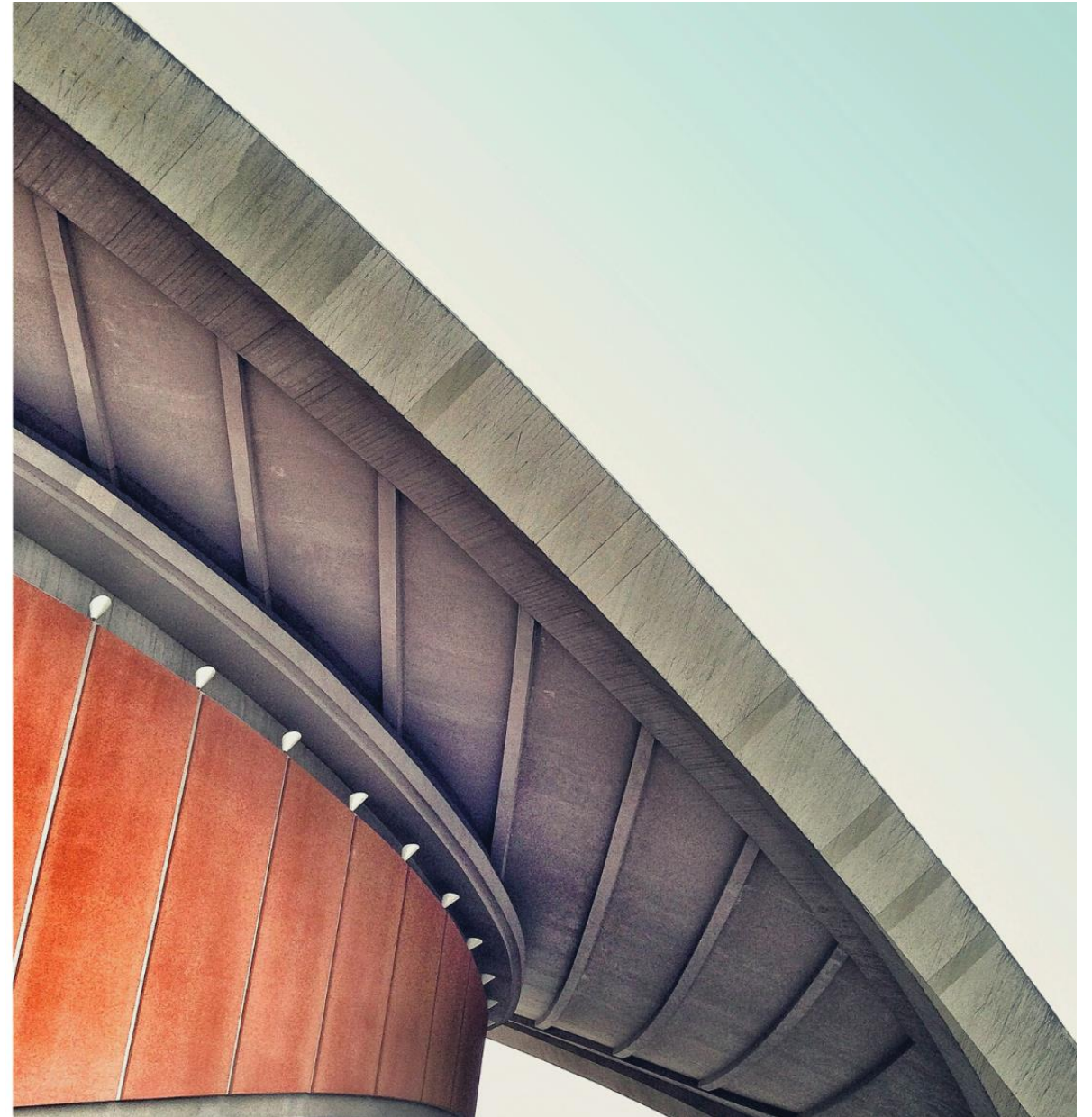


Vol 02 Nomor 01, Juni 2021



Jurnal SENDI

Vol 02 Nomor 01, Juni 2021

Jurnal Teknik Sipil

SENDI

SIPII, ENVIRONMENT, DAN DESAIN INFRASTRUKTUR

Diterbitkan Oleh:

Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer



UNIVERSITAS TEKNOKRAT INDONESIA

Kampus UNIVERSITAS TEKNOKRAT INDONESIA
Jln. H. Zainal Abidin Pagaralam 9 – 11 Labuhanratu
Bandar Lampung . Kode Pos 35142
Telp. (07210) 702022
E-mail: jsendi@teknokrat.ac.id
Website: jimteknokrat.ac.id



Jurnal Teknik Sipil

SENDI

SIPII, ENVIRONMENT, DAN DESAIN INFRASTRUKTUR

Jurnal SENDI

Jurnal SENDI: merupakan jurnal yang berisi artikel ilmiah yang memiliki topik di bidang teknik sipil meliputi geoteknik, struktur, hidroteknik, transportasi dan manajemen konstruksi selain itu juga memuat artikel penelitian berkaitan dengan teknik sipil di bidang lingkungan dan desain infrastruktur.

Chief Editor:

Fera Lestari

Editorial Team:

Arlina Phelia

Galuh Pramita

Board of Reviewers:

Siti Anugrah Mulia Putri Ofrial

Universitas Lampung

Susarman

Politeknik YPPB Belitang

Dian Pratiwi

Universitas Teknokrat Indonesia

Ria Oktaviani Sinia

Universitas Teknokrat Indonesia

Fajar Dewantoro

Universitas Teknokrat Indonesia

Alamat Editir dan Administrasi: Publikasi Jurnal SENDI, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Teknokrat Indonesia. Jalan H. Zainal Abidin Pagaralam No. 9-11. Labuhanratu, Bandar Lampung. Telepon (0721) 702022. E-mail: jsendi@teknokrat.ac.id

Jurnal Teknik Sipil

SENDI

SIPII, ENVIRONMENT, DAN DESAIN INFRASTRUKTUR

- Monitoring Tutupan Lahan Menggunakan Pemanfaatan Teknologi Pengideraan Jauh Di Kabupaten Situbondo..... 1-6**
Dina Tri Septiningtyas
- Koefisien Permeabilitas Campuran Aspal Porus Akibat Penambahan Gilsonite..... 7-12**
Tetra Oktaviani
- Pengaruh Lebar Sayap Terhadap Kekuatan Geser Balok Beton Bertulang berpenampang I Tanpa Tulangan Sengkang 13-19**
Nofriadi
- Pengaruh Suhu Pemasangan Terhadap Stabilitas Campuran Hrs-Wc Dengan Filler Abu Sinabung 20-29**
Wirdatun Nafiah Putri, Efri Debby Ekinola Ritonga
- Pengaruh Waktu Perjalanan Beton Ready Mix Pada Proyek Lampung City30-37**
Bagas Ubaidi, Dian Pratiwi
- Perhitungan Debit Banjir Pada Spillway Embung Gunung Raya..... 38-43**
Destiana Safitri, Arlina Phelia
- Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Proyek Penambahan Line Conveyor Batubara..... 44-50**
Catra Editya, Fera Lestari
- Kebutuhan Beron Pada Pekerjaan Kolam Proyek Rehabilitasi Mahan Agung.. 51-56**
Muhamad Fikri Murad, Galuh Pramita, Agus Widodo

Diterbitkan Oleh:

Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer

UNIVERSITAS TEKNOKRAT INDONESIA

Bandar Lampung

SENDI	Volume 02	Number 01	Pages 01- 56	Juni, 2021
-------	-----------	-----------	--------------	------------



MONITORING TUTUPAN LAHAN MENGGUNAKAN PEMANFAATAN TEKNOLOGI PENGIDERAAN JAUH DI KABUPATEN SITUBONDO

Dina Tri Septiningtyas¹

¹Politeknik Negeri Medan

dinatriseptiningtyas@polmed.ac.id

Received: 12 Juni 2021

Accepted: 21 Juni 2021

Published : 26 Juni 2021

Abstract

In each period there is a change in landuse. These changes occur due to population growth. Situbondo Regency is one of the regencies in East Java which has a population growth rate of 0,61 in 2001-2015. The increasing number of residents causes the need for residential land, industry, facilities and infrastructure to support life is also increasing. This causes a lot of land to change its function. To monitor landuse in Situbondo Regency, remote sensing is used which can cover a wide area. The image data used are Landsat image data in 2001, 2003, and 2014. From the results of unsupervised classification with land cover which is divided into 6 forms of landuse, namely rice fields, forests, settlements, vacant land, water bodies, and industry, the residential area is also changed from 13903.22 ha in 2001 to 18150.12 ha in 2014.

Keywords: Landuse, Landsat, Remote Sensing

Abstrak

Dalam setiap kurun waktu terjadi perubahan tutupan lahan. Perubahan tersebut terjadi karena adanya pertumbuhan penduduk. Kabupaten Situbondo merupakan salah satu kabupaten di Jawa Timur yang memiliki laju pertumbuhan penduduk sebesar 0,61 pada Tahun 2001- 2015. Bertambahnya jumlah penduduk menyebabkan kebutuhan akan lahan pemukiman, industri, sarana dan prasarana dalam menunjang kehidupan juga semakin meningkat. Hal tersebut menimbulkan banyak lahan yang berubah fungsi. Untuk memonitoring tutupan lahan di Kabupaten Situbondo digunakan pemanfaatan penginderaan jauh yang dapat menjangkau daerah yang luas. Data citra yang digunakan yaitu data citra Landsat tahun 2001, 2003, dan 2014. Dari hasil kalifikasi tak terselia dengan tutupan lahan yang terbagi menjadi 6 bentuk tutupan lahan yaitu sawah, hutan, pemukiman, tanah kosong, badan air, dan industri diperoleh luas pemukiman juga berubah dari sebesar 13903,22 ha pada tahun 2001 menjadi 18150,12 ha pada tahun 2014.

Kata Kunci: Tutupan lahan, Landsat, Penginderaan Jauh

To cite this article:

Septiningtyas,Dina Tri (2021). Monitoring Tutupan Lahan Menggunakan Pemanfaatan Teknologi Penginderaan Jauh di Kabupaten Situbondo. *Jurnal SENDI*, Vol (2) No. (1) , 1-6.

PENDAHULUAN

Dalam setiap kurun waktu terjadi perubahan tutupan lahan. Perubahan lahan adalah perubahan alih fungsi lahan yang dahulu berupa vegetasi, lahan kosong, lahan basah yang berubah fungsi menjadi perumahan, pertokoan, pariwisata, industri, dan prasarana lainnya. Perubahan tersebut terjadi akibat adanya pertumbuhan penduduk yang sangat pesat.

Kabupaten Situbondo merupakan salah satu Kabupaten di Jawa Timur yang cukup dikenal dengan sebutan Daerah Wisata Pantai Pasir Putih yang letaknya berada di ujung timur Pulau Jawa bagian utara. Luas wilayah Situbondo kurang lebih 163.850 hektar, meliputi area sawah sekitar 24.766 hektar. Bentuk Kabupaten Situbondo memanjang dari barat ke timur sekitar 140 kilometer timur (Bappeda Situbondo, 2003).

Laju pertumbuhan penduduk di Kabupaten Situbondo tercatat 0,61 pada tahun 2010-2015 (BPS Situbondo, 2016). Bertambahnya jumlah penduduk menyebabkan kebutuhan akan lahan pemukiman, industri, sarana dan prasarana dalam menunjang kehidupan juga semakin meningkat. Hal tersebut menimbulkan banyak lahan yang berubah fungsi.

Secara umum ada 3 pihak tertarik dengan perubahan tata guna lahan, yaitu investor, pemerintah, dan masyarakat. investor biasanya mempertimbangkan manfaat yang akan diperoleh tanpa mempertimbangkan dampak negatifnya pada tanah. Pemerintah kota yang berhubungan langsung dengan adanya perubahan penggunaan lahan karena meghadapi perubahan pada tata letak dan layanan seluruh kota. Pengguna atau masyarakat yang merasakan dampak negatif akibat perubahan tata guna lahan, seperti kemacetan lalu lintas, penurunan populasi (Finsterbusch dalam Nirmalakawuri, 2005).

Dalam memonitoring perubahan tutupan lahan di daerah Situbodo digunakan teknik penginderaan jauh. Sistem penginderaan jauh dilengkapi dengan sensor dan kamera yang merekam objek dialam yang menjangkau daerah yang sangat luas dan secara periodik

METODE PENELITIAN

Populasi dan Sampel

Penelitian berlokasi di Kabupeten Situbondo yang berada di $7^{\circ} 35' - 7^{\circ} 44'$ LS dan $113^{\circ} 30' - 114^{\circ} 32'$ BT. Penelitian ini menggunakan data Citra Landsat 7 tahun 2001, citra Landsat 7 tahun 2003 dan citra Landsat 8 tahun 2014 Kabupaten Situbondo, path / row 117/65.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data bertujuan mengumpulkan data agar kegiatan tersebut menjadi sistematis. Pengumpulan data awal berupa data citra satelit Landsat dan data luas lahan dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Situbondo.

Metode Analisis

Pengolahan bertujuan membuat data menjadi berguna sesuai dengan hasil yang diinginkan agar dapat digunakan. Pada tahapan ini dilakukan pengolahan citra Landsat untuk mengetahui seberapa besar luas perubahan tutupan lahan tahun 2001-2014 di Kabupaten Situbondo dimulai dari tahapan koreksi geometrik, pemotongan citra, dan klasifikasi. Klasifikasi dalam penelitian ini menggunakan klasifikasi tak terselia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data tutupan lahan diawali dengan melakukan koreksi geometrik pada citra Landsat tahun 2001, 2003, dan tahun 2014. Koreksi ini bertujuan menghilangkan distorsi pada citra dengan nilai nilai keakurasian ≤ 1 pixel. Citra landsat dikoreksi dengan menggunakan *image to image* terhadap peta vektor Kabupaten Situbondo. Sistem proyeksi yang digunakan pada peneliian adalah *Universal Transverse Mercator Zona 49 S* dengan datum WGS 84. Hasil dari koreksi geometrik citra Landsat diperoleh nilai rata-rata RMS *error* untuk citra Landsat tahun 2001 sebesar 0.12, tahun 2003 sebesar 0.01, dan tahun 2014 sebesar 0.02.

Tabel 1. RMS *error* Citra Landsat Tahun 2001

Titik	Titik GCP Peta		Titik GCP Citra Landsat 2001		Erro X (Pixel)	Error Y (Pixel)	RMS (Pixel)
	X(Pixel)	Y (Pixel)	X(Pixel)	Y (Pixel)			
1	625.98	5294.55	625.98	5294.55	0.0012	0.01910	0.01914
2	1818.84	4899.85	1818.84	4899.85	0.00119	-0.04228	0.08102
3	3038.9248	5456.95	3038.9248	5456.95	-0.06520	0.01664	0.06729

Titik	Titik GCP Peta		Titik GCP Citra Landsat 2001		Erro X (Pixel)	Error Y (Pixel)	RMS (Pixel)
	X(Pixel)	Y (Pixel)	X(Pixel)	Y (Pixel)			
4	6414.52	2671.85	6414.52	2671.85	-0.14538	0.01526	0.14617
5	3173.76	3290.31	3173.76	3290.31	0.23485	-0.04782	0.23967
6	1904.18	3050.03	1904.18	3050.03	0.41368	0.01661	0.41401
7	6065.00	6559.01	6065.00	6559.01	-0.01167	0.00308	0.01207
8	922.52341	3138.74	922.52341	3138.74	-0.49659	0.01939	0.49696
Total RMS Error							1.48
Rata-rata RMS Error							0.12

Tabel 2. RMS error Citra Landsat Tahun 2003

Titik	Titik GCP Peta		Titik GCP Citra Landsat 2003		Erro X (Pixel)	Error Y (Pixel)	RMS (Pixel)
	X(Pixel)	Y (Pixel)	X(Pixel)	Y (Pixel)			
1	565.02	5293.93	565.02	5293.93	0.0059	0.00984	0.01148
2	1776.00	4905.57	1776.00	4905.57	-0.01198	-0.00697	0.01386
3	2808.9838	5461.65	2808.9838	5461.65	0.00382	-0.00825	0.00909
4	5867.00	6573.41	5867.00	6573.41	0.00253	0.00168	0.00304
5	6251.99	2609.95	6251.99	2609.95	0.01054	-0.00728	0.01281
6	3363.13	3207.03	3363.13	3207.03	-0.03422	0.02641	0.04323
7	1845.73	3053.98	1845.73	3053.98	0.02162	-0.00966	0.02369
8	923.99178	3483.39	923.99178	3483.39	0.00178	-0.00577	0.00604
Total RMS Error							0.12
Rata-rata RMS Error							0.01

Tabel 3. RMS error Citra Landsat Tahun 2014

Titik	Titik GCP Peta		Titik GCP Citra Landsat 2014		Erro X (Pixel)	Error Y (Pixel)	RMS (Pixel)
	X(Pixel)	Y (Pixel)	X(Pixel)	Y (Pixel)			
1	236.00	5644.53	236.00	5644.53	-0.0096	0.02290	0.02482
2	1436.00	5251.38	1436.00	5251.38	0.01378	-0.00473	0.01457
3	2433.0023	5766.72	2433.0023	5766.72	0.00232	-0.02505	0.02516
4	5724.99	6941.11	5724.99	6941.11	-0.00185	0.00456	0.00492
5	5961.88	2984.98	5961.88	2984.98	0.00079	-0.01521	0.01523
6	3162.99	3592.50	3162.99	3592.50	-0.00656	0.04553	0.04600
7	1486.75	3320.00	1486.75	3320.00	0.00404	0.01086	0.01159
8	855.55705	3752.00	855.55705	3752.00	-0.00295	-0.03886	0.03897
Total RMS Error							0.18
Rata-rata RMS Error							0.02

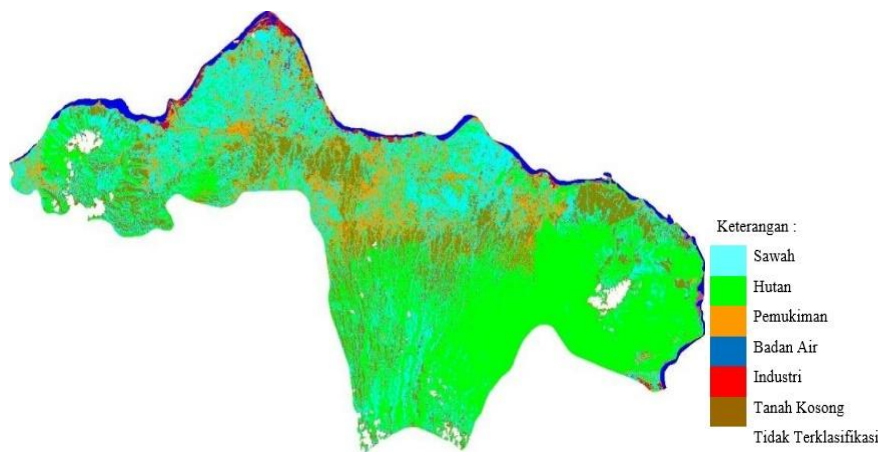
Setelah dikukan koreksi geometrik, dilakukan pemotongan citra dengan menggunakan acuan administrasi kecamatan yang diperoleh dari Bappeda Kabupaten Situbondo. Sehingga diperoleh kawasan penelitian yang terdiri dari 11 kecamatan di kabupaten Situbondo yaitu Kecamatan Arjasa, Kecamatan Asembagus, Kecamatan Banyuputih, Kecamatan Bungatan, Kecamatan Jangkar, Kecamatan Kapongan, Kecamatan Kendit, Kecamatan Mangaran, Kecamatan Panji, Kecamatan Panarukan, dan Kecamatan Situbondo.



Gambar 1. Hasil pemotongan citra Kabupaten Situbondo

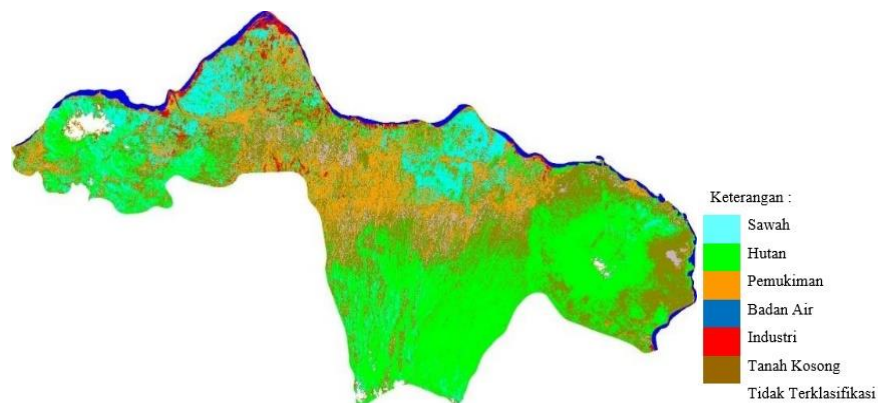
Untuk memperoleh perubahan tutupan lahan dilakukan proses klasifikasi dengan menggunakan klasifikasi tak terselia dengan tingkat uji klasifikasi harus $\geq 80\%$. Klasifikasi tutupan lahan di Kabupaten Situbondo terbagi kedalam 6 kelas bentuk tutupan lahan meliputi sawah, hutan, pemukiman, tanah kosong, badan air, dan industri. Dalam mempermudah klasifikasi tutupan lahan, dilakukan analisa nilai reflektansi yang diperoleh dari pengambilan nilai DN secara acak dari setiap bentuk tutupan lahan lalu dihitung nilai rata-rata dari DN (*Digital Number*). Perbedaan warna dari hasil pengolahan tersebut sesuai dengan perbedaan kepekaan dari band setiap citra terhadap kondisi penggunaan lahan.

Hasil pengolahan klasifikasi pada citra Landsat tahun 2001 menghasilkan citra terklasifikasi pada gambar di bawah ini dengan hasil uji uji klasifikasi dengan menggunakan *confusion matrix* sebesar 81,11 %. Dimana terbagi menjadi tujuh kelas bentuk tutupan lahan. Berdasarkan hasil pengolahan klasifikasi citra Landsat tahun 2001 diperoleh luas lahan sawah sebesar 38.248,84 ha, hutan sebesar 49.898,83 ha, tanah kosong sebesar 21.252,08 ha, badan air sebesar 3.268,61 ha, industri sebesar 1.460,69 ha, dan pemukiman sebesar 13.900,22 ha. Citra Landsat pada tahun ini tidak terlalu tertutup oleh awan.



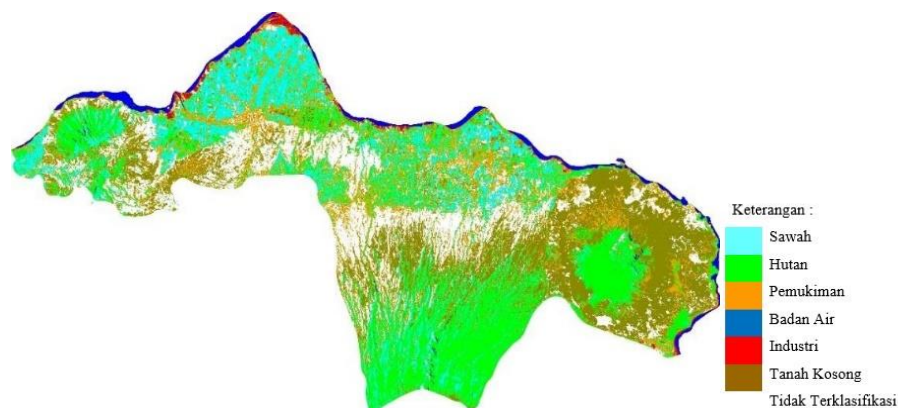
Gambar 2. Hasil Klasifikasi Citra Landsat Tahun 2001

Hasil pengolahan klasifikasi pada citra Landsat tahun 2003 menghasilkan citra terklasifikasi pada gambar di bawah ini dengan hasil uji uji klasifikasi dengan menggunakan *confusion matrix* sebesar 92,79 %. Berdasarkan hasil pengolahan klasifikasi citra Landsat tahun 2003 diperoleh luas lahan sawah sebesar 16.764,73 ha, hutan sebesar 47.773,83 ha, tanah kosong sebesar 37.758,15 ha, badan air sebesar 3.324,91 ha, industri sebesar 2.223,51 ha, pemukiman sebesar 16.755,59 ha, dan awan sebesar 1.394,93 ha



Gambar 3. Hasil Klasifikasi Citra Landsat 2003

Hasil pengolahan klasifikasi pada citra Landsat tahun 2014 menghasilkan citra terklasifikasi pada gambar di bawah ini dengan hasil uji uji klasifikasi dengan menggunakan *confusion matrix* sebesar 92,77 %. Berdasarkan hasil pengolahan klasifikasi citra Landsat tahun 2014 diperoleh luas lahan sawah sebesar 18.384,05 ha, hutan sebesar 35.164,89 ha, tanah kosong sebesar 29.213,95 ha, badan air sebesar 3.264,40 ha, industri sebesar 1.239,11 ha, pemukiman sebesar 18.144,58 ha, dan awan sebesar 25.320,17 ha.



