamping koral dengan umur muda. Batuan metamorf di bagian tengah Pulau Kisar merupakan batuan yang kedap air dan bersifat metamorf kontak karena terbentuk akibat aktivitas vulkanik pada periode awal tersier (Taylor, 2005; Katili, 1974).

3.2.2 Transformasi Pengelolaan Sumber Daya Air Ke Tata Ruang

Transformasi sumber daya air dilakukan dengan overlay dari RTRW Pulau Kisar dengan ketersediaan air Pulau Kisar menurut topografi dan Neraca air. Hasilnya adalah sebagai berikut:

RTRW P.Kisar	Ketersediaan air P.Kisar
KL: 78 %	KL: 3 %
KB: 22 %	KB: 97 %

Dari hasil *overlay* tersebut atas didapatkan gambaran sebagai berikut. Luas kawasan Lindung dari RTRW sudah memenuhi Kawasan Lindung dari ketersediaan air Pulau Kisar, jadi tidak memerlukan wadah tampungan air. Hal ini disebabkan jumlah penduduk yang menempati Pulau Kisar tidak terlalu banyak.

3.2.3 Hasil Spasial

Tidak semua luas DAS Non-CAT pada Pulau Kisar dapat digunakan untuk volume ketersediaan air. Ada titik-titik di DAS Non-CAT yang dapat dikembangkan sebagai wadah air sesuai dengan topografi. Titik-titik tersebut dapat digunakan sebagai tampungan air seperti waduk, embung dan sebagainya.



Gambar 10. Alternatif Yang Dapat Dimanfaatkan Sebagai Wadah Air

Berdasarkan topografi Pulau Kisar terdapat 6 alternatif yang dapat dijadikan wadah air. Dengan acuan menggunakan topografi, kawasan lindung di Pulau Kisar yang didapat prosentase sebesar 3 % dan kawasan budi dayanya 97 %. Tapi dilihat dari RTRW, rencana pola ruang di DAS Non-CAT Pulau Kisar adalah kawasan lindung mempunyai luas 63,47 km² atau 78 % dan kawasan budi daya seluas 17,52 km² atau 22 %.

4. KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan dapat diuraikan berikut ini:

1. Ketersediaan air di pulau Kisar lebih dominan berdasarkan daerah tangkapan air untuk air permukaan yang luasnya lebih kecil dari luas pulau. Perbedaan besarnya berkisar antara 19% sampai 43 %. Sedangkan karena kondisi geologi Non-CAT dimana batuan (*rock*) bersifat kedap air, maka kontribusi air tanah hanya pada *soil water* saja namun tak ada *groundwater* karena tidak ada akuifer yang berperan sebagai wadah air. Penetapan kawasan hutan (atau ruang terbuka hijau) sebesar 30 % tidak bisa langsung diberlakukan di pulau-pulau kecil Non-CAT.
2. Harus dibedakan perhitungan ketersediaan air di wilayah CAT serta Non- CAT. Luas DAS yang sama ketersediaan air wilayah CAT lebih besar dibanding ketersediaan air di wilayah Non- CAT dengan alterasi perbandingan dari 3 sampai 22 liter/detik atau antara 15% sampai 41% untuk DAS seluas 16 km². Dari kajian dan analisis Metode Mock ada dua modifikasi diusulkan yaitu: Modifikasi Mock 1 untuk daerah Non-CAT termasuk didalamnya adalah pulau-pulau kecil Non-CAT serta Modifikasi Mock 2 untuk Daerah CAT.
3. Penataan ruang juga harus melihat kondisi pulau Kisar. Penyerasian penataan ruang dan pengelolaan sumber daya air perlu dilakukan. Salah satunya dengan transformasi pengelolaan sumber daya air ke tata ruang dari neraca air (ketersediaan dan kebutuhan) yang berdimensi m³/det menjadi berdimensi luas menjadi kawasan lindung dan kawasan budidaya.
4. Perlu konsep pengelolaan SDA pulau Kisar Non-CAT yang spesifik yang berbeda dengan pengelolaan sumber daya air di ruang darat. Hal-hal substansi untuk pengelolaan tersebut meliputi penentuan kriteria berdasar kondisi lahan terbatas, luas DAS yang berbeda dengan luas pulau, tidak terdapat *groundwater* serta penyerasian dengan penataan ruang.

Beberapa rekomendasi dapat diuraikan berikut ini:

1. Kajian konsep pengelolaan sumber daya air perlu diekspansi ke aspek-aspek yang lain diantaranya dengan wilayah pesisir di pulau kecil, kehutanan, dan pertambangan.
2. Perlu legal aspek tentang daerah Non-CAT karena mempunyai karakteristik khusus dibandingkan dengan daerah CAT.

3. Untuk Modifikasi Mock perlu didetailkan dalam penelitian yang khusus membahas dan menganalisis proses aliran tanah baik sebagai *soil water* maupun sebagai *groundwater*.
4. Kajian pengelolaan perlu ditambahkan dengan faktor bencana yang terkait dengan air dimana dalam peraturan perundangan disebut sebagai aspek pengendalian daya rusak air.

DAFTAR PUSTAKA

- Arenas, A. Diaz, dan Huartas, J. F. (1986). Hydrology and Water Balance of Small Island: a Review of Existing Knowledge. *Technical Document in Hydrology, Unesco, Paris*, 25pp.
- Departemen Kelautan dan Perikanan. (2001). *Pedoman Umum Pengelolaan Pulau-pulau Kecil yang Berkelanjutan dan Berbasis Masyarakat*.
- Kementerian Kelautan Perikanan. (2013). *Laporan Kinerja Kementerian Kelautan Dan Perikanan Tahun 2013*.
- Keputusan Presiden RI No.26. (2011). *Tentang Cekungan Air Tanah*.
- Kodoatie, Robert J., dan S. R. (2009). Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu. In *Penerbit Andi, Yogyakarta*.
- Mock, F. J. (1973). Land capability appraisal, Indonesia. *Water availability appraisal-Basic study 1*.
- PP No. 43 Tahun 2008. (2008). *Tentang Air Tanah*.
- ROBERT, M. D. (2007). Sumber Daya Air di Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil di Indonesia. *Lippi Press*.
- UU No. 27 Tahun 2007. (2007). *Tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau Kecil*.
- UU No. 32 Tahun 2009. (2009). *Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*.
- UU RI No. 7 Tahun 2004. (2004). *Tentang Sumber Daya Air*.

EFEKTIVITAS PERKUATAN BRONJONG PADA LERENG JALAN LINGKAR AKIBAT PASANG SURUT AIR WADUK

Ahmad Hidayawan^{*1}, Andri Kurniawan², Hayu Rahayu³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Batik Surakarta

email: hidayawan11@gmail.com^{*1}, andrimartinez1991@gmail.com², hayurahayu75@gmail.com³

Abstrak

Area genangan waduk pidekso sebagian besar menggenangi lahan warga. Terdapat beberapa lokasi warga yang terisolir akibat pembangunan bendungan pidekso. Dengan adanya genangan tersebut maka di buatlah jalan lingkar waduk, yang berfungsi selain jalan inspeksi bendungan juga sebagai akses warga di sekitar area genangan waduk. Pada studi kasus ini terdapat beberapa titik jalan yang memiliki lereng timbunan yang curam. Material timbunan direncanakan menggunakan material hasil galian. Setelah dilakukan analisis perhitungan di dapatkan hasil faktor keamanan terkecil sebesar $0,874 < 1,2$ pada kondisi muka air banjir, maka dinyatakan tidak aman sedangkan untuk faktor kewanamanan terbesar di dapat $0,928 < 1,2$ pada kondisi muka air rendah dan dinyatakan tidak aman atau kurang memenuhi persyaratan SNI. Sehingga dilakukan dengan perkuatan bronjong pada lereng tersebut, setelah dilakukan analisis ulang di dapat FS terkecil pada kondisi muka air rendah sebesar $1,256 > 1,2$ dinyatakan lereng tersebut aman. Sedangkan untuk nilai FS terbesar di dapat $1,773 > 1,2$ dinyatakan aman. Dari hasil perhitungan fluktuasi muka air waduk berpengaruh pada kestabilan lereng timbunan jalan. Bila tidak diberikan perkuatan maka dikhawatirkan timbunan larut saat fluktuasi muka air waduk terjadi.

Kata kunci: faktor keamanan lereng, fluktuasi muka air waduk, muka air waduk, stabilitas lereng

Abstract

Most of the Pidekso reservoir inundation area inundated residents' land. There are several residents' locations that were isolated due to the construction of the Pidekso Dam. With this inundation, a reservoir ring road was made, which functions in addition to the dam inspection road and provides access for residents around the reservoir inundation area. In this case study, there are several road points that have steep embankment slopes. The embankment material is planned using excavated material. After the calculation analysis was carried out, the results of the smallest safety factor were $0.874 < 1.2$ in flood water conditions, and it was declared unsafe, while for the largest safety factor, it was $0.928 < 1.2$ in low water level conditions, and it was declared unsafe or inadequate SNI requirements. So that it could be done by strengthening the gabions on the slope, after re-analysis, it was found that the smallest FS was obtained at a low water level of $1.256 > 1.2$, and it was stated that the slope was safe. Meanwhile, the largest FS value is $1.773 > 1.2$, which is declared safe. From the calculation results, reservoir water level fluctuations affect the stability of the road embankment slopes. If reinforcement is not given, it is feared that the pile will dissolve when fluctuations in the reservoir water level occur.

Keyword: slope safety factor, reservoir water level fluctuation, reservoir water level, slope stability

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini pemerintah sedang gencar dalam melakukan pembangunan infrastruktur, baik pembangunan jalan, pembangunan waduk, irigasi, kawasan industri dan banyak yang lainnya. Pembangunan tersebut bermaksud untuk peningkatan kesejahteraan masyarakat. Sebagai contoh pembangunan waduk yang dilaksanakan oleh pemerintah tentu memerlukan lokasi yang luas untuk bangunan utama maupun area genangannya. Sehingga menyebabkan suatu kawasan atau

daerah terisolir dengan adanya area genangan tersebut. Sebagai solusinya pada luar area genangan di buat jalan lingkar yang berfungsi sebagai akses warga dan juga untuk memonitoring area genangan.

Pembangunan jalan lingkar pada area genangan waduk tentunya terletak pada posisi tertinggi dari genangan air dan menyesuaikan topografi daerah tersebut. Sehingga pada jalan lingkar tersebut terdapat lereng atau tebing yang curam, karena menyesuaikan topografinya. Karena lokasi pekerjaan jalan terdapat lereng yang curam, tentunya konstruksi jalan terdapat pekerjaan galian dan timbunan. Pada lokasi jalan yang memiliki geometri tebing curam perlu adanya perkuatan agar tidak terjadi longsoran, karena sebagian besar konstruksinya adalah timbunan. Faktor lain yang mempengaruhi harus diadakanya perkuatan tebing selain konstruksinya timbunan adalah pasang surut air waduk, karena dapat mempengaruhi stabilitas lerengnya. Dalam hal ini pasang surut air waduk dapat dibagi menjadi 3 fase yaitu, pada kondisi muka air banjir, muka air normal dan muka air rendah.

