

JURNAL TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN

Analisa Pengaruh Kadar Lumpur Pada Pasir Terhadap Kuat Tekan Beton (Pasir Semaya Dan Pasir Sikasur)

Amir Lutfi Awwalu S, M. Agus Salim Al Fathoni, Besty Afriandini

Analisis Operasional Waduk Pangsar Soedirman Untuk Reduksi Peningkatan Sedimen Masuk

Teguh Marhendi

Kajian Experimental Pengaruh Void Agregat Terhadap Properties Beton

Mukti Agung Wibowo

Analisis Penurunan Pondasi Tiang Bor Dengan Metode Empiris Dan Uji Beban Pada Proyek Gedung “K” Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Amris Azizi, M. Agus Salim, Sulfah Anjarwati

Pengaruh Penambahan Pasir Terhadap Tingkat Kepadatan Dan Daya Dukung Tanah Lempung Berlanau (Studi Kasus : Jalan Banjarparakan – Menganti)

Fauzia Nur Amrulloh, Amris Azizi



**Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Muhammadiyah Purwokerto**



CIVeng

Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan

Terbit pertama kali tahun 2020
SK Rektor Nomor A11.IV/373-S.Kep./UMP/VIII/2020
e-ISSN 2774-8413

Publisher

Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Editor in Chief

Besty Afriandini, S.T., M.Eng.

Editorial Board

Amris Azizi, S.T., M.Si.
Cremona Ayu Novita Sari, S.T., M.T.

Peer Reviewers

Moechamad Agus Salim Al Fathoni, S.T., M.T. (Universitas Muhammadiyah Purwokerto)
Dr. T. Iskahar, S.T., M.T. (Universitas Muhammadiyah Purwokerto)
Dr. Juanita, S.T., M.T. (Universitas Muhammadiyah Purwokerto)
Dr. Dyah Ari Wulandari, S.T., M.T. (Universitas Diponegoro)
Dr. Yulita Arni Priastiwi, S.T., M.T. (Universitas Diponegoro)
Dr. Endah Safitri, S.T., M.T. (Universitas Sebelas Maret)
Dr. Henny Herawati, S.T., M.T. (Universitas Tanjungpura)
Dr. Subekti, S.T., M.T. (Universitas Sultan Ageng Tirtayasa)

Layout Editor

Ibnu Fata, S.T.
P. Budi Prasetyo, S.T.

Address

Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Jl. K. H. Ahmad Dahlan PO Box 202, Purwokerto 53182
Telp. 0281-636751 Ext.165

<http://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/civeng>

Email : jurnalciveng@ump.ac.id

CIVeng diterbitkan oleh Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Sains Universitas Muhammadiyah Purwokerto sebagai media informasi dan forum pembahasan masalah Teknik Sipil dan Lingkungan, berisi tulisan-tulisan ilmiah hasil penelitian serta gagasan-gagasan baru yang orisinal. Redaksi mengundang para ahli, peneliti, dan praktisi untuk berdiskusi dan menulis secara bebas dan kreatif. CIVeng terbit dua kali setahun setiap bulan Januari dan Juli

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
Analisa Pengaruh Kadar Lumpur Pada Pasir Terhadap Kuat Tekan Beton (Pasir Semaya Dan Pasir Sikasur) Amir Lutfi Awwalu S, M. Agus Salim Al Fathoni, Besty Afriandini	(1 – 10)
Analisis Operasional Waduk Pangsar Soedirman Untuk Reduksi Peningkatan Sedimen Masuk Teguh Marhendi	(11 – 18)
Kajian Experimental Pengaruh Void Agregat Terhadap Properties Beton Mukti Agung Wibowo	(19 – 24)
Analisis Penurunan Pondasi Tiang Bor Dengan Metode Empiris Dan Uji Beban Pada Proyek Gedung “K” Universitas Muhammadiyah Purwokerto Amris Azizi, M. Agus Salim, Sulfah Anjarwati	(25 – 32)
Pengaruh Penambahan Pasir Terhadap Tingkat Kepadatan Dan Daya Dukung Tanah Lempung Berlanau (Studi Kasus : Jalan Banjarparakan – Menganti) Fauzia Nur Amrulloh, Amris Azizi	(33 – 40)

ANALISA PENGARUH KADAR LUMPUR PADA PASIR TERHADAP KUAT TEKAN BETON (PASIR SEMAYA DAN PASIR SIKASUR)

THE ANALYSIS INFLUENCE OF SLUDGE LEVEL IN SANDS TOWARDS THE COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE (SEMAYA SAND AND SIKASUR SAND)

Amir Lutfi Awwalu S¹, M. Agus Salim Al Fathoni², Besty Afriandini³
^{1,2,3}Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Informasi Artikel

Dikirim, 8 September 2021
Direvisi, 17 Oktober 2021
Diterima, 3 Desember 2021

Korespondensi Penulis:

Amir Lutfi Awwalu Sa'ban
Program Studi Teknik Sipil
Universitas Muhammadiyah
Purwokerto
Jl. K.H. Ahmad Dahlan
Purwokerto, 53182
Email:
amirlutfi388@gmail.com

ABSTRAK

Pasir Galian Semaya dan Pasir Galian Sikasur yang berada di Kabupaten Pemalang, Kecamatan Belik. Digunakan oleh masyarakat sebagai bahan campuran pembuatan beton. Kandungan lumpur yang berada di Pasir Galian Semaya dan Pasir Galian Sikasur berbeda-beda. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen untuk mengetahui kandungan lumpur pada pasir terhadap kuat tekan beton. Untuk mengetahui kuat tekan beton digunakan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm x 30 cm dengan menggunakan variasi Pasir Galian Semaya dan Pasir Galian Sikasur dengan pengujian kuat tekan rencana 19,3 MPa pada umur beton 7 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pasir Semaya memiliki kandungan lumpur sebesar 2,53%, sedangkan pasir Sikasur memiliki kandungan lumpur sebesar 3,1%.

Kata Kunci : Kata kunci dari artikel tersebut yang terdiri dari 3 sampai 5 kata dari yang paling penting dalam isi artikel, dipisahkan dengan koma.

ABSTRACT

Semaya and Sikasur sands, which located in Pemalang Regency, is used by the people as a mixture of concrete material. The mud contained in Semaya and Sikasur sand is different. This research is an experimental research to find out the mud content of sand in sand to concrete compressive strength. To find out the compressive strength of concrete it is used cylindrical specimens with a diameter of 15 cm x 30 cm with the use of variations Semaya and Sikasur sands with a compressive strength testing plan of 19,3 MPa at the concrete age of 7 days. The results showed that Semaya sand had a mud contain of 2,53%, while Sikasur sand had a mud contain of 3,1%.

Keyword : *Mud Level, Concrete, concrete Compressive Strength*

1. PENDAHULUAN

Menghadapi era globalisasi dunia, Indonesia yang diketahui sebagai salah satu Negara Berkembang dituntut untuk lebih kreatif serta memiliki keterampilan dalam bidang konstruksi, terutama teknologi pembuatan beton. Beton merupakan bahan bangunan yang telah umum digunakan untuk membuat rumah, jalan, jembatan, bendungan, gedung, dan lain-lain., hampir semua pekerjaan bangunan menggunakan beton. Perkembangan teknologi dari waktu ke waktu semakin pesat. Baik dari segi mutu, desain, dan metode pelaksanaannya. Dibandingkan dengan baja dan kayu, beton lebih sering dipilih karena relatif lebih kuat terhadap kuat tekan, mudah dalam pekerjaannya dan perawatannya, mudah dibentuk sesuai kebutuhan, tahan terhadap cuaca, tahan terhadap korosi dan api.

Beton merupakan campuran semen Portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan (*admixture*). (SNI, 284:2013). Beton terdiri dari 60-80% agregat halus dan agregat kasar untuk mengisi volume beton, oleh karena itu agregat sangat mempengaruhi mutu beton. Agregat halus yang ada di pasaran sangat beragam jenisnya, ada yang berasal dari galian, sungai, dan gunung. Dari banyaknya jenis agregat halus masih banyak ditemukan agregat halus yang tidak memenuhi standard ketentuan yang berlaku, khususnya kadar lumpur pada pasir.

Pasir yang biasanya diambil dari galian kemungkinan pasir besar pasir itu sangat kotor, misalkan bercampur dengan lumpur maupun zat organik lainnya. Pasir sebagai agregat halus dalam adukan beton tidak diperbolehkan terlalu banyak mengandung zat organik karena akan mengakibatkan penurunan kekuatan beton yang dihasilkan. Hal ini juga terjadi apabila jumlah lumpur yang terlalu banyak. Kandungan lumpur pada pasir cenderung menghambat hidrasi pada beton (persenyawaan semen dengan air). Keadaan akan bertambah buruk apabila lumpur mengandung lapisan yang menyelimuti agregat sehingga mencegah terjadinya adhesi semen. Adanya lumpur pada pasir ditandai dengan bertambahnya volume ketika agregat direndam air. Pasir yang digunakan sebagai agregat untuk pembuatan beton harus memiliki kandungan lumpur <5% dari berat kering.

Pasir Semaya dan pasir Sikasur terletak di Kabupaten Pemalang dan berada di Kecamatan Belik dan Randudongkal. Pasir ini sering digunakan warga setempat bahkan dari kecamatan lainnya untuk bahan campuran beton. Selain harganya yang relatif murah juga mudah untuk mendapatkannya, namun banyak warga yang belum mengetahui tentang bagus atau jeleknya pasir tersebut mereka hanya melihat secara fisiknya saja tanpa mengetahui kandungan pasir tersebut. Berbagai penelitian telah dilakukan. Tujuannya adalah demi memperoleh mutu dan kualitas beton yang lebih baik. Baik dari segi kuat tekan (*Comperssive strength*), kemampuan pengerjaan (*workability*), kemampuan pengaliran (*flowability*), serta keawetannya (*durability*). Mengingat dengan pentingnya pengaruh agregat halus terhadap kuat tekan beton, oleh karena itu dalam penelitian ini akan membahas kandungan lumpur pada pasir. Penelitian yang pernah dilakukan diantaranya dengan mengukur pengaruh lumpur pada agregat halus, pada kuat tekan beton.

2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen tentang analisis kadar lumpur pada pasir terhadap kuat tekan beton dengan bahan pasir galian Semaya dan pasir galian Sikasur sebagai campuran agregat halus. Metode yang digunakan untuk mengetahui hasil dari penelitian melalui beberapa tahap yaitu sebagai berikut:

2.1 Tahap persiapan

Menyiapkan bahan dan menyiapkan peralatan yang digunakan untuk penelitian. Dengan bahan pasir galian Semaya dan pasir galian Sikasur sebagai campuran agregat halus, dan peralatan yang meliputi timbangan, ayakan, molen, Compression testing machine, Kerucut Abram's, dan lain-lain.

2.2 Tahap pemeriksaan

Pada tahap ini dilakukan pengujian material yang akan digunakan pada penelitian meliputi pengujian gradasi agregat halus, pengujian kadar lumpur, pengujian berat jenis dan penyerapan, dan pengujian keausan agregat kasar. Dalam pengujian bahan ini dapat diketahui apakah bahan yang akan digunakan pada penelitian memenuhi syarat atau tidak bila digunakan sebagai rancangan campur (*Mix Design* beton).

2.3 Tahap pembuatan benda uji

Pada tahap ini langkah yang harus dilakukan adalah membuat rancangan campuran beton dengan menggunakan metode SNI Perancangan Beton 03-2834-2000. Menetapkan campuran adukan beton, melakukan penakaran bahan-bahan material yang akan digunakan sesuai perencanaan campuran beton, pembuatan adukan beton dengan menggunakan mesin pengaduk (molen), pengujian nilai slump, penuangan adukan ke dalam cetakan, pemadatan beton dalam cetakan, perataan dalam cetakan.

2.4 Tahap perawatan

Perawatan beton dilakukan pada saat beton sudah mulai mengeras. Perawatan ini dilakukan dengan cara direndam dalam air selama 3 hari kemudian di angina-anginkan sebelum diuji. Setelah itu dilakukan pengujian kuat tekan beton.

2.5 Tahap pengujian

Pada tahap ini dilakukan pengujian karakteristik mekanik dari beton berupa uji kuat tekan beton dengan prosedur pengujian dan penghitungan mengikuti standar SNI dan ASTM.

Metode berikutnya pengumpulan data dengan menggunakan dokumen yang terdiri dari data hasil, foto, video proses dilakukannya penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Agregat Halus

Pengujian terhadap agregat halus berupa pasir yang berasal dari pasir galian Semaya dan pasir galian Sikasur dalam penelitian ini meliputi :

1. Pengujian Gradasi Agregat Halus
2. Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus
3. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Adapun hasil dari pengujian agregat halus yaitu sebagai berikut:

1. Pengujian Gradasi Agregat Halus

a. Pasir Galian Semaya

Tabel 1. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus Pasir Galian Semaya

No.	Diameter Ayakan (mm)	Berat Tertahan (gram)	Berat Tertahan (%)	Persentase Kumulatif (%)	Berat Lolos (gram)	Kelolosan (%)	SNI Zona 2 (%)
1	9,5	0	0	0	1000	100	100-100
2	4,75	0	0	0	1000	100	90-100
3	2,36	139,1	13,91	13,91	860,9	86,09	75-100
4	1,18	147,7	14,77	28,68	713,2	71,32	55-90
5	0,6	197,0	19,70	48,38	516,2	51,62	35-59
6	0,3	217,2	21,72	70,10	299,0	29,90	8-30
7	0,15	223,0	22,30	92,40	76,0	7,60	0-10
8	Pan	76,0	7,60	100	0	0	0
JUMLAH		1000					

Sumber : Analisis, 2021.

$$\begin{aligned}
 FM &= \frac{\sum \text{persen kumulatif tertahan mulai dari saringan } 0,15 \text{ mm}}{100} \\
 &= \frac{100+86,09+71,32+51,62+29,90+7,60}{100} \\
 &= \frac{346,53}{100} = 3,46\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka diketahui Modulus Halus sebesar 3,46%. Nilai ini masih dalam batas yang diizinkan yaitu 1,5 - 3,8% (Menurut SK SNI S-04-1989-F). Dan sesuai dengan hasil pemeriksaan gradasi pasir maka pasir yang digunakan dalam penelitian ini memenuhi syarat dan masuk dalam gradasi zona 2.

b. Pasir Galian Sikasur

Tabel 2. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus Pasir Galian Sikasur

No.	Diameter Ayakan (mm)	Berat Tertahan (gram)	Berat Tertahan (%)	Persentase Kumulatif (%)	Berat Lolos (gram)	Kelolosan (%)	SNI Zona 1 (%)
1	9,5	0	0	0	1000	100	100-100
2	4,75	1,7	0,17	0,17	998,3	99,83	90-100
3	2,36	222,9	22,29	22,46	775,4	77,54	60-95

Analisa Pengaruh Kadar Lumpur Pada Pasir Terhadap Kuat Tekan Beton (Pasir Semaya Dan Pasir Sikasur)
(Amir Lutfi Awwalu S)

4	1,18	279.2	27.92	50.38	496.2	49.62	30-70
5	0,6	275.4	27.54	77.92	220.8	22.0	15-34
6	0,3	141.5	14.15	92.07	79.3	7.93	5-20
7	0,15	69.0	6.90	98.7	10.3	1.03	0-10
8	Pan	10.3	1.03	100	0	0	0
JUMLAH		1000	1000	100			

Sumber : Analisis, 2021.

$$\begin{aligned}
 FM &= \frac{\sum \text{persen kumulatif tertahan mulai dari saringan 0,15 mm}}{100} \\
 &= \frac{99,83+77,54+49,62+22,0+7,93+1,03}{100} \\
 &= \frac{257,95}{100} = 2,57\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka diketahui Modulus Halus sebesar 2,57%. Nilai ini masih dalam batas yang diizinkan yaitu 1,5 - 3,8% (Menurut SK SNI S-04-1989-F). Dan sesuai dengan hasil pemeriksaan gradasi pasir maka pasir yang digunakan dalam penelitian ini memenuhi syarat dan masuk dalam gradasi zona 1.

2. Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

a. Pasir Galian Semaya

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Pada Pasir

	Satuan	I	II
Berat Kering Oven Sebelum Dicuci (a)	gram	200	200
Berat Kering Oven Setelah Dicuci (b)	gram	194,5	195,4
Kadar Lumpur	%	2,75	2,3
Rata-Rata	%	2,53	

Sumber : Analisis, 2021

Dari hasil pemeriksaan diatas maka dapat di hitung kadar lumpur agregat halus dengan rumus berikut :

$$\begin{aligned}
 \frac{(a) - (b)}{(a)} \times 100\% &= \frac{200 - 194,5}{200} \times 100\% = 2,75 \\
 \frac{(a) - (b)}{(a)} \times 100\% &= \frac{200 - 195,4}{200} \times 100\% = 2,3 \\
 \text{Hasil Rata-rata} &= \frac{\text{hasil benda uji 1} + \text{hasil benda uji 2}}{2} \\
 &= \frac{2,75+2,3}{2} \\
 &= 2,53\% < 5\%
 \end{aligned}$$

Kadar lumpur rata-rata yang diperoleh sebesar 2,53%. Dari hasil diatas maka menunjukkan bahwa pasir tersebut memenuhi syarat sebagai bahan pengisi beton sesuai dengan SK SNI S-04-1998-F,1989, karena kadar lumpur tersebut kurang dari 5%.

b. Pasir Galian Sikasur

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Pada Pasir

	Satuan	I	II
Berat Kering Oven Sebelum Dicuci (a)	gram	200	200
Berat Kering Oven Setelah Dicuci (b)	gram	193,6	194
Kadar Lumpur	%	3,2	3
Rata-Rata	%	3,1	

Sumber : Analisis, 2021

Dari hasil pemeriksaan diatas maka dapat di hitung kadar lumpuragregat halus dengan rumus berikut :

$$\frac{(a) - (b)}{(a)} \times 100\% = \frac{200 - 193,6}{200} \times 100\% = 3,2$$

$$\frac{(a) - (b)}{(a)} \times 100\% = \frac{200 - 194}{200} \times 100\% = 3$$

$$\text{Hasil Rata-rata} = \frac{\text{hasil benda uji 1} + \text{hasil benda uji 2}}{2}$$

$$= \frac{3,2+3}{2}$$

$$= 3,1\% < 5\%$$

Kadar lumpur rata-rata yang diperoleh sebesar 3,1%. Dari hasil diatas maka menunjukkan bahwa pasir tersebut memenuhi syarat sebagai bahanpengisi beton sesuai dengan SK SNI S-04-1998-F,1989, karena kadar lumpur tersebut kurang dari 5%.

3. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

a. Pasir galian Semaya

Tabel 5. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

No.	Uraian	Sampel (1)	(gram)
1	Berat pasir SSD	(A)	500.0
2	Berat tabung + air	(B)	664.0
3	Berat tabung + pasir + air	(C)	955.0
4	Berat pasir kering oven	(D)	453.3
Berat jenis atas dasar kering oven			
= D/(B+A-C)			2.17
Berat jenis atas dasar SSD			
= A/(B+A-C)			2.39
Berat Jenis Semu			
= D/(B+D-C)			2.79
Penyerapan			
=(A-D)/D x 100%			10.3%

Sumber : Analisis, 2021

b. Pasir Galian Sikasur

Tabel 6. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

No.	Uraian	Sampel (1)	(gram)
1	Berat pasir SSD	(A)	500.0
2	Berat tabung + air	(B)	664.0
3	Berat tabung + pasir + air	(C)	950
4	Berat pasir kering oven	(D)	455,3
Berat jenis atas dasar kering oven			
= D/(B+A-C)			2.13
Berat jenis atas dasar SSD			
= A/(B+A-C)			2.34
Be-rat Jenis Semu			
= D/(B+D-C)			2.69
Penyerapan			
=(A-D)/D x 100%			9.82%

Sumber : Analisis, 2021.

3.2. Pengujian Agregat Kasar

Pengujian terhadap Agregat Kasar dalam penelitian ini meliputi :

1. Pengujian Gradasi Agregat Kasar.
2. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.

3. Pengujian Keausan Agregat Kasar (*Uji Los Angeles*).

1. Pengujian Gradasi Agregat Kasar

Tabel 7. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Kasar

No.	Diameter Ayakan (mm)	Berat Tertahan (gram)	Berat Tertahan (%)	Persentase Kumulatif (%)	Berat Lolos (gram)	Kelolosan (%)	Syarat SNI (maks 40mm) (%)
1	75	0	0	0	2000	100	100 – 100
2	37,5	94	4,7	4,7	1906	95,3	95 – 100
3	19	525	26,25	30,95	1381	69,05	35 – 70
4	9,5	966	48,3	79,25	415	20,75	10 – 40
5	4,75	405	20,25	99,5	10	0,5	0 – 5
6	Pan	10	0,5	100	0	0	
JUMLAH		2000	100				

Sumber : Analisis, 2021.

2. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Tabel 8. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

No.	Uraian	Sampel (I) (gram)
1	Berat agregat kering oven	(A) 1000
2	Berat agregat kondisi SSD	(B) 1023
3	Berat agregat dalam air	(C) 642.7
Berat jenis atas dasar kering oven		
= A/(B-C)		2,63
Berat jenis atas dasar SSD		
= B/(B-C)		2,69
Berat Jenis Semu		
= A/(A-C)		2,80
Penyerapan		
= (B-A)/A x 100%		2,3%

Sumber : Analisis, 2021

3. Pengujian Keausan Agregat Kasar

Tabel 9. Hasil Pengujian Keausan Agregat Kasar

Gradasi Pemeriksaan		Gradasi A (Makas.40 mm)			
Saringan		I		II	
Lolos	Tertahan	Berat Sebelum (a)	Berat Sesudah (b)	Berat Sebelum (a)	Berat Sesudah (b)
76,2 (3')	63,5 (2 1/2")				
63,5 (2 1/2")	50,8 (2')				
50,8 (2')	37,5 (1 1/2")				
37,5 (1 1/2")	25,4 (1')				
25,4 (1')	19,0 (3/4")	1250	88,2	1250	95,2
19,0 (3/4")	12,5 (1/2")	1250	2152,6	1250	2310,8
12,5 (1/2")	9,5 (3/8")	1250	1062	1250	902
9,5 (3/8")	6,3 (1/4")	1250	624,2	1250	627,5
6,3 (1/4")	No.4		268,1		263
No.4	No.6		16,5		19,6
No.6	No.8		155,3		153,5
Berat Tertahan Saringan No. 12			38,1		37,7
Pan			527,1		525,2
Jumlah Berat		5000	4366,9	5000	4371,6

Keausan Agregat %	12,662	12,568
Keausan Rata-rata %	12,61%	

Sumber : Analisis, 2021

Pada pengujian keausan agregat kasar mendapatkan nilai keausan sebesar 12,61 %, nilai tersebut masih masuk kedalam batas maksimum yang diizinkan SNI yaitu sebesar 50 %.

3.3. Perencanaan Mix Design Beton

1. Mix Design pasir galian Semaya

Tabel 10. Perencanaan *Mix Design* Beton Normal Berbentuk Silinder

No	Uraian	Nilai	Satuan
1.	Kuat Tekan Karakteristik	19,3	MPa
2.	Deviasi Standar (Sr)	7	MPa
3.	Nilai Tambah (m)	11,48	MPa
4.	Kuat Tekan Rata-Rata (f'_{cr})	30,78	MPa
5.	Jenis Semen	Tipe I	
6.	Jenis Agregat Kasar (alami / pecah)	Pecah	
7.	Jenis Agregat Halus (alami / pecah)	Alami	
8.	Faktor Air Semen	0,37	
9.	Nilai Slump	60-180	Mm
10.	Ukuran Maksimum Agregat Kasar	40	Mm
11.	Kebutuhan Air	185	Liter
12.	Kebutuhan Semen	500	Kg
13.	Kebutuhan Semen Minimum	325	Kg
14.	Daerah Gradasi Agregat Halus	Zona 2	
15.	Persen Berat Agregat Halus	34	%
16.	Berat Jenis Agregat Campuran	2,54	
17.	Berat Jenis Beton	2360	kg/m ³
18.	Kebutuhan Agregat	1675	kg/m ³
19.	Kebutuhan Agregat Halus	569,5	kg/m ³
20.	Kebutuhan Agregat Kasar	1105,5	kg/m ³

Kesimpulan:

Volume	Berat (kg)	Air (liter)	Semen (kg)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)
1 m ³	2360	185	500	569,5	1105,5
Proporsi Adukan		0,37	1	1,14	2,21

Sumber : Analisis, 2021.

2. Mix Desain pasir galian Sikasur

Tabel 11. Perencanaan *Mix Design* Beton Normal Berbentuk Silinder

No	Uraian	Nilai	Satuan
1.	Kuat Tekan Karakteristik	19,3	MPa
2.	Deviasi Standar (Sr)	7	MPa
3.	Nilai Tambah (m)	11,48	MPa
4.	Kuat Tekan Rata-Rata (f'_{cr})	30,78	MPa
5.	Jenis Semen	Tipe I	
6.	Jenis Agregat Kasar (alami / pecah)	Pecah	
7.	Jenis Agregat Halus (alami / pecah)	Alami	
8.	Faktor Air Semen	0,37	
9.	Nilai Slump	60-180	Mm
10.	Ukuran Maksimum Agregat Kasar	40	Mm
11.	Kebutuhan Air	185	Liter
12.	Kebutuhan Semen	500	Kg
13.	Kebutuhan Semen Minimum	325	Kg
14.	Daerah Gradasi Agregat Halus	Zona 1	
15.	Persen Berat Agregat Halus	41,5	%

16.	Berat Jenis Agregat Campuran	2.52			
17.	Berat Jenis Beton	2300		kg/m ³	
18.	Kebutuhan Agregat	1615		kg/m ³	
19.	Kebutuhan Agregat Halus	670,23		kg/m ³	
20.	Kebutuhan Agregat Kasar	944,78		kg/m ³	
Kesimpulan:					
	Volume	Berat (kg)	Air (liter)	Semen (kg)	Agregat Halus (kg)
	1 m ³	2300	185	500	670,23
	Proporsi Adukan		0,37	1	1,34
					1,89

Sumber : Analisis, 2021.

3.4. Hasil Uji Slump

Nilai Slump yang ditetapkan pada *Mix Design* untuk seluruh variasi pada penelitian ini yaitu antara 60 – 180 mm. Berikut adalah hasil uji slump dari pengujian 2 sampel yaitu sampel pasir galian Semaya dan pasir galian Sikasur:

Tabel 12. Hasil Uji Slump

No	Nama Sampel	Nilai Slump (mm)
1	Pasir Galian Semaya	100
2	Pasir Galian Sikasur	100

Sumber : Analisis, 2021

3.5. Hasil Pengujian Berat Sampel Beton Kering

Setelah sampel beton menjalani proses *curing* selama umur beton yaitu 7 hari, kemudian sampel beton dikeringkan selama minimal 24 jam. Tetapi sebelum diuji kuat tekannya, beton terlebih dahulu ditimbang beratnya untuk mengetahui berat jenis dari beton yang telah dibuat. Berikut adalah hasil dari penimbangan berat beton :

Tabel 13. Hasil Uji Berat Beton

Nama Sampel	Berat Beton	Rata - Rata Berat	Berat Beton Kering
	Kering (kg)	Beton Kering (kg)	1 m ³ (kg)
Pasir G. Semaya	12,450		
	12,720	12,605	2378,75
	12,645		
Pasir G.Sikasur	12,375		
	12,530	12,548	23661,17
	12,710		

Sumber : Analisis, 2021.

3.6. Pengujian Kuat Tekan Beton

Sampel beton yang telah ditimbang dan diketahui beratnya, selanjutnya yaitu menguji kuat tekan beton untuk masing-masing variasinya. Sebelumnya dilakukan proses *capping* menggunakan belerang pada permukaan atas sampel agar kuat tekan yang dihasilkan dapat merata ke seluruh permukaan atas sampel beton. Setelah proses *capping* selesai maka pengujian kuat tekan beton dapat dilakukan. Pengujian dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Universitas Muhammadiyah Purwokerto.

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder

Beton berbentuk silinder memiliki diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. sampel beton yang digunakan menggunakan pasir galian Semaya dan pasir galian Sikasur masing-masing galian mengambil 3 sampel. Pengujian kuat tekan pada sampel beton berbentuk silinder yaitu :

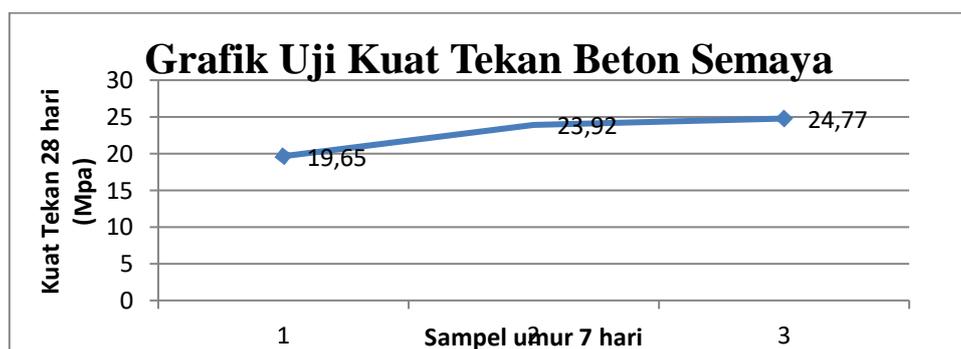
Tabel 14. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Silinder Pasir Semaya

Perhitungan Kuat Tekan Sampel Pasir Semaya			
Tanggal Pembuatan 26 Juli 2021			
Sampel	1	2	3
Pembacaan (Ton)	23	28	29

Berat Beton (kg)	12.450	12.720	12.645
Luas Bidang (mm ²)	17662,5	17662,5	17662,5
Tanggal Uji	2 Agustus 2021		
Umur	7 hari	7 hari	7 hari
Kuat Tekan (N)	225552,95	274586,20	284392,85
Faktor Konversi (Bentuk)	0,83	0,83	0,83
Kuat Tekan (Mpa)	12,77	15,55	16,10
Rata-rata		14,81	
Faktor Konversi (umur)	0,65	0,65	0,65
Konversi 28 hari (Mpa)	19,65	23,92	24,77
Rata-rata		22,78	
Kuat Tekan K (kg/cm ²)	236,70	288,16	298,45

Sumber : Analisis, 2021

Dari hasil perhitungan diatas dengan pembuatan 3 sampel maka didapat kuat tekan beton umur 7 hari sebesar 12,77 MPa, 15,55 MPa, 16,10 MPa. dan dikonversi ke umur 28 hari yaitu sebesar 19,65 MPa, 23,92 MPa, 24,77 MPa. Hasil kuat tekan tersebut sudah terpenuhi dengan kuat tekan rencana sebesar 19,3 MPa.



Gambar Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Beton Silinder Semaya

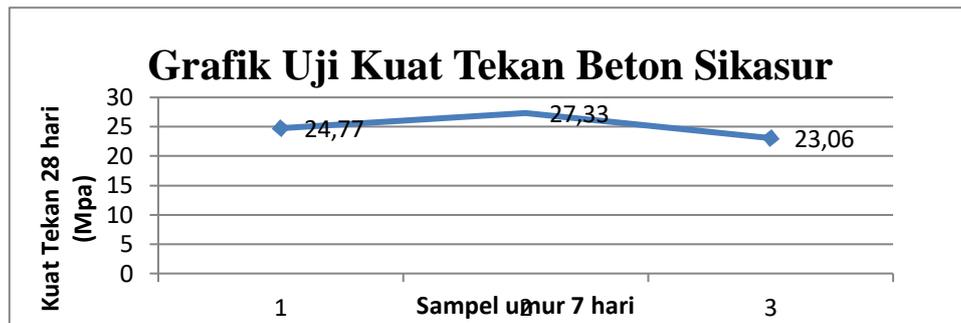
Sumber : Analisis, 2021

Tabel 15. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Silinder Pasir Sikasur

Perhitungan Kuat Tekan Sampel Pasir Sikasur			
Tanggal Pembuatan 26 Juli 2021			
Sampel	1	2	3
Pembacaan (Ton)	29	32	27
Berat Beton (kg)	12.375	12.530	12.710
Luas Bidang (mm ²)	17662,5	17662,5	17662,5
Tanggal Uji	2 Agustus 2021		
Umur	7 hari	7 hari	7 hari
Kuat Tekan (N)	284392,85	313812,80	264774,55
Faktor Konversi (Bentuk)	0,83	0,83	0,83
Kuat Tekan (Mpa)	16,10	17,77	14,99
Rata-rata		16,29	
Faktor Konversi (umur)	0,65	0,65	0,65
Konversi 28 hari (Mpa)	24,77	27,33	23,06
Rata-rata		25,06	
Kuat Tekan K (kg/cm ²)	298,45	329,33	277,86

Sumber : Analisis, 2021

Dari hasil perhitungan diatas dengan pembuatan 3 sampel maka didapat kuat tekan beton umur 7 hari sebesar 16,10 MPa, 17,77 MPa, 14,99 MPa. dan dikonversi ke umur 28 hari yaitu sebesar 24,77 MPa, 27,33 MPa, 23,06 MPa. Hasil kuat tekan tersebut sudah terpenuhi dengan kuat tekan rencana sebesar 19,3 MPa.