Gambar 4. Hasil Klasifikasi Citra Landsat 2014

Tabel 4. Luas tutupan lahan hasil pengolahan data citra Landsat

Tutupan Lahan	Luas (ha)		
	2001	2003	2014
Sawah	38257,92	16772,40	18386,87
Hutan	49911,28	47810,43	35179,16
Tanah kosong	21256,20	37775,34	29219,92
Badan air	3295,28	3380,76	3291,77
Isdutri	1462,82	2228,49	1241,17
Pemukiman	13903,22	16763,67	18150,12

Dari tabel diatas dapat diketahui terjadi perubahan tutupan lahan dari kurun waktu 10 tahun di Kabupaten Situbodno yaitu lahan sawah pada tahun 2001 seluas 38257,92 ha menjadi 18386,87 ha. Hal ini terjadi karena adanya alih fungsi lahan persawahan menjadi lahan pemukiman dan penggunaan lahan lainnya. Berkurangnya lahan sawah sangat disayangkan karena tanah di daerah ini subur. Hutan merupakan tata guna lahan yang cukup luas di wilayah penelitian karena di wilayah penelitian terdapat hutan lindung yang digunakan sebagai perkebunan nasional yang disebut Taman Nasional Baluran yang terletak di kecamatan Banyuputih. Luas hutan pada tahun

2001 sebesar 49911,28 menjadi 35179,16 ha pada tahun 2014. Selain itu jumlah pemukiman juga berubah secara signifikan yaitu pada tahun 2001 sebesar 13903,22 ha menjadi 18150,12 ha pada tahun 2014. Hal tersebut didukung dengan adanya tingkat pertumbuhan penduduk di Kabupaten Situbondo.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh terjadi perubahan tutupan lahan di kawasan Kabupaten Situbondo berdasarkan monitoring dengan menggunakan citra Landsat yaitu lahan sawah pada tahun 2001 seluas 38257,92 ha menjadi 18386,87 ha. Luas hutan pada tahun 2001 sebesar 49911,28 menjadi 35179,16 ha pada tahun 2014. Selain itu jumlah pemukiman juga berubah secara signifikan yaitu pada tahun 2001 sebesar 13903,22 ha menjadi 18150,12 ha pada tahun 2014.

UCAPAN TERIMA KASIH (11 PT)

Ucapan terimakasih disampaikan kepada dosen dan teman sejawat di jurusan Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang sudah membantu dalam keberhasilan penelitian ini.

REFERENSI/DAFTAR PUSTAKA (11 PT)

- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Situbondo. 2003. *Pemetaan Zona Arkeologi Kabupaten Situbondo Untuk Penembangan Wilayah Berbasis Komoditas Pertanian Unggulan*. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Situbondo. Situbondo.
- Badan pusat Statistik Kabupaten Situbondo. 2016. *Situbondo Dalam Angka Situbondo in Figures 2016*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Situbondo. Situbondo.
- Nirmalakawuri, R. (2005). *Studi Perubahan Pemanfaatan Lahan dari Perumahan ke Komersial Ditinjau dari Aspek Fisik dan Lingkungan*. Tugas Akhir Prodi Perencanaan Wilayah dan Kota. Universitas Brawijaya. Malang



KOEFISIEN PERMEABILITAS CAMPURAN ASPAL PORUS AKIBAT PENAMBAHAN GILSONITE

Tetra Oktaviani, S.S.T., M.Tr.T.¹

¹Politeknik Negeri Medan¹

tetraoktaviani@polmed.ac.id

Received: 14 Juni 2021

Accepted: 21 Juni 2021

Published : 26 Juni 2021

Abstract

Porous asphalt is a mixture of asphalt with more voids than the other asphalt mixtures from a surface layer of a general flexible pavement structure. The porous asphalt mixture has several advantages, namely the cavities contained in the porous asphalt mixture serve to help drain water vertically and horizontally, providing greater skid resistance. In addition to these advantages, the disadvantage of the porous asphalt mixture is the low stability value caused by the large number of voids in the porous asphalt mixture. Because the porous asphalt mixture has many advantages, to increase the stability value of the porous asphalt mixture, one of the methods used is to add gilsonite. The method used in this study is an experimental method with a laboratory scale. The test carried out in this study is a falling head test. The porous asphalt mixture in this study used 2 gradations, namely the Japanese and Australian gradations. The asphalt content used was 4.5%, 5.0%, 5.5%, and 6.0%, while the gilsonite content used was the maximum gilsonite content of 5.5% and 0% as control. The results showed that the optimum asphalt content and gilsonite content were obtained at 5.5%, there was a decrease in the permeability coefficient value in the modified porous asphalt mixture in the range of 0.1 cm/second to 0.3 cm/second.

Keywords: *Porous Asphalt, Gilsonite, Australian Gradation, Japan Gradation, Permeability Coefficient*

Abstrak

Aspal porus merupakan campuran aspal dengan rongga yang lebih banyak dibandingkan dengan campuran aspal lainnya dari suatu lapis permukaan struktur perkerasan lentur umumnya. Campuran aspal porus memiliki beberapa kelebihan, yaitu rongga yang terdapat pada campuran aspal porus berfungsi untuk membantu mengalirkan air secara vertikal dan horizontal, memberikan ketahanan terhadap selip yang lebih besar. Selain kelebihan tersebut, kekurangan pada campuran aspal porus adalah rendahnya nilai stabilitas yang diakibatkan oleh banyaknya rongga pada campuran aspal porus. Oleh karena campuran aspal porus memiliki banyak keuntungan, maka untuk meningkatkan nilai stabilitas campuran aspal porus, salah satu cara yang digunakan adalah dengan menambahkan *gilsonite*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *eksperimental dengan skala* laboratorium. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini berupa pengujian *falling head*. Campuran aspal porus pada penelitian ini menggunakan 2 gradasi yaitu gradasi Jepang dan Australia. Adapun kadar aspal yang digunakan sebesar 4,5%, 5,0%, 5,5%, dan 6,0%, sedangkan kadar gilsonite yang digunakan adalah kadar gilsonite maksimum sebesar 5,5% dan 0% sebagai control. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa kadar aspal dan kadar *gilsonite* optimum diperoleh sebesar 5,5% terjadi penurunan nilai koefisien permeabilitas pada campuran aspal porus modifikasi dalam kisaran 0,1 cm/detik sampai dengan 0,3 cm/ detik.

Kata Kunci: Aspal Porus, Gilsonite, Gradasi Jepang, Gradasi Australia, Koefisien Permeabilitas.

To cite this article:

Oktaviani, Tetra. (2021). Koefisien Permeabilitas Campuran Aspal Porus Akibat Penambahan Gilsonite. *Jurnal Teknik Sipil SENDI*, Vol (02), No (01), 7-12

PENDAHULUAN

Dalam perencanaan struktur perkerasan dikenal 3 (tiga) jenis struktur perkerasan, yaitu struktur perkerasan lentur, struktur perkerasan kaku dan struktur perkerasan komposit. Struktur perkerasan lentur umumnya terdiri dari 3 (tiga) lapis, yaitu lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah. Lapis permukaan merupakan bahan campuran beraspal yang sebagian besar penerapannya menggunakan campuran bergradasi rapat, tidak terjadi rongga diantara agregat, digunakan untuk lapis permukaan jalan dan tempat parkir kendaraan.

Campuran aspal porus dapat menjadi lapisan permukaan dari suatu struktur perkerasan lentur yang ramah lingkungan dan sangat baik digunakan di daerah parkir kendaraan, selanjutnya dikenal sebagai bagian dari struktur perkerasan berpori (NAPA, 2011). *The U.S Department Transportation* dan *Federal Highway Administration* (FHWA) merekomendasikan bahwa struktur perkerasan berpori terdiri dari 3 (tiga) lapis, yaitu lapis permukaan, lapis filter, dan lapis penampungan, semua dibangun di atas tanah dasar yang *permeabel* (Schaus, L. K, 2007). Sedangkan metoda perencanaan struktur perkerasan berpori untuk permata kali dipublikasikan pada tahun 1977 oleh peneliti dari *Franklin Institute Research Laboratories* di Philadelphia (NAPA, 2011, Schaus, L. K, 2007).

Aspal porus merupakan campuran aspal dengan rongga yang lebih banyak dibandingkan dengan lapisan permukaan dari suatu struktur perkerasan umumnya. Campuran aspal porus merupakan campuran yang memiliki rongga udara yang tinggi dan proporsi agregat halus yang sedikit. Rongga udara yang tinggi diakibatkan oleh gradasi pada campuran aspal porus merupakan gradasi terbuka. Ruang udara/pori itu sendiri berfungsi sebagai sistem drainase ganda yang dapat mengalirkan air secara vertical maupun horizontal. Campuran aspal porus dapat menjadi lapisan permukaan dari suatu struktur perkerasan lentur yang ramah lingkungan dan sangat baik digunakan di daerah parkir kendaraan, selanjutnya dikenal sebagai bagian dari struktur perkerasan berpori (Departemen Pekerjaan Umum Rancangan 2, 2015).

Aspal porus memiliki beberapa kelebihan, yaitu rongga yang terdapat pada aspal porus berfungsi untuk membantu mengalirkan air secara vertikal dan horizontal, memberikan ketahanan terhadap selip yang lebih besar, mengurangi tingkat kebisingan bagi pengguna maupun penduduk sekitar dan dapat meningkatkan keselamatan bagi pengguna jalan (Australian Asphalt Pavement Association, 2004). Selanjutnya, aspal porus dapat digunakan sebagai media reservoir yang dapat mengalirkan dan menyimpan air hujan ke dalam tanah.

Aspal porus dipergunakan untuk lapisan permukaan jalan (*surface course*) dan selalu dihamparkan di atas lapisan kedap air. Campuran aspal porus dirancang untuk mendapatkan rongga – rongga yang saling bersambungan (*interconnected*) dengan permeabilitas tinggi. Dengan demikian, air dengan mudah dapat memasuki perkerasan dan dipindahkan dari permukaan kemudian dialirkan menuju bahu jalan. Kemampuan aspal porus sebagai sistem drainase dapat menurunkan usia perkerasan. Pengumpulan benda – benda kecil dan debu dalam rongga permukaan dapat menurunkan kemampuan aliran air. Struktur perkerasan berpori adalah teknologi baru, dibangun untuk ruas jalan dengan volume lalu lintas rendah, fasilitas parkir kendaraan, jalur sepeda, fasilitas pejalan kaki/ trotoar dan lapangan tenis, sebagai alternatif teknik pengelolaan air atau praktek pengelolaan unggul (Schaus, L. K, 2007).

Djakfar, L., H. Bowoputro, dan Y. Zaika (2015) telah melakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan *additive* terhadap kinerja marshall pada campuran aspal porus dengan membandingkan *additive* antara gilsonite dan lateks. Penelitian ini dirancang dengan memvariasikan kadar gilsonite dan lateks kemudian dianalisa bahan tambah mana yang menghasilkan nilai stabilitas yang tinggi. Hasil penelitian tersebut diperoleh nilai debit aliran campuran aspal porus dengan bahan tambah gilsonite sebesar 910 cm³/detik, stabilitas yang diperoleh sebesar 937 kg dengan kadar optimum *gilsonite* sebesar 9%, sedangkan nilai stabilitas campuran aspal porus dengan bahan tambah lateks diperoleh debit aliran sebesar 1024 cm³/detik, stabilitas sebesar 627 kg dan kadar lateks optimum sebesar 2%.

Y.G. Fenny Putri (2013) telah melakukan penelitian untuk mengevaluasi kinerja aspal porus menggunakan 3 gradasi, yaitu Australia, California, dan British. Dalam hal spesifikasi karakteristik yang digunakan adalah standar Australia. Benda uji dibuat sebanyak 12 buah per gradasi dengan variasi kadar aspal antara 4% - 7%. Kadar aspal optimum yang diperoleh, digunakan dalam membuat 12 benda uji yang dengan bahan tambah Wetfix-Be. Kadar Wetfix-be yang digunakan berkisar antara 0,2% - 0,5%. Benda uji tersebut digunakan untuk pengujian permeabilitas dengan menggunakan metode *falling head*. Hasil penelitian dengan menggunakan 3 gradasi dapat disimpulkan bahwa standar Australia menghasilkan nilai koefisien permeabilitas yang lebih tinggi

dibandingkan California dan British. Karakteristik marshall standar, yaitu VIM, Flow, dan MQ standar Australia dan California memenuhi persyaratan, sedangkan stabilitasnya tidak memenuhi. Hasil ini berbanding terbalik dengan karakteristik marshall yang dihasilkan dari standar British.

Berdasarkan penelitian tersebut disarankan untuk membatasi penggunaan aditif dan menurunkan kadar *gilsonite* karena mempengaruhi nilai VIM dan permeabilitas campuran. Selain itu, perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan modifikasi gradasi campuran yang digunakan. Lebih lanjut diperlukan pengujian lapangan sehingga kinerja dan kemampuan permeabilitas campuran dapat diperoleh dengan baik. Adapun upaya dalam mengimplementasikan saran-saran dari penelitian tersebut, maka penelitian yang akan dilakukan selanjutnya adalah dengan menurunkan dan mengurangi kadar *gilsonite*, menggunakan variasi dalam gradasi berdasarkan standar Australia dan Jepang. Adapun penelitian lanjutan yang dilakukan menggunakan gradasi Australia berdasarkan *Australian Asphalt Pavement Association (AAPA) 2004* dan *Japan Road* diperoleh kadar aspal optimum sebesar 5,5% dengan nilai rongga campuran yang rendah (Oktaviani, Tetra, 2018). Dari sinilah dikembangkan penelitian lanjutan untuk mengetahui koefisien permeabilitas pada campuran aspal porous dengan kadar *gilsonite* maksimum.

METODE PENELITIAN

Material

Material (agregat halus dan kasar) yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Cagak, Subang, Jawa Barat. Adapun aspal yang digunakan adalah aspal pertamina dengan penetrasi 60/70. Pengujian agregat dan aspal berdasarkan Rancangan 2 Indonesia untuk campuran aspal porous. Selanjutnya bahan tambah yang digunakan dalam campuran aspal adalah *gilsonite* yang dipesan dari distributor yang berasal dari Bandung seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Gilsonite Sebelum dan Sesudah Penggilingan
sumber: Hugo Alexander (ASCE)

Selanjutnya untuk perencanaan gradasi agregat campuran aspal porous yang akan digunakan adalah batas tengah gradasi Australia dan Jepang seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Gradasi Aspal Porus

Diameter Saringan (mm)	Gradasi Australia	Gradasi Jepang
	Diameter Agregat	% Agregat Lolos
	14 mm	
19.0	100	100
12.7	85-100	92-100
9.53	45-70	62-81
6.70	25-45	-
4.760	10-25	10-31
2.380	7-15	10-21
1.190	6-12	-
0.595	5-10	4-17
0.297	4-8	3-12
0.149	3-7	3-8
0.074	2-5	2-7
Total	100	100
Kadar aspal	4,5-6.0	

Metode Pengujian

Benda uji yang digunakan dalam penelitian menggunakan batas tengah dua gradasi, yaitu gradasi Jepang dan gradasi Australia. Adapun variasi kadar aspal yang digunakan adalah 4.5, 5.0, 5.5, dan 6.0 %, sedangkan kadar gilsonite yang digunakan adalah kadar gilsonite maksimum sebesar 5.5 % dan gilsonite sebesar 0% sebagai kontrol. Masing-masing kadar aspal terdiri dari 3 buah benda uji. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian permeabilitas yang merujuk pada Rancangan 2 Indonesia yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum tahun 2012 mengenai Aspal Porus yang kemudian dibandingkan dengan *Australian Asphalt Pavement Association (AAPA) 2004* dan *Japan Road*. Pengujian permeabilitas dilakukan untuk mendapatkan besarnya nilai permeabilitas benda uji aspal porus. Metode pengukuran yang dipakai adalah metode pengujian *Falling Head*. Alat yang digunakan untuk pengujian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Alat Pengujian Permeabilitas

Dari hasil pengujian ini akan didapatkan nilai koefisien permeabilitas dari masing-masing campuran dengan menggunakan Persamaan 1

$$k = 2,3 \frac{aL}{At} \times \left[\log \left(\frac{h_1}{h_2} \right) \right] \dots\dots\dots \text{(Persamaan 1)}$$

Dimana :

- k = Koefisien permeabilitas air (cm/s) a = Luas melintang tabung (cm²)
- L = Tebal spesimen (cm) A = Luas potongan specimen (cm²)
- h₁ = Tinggi air atas pada tabung (cm) h₂ = Tinggi air bawah pada tabung (cm)
- t = Waktu yang dibutuhkan untuk mengalirkan air dari h₁ ke h₂ (s)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesifikasi nilai koefisien permeabilitas yang disyaratkan dalam Rancangan 2 Indonesia untuk Campuran Aspal Porus Departemen Pekerjaan Umum tahun 2012 adalah minimal 1 x 10⁻² cm/detik. Berdasarkan spesifikasi AAPA 2004 nilai koefisien permeabilitas yang diizinkan adalah sebesar 0,1 cm/detik sampai dengan 0,5 cm/detik. Disisi lain, dalam spesifikasi *Japan Road* tidak tertulis mengenai spesifikasi koefisien permeabilitas. Tabel 2 menyajikan nilai koefisien permeabilitas untuk masing-masing gradasi.

Tabel 2. Hasil Pengujian Permeabilitas

Kadar Aspal (%)	Gradasi Jepang	Gradasi Australia	Gradasi Jepang	Gradasi Australia	Rancangan 2 Indonesia	AAPA 2004	<i>Japan Road</i>
	Koefisien Permeabilitas (cm/detik)						
	Kadar Gilsonite 0%		Kadar Gilsonite 5,5%				
4,5	0,72	0,89	0,69	0,68	> 0,01 cm/detik	0,1 – 0,5 cm/detik	-
5,0	0,56	0,80	0,60	0,60			
5,5	0,59	0,92	0,46	0,61			
6,0	0,67	0,72	0,49	0,34			

Data dari hasil pengujian sebelumnya diperoleh nilai kadar aspal optimum adalah sebesar 5,5%. Berdasarkan Tabel 2, penambahan gilsonite pada aspal (aspal modifikasi) dengan variasi kadar aspal yang berbeda-beda tidak serta-merta menyebabkan penurunan nilai koefisien permeabilitas untuk benda uji menggunakan gradasi Jepang. Dari data hasil pengujian diperoleh nilai koefisien permeabilitas benda uji kontrol dengan benda uji yang menggunakan gilsonite memiliki nilai koefisien permeabilitas yang tidak beraturan. Hal ini terbukti dari data hasil pengujian koefisien permeabilitas untuk benda uji kontrol menggunakan gradasi Jepang dengan penggunaan kadar aspal sebesar 4,5%, 5,0%, 5,5%, dan 6,0% berturut-turut sebesar 0,72, 0,56, 0,59, dan 0,67 cm/detik. Sama halnya dengan benda uji gradasi Jepang yang menggunakan gilsonite sebesar 5,5% dengan kadar kadar aspal sebesar 4,5%, 5,0%, 5,5%, dan 6,0% berturut-turut sebesar 0,69, 0,60, 0,46, dan 0,49 cm/detik. Namun untuk benda uji yang menggunakan kadar gilsonite sebesar 5,5% pada gradasi Jepang dan Australia memiliki perbedaan. Adapun untuk untuk benda uji kontrol menggunakan gradasi Australia dengan penggunaan kadar aspal sebesar 4,5%, 5,0%, 5,5%, dan 6,0% berturut-turut sebesar 0,89, 0,80, 0,92, dan 0,72 cm/detik, sedangkan benda uji gradasi Australia yang menggunakan gilsonite sebesar 5,5% dengan kadar kadar aspal sebesar 4,5%, 5,0%, 5,5%, dan 6,0% berturut-turut sebesar 0,68, 0,60, 0,61, dan 0,34 cm/detik.

Nilai koefisien permeabilitas dari hasil pengujian hanya dapat dibandingkan dengan spesifikasi Rancangan 2 Indonesia dan AAPA 2004 dikarenakan *Japan Road* tidak memiliki spesifikasi untuk nilai koefisien permeabilitas. Adapun nilai koefisien permeabilitas yang memenuhi spesifikasi AAPA 2004 pada benda uji gradasi Australia adalah benda uji dengan kadar aspal 6,0% dengan kadar gilsonite 5,5%, yaitu sebesar 0,34 cm/detik. Namun, nilai koefisien permeabilitas yang diperoleh dari gradasi Australia maupun Jepang sudah memenuhi spesifikasi Rancangan 2 Indonesia dimana nilai koefisien tersebut memiliki nilai > 0,01 cm/detik. Nilai koefisien permeabilitas yang dihasilkan oleh benda uji dengan menggunakan gradasi Jepang memiliki nilai lebih kecil dibandingkan dengan koefisien permeabilitas yang dihasilkan dari benda uji gradasi Australia. Hal ini berbanding lurus dengan hasil pengujian sebelumnya yang menunjukkan nilai rongga dalam campuran (*Void In Mixture*) dari gradasi Jepang dan Australia. Rongga dalam campuran pada gradasi Jepang lebih kecil dibanding dengan rongga dalam campuran benda uji gradasi Australia. Dengan demikian, terbukti bahwa semakin kecil rongga dalam campuran, maka semakin kecil pula nilai koefisien permeabilitas yang dihasilkan oleh benda uji tersebut.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh sebagai berikut:

1. Nilai koefisien permeabilitas campuran aspal porus dengan kadar gilsonite 0% dan kadar aspal 5,5% untuk gradasi Jepang dan Australia berturut-turut sebesar 0,59 cm/detik dan 0,92 cm/detik. Sedangkan untuk kadar gilsonite 5,5% dan kadar aspal 5,5%.
2. Nilai koefisien permeabilitas campuran aspal porus modifikasi untuk gradasi Jepang dan Australia berturut-turut sebesar 0,46 cm/detik dan 0,61 cm/detik.
2. Penambahan gilsonite pada campuran aspal porus modifikasi menurunkan nilai koefisien permeabilitas. Namun demikian nilai koefisien permeabilitas untuk kedua jenis gradasi dan untuk kadar aspal 5,5% dengan kadar gilsonite 0% ataupun 5,5% masih memenuhi spesifikasi rancangan 2 Indonesia, yaitu lebih besar dari 0,01 cm/detik.
3. Rendahnya nilai permeabilitas disebabkan oleh nilai rongga dalam campuran (*Void In Mixture*) yang kecil.
4. Pengurangan kadar gilsonite masih tidak mempengaruhi atau tidak memperkecil koefisien permeabilitas.