Sebagai solusinya pemasangan bronjong dapat dijadikan sebagai salah satu metode perkuatan lereng. Dalam pelaksanaannya, metode pemasangan bronjong harus memperhatikan beberapa aspek atau spesifikasi teknisnya. Seperti kekuatan kawat bronjong, tingkat kerkerasan batu pasang sebagai bahan isian bronjong, dan juga parameter tanah timbunannya. Dalam analisis perhitungannya akan menggunakan software geostudio, untuk mengetahui efektifitas pemasangan bronjong terhadap lereng timbunan di tinjau dari nilai faktor keamanannya.

2. METODE

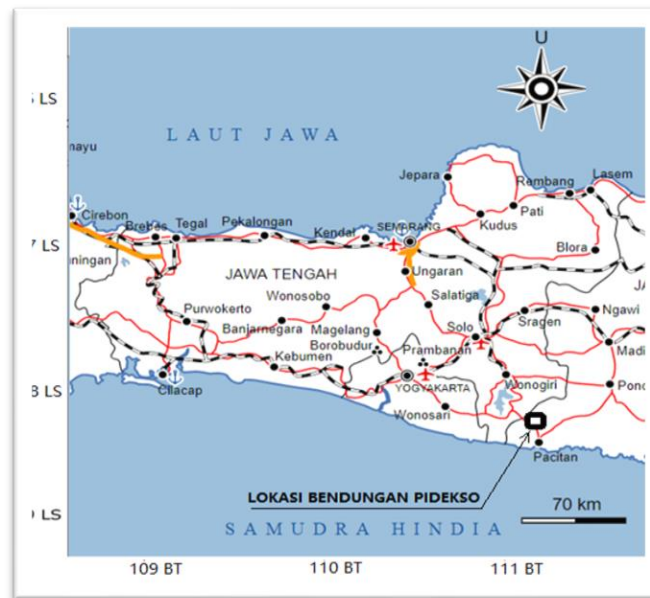
2.1 Rancangan Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan rancangan penelitian dengan pendekatan deskriptif kuantitatif. Dalam hal ini yang akan dikaji adalah pengaruh pemasangan bronjong terhadap timbunan lereng akibat pasang surut genangan air waduk. Yang akan diamati adalah hasil analisis perhitungan stabilitasnya dengan membandingkan nilai faktor keamanan sebelum menggunakan perkuatan bronjong dan sesudah menggunakan perkuatan bronjong, dengan menggunakan program geostudio. Sehingga dapat memberikan gambaran yang jelas seberapa besar efektifitas perkuatan tersebut terhadap pasang surut genangan air waduk yang di tinjau dari nilai faktor keamanannya.

2.2 Lokasi dan Objek Penelitian

2.2.1 Lokasi Penelitian

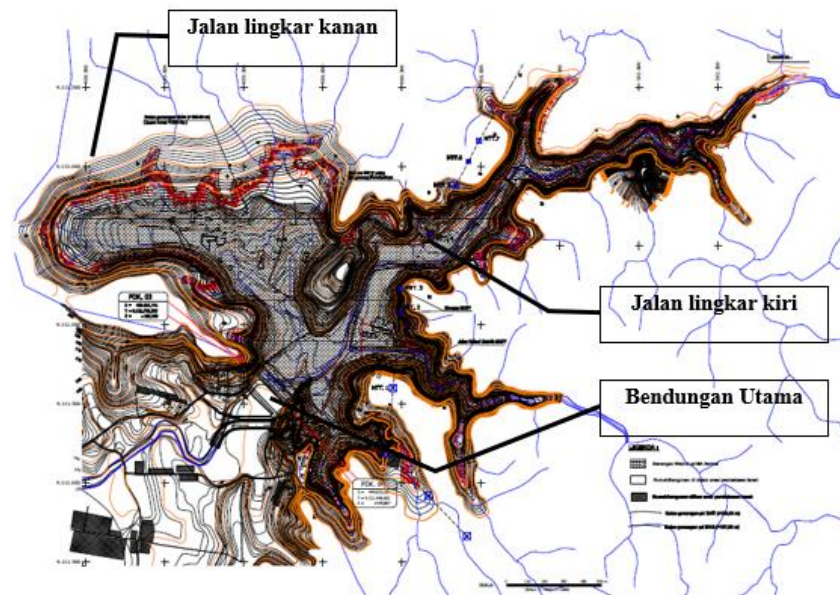
Lokasi penelitian ini pada pekerjaan Waduk Pidekso di wilayah Kabupaten Wonogiri, Propinsi Jawa Tengah; tepatnya di Desa Pidekso, Kecamatan Giriwoyo.. Waduk Pidekso terletak di sebelah tenggara Waduk Wonogiri dan terletak pada sungai Bengawan Solo Hulu, dan secara administratif masuk di wilayah Kecamatan Giriwoyo, Kabupaten Wonogiri. Pencapaian lokasi dapat dilakukan dengan menggunakan kendaraan roda empat dari Kota Wonogiri sejauh ± 51 km melewati jalan aspal di sebelah timur Kota Wonogiri.



Gambar 1. Lokasi Waduk Pidekso

2.1.2 Objek Penelitian

Jalan lingkar pada area genangan dibagi menjadi 2 segment yaitu lingkaran kanan dan lingkaran kiri, untuk jalan lingkar kanan sendiri memiliki total panjang 10 KM dan untuk lingkaran kiri 8 KM. Posisi tebing jalan yang memiliki ketinggian tebing yang curam berada pada Sta 0+720 untuk lingkaran kanan dan Sta 2+260 pada lingkaran kiri. Untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. Jalan lingkar bendungan



Gambar 3. Jalan lingkar kiri bendungan



Gambar 4. Jalan lingkar kanan bendungan

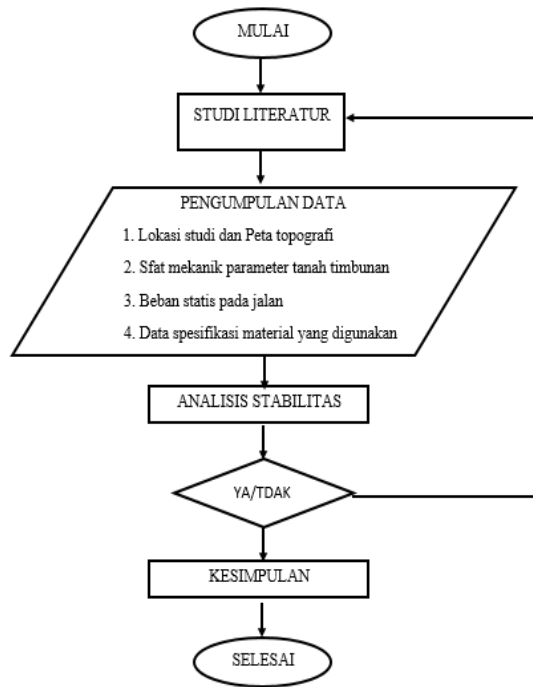
2.3 Metode Pengambilan Data

Pada penelitian ini metode dalam pengambilan data dengan cara studi dokumen yang di dapatkan dari subjek penelitian. Adapun data yang dibutuhkan untuk analisis perhitungan antara lain:

- Layout lokasi dan peta topografi
- Data hasil pengujian tanah tanah dasar berupa parameter-parameter tanah yang dibutuhkan seperti nilai kohesi (c), berat volume tanah γ , sudut geser dalam ϕ (Φ)
- Beban statis pada jalan
- Data spesifikasi bahan yang digunakan

2.4 Alur Penelitian

Tahapan pada penelitian ini digambarkan pada diagram alir seperti terlihat pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Proses Analisis Data

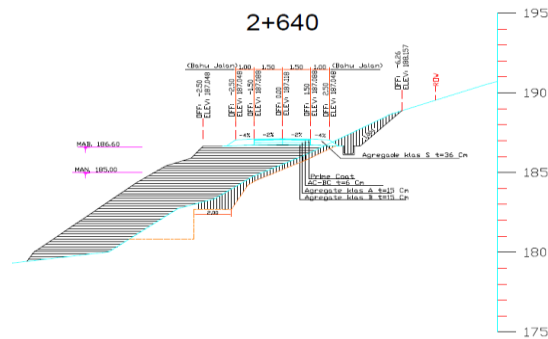
Dalam proses perhitungan stabilitasnya, langkah awal adalah survey lokasi penelitian, dimana pada lokasi tersebut mencari titik lereng yang curam. Pengamatan lereng tidak hanya terpaku pada geometri saja melainkan juga kondisi geologi. Pondasi jalan lingkaran tersebut apakah sudah berupa batuan keras atau masih perlu perbaikan. Dalam penelitian ini batasan masalahnya adalah pada analisis stabilitas lerengnya saja dan tidak membahas perbaikan pondasi. Lereng yang dipilih untuk dijadikan penelitian merupakan lereng yang berada di tanah lunak dan memerlukan pekerjaan galian hingga mencapai batuan keras sebagai pondasi timbunannya.

Pasang surut genangan air waduk terbagi menjadi 3 fase. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh naik turunnya debit aliran sungai serta curah hujan yang terjadi, hingga mengakibatkan pasang surut. Pada bangunan utama (*Main dam*) elevasi puncak berada di EL +189,00. Untuk elevasi kondisi pasang surut genangan air waduk sebagai berikut

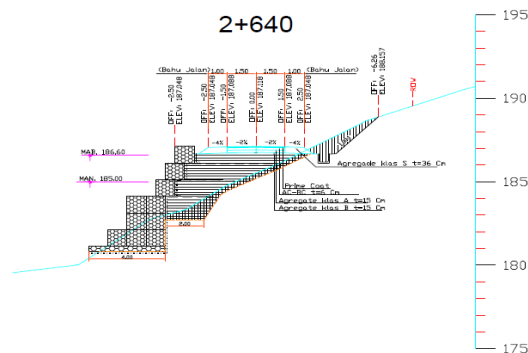
- Kondisi Muka Air Banjir berada di El +187,00
- Kondisi Muka Air Normal berada di El +185,00
- Kondisi Muka Air Rendah berada di El +174,500

3.2 Data geometri lereng jalan lingkaran

Berikut adalah geometri timbunan lereng jalan lingkaran kanan maupun kiri, pada gambar tersebut menunjukkan bahwa sebagian timbunan tergenang oleh air waduk. Pasang surut air waduk berpotensi akan membawa butiran timbunan dan mengakibatkan longsor pada lereng tersebut.



Gambar 6. Cross section jalan lingkaran Sta 2+640 dengan perkuatan bronjong



Gambar 7. Cross section jalan lingkaran Sta 2+640 dengan perkuatan bronjong

3.3 Data laboratorium uji sifat mekanis tanah timbunan

Uji laboratorium yang dilakukan untuk penyelidikan lereng tanah di perlihatkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Jenis pengujian laboratorium yang digunakan

No.	Jenis uji	Standar uji	Keterangan
1.	Sifat indeks tanah	SNI 1966:2008 SNI 1967:2008 SNI 1976:2008 SNI 3422: 2008 SNI 3423:2008	-
2.	Triaksial UU dan/atau triaksial CU dan/atau triaksial CD	SNI 4813:2015 SNI 2455:2015	-
3.	Kuat tekan bebas (UCS test)	SNI 3638:2012	-
4.	Geser langsung	SNI 2813:2008	-
5.	Konsolidasi	SNI 2812:2011	Uji konsolidasi belum tentu dibutuhkan, tergantung permasalahannya

3.3.1 Kuat geser

Kuat geser terdiri dari kohesi (c) dan sudut geser dalam phi (Φ). Untuk analisis stabilitas lereng jangka panjang digunakan harga kuat geser efektif maksimum (c, Φ). Kuat geser tergantung pada gaya yang bekerja antar butirnya, dengan demikian dapat dikatakan bahwa kuat geser terdiri atas :

1. Bagian yang bersifat kohesif, tergantung pada macam tanah/batuan dan ikatan butirnya
2. Bagian yang bersifat gesekan, yang sebanding dengan tegangan efektif yang bekerja pada bidang geser.