Gambar Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Beton Silinder Sikasur

Sumber : Analisis, 2021

3.7. Persentase Kuat Tekan Terhadap Kuat Tekan Rencana

Tabel 16. Persentase Kuat Tekan Terhadap Kuat Tekan Rencana Setelah di Konversi ke 28 Hari

Nama Sampel	Kuat Tekan	Persentase Kuat Tekan Terhadap Kuat Tekan Rencana
Pasir Semaya	19,65 MPa	0,35
Pasir Semaya	23,92 MPa	4,62
Pasir Semaya	24,77 MPa	5,47
Pasir Sikasur	24,77 MPa	5,47
Pasir Sikasur	27,33 MPa	8,03
Pasir Sikasur	23,06 MPa	3,76

Sumber : Analisis, 2021

Keterangan :

Untuk beton umur 7 hari sebaiknya menggunakan factor air semen (fas) yang lebih rendah. Karena kadar air yang terlalu banyak akan mempengaruhi kuat tekan pada beton. Beton yang diuji cobakan adalah beton umur 7 hari dengan fas 0,37 dengan hasil kuat tekan seperti pada tabel 4.19 dan tabel 4.20.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan analisis yang telah dilakukan mengenai kandungan kadar lumpur pada pasir galian Semaya dan pasir galian Sikasur terhadap kuat tekan beton, maka dapat di simpulkan sebagai berikut:

1. Pasir galian Semaya memiliki kandungan lumpur 2,53% sedangkan pasir galian Sikasur memiliki kandungan lumpur 3,1%.
2. Kuat tekan yang dihasilkan pada sampel silinder yang menggunakan pasir galian Semaya dan pasir galian Sikasur (masing-masing 3 sampel) setelah dikonversi ke umur 28 hari yaitu sebesar 19,65 MPa, 23,92 MPa, 24,77 MPa, dan 24,77 MPa, 27,33 MPa, 23,06 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standar Nasional. 2004. SNI-15-2049-2004. *Tentang Semen Portland*.
- [2] Badan Standar Nasional. 1997. SNI-03-4141-1997. *Pemeriksaan kadar lumpur agregat*.
- [3] Badan Standar Nasional. 2002. SNI-03-2847-2002. *Tentang tata cara pembuatan rencana beton Nromal*.
- [4] Bambang Surendro & AniWidiastuti. 2009. *Pengaruh Variasi Gradasi Agregat Kasar Dan KadarLumpur Pada Pasir Terhadap Kuat Tekan Beton*. Magelang: Fakultas Teknik Universitas Tidar.
- [5] Chaniago. 2017. *Campuran yang digunakan untuk campuran beton*. <http://repository.ump.ac.id>
- [6] Daryanto. 2008. *Pengertian Pasir* <http://repository.upi.edu>.
- [7] Haris Septianto & Ir. Suhendro Trinugroho, M.T. 2017. *Pengaruh Kandungan Lumpur Pada Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Normal*. Surakarta: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [8] Irawan dan Leonardo. 2010. *Pengertian Tentang Beton Normal* <http://portaluniversitasquality.ac.id>
- [9] Muafif Hamdan. 2020. *Analisis Kadar Lumpur Pada Pasir Terhadap Kuat Tekan Beton (Pasir Serayu dan Pasir Logawa)*. Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- [10] Satriani. 2019. *Pengaruh Kadar Lumpur Terhadap Kuat Tekan Beton Normal*. e-prosiding.poloban.ac.id
- [11] SNI-03-1968-1990, *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*, Pusjatan-Balitbang PU.
- [12] SNI 03-1969-2008. *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. Pusjatan-Balitbang PU.
- [13] SNI 03-2834-2000. *Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal, Badan Standarisasi Nasional*.

ANALISIS OPERASIONAL WADUK PANGSAR SOEDIRMAN UNTUK REDUKSI PENINGKATAN SEDIMEN MASUK

PANGSAR SOEDIRMAN RESERVOIR OPERATIONAL ANALYSIS FOR REDUCTION OF INCREASED SEDIMENT

Teguh Marhendi

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Informasi Artikel

Dikirim, 7 Oktober 2021
Direvisi, 4 November 2021
Diterima, 15 Desember 2021

Korespondensi Penulis:

Teguh Marhendi
Program Studi Teknik Sipil
Universitas Muhammadiyah
Purwokerto
Jl. K.H. Ahmad Dahlan
Purwokerto, 53182
Email:
tmarhendi@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan peningkatan sedimentasi yang masuk Waduk Pangsar Soedirman sejak tahun 1989 hingga tahun 2018 sudah mencapai 77% atau sekitar 114 juta m³. Beberapa pemicu peningkatan sedimentasi di Waduk Pangsar Soedirman antara lain perubahan penggunaan lahan di Daerah Aliran Sungai bagian hulu dan faktor kelereangan lahan. Peningkatan sedimentasi ini mendorong pihak pengelola Waduk Pangsar Soedirman untuk melakukan upaya mengurangi peningkatan sedimentasi yang masuk ke waduk. Kegiatan Flushing menjadi salah satu upaya yang rutin dilakukan sepanjang tahun dengan jumlah yang bervariasi antara 2 hingga 30 kali dalam setahun. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas flushing dalam upaya reduksi sedimentasi terhadap volume air waduk yang terbuang saat pelaksanaan. Data penelitian berupa data Sedimen dan data Flushing Waduk Mrica periode tahun 1992-2018. Hasil analisis menunjukkan bahwa jumlah total sedimentasi yang terbuang selama ini dari tahun 1992-2018 sebesar 13.058.611,99 m³ atau 3,327 % dari total air dan sedimen yang terbuang saat flushing. Sedangkan volume air yang terbuang sebesar 379.389.296,00 m³ atau 96,673 % atau efektivitas penggunaan model flushing terhadap reduksi peningkatan sedimen sebesar 3,44 % .

Kata Kunci : Penataan Hulu, Reduksi Peningkatan Sedimentasi, Waduk Pangsar Soedirman

ABSTRACT

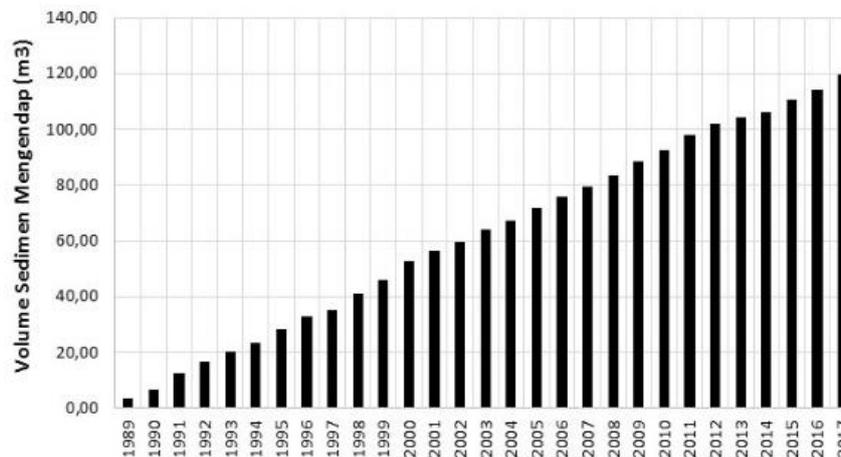
The development of increased sedimentation entering the Pangsar Sudirman Reservoir from 1989 to 2018 has reached 77% or around 114 million m³. Several triggers for increased sedimentation in the Pangsar Sudirman Reservoir include changes in land use in the upstream watershed and land slope factors. This increase in sedimentation encourages the manager of the Pangsar Sudirman Reservoir to make efforts to reduce the increase in sedimentation that enters the reservoir. Flushing activities are one of the efforts that are routinely carried out throughout the year with the amount varying from 2 to 30 times a year. This study aims to analyze the effectiveness of flushing in an effort to reduce sedimentation on the volume of wasted reservoir water during implementation. The research data are in the form of sediment data and Mrica Reservoir Flushing data for the period 1992-2018. The results of the analysis show that the total amount of sediment that was wasted so far from 1992-2018 was 13,058,611.99 m³ or 3.327% of the total water and sediment that was wasted during flushing. While the volume of wasted water is 379,389,296.00 m³ or 96,673% or the effectiveness of using the flushing model to reduce sediment increase is 3,44 %.

Keyword : Upstream Arrangement, Reduction of Sedimentation Improvement, Pangsar Sudirman

1. PENDAHULUAN

Peningkatan laju erosi dan sedimentasi daerah tangkapan air waduk masih menjadi permasalahan utama dalam pengelolaan waduk di Indonesia. Waduk-waduk besar di Indonesia hampir mengalami permasalahan tersebut, termasuk Waduk Pangsar Soedirman. Sedimen yang mengendap di atas tampungan mati akan mengurangi volume efektif waduk. Beberapa permasalahan lain yang timbul akibat sedimentasi ini adalah berkurangnya kapasitas tampungan waduk yang mengakibatkan berkurangnya kapasitas pengendalian banjir, produksi listrik dan pangan [1] [2] [3].

Waduk Panglima Soedirman atau juga dikenal dengan nama Waduk Mrica, mengalami peningkatan sedimentasi yang cukup tinggi. Sampai dengan tahun 2017 perkembangan kumulatif sedimen di Waduk Pangsar Soedirman mencapai 114 juta m³ sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 1 [2] [3]. Dengan perkembangan sedimentasi yang terus meningkat, maka dapat diperkirakan, kondisi saat ini kapasitas waduk terus mengalami pengurangan.



Gambar 1. Perkembangan Kumulatif Sedimen di Waduk Pangsar Soedirman 1989-2017 [3]

Evaluasi perkembangan sedimen di Waduk Pangsar Soedirman, terus dilakukan oleh pihak PT. Uni Indonesia Power UBP Waduk Pangsar Soedirman. Salah satu bentuk evaluasi adalah dilakukan secara rutin pengukuran kedalaman waduk dengan metode Echosounding. Gambar 4 di atas, menunjukkan sebagian hasil evaluasi melalui *Echosounding*. Beberapa evaluasi lain juga pernah dilakukan oleh pihak ketiga, misalnya penelitian dari SMEC laju erosi di DTA tahun 1975-1978 rata-rata adalah 3,6 mm/tahun, WIDHA tahun 1988 mengadakan penelitian dan hasilnya menunjukkan bahwa laju erosi rata-rata 2,46 mm/tahun [2] [3] [4]. Berdasarkan penelitian dari Pusat Penyelidikan Masalah Kelistrikan PT. PLN dengan Universitas Gajah Mada tahun 1995 dengan menggunakan formula *USLE* didapat laju erosi pada DAS Merawu 4,7 mm/tahun, pada DAS Serayu 3,1 mm/tahun, dan di luar DAS Merawu dan Serayu 2,7 mm/tahun [5] [6] [1] [7] [8].

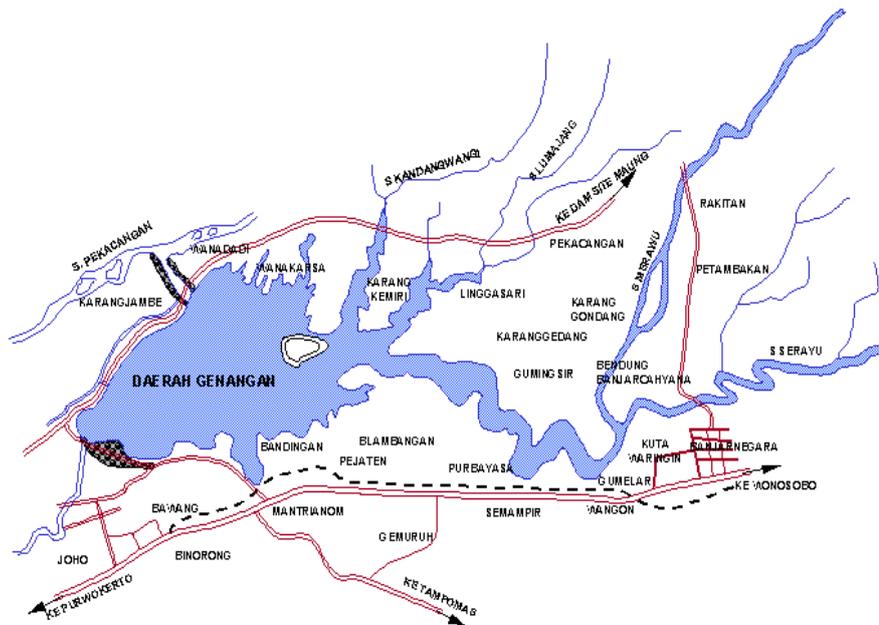
Evaluasi peningkatan tidak hanya dilakukan melalui pengukuran kedalaman dasar waduk tetapi juga dilakukan upaya teknis pengurangan sedimen melalui kegiatan *flushing*. *Flushing* dilakukan dengan membuka pintu *drawdown culvert* pada waduk untuk membuang sedimen. PT. Uni Indonesia Power UBP Waduk Pangsar Soedirman sepanjang tahun 1996-2018 rutin melakukan kegiatan *flusing*. Rata-rata dalam satu tahun dilakukan sebanyak 2-30 kali tiap periode pelaksanaan. Upaya yang dilakukan tersebut, belum menjadikan pengurangan sedimen yang masuk waduk berkurang secara signifikan.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian menguraikan cara yang digunakan untuk menyelesaikan masalah, meliputi alat, bahan dan metode yang digunakan dalam pemecahan masalah.

2.1. Gambaran Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada pada Waduk Pangsar Soedirman, Bawang, Banjarnegara pada koordinat 109°06'00" – 110°07'49" BT dan 7°17'04" – 7°47'07" LS.



Gambar 2. Lokasi Penelitian [6]

2.2. Pengumpulan Data

Data dalam penelitian ini meliputi:

- 1). Data pengukuran/pencatatan sedimentasi di Waduk Pangsar Soedirman 1992-2018
- 2). Data pengukuran/ pencatatan debit air dan Sedimen melalui *flushing* 1992-2018
- 3). Peta Daerah Tangkapan Air Waduk Pangsar Soedirman

Data-data tersebut berasal dari dinas/ instansi terkait pengelolaan Waduk Pangsar Soedirman dalam hal ini dari PT. Uni Indonesia Power UBP Waduk Pangsar Soedirman.

2.3. Langkah-Langkah Penelitian

2.3.1. Analisis Kumulatif Volume Sedimen

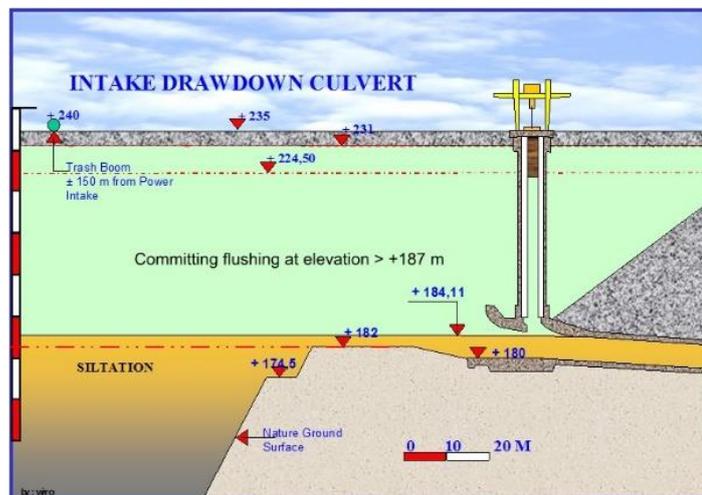
Analisis kumulatif volume sedimen dilakukan untuk memperoleh gambaran *inflow* sedimen dan kumulatif sedimen mengendap di waduk. Dari analisis ini akan diperoleh gambaran peningkatan/perubahan volume kumulatif sedimen *inflow* dan yang mengendap di waduk pertahun sehingga dapat diketahui perubahan perkembangan *inflow* sedimen yang masuk ke waduk. Kumulatif volume sedimen dianalisis dalam bentuk grafik perkembangan sedimen waduk.