REFERENSI/DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum Rancangan 2. (2015). Perancangan dan Pelaksanaan Campuran Aspal Porus (Indonesia: Departemen Pekerjaan Umum).
- Djakfar, L. H. Bowoputro, dan Y, Zaika. (2015). Pengaruh Penambahan *Additive* terhadap Kinerja Marshall pada Campuran Aspal Porus. *The 18th FSTPT International Symposium*, Unila, Bandar Lampung, August 28, 2015.
- Japan Road Association 1989 Manual for Asphalt Pavement Japan Asphalt Association.
- NAPA, (2011). *The U.S Department Transportation dan Federal Highway Administration (FHWA)*. USA.
- Schaus, L. K, (2007). *A Side-by-Side Comparison of Pervious Concrete and Porous Asphalt*. America.
- Oktaviani, Tetra. (2018). Analisis Pengaruh Penambahan Bahan Tambah Gilsonite Terhadap Kinerja Struktural Aspal.
- Y.G, Fenny Putri. dkk (2013). Evaluasi Kinerja Aspal porus Menggunakan Spesifikasi Gradasi dari Australia, California (CalAPA) dan British (BS). *Jurnal Civitas Akademik*. Vol. Tahun 2013.



PENGARUH LEBAR SAYAP TERHADAP KEKUATAN GESER BALOK BETON BERTULANG BERPENAMPANG I TANPA TULANGAN SENKANG

Nofriadi¹

¹Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Medan
Email : nofriadi@polmed.ac.id

Received: 10 Juni 2021

Accepted: 22 Juni 2021

Published : 26 Juni 2021

Abstract

Theoretically the value of the shear strength of reinforced concrete beams can be calculated based on existing regulations. However, the existing regulations do not currently many regulations governing the shear capacity of the beam in different cross-sectional shape. During this time the existing regulations are still focused to beams with rectangular cross section. In the development of the beam is not only square, now a wide variety of concrete beams have been made as T beams, circles beams and I beam. Sectional geometry of the beam greatly affects the shear capacity of a structural element, because the local area effective in resisting shear loads will be different in each cross-sectional shape. I beam is have flange at the top and bottom, there is no detailed rules for calculating the shear capacity by adding a function of the flange. An experimental study of reinforced concrete members with solid I cross section subjected to lateral loading. Experiments carried out on 9 samples I beams without stirrups. In this study, using a variation of the width of the flange with a size of 150 mm, 250 mm, and 350 mm. The ratio of longitudinal reinforcement that each use a reinforcement diameter of 13 mm, 16 mm, and 19. Based on the experimental results, it can be concluded that the variation of the flange has a significant contribution to the shear capacity of I beam reinforced concrete beam.

Keywords: *shear, beam, flange, reinforcements*

Abstrak

Secara teoritis nilai kekuatan geser balok beton bertulang dapat dihitung berdasarkan peraturan-peraturan yang ada. Namun pada peraturan yang ada pada saat ini belum banyak peraturan yang mengatur tentang kapasitas geser balok dalam berbagai bentuk penampang. Selama ini peraturan yang ada masih terfokus balok beton berpenampang persegi. Dalam perkembangannya balok tidak hanya persegi, sekarang berbagai macam balok telah dibuat seperti balok berpenampang T, lingkaran dan I. Geometri penampang pada balok sangat mempengaruhi kapasitas geser dari suatu elemen struktur, karena luasan daerah efektif dalam melawan beban geser akan berbeda disetiap bentuk penampang. Balok berpenampang I yang memiliki sayap (flange) pada bagian atas dan bawah, belum ada peraturan yang detail untuk menghitung kapasitas geser dengan menambahkan fungsi dari sayap. Pada studi ini dilakukan pengujian eksperimental terhadap balok beton bertulang berpenampang I yang diberi beban lateral. Eksperimen dilakukan terhadap 9 sampel balok berpenampang I tanpa tulangan sengkang. Dalam penelitian ini menggunakan variasi lebar sayap dengan ukuran 150 mm, 250 mm, dan 350 mm. Sedangkan rasio tulangan longitudinal yang masing-masingnya menggunakan tulangan diameter 13 mm, 16 mm, dan 19. Pengujian sampel dilakukan dengan beam test menggunakan 2 beban terpusat monotonik hingga runtuh. Selama pengujian nilai beban yang menyebabkan retak serta beban maksimum yang mampu ditahan oleh benda uji dicatat sejalan dengan pertambahan lendutan yang terjadi. Perbandingan kapasitas geser dengan variasi lebar sayap disajikan dalam bentuk grafik dan tabel. Berdasarkan hasil eksperimental tersebut dapat disimpulkan bahwa variasi lebar sayap memberikan kontribusi yang cukup signifikan terhadap kapasitas geser balok beton bertulang berpenampang I.

Kata Kunci: *geser, balok, sayap, tulangan*

To cite this article:

Nofriadi. (2021). Pengaruh Lebar Sayap terhadap Kekuatan Geser Balok Beton Bertulang Berpenampang I Tanpa Tulangan Sengkang. *Jurnal Teknik Sipil SENDI*. Vol (2) No (1), 13-19.

PENDAHULUAN

Beton bertulang dapat diaplikasi pada elemen balok, kolom, plat lantai, pondasi dan sebagainya. Balok merupakan salah satu elemen yang penting dalam bangunan beton bertulang yang berperan dalam menahan beban lentur dan beban geser. Keruntuhan yang paling dihindari pada elemen balok adalah keruntuhan getas yang terjadi secara tiba-tiba tanpa adanya peringatan. Pengaruh gaya geser akan mengurangi kekuatan dan daktilitas dari elemen balok beton bertulang. Keruntuhan akibat geser sangat kompleks dibandingkan keruntuhan akibat lentur karena banyak hal yang mempengaruhi terjadinya keruntuhan tersebut, antara lain kuat tekan beton (f_c'), rasio tulangan longitudinal (ρ_l), perbandingan bentang geser dengan tinggi efektif (a/b), dan perbandingan panjang bersih balok terhadap tinggi efektif (l_e/d) serta sudut kemiringan retaknya (Astariani, N.K. 2010).

Pada balok beton bertulang keruntuhan geser ditandai dengan adanya retak diagonal pada bagian bentang geser balok. Retak lentur selalu datang sebelum terjadinya retak diagonal di balok persegi panjang, balok I atau balok T. Bentuk balok (I dan T) mempengaruhi kapasitas geser dan perilaku perambatan retak diagonal karena besar tegangan geser berbeda di setiap badan balok (Bresler dan McGregor dalam Thamrin R dkk. 2016).

Secara teoritis kapasitas geser pada balok beton bertulang dapat dihitung berdasarkan peraturan-peraturan empiris yang sudah ada seperti : SNI 03-2847-2013 , ACI 318-14, JSCE 2007, British Standard 8110-1-1997, dan Eurocode 2 (2004). Peraturan-peraturan tersebut banyak digunakan pada bentuk penampang balok persegi, belum banyak peraturan-peraturan yang mengatur tentang kapasitas geser dalam berbagai bentuk penampang. Dalam perkembangannya betok balok tidak hanya persegi, sekarang berbagai macam balok telah dibuat seperti balok berpenampang T, lingkaran dan I

Geometri penampang pada balok sangat mempengaruhi kapasitas geser dari suatu elemen struktur, karena luasan daerah efektif dalam melawan beban geser akan berbeda disetiap bentuk penampang. Pada penampang balok persegi luas daerah geser efektif merupakan perkalian antara lebar penampang dan tinggi efektif penampang. Sementara itu untuk balok berpenampang T yang memiliki sayap (flange) terbukti memiliki kontribusi terhadap balok berpenampang T yang disertai dengan usulan formula geser khusus untuk balok berpenampang T (Thamrin 2016). Sedangkan pada balok berpenampang I yang memiliki sayap (flange) pada bagian atas dan bawah belum ada peraturan yang detail untuk menghitung kapasitas geser dengan menambahkan fungsi dari sayap, selama ini perhitungan kapasitas geser masih mengadopsi peraturan kapasitas geser pada persegi.

Tulangan longitudinal pada balok juga memberikan kontribusi pada kapasitas geser, namun pada peraturan-peraturan yang ada belum ada peraturan yang menambahkan fungsi dari rasio tulangan longitudinal pada formulanya. Untuk itulah dilakukan serangkaian pengujian pada balok beton bertulang berpenampang I untuk mendapatkan pengaruh rasio tulangan longitudinal dan pengaruh sayap (flange) pada balok berpenampang I

TELAAH PUSTAKA

Kuat Geser Balok

Analisa dan desain pada penampang beton bertulang terhadap geser yang diakibatkan oleh bekerjanya beban luar merupakan hal yang sangat penting dalam struktur beton, karena kekuatan tarik beton jauh lebih kecil dibandingkan dengan kekuatan tekannya. Perilaku balok beton yang runtuh akibat geser sangat berbeda dengan runtuh yang diakibatkan lentur, dimana bentuk retak diagonalnya lebih besar dibanding retak lentur. Keruntuhan akibat geser menyebabkan balok langsung hancur tanpa adanya tanda-tanda dan peringatan terlebih dahulu

Karena kecilnya kekuatan tarik beton maka timbul retak diagonal sepanjang bidang yang tegak lurus terhadap bidang tegangan tarik utama, hal ini disebut retak tarik diagonal. Untuk mencegah retak ini diperlukan suatu penulangan tarik diagonal. Pada daerah yang mengalami momen yang besar, retak yang terjadi disebut retak lentur. Pada daerah yang gesernya besar, akibat tarik diagonal dapat terjadi retak miring sebagai kelanjutan dari retak lentur dan disebut retak geser lentur

Teori Kapasitas Geser Balok

Selama ini peraturan di dunia dan SNI tidak ada mengatur persamaan geser khusus untuk elemen struktur beton bertulang berpenampang I. Peraturan tersebut hanya menjelaskan mengenai kapasitas geser elemen struktur beton bertulang berpenampang persegi. Sehingga pada pembahasan penelitian ini kapasitas geser balok beton bertulang berpenampang I diasumsikan sama dengan kapasitas geser balok beton bertulang dengan formula yang disediakan oleh peraturan-peraturan di dunia. Berikut dijelaskan kapasitas geser teoritis balok beton bertulang berpenampang I yang terdapat pada beberapa peraturan-peraturan

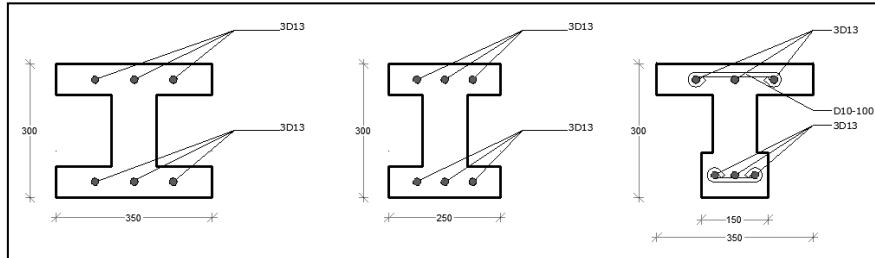
Tabel 1. Rumus Empiris Kuat Geser Nominal

Peraturan dan Literatur	Rumus Empiris Kuat Geser Nominal
SNI 03-2847-2013 (ACI 318-14)	$V_c = 0,17\lambda \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d$
JSCE 2007	$V_c = 2 \beta_d \cdot \beta_p \cdot f_{vcd} \cdot b_w \cdot \frac{d}{\gamma_b}$
Eurocode 2 (2004)	$V_c = [0,12k(100\rho_1 f_{ck})^{1/3}] b_w d$
BS 8110-1-1997	$V_c = [0,79(\frac{100A_s}{b_w \cdot d})^{1/3} \cdot (\frac{400}{d})^{1/4} / \gamma_m] b_w d$

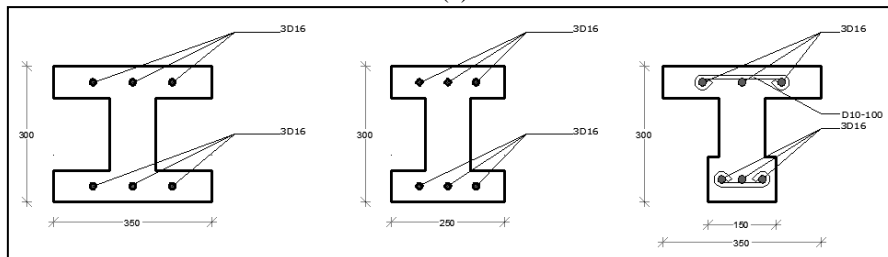
METODE PENELITIAN

Populasi dan Sampel

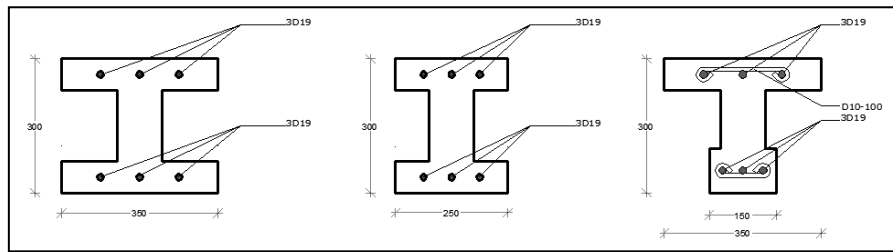
Untuk penelitian ini dibuat 9 buah model balok beton bertulang dengan 3 variasi lebar sayap (flange) yaitu dengan lebar 150 mm, 250 mm, dan 350 mm. Untuk tulangan longitudinal menggunakan variasi tulangan diameter 13 mm, 16 mm, dan 19 mm. Bentuk geometri model specimen balok ditunjukkan dalam gambar 1



(a)



(b)



(c)
 Gambar 1. (a) Potongan Penampang Balok I D13
 (b) Potongan Penampang Balok I D16
 (c) Potongan Penampang Balok I D19

Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan beberapa pengujian ekperimental yaitu dengan mengadakan suatu percobaan secara langsung untuk mendapatkan suatu data atau hasil yang menghubungkan antara variabel-variabel yang diselidiki. Metode eksperimental dapat dilakukan di dalam ataupun di luar laboratorium. Penelitian ini dilakukan di dalam Laboratorium Material dan Struktur Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas

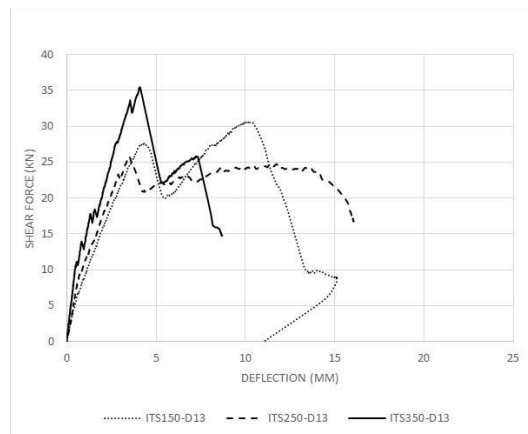
Metode Analisis

Keluaran hasil uji eksperimental ditampilkan dalam bentuk kurva beban-perpindahan dan pola retak benda uji. Analisis hasil uji eksperimental meliputi kekuatan dan kekakuan masing-masing benda uji pada setiap inkremental pembebanan. Pada bagian akhir dilakukan komparasi antar benda uji untuk mendapatkan pengaruh variabel-variabel penelitian terhadap perilaku masing-masing benda uji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah didapatkan hasil eksperimnetal selanjutnya dlilakukan pembahasan terhadap pengaruh variasi sayap (flange) terhadap kapasitas geser.

1. Balok I dengan Tulangan Diameter 13 mm



Gambar 2. Kurva Beban Vs Lenturan Balok dengan Tulangan Dia 13 mm

Grafik perbandingan yang ditunjukkan pada Gambar 2 merupakan perbandingan antara spesimen yang memiliki diameter tulangan 13 mm yaitu benda uji ITS150-D13, ITS250-D13, dan ITS350-D13. Grafik tersebut menjelaskan bahwa kekakuan yang dimiliki oleh spesimen tersebut hampir sama dengan berbagai macam variasi lebar flange, ini dapat dilihat dari sudut yang dibentuk oleh kurva relatif sama.

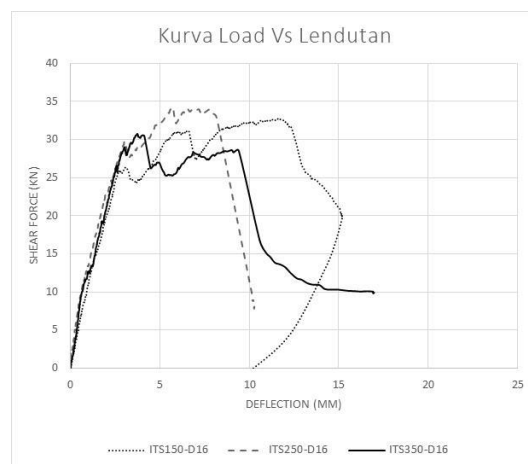
Tabel 2. Kapasitas Geser benda uji dengan diameter tulangan 13 mm

Benda Uji	Kapasitas Geser (kN)	Tipe Keruntuhan
ITS-150-D13	27,65	Geser
ITS-250-D13	25,80	Geser
ITS-350-D13	33,65	Geser

Berdasarkan tabel 2 dari segi kekuatan dalam menahan beban, masing-masing benda uji memiliki perbedaan, terutama perbandingan kekuatan benda uji ITS150-D13 dengan nilai kuat geser 27,65 kN turun menjadi 25,80 kN pada benda uji ITS250-D16, ini dapat dilihat bahwa terjadi penurunan sebesar 6,6 % terhadap kekuatan benda uji ITS150-D13. Selanjutnya pada benda uji ITS250-D13 dengan nilai kuat geser 25,80 kN naik menjadi 33,65 kN pada benda uji ITS350-D13, ini dapat dilihat bahwa terjadi kenaikan sebesar 30,42 % terhadap kekuatan benda uji ITS250-D13

Dari penjabaran diatas dapat disimpulkan bahwa perubahan lebar flange 150 mm ke 250 mm belum cukup signifikan mempengaruhi kenaikan kekuatan kapasitas geser balok, namun pada perubahan flange 150 mm ke 350 mm kuat geser naik sebesar 21,8 % dan pada perubahan flange 250 mm ke 350 mm kuat geser naik sebesar 30,42 % . Sehingga dengan penambahan lebar flange cukup signifikan mempengaruhi kenaikan kekuatan kapasitas geser balok.

2. Balok I dengan Tulangan Diameter 16 mm



Gambar 3. Kurva Beban Vs Lendutan Balok dengan Tulangan Dia 16 mm

Grafik perbandingan yang ditunjukkan pada Gambar 3 merupakan perbandingan antara spesimen yang memiliki diameter tulangan 16 mm yaitu benda uji ITS150-D16, ITS250-D16, dan ITS350-D16. Grafik tersebut menjelaskan bahwa kekakuan yang dimiliki oleh spesimen tersebut hampir sama dengan berbagai macam variasi lebar flange, ini dapat dilihat dari sudut yang dibentuk oleh kurva relatif sama

Table 3. Kapasitas Geser benda uji dengan diameter tulangan 16 mm

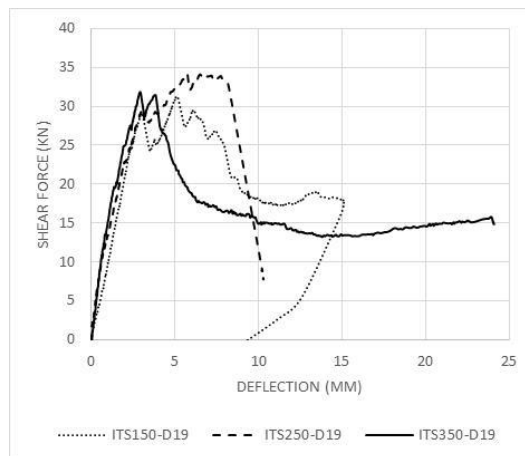
Benda Uji	Kapasitas Geser (kN)	Tipe Keruntuhan
ITS-150-D16	26,35	Geser
ITS-250-D16	29,70	Geser
ITS-350-D16	30,75	Geser

Berdasarkan tabel 3 dari segi kekuatan dalam menahan beban, masing-masing benda uji memiliki perbedaan, terutama perbandingan kekuatan benda uji ITS150-D16 dengan nilai kuat geser 26,35 kN naik

menjadi 29,70 kN pada benda uji ITS250-D16, ini dapat dilihat bahwa terjadi kenaikan sebesar 12,71 % terhadap kekuatan benda uji ITS150-D16. Selanjutnya pada benda uji ITS250-D16 dengan nilai kuat geser 29,70 kN juga naik menjadi 30,75 kN pada benda uji ITS350-D13, ini dapat dilihat bahwa terjadi kenaikan sebesar 3,5 % terhadap kekuatan benda uji ITS250-D16

Dari penjabaran diatas dapat disimpulkan bahwa perubahan lebar flange 150 mm ke 250 mm dan dari 250 ke 350 mm cukup signifikan mempengaruhi kenaikan kekuatan kapasitas geser balok, Sehingga dengan penambahan lebar flange cukup signifikan mempengaruhi kenaikan kekuatan kapasitas geser balok.

3. Balok I dengan Tulangan Diameter 19 mm



Gambar 4. Kurva Beban Vs Lendutan Balok dengan Tulangan Dia 19 mm

Grafik perbandingan yang ditunjukkan pada Gambar 4 merupakan perbandingan antara spesimen yang memiliki diameter tulangan 19 mm yaitu benda uji ITS150-D19, ITS250-D19, dan ITS350-D19. Grafik tersebut menjelaskan bahwa kekakuan yang dimiliki oleh spesimen tersebut hampir sama dengan berbagai macam variasi lebar flange, ini dapat dilihat dari sudut yang dibentuk oleh kurva relatif sama.

Tabel 4. Kapasitas Geser benda uji dengan diameter tulangan 19 mm

Benda Uji	Kapasitas Geser (kN)	Tipe Keruntuhan
ITS-150-D19	29,05	Geser
ITS-250-D19	31,40	Geser
ITS-350-D19	31,85	Geser

Berdasarkan tabel 4 dari segi kekuatan dalam menahan beban, masing-masing benda uji memiliki perbedaan, terutama perbandingan kekuatan benda uji ITS150-D19 dengan nilai kuat geser 29,05 kN naik menjadi 31,40 kN pada benda uji ITS250-D19, ini dapat dilihat bahwa terjadi kenaikan sebesar 8 % terhadap kekuatan benda uji ITS150-D19. Selanjutnya pada benda uji ITS250-D19 dengan nilai kuat geser 31,40 kN juga naik menjadi 31,85 kN pada benda uji ITS350-D19, ini dapat dilihat bahwa terjadi kenaikan sebesar 1,4 % terhadap kekuatan benda uji ITS250-D19

Dari penjabaran diatas dapat disimpulkan bahwa perubahan lebar flange 150 mm ke 250 mm dan dari 250 ke 350 mm cukup signifikan mempengaruhi kenaikan kekuatan kapasitas geser balok, Sehingga dengan penambahan lebar flange cukup signifikan mempengaruhi kenaikan kekuatan kapasitas geser balok.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil eksperimental dan pengolahan data dapat disimpulkan bahwa variasi lebar sayap (flanges) memberikan kontribusi yang cukup signifikan terhadap kapasitas geser balok beton bertulang

berpenampang I dengan rata-rata kenaikan sebesar yang mana semakin besar lebar sayap (flanges) yang diberikan semakin besar pula kapasitas geser balok beton bertulang berpenampang I.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya ucapkan kepada pihak-pihak yang telah membantu pada proses pelaksanaan eksperimental di Jurusan Teknik Sipil Universitas Andalas.

REFERENSI/DAFTAR PUSTAKA

Thamrin, R.,Dkk. 2016. *Shear Streng Of Reinforced Concrete T-Beam Without Stirrups*. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Andalas. Padang

Astariani, Ni Kadek. 2010. *Pengaruh Rasio Tulangan Longitudinal Terhadap Kuat Geser Balok Beton Bertulang*.

British Standard (BS 8110-1:1997). *Structural Use of Concrete – Part 1 : Code of Practice for Design and Construction*.

Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318R-2014) and Commentary. American Concrete Institue.