3.3.2 Tekanan air pori

Tekanan air pori diperlukan untuk perhitungan stabilitas lereng jangka panjang. Parameter ini dapat diperoleh dari flow net. Tinggi muka air tanah dan secara langsung dari hasil pengamatan instrumentasi. Dalam penelitian ini tekanan air pori berdasarkan kondisi pasang surut muka air waduk.

3.3.3 Berat isi

Berat isi diperlukan untuk memperhitungkan beban guna analisis stabilitas lereng. Berat isi dibedakan menjadi berat isi asli, berta isi jenuh, dan berat isi terendam air yang penggunaannya tergantung kondisi lapangan.

3.3.4 Parameter Analisis

Tabel 2. Parameter analisis digunakan

Nama Sampel	Berat Jenis (kN/m^3)	Kohesi (Kpa)	Sudut Geser ($^\circ$)
ML/MH Soil	24.1	30.4	35.4
SC/SM Soil (Slope)	18	40.8	24
Asphalt (Slope)	21.99	31.52	40.6
Sandy Tuff (Slope)	18.2	35.4	27
Timbunan (Slope)	15	20.5	28

Sumber : Laboratorium Tanah PT Indra Karya

3.4 Data pembebanan jalan

Beban lalu lintas ditambahkan pada seluruh lebar permukaan jalan dan besarnya ditentukan berdasarkan kelas jalan yang diberikan sesuai dengan tabel di bawah ini:

Tabel 3. Pembebanan lalulintas untuk analisis stabilitas

Kelas Jalan	Beban lalu lintas (kPa)	Beban di luar jalan ^(*) (kPa)
I	15	10
II	12	10
III	12	10

Keterangan: ^(*) Beban dari bangunan rumah-rumah sekitar lereng

Sumber: Beban lalu lintas untuk analisis stabilitas (DPU, 2001) dan beban diluar jalan

3.5 Analisis perhitungan

Analisis stabilitas lereng tanah pada umumnya dilakukan berdasarkan pendekatan kesetimbangan batas (*limit equilibrium*), teori batas plastis, dan metode numerikal seperti metode elemen hingga. Pada pendekatan kesetimbangan batas, biasanya hanya dimodelkan pelapisan tanah yang sederhana dan tidak dapat menampilkan tahapan konstruksi, sedangkan pada metode numerik seperti elemen hingga yang dibantu dengan menggunakan program, pemodelan dapat dilakukan secara kompleks serta dapat menampilkan tahapan konstruksi.

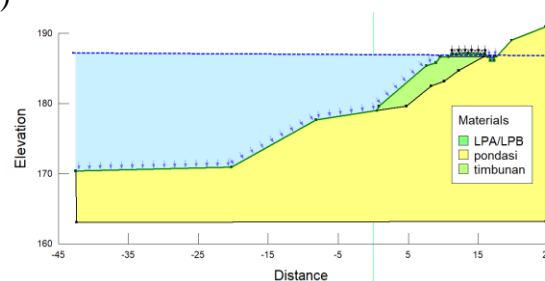
Tabel 4. SNI Faktor keamanan stabilitas lereng

Biaya dan konsekuensi dari kegagalan lereng	Tingkat ketidakpastian kondisi analisis	
	Rendah ^a	Tinggi ^b
Biaya perbaikan sebanding dengan biaya tambahan untuk merancang lereng yang lebih konservatif	1,25	1,5
Biaya perbaikan lebih besar dari biaya tambahan untuk merancang lereng yang lebih konservatif	1,5	2,0 atau lebih

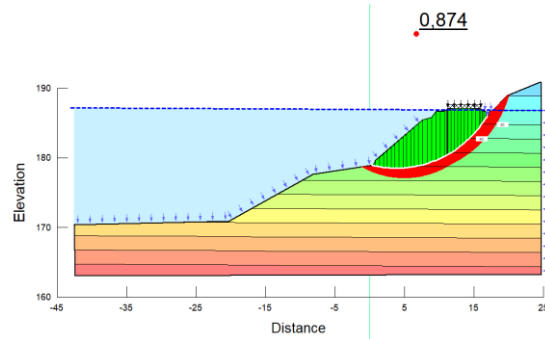
^aTingkat ketidakpastian kondisi analisis dikategorikan rendah, jika kondisi geologi dapat dipahami, kondisi tanah seragam, penyelidikan tanah konsisten, lengkap dan logis terhadap kondisi di lapangan.
^bTingkat ketidakpastian kondisi analisis dikategorikan tinggi, jika kondisi geologi sangat kompleks, kondisi tanah bervariasi, dan penyelidikan tanah tidak konsisten dan tidak dapat diandalkan.

3.5.1 Analisis perhitungan tanpa menggunakan perkuatan

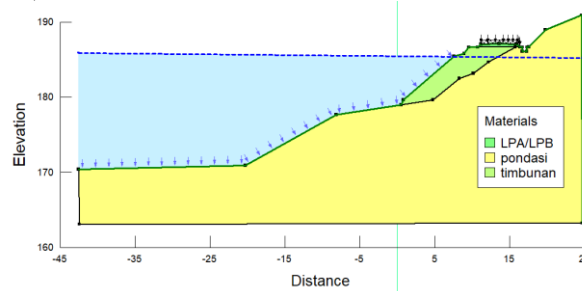
a. MAB (Muka air banjir)



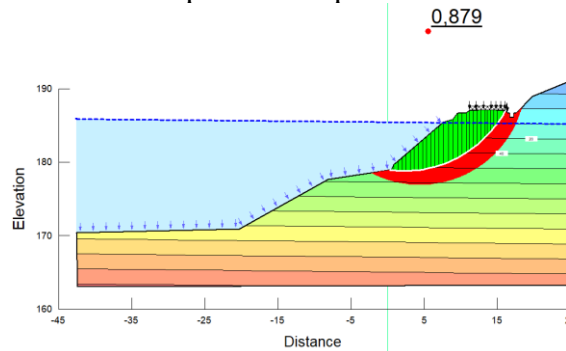
Gambar 8. Geometri pemodelan pada kondisi muka air banjir



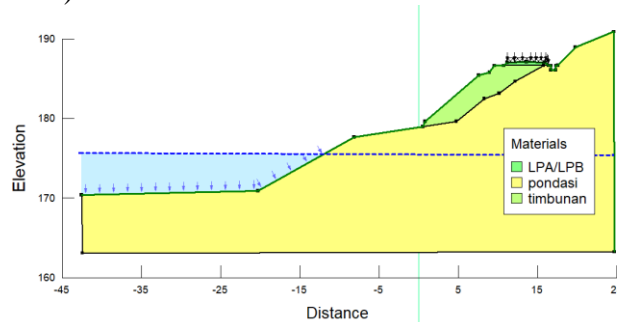
Gambar 9. Hasil analisis stabilitas lereng pada kondisi muka air banjir
b. MAN (Muka air normal)



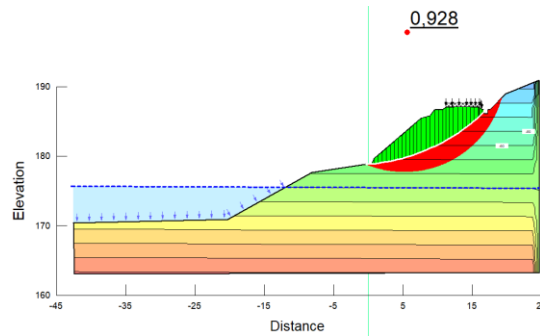
Gambar 10. Geometri pemodelan pada kondisi muka air normal



Gambar 11. Hasil analisis stabilitas lereng pada kondisi muka air normal
c. MAR (Muka air rendah)



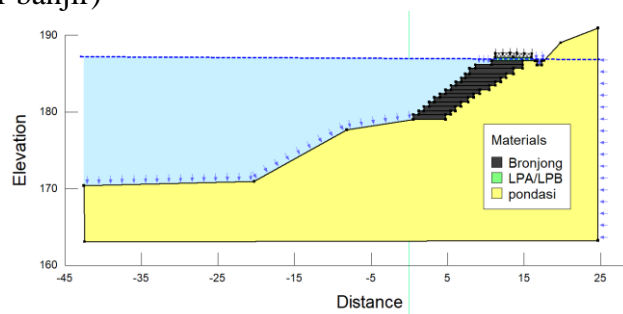
Gambar 12. Geometri pemodelan pada kondisi muka air rendah



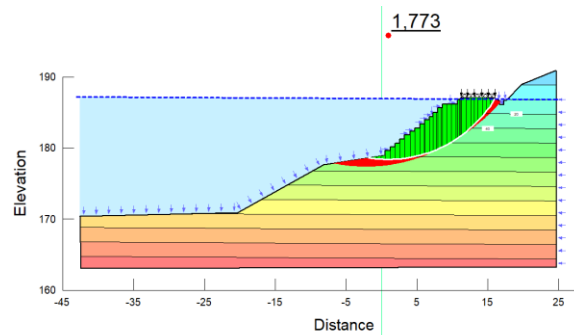
Gambar 13. Hasil analisis stabilitas lereng pada kondisi muka air rendah

3.5.2 Analisis perhitungan dengan menggunakan perkuatan

d. MAB (Muka air banjir)

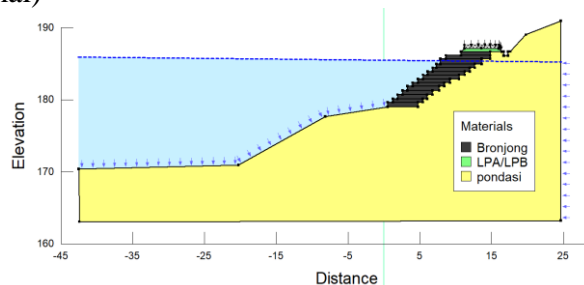


Gambar 14. Geometri pemodelan pada kondisi muka air banjir dengan bronjong

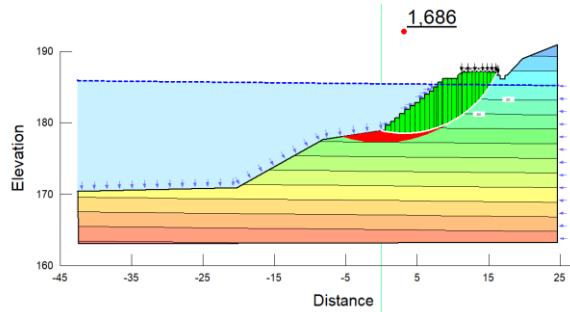


Gambar 15. Hasil analisis stabilitas lereng pada kondisi muka air banjir dengan bronjong

e. MAN (Muka air normal)