2.3.2. Analisis Pengurangan Sedimen Menggunakan Model *Flushing*

Salah satu bentuk upaya pengurangan sedimen yang dilakukan di Waduk Pangsar Soedirman adalah menggunakan model *flushing*. *Flushing* dilakukan dengan cara membuang air beserta sedimen yang mengendap di waduk melalui pintu *drawdown culvert*. Analisis dilakukan dengan menentukan besaran debit air yang terbangun dan debit sedimen yang dapat dikeluarkan selama proses *flushing* dilakukan sepanjang tahun 2002-2018.



Gambar 3. Posisi *Drawdown Culvert* pada Proses *Flushing* [3]



Gambar 4. Pintu Intake pada sistem *drawdown Culvert* untuk *Flushing* [3]

2.3.3. Analisis Efektivitas *Flushing* terhadap reduksi sedimen

Analisis efektivitas flushing dimaksudkan untuk menentukan besaran prosentase debit sedimen dan debit air yang harus dibuang selama proses berlangsung, sehingga dapat diketahui apakah model *flushing* ini dapat dikembangkan untuk mereduksi peningkatan sedimen selama umur waduk berlangsung menggunakan model statistika.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Reduksi volume Sedimentasi melalui Aktivitas *Flushing*

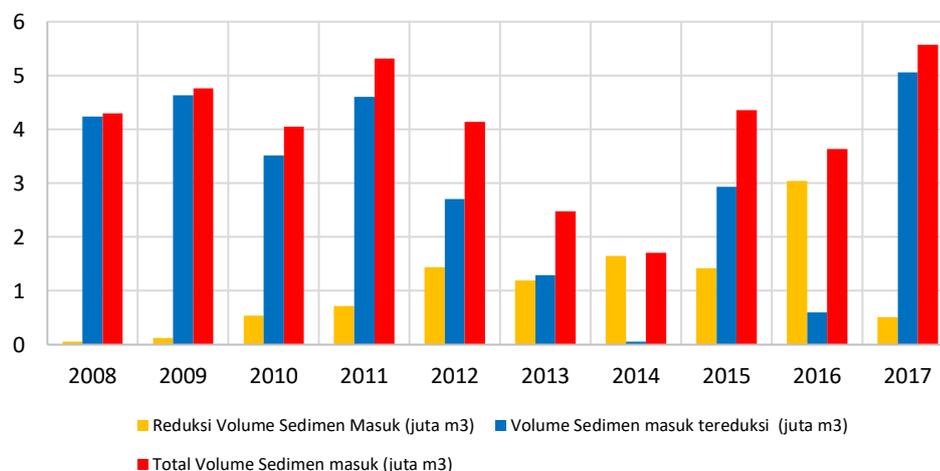
Analisis reduksi volume sedimen melalui aktivitas flushing, dimaksudkan untuk mengetahui perubahan/reduksi volume sedimen yang terjadi setelah dilakukan kegiatan *flushing*. Data yang digunakan adalah data volume flushing sedimen tahun 2008 sampai dengan tahun 2017 yang diperoleh dari PT. Indonesia Power, seperti terdapat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Volume dan Reduksi Sedimen Masuk dengan Aktivitas *Flushing* di Waduk Pangsar Soedirman

Tahun	Volume Sedimen Masuk (juta m ³)	Reduksi Volume Sedimen masuk (juta m ³)	Total Volume Sedimen Masuk (Juta m ³)	Prosentase Volume Sedimen Reduksi (%)
2008	4,241	0,058	4,299	1,349
2009	4,634	0,129	4,763	2,708
2010	3,518	0,536	4,054	13,222
2011	4,599	0,719	5,318	13,520
2012	2,706	1,435	4,141	34,653

2013	1,290	1,190	2,480	47,984
2014	0,056	1,651	1,707	96,719
2015	2,934	1,421	4,355	32,629
2016	0,597	3,041	3,638	83,590
2017	5,059	0,510	5,569	9,158

Sumber : Analisis 2019, [3]



Gambar 5. Volume dan Reduksi Sedimen Masuk dengan Aktivitas *Flushing* di Waduk Pangsar Soedirman

Sumber : Analisis 2019, [3]

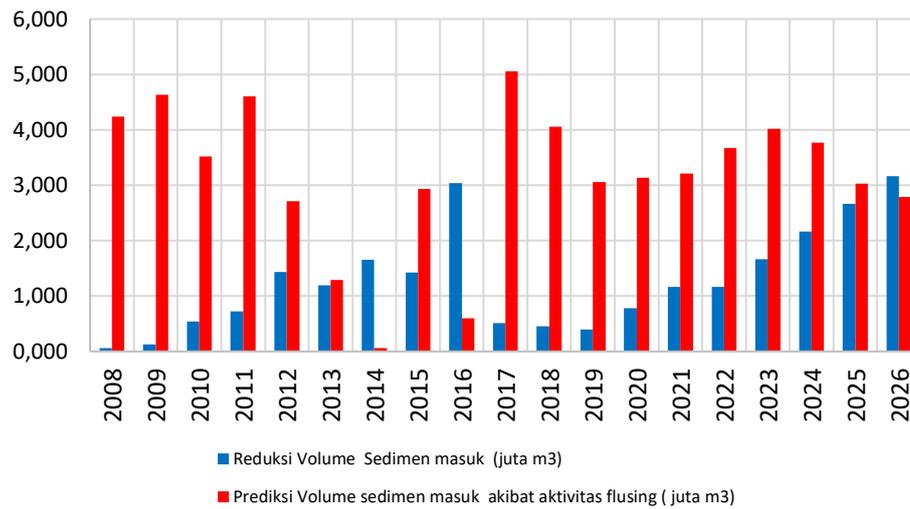
3.2. Analisis Prediksi volume Sedimen 10 tahun Mendatang dengan aktivitas *Flushing*

Analisis prediksi volume sedimen melalui aktivitas *flushing*, dimaksudkan untuk mengetahui prediksi perubahan peningkatan volume sedimen yang terjadi jika dilakukan kegiatan *flushing*. Analisis dilakukan menggunakan metode statistika. Hasil analisis dapat dilihat pada 2 dan Gambar 6 dibawah ini.

Tabel 2. Prediksi Volume dan Reduksi Sedimen Masuk 2008-2026 Melalui Aktivitas *Flushing* di Waduk Pangsar Soedirman (juta m³)

Tahun	Prediksi Volume Sedimen Masuk (juta m ³)	Prediksi Reduksi Volume Sedimen (juta m ³)	Total Volume Sedimen Masuk (Juta m ³)	Prosentase Volume Sedimen Reduksi (%)
2008	4,241	0,058	4,299	1,349
2009	4,634	0,129	4,763	2,708
2010	3,518	0,536	4,054	13,222
2011	4,599	0,719	5,318	13,520
2012	2,706	1,435	4,141	34,653
2013	1,290	1,190	2,480	47,984
2014	0,056	1,651	1,707	96,719
2015	2,934	1,421	4,355	32,629
2016	0,597	3,041	3,638	83,590
2017	5,055	0,510	5,569	9,158
2018	4,057	0,453	4,510	4,510
2019	3,054	0,396	3,450	3,450
2020	3,132	0,780	3,912	3,912
2021	3,211	1,163	4,374	4,374
2022	3,673	1,163	4,836	4,836
2023	4,014	1,662	5,676	5,676
2024	3,771	2,161	5,932	5,932
2025	3,028	2,660	5,688	5,688
2026	2,785	3,159	5,944	5,944

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 6. Prediksi volume dan Reduksi Sedimen Masuk 2008-2026 Melalui Aktivitas *Flushing* di Waduk Pangsar Soedirman

Sumber : Analisis 2019, [3]

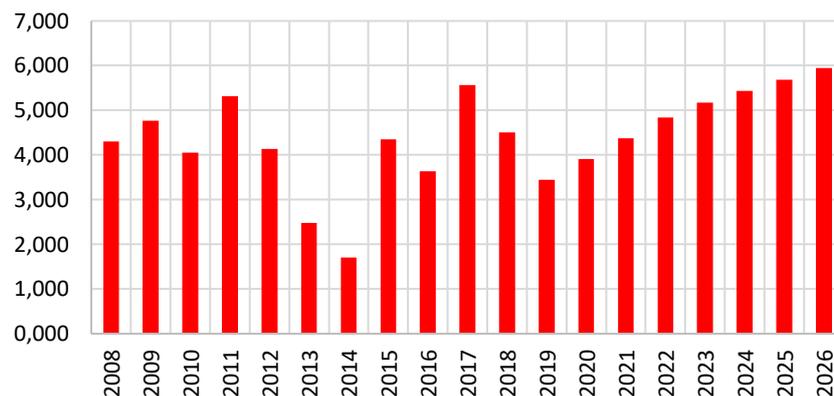
3.3 Analisis Prediksi Volume Sedimen 10 tahun Mendatang tanpa *Flushing*

Analisis prediksi volume sedimen tanpa melalui aktivitas flushing, dimaksudkan untuk mengetahui prediksi perubahan peningkatan volume sedimen yang terjadi jika tanpa dilakukan kegiatan *flushing*. Analisis dilakukan menggunakan metode statistika Log Pearson Tipe III. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 4 dibawah ini.

Tabel 3. Prediksi Volume Sedimen 2008-2026 tanpa Aktivitas *Flushing* (juta m³)

Tahun	Prediksi Volume Sedimen Masuk tanpa Aktivitas Flusing (juta m ³)
2008	4,299
2009	4,763
2010	4,054
2011	5,318
2012	4,141
2013	2,480
2014	1,707
2015	4,355
2016	3,638
2017	5,569
2018	4,510
2019	3,450
2020	3,912
2021	4,374
2022	4,836
2023	5,177
2024	5,433
2025	5,688
2026	5,944

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 7. Prediksi volume Sedimen Masuk 2008-2026 tanpa aktivitas *Flushing* di Waduk Pangsar Soedirman
 Sumber : Analisis 2019, [3]

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Prediksi total volume sedimen masuk Waduk Pangsar Soedirman tahun 2018-2026 tanpa aktivitas *flushing* mencapai 84,464 juta m³.
2. Prediksi total volume sedimen yang tersimpan di Waduk Pangsar Soedirman tahun 2018-2026 dengan aktivitas *flushing* mencapai 43,321 juta m³.
3. Pengaruh aktivitas *flushing* selama kurun waktu 2008-2026 mencapai 51,289 %.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Marhendi, Teguh, 2014, "Penentuan Erosi Lahan Menggunakan Formula Usle Dengan Dasar Karakteristik Tanah", *Jurnal Techno*, vol 15, no. 2, pp 9-14, 2014.
- [2] Marhendi, Teguh, 2018, "Prediksi Peningkatan Sedimentasi dengan metode Angkutan Sedimen (Studi Kasus Sedimentasi di Waduk Mrica)", *Jurnal Techno*, Vol. 19 No. 2, Oktober 2018, Hal. 87-94, 2018
- [3] PT. Indonesia Power Unit Pembangkit Mrica, 2018, Laporan Pelaksanaan Penyelidikan Sedimentasi Waduk PLTA PB. Sudirman", Banjarnegara. 2018
- [4] Soewarno, 1992, "Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data", Nova, Bandung, 1995.
- [5] Ari Wulandari, Dyah, "Penanganan Sedimentasi Waduk Mrica", *Jurnal berkala ilmiah teknik keairan* vol.13, No.4, 2007
- [6] Marhendi, Teguh, 2010, "Analisis Umur Fungsi Waduk Mica", *Jurnal Techno*, vol 10, no. 2, 2010.
- [7] Marhendi, Teguh, "Pengaruh Faktor Panjang Kelerengan terhadap Penentuan Awal Erosi Lahan", *Jurnal Riset dan Teknologi*, LPPM UMP, 2017
- [8] Munandar, Aris, dkk, 2014, "Analisis Laju Angkutan Sedimen Bagi Perhitungan Kantong Lumpur pada D.I Perkotaan Kabupaten Batubara". *Teknik Sipil*, Universitas Sumatera Utara, Vol 3 No. 4, 2014.

KAJIAN EXPERIMENTAL PENGARUH VOID AGREGAT TERHADAP PROPERTIES BETON

EXPERIMENTAL STUDY OF THE EFFECT OF AGGREGATE VOID ON CONCRETE PROPERTIES

Mukti Agung Wibowo

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Informasi Artikel

Dikirim, 5 November 2021
Direvisi, 27 November 2021
Diterima, 31 Desember 2021

Korespondensi Penulis:

Mukti Agung Wibowo
Program Studi Teknik Sipil
Universitas Muhammadiyah
Purwokerto
Jl. K.H. Ahmad Dahlan
Purwokerto, 53182
Email:
muktiagung8669@gmail.com

ABSTRAK

Campuran agregat dengan void minimal dalam perkerasan *flexible* memberikan distribusi beban yang baik kelapisan dibawahnya. Sehingga beban berat dapat di distribusikan dengan baik kelapisan bawahnya yang berkualitas lebih rendah. Penelitian dilakukan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh agregat dengan void minimal pada propertis beton. Untuk komparasi propertis antara beton yang menggunakan agregat dengan void minimal terhadap beton tanpa memperhatikan void, dan beton yang menggunakan agregat dengan void maksimal digunakan acuan *mix design Department of Environment*. Pengaruh agregat dengan void minimal memberikan void beton lebihkecil, meningkatkan kuat tekan beton, dan meningkatkan kuat tarik belah betonnya dengan perbedaan yang tidak signifikan.

Kata Kunci : Void, Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah

ABSTRACT

Aggregate mixture with minimum voids in flexible pavement provides good load distribution to the layer below it so that heavy loads can be distributed well to the layer below with lower quality. The research was conducted to determine the extent of the effect on aggregate with minimum voids in concrete properties. For the property comparison between the concrete using aggregates with minimum void to the concrete regardless of void, and the concrete using the aggregate with maximum void, it was used mix design Department of Environment. The effect of aggregate with minimum voids provided smaller concrete voids, increased the compressive strength of concrete, and increased the splitting tensile strength of concrete with no significant differences.

Keyword : voids, compressive strength, splitting tensile strength

1. PENDAHULUAN

Campuran agregat dengan void minimal dalam perkerasan *flexibel* memberikan distribusi beban yang baik ke lapisan dibawahnya, karena kuat tekan beton merupakan salah satu kinerja utama yang dibutuhkan oleh beton. Beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan tekan beton antara lain: karakteristik agregat penyusun beton, kekuatan dan kebersihan agregat, faktor air semen, pengikatan dan pengerasan beton, porositas beton, suhu, bahan tambah (*admixture* atau *additive*), rongga udara (*void*) dalam campuran agregat. Banyak hal yang dilakukan untuk mendapatkan kuat tekan beton yang tinggi, salah satunya yaitu dengan meninjau rongga udara dalam campuran agregat. Untuk mendapatkan rongga udara yang minimal dalam campuran agregat salah satunya dilakukan dengan cara optimasi void. Dalam penelitian ini akan dicoba peran void minimal dalam campuran beton untuk mengetahui pengaruh void minimal dalam campuran agregat terhadap void beton yang dilakukan dengan cara uji penyerapan (*absorpsi*) beton, kuat tekan beton, dan kuat tarik belah beton.

Mendapatkan kuat tekan beton yang tinggi banyak hal yang dilakukan, salah satunya yaitu dengan meminimalkan rongga dalam campuran agregat. Rongga yang minimal diharapkan dapat meningkatkan kuat tekan beton dan penghematan kadar semen. Langkah yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan memilah diameter agregat kasar dan diameter agregat halus. Langkah yaitu melakukan optimasi void dengan cara uji experimental di laboratorium bahan dan kontruksi Teknik Sipil Universitas Diponegoro, Semarang.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan komposisi agregat yang menghasilkan void minimal, mengetahui sejauh mana pengaruh void agregat pada void beton, mengetahui sejauh mana beda propertis beton yang memiliki void minimal, beton dengan ketentuan DOE (beton normal), dan beton dengan void maksimal (beton dengan void terbesar yang masih menggunakan komposisi campuran agregat pasir, agregat 0,5-1, agregat 2-3).