Eurocode 2 : Design of Concrete Structures - Part 1-1 : General rules and rules for buildings. 2004

Standard Specifications for Concrete Structures. 2007. Japan Society of Civil Engineers



PENGARUH SUHU PEMADATAN TERHADAP STABILITAS CAMPURAN HRS-WC DENGAN FILLER ABU SINABUNG

Wirdatun Nafiah Putri, S.T., M.T¹, Efri Debby Ekinola Ritonga, S.T., M.T²
^{1,2} Politeknik Negeri Medan

wirdatunputri@polmed.ac.id, efritonga@polmed.ac.id

Received: 15 Juni 2021

Accepted: 22 Juni 2021

Published : 26 Juni 2021

Abstract

The stability of asphalt related to the strength of pavement structure to support the traffic loads without having a deformation. The essence of stability is the strength of aggregate's interlocking and the adhesion of asphalt in the asphalt mixture that is one of the requirements for good asphalt mixture. Temperature is an important factor in the process of making an asphalt mixture because thermoplastic is an asphalt characteristic is one of the cause of flexible pavement damages, wherein one cause of flexible pavement damage is asphalt mixture compaction process carried out not at the right temperature. The HRS (Hot Rolled Sheet) mixture used in Indonesia as a wearing course because it has flexibility and comfortability for the vehicles and high durability. Filler has a special effect on the asphalt mixture characteristics. The Sinabung Mount eruption produces a large of volcanic material which is a type of natural material, used as an alternative filler. This research using asphalt penetration 60-70 and volcanic ash of Sinabung Mount as a filler. The variation of asphalt content is 5.5%; 6.0%; 6.5%; 7% and the variation of compaction temperature is 90°C, 100°C, 120°C. Marshall testing was performed to determine the temperature effect on the stability of HRS-WC mixture. It founded that the variations in compaction temperature 90 °C, 100 °C and 120 °C had pass through the standard of HRS-WC stability value that is 600 kg.

Keywords: Stability, Asphalt, HRS-WC, Compaction Temperature

Abstrak

Stabilitas aspal berkaitan dengan kekuatan struktur perkerasan untuk dapat bertahan dengan beban lalu lintas tanpa mengalami perubahan deformasi yang berarti. Inti dari stabilitas berada pada kekuatan *interlocking* agregat dan daya lekat aspal dalam campuran aspal dimana hal ini merupakan salah satu persyaratan agar campuran aspal dikategorikan sebagai campuran yang baik. Suhu merupakan faktor penting dalam proses pengolahan campuran karena aspal mempunyai sifat *thermoplastic*, dimana salah satu penyebab kerusakan perkerasan lentur adalah proses pemadatan dilakukan tidak pada temperatur yang tepat. Campuran HRS (*Hot Rolled Sheet*) sering digunakan di Indonesia sebagai lapis permukaan atau lapisan aus, karena mempunyai kelenturan sehingga nyaman untuk dilalui kendaraan serta daya tahan yang relatif tinggi. Penggunaan filler pada campuran aspal mempunyai efek khusus untuk mempengaruhi karakteristik campuran. Meletusnya Gunung Sinabung menghasilkan material vulkanik yang menjadi satu jenis bahan alami untuk dijadikan alternatif *filler*. Penelitian ini dilakukan, menggunakan aspal pen 60-70 dan *filler* abu vulkanik Gunung Sinabung dengan variasi kadar aspal 5,5%; 6,0%; 6,5%; 7% dan variasi suhu pemadatan yang diambil yaitu 90°C, 100°C, 120 °C. Berdasarkan hasil pengamatan nilai stabilitas campuran HRS-WC dan pendekatan uji karakteristik marshall dengan variasi suhu pemadatan 90 °C, 100°C dan 120 °C dan benda uji dengan berat 1185 gr, 1188 gr dan 1188,2 gr menghasilkan nilai stabilitas sebesar 750 kg, 804 kg dan 1010 kg, yang mana nilai ini sudah memenuhi nilai stabilitas campuran HRS-WC yaitu 600 kg.

Kata Kunci: stabilitas, aspal, HRS-WC, suhu pemadatan

To cite this article: Putri dan Ritonga. (2021). Pengaruh suhu Pemadatan Terhadap Stabilitas Campuran HRS-WC Dengan Filler Abu Sinabung. *Jurnal Teknik Sipil SENDI*, Vol(2) No. (1) , 20-29

PENDAHULUAN

Stabilitas aspal berkaitan dengan kekuatan struktur perkerasan untuk dapat bertahan dengan beban lalu lintas tanpa mengalami perubahan deformasi yang berarti. Inti dari stabilitas berada pada kekuatan *interlocking* agregat dan daya lekat aspal dalam campuran aspal dimana hal ini merupakan salah satu persyaratan agar suatu campuran aspal dikategorikan sebagai campuran yang baik. Dan suhu merupakan faktor penting dalam proses pengolahan campuran karena aspal mempunyai sifat *thermoplastic*, dimana salah satu penyebab kerusakan perkerasan lentur adalah proses pemadatan campuran beraspal yang dilakukan tidak pada temperatur yang tepat,

Campuran HRS (*Hot Rolled Sheet*) sering digunakan di Indonesia sebagai lapis permukaan atau lapisan aus, karena mempunyai kelenturan sehingga nyaman untuk dilalui kendaraan serta daya tahan yang relatif tinggi. HRS merupakan campuran beraspal dengan agregat bergradasi senjang (*gap aggregate*) yang mengandung sedikit agregat kasar dan terdiri dari campuran agregat halus serta *filler* yang diolah dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Kekuatan dari campuran ditentukan oleh kekuatan gabungan antara agregat halus, mineral *filler* dan aspal. HRS kurang fleksibel terhadap suhu tinggi oleh karena itu diperlukan kadar aspal optimum yang sesuai dalam campuran perkerasan sehingga diperoleh stabilitas dan fleksibilitas maksimum.

Penggunaan *filler* pada campuran aspal meskipun kecil tetapi mempunyai efek yang besar untuk mempengaruhi karakteristik dari campuran. Meletusnya Gunung Sinabung menyebabkan material vulkanik tersebar ke beberapa daerah sehingga menutupi daerah tersebut. Abu vulkanik adalah salah satu jenis bahan alami yang dapat dijadikan alternatif *filler*. (Ritonga, 2014)

Atas dasar pentingnya suhu pemadatan dalam stabilitas campuran aspal, maka dilakukanlah penelitian tentang pengaruh suhu pemadatan terhadap stabilitas aspal dengan menggunakan campuran HRS-WC atau HRS lapis aus dengan menggunakan *filler* yang berasal dari abu vulkanik Gunung Sinabung.

TELAAH PUSTAKA

Stabilitas Aspal

Stabilitas adalah kemampuan campuran beraspal dalam melawan deformasi plastis atau perubahan bentuk permanen akibat beban lalu lintas. Stabilitas juga dapat didefinisikan sebagai kemampuan lapisan perkerasan dalam melayani beban lalu lintas dengan tanpa mengalami deformasi permanen, seperti bergelombang dan timbulnya alur. Stabilitas ditentukan oleh tahanan gesek dan penguncian oleh partikel agregat, serta kohesi yang berasal dari aspal. Gaya gesek antar butir-butir agregat berhubungan dengan sifat agregat seperti gradasi, bentuk dan tekstur permukaan, sedangkan kohesitas merupakan gaya ikat yang dimiliki aspal dan dipengaruhi oleh tipe dan jumlah bahan pengisi. Daya ikat dan gaya gesek tersebut yang akan menahan perpindahan antar butiran agregat akibat beban lalu lintas. Stabilitas campuran menjadi maksimal apabila menggunakan agregat yang permukaannya kasar dan tidak beraturan dengan volume aspal yang cukup sehingga adhesi dengan permukaan agregat dapat disebarkan dengan merata.

Aspal yang digunakan pada penelitian ini adalah aspal pen 60/70 yang sudah memenuhi standar spesifikasi pengujian aspal yang ditampilkan pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1 Ketentuan Aspal Keras (Kempupera, 2018)

No	Jenis Pengujian	Tipe I Aspal Pen 60-70
1	Penetrasi pada 25°C (0.1 mm)	60 - 70
2	Viskositas kinematis 135°C	≥ 300
3	Titik lembek (°C)	≥ 48
4	Daktilitas pada 25°C (cm)	≥ 100
5	Titik nyala (°C)	≥ 232
6	Kelarutan dalam Trichloroethylene (%)	≥ 99
7	Berat jenis	≥ 1.0

HRS (*Hot Rolled Sheet*)

HRS adalah campuran aspal yang dirancang dengan kadar aspal tinggi sehingga menyebabkan film aspal meliputi butir-butir agregat menjadi tebal dan sebagian aspal mengisi rongga udara yang kosong dan menyebabkan perkerasan mempunyai fleksibilitas yang tinggi, awet serta tahan terhadap *fatigue*. (Saodang, 2005)

HRS atau yang dikenal juga dengan sebutan Lataston (Lapis Tipis Aspal Beton) terdiri dari dua jenis campuran yaitu HRS pondasi (*HRS-Base*) dan HRS Lapis Aus (*HRS Wearing Course*, *HRS-WC*) dengan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm. HRS-WC mempunyai proporsi fraksi agregat kasar lebih kecil daripada HRS-Base. (Kempupera, 2018).

Tabel 2. Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Lataston (Kempupera, 2018)

Sifat-Sifat Campuran	Satuan	Lataston Lapis Aus
Kadar Aspal Efektif	%	Min 5.9
Jumlah Tumbukan Perbidang		50
Rongga Dalam Campuran (VIM)	%	4-6
Rongga Dalam Agregat (VMA)	%	Min 18
Rongga Terisi Aspal (VFA)	%	Min 68
Stabilitas Marshall	Kg	Min 600
Marshall Quotient	Kg/mm	Min 250
Stabilitas Marshall Sisa Setelah Perendaman Selam 24 Jam, 60° C	%	Min 90

Agregat

Fraksi agregat kasar untuk rancangan campuran adalah yang tertahan ayakan No. 4 (4.75mm) yang harus bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya. Agregat halus terdiri dari pasir yang lolos ayakan No 4 (4.75 mm). Perbedaan antara berat jenis agregat kasar dan agregat halus tidak boleh melebihi dari 0.2 , dengan kadar penyerapan air oleh agregat maksimum sebesar 2%.

Untuk memperoleh gradasi HRS-WC yang senjang, maka paling sedikit 80% agregat lolos ayakan No. 8 (2.36 mm) dan harus lolos ayakan No. 30 (0.600 mm). Rancangan dan perbandingan campuran untuk gradasi agregat gabungan harus mempunyai sesuai dengan tabel berikut.

Tabel 3. Amplop Gradasi Agregat Gabungan Untuk HRS

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos Terhadap Total Agregat
ASTM	(mm)	Lataston (HRS-WC)
¾ “	19	100
½ “	12.5	90 – 100
3/8 “	9.5	75 – 85
No. 4	4.75	
No. 8	2.36	50 – 72
No. 16	1.18	
No. 30	0.600	35 – 60
No. 50	0.300	
No. 100	0.150	
No. 200	0.075	6 - 10

Abu Vulkanik Sebagai Filler

Abu vulkanik adalah abu yang terbentuk saat terjadinya letusan gunung berapi. Letusan gunung berapi terjadi ketika gas-gas yang dilarutkan dalam batuan memperbesar tekanannya dan naik keatas bercampur dengan udara, selain itu ketika temperatur air dalam perut gunung meningkat akan menghasilkan tekanan cukup besar dan dapat menghancurkan batuan padat gas yang bercampur dengan udara kemudian membeku dan membentuk batu vulkanik dan serbuk kaca. Jika tertiuap angin, partikel ini dapat berpindah hingga ribuan kilometer.

Menurut fungsinya, *filler* dapat meningkatkan viskositas dari suatu campuran agregat dengan bitumen dan dapat mengurangi kepekaan terhadap temperature. Penambahan *filler* yang diizinkan sesuai SNI ASTM C136:2012 harus mengandung bahan yang lolos ayakan No 200 (75 mikron) dan tidak kurang dari 75% terhadap beratnya, dengan kondisi harus kering dan bebas gumpalan.

Pemadatan Campuran Aspal

Pemadatan dilakukan agar campuran aspal mempunyai stabilitas dan rongga udara yang sesuai agar kedap air untuk mencegah masuknya air kelapisan pondasi. Temperatur pemadatan optimum terjadi antara 105°C-120°C menurut Chadbourn, 1998 dan berdasarkan Bina Marga, suhu minimum tahap penghamparan 124 °C, suhu minimum pemadatan awal 120°C serta suhu minimum pemadatan akhir 60°C. (Marjono, 2017)

Metode Pengujian Marshall

Metode pengujian Marshall digunakan untuk memeriksa dan menentukan stabilitas campuran agregat dan aspal terhadap kelelahan plastis (*flow*). Dari persiapan benda uji sampai pemeriksaan dengan alat Marshall akan diperoleh data-data berikut ini. (Anonim, 1991)

- 1) Kadar aspal

$$Kadar\ aspal\ total = \frac{Berat\ Aspal}{Berat\ Total\ Campuran} \times 100\% \dots\dots\dots Persamaan\ 1$$

- 2) Kepadatan (Ton/m³)

$$Kepadatan = \frac{Berat\ Benda\ Uji}{Volume\ Benda\ Uji} \dots\dots\dots Persamaan\ 2$$

- 3) Kadar aspal rencana

$$Pb = 0.035(\%CA) + 0.045(\%FA) + 0.18(\%FF) + konstanta \dots\dots\dots Persamaan\ 3$$

Dengan

- Pb = Perkiraan kadar aspal rencana awal
- CA = Agregat kasar
- FA = Agregat halus
- FF = Bahan pengisi
- Konstanta = 0.5-1 untuk Laston dan 1-2 untuk Lataston

- 4) Berat jenis efektif agregat

$$Gse = \frac{Pmm - Pb}{\frac{Pmm}{Gmm} - \frac{Pb}{Gb}} \dots\dots\dots Persamaan\ 4$$

Dengan

- Gse = Berat jenis efektif agregat
- Gmm = Berat jenis maksimum campuran
- Pmm = Persen berat terhadap total campuran
- Pb = Kadar aspal total berdasarkan berat jenis maksimum campuran yang diuji, persen terhadap berat total campuran
- Gb = Berat jenis aspal

- 5) Berat jenis maksimum campuran dengan kadar aspal campuran yang berbeda

$$Gmm = \frac{Pmm}{\frac{Ps}{Gse} + \frac{Pb}{Gb}} \dots\dots\dots Persamaan\ 5$$

Dengan
 P_s = Persen agregat terhadap total campuran

6) Berat jenis agregat curah

7) Penyerapan aspal

$$P_{ba} = 100 \frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{sb} G_{se}} G_b \dots \dots \dots \text{Persamaan 6}$$

Dengan
 P_{ba} = Penyerapan aspal

8) Kadar aspal efektif

$$P_{be} = P_b - \frac{P_{ba}}{100} P_s \dots \dots \dots \text{Persamaan 7}$$

Dengan
 P_{be} = Kadar aspal efektif, persen terhadap berat total campuran

9) Rongga di antara mineral agregat

$$VMA = 100 - \frac{G_{mb} \times P_s}{G_{sb}} \dots \dots \dots \text{Persamaan 8}$$

Dengan
 VMA = Rongga diantara mineral agregat, persen terhadap volume total campuran
 G_{mb} = Berat jenis curah campuran padat
 G_{sb} = Berat jenis curah agregat

10) Rongga di dalam campuran

$$VIM = 100 \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \dots \dots \dots \text{Persamaan 9}$$

Dengan
 VIM = Rongga didalam campuran, persen terhadap volume total campuran

11) Rongga terisi aspal

$$VFB = \frac{100(VMA - VIM)}{VMA} \dots \dots \dots \text{Persamaan 10}$$

Dengan
 VFB = Rongga terisi aspal, persen terhadap VMA

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan sesuai Spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi-2, menggunakan aspal pen 60-70 dan *filler* abu vulkanik Gunung Sinabung dengan variasi kadar aspal 5,5%; 6,0%; 6,5%; 7% . Jumlah benda uji masing-masing kadar aspal sebanyak 2 buah. Selanjutnya variasi suhu pemadatan yang diambil yaitu 90°C, 100°C, 120 °C dan dilakukan pengujian Marshall untuk mengetahui pengaruh suhu tersebut terhadap stabilitas campuran aspal HRS-WC.

Persiapan Benda Uji

Agregat dikeringkan pada temperatur 105 °C - 110 °C sekurang kurangnya selama 4 jam di dalam oven. Setelah dikeluarkan dan beratnya tetap, agregat dipisah-pisahkan dengan cara disaring dan dilakukan penimbangan. Kemudian dilakukan pengujian kekentalan aspal untuk memperoleh temperatur pencampuran dan pematatan. Selanjutnya agregat dipanaskan pada temperatur 28 °C di atas temperatur pencampuran sekurang - kurangnya 4 jam di dalam oven sampai memenuhi persyaratan viskositas tertentu.

Pada pencampuran benda uji, diperlukan agregat sebanyak ± 1200 gram untuk setiap benda uji sehingga menghasilkan tinggi benda uji kira-kira 63,5 mm $\pm 1,27$ mm. Masukkan agregat yang telah dipanaskan ke dalam wadah pencampur yang juga sudah dipanaskan pada suhu 28 °C di atas temperatur pencampuran aspal keras. Selanjutnya aspal dituangkan aspal sebanyak yang dibutuhkan ke dalam agregat yang sudah dipanaskan kemudian aduk dengan cepat sampai agregat terselimuti aspal secara merata.

Pematatan Benda Uji

Cetakan diletakkan diatas landasan pematat dan ditahan dengan pemegang cetakan setelah sebelumnya dibersihkan dan dipanaskan sampai suhu antara 90 °C - 150°C. Kemudian kertas saring atau kertas penghisap diletakkan dengan ukuran sesuai ukuran dasar cetakan. Seluruh campuran dimasukkan ke dalam cetakan dan ditusuk-tusuk dengan spatula yang telah dipanaskan sebanyak 15 kali di sekeliling pinggirannya dan 10 kali di bagian tengahnya, dan kertas saring atau kertas penghisap diletakkan diatas permukaan benda uji dengan ukuran sesuai cetakan. Campuran dipadatkan dengan temperatur yang disesuaikan dengan kekentalan aspal yang digunakan, dengan jumlah tumbukan 75 kali untuk lalu-lintas berat. Setelah campuran dipadatkan, pelat alas dan leher sambung dilepas dari cetakan benda uji, kemudian cetakan yang berisi benda uji dibalikkan dan pasang kembali pelat alas dan leher sambung pada cetakan yang dibalikkan tadi. Permukaan benda uji yang sudah dibalikkan tadi ditumbuk kembali dengan jumlah tumbukan yang sama. Selanjutnya keluarkan dan letakkan benda uji di atas permukaan yang rata dan diberi tanda pengenal serta biarkan selama kira-kira 24 jam pada temperatur ruang.

Pengujian Benda Uji

Benda uji dibersihkan dari kotoran yang menempel, diukur tingginya, ditimbang dan dilakukan perendaman selama 24 jam pada temperatur ruang. Selanjutnya benda uji ditimbang dalam air untuk mendapatkan isi dari benda uji dan ditimbang dalam kondisi kering permukaan jenuh.

Benda uji direndam selama 30 – 40 menit dengan temperatur tetap 60 C ± 1 C. Untuk mengetahui indeks perendaman, benda uji direndam dalam penangas air selama 24 jam dengan temperatur tetap 60 C ± 1 C. Selanjutnya pasang bagian atas alat penekan uji Marshall di atas benda uji dan letakkan seluruhnya dalam mesin uji Marshall. Arloji pengukur pelelehan dipasang pada kedudukannya di atas salah satu batang penuntun dan diatur kedudukan jarum penunjuk pada angka nol, sementara selubung tangkai arloji (sleeve) dipegang pada bagian atas kepala penekan. Sebelum pembebanan diberikan, kepala penekan beserta benda uji dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji dan jarum arloji tekan diatur pada kedudukan angka nol. Kemudian pembebanan pada benda uji diberikan dengan kecepatan tetap sekitar 50,8 mm per menit sampai pembebanan maksimum tercapai, dan untuk pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji tekan serta dilakukan pencatatan pembebanan maksimum (stabilitas) yang dicapai. Pencatatan nilai pelelehan yang ditunjukkan oleh jarum arloji pengukur pelelehan dilakukan pada saat pembebanan maksimum tercapai. Lamanya waktu yang diperlukan dari diangkatnya benda uji dari penangas air sampai tercapainya beban maksimum saat pengujian tidak boleh melebihi 30 detik.

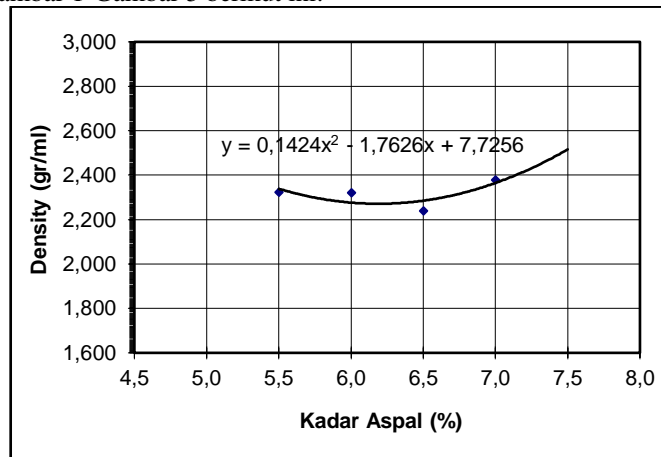
HASIL DAN PEMBAHASAN

Aspal yang digunakan pada penelitian ini adalah aspal pen 60/70 yang sudah memenuhi standar spesifikasi pengujian aspal yang ditampilkan pada Tabel 1. Selanjutnya dilakukan pengujian dengan menggunakan kadar aspal rencana 5,5%; 6,0%; 6,5%; 7% sehingga diperoleh nilai *density*, *stability*, *flow*, *VIM* dan *VFA*. Hasil pengujian tersebut dibuat dalam bentuk grafik hubungan antara karakteristik Marshall dengan kadar aspal. Dari grafik tersebut dapat dilihat wilayah batas kadar aspal yang sesuai dengan syarat spesifikasi. Hasil pengujian campuran aspal yang sesuai spesifikasi pada karakteristik marshall ditampilkan pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Hasil Pengujian Marshall Pada Campuran HRS-WC Dengan Filler Abu Sinabung

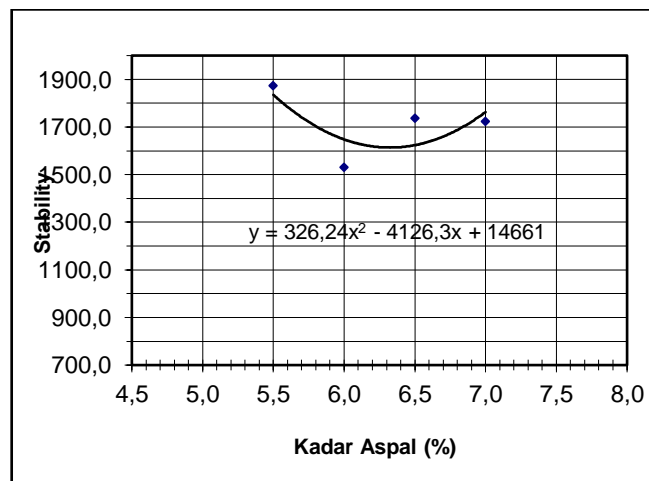
Hasil	Kadar Aspal (%)			
	5.5	6.0	6.5	7.0
Pemeriksaan	5.5	6.0	6.5	7.0
Density (gr/ml)	2.324	2.321	2.240	2.380
Stability	1874	1533	1739	1724
Flow (mm)	3.30	3.35	3.35	3.80
VIM (%)	3.880	3.293	6.025	0.151
VFA (%)	76.199	80.430	72.080	90.446

Gambar hubungan antara karakteristik Marshall yaitu *density*, *stability*, *flow*, VIM, dan VFA dengan kadar aspal rencana ditampilkan pada Gambar 1-Gambar 5 berikut ini.