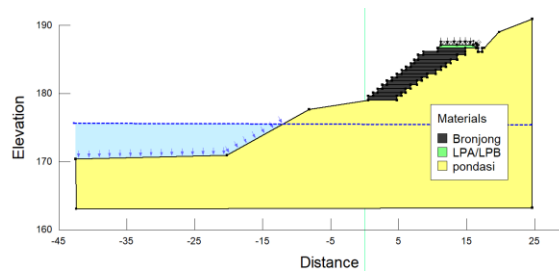


Gambar 16. Geometri pemodelan pada kondisi muka air normal dengan bronjong

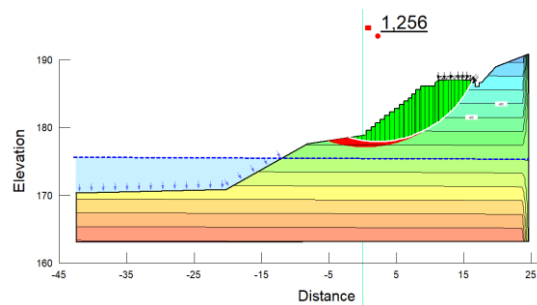


Gambar 17. Hasil analisis stabilitas lereng pada kondisi muka air normal dengan bronjong

f. MAR (Muka air rendah)

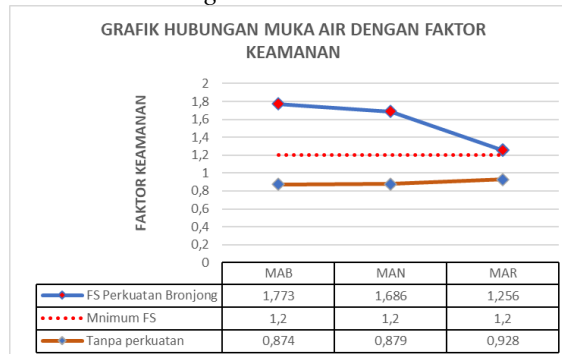


Gambar 18. Geometri pemodelan pada kondisi muka air rendah dengan bronjong



Gambar 19. Hasil analisis stabilitas lereng pada kondisi muka air rendah dengan bronjong

3.5.3 Grafik hubungan Fluktuasi muka air waduk dengan Faktor keamanan stabilitas lereng



Gambar 20. Grafik hubungan fluktuasi muka air waduk dengan faktor kewanaman stabilitas lereng

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis perhitungan stabilitas lereng jalan lingkaran waduk padekso dengan menggunakan program geostudio dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Fluktuasi muka air waduk dapat di bagi menjadi 3 fase yaitu muka air banjir, muka air normal dan muka air rendah.
- b. Elevasi Muka air banjir 187,5, elevasi muka air normal 185,00 dan elevasi muka air rendah 175,00
- c. Naik turunnya muka air waduk mempengaruhi kestabilan lereng jalan lingkaran bendungan.
- d. Lereng jalan lingkaran menggunakan material timbunan dari hasil galian setempat, setelah dilakukan analisis di dapatkan FS tidak memenuhi syarat. Seperti terlihat pada grafik hubungan muka air waduk dengan faktor keamanan.
- e. Setelah direncanakan perkuatan dengan bronjong kemudian di analisis kembali di dapat nilai faktor keamanan memenuhi syarat. Seperti terlihat pada grafik hubungan muka air waduk dengan faktor keamanan.
- f. Material bronjong yang digunakan perlu di uji terkait soundness, abrasi agar dapat menahan gempuran ombak yang dihasilkan dari fluktuasi muka air waduk.
- g. Sebelum di pasang bronjong bila perlu lereng dari hasil galian di lapisi dengan geotekstil non woven dimaksudkan material halus tidak ikut hanyut terbawa ombak.

DAFTAR PUSTAKA

- Bishop, 1955. *Hardiyatmo, H.C.*, Mekanika Tanah II edisi ke-3, Gadjah Mada University Press, Januari 2003, Yogyakarta.
- Broms, 1969. *Hardiyatmo, H.C.*, Mekanika Tanah II edisi ke-3, Gadjah Mada University Press, Januari 2003, hal: 391-393, Yogyakarta.
- Dinas Pekerjaan Umum, 2002b, *Panduan Geoteknik 4 No Pt T-10-2002-B*.
- Dinas Pekerjaan Umum, 2005, *Spesifikasi Umum dan Saluran/ Bangunan Air, Spesifikasi Teknis, Bagian V- Pekerjaan Pasangan, Pusat Litbang Prasarana Transportasi dan Pengembangan*, Jakarta.
- Dinas Pekerjaan Umum, 2013, *Data Bronjong Sungai Gajah Putih*, Surakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2004, *Buku Petunjuk Teknis Perencanaan dan Penanganan Longsoran 1986*, Indonesia.
- Hardiyatmo, H.C., 2006, *Mekanika Tanah I edisi ke-4*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. Hardiyatmo, H.C., 2003, *Mekanika Tanah II edisi ke-3*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. [http:// www.Google maps Indonesia.com](http://www.GooglemapsIndonesia.com), Diakses tanggal 15 september 2013, Pukul 09.25 WIB. Standar Nasional Indonesia, 2003, SNI 03-0090-1999 Spesifikasi Bronjong Kawat, Indonesia. Terzaghi, K., 1950, *Theoretical Soil Mechanics*, John Wiley & Sons, New York.
- William T., Whitman, Robert V., 1962, *Soil Mechanics*, International Edition.

EVALUASI PENERAPAN SISTEM PROTEKSI DAN SARANA PENYELAMATAN PADA BANGUNAN PASAR JOHAR SEMARANG

Mohammad Debby Rizani^{*1}, Putri Anggi Permata^{S2}, Jaryati³, Berliana Esterida⁴

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Informatika, UPGRIS

E-mail: ^{*1}dbyrizani@gmail.com, ²putrianggi.permata2@gmail.com, ³jaryatirya@gmail.com,
⁴berlianaesterida1207@gmail.com

Abstrak

Pasar Johar merupakan salah satu bangunan publik yang menjadi pusat perdagangan jual beli di Kota Semarang dan merupakan pasar terbesar serta termmodern di Asia Tenggara sekitar tahun 1980-an. Salah satu aspek penting yang harus dimiliki oleh bangunan publik adalah keselamatan dari ancaman kebakaran. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penerapan sistem proteksi dan sarana penyelamatan di pasar Johar Semarang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode penelitian deskriptif kuantitatif dengan melakukan pengumpulan data dari hasil wawancara, catatan lapangan, dokumentasi pribadi, catatan peneliti, dan dokumen pendukung lainnya. Hasil analisa menunjukkan bahwa sistem proteksi aktif dengan persentase 20%, kelengkapan tapak dengan persentase 20%, dan sarana penyelamatan dengan persentase 20%, dalam kondisi baik, serta untuk sistem proteksi pasif dengan persentase sebesar 10% dalam kondisi rendah dikarenakan ada beberapa komponen yang terpasang namun tidak berfungsi. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan sistem proteksi dan sarana penyelamatan di Pasar Johar Semarang dalam kategori cukup yaitu sebesar 70%.

Kata kunci: Pasar Johar, Sistem Proteksi dan Sarana Penyelamatan

Abstract

Pasar Johar is one of the public buildings that became the center of buying and selling trade in Semarang City and was the largest and most modern market in Southeast Asia around the 1980s. One of the important aspects that must be owned by public buildings is safety from the threat of fire. The purpose of this study was to determine the application of protection systems and means of protection in the Pasar Johar, Semarang. The method used in this research is descriptive quantitative research method by collecting data from interviews, field notes, personal documentation, researcher notes, and other supporting documents.. The results of the analysis show that the active protection system with a percentage of 20%, tread completeness with a percentage of 20%, and rescue facilities with a percentage of 20%, are in good condition, as well as for passive protection systems with a percentage of 10% in low condition because there are several components installed. but not working. This shows that the application of the protection system and means of rescue at Pasar Johar Semarang is in the sufficient category, which is 70%.

Keywords: Pasar Johar, Protection Systems, Rescue Means

1. PENDAHULUAN

Pasar Johar merupakan salah satu bangunan publik yang menjadi pusat perdagangan jual beli di Kota Semarang dan merupakan pasar terbesar serta termmodern di Asia Tenggara sekitar tahun 1980-an. Salah satu aspek penting yang harus dimiliki oleh bangunan publik adalah keselamatan dari ancaman kebakaran. Bangunan publik merupakan bangunan yang digunakan oleh masyarakat dari berbagai lapisan, yang diperuntukkan bukan untuk kepentingan rumah tinggal pribadi, tetapi untuk masyarakat umum sebagai pusat pelayanan masyarakat, baik yang berkaitan dengan

kebutuhan pemerintah, perekonomian, keamanan, ataupun kebutuhan yang lainnya (Siti Azizah, 2013).

Pasar Johar Semarang mengalami musibah kebakaran yang menghancurkan kios para pedagang. Musibah kebakaran dari hasil temuan di lapangan dan analisa diakibatkan karena terjadi konsleting listrik dikarenakan adanya penataan instalasi listrik yang tidak sesuai ketentuan. Oleh sebab itu, bangunan publik seperti Pasar Johar sangat membutuhkan sistem proteksi dan sarana penyelamatan yang memadai guna meminimalisir terjadinya bencana kebakaran.

Metode penelitian adalah suatu cara ilmiah dalam mendapatkan data untuk tujuan dan kegunaan tertentu (Sugiyono, 2015). Ilmiah berarti kegiatan penelitian yang didasarkan pada ciri-ciri keilmuan, yakni rasional atau masuk akal, empiris atau dapat diamati oleh indera manusia dan sistematis atau menggunakan langkah-langkah yang logis. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu deskriptif kuantitatif dengan melakukan pengumpulan data dari hasil wawancara, catatan lapangan, dokumentasi pribadi, catatan peneliti, dan dokumen pendukung lainnya. Tujuan pengumpulan dan analisa data ini untuk mengetahui penerapan sistem proteksi dan sarana penyelamatan pada bangunan publik dari ancaman bahaya kebakaran. Pada tahap ini diperlukan data pendukung yang diperoleh berdasarkan wawancara terarah dan observasi langsung ke lapangan. Peneliti berharap hasil penelitian ini dapat dijadikan rujukan bagi pengelolaan bangunan publik khususnya Pasar Johar dalam mengantisipasi terjadinya kebakaran dan dapat meminimalisir kerugian materi, non materi serta timbulnya korban.