2. METODE PENELITIAN

2.1. Bahan dan Peralatan Penelitian

Bahan dan penelitian pada penilitan ini sebagai berikut :

Bahan Penelitian	Peralatan Penelitian
1. Semen Portland Type I (Semen Tiga Roda)	Pada penelitian ini peralatan yang akan digunakan adalah peralatan yang tersedia di laboratorium bahan kontruksi beton Teknik Sipil Universitas Diponegoro, Semarang.
2. Air	
3. Agregat Kasar : (Split 0.5 - 1 cm Karangjati) (Split 2 - 3 cm Karangjati)	
4. Agregat Halus (Pasir Muntilan)	

2.2. Pemilihan Agregat Halus dan Agregat Kasar

Pemilihan agregat dilakukan untuk menentukan jenis agregat yang akan digunakan dalam penelitian ini, untuk material agregat halus menggunakan pasir Muntilan, sedangkan untuk material agregat kasar menggunakan batu pecah /split 0.5-1 cm dan 2-3 cm daerah Karangjati.

2.3. Pengujian Agregat

Pengujian agregat untuk mengetahui gradasi butiran agregat, agregat itu sendiri dibagi menjadi 2 yaitu agregat kasar dan halus. Agregat kasar menggunakan material split 0,5 – 1 dan split 2 – 3, sedangkan agregat halus menggunakan material pasir. Pengujian tersebut melalui 3 tahap diantaranya yaitu :

1. Analisa Saringan

Tujuan dilakukan analisa saringan yaitu untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran Bahan. Peralatan yang digunakan berupa timbangan dan satu set saringan. perhitungan analisa saringan sebagai berikut :

$$a. \text{ Persen Retained} = \frac{B}{A} \times 100 \%$$

$$b. \text{ Persen Passing} = 100 \% - \sum \text{ Persen Retained}$$

A = berat benda uji kering oven (gram),

B = berat benda uji tertahan ayakan (gram).

2. Berat Jenis

Dilakukan pengujian berat jenis yaitu untuk mendapatkan angka atau nilai berat jenis agrega. Peralatan yang digunakan yaitu timbangan, oven, piknometer dengan kapasitas 500 ml. Perhitungan berat jenis agregat mengacu pada SNI 1970 – 2008 dan persamaan rumus :

$$\text{Berat jenis} = \frac{A}{(B+S-C)}$$

A = Berat benda uji kering oven (gram)
 B = Berat piknometer yang berisi air (gram)
 C = Berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan(gram)
 S = Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan (gram)

3. Berat Isi

Pengujian berat isi dilakukan untuk menentukan berat isi agregat yang didefinisikan sebagai perbandingan antara berat material kering dengan volumenya. perhitungan berat isi agregat mengacu pada ASTM C29/C 29M – 97 dan persamaan rumus :

$$M = (G - T) / V$$

atau

$$M = (G - T) \times F$$

M = Berat isi agregat dalam kondisi kering oven (kg/m³)
 G = Berat agregat dan penakar, (kg)
 T = Berat penakar, (kg)
 V = Volume penakar (m³)
 F = Faktor penakar (m³)

2.4. Membuat Rencana Komposisi Beton

Membuat rencana komposisi beton dengan perbandingan air semen (FAS), agregat halus, agregat kasar dengan void minimal menggunakan metode DOE. perencanaan *mix design* dengan menggunakan metode DOE menggunakan persentase pasir yang diperoleh dari uji optimasi campuran agregat gabungan. Setelah di plot dalam grafik yang ada dalam metode DOE, akan didapatkan nilai faktor air semen (FAS) yang nantinya dibuat sebagai acuan dalam perencanaan *mix design*.

2.5. Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton

Pembuatan benda uji dilakukan untuk mendapatkan benda uji di laboratorium yang memenuhi persyaratan, sampel benda uji untuk beton dengan void minimal, beton normal, beton dengan void maksimal. Menggunakan 5 buah silinder untuk uji kuat tekan, 5 buah silinder untuk uji kuat tarik belah dan 3 buah silinder untuk uji *absorpsi*.

2.6. Mencari Rongga Udara Dalam Beton

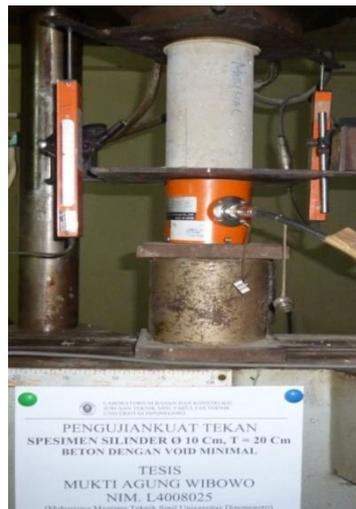
Tujuan dilakukan pengujian untuk mengetahui nilai penyerapan beton dengan void minimal, penyerapan beton normal, dan penyerapan beton dengan void maksimal. perhitungan penyerapan pada beton mengacu pada ASTM C 642 – 97 dengan persamaan rumus

$$\text{Penyerapan (Absorption) \%} = [(B-A) / A] \times 100$$

A = berat benda uji kering oven(gram)
 B = berat benda uji setelah direndam di air (gram)

2.7. Perbandingan Pengujian Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah

Tujuan dilakukan pengujian untuk memperoleh nilai kuat tekan, nilai kuat tarik belah beton. Pengujian kuat tekan beton mengacu pada ASTM C39M – 01. Dan gambar pengujian kuat tekan sebagai berikut :



Gambar 1. Pegujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tarik belah beton mengacu pada ASTM C496M – 04. Dan gambar pegujian kuat tarik belah sebagai berikut :

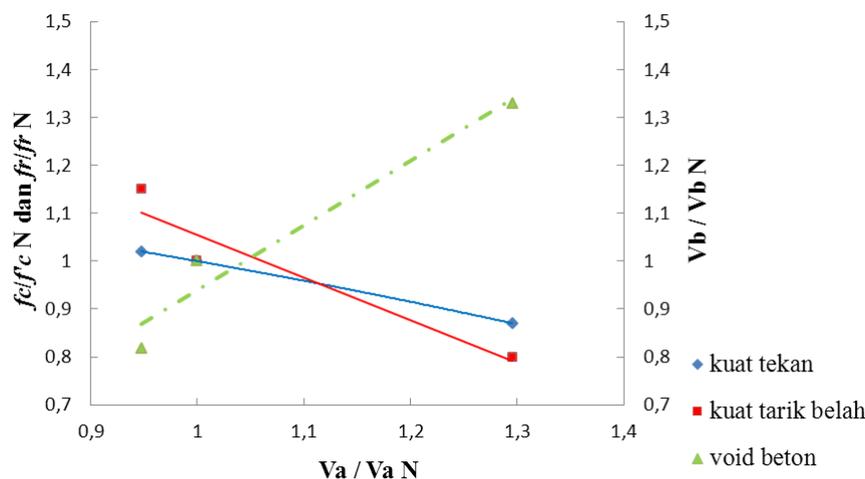


Gambar 2. Pegujian Kuat Tarik Belah

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Didapatkan analisa hasil penelitian sebagai berikut :

1. Penggunaan agregat 0,5-1 , agregat 2-3 dan pasir dalam campuran agregat setelah dilakukan optimasi void maka menghasilkan rata – rata void minimal 26,85 %, sedangkan campuran agregat untuk beton normal menghasilkan void rata – rata 28,31 %. Perbedaan void ini sangat sedikit dikarenakan jarak antar diameter agregat kasar sangat kecil.
2. Perencanaan *mix design* menggunakan metode DOE dengan persentase pasir yang sama dan dengan gradasi agregat kasar yang berbeda akan menghasilkan kuat tekan dan kuat tarik yang berbeda, ini dibuktikan dengan kuat tekan dan kuat tarik beton yang mempunyai void minimal lebih tinggi dibandingkan dengan beton normal dan beton yang mempunyai void maksimal.
3. Penyerapan pada beton dengan void minimal lebih rendah dibandingkan dengan beton normal dan beton dengan void maksimal. Walaupun perbedaannya yang tidak signifikan.
4. Peningkatan kuat tekan beton dan kuat tarik belah beton dipengaruhi oleh void beton, ini di buktikan dengan semakin menurun void beton maka kuat tekan dan kuat tarik belah beton semakin meningkat, sebaliknya semakin meningkat void beton maka kuat tekan dan kuat tarik belah beton semakin menurun. Dengan kecenderungan (*trendline*) yang sama dan digambarkan dengan kurva linier, untuk menondimensiakan grafik maka semua data dibagi dengan parameter pengujian, dalam hal ini parameter pengujian yaitu beton dengan ketentuan DOE (beton normal).



Grafik Hubungan Void agregat, kuat tekan, kuat tarik belah dan Void beton.

kuat tekan beton void minimal, beton void maksimal dibagi dengan kuat tekan beton normal ($f_c / f_c N$), kuat tarik belah beton void minimal, beton void maksimal dibagi dengan kuat tarik belah beton normal ($f_r / f_r N$), void beton minimal, void beton maksimal dibagi dengan void beton normal ($V_b / V_b N$), void agregat minimal, void agregat maksimal dibagi dengan void agregat normal ($V_a / V_a N$) dan grafik hubungan kuat tekan, kuat tarik belah beton, void agregat, dan void beton.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari optimasi void dengan komposisi campuran 13 % agregat 0,5-1,52 % agregat 2-3, dan 35 % pasir menghasilkan void minimal sebesar 26,85 %.
2. Penyerapan pada beton dengan void minimal lebih rendah dibandingkan beton normal dan beton dengan void maksimal, dengan perbedaan yang tidak signifikan.
3. Kuat tekan dan kuat tarik belah yang dihasilkan oleh beton dengan void minimal lebih tinggi, dibandingkan dengan beton normal maupun beton dengan void maksimal walaupun dengan perbedaan yang tidak signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tri Mulyono, 2003, "Teknologi Beton", Departemen Pendidikan Nasional, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Jakarta
- [2] Anonim, 1998, "Metode Pengujian Bobot Isi dan Rongga Udara Dalam Agregat", SK SNI 03 – 4804 – 1998, Yayasan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta
- [3] I Made Agus Ariawan dan I.A Rai Widhiawati (2010) " Pengaruh Gradasi Agregat Terhadap Karakteristik Campuran Laston" Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 14, No. 2, Juli 2010.
- [4] Beasman, L.E and McCuen, R.H. (2011) " Estimating the Distribution of Air Void in Concrete" Civil Engineering Dimension, Vol. 13, No.1, March 2011
- [5] Karthik Obla, Haejin Kim, and Colin Lobo (2007) " Effect of Continuous (Well – Graded) Combined Aggregate Grading on Concrete Performance " Aggregate Voids Content (Packing Density) Project D340, May 2007.
- [6] Jody Wall, P.E (2003) " Optimized ¾ " Gradation Lightweight Aggregate Report " Carolina Stalite Company, January 2003.
- [7] Sanchez-Leal, F.J, (2007) " Gradation Chart for Asphalt Mixes: Development " Journal of Materials in Civil Engineering, February 2007.
- [8] ASTM C 29/C 29M – 97 (Reapproved 2003) " Standartd Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Void in Aggregate " ASTM International, West Conshohocken,PA,2006, 4 pp.
- [9] ASTM C 39/C 39M " Standartd Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens " ASTM International, West Conshohocken,PA,2006, 7 pp.
- [10] ASTM C 127 - 04 " Standartd Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate " ASTM International, West Conshohocken,PA,2006, 6 pp.
- [11] ASTM C 128 – 04a " Standartd Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate " ASTM International, West Conshohocken,PA,2006, 6 pp.
- [12] ASTM C 136-06 " Standartd Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates " ASTM International, West Conshohocken,PA,2006, 5 pp.

-
- [13] ASTM C 642 - 97 “ *Standard Test Method for Density, Absorption, and Void in Hardened Concrete* “ ASTM International, West Conshohocken, PA, 2006, 3 pp.
- [14] Departemen Pekerjaan Umum. LPMB, “ *Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Normal* “. SK SNI T-15-1990-03
- [15] J. Francis Young, David Darwin, Mindess Sidney, “ *Concrete* “. United States of America, 2002.

**ANALISIS PENURUNAN PONDASI TIANG BOR DENGAN METODE
EMPIRIS DAN UJI BEBAN PADA PROYEK GEDUNG “K”
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PURWOKERTO**

**ANALYSIS OF PILE CAPACITY WITH STATIC METHOD AND
LOAD TEST IN "K" BUILDING PROJECTS
UNIVERSITY OF MUHAMMADIYAH PURWOKERTO**

Amris Azizi¹, M. Agus Salim², Sulfah Anjarwati³
^{1,2,3}Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Informasi Artikel

Dikirim, 9 Oktober 2021
Direvisi, 30 November 2021
Diterima, 27 Desember 2021

Korespondensi Penulis:

Amris Azizi
Program Studi Teknik Sipil
Universitas Muhammadiyah
Purwokerto
JL. K.H. Ahmad Dahlan
Purwokerto, 53182
amrissampang11@gmail.com

ABSTRAK

Gedung “K” Universitas Muhammadiyah Purwokerto dirancang menggunakan pondasi tiang bor dengan kedalaman ujung mencapai 16 meter. Dalam pelaksanaan pekerjaan pondasi, sering dijumpai kondisi tanah pada kedalaman yang sama mempunyai karakteristik yang berbeda. Hal ini dapat mempengaruhi ketercapaian kedalaman pondasi yang direncanakan, mempengaruhi kualitas, kapasitas dukung dan besarnya penurunan pondasi. Penelitian ini menganalisis besarnya penurunan pondasi tiang menggunakan metode statik (pendekatan teoritis) kemudian dibandingkan dengan penurunan pondasi tiang hasil uji beban metode *Pile Driving Analyzer* (PDA). Analisis diperlukan untuk memastikan penurunan pondasi terpasang masih dalam batas-batas yang diijinkan. Hasil analisis menunjukkan penurunan pondasi tiang dengan cara statik pada tiang BP4 dan BP6 adalah 0,25 dan 0,24 mm, jauh lebih kecil dibandingkan dengan penurunan pondasi tiang hasil uji pembebanan dilapangan, yaitu sebesar 3 mm. Penurunan pondasi tiang tunggal dengan cara statik maupun hasil uji lapangan masih dibawah batas maksimum penurunan yang diijinkan.

Kata Kunci : penurunan, pondasi tiang

ABSTRACT

The "K" building of the University of Muhammadiyah Purwokerto was designed using a drill pile foundation with a tip depth of 16 meters. In implementation foundation work, it is often found that soil conditions at the same depth have different characteristics. This can affect the achievement of the planned foundation depth, affect the quality, bearing capacity and magnitude of foundation settlement. This study analyzes the magnitude of the pile foundation settlement using the static method (theoretical approach) and then compared it with the pile foundation settlement as a result of the Pile Driving Analyzer (PDA) load test method. Analysis is needed to ensure that the settlement of the installed foundation is still within the allowable limits. The results of the analysis showed that the static settlement of the pile foundation on the BP4 and BP6 piles was 0.25 and 0.24 mm, much smaller than the decrease in the pile foundation as a result of field loading tests, which was 3 mm. The settlement of single pile foundation by static method and the results of field tests are still below the maximum allowable settlement.

Keyword : settlement, pile foundation

1. PENDAHULUAN

Struktur bangunan dibedakan menjadi struktur bawah dan struktur atas. Struktur atas adalah struktur bangunan yang terletak diatas permukaan tanah, sedangkan struktur bawah adalah struktur bangunan yang terletak di bawah permukaan tanah. Struktur bawah umumnya disebut pondasi. Pondasi berfungsi memikul beban bangunan dan beban lainnya yang turut diperhitungkan dan meneruskannya ke dalam tanah sampai ke lapisan atau kedalaman tertentu.

Tanah yang tidak mampu memikul beban yang diteruskan pondasi akan mengalami penurunan berlebihan atau keruntuhan. Hal tersebut akan menyebabkan kerusakan konstruksi yang berada diatasnya. Kegagalan pondasi karena penurunan dapat berlangsung relatif cepat, atau melalui proses yang lambat dan berlangsung sampai bertahun-tahun.

Besar dan lamanya penurunan sangat ditentukan oleh besarnya tekanan yang bekerja dan jenis tanah di dasar pondasi. Penurunan pada tanah berbutir kasar dan berbutir halus, khususnya lempung, mempunyai karakteristik yang berbeda. Pada tanah lempung ekspansif yang mempunyai sifat kembang-susut besar, dimusim penghujan tanah dasar akan berada pada kondisi kuat geser terburuk, karena kadar air yang sangat tinggi. Dimusim kemarau tanah ekspansif cenderung menyusut karena banyaknya volume air yang dilepas, kondisi ini dapat menyebabkan retak-retak pada tanah. Pada kedua kondisi ini tanah lempung berpotensi mengalami kegagalan dalam mendukung pondasi.