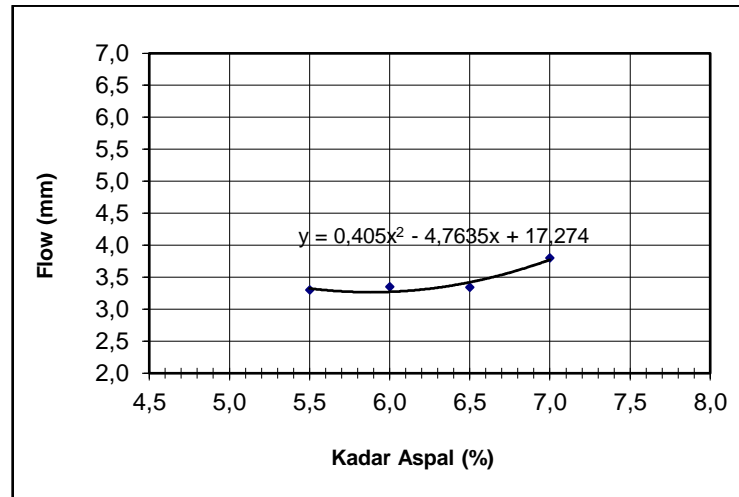
Gambar 1. Hubungan Kadar aspal Dan Density

Pada hubungan kadar aspal dan density dapat disimpulkan bahwa semakin peningkatan kadar aspal 6.5 % sampai 7.5 % dalam komposisi campuran HRS-WC dengan filler abu Sinabung akan menaikkan nilai densitas pada campuran tersebut.



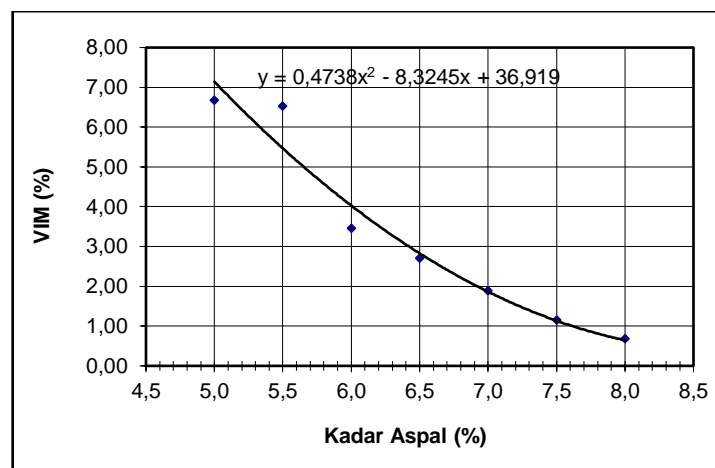
Gambar 2. Hubungan Kadar aspal Dan Stability

Nilai stabilitas yang dapat dilihat pada Tabel 2 cenderung menurun pada kadar aspal 5.5% sampai mencapai titik minimum antara kadar aspal 6% sampai 6.5%, selanjutnya terjadi peningkatan stabilitas campuran pada kadar aspal 6.5 % keatas. Nilai stabilitas yang dihasilkan semuanya diatas 600 kg, yang artinya memenuhi persyaratan campuran HRS-WC. (Kempupera, 2018)



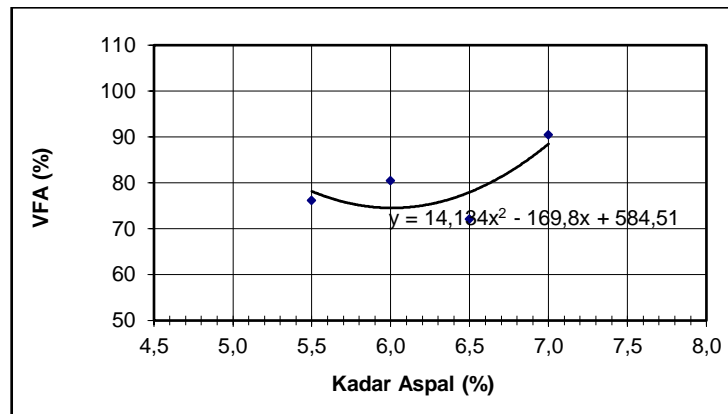
Gambar 3 Hubungan Kadar Aspal Dan Flow

Nilai Flow menggambarkan besarnya deformasi vertikal sampel yang terjadi saat mulai awal pembebanan sampai pada kondisi kestabilan mulai menurun. Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai flow meningkat seiring dengan kenaikan kadar aspal. Dari hasil uji marshall diperoleh nilai flow untuk setiap variasi suhu nilainya lebih besar 3 yang artinya sudah memenuhi persyaratan.



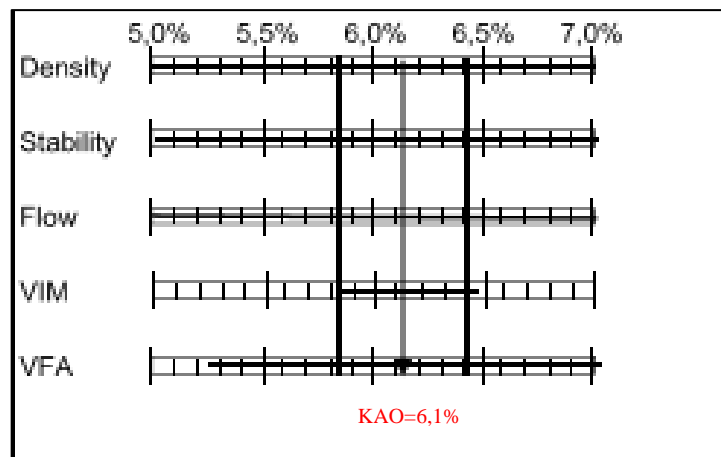
Gambar 4 Hubungan Kadar Aspal Dan VIM

Nilai VIM cenderung menurun seiring penambahan kadar aspal. Kadar aspal yang tidak memenuhi persyaratan nilai VIM yaitu 4-6 dimulai dari kadar aspal 4 dan seterusnya. Nilai VFA mengalami peningkatan seiring dengan penambahan kadar aspal.



Gambar 5 Hubungan Kadar Aspal Dan VFA

Kadar aspal optimum (KAO) adalah nilai kadar aspal tengah dari nilai batas bawah dan batas atas kadar aspal yang memenuhi syarat spesifikasi . Kadar aspal optimum (KAO) yang diperoleh berdasarkan persamaan 3 sesuai dengan gradasi target dan proporsi agregat yang digunakan pada penelitian ini adalah 6,1% dapat dilihat pada gambar 6 berikut.



Gambar 6 Rentang Kadar Aspal Rencana Yang Memenuhi Syarat

Dari hasil pemadatan dengan variasi suhu 90°C, 100°C, 120 °C diperoleh nilai stabilitas yang ditampilkan pada tabel 5 berikut ini, dimana dapat dilihat bahwa nilai stabilitas yang dihasilkan sudah memenuhi nilai stabilitas campuran HRS-WC yaitu 600 kg.

Tabel 5. Nilai Stabilitas Campuran Dengan Variasi Suhu Pada Kadar Aspal Optimum

Kadar Aspal	Suhu	Berat	Stabilitas
(%)	(°C)	(gr)	(kg)
6,1	90	1185.0	750
	100	1188.0	804
	120	1188.2	1010
Spesifikasi	-	-	Min. 600

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan nilai stabilitas campuran HRS-WC dan pendekatan uji karakteristik marshall dengan variasi suhu pemadatan 90 °C, 100°C dan 120 °C dengan benda uji dengan berat 1185 gr, 1188 gr dan 1188,2 gr menghasilkan nilai stabilitas sebesar 750, 804 dan 1010, yang mana nilai ini sudah memenuhi nilai stabilitas campuran HRS-WC yaitu 600 kg

REFERENSI

- Anonim. (1991). *Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat Marshall (SNI 06-2489-1991)*. Jakarta.
- Kempupera. (2018). *Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan (Revisi 2)*. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga.
- Marjono. (2017). Pengaruh Suhu Pemadatan Terhadap Stabilitas dan Flow Bahan Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston). *Prokons Vol. 11, No. 1 (Februari)*, 27-31.
- Ritonga, E. D. (2014). Pemanfaatan Abu Vulkanik Gunung Sinabung Sebagai Alternatif Filler Pada Campuran Aspal Panas AC-WC. *Polimedia*.
- Saodang, H. (2005). *Konstruksi Jalan Raya*. Bandung: Nova.



PENGARUH WAKTU PERJALANAN BETON *READY MIX* TERHADAP UJI SLUMP TEST PADA PROYEK LAMPUNG CITY

Bagas ubaidi¹ Dian Pratiwi²

Teknik Sipil Universitas Teknokrat Indonesia ^{1,2}

Email : bagasubaidi20@gmail.com

Received: 7 Juni 2021

Accepted: 25 Juni 2021

Published : 26 Juni 2021

Abstract

One of the main ingredients in making tall buildings is concrete. The use of concrete used in a building cannot be separated from the test value on the concrete. The slump test is a method in testing the concrete that will be used in casting. Before the casting will take a sample test where the sample will be used for the slump test. Before casting, a concrete sample will be taken where the sample is taken to determine the slump value of the concrete to be used. The use of vendors is done to speed up work while maintaining the quality of the concrete used.

Keywords: Concrete, Samples, Grades, Slump test, Lampung City Project

Abstrak

Salah satu bahan utama dalam pembuatan gedung tinggi berupa beton. Penggunaan beton yang dipakai pada suatu gedung tidak lepas dari nilai uji pada beton. Slump test merupakan suatu metode dalam uji beton yang akan digunakan pada pengecoran. Sebelum pelaksanaan pengecoran akan diambil uji sampel yang dimana sampel akan digunakan untuk uji slump. Saat sebelum pengecoran akan diambil sampel beton yang dimana pengambilan sampel dilakukan untuk mengetahui nilai slump dari beton yang akan digunakan. Penggunaan vendor dilakukan untuk mempercepat pekerjaan sekaligus menjaga mutu dari beton yang digunakan.

Kata Kunci: Beton, Sampel, Nilai, Slump Test, Proyek Lampung City

To cite this article:

Ubaidi dan Pratiwi. (2020). Pengaruh Waktu Perjalanan Beton Ready Mix Terhadap Uji Slump Pada Proyek Lampung City . *Jurnal Teknik Sipil SENDI* , Vol (2) No. 1, 30-37

PENDAHULUAN

Air telah menjadi salah satu material terpenting dalam segala aspek kehidupan manusia (Chen et al., 2019; Fitri et al., 2015; Fitri et al., 2017; Fitri et al., 2019a; Fitri et al., 2019b; Fitri dan Yao, 2019; Hashim et al., 2013; Hashim et al., 2016; Fitri et al., 2020; Fitri et al., 2021; Maulud et al., 2021; Pratiwi et al., 2020; Pratiwi dan Fitri, 2021; Yao et al., 2019a; Yao et al., 2019b). Pada sebuah konstruksi bangunan, air merupakan salah satu material utama yang digunakan dalam pembuatan beton, dimana kadar air pada suatu campuran beton dapat mempengaruhi kekuatan dan kemudahan pemasangan beton di lapangan.

Beton segar yang baru dibuat *batching plant* yang mana dapat mengalami perkerasan jika dalam waktu lama tetap berada pada truck molen. Waktu angkut beton yang lama dapat menyebabkan beton akan keras didalam truck molen yang mana terdapat toleransi waktu antara beton yang telah dibuat dengan waktu penuangan beton. Maka dari itu perlu mencari vendor terdekat dari lokasi proyek yang mana dapat mempercepat waktu antar serta

dapat mempercepat pelaksanaan pengecoran. Sebelum pengecoran beton segar akan diuji slump test dimana pada awal kedatangan truck molen akan diambil sampel sebanyak 90% dari kapasitas gerobak.

Pengambilan sampel beton untuk uji slump test sekaligus untuk pengambilan sampel uji kuat tekan beton. Dimana sampel uji slump test dapat menentukan apakah truck yang diambil sampel sesuai atau tidak dengan nilai slump test yang telah ditentukan. Bila mana nilai slump tidak sesuai dengan nilai yang telah ditentukan maka beton yang masih berada pada truck molen akan dikembalikan ke batching plant. Nilai yang slump test yang tidak sesuai dapat diakibatkan lamanya perjalanan antara *batching plant* dengan lokasi proyek.

TELAAH PUSTAKA

Pengaruh Perjalanan Pada Beton

Beton merupakan bahan utama dalam pembangunan suatu gedung. Dari sisi bahan pokok, maka dengan kondisi geografis yang dibatasi oleh perairan, harus dapat dijamin ketersediaan bahan pokok tersebut setiap waktunya. Dengan demikian, dari pendekatan kapasitas penumpukan dan pendistribusian dapat diketahui jadwal pengirimannya (Pramita,2020). Meskipun demikian pengangkutan beton tidak dilakukan melalui jalur perairan namun kelancaran pengiriman beton perlu diperhatikan waktu perjalanannya.

Pengaruh perjalanan pada beton dapat mempengaruhi dari kadar air yang terdapat pada beton. Kadar air yang ada pada beton akan dicek dengan uji slump test. Uji slump test dilakukan ketika truk molen telah tiba dilokasi proyek lampung city. Pengujian dilakukan oleh pihak *ready mix* dimana pengujian sekaligus untuk pengambilan sampel beton. Beton yang diuji akan dilihat nilai dari slump test apakah sesuai dengan yang dipesan atau tidak. Beton yang sesuai dengan pesana akan dilanjutkan dengan proses penangan beton ke mesin pompa atau bucket cor. Bila beton yang tidak sesuai dengan pesanan maka beton akan dikembalikan ke batching plant. Untuk mempertahankan beton yang memiliki kadar air yang sesuai dengan pesanan beton akan ditambahkan retarder yang sesuai dengan jarak tempuh antara batching plant dengan lokasi proyek. Penggunaan retarder pada beton Jayamix by SCG yang hanya memakan waktu tempuh 20 – 30 menit retarder ditambahkan sebanyak 2 %.

Nilai Slump

Tujuan dari pengujian *slump* adalah untuk mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan beton yang dinyatakan dalam nilai tertentu. *Slump* didefinisikan sebagai besarnya penurunan ketinggian pada pusat permukaan atas beton yang diukur segera setelah cetakan uji *slump* diangkat (SNI 03-1972-2008).

Pengujian *slump* dilakukan dengan menggunakan alat berbentuk kerucut terpancung yang memiliki diameter lubang atas 10 cm, diameter lubang bawah 20 cm, tinggi 30 cm serta dilengkapi dengan kuping untuk mengangkat beton segar dan tongkat pemadat berdiameter 1,6 cm sepanjang 60 cm.

Nilai *slump* dipengaruhi oleh faktor air semen. Semakin tinggi fas maka nilai *slump* akan semakin tinggi yakni menggunakan banyak air dan sedikit semen, sehingga pasta semen lebih encer dan mengakibatkan nilai *slump* lebih tinggi. Semakin besar nilai *slump* test berarti adukan beton semakin mudah dikerjakan.

METODE PENELITIAN

Pengambilan sampel pada penelitian ini diambil sebanyak 4 Populasi yang mana setiap populasi mengambil 1 – 2 sampel. Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan cara setiap titik diambil sebanyak 2 sampel. Pengambilan data dilakukan dengan mengambil data sebanyak 4 titik. Metode yang digunakan dalam penelitian ini berupa kesesuaian antara nilai yang akan digunaka dengan percobaan yang dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perjalan antara *batching plant* dengan lokasi proyek memakan waktu yang berkisaran 15 – 20 menit dimana mobil mulai keluar dari *batching plant*. Untuk waktu yang tercantum dalam surat jalan yang terdapat pada truck molen waktu dimulai ketika proses pemasukan material beton kedalam truck molen. Untuk lebih jelas mengenai waktu terdapat pada gambar 5.1. pekerjaan pengecoran dilakukan tidak hanya menggunakan 1 truck molen melaikan beberapa truck molen. Truck molen yang dipergunakan dalam pengecoran memiliki selisih waktu perjalan serta waktu pembongkaran beton dari truck molen kedalam pompa beton. Pekerjaan pengecoran selain menggunakan pompa beton digunakan juga *Bucket Cor* tower crane yang dimana peruntukan *Bucket Cor* digunakan untuk pengecoran kolom serta ramp. Dalam penggunaan *Bucket Cor* untuk pengecoran dapat memakan waktu yang cukup lama berkisaran 1 truck molen dapat memakan waktu 2 – 3 jam untuk melakukan pengecoran. Secara lebih rinci mengenai waktu antar *truck mixer* dapat dilihat pada Tabel 1. untuk kode produk ZBDM01377B dengan mutu

concrete compressive strength 300 yang pengecorannya dilakukan pada tanggal 25 september 2020 sampai dengan 26 september 2020

Tabel 1. Waktu Perjalanan Beton kode produk ZBDM01377B

NO	Slump	No. Truck	Jam berangkat	Jam tiba di proyek	Jam bongkar	Jam selesai	Waktu tempuh truk molen (menit)
1	8 ± 2	A749	16.26	17.01	17.35	18.00	35
2	8 ± 2	A776	16.43	17.17	18.10	18.23	34
3	8 ± 2	A754	17.00	17.33	18.30	18.51	33
4	8 ± 2	A866	17.47	18.25	19.02	19.11	38
5	8 ± 2	A846	18.13	18.46	19.16	19.44	33
6	8 ± 2	A816	18.29	19.02	19.48	20.07	33
7	8 ± 2	A784	18.58	19.24	20.11	20.38	26
8	8 ± 2	A813	19.10	19.46	20.44	21.06	36
9	8 ± 2	A749	19.23	19.50	21.11	21.59	27
10	8 ± 2	A754	20.01	21.34	22.06	22.28	93
11	8 ± 2	A866	20.20	21.07	22.34	23.02	47
12	8 ± 2	A846	20.30	21.07	23.07	23.21	37
13	8 ± 2	A784	22.07	22.35	23.26	23.45	28
14	8 ± 2	A813	22.19	22.52	23.50	00.10	33
15	8 ± 2	A776	22.46	23.04	00.15	00.43	18
16	8 ± 2	A749	23.28	23.54	00.46	01.13	26
17	8 ± 2	A754	23.41	00.15	01.18	01.31	34
18	8 ± 2	A846	23.18	00.28	01.37	01.58	70
19	8 ± 2	A784	01.17	01.46	02.03	02.21	29
20	8 ± 2	A813	01.33	02.07	02.26	02.44	34
21	8 ± 2	A816	01.19	02.21	02.49	03.08	62
22	8 ± 2	A749	02.15	02.57	03.14	03.43	42
23	8 ± 2	A754	02.48	03.12	03.49	04.00	24
24	8 ± 2	A846	03.04	03.37	04.05	04.24	33
25	8 ± 2	A748	03.34	03.59	04.30	04.53	25
26	8 ± 2	A784	03.19	04.07	04.58	05.17	48
27	8 ± 2	A813	03.48	04.19	05.22	06.00	31
28	8 ± 2	A816	04.12	04.50	06.06	06.20	38
29	8 ± 2	A749	04.28	04.57	06.26	06.37	29
30	8 ± 2	A776	05.13	05.55	06.41	07.02	42
31	8 ± 2	A748	05.42	06.17	07.06	07.15	35
32	8 ± 2	A846	05.54	06.30	07.20	07.33	36
Rata – rata waktu perjalan							37

Proses pengecoran pada tanggal 25-26 september 2020 dilakukan pada malam hari dimana pekerjaan pengecoran dimulai pukul 17.35. Pengecoran dilakukan sesuai dengan urutan kedatangan truk pengaduk beton dari *batching plant* yang dimana truk molen yang membawa beton telah ditambahkan retarder. Perjalanan pada pengecoran tanggal 25-26 september 2020 memakan waktu rata rata 37 menit yang dimana setiap truk pengaduk beton jarang akan mendapatkan waktu perjalan yang sama. Pada proses pengecoran ini terdapat truk pengaduk beton yang memakan waktu hingga 70 menit hal ini bisa terjadi akibat proses pencetakan surat jalan dan proses pemasukan material ke truck molen dilakukan pada jarak waktu yang cukup lama. Pengambilan sampel waktu perjalanan tidak hanya dilakukan pada satu kali pengecoran melainkan sampai 4 kali pengambilan sampel waktu perjalanan.

untuk kode produk ZBDMB33613 dengan mutu *concrete compressive strength* 300 yang pengecorannya dilakukan pada tanggal 30 September 2020 disajikan pada Tabel 2 Waktu Perjalanan Beton kode produk ZBDMB33613

Tabel 2. Waktu Perjalanan Beton kode produk ZBDMB33613

NO	Slump	No. Truck	Jam berangkat	Jam tiba di proyek	Jam bongkar	Jam selesai	Waktu tempuh truk molen (menit)
1	12 ± 2	A866	19.26	19.55	20.12	20.36	29
2	12 ± 2	A749	19.38	20.06	20.41	21.03	28
3	12 ± 2	A846	19.53	20.23	21.07	21.36	30
4	12 ± 2	A816	20.51	21.21	21.43	22.45	30
5	12 ± 2	A784	21.47	22.21	22.50	23.10	34
6	12 ± 2	A813	22.07	22.40	23.15	23.33	33
7	12 ± 2	A866	22.45	23.14	23.38	23.54	29
8	12 ± 2	A754	23.04	23.43	23.58	00.29	39
9	12 ± 2	A816	23.22	00.00	00.33	00.53	38
10	12 ± 2	A784	23.56	00.25	00.57	01.18	29
11	12 ± 2	A846	00.14	00.47	01.23	01.48	33
12	12 ± 2	A813	00.35	01.05	01.55	02.30	30
13	12 ± 2	A776	00.12	01.22	02.35	02.53	70
14	12 ± 2	A866	01.06	01.40	02.57	03.17	34
15	12 ± 2	A754	01.55	02.26	03.22	03.40	31
16	12 ± 2	A816	02.14	02.42	03.45	04.39	28
17	12 ± 2	A784	02.59	03.27	04.44	05.17	28
18	12 ± 2	A749	03.28	03.55	05.26	05.44	27
19	12 ± 2	A813	04.10	04.42	05.49	06.11	32
20	12 ± 2	A776	05.23	05.55	06.17	06.55	32
Rata – rata waktu perjalan							33

Pada pengambilan sampel yang kedua proses pengecoran dilakukan pada tanggal 30 09 2020 - 01 10 2020 yang dimana proses pengecoran dilakukan pada jam 19.26 yang dimana jam ini mulai dilakukan proses pemasukan beton kedalam truck pengaduk beton. Waktu perjalan pada truk molen yang berangkat pertama kali dari *batching plant* hingga proyek memakan waktu 29 menit. Pada pengambilan sampel kedua terdapat waktu 70 menit antara waktu tempuh dari *batching plant* hingga lokasi proyek hal ini bisa saja terjadi dikarenakan pada proses pemasukan beton dengan waktu pembuatan beton memiliki selisih yang cukup jauh. Untuk pengambilan sampel perjalanan pada sampel ke 3 dan 4 dilakukan pada malam yang sama dikarenakan pengecoran terdapat 2 proses pengecoran. Untuk kode produk ZBDM01377B dengan mutu *concrete compressive strength* 300 yang pengecorannya dilakukan pada tanggal 05 September 2020 disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Waktu Perjalanan Beton kode produk ZBDM01377B

NO	Slump	No. Truck	Jam berangkat	Jam tiba di proyek	Jam bongkar	Jam selesai	Waktu tempuh truk molen (menit)
1	8 ± 2	A816	16.17	16.54	17.15	19.14	37
2	8 ± 2	A866	16.35	17.04	19.53	20.10	29
3	8 ± 2	A749	17.00	17.30	19.18	19.50	30
4	8 ± 2	A776	19.17	19.51	20.13	20.38	34
5	8 ± 2	A846	19.34	20.06	20.41	21.18	32
6	8 ± 2	A784	19.49	20.21	21.22	21.46	32
7	8 ± 2	A816	20.04	20.40	21.50	22.20	36
8	8 ± 2	A749	21.03	21.38	22.23	22.55	35

9	8 ± 2	A866	21.18	21.56	22.59	23.13	38
10	8 ± 2	A754	22.11	22.43	23.15	23.36	32
11	8 ± 2	A784	22.29	22.58	23.40	00.14	29
12	8 ± 2	A816	23.26	23.59	00.18	00.38	33
13	8 ± 2	A749	23.39	00.06	00.41	01.07	27
14	8 ± 2	A866	23.51	00.35	01.11	01.56	44
15	8 ± 2	A784	00.12	01.24	01.59	02.12	72
16	8 ± 2	A816	01.03	01.41	02.16	02.36	38
17	8 ± 2	A846	01.20	01.48	02.40	02.58	28
18	8 ± 2	A776	01.36	02.05	03.01	03.28	29
19	8 ± 2	A866	02.25	02.55	03.31	03.57	30
20	8 ± 2	A816	03.00	03.33	04.00	04.26	33
21	8 ± 2	A754	03.16	03.46	04.30	05.14	30
22	8 ± 2	A846	03.32	03.56	05.18	05.36	24
23	8 ± 2	A866	01.27	04.56	05.40	06.03	209
24	8 ± 2	A816	04.17	05.12	06.06	06.24	55
Rata – rata waktu perjalanan							42

Pada tabel waktu perjalanan di atas dipergunakan pada proses pengecoran pelat lantai yang dimana proses pengecoran memiliki waktu rata rata perjalanan yang cukup lama. Proses pengecoran ini juga terdapat durasi yang cukup lama antara *batching plant* hingga lokasi proyek yang disebabkan oleh pengemudi truk molen yang dapat memakan waktu 205 menit. Pengecoran pada 05 – 06 yang dimana truk pengaduk beton tiba dilokasi proyek pada jam 16.54 yang dimana truk terus berdatangan hingga pengecoran selesai. Pada pengecoran yang dilakukan pada tanggal 05 – 06 terdapat juga proses pengecoran yang dapat memakan waktu yang cukup lama hal ini dikarenakan pengecoran dilakukan menggunakan tower crane dikarenakan pengecoran untuk kolom. Untuk waktu pengecoran kolom dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Kode Produk ZBDMB39812 dengan mutu beton *concrete compressive strength* 400 dan pelaksanaan pengecoran tanggal 05 September 2020

Tabel 4. Waktu Perjalanan Beton kode produk ZBDMB39812

NO	Slump	No. Truck	Jam berangkat	Jam tiba di proyek	Jam bongkar	Jam selesai	Waktu tempuh truk molen (menit)
1	12 ± 2	A846	21.56	22.24	22.54	00.24	30
2	12 ± 2	A754	00.00	00.37	00.54	02.40	37
3	12 ± 2	A749	01.52	02.25	02.55	04.27	33
4	12 ± 2	A776	03.53	04.14	04.56	06.10	21
Rata – Rata Waktu Perjalanan							30

Pengujian slump test dilakukan pada truk pengaduk semen yang datang pertama dilokasi proyek. Pengecekan slump test dilakukan dengan mengambil sampel beton pada truk pengaduk semen sekaligus pengambilan beton untuk pembuatan sampel uji beton. Pengambilan sampel beton menggunakan gerobak yang isi gerobak minimal 90% dari kapasitas gerobak yang digunakan.