2. METODE

Metode penelitian adalah suatu cara ilmiah dalam mendapatkan data untuk tujuan dan kegunaan tertentu (Sugiyono, 2015). Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu deskriptif kuantitatif dengan melakukan pengumpulan data dari hasil wawancara, catatan lapangan, dokumentasi pribadi, catatan peneliti, dan dokumen pendukung lainnya. Tujuan pengumpulan dan analisa data untuk mengetahui penerapan sistem proteksi dan sarana penyelamatan pada bangunan publik dari ancaman bahaya kebakaran. Pada tahap ini diperlukan data pendukung yang diperoleh berdasarkan wawancara terarah dan observasi langsung ke lapangan. Penelitian ini dilakukan di Pasar Johar Semarang Jawa Tengah pada bagian sisi selatan, dikarenakan bangunan tersebut termasuk ke dalam kategori bangunan publik yang memiliki aktivitas cukup tinggi dan baru saja selesai direnovasi akibat bencana kebakaran, yang tidak mungkin menutup kemungkinan bahwa bangunan tersebut bisa terjadi kebakaran

Pada penelitian ini untuk menganalisis penilaian penerapan sarana penyelamatan dan sistem proteksi pasif adalah dengan menentukan variabel untuk pengambilan data, pengambilan data dilakukan dengan cara interview, kuesioner, dan observasi langsung ke lapangan dengan menggunakan tabel yang sudah disediakan.

Tabel 1. Penelitian sistem proteksi aktif

No	Variabel
1	Deteksi dan alarm
2	Tabung pemadam/SAR
3	Hidran gedung
4	Sprinkler

Sumber: Peneliti, 2022

Tabel 2. Penelitian sistem proteksi pasif

No	Variabel
1	Pasangan konstruksi tahan api
2	Pintu dan jendela tahan api
3	Bahan pelapis interior
4	Partisi penghalang api/asap

Sumber: Peneliti, 2022

Tabel 3. Penelitian kelengkapan tapak

No	Variabel
1	Sumber air
2	Jarak antar bangunan
3	Hidran halaman

Sumber: Peneliti, 2022

Tabel 4. Penelitian sarana penyelamatan

No	Variabel
1	Exit
2	Keandalan jalan keluar
3	Keandalan pintu darurat
4	Jalan terusan exit
5	Penandaan sarana jalan ke luar
6	Tangga darurat
7	Pencahayaan darurat
8	Lift Kebakaran

Sumber: Peneliti, 2022

Selanjutnya hasil data dari observasi di analisis menggunakan skala likert yaitu skala sebagai pengukuran kesesuaian antara dua atau lebih komponen yang ditinjau.

Tabel 5. Skala likert

No	Keterangan	Skala Likert
1	Sangat tidak memenuhi peraturan	1
2	Tidak memenuhi peraturan	2
3	Cukup sesuai	3
4	Sesuai	4
5	Sangat sesuai	5

Sumber: Sugiyono, 2009

Untuk perhitungan hasil final setiap komponen digunakan rumus rata rata sebagai berikut:
 Rumus 1:

$$\text{Rata-rata} = \frac{\text{jumlah nilai}}{\text{banyak data } x}$$

$$X = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} \dots\dots\dots (1)$$

Nilai kondisi komponen sistem proteksi dan sarana penyelamatan kebakarn bangunan dibagi dalam tiga tingkat, yaitu: Baik = B; Cukup = C; Kurang = K

Penilaian berdasarkan pada kriteria kondisi komponen bangunan. (Peraturan Pd-T-11-2005-C tentang Pemeriksaan Keselamatan Kebakaran Bangunan Gedung).

Tabel 6. Tingkat penilaian audit kebakaran

Nilai	Kesesuaian	Kondisi Fisik	Keandalan
> 80 – 100	Sesuai persyaratan	Semua komponen sistem proteksi kebakaran (sistem proteksi aktif, sistem proteksi pasif, kelengkapan tapak, sarana penyelamatan) berfungsi sempurna, sehingga gedung dapat digunakan secara optimum, dimana para pemakai gedung dapat melakukan kegiatannya dengan mendapat perlindungan dari kebakarab yang baik.	Baik (B)
60 – 80	Terpasang tetapi ada sebagian kecil yang tidak sesuai persyaratan	Semua komponen sistem proteksi kebakaran (sistem proteksi aktif, sistem proteksi pasif, kelengkapan tapak, sarana penyelamatan) masih berfungsi baik, tetapi ada sub komponen utilitas yang berfungsi kurang sempurna, terkadang menimbulkan gangguan atau kapasitas kurang dari yang ditetapkan dalam desain/spesifikasi, sehingga kenyamanan dan fungsi ruang dan/atau gedung terganggu.	Cukup (C)
< 60	Tidak sesuai sama sekali	Semua komponen sistem proteksi kebakaran (sistem proteksi aktif, sistem proteksi pasif, kelengkapan tapak, sarana penyelamatan) ada yang rusak/tidak berfungsi, kapasitasnya jauh dibawah dari nilai yang ditetapkan dalam desain/spesifikasi, sehingga kenyamanan dan fungsi ruang dan/atau gedung menjadi sangat terganggu atau tidak dapat digunakan secara total.	Kurang (K)

Sumber: Peraturan Pd-T-11-2005-C tentang Pemeriksaan Keselamatan Kebakaran Bangunan Gedung

Tabel 7. Hasil pembobotan parameter komponen sistem keselamatan bangunan

No	Parameter KSKB	Bobot KSKB (%)
1	Kelengkapan Tapak	25
2	Sarana Penyelamatan	25
3	Sistem Proteksi Aktif	24
4	Sistem Proteksi Pasif	26

Sumber: Saptaria, Erry et al, 2005

Setiap komponen tersebut dibagi dalam beberapa subkomponen dengan bobot penilaian sebagai berikut:

1. Sistem Proteksi Aktif

Pembagian pembobotan sub komponen pada sistem proteksi pasif disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 8. Pembobotan sub komponen sistem proteksi aktif

No	Sub Komponen	Bobot (%)
1	Deteksi dan alarm	25
2	Tabung pemadam/SAR	25
3	Hidran gedung	25
4	Sprinkler	25

Sumber: Saptaria, Erry et al, 2005

2. Sistem Proteksi Pasif

Pembagian pembobotan sub komponen pada sistem proteksi pasif disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 9. Pembobotan sub komponen sistem proteksi pasif

No	Sub Komponen	Bobot (%)
1	Pasangan konstruksi tahan api	25
2	Pintu dan jendela tahan api	25
3	Bahan pelapis interior	25
4	Partisi penghalang api dan asap	25

Sumber: Saptaria, Erry et al, 2005

3. Kelengkapan Tapak

Pembagian pembobotan sub komponen pada kelengkapan tapak disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 10. Pembobotan sub komponen kelengkapan tapak

No	Sub Komponen	Bobot (%)
1	Sumber air	40
2	Jarak antar bangunan	30
3	Hidran halaman	30

Sumber: Saptaria, Erry et al, 2005

4. Sarana Penyelamatan

Pembagian pembobotan sub komponen pada sarana penyelamatan disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 11. Pembobotan sub komponen sarana penyelamatan

No	Sub Komponen	Bobot (%)
1	Exit	15
2	Keandalan jalan keluar	15
3	Keandalan pintu darurat	15
4	Jalan terusan exsist	12

5	Penandaan sarana jalan keluar	11
6	Tangga darurat	12
7	Pencahayaan darurat	11
8	Lift kebakaran	9

Sumber: Saptaria, Erry et al, 2005

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data penerapan sistem proteksi dan sarana penyelamatan pasar Johar Semarang Jawa Tengah diperoleh dari Dinas Perdagangan kota Semarang. Data yang telah diperoleh divalidasi dengan data hasil wawancara dan data observasi langsung di lapangan untuk mengetahui kondisi eksisting pasar Johar Semarang. Berdasarkan hasil analisa menggunakan *skala likert* didapat data yang disajikan dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 12. Analisis sistem proteksi aktif dalam *skala likert*

No	Tinjauan	Skala Likert
1	Deteksi dan alarm	5
2	Tabung pemadam/SAR	4
3	Hidran gedung	5
4	Sprinkler`	2
	Jumlah rata-rata	4

Sumber: Peneliti, 2022

Penerapan sistem proteksi aktif pada pasar Johar Selatan Semarang seperti pada tabel diatas menghasilkan rata-rata sebesar 4 dalam *skala likert*. Hal ini menunjukkan bahwa sistem proteksi aktif di Pasar Johar Selatan Semarang dalam keadaan baik/aman.

Tabel 13. Analisis sistem proteksi pasif dalam skala likert

No	Tinjauan	Skala Likert
1	Pasangan konstruksi tahan api	1
2	Pintu dan jendela tahan api	5
3	Bahan pelapis interior	1
4	Partisi penghalang api/asap	1
	Jumlah rata-rata	2

Sumber: Peneliti, 2022

Penerapan sistem proteksi pasif pada pasar Johar Selatan Semarang seperti pada tabel diatas menghasilkan rata-rata sebesar 2 dalam *skala likert*. Hal ini menunjukkan bahwa sistem proteksi aktif di Pasar Johar Selatan Semarang tidak dilaksanakan secara baik atau kurang.

Tabel 14. Analisis kelengkapan tapak dalam *skala likert*

No	Tinjauan	Skala Likert
1	Sumber air	5
2	Jarak antar bangunan	5
3	Hidran halaman	2
	Jumlah rata-rata	4

Sumber: Peneliti, 2022

Penerapan kelengkapan tapak pada pasar Johar Selatan Semarang seperti pada tabel diatas menghasilkan rata-rata sebesar 4 dalam *skala likert*. Hal ini menunjukkan bahwa kelengkapan tapak di Pasar Johar Selatan Semarang dalam keadaan baik/aman.

Tabel 15. Analisis kelengkapan tapak dalam *skala likert*

No	Tinjauan	Skala Likert
1	Exit	5
2	Keandalan jalan keluar	5
3	Keandalan pintu darurat	5
4	Jalan terusan exit	5
5	Penandaan sarana jalan ke luar	5
6	Tangga darurat	5
7	Pencahayaannya darurat	1
8	Lift kebakaran	1
	Jumlah rata-rata	4

Sumber: Peneliti, 2022.

Penerapan sarana penyelamatan pada pasar Johar Selatan Semarang seperti pada tabel diatas menghasilkan rata-rata sebesar 4 dalam *skala likert*. Hal ini menunjukkan bahwa sarana penyelamatan di Pasar Johar Selatan Semarang dalam keadaan baik/aman.

Tabel 16. Hasil Penerapan Sistem Proteksi dan Sarana Penyelamatan

No	Variabel	Rata-rata	(%)	Max	(%)
1	Sistem proteksi aktif	4	20	5	25
2	Sistem proteksi pasif	2	10	5	25
3	Kelengkapan tapak	4	20	5	25
4	Sarana penyelamatan	4	20	5	25
	Total	14	70	20	100

Sumber: Peneliti, 2022

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa sistem proteksi aktif dalam kondisi baik dengan persentase sebesar 20%, sistem proteksi pasif dalam kondisi kurang dengan persentase sebesar 10%, kelengkapan tapak dalam kondisi baik dengan persentase sebesar 20%, dan sarana penyelamatan dalam kondisi baik dengan persentase sebesar 20%. Berdasarkan hasil analisis persentase penerapan diatas menghasilkan penerapan sistem proteksi dan sarana penyelamatan sebesar 70%, hal ini menunjukkan bahwa penerapan sistem proteksi dan sarana penyelamatan Pasar Johar Semarang (Johar Selatan) dalam tingkat kondisi cukup.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa perhitungan persentase sistem penerapan sistem proteksi dan sarana penyelamatan di Pasar Johar Semarang (Johar Selatan) dapat disimpulkan bahwa sistem proteksi aktif, kelengkapan tapak dan sarana penyelamatan dalam kondisi baik serta untuk sistem proteksi pasif dalam kondisi rendah dikarenakan ada beberapa komponen yang terpasang namun tidak berfungsi secara baik.