Bila dasar pondasi terletak pada tanah granuler seperti pasir dan kerikil, penurunan yang terjadi adalah berupa penurunan segera. Penurunan total, berlangsung dan selesai pada waktu segera setelah beban diterapkan. Penurunan pondasi yang terletak pada tanah-tanah lanau dan pasir, sebagian disebabkan oleh deformasi tanah dasar pondasi kearah lateral. Jika kerikil dalam kondisi tidak padat, penurunan mendadak terjadi bila terdapat getaran frekwensi tinggi. Berbagai macam pondasi dapat digunakan pada kerikil padat tanpa penurunan yang berarti (Hardiyatmo, 2002).

Analisis penurunan memainkan peran penting dalam pondasi bangunan, meskipun hanya sedikit bangunan modern yang runtuh disebabkan penurunan yang berlebihan. Umumnya yang terjadi adalah keruntuhan parsial atau kegagalan lokal pada bagian struktur. Penurunan yang berlebihan dan pergerakan diferensial dapat menyebabkan distorsi dan retakan pada struktur. (Gabrielaitis, et.al.,2013)

Analisis dan perhitungan penurunan pondasi dapat dilakukan dengan metode empiris dan uji pembebanan di lapangan (metode dinamik). Metode empiris atau metode statik menggunakan prinsip-prinsip mekanika tanah, sedangkan uji lapangan dengan metode dinamik atau sering disebut *Pile Driving Analyzer* (PDA).

Gedung "K" Universitas Muhammadiyah Purwokerto dirancang dengan ketinggian sepuluh lantai menggunakan pondasi tiang bor. Ujung bawah pondasi mencapai kedalaman rata-rata 16 meter. Dalam pelaksanaan pekerjaan, sering dijumpai kondisi tanah pada kedalaman yang sama mempunyai karakteristik yang berbeda. Hal ini tentu saja dapat mempengaruhi ketercapaian kedalaman pondasi yang direncanakan, dan dapat mempengaruhi kualitas, kapasitas dukung dan besarnya penurunan pondasi.

Penelitian ini menghitung dan menganalisis penurunan pondasi tiang Gedung "K" Universitas Muhammadiyah Purwokerto menggunakan metode statik (pendekatan teoritis empiris) kemudian dibandingkan dengan penurunan pondasi tiang hasil uji beban metode PDA.

2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, besarnya penurunan pondasi tiang tunggal dan kelompok dihitung dengan persamaan yang disarankan Poulos dan Davis (1980) (Persamaan 1 sampai 4)

Untuk tiang tunggal, penurunan dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$S = \frac{Pu I}{Es d} \quad (1)$$

$$I = I_o R_k R_b R_\mu \quad (2)$$

- S = penurunan kepala tiang
- Pu = beban ultimit yang bekerja pada tiang
- I_o = faktor pengaruh penurunan untuk tiang yang tidak mudah mampat (*Incompressible*) alam massa semi tak terhingga
- R_k = faktor koreksi kemudahmampatan (kompresibilitas) tiang untuk $\mu = 0.5$
- R_b = faktor koreksi untuk kekakuan lapisan pendukung
- R _{μ} = faktor koreksi angka poisson μ
- H = kedalaman total lapisan tanah

Ukuran kompresibilitas relatif antara tiang dan tanah yang dinyatakan oleh persamaan:

$$K = \frac{E_p}{E_s} \quad (3)$$

- K = faktor kekakuan tiang
 E_p = modulus elastisitas bahan tiang
 E_s = modulus elastisitas tanah

Untuk penurunan kelompok tiang, Skempton, Yassin dan Gibson (1953) dalam Hardiyatmo (2002) menyarankan hubungan empiris penurunan kelompok tiang dengan lebar kelompok tiang, terhadap penurunan tiang tunggal.

Hubungan penurunan antara tiang tunggal dan kelompok tiang sebagai berikut:

$$\frac{S_g}{S} = \frac{(4B+3)^2}{(B+4)^2} \quad (4)$$

- S_g = penurunan kelompok tiang (m)
 B = lebar kelompok tiang (m)
 S = penurunan tiang tunggal pada intensitas beban yang sama (m)

Dari data hasil uji PDA didapatkan penurunan pondasi tiang termobilisasi. Hasil uji PDA akan dibandingkan dengan hasil analisis metode statis (empiris). Dalam analisis metode statis, penurunan tiang tunggal dihitung dengan rumus yang disarankan oleh Poulos dan Davis, sedangkan penurunan kelompok tiang dengan rumus Skempton, Yassin dan Gibson.

Dalam analisis perbandingan penurunan pondasi tiang ini, kondisi dan parameter tanah di lapangan dianggap sama untuk uji PDA dan uji N-SPT. Beban yang diterapkan dan profil pondasi yang diuji sama untuk uji PDA dan uji N-SPT.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kondisi Lapisan Tanah

Hasil uji bor dalam dan SPT pada 2 titik, memberikan ilustrasi nilai N-SPT dan lapisan tanah pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Perkiraan Lapisan Tanah Berdasarkan *Standard Penetration Test* (SPT) pada Titik Bor DB-1

Titik Bor	Depth (m)	N-SPT	Jenis Tanah	Keterangan
DB-1	0.00 – 3.00	3	<i>Soft silty clay</i>	GWL berada pada kedalaman -5.15
	3.00 – 6.00	14	<i>Medium dense silty sand</i>	
	6.00 – 8.00	15	<i>Medium dense sand trace gravel</i>	
	8.00 – 10.00	45	<i>Dense sandy gravel</i>	
	10.00 – 12.00	60	<i>Very dense sandy gravel</i>	
	12.00 – 14.00	5	<i>Loose silty sandy gravel</i>	
	14.00 – 16.00	60	<i>Very dense sandy silt trace gravel</i>	Lapisan tanah keras sebagai laisan tanah pendukung (<i>bearing layer</i>) dengan ketebalan lapisan ±16 m
16.00 – 30.03	60	<i>Very dense sandy gravel</i>		

Sumber: Cipta, PT (2017)

Tabel 2. Perkiraan Lapisan Tanah Berdasarkan *Standard Penetration Test* (SPT) pada Titik Bor DB-2

Titik Bor	Depth (m)	N-SPT	Jenis Tanah	Keterangan
DB-2	0.00 – 4.00	4 - 5	<i>Medium silty clay trace sand</i>	GWL berada pada kedalaman -5.00
	4.00 – 6.00	29	<i>Medium dense sand trace gravel</i>	
	6.00 – 8.00	23	<i>Medium dense silty sand</i>	
	8.00 – 10.00	41	<i>Dense sandy gravel</i>	
	10.00 – 20.12	60	<i>Very dense sandy gravel</i>	Lapisan tanah keras sebagai laisan tanah pendukung (<i>bearing layer</i>) dengan ketebalan lapisan ±10 m

Sumber: Cipta, PT (2017)

3.2. Pilihan pondasi

Untuk struktur sedang sampai dengan berat, dari uji SPT diatas, pilihan pondasi adalah pondasi tiang bor. Ujung tiang bertumpu pada lapisan tanah keras sebagai lapisan tanah dasar pendukung (*bearing layer*) seperti ditunjukkan oleh N-SPT > 50 yang cukup stabil pada rentang kedalaman -14.00 - 15.00 meter di bawah muka tanah eksisting. Perkiraan kapasitas dukung ijin aksial (tekan) dan tarik pondasi tiang ditunjukkan pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Rekomendasi Perkiraan Kapasitas Dukung Ijin *Axial Load* (tekan)
Pondasi Tiang Bor Berdasarkan Hasil Uji N-SPT

Titik Bor	Depth (m)	Qall axial load (ton)			Remarks
		φ 60 cm	φ 80 cm	φ 100 cm	
DB-1	15.00	63	107	162	
DB-2	14.00	69	115	173	

Sumber: Cipta, PT (2017)

Penurunan Pondasi Hasil Uji PDA dan Analisis CAPWAP

Penurunan pondasi tiang berdasarkan uji PDA dan analisis CAPWAP terlihat dalam Tabel 4 Penentuan tiang uji dilakukan pada satu tiang yang dipilih secara random.

Tabel 4. Penurunan Tiang Hasil Uji PDA dan Analisis CAPWAP

ID tiang	Penurunan Tiang (mm)	
	Maksimum	Permanen
#50	3	1

Sumber: Ageotescon, 2019

Perhitungan Penurunan Pondasi Metode Statik

1. Penurunan tiang tunggal

$$S = \frac{Pu I}{Es d}$$

$$I = I_o R_k R_b R_\mu$$

Mutu beton tiang bor K-300, $fc' = 300 \times 0,83/0,098 = 24,4$ Mpa

Tiang berada pada tanah pasir, maka modulus elastisitas bahan tiang:

$$E_p = 4.700\sqrt{fc'}$$

$$= 4.700\sqrt{24,4}$$

$$= 23.217 \text{ MPa}$$

$$K = E_p/E_s = 23.217/5,25 = 4.422$$

$$L/d = 16/0,6 = 26,67$$

$$d_b/d = 0,6/0,6 = 1$$

Rasio poisson bahan tiang $\mu = 0,3$

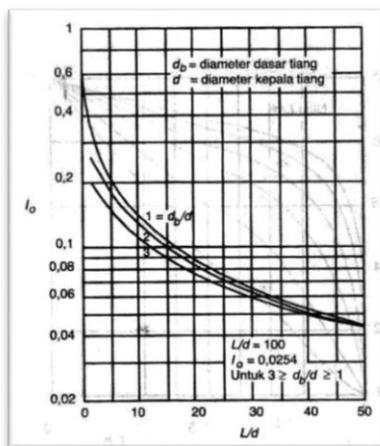
Dari Gambar 1, $I_o = 0,073$

Dari Gambar 2, $R_k = 1,3$

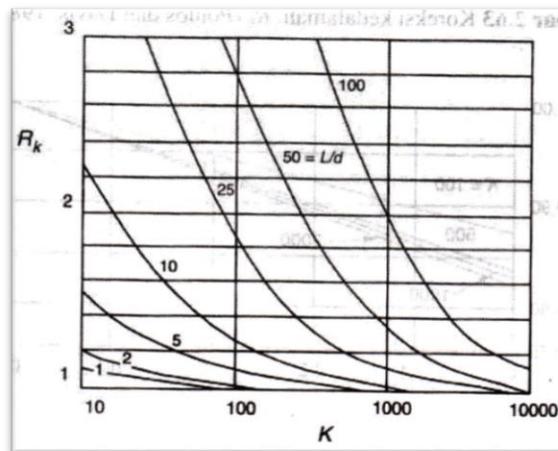
Dari Gambar 3, untuk $E_b/E_s = 1$, $R_b = 1$

Dari Gambar 4, $R_\mu = 0,92$

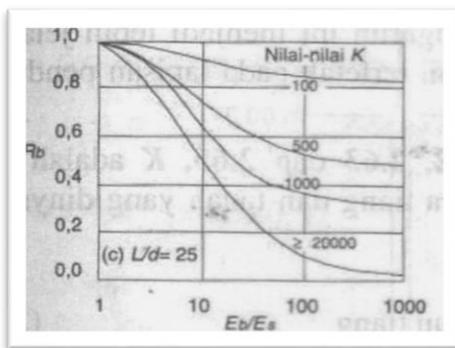
Besarnya penurunan pondasi pada Tabel 5.



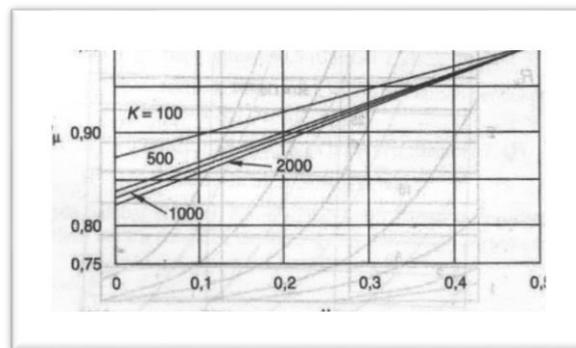
Gambar 1. Faktor penurunan I_o



Gambar 2. Koreksi Kompresi, R_k



Gambar 3. Koreksi Kekakuan



Gambar 4. Koreksi Angka Poisson, R_μ

Tabel 5. Penurunan Pondasi Tunggal Metode Statis

Sampel Tiang	P _u (kN)	I _o	R _k	R _b	R _μ	I (I _o R _k R _b R _μ)	E _s	d	S = $\frac{P_u I}{E_s d}$ (mm)
BP4	902,86	0,073	1,3	1	0,92	0,0087	5.250	0,6	0,25
BP6	866,32	0,073	1,3	1	0,92	0,0087	5.250	0,6	0,24

Sumber: hasil analisis, 2021

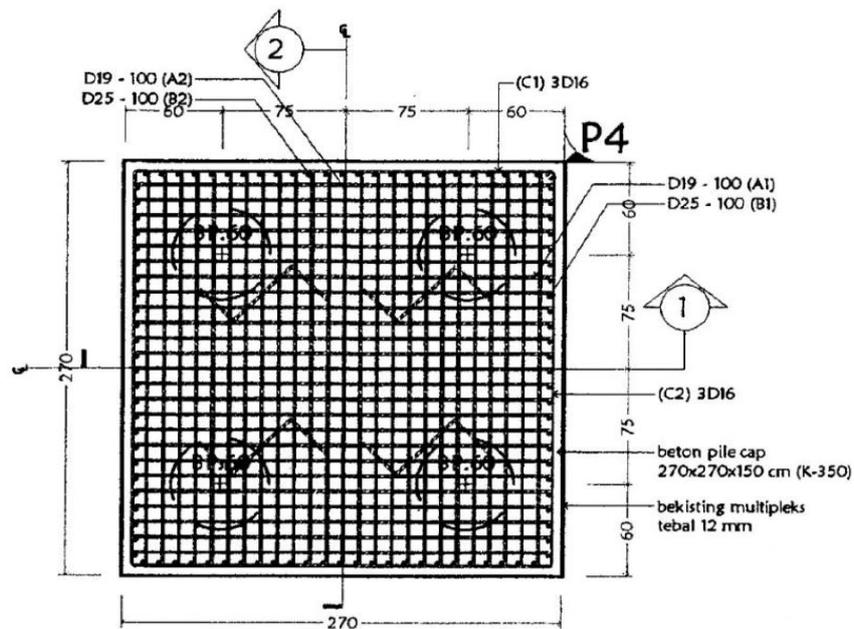
2. Penurunan tiang kelompok

$$\frac{S_g}{S} = \frac{(4B + 3)^2}{(B + 4)^2}$$

S_g = penurunan kelompok tiang (m)

B = lebar kelompok tiang (m)

S = penurunan tiang tunggal pada intensitas beban yang sama (m)

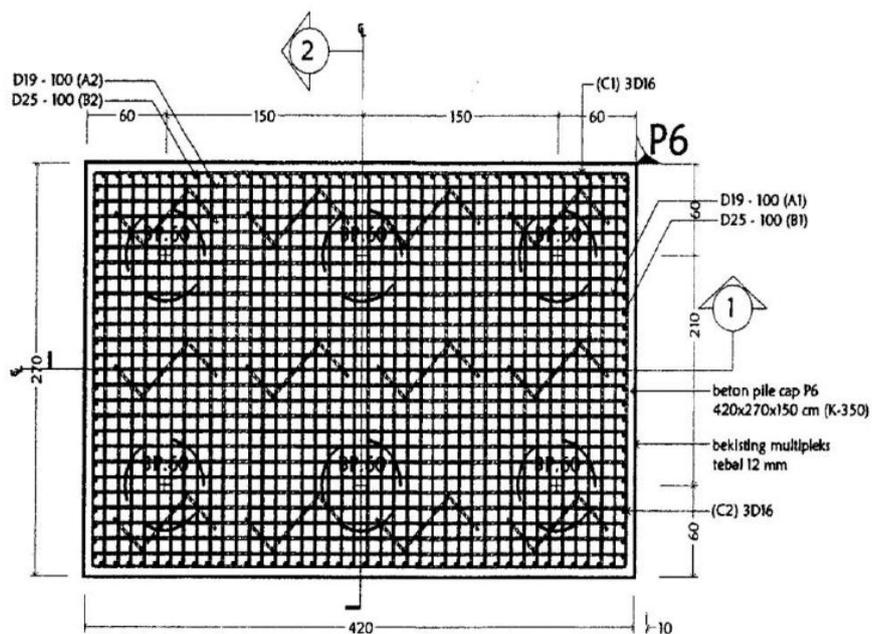


Gambar 5. Ukuran Pile Cap Pondasi BP4

Tabel 6. Penurunan Pondasi Kelompok Metode Statis

Sampel Tiang	B (m)	S (m)	Sg (m)
BP4	2,1	0,0025	0,0087
BP6	3,6	0,0024	0,0125

Sumber: hasil analisis, 2021



Gambar 6. Ukuran Pile Cap Pondasi BP6

Besarnya penurunan pondasi hasil perencanaan, uji PDA, CAPWAP dan analisis metode statik dapat dilihat dalam Tabel 7.