Setelah pengambilan sampel beton maka akan dilakukan uji slump test pada beton. Pada saat dilakukan uji slump test truck molen yang sedang diuji akan menunggu pada area pelaksanaan penuangan beton ke pompa beton. Bila mana hasil uji sesuai yang dipesan maka akan dilanjutkan pada proses penuangan beton ke pompa. Untuk slump pada proyek lampung city menggunakan 2 macam slump, dimana nilai slump menentukan keenceran dari beton. Tabel 4 menunjukkan nilai slump yang digunakan pada proyek Lampung City

Tabel 5. Nilai Slump Test 8 ± 2

No	Nilai slump test	Kegunaan
1	8 ± 2	Balok semibasment
2	8 ± 2	Sherr wall semibasment
3	8 ± 2	Core lift semibasment
4	8 ± 2	Pile cap
5	8 ± 2	Pelat lantai semibasment

Nilai slump $8 + / - 2$ dimaksudkan akan adanya penambahan zat akdiktif pada beton. Zat akdiktif pada beton yang ditambahkan sesaat akan dilakukan penuangan beton kedalam pompa beton dapat berubah nilai slump beton sebab zat akdiktif yang ditambahkan berupa cairan. zat akdiktif ditambahkan bermaksud membuat beton kedap terhadap air agar tidak terjadi korosi pada besi yang terdapat pada beton yang bersentuhan dengan tanah. Jika beton yang dicor tidak bersentuhan langsung dengan tanah akan berada pada nilai slump $12 + / - 2$. Penggunaan nilai slump $12 + / - 2$ bertujuan agar pada pompa beton menjadi lancar saat jalanya pengecoran beton. Beton yang tidak ada penambahan cairan bahan kimia beton biasanya tidak bersentuhan langsung dengan tanah. Penggunaan beton pada struktur untuk nilai slump $12 + / - 2$ tanpa ada penambahan zat akdiktif dapat dilihat pada Tabel 6

Tabel 6. Nilai Slump Test 12 ± 2

No	Nilai slump test	Kegunaan
1	12 ± 2	Balok
2	12 ± 2	Sherr wall
3	12 ± 2	Core lift
4	12 ± 2	kolom
5	12 ± 2	Pelat lantai

Nilai slump $8 + / - 2$ dan $12 + / - 2$ yang dipergunakan pada proyek lampung city tidak berpengaruh pada kuat tekan beton yang akan dihasilkan. Beton yang dihasilkan dari nilai kuat tekan pada beton harus dapat memenuhi target yang capai dalam pembuatan lampung city. Dalam pelaksanaan uji slump pada proyek lampung city dapat mencapai target uji slump yang telah ditentukan. Proses uji slump ini dilakukan dengan mengambil sampel beton yang akan digunakan pada proses pengecoran Lampung City. Hasil uji slump yang telah dilakukan dengan mengambil 4 kali pengecoran di Lampung City ditunjukkan pada Tabel 7

Tabel 7. Uji slump

No	Nilai Slump	Uji Slump	
		Titik 1	Titik 2
1	8 ± 2	9	10
2	8 ± 2	7	8

Pengujian serta pengambilan sampel pengujian yang telah meliputi waktu keberangkatan serta waktu penuangan beton dimana sebelum beton digunakan akan dilakukan pengujian berupa uji slump test yang mana hasil dari uji slump. Pengujian slump yang pertama dilakukan dengan mengambil 4 sampel yang dimana sampel ini menggunakan nilai slump 8 ± 2 . Dari hasil pengujian didapatkan nilai yang slump yang sesuai dengan ketentuan dimana pada titik 1 rata rata waktu angkut dari *batching plant* hingga lokasi proyek memakan waktu 37 menit yang mana waktu ini mendapatkan nilai slump yang sesuai dengan yang diharapkan. Untuk titik kedua pada percobaan 1 mendapatkan nilai slump 10 dimana slump 10 merupakan batas atas nilai tolesransi dari slump test. Pada titik kedua ini memakan waktu rata-rata 47 menit dari *batching plant* hingga lokasi proyek.

Pada Tabel 8. disajikan nilai slump hasil pengujian pada sampel dengan nilai slump rencana 12 ± 2

Tabel 8. Uji slump

No	NILAI SLUMP	UJI SLUMP	
		Titik 3	Titik 4
1	12 ± 2	13	14
2	12 ± 2	13	-

Pengambilan slump pada tebal dilakukan dengan menggunakan nilai slump yang telah ditentukan yaitu 12 ± 2 dimana nilai slump ini biasa digunakan untuk pengecoran lantai atas atau beton yang tidak terkena air setelah selesai pengerjaan. Pengambilan uji slump pada nilai slump 12 ± 2 di ambil sampel sebanyak 3 sampel. Pada Tabel 8 terdapat 3 sampel yang mana pada titik 3 mendapatkan nilai slump 13 dengan waktu pengangkutan 33 menit dari batching plant hingga proyek. Pada titik ke 4 dengan mengambil 1 kali sampel yang mana mendapatkan nilai slump 14 dengan waktu tempuh antara batching plant dengan lokasi proyek 30 menit.

Pada kedua tabel diatas memiliki nilai slump tes 8 ± 2 dan 12 ± 2 dimana nilai slump yang berbeda digunakan pada lokasi yang berbeda. Nilai slump 8 ± 2 dipergunakan untuk mendapatkan beton yang tidak terlalu cair yang nantinya pada lokasi pengerjaan akan ditambahkan cairan integral. Sedangkan untuk nilai slump 12 ± 2 digunakan untuk area beton yang tidak bersentuhan dengan air.

SIMPULAN

Waktu antara batching plant dengan lokasi pekerjaan yang cukup jauh dapat mengaibatkan kadar air yang terkandung didalam bton dapat berkurang sehingga beton yang akan digunakan tidak mendapatkan nilai slump yang sesuai. Untuk mendapatkan nilai slump yang sesuai maka diperlukan zat tambahan guna memperlambat perkerasan pada beton.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Bapak Pesta Adri Banjarnahor selaku site manager yang telah memberikan izin untuk penelitian. Terimakasih kepada Bapak Rafres dan Bapak Matias yang telah memberikan bimbingan dalam penelitian ini.

REFERENSI/DAFTAR PUSTAKA

- Chen, H., Yao, L., Fitri, A. 2019. The Influence Mechanism Research of Inflow Temperature in Different Time Scale on the Water Temperature Structure. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 365, No. 1, p. 012058). IOP Publishing.
- Cipta, Nusa Raya. 2020. *Dokumen Teknis dan Rencana Kerja Satuan*. Bandar Lampung.
- Fitri, A., Hashim, R., Song, K. I., & Motamedi, S. 2015. Evaluation of morphodynamic changes in the vicinity of low-crested breakwater on cohesive shore of Carey Island, Malaysia. *Coastal Engineering Journal*, 57(04), 1550023.
- Fitri, A., Hashim, R., & Motamedi, S. (2017). Estimation and Validation of Nearshore Current at the Coast of Carey Island, Malaysia. *Pertanika Journal of Science & Technology*, 25(3).
- Fitri, A., Hashim, R., Abolfathi, S., & Abdul Maulud, K. N. 2019a. Dynamics of sediment transport and erosion-deposition patterns in the locality of a detached low-crested breakwater on a cohesive coast. *Water*, 11(8), 1721.
- Fitri, A. Yao, L., Sofawi, B. 2019b. Evaluation of Mangrove Rehabilitation Project at Carey Island Coast, Peninsular Malaysia based on Long Term Geochemical Changes. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 365, No. 1, p. 012055). IOP Publishing.
- Fitri, A. and Yao, L. 2019. The impact of Parameter Changes of a Detached Breakwater on Coastal Morphodynamic at Cohesive Shore; A Simulation. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 365, No. 1, p. 012054). IOP Publishing
- Fitri, A., Maulud, K.N.A., Pratiwi, D., Phelia, A., Rossi, F. and Zuhairi, N.Z., 2020. Trend of Water Quality Status In Kelantan River Downstream, Peninsular Malaysia. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 16(3), pp.178-184.
- Fitri, A., Maulud, K. N. A., Rossi, F., Dewantoro, F., Harsanto, P., & Zuhairi, N. Z. 2021. Spatial and Temporal Distribution of Dissolved Oxygen and Suspended Sediment in Kelantan River Basin. In *4th International*

Conference on Sustainable Innovation 2020–Technology, Engineering and Agriculture (ICoSITEA 2020) (pp. 51-54). Atlantis Press.

Hardagung, Harnung Tri (2014) Kajian nilai slump, kuat tekan dan modulus elastisitas beton dengan bahan tambahan filler abu batu paras. Mahasiswa Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Hashim, R., Fitri, A., Motamedi, S., Hashim, A.M. 2013. Modelling of Coastal Hydrodynamic Associated with Coastal Structures: A Reviews. *Malaysian Journal of Science*. Vol. 32, pp: 149-154.

Hashim, R., Roy, C., Shamshirband, S., Motamedi, S., Fitri, A., Petković, D., & Song, K. I. 2016. Estimation of wind-driven coastal waves near a Mangrove Forest using adaptive neuro-fuzzy inference system. *Water resources management*, 30(7), 2391-2404.

Indonesia, Scg Readymix. 2020. *Bukti pengiriman*. Bandar Lampung.

Maulud, K. N. A., Fitri, A., Mohtar, W. H. M. W., Jaafar, W. S. W. M., Zuhairi, N. Z., & Kamarudin, M. K. A. (2021). A study of spatial and water quality index during dry and rainy seasons at Kelantan River Basin, Peninsular Malaysia. *Arabian Journal of Geosciences*, 14(2), 1-19.

Pramita (2020). Studi Waktu Pelayanan Kapal Di Dermaga I Pelabuhan Bakauheni. *Journal of Infrastructural in Civil Engineering (JICE)*, Vol(1), 19-29.

Pratiwi, D., Sinia, R.O. and Fitri, A., (2020). Peningkatan Pengetahuan Masyarakat Terhadap Drainase Berporus yang Difungsikan sebagai Tempat Peresapan Air Hujan. *Journal of Social Sciences and Technology for Community Service (JSSTCS)*, 1(2).

Pratiwi, D., dan Fitri, A., (2021). Analisis Potensial Penjalaran Gelombang Tsunami di Pesisir Barat Lampung, Indonesia. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, Volume 8, Issue 1, page 29-37, Institut Teknologi Padang (ITP).

Yao, L., Li, J., Shi, S., Fitri, A. 2019a. Simulation Take-off Angle of a Ski Jump Energy Dissipater. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 365, No. 1, p. 012057). IOP Publishing.

Yao, L., Huang, X., & Fitri, A. 2019b. Influence scope of local loss for pipe flow in plane sudden expansions. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 365, No. 1, p. 012056). IOP Publishing.



PERHITUNGAN DEBIT BANJIR PADA *SPILLWAY* EMBUNG GUNUNG RAYA

Destiana Safitri¹, Arlina Phelia²

Program Studi Teknik Sipil Universitas Teknokrat Indonesia

Email : destianasafitri908@gmail.com

Received: 7 Juni 2021

Accepted: 25 Juni 2021

Published : 26 Juni 2021

Abstract

Gunung Raya Village is an area that suffers from a shortage of water supply for irrigation during the dry season and floods that inundate rice fields during the rainy season. Data collection was carried out by collecting primary data and secondary data obtained from BBWS Mesuji Sekampung. Seeing the existing problems and the benefits that will arise, the Embung was built in Gunung Raya Village as a conservation pond in North Pagelaran District, Pringsewu Regency, Lampung with the hope of providing benefits to all residents of Gunung Raya Village in particular. Performed calculation of flood discharge plan. From the calculation, the effective width of the spillway obtained is 2.7489 m. The calculated flood discharge is 8.7870 m³/sec and the flood water level is 0.9248 m

Kata Kunci: Gunung Raya Village, Plan Flood Ddischarge

Abstrak

Desa Gunung Raya merupakan wilayah yang mengalami kekurangan ketersediaan pasokan air untuk irigasi ketika musim kemarau serta banjir yang menggenangi area persawahan disaat musim penghujan. Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data primer dan data sekunder yang didapat dari BBWS Mesuji Sekampung. Melihat permasalahan yang ada dan manfaat yang akan ditimbulkan, maka dibangunlah Embung di Desa Gunung Raya sebagai embung konservasi di Kecamatan Pagelaran Utara, Kabupaten Pringsewu, Lampung dengan harapan dapat memberikan manfaat bagi seluruh warga desa Gunung Raya pada khususnya. Dilakukan perhitungan debit banjir rencana. Dari perhitungan didapatkan hasil lebar efektif *spillway* yang didapatkan adalah 2,7489 m. Debit banjir yang telah dihitung sebesar 8,7870 m³/dt dan tinggi muka air banjir yaitu 0,9248 m

Kata Kunci: Desa Gunung Raya, Pengumpulan Data, Debit Banjir Rencana.

To cite this article:

Safitri dan Phelia. (2012). Perhitungan Debit Banjir Pada Spillway Embung Gunung Raya . *Jurnal Teknik Sipil SENDI*, Vol (02) No.01, 38-43

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya dan faktor determinan yang menentukan kinerja sektor pertanian, karena tidak ada satu pun tanaman pertanian dan ternak yang tidak memerlukan air (Fitri et al., 2015; Fitri et al., 2017; Fitri et al., 2019a; Hashim et al., 2013; Hashim et al., 2016). Meskipun perannya sangat strategis, namun pengelolaan air masih jauh dari yang diharapkan, sehingga air yang semestinya merupakan sahabat petani berubah menjadi penyebab bencana bagi petani. Indikatornya, di musim kemarau, ladang dan sawah sering kali kekeringan dan sebaliknya di musim penghujan, ladang dan sawah banyak yang terendam air.

Secara kuantitas, permasalahan air bagi pertanian terutama di lahan kering adalah persoalan ketidaksesuaian distribusi air antara kebutuhan dan pasokan menurut waktu dan tempat (Chen et al., 2019; Fitri et al., 2019b; Fitri dan Yao, 2019; Yao et al., 2019a; Yao et al., 2019b). Persoalan menjadi semakin kompleks, rumit dan sulit diprediksi karena pasokan air tergantung dari sebaran curah hujan di sepanjang tahun, yang sebarannya tidak

merata walau di musim hujan sekalipun (Fitri et al., 2020; Fitri et al., 2021; Maulud et al., 2021; Pratiwi et al., 2020; Pratiwi dan Fitri, 2021). Oleh karena itu, diperlukan teknologi tepat guna, murah dan *aplicable* untuk mengatur ketersediaan air agar dapat memenuhi kebutuhan air (*water demand*) yang semakin sulit dilakukan dengan cara-cara alamiah (*natural manner*). Teknologi embung atau tandon air merupakan salah satu pilihan karena teknologinya sederhana, biayanya relatif murah dan dapat dijangkau kemampuan petani.

Embung atau tandon air merupakan waduk berukuran mikro di lahan pertanian (*small farm reservoir*) yang dibangun untuk menampung kelebihan air hujan di musim hujan. Air yang ditampung tersebut selanjutnya digunakan sebagai sumber irigasi suplementer untuk budidaya komoditas pertanian bernilai ekonomi tinggi (*high added value crops*) di musim kemarau atau di saat curah hujan makin jarang. Embung merupakan salah satu teknik pemanenan air (*water harvesting*) yang sangat sesuai di segala jenis agroekosistem. (Asdak)

Melihat permasalahan yang ada dan manfaat yang akan ditimbulkan, maka dibangunlah Embung di Desa Gunung Raya sebagai embung konservasi di Kecamatan Pagelaran Utara, Kabupaten Pringsewu, Lampung dengan harapan dapat memberikan manfaat bagi seluruh warga desa Gunung Raya pada khususnya.

Pada data perhitungan volume tampungan Proyek Pembangunan Embung Konservasi Gunung Raya Di Kabupaten Pringsewu yang diberikan oleh perencana yaitu PT. Bhawana Prasasta didapat Volume tampungan sebesar 92.976 m³ dari hasil perhitungan 5 stasiun hujan dengan periode 10 tahun dengan menggunakan Q100, sedangkan data yang digunakan adalah data 1 stasiun hujan dengan periode 5 tahun dengan menggunakan Q100 sehingga di dapat hasil perhitungan volume tampungan tersebut sebesar 48,2328 m (Adma, 2020)

TELAAH PUSTAKA

Embung Kecil Embung kecil adalah bangunan yang berfungsi menyimpan air di musim hujan, dan kemudian dimanfaatkan oleh suatu desa, hanya selama musim kemarau untuk memenuhi kebutuhan prioritas; penduduk, ternak dan sedikit kebun (hanya terbatas pada kebutuhan yang lebih kecil).

Bangunan ini biasanya dibangun pada daerahdaerah kritis air. Artinya pada musim penghujan daerah tersebut banjir namun pada musim kemarau airnya sangat sedikit hingga kering (Subarkah, 1990).

Jumlah kebutuhan-kebutuhan tersebut akan sangat menentukan besar kapasitas tampung embung dan tinggi tubuh embung kecil. Batasan tersebut sebagai berikut:

1. Kapasitas tampung embung maksimum 100.000 m³
2. Tinggi tubuh embung maksimum adalah 10 m untuk tipe urugan dan 6 m untuk tipe gravity atau komposit: dimana tinggi embung diukur dari permukaan galian pondasi terdalam hingga ke puncak tubuh embung.
3. Luas daerah hujan maksimum 100 ha = 1 km²

METODE PENELITIAN

Pengumpulan Data Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Pembagian data tersebut adalah sebagai berikut:

1. Data Primer, merupakan data yang diperoleh dari observasi langsung dilapangan serta tanya jawab dengan stakeholder terkait. Data ini berupa:
 - a. Data sungai
 - b. Data penduduk
 - c. Data lahan
2. Data Sekunder, merupakan data yang diambil dari instansi terkait seperti BBWS (Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung) dan Kantor DSE (Danau, Situ dan Embung). Data ini berupa:
 - a. Data curah hujan, adalah data jumlah curah hujan bulanan
 - b. Data Iklim, adalah data yang terdiri dari suhu, kelembapan udara, kecepatan angin dan penyinaran matahari.
 - c. Peta Topografi lokasi penelitian yaitu Kecamatan Pagelaran Utara, Kabupaten Pringsewu

Perumusan Masalah

Terjadi kekurangan ketersediaan pasokan air untuk irigasi ketika musim kemarau serta banjir yang menggenangi area persawahan disaat musim penghujan di Desa Gunung Raya Kecamatan Pagelaran Utara Kabupaten Pringsewu yang mengganggu aktivitas serta merugikan masyarakat, sehingga perlu diatasi dengan Pembuatan Embung.

Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada hal-hal berikut ini:

1. Pembuatan embung di Desa Gunung Raya
2. Perkiraan perhitungan debit banjir yang melewati *spillway*

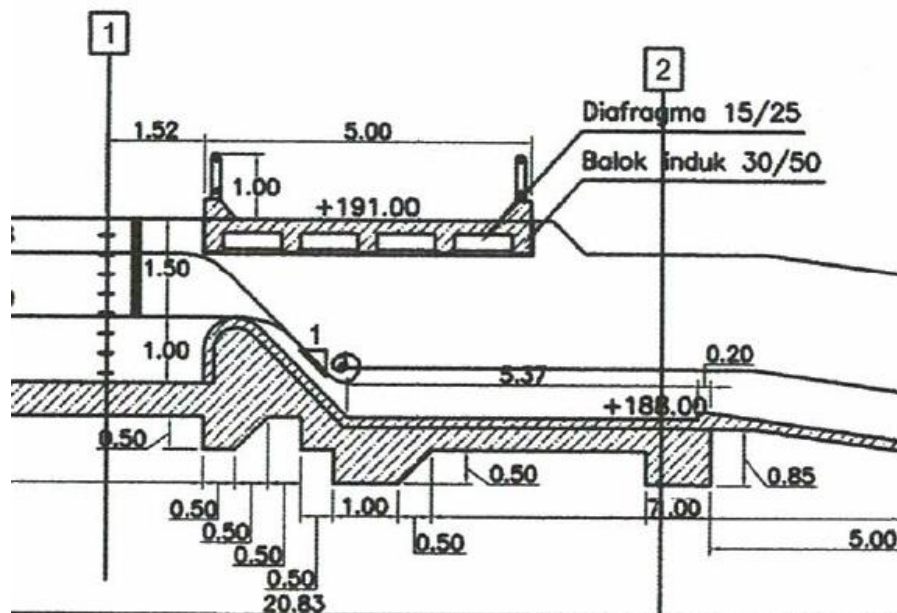
HASIL DAN PEMBAHASAN

Debit banjir rencana merupakan debit maksimum di sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang (rata-rata) yang telah ditentukan yang mampu dialirkan tanpa membahayakan proyek irigasi dan stabilitas pada setiap bagian bangunan-bangunan irigasi. Debit banjir rencana ditentukan melalui analisis debit puncak, dan umumnya dihitung berdasarkan hasil pengamatan harian tinggi muka air.