Hal ini menunjukkan bahwa penerapan sistem proteksi dan sarana penyelamatan di Pasar Johar Semarang dalam tingkat kategori cukup yaitu sebesar 70% yang berarti semua komponen sistem proteksi kebakaran terpasang tetapi ada sebagian kecil yang tidak sesuai persyaratan. Dalam hal ini masih berfungsi baik, tetapi ada sub komponen utilitas yang berfungsi kurang sempurna, terkadang menimbulkan gangguan atau kapasitas kurang dari yang ditetapkan dalam desain/spesifikasi, sehingga kenyamanan dan fungsi ruang dan/atau gedung terganggu.

DAFTAR PUSTAKA

- (BSN) Badan Standarisasi Nasional. (2000). SNI-03-1746-2000. Tata Cara Perencanaan Dan Pemasangan Sarana Jalan Keluar Untuk Penyelamatan Terhadap Bahaya Pada Bangunan Gedung.
- Bintaro Ilham, A. T. (2021). Analisis Implementasi Sistem Proteksi Kebakaran Aktif, Sarana Penyelamatan Jiwa Dan Tanggap Darurat Di Gedung Promoter Polda Metro Jaya Tahun 2021. *Jurnal Akses Terbuka Penerbit Dohara*, 59-67.
- Dinas Pemadam Kebakaran dan Penyelamatan. (2005). Pemeriksaan Keselamatan Kebakaran Gedung Nomor Pd-T-11-2005-C
- Permen RI. (2008). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 26/PRT/M/2008 tentang Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran pada Bangunan Gedung dan Lingkungan.
- Saptaria, Erry et al. 2005. Pedoman Teknis Pemeriksaan Keselamatan Kebakaran Bangunan Gedung. Bandung: Puslitbang Permukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Departemen Pekerjaan Umum.
- Siti, A. (2013). Kaitan Desain Ruang Dengan Perilaku Pengguna Pada Bangunan Publik. *Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*.
- Soehatman, Ramli. (2010). Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja. *Repository Riset Kesehatan Nasional*.
- SNI 03-3985-2000. Tata Cara Perencanaan, Pemasangan Dan Pengujian Sistem Deteksi Dan Alarm Kebakaran Untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran Pada Bangunan Gedung.
- Sugiyono. (2015). Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Methods). *Bandung: CV Alfabeta*
- Tjiptono, Fandy. (2007). Strategi Pemasaran. Edisi Pertama. Yogyakarta: Andi Offset.

PROFESIONALISME KEINSINYURAN DALAM PEMILIHAN PERKUATAN PONDASI DANGKAL DENGAN CERUCUK KAYU

Ari Budiman¹

Widija Suseno Widjaja²

^{1,2}Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Katolik
Soegijapranata

¹email: ariekasakti@yahoo.com

Abstrak

Pelaksanaan pekerjaan konstruksi di proyek terkadang masih banyak menemui kendala dalam mencari dan mendatangkan bahan jenis material yang sesuai dengan spesifikasi Teknik. Permasalahan akan timbul manakala adanya kondisi lokasi yang berbeda dengan kriteria penempatan jenis konstruksi yang harus terbangun. Penulis kali ini akan menyajikan pemilihan jenis kayu untuk bahan material cerucuk kayu. Cerucuk kayu kebanyakan digunakan sebagai alternatif perbaikan dalam rangka meningkatkan daya dukung kapasitas pondasi dangkal pada tanah lembek.

Menurut spesifikasi umum tahun 2018 seksi 7.6.2, cerucuk kayu harus terbuat dari jenis, diameter dan mutu yang ditunjukkan dalam gambar. Sedangkan menurut Pedoman Teknik No. 029/T/BM/1999 tentang Tata Cara Pelaksanaan Pondasi Cerucuk Kayu diatas Tanah Lembek dan Tanah Gambut yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum tahun 1999, cerucuk kayu harus mempunyai klasifikasi minimum kelas kuat II. Jenis kayu material cerucuk mempengaruhi nilai daya dukung pada perkuatan pondasi dangkal dan pemasangan secara kelompok akan didapatkan nilai daya dukung yang lebih baik.

Kata Kunci: sifat kayu, jenis kayu, cerucuk kayu, kelas kuat kayu.

Abstract

The implementation of construction work in projects sometimes encounters many obstacles in finding and bringing in materials according to technical specifications. Problems will arise when the location of conditions are different from the criteria for placing the type of construction to be built. The author will present the selection of wood types for timber pile materials. The wood pile is mostly used as an alternative for improvement in order to increase the bearing capacity of shallow foundation on soft soil.

According to the general specifications for 2018 section 7.6.2, the timber pile must be made of the type, diameter and quality shown in the drawing. Meanwhile, according to Technical Guidelines No. 029 / T / BM / 1999 concerning the Procedure for Implementing a Timber Pile Foundation on Soft Soil and Peat Soil issued by the Ministry of Public Works in 1999, the timber pile must have a minimum classification of strong class II. Selection type of wood for timber pile affects the bearing capacity value in shallow foundation reinforcement and the installation as a group will get a better bearing capacity value.

Keywords: wood properties, wood type, wood niche, wood strength class.

1. Pendahuluan

Pelaksanaan pembangunan proyek konstruksi di Indonesia, tidak terlepas dari buku spesifikasi umum yang senantiasa selalu digunakan sebagai pedoman didalam pelaksanaannya. Dimana dalam spesifikasi tersebut memuat ketentuan pelaksanaan, ketentuan kriteria bahan / material, tata cara pengujian sampai dengan tata cara pengukuran dan pembayarannya. Oleh karena itu, diperlukan pemahaman terhadap spesifikasi umum sebelum melaksanakan pekerjaan konstruksi, agar dapat meminimalkan kesalahan dalam pemilihan bahan maupun metode pelaksanaannya. Pemilihan material dan bahan untuk pekerjaan konstruksi memerlukan validasi dari pemberi pekerjaan yang diatur dalam dokumen kontrak dan spesifikasi Teknik, hal ini merupakan faktor utama guna menunjang tercapainya tujuan suatu pekerjaan proyek khususnya perihal mutu hasil kerja.

Pekerjaan konstruksi di proyek terkadang masih banyak menemui kendala dalam mencari dan mendatangkan bahan jenis material yang sesuai dengan spesifikasi Teknik. Permasalahan akan timbul manakala adanya kondisi lokasi yang berbeda dengan kriteria penempatan jenis konstruksi yang harus terbangun.

Penulis adalah mahasiswa Program Studi Program Profesi Insinyur (PS PPI)

Universitas Soegijapranata Program Rekognisi Pembelajaran Lampau (RPL) tahun akademi 2020/2021, kali ini akan menyajikan Laporan Praktik Keinsinyuran dengan judul Profesionalisme Keinsinyuran dalam pemilihan perkuatan pondasi dangkal dengan cerucuk kayu. Sasaran yang ingin dicapai oleh penulis adalah agar pelaksana konstruksi mudah dalam memilih bahan jenis kayu untuk material cerucuk dilokasi tempat pelaksanaan pekerjaan.

2. Metode

2.1 Pengumpulan Data

Penulis melakukan pengumpulan data dengan melakukan pencarian terhadap berbagai sumber tertulis, baik berupa buku-buku, arsip, majalah, artikel, hasil penelitian, jurnal, dan media elektronik, internet atau dokumen-dokumen yang relevan dengan permasalahan yang dikaji. Sehingga informasi yang didapat dari studi kepustakaan ini dijadikan rujukan untuk memperkuat argumentasi-argumentasi yang ada dan tetap memperhatikan kebenaran yang dapat dipertanggungjawabkan.

Tabel 1. Klasifikasi Kekuatan Kayu

Kelas	Berat Jenis	Keteguhan lentur maksimum (kg/cm ²)	Keteguhan tekan maksimum (kg/cm ²)
I	> 0.90	> 1100	> 650
II	0.60 – 0.90	725 – 1100	435 – 650
III	0.40 – 0.60	500 – 725	300 – 425
IV	0.30 – 0.40	360 – 500	215 – 300
V	< 0.30	< 300	< 215

Sumber: Kumpulan Informasi, Food and agriculture organization of the United Nation

Kelas kuat kayu	E // (kg/cm ²)
I	125.000
II	100.000
III	80.000
IV	60.000

Tabel 2. Modulus kenyal (E) kayu sejajar serat

(Sumber: PKKI NI-5, 1961)

Tabel 3. Ketentuan Nilai Tekuk

Macam Tekuk	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
<i>Garis putus-putus menunjukkan diagram kolom yang tertekuk</i>						
Nilai K _e teoritis	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Nilai K _e desain yang disarankan untuk kolom yang mendekati riil penggunaan	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.4
Kode ujung						
	Jepit	Sendi				
			Rol tanpa putaran sudut			
			Ujung bebas			

(Sumber: PKKI NI-5, Revisi 2002)

Tabel 4. Kelas awet kayu

Kondisi Lingkungan	Kelas Awet Kayu				
	I	II	III	IV	V
Terpapar cuaca, tetapi dijaga tetap kering dan mendapat ventilasi	8 tahun	5 tahun	3 tahun	Sangat singkat	Sangat singkat
Selalu bersentuhan dengan tanah	20 tahun	15 tahun	10 tahun	< 10 tahun	Sangat singkat
Dibawah atap, tidak bersentuhan dengan tanah dan mendapat ventilasi	Tanpa batas waktu	Tanpa batas waktu	Sangat lama	Beberapa tahun	Singkat
Seperti diatas, tetapi dengan pemeliharaan yang baik dan dicat secara berkala	Tanpa batas waktu	Tanpa batas waktu	Tanpa batas waktu	20 tahun	20 tahun
Diserang rayap dari tanah	Tidak	jarang	cepat	Sangat cepat	Sangat cepat
Bubuk kayu	Tidak	Tidak	Hampir tidak pernah	Tidak signifikan	Sangat cepat

Sumber: Kumpulan Informasi, Food and agriculture organization of the United Nation, mei 2007

Klasifikasi mutu kayu.

Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia (PKKI) tahun 1961, mengelompokkan kayu menjadi 2 yaitu kayu dengan mutu A dan kayu dengan mutu B.

a) Persyaratan kayu dengan klasifikasi mutu A, antara lain:

1. Kondisi kayu harus mempunyai tingkat kering udara sebesar $\leq 15\%$;
2. Besar setiap mata kayu tidak melebihi $1/6$ terhadap lebar muka kayu, atau tidak melebihi 3,5 cm;
3. Besarnya kayu gubal atau wanvlak $\leq 1/10$ terhadap lebar muka kayu;
4. Nilai miring arah serat tidak melebihi $1/10$ terhadap lebar muka kayu;
5. Besarnya retak ke arah radial tidak boleh melebihi $1/4$ kali tebal kayu dan besarnya retak arah lingkaran tumbuh tidak boleh melebihi $1/5$ kali tebal kayu.

b) Persyaratan kayu dengan klasifikasi mutu B, antara lain:

1. Kondisi kayu harus mempunyai tingkat kering udara sebesar $15\% - 30\%$;
2. Besar setiap mata kayu tidak melebihi $1/4$ terhadap lebar muka kayu, atau tidak melebihi 5 cm.