Tabel 7. Penurunan Pondasi Tiang Tunggal hasil Perencanaan, PDA, CAPWAP dan Analisis Metode Statik.

ID tiang	Metode Uji	Penurunan Pondasi Maksimum (mm)
#50	Perencanaan	-
	PDA dan CAPWAP	3
BP4	Analisis Statik	0,25
BP6		0,24

Sumber: data sekunder dan hasil analisis, 2021

Dalam Tabel 7 diatas terlihat penurunan tiang tunggal hasil analisis statik lebih kecil dibanding hasil uji PDA, CAPWAP. Data penurunan tiang hasil perencanaan tidak ada. Hasil dalam tabel diatas menggambarkan bahwa penurunan pondasi terpasang lebih besar dari penurunan hasil analisis. Hal ini disebabkan karena pada saat uji penurunan dilapangan beban pada pondasi sudah termobilisasi.

Besarnya penurunan tiang tunggal ini lebih kecil atau masih dibawah batas toleransi penurunan yang disyaratkan SNI 8460:2017 ($<15 + b/600$ cm). Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pondasi terpasang cukup aman terhadap penurunan yang terjadi. Sedangkan penurunan pondasi kelompok tiang seperti pada Tabel 5.7 menunjukkan bahwa penurunannya sangat kecil, jauh dari batas maksimum penurunan yang diijinkan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai temuan penelitian sebagai berikut:

1. Penurunan pondasi tiang dengan cara statik pada tiang BP4 dan BP6 adalah 0,25 dan 0,24 mm, jauh lebih kecil dibandingkan dengan penurunan pondasi tiang hasil uji pembebanan dilapangan, yaitu sebesar 3 mm.
2. Penurunan pondasi tiang tunggal dengan cara static maupun hasil uji lapangan masih dibawah batas maksimum penurunan yang diijinkan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standardisasi Nasional. 2017. SNI 8460:2017 (Persyaratan Perancangan Geoteknik), Jakarta
- [2] Fahriani, F., dan Yayuk Apriyanti. 2015. Analisis Daya Dukung Tanah dan Penurunan Pondasi Pada Daerah Pesisir Pantai Utara Kabupaten Bangka, *Jurnal Fropil*, Vol 3 Nomor 2 Juli-Desember 2015.
- [3] Gabrielaitis, L., Vytautas Papinigis, dan Gintaras Žaržojus. 2013. Estimation of Settlements of Bored Piles Foundation, 11th International Conference on Modern Building Materials, Structures and Techniques, MBMST, *Procedia Engineering* 57 (2013) 287 – 293, www.sciencedirect.com
- [4] Hardiyatmo, H., C. 2002. *Teknik Fondasi II*, Edisi ke 1, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [5] Luthfiani, F., Ilham Nurhuda, dan Indrastono D.A. 2017. Analisis Penurunan Bangunan Pondasi Tiang Pancang dan Rakit Pada Proyek Pembangunan Apartemen Surabaya Central Bussiness District, *Jurnal Karya Teknik Sipil*, Volume 6, Nomor 2, Tahun 2017.
- [6] Noor, A., dan Shella Octaviani. 2014. Evaluasi Perkiraan Daya Dukung Teoritis Terhadap Daya Dukung Aktual Tiang Berdasarkan Data Sondir dan Loading Test, *Jurnal INTEKNA*, Tahun XIV, No.1, Mei 2014.
- [7] Nugraha, A.S., dan Angel Refanie. 2015. Analisis Beban-Penurunan Pada Pondasi Tiang Bor Berdasarkan Hasil Uji Beban Tiang Terinstrumentasi dan Program GEO5, *Jurnal Teknik Sipil*, Volume 11 Nomor 2, Oktober 2015.
- [8] Putri, M.S., Yayuk Apriyanti, dan Ferra Fahriani. 2018. *Analisis Perbandingan Daya Dukung dan Penurunan Tiang Pancang Tunggal Dengan Metode Statik dan Uji Beban*, Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat, Universitas Bangka Belitung, Pangkalpinang.
- [9] Smith, P. S., N.Hytiris, dan S. Mickovski. 2015. *Comparison of Settlement Calculation Methods for The Design of a Gravity Base Foundation in Deep Water*, Proceedings of the XVI ECSMGE Geotechnical Engineering for Infrastructure and Development.

PENGARUH PENAMBAHAN PASIR TERHADAP TINGKAT KEPADATAN DAN DAYA DUKUNG TANAH LEMPUNG BERLANAU (STUDI KASUS : JALAN BANJARPARAKAN – MENGANTI)

THE EFFECT OF ADDING SAND ON THE LEVEL OF DENSITY AND CARRYING CAPACITY OF SILTY CLAY SOIL (CASE STUDY: BANJARPARAKAN – MENGANTI ROAD)

Fauzia Nur Amrulloh¹, Amris Azizi²

^{1,2}Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Informasi Artikel

Dikirim, 4 November 2021
Direvisi, 26 Desember 2021
Diterima, 3 Januari 2022

Korespondensi Penulis:

Fauzia Nur Amrulloh
Program Studi Teknik Sipil
Universitas Muhammadiyah
Purwokerto
JL. K.H. Ahmad Dahlan
Purwokerto, 53182
amrissampang11@gmail.com

ABSTRAK

Daya dukung tanah merupakan hal yang sangat perlu diperhatikan dalam perencanaan pekerjaan konstruksi bangunan maupun jalan. Hal ini dikarenakan tanah berfungsi sebagai media penahan beban dari konstruksi yang ada di atasnya. Stabilisasi menggunakan bahan tambah pasir merupakan salah satu cara untuk memperbaiki daya dukung tanah. Dalam penelitian ini tanah yang distabilisasi adalah jenis tanah lempung berlanau yang berasal dari ruas Jalan Banjarparakan–Menganti pada sta 0+175 sampai 0+225, Kecamatan Rawalo, Kabupaten Banyumas–Provinsi Jawa Tengah. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan campuran pasir dengan variasi campuran 10%, 15%, 20%, dan 25%. Uji dilakukan untuk mendapatkan nilai CBR (*California Bearing Ratio*), berat jenis, batas–batas *Atterberg* sampel tanah. Hasil uji diperoleh kadar air optimum 36,1% dengan kepadatan kering maksimum 1,29 gr/cm³ dan nilai daya dukung tanah sebesar 8,20% untuk sampel tanah tanpa penambahan pasir. Untuk sampel tanah dengan campuran pasir 10% diperoleh nilai kadar air optimum 34,5% dengan kepadatan kering maksimum 1,33 gr/cm³ dan nilai daya dukung tanah sebesar 10%. Untuk sampel tanah dengan campuran pasir 15% diperoleh nilai kadar air optimum 32,6% dengan kepadatan kering maksimum 1,35 gr/cm³ dan nilai daya dukung tanah sebesar 11,1%. Untuk sampel tanah dengan campuran pasir 20% diperoleh nilai kadar air optimum 30,1% dengan kepadatan kering maksimum 1,37 gr/cm³ dan nilai daya dukung tanah sebesar 12,3%. Untuk sampel tanah dengan campuran pasir 25% diperoleh nilai kadar air optimum 28,05% dengan kepadatan kering maksimum 1,39 gr/cm³ dan nilai daya dukung tanah sebesar 12,7%.

Kata Kunci : Tanah lempung berlanau, pasir, daya dukung tanah.

ABSTRACT

*The bearing capacity of the soil is very important in planning the construction of buildings and roads. This is because the soil functions as a load-bearing medium from the construction above it. Stabilization using added sand is one way to improve the bearing capacity of the soil. In this study, the soil that was stabilized was silty clay originating from Jalan Banjarparakan–Menganti at sta 0+175 to 0+225, Rawalo District, Banyumas Regency–Central Java Province. This research was conducted using a mixture of sand with a mixed variation of 10%, 15%, 20%, and 25%. The test was carried out to obtain the CBR (*California Bearing Ratio*), specific gravity, *Atterberg* limits of the soil sample. The test results obtained an optimum water content of 36.1% with a maximum dry density of 1.29 g/cm³ and a soil carrying capacity of 8.20% for the soil sample without the addition of sand. For soil samples with a mixture of 10% sand, the optimum moisture content value was 34.5% with a maximum dry density of 1.33 g/cm³ and a soil carrying capacity of 10%. For soil samples with a mixture of 15% sand, the optimum water content value is 32.6% with a maximum dry density of 1.35 g/cm³ and the value of the soil bearing capacity is 11.1%. For soil samples with a mixture of 20% sand, the optimum water content value was 30.1% with a maximum dry density of 1.37 gr/cm³ and a soil bearing capacity of 12.3%. For soil samples with a mixture of*

25% sand, the optimum water content value is 28.05% with a maximum dry density of 1.39 gr/cm³ and the value of the soil bearing capacity is 12.7%.

Keyword : Silt clay, sand, soil bearing capacity.

1. PENDAHULUAN

Tanah merupakan suatu material dasar yang sangat berpengaruh dalam pekerjaan Teknik Sipil, khususnya dalam konstruksi jalan. Tanah sangat berpengaruh karena jalan membutuhkan tanah dasar (*subgrade*) yang baik yang berfungsi sebagai perletakan lapis perkerasan dan mendukung konstruksi jalan di atasnya. Untuk kekuatan dan keawetan lapisan konstruksi perkerasan jalan, salah satunya tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar ini.

Salah satu persoalan yang kerap dihadapi para perencana dan pelaksana khususnya dalam pembangunan perkerasan jalan adalah cara menangani tanah dasar yang jelek yang akan digunakan sebagai lapis perkerasan. Karakteristik tanah sangat mempengaruhi besarnya daya dukung tanah terhadap beban di atasnya. Jika tanah dasarnya berupa tanah lempung maka merupakan material tanah dasar yang kurang baik, karena tanah lempung memiliki kuat geser yang sangat rendah, daya dukung yang rendah dan sifat kembang susut besar.

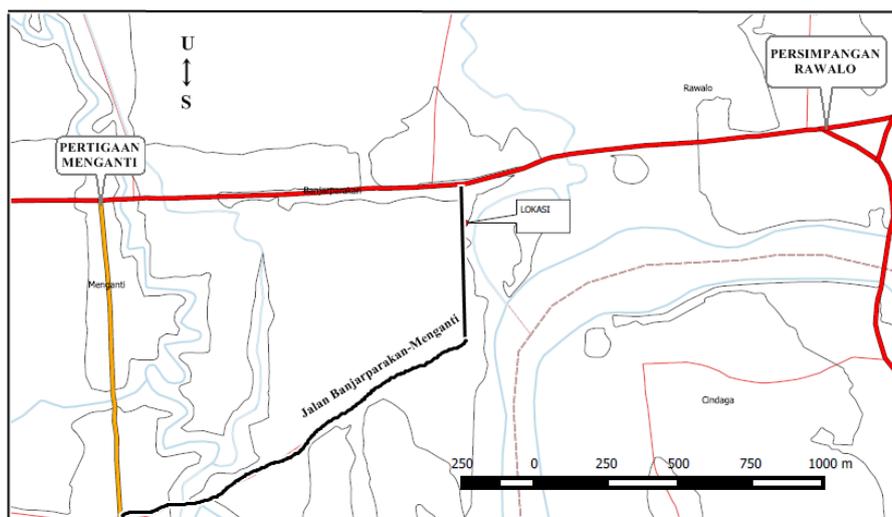
Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah dimaksudkan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah asli dengan cara menambahkan bahan tertentu yang mengakibatkan perubahan sifat-sifat tanah asli.

Penelitian ini mencoba memperbaiki karakteristik tanah lempung berlanau dengan menggunakan campuran pasir. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan pasir terhadap kepadatan tanah dan daya dukung tanah lempung berlanau, dan perubahan nilai daya dukungnya atau *California Bearing Ratio* (CBR) tanah asli dan setelah distabilisasi dengan campuran pasir pada jalan Banjarparakan–Menganti Kecamatan Rawalo Kabupaten Banyumas.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah pada ruas jalan Banjarparakan–Menganti dengan lokasi amblesan terletak di grumbul Banjarwaru, Desa Banjarparakan, Kecamatan Rawalo, Kabupaten Banyumas, Provinsi Jawa Tengah. Ruas jalan Banjarparakan– Menganti merupakan jalan Kabupaten dengan kelas jalan III B, dengan panjang 1,9 km dan lebar perkerasan 4 – 7 m yang terdiri dari dua arah dan dua lajur.

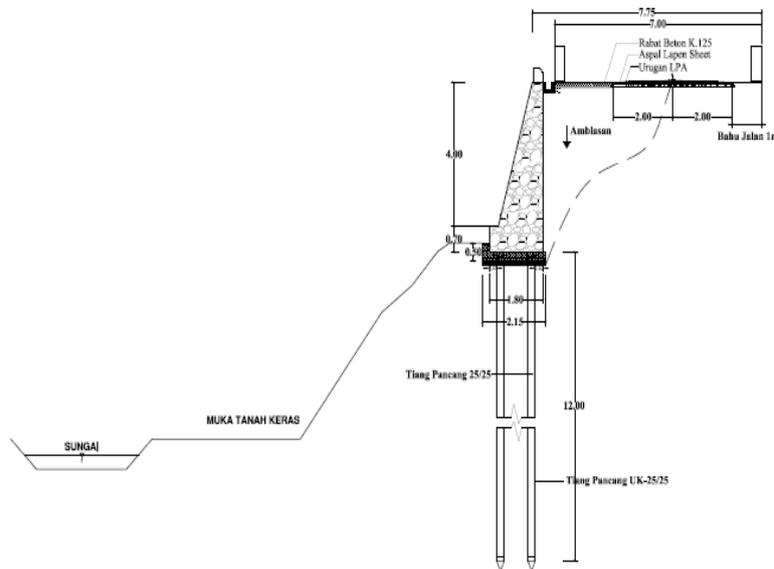


Gambar 3.1. Peta Lokasi Penelitian

Sumber : Dinas PU Kab. Banyumas, 2016 dalam Suryanto, 2017

2.2. Data

Data primer berupa sampel tanah diambil dari lokasi berupa tanah terganggu (*disturb soil*), yaitu tanah yang telah terjamah atau terganggu oleh lingkungan luar. Sampel tanah diambil di tiga titik pada kedalaman 80 cm dari permukaan tanah pada badan jalan.



Gambar 3.2. Potongan melintang jalan

Sumber : Dinas PU Kab. Banyumas, 2014 dalam Suryanto, 2017

2.3. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat uji saringan, uji berat jenis, uji kadar air, uji batas-batas konsistensi, dan lain-lain di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik dan Sains Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Uji pemadatan dan uji CBR di lakukan di laboratorium PT. Putra Wirasaba Asli Kec. Wangon.

2.4. Benda Uji

Sampel tanah yang diuji adalah tanah asli dan tanah yang distabilisasi dengan pasir. Kadar pasir yang digunakan yakni 10%, 15%, 20%, dan 25% dari berat tanah.

2.5. Analisis Data

Data hasil uji dianalisis untuk mendapatkan parameter-parameter kuat geser dan daya dukung tanah. Parameter yang didapat menggambarkan pengaruh penambahan pasir terhadap daya dukung tanah lempung.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Sifat Fisik Tanah

Karakteristik tanah asli yang diambil dari Ruas Jalan Banjarparakan – Menganti dengan lokasi amblesan yang terletak di grumbul Banjarwaru, Desa Banjarparakan, Kecamatan Rawalo, Kabupaten Banyumas, Provinsi Jawa Tengah, diperoleh data yang tercantum dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Sifat Fisik Tanah Lempung (*Soft Clay*)

No.	Pengujian	Hasil Uji	Satuan
1	Kadar Air	27,11	%
2	Berat Jenis	2,63	
3	Analisa Saringan		
	a. Lolos Saringan no. 8	99,99	%
	b. Lolos Saringan no. 40	60,00	%
	c. Lolos Saringan no. 200	57,74	%
4	Batas - batas <i>Atterberg</i>		
	a. Batas Cair (<i>Liquid Limit</i>)	65,33	%

Pengaruh Penambahan Pasir Terhadap Tingkat Kepadatan Dan Daya Dukung Tanah Lempung Berlanau (Studi Kasus : Jalan Banjarparakan – Menganti) (Fauzia Nur Amrulloh)

	b. Batas Plastis (<i>Plastic Limit</i>)	53,78	%
	c. Indeks Plastisitas (<i>Plasticity Index</i>)	11,55	%
5	Pemadatan (<i>Modified Proctor</i>)		
	a. Kadar Air Optimum	36,10	%
	b. Berat Isi Kering Optimum	1,29	gr/cc
6	CBR (<i>California Bearing Ratio</i>)	8,20	%

Sumber : Hasil Analisis, 2021

3.2. Properti, batas-batas Atterberg dan Klasifikasi Tanah

Kadar air tanah asli rata-rata sebesar 27,11%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tanah mengandung lempung, dengan kadar air besar dari 16%. Berat jenis (Gs) diperoleh rata – rata sebesar 2,63 %, yang menunjukkan sampel tanah termasuk dalam golongan tanah lanau anorganik dengan berat dan atau termasuk golongan tanah Lempung organik dengan berat jenis (Gs) antara 2,58 % – 2,65 %.

