Available online at: http://jtb.ulm.ac.id/index.php/JTB
Volume 13 Nomor 01
ISSN: 2302-8394 (print)

Penggunaan Beton Plastis pada Dinding Halang Tubuh Bendung Proyek Bendungan Jlantah

Bagas Wahyu Adhi[1] dan Markawie[2]
[1]Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Jl. A. Yani KM. 35,5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714, Indonesia

ABSTRACT

The foundation is a very important part of a structure that is not protected by air such as sediment. Basic foundation repairs aim to ensure that the soil stress that arises as a result of the dam's own weight, air pressure, earthquake forces and acting loads does not exceed the carrying capacity of the dam foundation soil at the bottom or on the left and right banks of the dam. In the Jlantah Dam Construction Project there were problems related to the dam foundation. Repairs to the Jlantah Dam foundation were originally designed using curtain grouting, but from the results of grouting tests on the riverbed the results were not able to reach the required airtightness (Lugeon) value. Considering that alluvial deposition and strongly weathered rock layers are still quite porous, it is necessary to repair the foundation specifically using a cut-off wall or diaphragm wall. The purpose of using a diaphragm wall is to strengthen the foundation when the body bends. The method used in making plastic concrete is laboratory testing to obtain results that comply with standards. The conclusion obtained from plastic concrete on barrier walls is in accordance with applicable standards.

Key words: Foundation Repair, Diaphragm Wall, Dam

ABSTRAK

Pondasi merupakan bagian yang sangat penting bagi suatu struktur tak terkecuali untuk bangunan air seperti bendungan. Perbaikan pondasi bendungan bertujuan agar tegangan tanah yang timbul sebagai akibat berat sendiri dari bendungan, tekanan air, gaya gempa, dan muatan -muatan yang bekerja tidak melebihi daya dukung tanah pondasi bendungan di bagian bawah maupun di tebing kiri dan kanan bendungan. Pada Proyek Pembangunan Bendungan Jlantah terdapat permasalahan berkaitan dengan pondasi bendungan. Perbaikan fondasi Bendungan Jlantah semula didesain menggunakan grouting tirai, tetapi dari hasil uji grouting pada bagian palung sungai hasilnya tidak dapat mencapai nilai kekedapan air (Lugeon) yang disyaratkan. Mengingat endapan alluvial dan lapisan batuan yang lapuk kuat masih cukup porus, maka diperlukan perbaikan pondasi secara khusus menggunakan dinding halang (cut-off wall atau diaphragma wall).Tujuan dari penggunaan dinding halang / Diaphragm wall adalah sebagai perkuatan pondasi pada tubuh bending. Metode yang digunakan dalam pembuatan beton plastis adalah trial eror di laboratorium untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan standar. Kesimpulan yang diperoleh dari beton plastis pada dinding halang adalah sudah sesuai dengan standar yang berlaku.

Kata kunci: Perbaikan Pondasi, Diaphragma Wall, Bendungan

Correspondence : Bagas Wahyu Adhi
Email : bagaswahyu45@gmail.com

1 PENDAHULUAN

Salah satu konsep sumber daya air dalam mengatasi kekeringan, kesulitan air dan pengendalian banjir diantaranya konsep pengembangan bendungan yang pada dasarnya memberikan Solusi pemanfaatan air permukaan yang berfungsi sebagai cadangan air baku pada musim kemarau dan mengendalikan banjir pada musim penghujan, dampak lain dari pembangunan bendungan adalah untuk konservasi air tanah (Sasongko & Ibnu, 2023). Bendungan merupakan salah satu bangunan infrastruktur bidang sumber daya air yang penting dan memberikan manfaat bagi masyarakat setempat (Ardela & Viki., 2023).