3. Besarnya kayu gubal atau wanvlak $\leq 1/10$ terhadap lebar muka kayu;
4. Mempunyai miring arah serat tangen sebesar maksimum $1/7$;
5. Besarnya retak ke arah radial tidak boleh melebihi $1/3$ kali tebal kayu dan besarnya retak arah lingkaran tumbuh tidak boleh melebihi $1/4$ kali tebal kayu.

Sedangkan menurut ketentuan pada SNI 03-3527-1994, mutu kayu dikelompokkan menjadi 3 (tiga) macam mutu kayu yang lazim diperdagangan, yaitu kayu mutu A, kayu mutu B dan kayu mutu C.

Tabel 5. Tingkat Pemakaian Kayu

Nama Kayu	Tingkat Pemakaian	Tingkat Keawetan	Tingkat Kekuatan
Jati	I	I	II
Merbau	I	I	I
Bangkirai	I	II	I
Belian	I	I	I
Resak	I	I	I
Rasamala	II	II	II
Merawan	II	II	II
Kamper	III	I	II
Kruing	II	III	II/III
Suren	IV	IV	III

Sumber: Soeratman, Muh Sukoedji, 1978, Konstruksi Kayu 1, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan.

2.2 Pengambilan Data

Pengambilan data umum.

Penulis dalam melakukan pengambilan data untuk penelitian berdasar menurut sumbernya, yaitu mengambil data secara keseluruhan sesuai sumbernya atau mengambil sesuai yang diperlukan,

namun tetap tidak merubah konten hasil kajian itu sendiri.

Pengambilan data untuk bahan penelitian.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari tabel jenis kayu umum yang di perdagangkan di Indonesia dan dipergunakan untuk konstruksi / bangunan (Sumber: Kumpulan Informasi, Food and agriculture organization of the United Nation, mei 2007)

3. Hasil penelitian

3.1 Kuat Acuan Kayu.

Data kajian.

- 1) Diameter kayu (D) = 8 Cm, 10 Cm, 12 Cm dan 15 Cm
- 2) Panjang Kayu (L) = 1 meter, 2 meter, 3 meter dan 4 meter.
- 3) Kelas kuat kayu = Kelas kuat I, Kelas kuat II, Kelas kuat III

Ketentuan bahan.

- 1) Modulus Kenyal (E) kayu sejajar serat.
 Nilai E = 100.000 Kg/Cm2 (Tabel 2)
- 2) Faktor Tekuk (Lk).
 - a. Kondisi Jepit-Jepit, $Lk = \frac{1}{2} L$ (Tabel 3)
 - b. Kondisi Jepit-Bebas, $Lk = 2 L$ (Tabel 3)

Perhitungan.

- 1) Satuan yang dipergunakan.

- a. Momen Inersia (Imin): dalam Cm^4
- b. Gaya tekan (P): dalam Ton.
- c. Panjang factor tekuk (Lk): dalam meter.

2) Rumus yang digunakan.

- a. Menghitung Momen Inersia (Imin).

$$I_{min} = \frac{1}{64} \pi D^4 \dots\dots\dots (3.1)$$

Untuk kayu berpenampang bulat.

- b. Menghitung Nilai P (Gaya desak)
 Menggunakan pendekatan persamaan dari EULER

$$P = \frac{E I_{min} \pi^2}{n Lk^2} \dots\dots\dots (3.2)$$

atau

$$I_{min} = \frac{n P Lk^2}{\pi E} \dots\dots\dots (3.3)$$

Jika nilai $\pi = 3.1415$ dan nilai $\pi^2 = 10$ serta angka keamanan $n=5$

Maka rumus dari EULER untuk kayu kelas kuat II menjadi

$$P = \frac{I_{min}}{50 Lk^2} \dots\dots\dots (3.4)$$

Untuk kayu kelas kuat I, rumus dari EULER menjadi

$$P = \frac{I_{min}}{40 Lk^2} \dots\dots\dots (3.5)$$

Dan untuk kayu kelas kuat III,
 rumus dari EULER menjadi

$$P = \frac{I_{min}}{60 Lk^2} \dots\dots\dots (3.6)$$

Tabel 6. Nilai Kuat Acuan Kayu

Panjang Kayu		Nilai P (Kuat Acuan Kayu) Lk=1/2 L				Peningkatan Rata-Rata (%)
		Kelas Kuat II		Kelas Kuat I		
L	Satuan	Diameter (m)	P Ton/M2	Diameter (m)	P Ton/M2	
1	m'	0.08	8.05	0.08	10.06	20%
		0.10	19.64	0.10	24.55	
		0.12	40.73	0.12	50.91	
		0.15	99.44	0.15	124.30	
2	m'	0.08	4.02	0.08	5.03	20%
		0.10	9.82	0.10	12.28	
		0.12	20.37	0.12	25.46	
		0.15	49.72	0.15	62.15	
3	m'	0.08	2.68	0.08	3.35	20%
		0.10	6.55	0.10	8.18	
		0.12	13.58	0.12	16.97	
		0.15	33.15	0.15	41.43	
4	m'	0.08	2.01	0.08	2.51	20%
		0.10	4.91	0.10	6.14	
		0.12	10.18	0.12	12.73	
		0.15	24.86	0.15	31.08	

Tabel 7. Nilai Kuat Acuan Kayu Berdasar Jenis Konstruksinya

Panjang Kayu		Nilai Lk Untuk Kolom		Nilai P (Kuat Acuan Kayu)			
		Jepit-Jepit	Jepit-Bebas	Jepit-Jepit		Jepit-Bebas	
L	Sat	Jepit-Jepit Lk = 1/2 L	Jepit-Bebas Lk = 2 L	Diameter (m)	P Ton/M2	Diameter (m)	P Ton/M2
1	m'	0.50	2.00	0.08	8.05	0.08	2.01
				0.10	19.64	0.10	4.91
				0.12	40.73	0.12	10.18
				0.15	99.44	0.15	24.86
2	m'	1.00	4.00	0.08	4.02	0.08	1.01
				0.10	9.82	0.10	2.46
				0.12	20.37	0.12	5.09
				0.15	49.72	0.15	12.43
3	m'	1.50	6.00	0.08	2.68	0.08	0.67
				0.10	6.55	0.10	1.64
				0.12	13.58	0.12	3.39
				0.15	33.15	0.15	8.29
4	m'	2.00	8.00	0.08	2.01	0.08	0.50
				0.10	4.91	0.10	1.23
				0.12	10.18	0.12	2.55
				0.15	24.86	0.15	6.22

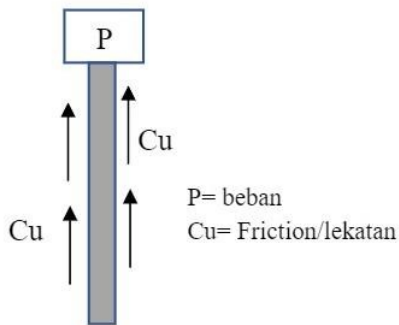
3.2 Daya Dukung Tiang Tunggal

Data kajian.

- 1) Diameter kayu (D) = 8 Cm, 10 Cm, 12Cm, 15 Cm.
- 2) Panjang Kayu (L) = 1 s/d 4 Meter.
- 3) Kelas kuat kayu = Kelas kuat II
- 4) Berat Volume tanah (Y) = 0.8 – 1.4

Perhitungan.

- 1) Perhitungannya menggunakan konsep floating pile atau (*skin friction*) dan lebih sering digunakan untuk perkuatan pondasi dangkal.



Gambar 3. 1. Konsep Floating pile

- 2) Rumus yang digunakan.

- a. Menghitung Luas penampang tiang (Ab).

$$Ab = \pi r^2 \dots \dots \dots (3.7)$$

Ab = Luas penampang tiang (m²)

- b. Menghitung Overbunden ujung tiang (Pb), untuk konsep *floating pile* nilai Pb = 0

$$Pb = Df \times Y \dots \dots \dots (3.8)$$

Sumber: Terzaghi (1943)

- c. Menghitung Tahanan ujung satuan tiang (Fb).

$$Fb = (Cu \times Nc) + Pb \dots \dots (3.9)$$

Sumber: Terzaghi and Peck (1967)

- d. Menghitung Tahanan ujung bawah tiang (Qb).

$$Qb = Ab \times Fb \dots \dots \dots (3.10)$$

Sumber: Metode Meyerhof (1956)

- e. Menghitung Luas Selimut Tiang (As).

$$As = L (2\pi r) \dots \dots \dots (3.11)$$

- f. Menghitung Tahanan gesek ultimit tiang (Qs).

$$Qs = As \times Fs \dots \dots \dots (3.12)$$

Sumber: Metode deRuijter dan Beringen.

- g. Menghitung Kapasitas Daya Dukung Tiang ultimit (Qu).

$$Qu = Qb \times Qs \dots \dots \dots (3.13)$$

- h. Menghitung Kapasitas Daya Dukung Tiang Ijin (Qa).

$$Qa = Qb / 2.5 \dots \dots \dots (3.14)$$

Tabel 8. Hasil Perhitungan Papisitas Daya Dukung Tiang Tunggal

NO	Uraian	Notasi	Satuan	Nilai yang dihasilkan
1	Luas penampang tiang	Ab	m2	0.0050
2	Overbunden ujung tiang	Pb	Ton	0.0016
3	Tahanan ujung satuan tiang	Fb	Ton	32.001
4	Tahanan ujung bawah tiang	Qb	Ton	0.1609
5	Luas Selimut Tiang	As	m2	0.5027
6	Tahanan gesek ultimit tiang	Qs	Ton/m2	0.6032
7	Kapasitas Daya Dukung Tiang ultimit	Qu	Ton	0.7640
8	Kapasitas Daya Dukung Tiang Ijin	Qa	Ton	0.3056

Tabel 9. Peningkatan Kapasitas Daya Dukung Tiang Tunggal

Panjang Tiang	Notasi	Nilai Kapasitas daya dukung ijin tiang tunggal yang dihasilkan (Qa)						
		Satuan	Diameter tiang 8 Cm			Diameter tiang 10 Cm		
			Nilai Cu 8	Nilai Cu 10	%	Nilai Cu 8	Nilai Cu 10	%
1	m'	Ton	0.3056	0.3217	5.0%	0.4021	0.4273	5.9%
2	m'	Ton	0.3056	0.3217	5.0%	0.4021	0.4273	5.9%
3	m'	Ton	0.3056	0.3217	5.0%	0.4021	0.4273	5.9%
4	m'	Ton	0.3056	0.3217	5.0%	0.4021	0.4273	5.9%

3.3 Daya Dukung Tiang Kelompok

Perhitungan

Perhitungan kapasitas ultimit kelompok

tiang menggunakan rumus persamaan

dibawah ini dengan memperhatikan

factor efisiensi.

$$Eg = 1 - \left(\frac{(n-1).m+(m-1).n}{90.m.n} \right) . \theta \dots\dots\dots (3.15)$$

$$\theta = Arc\ tg. \frac{D}{s} \dots\dots\dots (3.16)$$

$$Pg = Eg . nt . Pall \dots\dots\dots (3.17)$$

Eg = efisiensi kelompok tiang

M = banyaknya tiang dalam arah

X = 4

Xn = banyaknya tiang dalam arah

Y = 3

D = diameter tiang dalam cm

= 8; 10;12;15

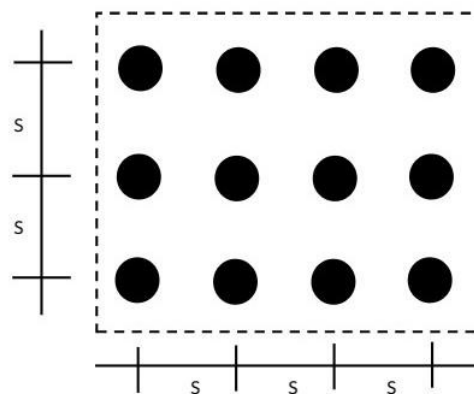
s = jarak tiang, digunakan 2,5D

Pg = kapasitas kelompok tiang.