Hasil uji batas-batas *Atterberg* dapat di lihat pada Tabel 4.3.

Tabel 2 Hasil Uji Batas-batas *Atterberg* Tanah Asli

Jenis Tanah	Batas Cair (LL) (%)	Batas Plastis (PL) (%)	Indeks Plastisitas (PI = LL – PL) (%)
Tanah Asli	65,33	53,78	11,55

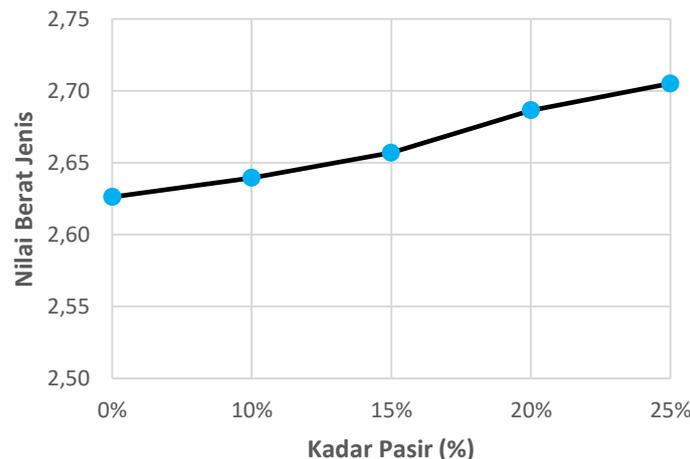
Sumber : Analisis, 2021

Dengan nilai batas cair (LL), batas plastis (PL), dan indeks plastisitas (PI) seperti pada Tabel 2, dalam sistem klasifikasi tanah AASTHO (*American Association of State Highway and Transportation Official*) termasuk tanah berlempung dan penilaian sebagai tanah dasar kondisi biasa sampai jelek. Sedangkan berdasarkan sistem klasifikasi USCS maka tanah berbutir halus yang diuji termasuk kedalam kelompok OH yaitu tanah lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi.

Hasil uji dan analisa saringan didapat presentase butir lolos saringan No. 200 (0,074 mm) sebesar 57,74 %, maka tanah dikategorikan kedalam golongan tanah berbutir halus (*fine-grained soils*).

3.3. Hasil Uji Stabilisasi Dengan Pasir

Uji Berat Jenis (Gs)

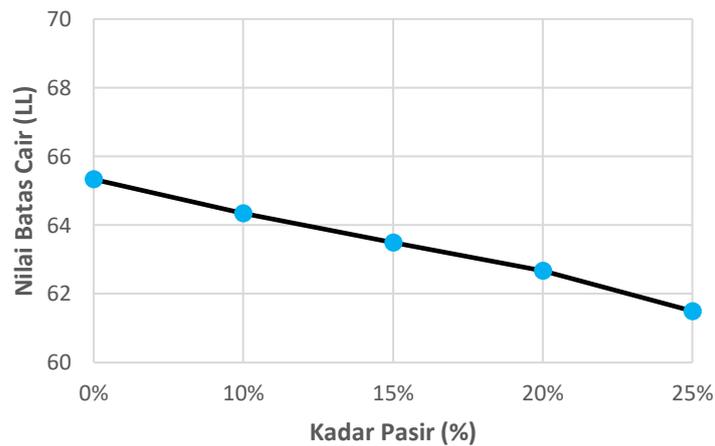


Gambar 1. Grafik Hubungan Campuran Pasir dan Berat Jenis

Sumber : Analisis, 2021

Dari gambar 1 terlihat nilai berat jenis mengalami peningkatan meskipun tidak signifikan seiring dengan perubahan campuran pasir.

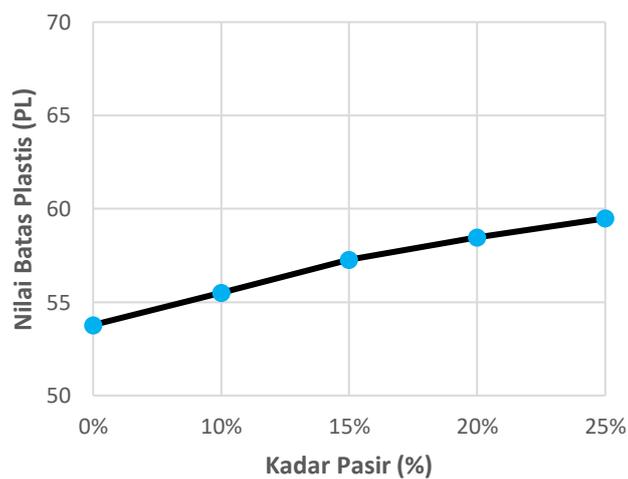
Batas Cair (LL)



Gambar 2. Grafik Hubungan Campuran Pasir dan Batas Cair
Sumber : Analisis, 2021

Hasil uji batas cair (LL) menunjukkan penurunan nilai batas cair (LL) seiring dengan naiknya prosentase 25% pasir.

Batas Plastis (PL)



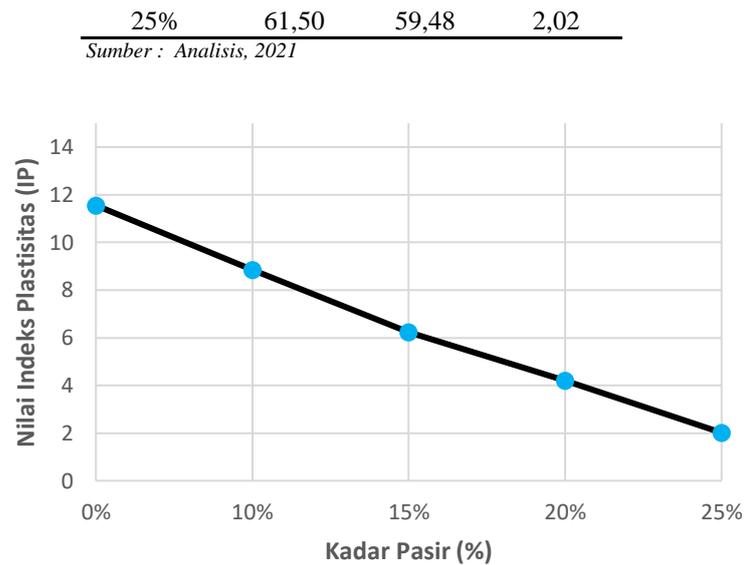
Gambar 3. Grafik Hubungan Campuran Pasir dan Batas Plastis
Sumber : Analisis, 2021

Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai batas plastis (PL) mengalami kenaikan dengan bertambahnya prosentase campuran pasir.

Indeks Plastisitas

Tabel 3. Indek Plastisitas (PI)

Pasir (%)	LL	PL	PI
0%	65,33	53,78	11,55
10%	64,35	55,51	8,84
15%	63,49	57,26	6,23
20%	62,67	58,46	4,21



Gambar 4. Grafik Hubungan Campuran Pasir dan Indeks Plastisitas

Sumber : Analisis, 2021

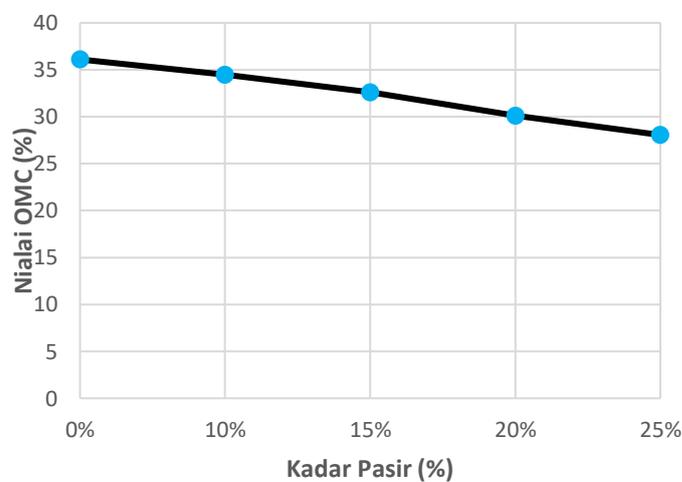
Dari gambar 4 terlihat bahwa nilai indeks plastisitas semakin menurun seiring bertambahnya pasir. Semakin besar nilai IP dari campuran tanah maka akan semakin besar pula potensi pengembangan tanah tersebut, dan sebaliknya.

Uji Pemasatan Tanah

Tabel 4. Nilai OMC (*Optimum Moisture Content*)

Campuran Pasir	Nilai OMC (%)
Tanah (Asli)	36,10
Tanah + pasir 10%	34,50
Tanah + pasir 15%	32,60
Tanah + pasir 20%	30,10
Tanah + pasir 25%	28,05

Sumber : Analisis, 2021



Gambar 5. Grafik Hubungan Campuran Pasir dan OMC (*Optimum Moisture Content*)

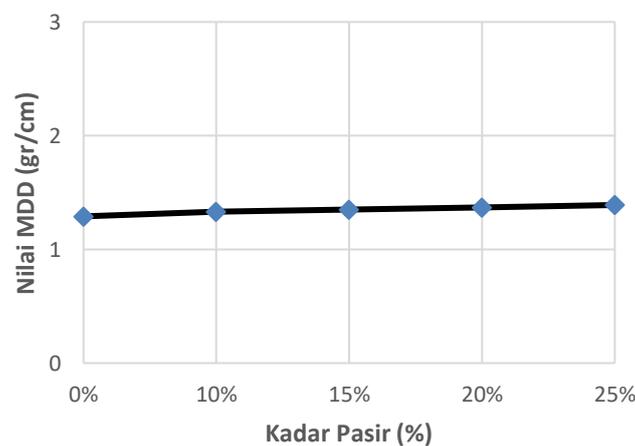
(Sumber : Analisis, 2021)

Hasil uji pemadatan seperti Tabel 4 dan Gambar 5 diatas dapat disimpulkan bahwa nilai OMC (*Optimum Moistur Content*) atau kadar air optimum mengalami penurunan setiap penambahan campuran pasirnya. Semakin banyak campuran pasir yang ditambahkan akan membuat nilai OMC (*Optimum Moisture Content*) menjadi lebih kecil.

Tabel 5. Nilai MDD (*Maximum Dry Density*)

Campuran Pasir	Nilai MDD (gr/cm)
Tanah (Asli)	1,29
Tanah + pasir 10%	1,33
Tanah + pasir 15%	1,35
Tanah + pasir 20%	1,37
Tanah + pasir 25%	1,39

Sumber : Analisis, 2021



Gambar 6. Grafik Hubungan Campuran Pasir dan MDD (*Maximum Dry Density*)

Sumber : Analisis, 2021

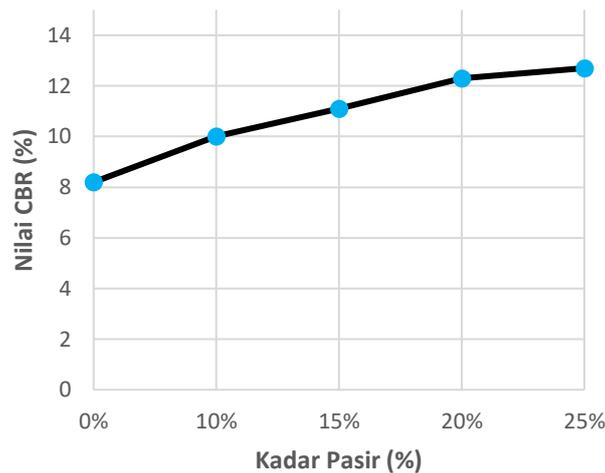
Gambar 6 menunjukkan nilai MDD (*Maximum Dry Density*) atau berat isi kering maximum mengalami kenaikan seiring dengan penambahan campuran pasirnya. Jadi semakin banyak campuran pasir yang ditambahkan akan semakin besar nilai MDD yang diperolehnya

Uji CBR (*California Bearing Ratio*)

Tabel 6. Nilai CBR (*California Bearing Ratio*)

Campuran Pasir	Nilai CBR (%)
Tanah (Asli)	8,20
Tanah + pasir 10%	10,00
Tanah + pasir 15%	11,10
Tanah + pasir 20%	12,30
Tanah + pasir 25%	12,70

Sumber : Analisis, 2021



Gambar 7. Grafik Hubungan Campuran Pasir dan CBR (*California Bearing Ratio*)
 Sumber : Analisis, 2021

Dari Tabel 6 dan gambar 7 diatas menunjukkan bahwa nilai CBR (*California Bearing Ratio*) mengalami kenaikan seiring dengan penambahan pasir. Naiknya nilai CBR menunjukkan bahwa butir tanah dan pasir saling mengunci. Kenaikan nilai CBR yang lebih besar disetiap campurannya ini dipengaruhi oleh tingkat pemadatan yang dilakukan lebih kuat tiap campuran.

4. KESIMPULAN

1. Nilai kadar air optimum (OMC) mengalami penurunan disetiap variasi campuran pasir dan nilai kepadatan kering maksimum (MDD) mengalami kenaikan disetiap variasi campuran pasir.
2. Nilai CBR (*California Bearing Ratio*) mengalami kenaikan pada setiap penambahan pasir. Hasil tersebut menunjukkan bahwa dengan penambahan pasir dapat meningkatkan nilai daya dukung tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Apriyono, Arwan, Sumiyanto, dan Adhe Noor. 2012. *Buku Petunjuk Praktikum Mekanika Tanah*. Laboratorium Mekanika Tanah. Program Studi Teknik Sipil. Fakultas Sains Dan Teknik. Universitas Jendral Soedirman. Purwokerto.
- [2] Badan Standarisasi Nasional. 2012. SNI 1744:2012. *Metode Uji CBR Laboratorium*. Jakarta.
- [3] Bowles, J.E. 1984. *Sifat – Sifat Fisis Dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Edisi Kedua. Jakarta: Erlangga.
- [4] Das, B.M. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip – Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- [5] Ferdian, F. 2015. *Pengaruh Penambahan Pasir Terhadap Tingkat Kepadatan Dan Daya Dukung Tanah Lempung Organik*. JRSDD. Vol. 3, No. 1, Hal: 145 – 146.
- [6] Hardiyatmo, H.C. 2002. *Mekanika Tanah I*. Edisi Ketiga. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [7] Hasriana. 2018. *Bearing capacity improvement of soft soil subgrade layer with Bio Stabilized Bacillus Subtilis*. MATEC Web of Conferences 181, 01001 (2018).
- [8] Ozdemir, M.A. 2016. *Improvement in Bearing Capacity of a Soft Soil by Addition of Fly Ash*. Procedia Engineering. Volume 143, 2016, Pages 498 – 505.
- [9] Prasenda, C. 2015. *Pengaruh Penambahan Pasir Terhadap Tingkat Kepadatan Dan Daya Dukung Tanah Lempung Lunak*. JRSDD. Vol. 3, No. 1, Hal: 91 – 102.
- [10] Suryanto, B.E. 2017. *Analisis Karakteristik Tanah Dasar Pada Segmen Jalan Amblas Jalan Banjarparakan-Menganti Kecamatan Rawalo-Kabupaten Banyumas*. Skripsi. Fakultas Teknik dan Sains. Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Purwokerto



CIVeng

JURNAL TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN

Sekretariat : Program Studi Teknik Sipil
Gedung Teknik Lt.1 Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Jl. K. H. Ahmad Dahlan PO Box 202, Purwokerto 53182
Telp. 0281-636751 Ext.165
Email : jurnalciveng@ump.ac.id