Perhitungan Debit Banjir Pada *Spillway*

Data sekunder yang didapatkan dari BBWS Mesuji Sekampung adalah sebagai berikut :

1. Lebar pelimpah (B) = 3 m
2. Tinggi pelimpah (P) = 1 m
3. Kedalaman air diatas ambang pelimpah (Hd) = 0,976 m
4. Tinggi kec. aliran diatas ambang pelimpah (Hv) = 0,2796 m
5. Tinggi tekanan total diatas ambang pelimpah (He) = 1,2555 m



Sumber: Data Proyek

Gambar 1. Detail potongan *spillway*.

Berdasarkan data sekunder yang didapatkan, maka perhitungan debit banjir dan tinggi muka air banjir pada *spillway* embung Gunung Raya diuraikan dalam beberapa langkah yang diuraikan dibawah ini

Menentukan Lebar Efektif (Be)

Langkah pertama dalam menghitung debit banjir dan tinggi muka air banjir adalah menghitung lebar efektif (Be) Persamaan yang digunakan untuk menentukan lebar efektif ditunjukkan pada Persamaan 1

$$Be = B - 2 (n \cdot Kp + Ka) \cdot He \dots \dots \dots (Persamaan 1)$$

Keterangan :

n = Jumlah pilar (0)

$$K_p = 0 \text{ (tanpa pilar)}$$

$$K_a = 0,1 \text{ (abudment bulat)}$$

$$B_e = B - 2 (n \cdot K_p + K_a) \cdot H_e$$

$$= 3 - 2 (0 \cdot 0 + 0,1) \cdot 1,2555$$

$$= 2,7489 \text{ m}$$

Debit Air Banjir

Selanjutnya setelah menentukan lebar efektif maka akan dihitung debit air banjir menggunakan rumus yang ditunjukkan pada Persamaan 2 dengan terlebih dahulu menghitung Cd

$$Q = C_d \cdot \frac{2}{3} \cdot \sqrt{\frac{2}{3} \times g} \cdot B_e \cdot H_e^{1,5} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2)}$$

$$C_d = C_0 \times C_1 \times C_2$$

$$C_0 = H_1/r = 1,5/0,5 = 3$$

$$C_1 = P/H_1 = 1/1,5 = 0,6667$$

$$C_2 = P/H_1 = 1/1,5 = 0,6667$$

$$C_d = 3 \cdot 0,6667 \cdot 0,6667 = 1,3335$$

Setelah nilai Cd didapat, maka :

$$Q = 1,3335 \cdot \frac{2}{3} \cdot \sqrt{\frac{2}{3} \times 9,8} \cdot 2,7489 \cdot 1,2555^{1,5}$$

$$= 8,7870 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Tinggi Muka Air Banjir

Dalam menghitung tinggi muka banjir, digunakan persamaan 3

$$H_d = H_e - K \dots\dots\dots \text{(Persamaan 3)}$$

Dimana :

$$K = \frac{v^2}{2g}$$

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$A = B_e \cdot H_e$$

$$v = \frac{8,7870}{2,7489 \cdot 1,2555} = 2,5460 \text{ m/dt}$$

$$\text{Maka, } K = \frac{2,5460^2}{2 \cdot 9,8} = 0,3307$$

Sehingga,

$$H_d = H_e - K$$

$$= 1,2555 - 0,3307$$

$$= 0,9248 \text{ m}$$

Sumber : Perencanaan Teknis Embung Silandak Sebagai Pengendali Banjir Kali Silandak

SIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil adalah antara lain lebar efektif *spillway* yang didapatkan adalah 2,7489 m. Debit banjir yang telah dihitung sebesar 8,7870 m³/dt dan tinggi muka air banjir yaitu 0,9248 m

UCAPAN TERIMA KASIH (11 PT)

Selama proses pelaksanaan penelitian penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Arlina Phelia, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing praktik Kerja lapangan yang telah memberikan waktu, tenaga, seta masukan-masukan yang berguna bagi penulis. Bapak MF. Nur Yuniar, S.T., M.T. selaku Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) BBWS Mesuji Sekampung (DSE) Kota Bandar Lampung. Bapak Eko selaku pelaksana lapangan BBWS Mesuji Sekampung (DSE) yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama pelaksanaan Praktik Kerja Lapangan.

REFERENSI/DAFTAR PUSTAKA (11 PT)

- Adma, Nabila Annisa Amara (2020), Perhitungan Volume Tampung Pada Proyek Pembangunan Embung Konservasi Gunung Raya Di Kabupaten Pringsewu Jurnal SENDI. Halaman 39-47
- Asdak, Chay., 1995. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada University Press., Yogyakarta.
- Chen, H., Yao, L., Fitri, A. 2019. The Influence Mechanism Research of Inflow Temperature in Different Time Scale on the Water Temperature Structure. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 365, No. 1, p. 012058). IOP Publishing.
- Fitri, A., Hashim, R., Song, K. I., & Motamedi, S. 2015. Evaluation of morphodynamic changes in the vicinity of low-crested breakwater on cohesive shore of Carey Island, Malaysia. *Coastal Engineering Journal*, 57(04), 1550023.
- Fitri, A., Hashim, R., & Motamedi, S. (2017). Estimation and Validation of Nearshore Current at the Coast of Carey Island, Malaysia. *Pertanika Journal of Science & Technology*, 25(3).
- Fitri, A., Hashim, R., Abolfathi, S., & Abdul Maulud, K. N. 2019a. Dynamics of sediment transport and erosion-deposition patterns in the locality of a detached low-crested breakwater on a cohesive coast. *Water*, 11(8), 1721.
- Fitri, A. Yao, L., Sofawi, B. 2019b. Evaluation of Mangrove Rehabilitation Project at Carey Island Coast, Peninsular Malaysia based on Long Term Geochemical Changes. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 365, No. 1, p. 012055). IOP Publishing.
- Fitri, A. and Yao, L. 2019. The impact of Parameter Changes of a Detached Breakwater on Coastal Morphodynamic at Cohesive Shore; A Simulation. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 365, No. 1, p. 012054). IOP Publishing
- Fitri, A., Maulud, K.N.A., Pratiwi, D., Phelia, A., Rossi, F. and Zuhairi, N.Z., 2020. Trend of Water Quality Status In Kelantan River Downstream, Peninsular Malaysia. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 16(3), pp.178-184.
- Fitri, A., Maulud, K. N. A., Rossi, F., Dewantoro, F., Harsanto, P., & Zuhairi, N. Z. 2021. Spatial and Temporal Distribution of Dissolved Oxygen and Suspended Sediment in Kelantan River Basin. In *4th International Conference on Sustainable Innovation 2020–Technology, Engineering and Agriculture (ICoSITEA 2020)* (pp. 51-54). Atlantis Press.
- Hashim, R., Fitri, A., Motamedi, S., Hashim, A.M. 2013. Modelling of Coastal Hydrodynamic Associated with Coastal Structures: A Reviews. *Malaysian Journal of Science*. Vol. 32, pp: 149-154.

- Hashim, R., Roy, C., Shamshirband, S., Motamedi, S., Fitri, A., Petković, D., & Song, K. I. 2016. Estimation of wind-driven coastal waves near a Mangrove Forest using adaptive neuro-fuzzy inference system. *Water resources management*, 30(7), 2391-2404.
- Kasiro, Ibnu, dkk. 1997. Pedoman Kriteria Desain Embung Kecil untuk Daerah Semi Kering di Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pengairan. Dep. PU. Jakarta.
- Maulud, K. N. A., Fitri, A., Mohtar, W. H. M. W., Jaafar, W. S. W. M., Zuhairi, N. Z., & Kamarudin, M. K. A. (2021). A study of spatial and water quality index during dry and rainy seasons at Kelantan River Basin, Peninsular Malaysia. *Arabian Journal of Geosciences*, 14(2), 1-19.
- Pratiwi, D., Sinia, R.O. and Fitri, A., (2020). Peningkatan Pengetahuan Masyarakat Terhadap Drainase Berporus yang Difungsikan sebagai Tempat Peresapan Air Hujan. *Journal of Social Sciences and Technology for Community Service (JSSTCS)*, 1(2).
- Pratiwi, D., dan Fitri, A., (2021). Analisis Potensial Penjalaran Gelombang Tsunami di Pesisir Barat Lampung, Indonesia. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, Volume 8, Issue 1, page 29-37, Institut Teknologi Padang (ITP).
- Sosrodarsono, S dan K. Takeda., 1987. Hidrologi untuk Pengairan, PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Subarkah, Imam., 1990. Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air, Ide Dharma, Bandung.
- Triatmodjo Bambang. 2008. Hidrologi Terapan. Beta Offset, Yogyakarta.
- Yao, L., Li, J., Shi, S., Fitri, A. 2019a. Simulation Take-off Angle of a Ski Jump Energy Dissipater. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 365, No. 1, p. 012057). IOP Publishing.
- Yao, L., Huang, X., & Fitri, A. 2019b. Influence scope of local loss for pipe flow in plane sudden expansions. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 365, No. 1, p. 012056). IOP Publishing.



PERHITUNGAN DAYA DUKUNG TIANG PANCANG PROYEK PENAMBAHAN *LINE CONVEYOR* BATUBARA

Catra Editya Kusuma¹, Fera Lestari²
Teknik Sipil Universitas Teknokrat Indonesia^{1,2}

E-mail: Catraoke@gmail.com

Received: 18 Juni 2021

Accepted: 25 Juni 2021

Published : 26 Juni 2021

Abstract

Study of the calculation of the carrying capacity of stakes in the land area conducted in the project of Construction of The Addition of Pln (Persero) Coal Conveyor Line Implementation Unit sebalang aiming to know the capacity of carrying capacity and the decrease of the foundation of the stake. The method used is friction method. The material used for erection using concrete pile type or can be called spun pile diameter 400 mm, length 10m. The lower structure (Sub Structure) is planned by using the construction of the foundation of the stake with reinforced material with concrete quality $f_c = 30$ Mpa and steel quality $f_y = 400$ Mpa. In this paper, it is briefly explained how to find the carrying capacity of the stake with several methods such as Meyerhof and also using the Converse-labarre formula. The carrying capacity of individual poles (single pile) $Q_{sp} = 166,807$ tons. The carrying capacity of the ultimate pult stake = 126,440 tons.

Keywords: carrying capacity, foundation stake, line conveyor, deep foundation

Abstrak

Studi perhitungan daya dukung tiang pancang di area darat yang dilakukan pada proyek Pembangunan Penambahan Line Conveyor Batubara PLN (Persero) Unit Pelaksana Pembangunan Sebalang bertujuan untuk adalah mengetahui kapasitas daya dukung dan penurunan pondasi tiang pancang. Metode yang digunakan adalah Metode Friction. Material yang digunakan untuk pemancangan menggunakan tipe tiang pancang concrete pile atau bisa disebut juga spun pile diameter 400 mm, panjang 10m. Struktur bawah (Sub Structure) direncanakan dengan menggunakan konstruksi pondasi tiang pancang dengan bahan bertulang dengan mutu beton $f_c = 30$ Mpa dan mutu baja $f_y = 400$ Mpa. Di tulisan ini, dijelaskan secara singkat bagaimana mencari daya dukung tiang pancang dengan beberapa metode seperti Meyerhof dan juga menggunakan rumus Converse-labarre. Daya dukung tiang individu (single pile) $Q_{sp} = 166,807$ ton. Daya dukung tiang pancang ultimate $P_{ult} = 126,440$ ton.

Kata Kunci: daya dukung, pondasi tiang pancang, line conveyor, pondasi dalam

To cite this article:

Kusuma dan Lestari (2021). Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Proyek Penambahan Line Conveyor Batubara. *Jurnal Teknik Sipil SENDI*, Vol (02) No.01, 44-50

PENDAHULUAN

Sebagaimana pentingnya sumber daya air bagi kehidupan manusia (Chen et al., 2019; Fitri et al., 2015; Fitri et al., 2017; Fitri et al., 2019a; Fitri et al., 2019b; Fitri dan Yao, 2019; Hashim et al., 2013; Hashim et al., 2016; Fitri et al., 2020; Fitri et al., 2021; Maulud et al., 2021; Pratiwi et al., 2020; Pratiwi dan Fitri, 2021; Yao et

al., 2019a; Yao et al., 2019b), listrik juga menjadi salah satu kebutuhan utama manusia yang tidak kalah pentingnya saat ini. Listrik Pembangunan Penambahan Line Conveyor Batubara PLN (Persero) Unit Pelaksana Pembangkitan Sebalang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan listrik yang ada di Sumatera bagian selatan khususnya. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pembangkitan Sebalang berada di desa Tarahan, Kecamatan Katibung, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pembangkitan Sebalang sendiri merupakan pembangkit listrik tenaga uap hasil pembakaran dari batubara. Penambahan Line Conveyor batubara dari Jetty Ke Storage PLN (Persero) Unit Pelaksana Pembangkitan Sebalang. Dengan harapan kebutuhan batubara untuk keperluan PLN (Persero) Unit Pelaksana Pembangkitan sebalang dapat terpenuhi.

Pada bidang industri, bahan-bahan yang digunakan kadangkala merupakan bahan yang berat maupun berbahaya bagi manusia. Untuk itu diperlukan alat transportasi untuk mengangkut bahan-bahan tersebut mengatasi keterbatasan kemampuan tenaga manusia baik itu berupa kapasitas bahan yang akan diangkut maupun keselamatan kerja dari karyawan. Pindah material berfungsi untuk memindahkan material pada area tertentu, pada suatu departemen, pabrik dan pembangkit, lokasi konstruksi, tempat penyimpanan dan pemuatan. Pengelompokan peralatan pemindah material berdasarkan bentuk desainnya adalah *hoisting equipment*, *conveying equipment* dan *surface and overhead equipment*. *Conveying equipment* terdiri dari banyak macam peralatan pemindah, dimana dalam pemilihan conveyor atau peralatan pemindah lainnya dipengaruhi oleh jenis material yang akan diangkut, kapasitas yang dibutuhkan dalam waktu tertentu, arah dan panjang pemindahan, sehingga selain faktor engineering, faktor nilai ekonomis juga perlu diperhatikan dalam pemilihan peralatan pemindah material. Untuk itu PLTU Sebalang menambah kapasitas mengangkut batubara yang berasal dari jetty ke area PLTU maka dilakukan penambahan bangunan line conveyor. Penambahan line conveyor ini juga bertujuan memperlancar mobilitas pendistribusian material bahan bakar pembangkit listrik itu sendiri agar pasokan tenaga listrik dapat terpenuhi secara maksimal.

TELAAH PUSTAKA

Pengertian pondasi tiang pancang

Pondasi tiang pancang (pile foundation) adalah bagian dari struktur yang digunakan untuk menerima dan mentransfer (menyalurkan) beban dari struktur atas ke tanah penunjang yang terletak pada kedalaman tertentu. Material yang digunakan untuk pemancangan dilaut menggunakan tipe tiang pancang concrete pile atau bisa disebut juga spun pile diameter 400 mm, panjang 10m. Kekuatan beban ini dapat mencapai beban besar hingga lebih dari 50 ton untuk tiap tiang.

Pembuatan tiang pancang menggunakan metode precast adalah tiang pancang dari beton bertulang yang dicetak dan dicor dalam acuan beton (bekisting) kemudian, setelah cukup kuat lalu diangkat. Maka tiang pancang beton ini haruslah diberi penulangan-penulangan yang cukup kuat untuk menahan momen lentur yang akan timbul pada waktu pengangkatan dan pemancangan.

Pondasi tiang pancang adalah sebuah bagian struktural dari sebuah bangunan yang membagi tekanan gravitasi secara merata pada tanah dan berfungsi agar bangunan yang dibangun bisa menjadi kuat dan berdiri dengan kokoh. Pondasi tiang pancang mempunyai bentuk seperti sebuah kolom-kolom yang terbuat dari semen ataupun baja kokoh yang akan memperkuat struktur bangunan.

Pondasi tiang pancang pada bangunan sendiri dibagi menjadi dua bagian yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Bangunan yang berat dan memiliki tingkat yang tinggi diharuskan untuk memiliki pondasi yang sangat dalam agar kekuatan struktural dari bangunan menjadi kuat dan tahan terhadap guncangan yang besar sekalipun. Pondasi tiang pancang umumnya digunakan apabila struktur tanah yang akan dibangun mempunyai kemungkinan untuk bergeser.

Pondasi tiang pancang banyak dilakukan pada konstruksi yang berada di daerah pantai misalnya digunakan pada *jetty*. (Adma,Ahmad,Phelia, 2020) menunjukkan hasil daya dukung aksial tiang pancang pada proyek *Expantion Jetty* memenuhi syarat. Hal ini menunjukkan bahwa pilihan tiang pancang untuk bangunan di pantai dapat digunakan.

(Darasena dan Dewantoro, 2020) Dalam menghitung volume *bored pile* yang ada di proyek pembangunan *flyover* Sultan Agung Perhitungan Volume *Bored Pile* berbentuk lingkaran menggunakan rumus volume silinder. Hal ini juga berlaku untuk tiang pancang berbentuk lingkaran. Perhitungan daya dukung tanah sangat diperlukan guna mengetahui kemampuan tanah sebagai perletakan/pemakaian struktur pondasi. Daya dukung tanah merupakan kemampuan tanah dalam mendukung beban baik berat sendiri struktur pondasi maupun beban struktur atas secara keseluruhan tanpa terjadinya keruntuhan. Nilai daya dukung tersebut dibatasi oleh suatu daya dukung batas *ultimate bearing capacity*, yang merupakan keadaan saat mulai terjadi keruntuhan. Sebelum kita

menentukan jenis pondasi yang akan digunakan, kita harus menentukan daya dukung ijin (q_a) yang merupakan hasil bagi dari daya dukung batas (q_{ult}).

METODE PENELITIAN

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan wawancara yang dilakukan dengan pengawas lapangan, pekerja, maupun pembimbing lapangan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan untuk penelitian. Observasi adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan lewat pengamatan langsung dilokasi proyek berkaitan dengan pelaksanaan pekerjaan dilakukan. Studi pustaka mengumpulkan data yang relevan dari buku, artikel ilmiah, berita, maupun sumber kredibel lainnya yang terkait dengan topik penelitian. Melakukan pengambilan gambar dari setiap kegiatan yang dilakukan. Dan mengumpulkan dokumen dan arsip dari pihak pelaksana pekerjaan proyek terkait kegiatan yang dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang

Tegangan tekan beton yang diijinkan dihitung menggunakan tegangan tiang terhadap tumbukan Rumus yang digunakan diunjukkan oleh persamaan 1

$$\sigma'_b = 0,33 \times f'_c \dots\dots\dots(Persamaan 1)$$

Keterangan :

σ'_b =Tegangan tiang terhadap penumbukan

f'_c = Kuat tekan beton

P tiang =Kekuatan pikul tiang yang diijinkan

Mutu beton $f'_c = 30 \text{ Mpa} = 400 \text{ kg/cm}^2$

$$\begin{aligned} \sigma'_b &= 0,33 \times f'_c \\ &= 0,33 \times 400 \\ &= 132 \text{ Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$P \text{ tiang} = 132 \text{ kg/cm}^2 \times 2500 \text{ cm}^2 = 330000 \text{ kg} = 300 \text{ ton}$$

Berdasarkan Hasil Sondir

Faktor Keamanan = 3 dan 5

Faktor keamanan ≥ 3 digunakan untuk ketentuan tanah lempung

Faktor keamanan 5 yaitu untuk gesekan pada selimut tiang

Total *Friction* (T_f) ($h = 9,4 \text{ m}$) = 1082 kg/cm

Cone resistance (q_c) = 155 kg/cm²

O (keliling) = 200 cm

A (Luas) = 2500 cm²

Berdasarkan perhitungan Mayerhoff

Digunakan rumus seperti pada persamaan 2 untuk menghitung daya dukung berdasarkan metode perhitungan Mayerhoff

$$(A \cdot q_c) / 3 + (O \cdot T_f) / 5 \dots\dots\dots(Persamaan 2)$$

Keterangan :

A = Luas
 qc = Cone resistance
 O = Keliling
 Tf = Total Friction
 γ = Berat volume tanah
 Qsp= Daya dukung tiang individu

$$\begin{aligned} Q \text{ 1 Tiang} &= (A \cdot qc) / 3 + (O \cdot Tf) / 5 \\ &= 2500 \cdot 155 / 3 + 200 \cdot 1082 / 5 \\ &= 172446,667 \text{ kg} \\ &= 172,447 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Tiang} &= \text{Volume} \cdot \gamma \text{ btn} \\ &= A \times h \times 2400 \\ &= 0,25 \times 9,4 \times 2400 \\ &= 5640 \text{ kg} \\ &= 5,64 \text{ ton} \end{aligned}$$

Daya dukung tiang individu (*single pile*)

$$\begin{aligned} Q_{sp} &= Q_{1t} - \text{Berat Tiang} \\ &= 172,447 - 5,64 \\ &= 166,807 \text{ ton} \end{aligned}$$

Perhitungan Efisiensi dan Beban Maksimum Tiang Pancang

Efisiensi Pile Group (Efisiensi Kelompok Tiang Pancang)

m = 2,
 n = 2,
 D = 50

$$\begin{aligned} \text{jarak antar tiang-tiang (S1)} &= 2,5D \leq S1 \leq 3D \\ &= 2,5 \cdot 50 \leq S1 \leq 3 \cdot 50 \\ &= 125 \leq S1 \leq 150 \end{aligned}$$

digunakan S1 = 125 cm

$$\begin{aligned} \text{jarak tiang ke tepi} &= S2 \leq 1,25D \\ &= S2 \leq 1,25 \cdot 50 \\ &= S2 \leq 62,5 \end{aligned}$$

digunakan S2 = 62,5 cm

Karena lokasi proyek berada di area pantai yang merupakan tanah berpasir maka digunakan rumus *Converse-labarre* seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 4

$$\text{Eff} = 1 - \theta \times (((n-1) \cdot m + (m-1) \cdot n) / (90 \cdot m \cdot n)) \dots \dots \dots (\text{Persamaan 3})$$

Keterangan :

Eff : *Converse-labarre*
 m : Jumlah tiang dalam suatu jurusan
 n : Jumlah tiang dalam arah lain
 D : Ukuran Tiang
 S1 : Jarak antar tiang
 S2 : Jarak tiang ke tepi
 m = 2
 n = 2
 D = 50
 S1 = 125

$$\text{Eff} = 1-21,801 \times (((2-1).2+(2-1).2)/90.2.2)=0,758$$

Daya Dukung Tiang Pancang

Daya dukung tiang pancang ultimate dihitung menggunakan persamaan 4

$$\text{Pult} = \text{Eff} \times \text{Q sp (individu)} \dots \dots \dots \text{(Persamaan 4)}$$

Keterangan :

Pult : Daya dukung tiang pancang ultimate

Eff : *Converse-labarre*

Q : Beban yang bekerja

Perhitungan :

$$\text{Pult} = \text{Eff} \times \text{Q sp (individu)}$$

$$= 0,758 \times 166,807$$

$$= 126,440 \text{ ton}$$

SIMPULAN

Berdasarkan pengalaman dari kegiatan PKL yang telah dilaksanakan pada proyek Penambahan Line Transfortasi Batubara dari Jetty ke Storage PLTU Sebalang, maka kami dapat menyimpulkan bahwa Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan untuk daya dukung tiang pancang di area darat dapat disimpulkan bahwa daya dukung yang diizinkan sebesar 126,440 ton.