Pall= kapasitas beban ijin tiang tunggal
 (sama dengan nilai Qa) lihat tabel 25

nt = jumlah tiang

= 12



Gambar 3. 2. Susunan kelompok tiang

Tabel 10. Hasil perhitungan daya dukung kelompok tiang

Nilai Kapasitas daya dukung kelompok tiang (Pg)

Diameter tiang (cm)	Nilai Cu = 8	Nilai Cu = 10
8	3.667	3.860
10	4.825	5.127
12	6.079	6.514
15	8.142	8.821

Tabel 11. Hasil perhitungan kapasitas daya dukung kelompok tiang (Cu=8)

Perbandingan perubahan peningkatan dari tiang diameter 8 Cm ke diameter lebih besar									
Panjang Tiang	Nilai Kapasitas daya dukung tiang kelompok yang dihasilkan (Pg)								
	Perubahan 8 Cm ke 10 CM			8 Cm ke 12 CM		8 Cm ke 15 CM			
	Dia 8	Dia 10	Peningkatan	Dia 12	Peningkatan	Dia 15	Peningkatan		
1 m'	3.6670	4.8250	= 24.0%	6.0795	= 39.7%	8.1422	= 55.0%		
2 m'	3.6670	4.8250	= 24.0%	6.0795	= 39.7%	8.1422	= 55.0%		
3 m'	3.6670	4.8250	= 24.0%	6.0795	= 39.7%	8.1422	= 55.0%		
4 m'	3.6670	4.8250	= 24.0%	6.0795	= 39.7%	8.1422	= 55.0%		

Tabel 12. Hasil perhitungan kapasitas daya dukung kelompok tiang (Cu=10)

Perbandingan perubahan peningkatan dari tiang diameter 8 Cm ke diameter lebih besar									
Panjang Tiang	Nilai Kapasitas daya dukung tiang kelompok yang dihasilkan (Pg)								
	Perubahan 8 Cm ke 10 CM			8 Cm ke 12 CM		8 Cm ke 15 CM			
	Dia 8	Dia 10	Peningkatan	Dia 12	Peningkatan	Dia 15	Peningkatan		
1 m'	3.8600	5.1265	= 24.7%	6.5137	= 40.7%	8.8207	= 56.2%		
2 m'	3.8600	5.1265	= 24.7%	6.5137	= 40.7%	8.8207	= 56.2%		
3 m'	3.8600	5.1265	= 24.7%	6.5137	= 40.7%	8.8207	= 56.2%		
4 m'	3.8600	5.1265	= 24.7%	6.5137	= 40.7%	8.8207	= 56.2%		
Nilai Cu = 10									

4. Diskusi

1) Pemilihan bahan cerucuk kayu dipersyaratkan mempunyai klasifikasi minimum kelas kuat II (Tabel 1).

Jenis kayu kelas kuat I, nilai kuat acuan akan lebih baik dari jenis kayu kelas kuat II dan jenis kayu kelas kuat II, nilai

kuat acuan akan lebih baik dari jenis kayu kelas kuat III.

2) Pemilihan bahan cerucuk kayu yang dipersyaratkan.

a) Spesifikasi umum tahun 2018 seksi 7.6.2. Persyaratan material kayu untuk Cerucuk harus sesuai yang

ditunjukkan dalam gambar baik jenisnya, diameternya dan mutunya.

- b) Pedoman Teknik No. 029/T/BM/1999 tentang Tata Cara Pelaksanaan Pondasi Cerucuk Kayu diatas Tanah Lembek dan Tanah Gambut yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum tahun 1999.

Tabel 13. Persyaratan Cerucuk Kayu

Uraian	Persyaratan
Diameter	Minimum 8 Cm, maksimum 15 Cm
Panjang	Minimum 3,5 m, maksimum 6 m
Kelurusan	Cukup lurus, tidak belok dan bercabang
Kekuatan	Minimum kelas kuat II I PKKI 1973
Tegangan	Minimum kelas kuat III untuk mutu A PKKI 1973

- 3) Panjang kayu acuan yang pendek akan lebih besar kapasitas kuat acuannya dibandingkan dengan kayu acuan yang panjang (Tabel 6).
- 4) Kayu untuk acuan pada pekerjaan bangunan atau konstruksi mempunyai nilai tekuk (Lk) yang berbeda-beda (Tabel 3).
Nilai kuat acuan kayu untuk pekerjaan bangunan atau konstruksi dipengaruhi oleh nilai tekuk (Lk), semakin panjang kayu acuan, nilai kapasitas kuat acuannya makin kecil (Tabel 7).
- 5) Nilai kapasitas daya dukung tiang kayu dipengaruhi oleh nilai kohesi lekatan tanah (Cu) dan luasan keliling tiang.

- a. Nilai kohesi lekatan tanah (Cu) makin besar, maka kapasitas daya dukung tiang makin besar (tabel 9, tabel 10 tabel 11 dan tabel 12).
- b. Makin besar luasan keliling tiang, maka makin besar pula potensi kapasitas daya dukungnya (tabel 9, tabel 10 tabel 11 dan tabel 12).

5. Simpulan

Dari hasil perhitungan, jenis kayu untuk material cerucuk mempengaruhi nilai daya dukung pada perkuatan pondasi dangkal dan pemasangan secara kelompok akan didapatkan nilai daya dukung yang lebih baik.

Saran dari penulis untuk pelaksanaan, antara lain.

- 1) Jenis kayu untuk cerucuk pada penggunaan perkuatan pondasi dangkal.
 - a) Panjang kayu minimal 2 Meter.
 - b) Diameter kayu minimal 8 Cm dan 10 Cm.
- 2) Pemilihan jenis kayu lokal akan memudahkan saat pelaksanaan pekerjaan konstruksi.
Jenis kayu lokal, antara lain, kayu jati, kayu bangkirai, kayu sonokembang, atau sesuai dengan mutu kayu minimal kelas kuat II.
- 3) Penerapan ketentuan pada SNI 7973-2013, dan data detail hasil penyelidikan tanah akan memudahkan pelaksanaan

mendapatkan kesesuaian kebutuhan penggunaan cerucuk kayu pada pekerjaan konstruksi.

Daftar Pustaka

- Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia (PKKI) No. NI-5. Tahun 1961. Bandung.
- Pedoman No. Pd-T-05-2004-C 2004 Tentang Tata Cara Pemilahan Kayu Konstruksi Secara Masinal. Bandung.
- Pedoman Teknis No. Pd-S-01-2005-C Tahun 2005 Tentang Spesifikasi kelas Kekuatan kayu bangunan yang dipilah secara masinal. Bandung.
- Pedoman Konstruksi dan Bangunan No. Pd-T-11-2005-B 2005 Tentang Stabilisasi dangkal tanah lunak untuk konstruksi timbunan jalan (dengan semen dan cerucuk). Bandung.
- Pedoman Konstruksi dan Bangunan Sipil No. Pd-T-02-2005-A. 2005. Tentang Analisis daya dukung tanah fondasi dangkal bangunan air. Bandung.
- Peraturan Pemerintah No. 25 2019 Tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang No. 11 Tahun 2014 Tentang Keinsinyuran. Lembaran Negara RI, No. 66, TLN 6332. Sekretariat Negara. Jakarta. Bab 3.
- Standar Nasional Indonesia No. 3527 Tahun 1994 Tentang Mutu dan Ukuran Kayu Bangunan. Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia RSNI-3 REVISI PKKI NI-5 Tahun 2002 Tentang Tata Cara Perencanaan Konstruksi Kayu Indonesia (PKKI NI-5). Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia No. 7973 Tahun 2013 Tentang Spesifikasi desain untuk Konstruksi Kayu. Jakarta.
- Undang-Undang No. 41 1999 Tentang Kehutanan. Lembaran Negara RI Tahun 1999, No. 167, TLN 3888, LL SETNEG: 32 HLM. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Undang-Undang No. 11 2014, Tentang Keinsinyuran. Lembaran Negara RI, No. 61, TLN 5520, LL SETNEG: 28 HLM. Sekretariat Negara. Jakarta. Bab 3.
- Abidin Gaffar. (2005). Perkuatan Dengan Cerucuk Galam diatas Tanah lunak, INFO TEKNIK Volume 6 No. 2, Desember 2005 (64 – 70).
- Adetia Saputra(1) , Muhardi(2) , Ferry Fatnanta(3). (2018). Analisis Perkuatan Cerucuk Kayu Bakau dan Kayu Mahang Terhadap Peningkatan Daya Dukung Tanah Gambut, Jom FTEKNIK Volume 5

- Edisi 1 Januari s/d Juni 2018, halaman 11.
- Ahmad Gasruddin. (Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Unidayan Baubau). Uji Model Perkuatan Lereng Dengan Cerucuk Kayu Pada Tanah Lunak, halaman 27.
- Juanda. Analisis Peningkatan Kapasitas Dukung Tanah dengan Perkuatan Cerucuk Bakau Tunggal dan Kelompok, JURNAL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASIR PENGARAIAN halaman 44.
- Mohammad Muslich, Ginuk Sumarni. (2015). Keawetan 200 Jenis Kayu Indonesia Terhadap Penggerek di Laut, Jurnal Penelitian Hasil Hutan (JPHH, Journal of Forest Products Research), eISSN: 2442-8957 pISSN: 0216-4329.
- Suroso, Harimurti dan Harsono, M. (2008). Alternatif Perkuatan Tanah Lempung Lunak (Soft Clay), Menggunakan Cerucuk dengan Variasi Panjang dan Diameter Cerucuk, Jurnal Rekayasa Sipil, Volume 2, No. 1 – 2008 ISSN 1978 – 5658.
- Suroso, Munawir, A., Indrawahyuni, H. (2010). Pengaruh Penggunaan Cerucuk dan Anyaman Bambu pada Daya Dukung Tanah Lempung Lunak, Jurnal Rekayasa Sipil, Volume 4, No.3 – 2010 ISSN 1978 – 5658.
- Yusti Yudiawati, Ahmad Marzuki. (2008). Pondasi Dangkal diatas Tanah Lunak dengan Perkuatan Cerucuk Galam Berdasarkan Percobaan Lapangan, INFO TEKNIK Volume 9 No. 2, Desember 2008 (212 - 217) 212.