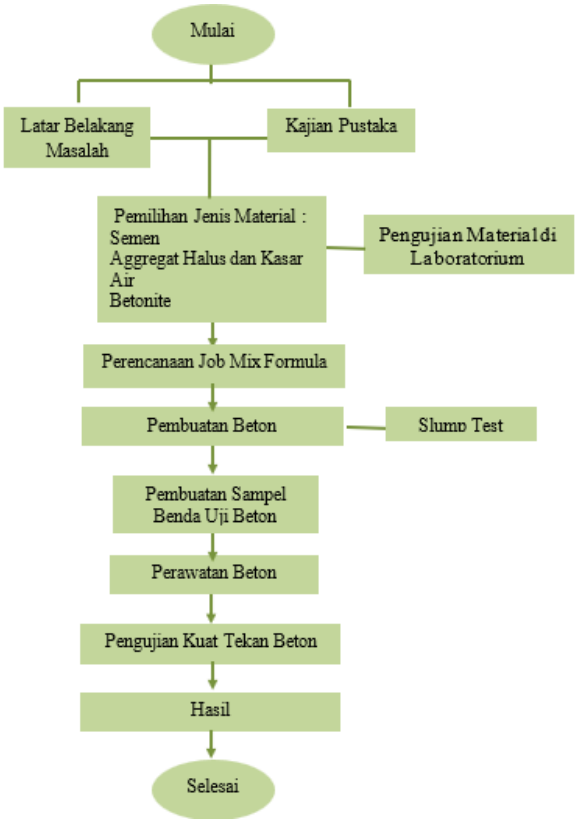
Masyarakat saat ini sudah dihadapkan pada kenyataan bahwa ketersediaan sumber daya air sudah sangat kritis karena kondisi iklim yang fluktuatif antara debit hujan yang besar dan air yang semakin hari semakin menurun. Salah satu penanganan yang terbaik adalah dengan pendekatan struktural, yaitu membangun penampung – penampung air seperti bendungan (Chayati, Nurul, Wicaksono, Muhammad Hasan, & Taqwa, 2023)

Melihat kebutuhan air yang terus bertambah, maka Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo (BBWS) mengeluarkan solusi yaitu dengan membangun Bendungan Jlantah. Bendungan ini akan dibangun pada lokasi yang memiliki potensi yang tergolong tinggi yakni di Desa Tlobo dan Desa Karangsari, Kecamatan Jatiyoso, yang membendung Sungai Jlantah dan Sungai Puru. Bendungan ini dinilai akan memberikan dampak yang besar pada kehidupan masyarakat yang tinggal di sekitar lokasi bendungan. Bendungan ini dapat dimanfaatkan untuk pengairan saluran irigasi, penyediaan air baku, dan pencegahan banjir di wilayah hilir Sungai Bengawan Solo. Proyek Pembangunan Bendungan Jlantah sendiri terdiri atas pembangunan maindam, cofferdam, spillway, bangunan pengelak, intake, dan outake. Sungai Bengawan Solo merupakan sungai yang terdapat di Pulau Jawa yang mengalirkan air berasal dari daerah aliran sungai (DAS) seluas 16,10 km^2 (PT. Aditya Engineering Consultan, 2017).

Pondasi merupakan bagian yang sangat penting bagi suatu struktur tak terkecuali untuk bangunan air seperti bendungan. Perbaikan pondasi bendungan bertujuan agar tegangan tanah yang timbul sebagai akibat berat sendiri dari bendungan, tekanan air, gaya gempa, dan muatan -muatan yang bekerja tidak melebihi daya dukung tanah pondasi bendungan di bagian bawah maupun di tebing kiri dan kanan bendungan (Setiawan et al., 2018). Selain itu perbaikan pondasi bendungan bertujuan agar rembesan air yang timbul di bawah pondasi bendungan dan di abutmen bendungan tidak melampaui batas yang telah ditetapkan (Lydianingtyas et al., 2021). Pada Proyek Pembangunan Bendungan Jlantah terdapat permasalahan berkaitan dengan pondasi bendungan. Perbaikan fondasi Bendungan Jlantah semula didesain menggunakan grouting tirai, tetapi dari hasil uji grouting pada bagian palung sungai hasilnya tidak dapat mencapai nilai kekedapan air (*Lugeon*) yang disyaratkan. Pada area Bendungan Jlantah, kondisi pondasi sepanjang as sangat beragam, endapan *alluvial*, agglomerate dan batuan lapuk kuat dengan ketebalan sangat bervariasi dari mulai 5 meter sampai 28 meter. Apabila dilakukan penggalian *cut off trench* sampai mencapai batuan dasar maka cara ini tidak ekonomis. Perbaikan pondasi pada endapan *alluvial*, *agglomerate* dan batuan lapuk kuat dengan cara grouting tirai juga dinilai tidak efektif. Mengingat endapan *alluvial* dan lapisan batuan yang lapuk kuat masih cukup porus, maka diperlukan perbaikan pondasi secara khusus menggunakan dinding haling *(cut-off wall atau diaphragma wall)*. Dari latar belakang tersebut maka, perlu dilakukan perbaikan pondasi bendungan dengan *diaphragma wall* menggunakan beton plastis sebagai pengganti grouting. Tujuan dari Analisa ini adalah untuk mengetahui tingkat efektifitas beton plastis pada *diaphragma wall* karena mutu beton yang digunakan 1- 3 MPa.Penggunaan beton plastis dipilih karena nantinya dinding halang akan menerima beban timbunan dari atas sehingga apabila menggunakan beton tremi yang bersifat kaku dikhawatirkan akan mengalami retakan saat menerima beban dari atas, pada bendungan urugan, kekuatan beton bukan merupakan sasaran utama, sasaran utamanya adalah dinding halang harus bersifat kedap air *(impervious)*.