REFERENSI/DAFTAR PUSTAKA

- Chen, H., Yao, L., Fitri, A. 2019. The Influence Mechanism Research of Inflow Temperature in Different Time Scale on the Water Temperature Structure. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 365, No. 1, p. 012058). IOP Publishing.
- Darasena, Dewantoro (2020). Metode pekerjaan galian dan produktivitas alat berat pada pembangunan graving dock. *Jurnal SENDI*. Vol(1) No. 2, 61-66
- Fitri, A., Hashim, R., Song, K. I., & Motamedi, S. 2015. Evaluation of morphodynamic changes in the vicinity of low-crested breakwater on cohesive shore of Carey Island, Malaysia. *Coastal Engineering Journal*, 57(04), 1550023.
- Fitri, A., Hashim, R., & Motamedi, S. (2017). Estimation and Validation of Nearshore Current at the Coast of Carey Island, Malaysia. *Pertanika Journal of Science & Technology*, 25(3).
- Fitri, A., Hashim, R., Abolfathi, S., & Abdul Maulud, K. N. 2019a. Dynamics of sediment transport and erosion-deposition patterns in the locality of a detached low-crested breakwater on a cohesive coast. *Water*, 11(8), 1721.
- Fitri, A. Yao, L., Sofawi, B. 2019b. Evaluation of Mangrove Rehabilitation Project at Carey Island Coast, Peninsular Malaysia based on Long Term Geochemical Changes. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 365, No. 1, p. 012055). IOP Publishing.
- Fitri, A. and Yao, L. 2019. The impact of Parameter Changes of a Detached Breakwater on Coastal Morphodynamic at Cohesive Shore; A Simulation. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 365, No. 1, p. 012054). IOP Publishing

- Fitri, A., Maulud, K.N.A., Pratiwi, D., Phelia, A., Rossi, F. and Zuhairi, N.Z., 2020. Trend of Water Quality Status In Kelantan River Downstream, Peninsular Malaysia. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 16(3), pp.178-184.
- Fitri, A., Maulud, K. N. A., Rossi, F., Dewantoro, F., Harsanto, P., & Zuhairi, N. Z. 2021. Spatial and Temporal Distribution of Dissolved Oxygen and Suspended Sediment in Kelantan River Basin. In *4th International Conference on Sustainable Innovation 2020–Technology, Engineering and Agriculture (ICoSITA 2020)* (pp. 51-54). Atlantis Press.
- Hashim, R., Fitri, A., Motamedi, S., Hashim, A.M. 2013. Modelling of Coastal Hydrodynamic Associated with Coastal Structures: A Reviews. *Malaysian. Journal of Science*. Vol. 32, pp: 149-154.
- Hashim, R., Roy, C., Shamsirband, S., Motamedi, S., Fitri, A., Petković, D., & Song, K. I. 2016. Estimation of wind-driven coastal waves near a Mangrove Forest using adaptive neuro-fuzzy inference system. *Water resources management*, 30(7), 2391-2404.
- Maulud, K. N. A., Fitri, A., Mohtar, W. H. M. W., Jaafar, W. S. W. M., Zuhairi, N. Z., & Kamarudin, M. K. A. (2021). A study of spatial and water quality index during dry and rainy seasons at Kelantan River Basin, Peninsular Malaysia. *Arabian Journal of Geosciences*, 14(2), 1-19.
- Pratiwi, D., Sinia, R.O. and Fitri, A., (2020). Peningkatan Pengetahuan Masyarakat Terhadap Drainase Berporus yang Difungsikan sebagai Tempat Peresapan Air Hujan. *Journal of Social Sciences and Technology for Community Service (JSSTCS)*, 1(2).
- Pratiwi, D., dan Fitri, A., (2021). Analisis Potensial Penjalaran Gelombang Tsunami di Pesisir Barat Lampung, Indonesia. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, Volume 8, Issue 1, page 29-37, Institut Teknologi Padang (ITP).
- Yao, L., Li, J., Shi, S., Fitri, A. 2019a. Simulation Take-off Angle of a Ski Jump Energy Dissipater. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 365, No. 1, p. 012057). IOP Publishing.
- Yao, L., Huang, X., & Fitri, A. 2019b. Influence scope of local loss for pipe flow in plane sudden expansions. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 365, No. 1, p. 012056). IOP Publishing.
- Adhyaksa. 2019. Konstruksi. <https://www.adhyaksapersada.co.id/material-bangunan>
- Adma, Ahmad, Phelia (2020). Evaluasi Daya Dukung Tiang Pancang Pada Pembangunan Jetty. *Jurnal SENDI*. Vol(1), 7-14
- Budi haryono.2019.Beton Ready Mix. Penerbit Prima Ready Mix <https://primareadymix.com/apa-itu-ready-mix/>.
- Civil Engeneering.2009.Langkah pekerjaan pilecap, metode pelaksanaan <https://jefrihutagalung.wordpress.com/tag/langkah-pekerjaan-pile-cap/>
- Farisa Mukti Arta Mevia, 2020. Struktur Organisasi Proyek – Definisi Hingga Manfaatnya. <https://wira.co.id/struktur-organisasi-proyek/>
- Gordon Jurianto. 2018. Laporan Kerja Praktik Teknik Sipil. Proyek Pembangunan Hotel MM Yogyakarta.
- Marcelino Kenwin Mawira, Jantje B. Mangare, Jermias Tjakra.2019.Laporan kerja praktek: Metode Kerja Pemasangan Tiang pancang pada Jembatan. Universitas Sam Ratulangi Manado
- Pamungkas. 2019. General Manager PLN Unit Induk Distribusi (UID) Lampung, <https://suluh.co/tag/general-manajer-pln-uid-lampung-pandapotan-manurung/>

PT. Enviromate Tecnology International. 2019. Prosedur pekerjaan Pemancangan Didarat dengan metode HSPD. PT. PLN (Persero) Pusmanpro

PT. Enviromate Tecnology International. 2019. Prosedur PDA Test. PT. PLN (Persero) Pusmanpro

Purnosidi. 2015. 4 Jenis Alat Pemasang Tiang Pancang. <https://nikifour.co.id/4-jenis-alat-pemasang-tiang-pancang>.



KEBUTUHAN BETON PADA PEKERJAAN KOLAM PROYEK REHABILITASI MAHAN AGUNG

Muhmad Fikri Murad¹, Galuh Pramita², Agus Widodo³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil Universitas Teknokrat Indonesia

Email : fikrimurad10@gmail.com

Received: 6 Juni 2021

Accepted: 25 Juni 2021

Published : 26 Juni 2021

Abstract

Ponds are waters on land that are smaller in size than lakes, naturally formed or can be made by humans. The function of the pool in the Mahan Agung Rehabilitation is as a garden in front of the Mahan Agung building. The type of foundation used in the construction of the Mahan Agung pool is the tread foundation, because it is able to withstand loads of tens or hundreds of tons. In this calculation using the simple formula listed below, the area of the pond that must be calculated in the Mahan Agung Rehabilitation project is 50m x 12m. The pool length has a size of 50 m. The pool width has a size of 12 m. The pool height has a size of 0.41 cm.

Keywords: Concrete Volume, Pool, Mahan Agung

Abstrak

Kolam adalah perairan di daratan yang lebih kecil ukurannya dari pada danau, kolam terbentuk secara alami atau dapat di buat oleh manusia. Fungsi kolam dalam Rehabilitasi Mahan Agung adalah sebagai taman yang berada di depan bangunan Mahan Agung, Jenis pondasi yang dipakai dalam pembuatan kolam Mahan Agung adalah pondasi tapak, karena mampu menahan beban dari puluhan atau ratusan ton. Dalam perhitungan ini menggunakan rumus sederhana yang terdapat di bawah, luas Kolam yang harus di hitung dalam proyek Rehabilitasi Mahan Agung adalah 50m x 12m. Panjang Kolam memiliki ukuran 50 m. Lebar Kolam memiliki ukuran 12 m. Tinggi Kolam memiliki ukuran 0,41 cm

Kata Kunci: Volume Beton, Kolam, Mahan Agung

To cite this article:

Murad, Pramita, dan Widodo. (2021). Kebutuhan Beton Pada Pekerjaan Kolam Proyek Rehabilitasi Mahan Agung. *Jurnal Teknik Sipil SENDI*, Vol (2) No. 1, 51-56.

PENDAHULUAN

Sebagaimana yang kita sadari, air merupakan sumber daya alam yang sangat diperlukan oleh manusia sepanjang masa dan menjadi bagian dari kebutuhan dasar manusiawi yang sangat penting (Chen et al., 2019; Fitri et al., 2015; Fitri et al., 2017; Fitri et al., 2019a; Fitri et al., 2019b; Fitri dan Yao, 2019; Hashim et al., 2013; Hashim et al., 2016; Fitri et al., 2020; Fitri et al., 2021; Maulud et al., 2021; Pratiwi et al., 2020; Pratiwi dan Fitri, 2021; Yao et al., 2019a; Yao et al., 2019b). Sebagai salah satu sarana untuk penampungan air, kolam telah didesign dan dibangun diberbagai tempat di Indonesia. Kolam adalah perairan di daratan yang lebih kecil ukurannya dari pada danau, kolam terbentuk secara alami atau dapat di buat oleh manusia.

Upaya percepatan pembangunan nasional, khususnya dalam bidang infastruktur terus ditingkatkan. Dalam rangka mewujudkan hal tersebut pemerintah daerah Bandar Lampung terus melakukan perbaikan dalam meningkatkan kualitas pembangunan kota Bandar Lampung, salah satunya dengan rehabilitasi kompleks Mahan Agung sebagai salah satu pembaharuan fasilitas pemerintahan pada periode baru Gubernur Lampung Ir.H.Arinal

Djunandi. peran sumberdaya manusia dan APBD menjadi kunci utama dalam mendukung pertumbuhan pembangunan.

Oleh karena itu, untuk mendukung hal tersebut, realisasi anggaran pembangunan harus diproses secara cepat agar tidak berdampak pada kualitas proyek dan keterlambatan pada progres dan menjadi tidak sesuai dengan jadwal yang sudah ditentukan, hal ini dapat mengakibatkan proyek dapat ditunda pada tahun berikutnya dan hal tersebut yang menjadi penyebab lambatnya pertumbuhan pada infrastruktur daerah.

Fungsi dari Mahan Agung adalah sebagai Rumah Dinas Gubernur Lampung yang terletak di Jl. Dr. Susilo Bandar Lampung. Kini yang menempati Mahan Agung adalah Gubernur terpilih periode sekarang Ir. H. Arinal Djunaidi. Tujuan rehabilitasi dari Mahan Agung itu sendiri ingin adanya pembaharuan dari sisi bentuk gedung, peninggian pada atap, maupun penambahan bangunan yang lain nya seperti adanya Kolam Air Mancur yang berada tepat di depan Gedung Mahan Agung. Tujuan pembuatan bangunan kolam pada Proyek Rehabilitasi Mahan Agung Menambah nilai estetik pada area depan gedung Mahan Agung. Membuat efek biasan dari permukaan kolam sehingga memantulkan Gedung Mahan Agung

TELAAH PUSTAKA

Kolam adalah perairan di daratan yang lebih kecil ukurannya dari pada danau, kolam terbentuk secara alami atau dapat di buat oleh manusia. Fungsi kolam dalam Rehabilitasi Mahan Agung adalah sebagai taman yang berada di depan bangunan Mahan Agung, Jenis pondasi yang dipakai dalam pembuatan kolam Mahan Agung adalah pondasi tapak, karena mampu menahan beban dari puluhan atau ratusan ton terlebih dahulu sampai kedalaman yang diperlukan, lalu tahap pemasangan tulangan besi yang dilanjutkan dengan pengecoran beton untuk pengurugannya.

Dalam membuat kolam untuk kebutuhan pengelolaan air limbah dengan dimensi panjang 0,8 meter, lebar 1,3 meter dan tinggi 1,8 meter membutuhkan beton kurang lebih sebanyak 0,9 m³ (Prasetio, Pangestu, Defrindo dan Lestari , 2020). Perhitungan kebutuhan beton pada suatu pekerjaan infrastruktur baik gedung maupun fasilitas gedung lainnya seperti kolam sangatlah penting. Hal ini memungkinkan efisiensi dari segi biaya dan dari segi material yang akan digunakan dalam pekerjaan beton.

METODE PENELITIAN

Dalam menghitung kebutuhan beton dalam penelitian ini ada beberapa hal yang dilakukan guna mendapatkan data -data yang dibutuhkan. Adapun hal-hal yang dilakukan dalam mengumpulkan data -data antara lain:

1. Wawancara dilakukan dengan pengawas lapangan, pekerja, maupun pembimbing lapangan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan untuk penelitian.
2. Observasi adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan lewat pengamatan langsung dilokasi proyek berkaitan dengan pelaksanaan pekerjaan dilakukan.
3. Studi pustaka mengumpulkan data yang relevan dari buku, artikel ilmiah, berita, maupun sumber kredibel lainnya yang terkait dengan topik penelitian.
4. Melakukan pengambilan gambar dari setiap kegiatan yang dilakukan.
5. Dokumen dan arsip dari pihak pelaksana pekerjaan proyek terkait kegiatan yang dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pekerjaan Pengurugan Pasir

Pekerjaan Pengurugan Pasir merupakan tahap awal dari pekerjaan kolam Urug Pasir ini berfungsi sebagai menstabilkan permukaan tanah asli dan menyebarkan beban, sehingga beban yang dipikul merata, Urugan Pasir mempunyai ketebalan 5 cm.

Pekerjaan Lantai Dasar

Pekerjaan Lantai Dasar merupakan pekerjaan yang fungsinya sebagai memudahkan pekerja berdiri di atas lahan datar, lahan menjadi tidak kotor ataupun becek, lantai kerja juga sebagai dudukan besi pelapis bawah, Lantai Kerja ini sendiri memiliki ketebalan 10 cm.

Pekerjaan Pembesian

Pekerjaan Pembesian merupakan bagian dari pekerjaan Struktur, dalam Pekerjaan Pembesian ini dilakukan secara bertahap yaitu dengan besi dibuat lurus dan perakitan sengkang besi yang dipakai besi Ø10 dan Ø8 polos.

Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan Bekisting adalah cetakan sementara digunakan untuk menahan beban selama beton dituang dan dibentuk sesuai bentuk yang diinginkan.

Proses Slump Test

Slump Test adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui seberapa kental adukan beton segar yang digunakan, Fungsi lain dari uji slump test beton adalah agar beton yang diproduksi di batching plant akan sesuai dengan rencana kerja dari sebuah bangunan yang dibangun, hasil slump test menunjukkan penurunan sebesar 10 cm.

Proses Pengecoran

Pengecoran merupakan penuangan beton segar ke dalam cetakan ke dalam struktur yang telah dipasang besi tulangan,

Pelepasan Bekisting

Pelepasan Bekisting ini dilakukan setelah 24 jam dari pengecoran maksud dari Pelepasan Bekisting ini juga agar mempermudah atau tidak menghalangi pekerjaan selanjutnya.

Pelapisan Bintumen

Aspal cair atau biasa disebut bitumen adalah pelapis anti bocor berbahan aspal pilihan yang dapat meresap hingga ke dalam pori-pori dan merekat pada pori-pori dan memperkuat pada media sehingga melindungi bangunan dari rembes dan bocor.

Plester dan Aci

Plester dan Aci ini dilakukan setelah pekerjaan pelapisan bitumen dilakukan, pekerjaan ini sebagai finishing akhir dari pekerjaan kolam.

Instalasi Pipa

Proses instalasi pipa dilakukan ketika beton di area kolam sudah jadi, pipa ini mengalirkan ke filter dari kolam itu sendiri, pipa-pipa ini menggunakan ukuran yaitu 2 1/2 “ dan 2 “. Pekerjaan Pemasangan Batu Karang dan Pasir Malang ini dilakukan setelah pekerjaan pipa sudah siap.

Perhitungan Volume Beton Pada Kolam

Dalam perhitungan ini menggunakan rumus sederhana. Bentuk kolam yang ada di Mahan Agung berbentuk persegi Panjang. Sehingga volume kolam dapat dihitung menggunakan rumus volume persegi Panjang. Luas Kolam yang ada pada proyek Rehabilitasi Mahan Agung adalah 50m x 12 m.

Perhitungan volume dihitung dengan menggunakan rumus seperti yang ditunjukkan pada persamaan 1

$$\text{Volume Beton} = P \times L \times T \times t \dots\dots\dots(\text{Persamaan 1})$$

Keterangan :

P = Panjang

L = Lebar

T = Tinggi

t = Tebal

Data-data yang dibutuhkan untuk menghitung volume beton adalah sebagai berikut:

- Panjang Kolam memiliki ukuran 50 m
- Lebar Kolam memiliki ukuran 12 m
- Tinggi Kolam memiliki ukuran 0,41 m
- Tebal lantai memiliki ukuran 0,15 m
- Tebal Dinding memiliki ukuran 0,20 m

Menghitung Pelat Lantai Kolam

$$V = P \times L \times t$$

$$V = 50 \times 12 \times 0,15 = 90 \text{ m}^3$$

Hasil keperluan untuk Lantai adalah 90 m^3

Menghitung Volume Dinding Kolam

$$\text{Luas} = 50 + 50 + 12 + 12 = 124 \text{ m}$$

$$V = \text{Luas} \times \text{Tinggi}$$

$$V = 124 \times 0,41 = 50,84 \text{ m}$$

$$V = 50,84 \times 0,20 = 10,168 \text{ m}^3$$

Hasil keperluan untuk Dinding adalah $10,168 \text{ m}^3$

Total kebutuhan beton secara keseluruhan untuk pekerjaan kolam Pada Proyek Rehabilitasi Mahan Agung didapatkan dari perhitungan volume lantai ditambahkan dengan volume dinding. Sehingga dari hasil perhitungan didapatkan hasil keperluan untuk seluruh nya adalah $100,1680 \text{ m}^3$

Dalam pekerjaan pengecoran kolam pada proyek Rehabilitasi Mahan Agung, truk pengaduk beton datang dari *batching plant* mengangkut beton sesuai spesifikasi yang diinginkan dengan kapasitas truk sebesar 7 m³. Dalam pelaksanaan pengecoran tentu ada adukan beton yang terbuang. Kehilangan volume beton ini juga perlu diperhitungkan agar volume beton yang tersedia untuk pekerjaan pengecoran memadai. Dalam penelitian ini kehilangan adukan beton diasumsikan sebesar 10%. Total kebutuhan beton untuk pekerjaan pengecoran kolam yang ada pada Proyek Rehabilitasi Mahan Agung didapatkan dengan mengalikan hasil keperluan untuk seluruhnya dikalikan dengan 1%. Sehingga dengan demikian $100,1680 \times 110\% = 110,1848 \text{ m}^3$

SIMPULAN

Berdasar analisa yang telah dilakukan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

Didalam proyek Rehabilitasi Mahan Agung tersebut, terdapat adanya bangunan baru yaitu kolam seluas 50 x 12 m dengan kebutuhan beton keperluan untuk seluruh nya adalah $110,1848 \text{ m}^3$

UCAPAN TERIMA KASIH

Selama proses pelaksanaan penelitian penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Dian Pratiwi, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing praktik Kerja lapangan yang telah memberikan waktu, tenaga, serta masukan-masukan yang berguna bagi penulis. Bapak M. Erwin Effendi, S.T. dan Bapak Komarudin, S.T. selaku pembimbing di lapangan dan memberikan pengarahan langsung di Proyek Rehabilitasi Mahan Agung.

REFERENSI/DAFTAR PUSTAKA

- Adhyaksa. 2019. Konstruksi. <https://www.adhyaksapersada.co.id/material-bangunan/>.
- Chen, H., Yao, L., Fitri, A. 2019. The Influence Mechanism Research of Inflow Temperature in Different Time Scale on the Water Temperature Structure. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 365, No. 1, p. 012058). IOP Publishing.
- Farisa Mukti Arta Mevia, 2020. Struktur Organisasi Proyek – Definisi Hingga Manfaatnya. <https://wira.co.id/struktur-organisasi-proyek/>
- Fitri, A., Hashim, R., Song, K. I., & Motamedi, S. 2015. Evaluation of morphodynamic changes in the vicinity of low-crested breakwater on cohesive shore of Carey Island, Malaysia. *Coastal Engineering Journal*, 57(04), 1550023.
- Fitri, A., Hashim, R., & Motamedi, S. (2017). Estimation and Validation of Nearshore Current at the Coast of Carey Island, Malaysia. *Pertanika Journal of Science & Technology*, 25(3).
- Fitri, A., Hashim, R., Abolfathi, S., & Abdul Maulud, K. N. 2019a. Dynamics of sediment transport and erosion-deposition patterns in the locality of a detached low-crested breakwater on a cohesive coast. *Water*, 11(8), 1721.
- Fitri, A. Yao, L., Sofawi, B. 2019b. Evaluation of Mangrove Rehabilitation Project at Carey Island Coast, Peninsular Malaysia based on Long Term Geochemical Changes. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 365, No. 1, p. 012055). IOP Publishing.
- Fitri, A. and Yao, L. 2019. The impact of Parameter Changes of a Detached Breakwater on Coastal Morphodynamic at Cohesive Shore; A Simulation. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 365, No. 1, p. 012054). IOP Publishing
- Fitri, A., Maulud, K.N.A., Pratiwi, D., Phelia, A., Rossi, F. and Zuhairi, N.Z., 2020. Trend of Water Quality Status In Kelantan River Downstream, Peninsular Malaysia. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 16(3), pp.178-184.
- Fitri, A., Maulud, K. N. A., Rossi, F., Dewantoro, F., Harsanto, P., & Zuhairi, N. Z. 2021. Spatial and Temporal Distribution of Dissolved Oxygen and Suspended Sediment in Kelantan River Basin. In *4th International Conference on Sustainable Innovation 2020–Technology, Engineering and Agriculture (ICoSITEA 2020)* (pp. 51-54). Atlantis Press.
- Griffin, Ricky W. 2004. Manajemen; edisi ketujuh jilid 1. Jakarta: Erlangga. Diakses tanggal 22 Oktober 2020
- Hashim, R., Fitri, A., Motamedi, S., Hashim, A.M. 2013. Modelling of Coastal Hydrodynamic Associated with Coastal Structures: A Reviews. *Malaysian Journal of Science*. Vol. 32, pp: 149-154.
- Hashim, R., Roy, C., Shamshirband, S., Motamedi, S., Fitri, A., Petković, D., & Song, K. I. 2016. Estimation of wind-driven coastal waves near a Mangrove Forest using adaptive neuro-fuzzy inference system. *Water resources management*, 30(7), 2391-2404.
- Maulud, K. N. A., Fitri, A., Mohtar, W. H. M. W., Jaafar, W. S. W. M., Zuhairi, N. Z., & Kamarudin, M. K. A. (2021). A study of spatial and water quality index during dry and rainy seasons at Kelantan River Basin, Peninsular Malaysia. *Arabian Journal of Geosciences*, 14(2), 1-19.
- Prasetio, Pangestu, Defrindo dan Lestari (2020). Rencana Pembangunan Sanitasi Berbasis Lingkungan Di Desa Dadisari Kabupaten Tanggamus. *Jurnal SENDI*. Vol(1), 26-32

Pratiwi, D., Sinia, R.O. and Fitri, A., (2020). Peningkatan Pengetahuan Masyarakat Terhadap Drainase Berporus yang Difungsikan sebagai Tempat Peresapan Air Hujan. *Journal of Social Sciences and Technology for Community Service (JSSTCS)*, 1(2).

Pratiwi, D., dan Fitri, A., (2021). Analisis Potensial Penjalaran Gelombang Tsunami di Pesisir Barat Lampung, Indonesia. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, Volume 8, Issue 1, page 29-37, Institut Teknologi Padang (ITP).

Yao, L., Li, J., Shi, S., Fitri, A. 2019a. Simulation Take-off Angle of a Ski Jump Energy Dissipater. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 365, No. 1, p. 012057). IOP Publishing.

Yao, L., Huang, X., & Fitri, A. 2019b. Influence scope of local loss for pipe flow in plane sudden expansions. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 365, No. 1, p. 012056). IOP Publishing.