2 METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada pembuatan beton plastis adalah dengan *trial and error* atau eksperimen di laboratorium. Berikut diagaram alir dalam *Trial Mix* Beton Plastis:



Gambar 1. Diagram Alir

Pada bagan alir di atas bahwa saat pembuatan beton, untuk material bentonite dibuat *slurry* dahulu, kemudian di cek viskositasnya apakah sudah sesuai atau belum. Dari bagan alir di atas bahwa saat pembuatan beton plastis perlu pemilihan material terlebih dahulu apakah sudah sesuai spesifikasi teknis atau belum, apabila sudah sesuai dengan spesifikasi teknis yang ada, maka langkah selanjutnya adalah pengujian material terlebih dahulu yang nantinya akan dipakai acuan untuk pembuatan *jobmix formula*.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Proporsi Campuran Beton Plastis

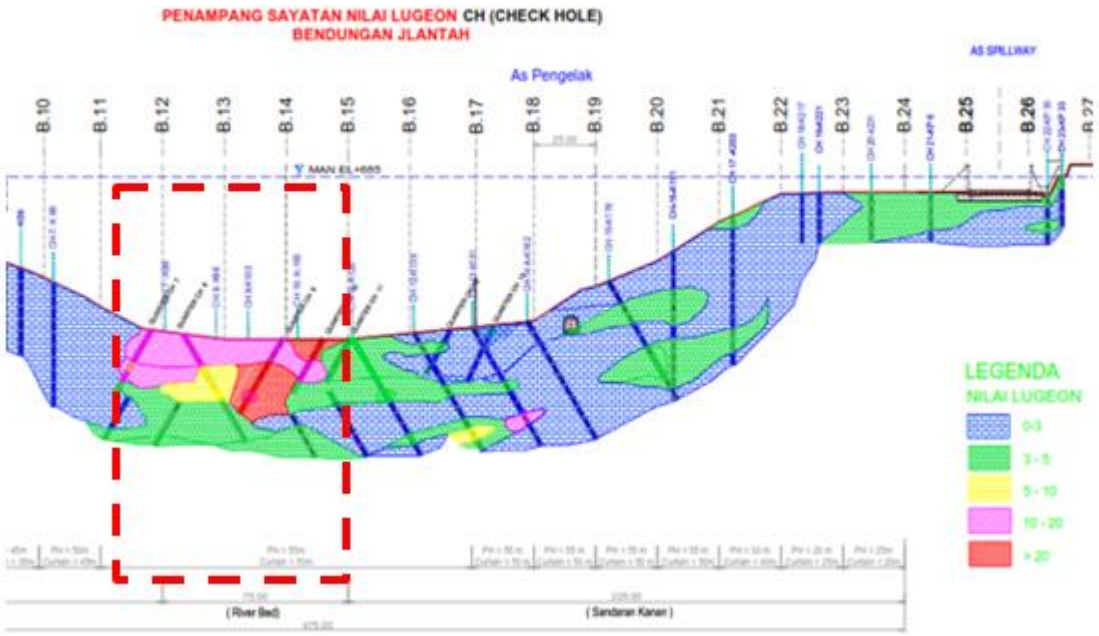
Berikut merupakan campuran untuk beton plastis sebagai berikut:

Tabel 1. Campuran Beton Plastisan

No	Material	Proporsi Campuran
1	Semen (kg)	150
2	Air (kg)	222
3	*Bentonite* (kg)	40
4	Aggregat Kasar 1-2 (kg)	682,9
5	Pasir (kg)	394,2
6	W / C	1,48

Dari proporsi campuran yang ditunjukkan pada table 1, merupakan proposi campuran yang digunakan pada beton plastis dinding halang. Dalam pelaksanaannya *bentonite* di buat *slurry* terlebih dahulu. Semen yang digunakan OPC tipe 1 sebesar 150 kg, air 222 liter, agregat kasar 682,9 kg, pasir sebesar 394,2 kg, dan *bentonite* 40 kg. Dalam campuran yang digunakan mengalami proses yang sangat Panjang karena dibutuhkan *trial and error* untuk mendapatkan campuran yang tepat. *Bentonite* dalam campuran beton plastis ini di cek juga untuk viskositasnya, apakah sudah memenuhi belum.

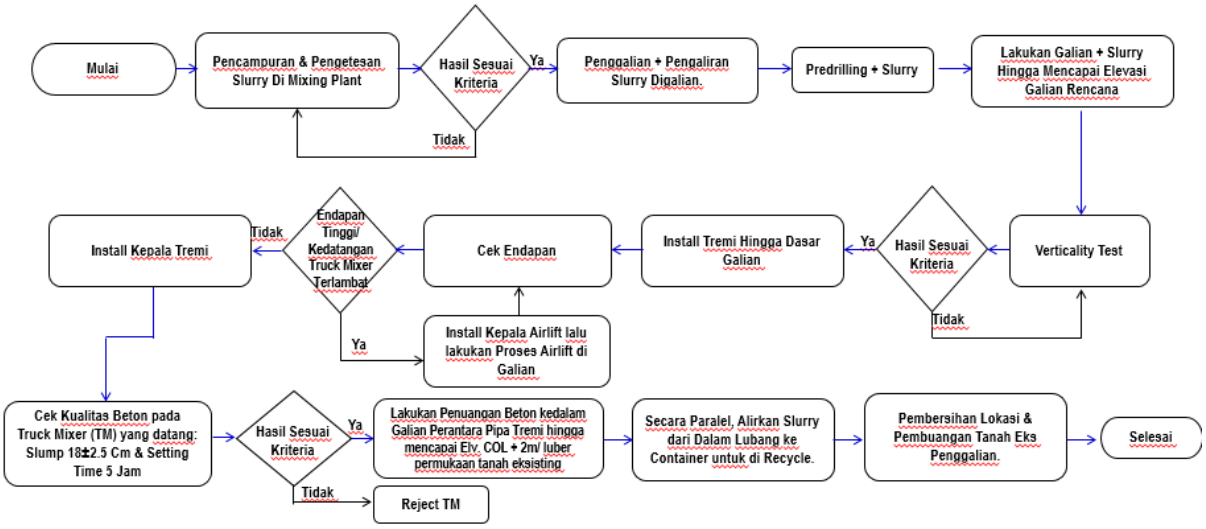
3.2 Lokasi Pekerjaan *Diaphragm Wall* / Dinding Halang



Gambar 2. Lokasi Pekerjaan *Diaphragm Wall* / Dinding Halang

Pada pekerjaan grouting di area tubuh bendungan, bahwa hasil *trial grouting* pada Blok B.11 – B.15, baik dengan pola pattern 0,50 x 0,50 m dan 0,25 x 0,25 m masih diperoleh nilai *Lugeon* (Lu) antara 5 < Lu > 10 dan Lu > 20 dengan efektivitas *grouting* kategori buruk – sedang, maka sebagai alternatif pada Blok B.11 – B.15 tersebut dengan kedalaman antara 20 – 35 m lebih efektif bila menggunakan dinding halang (*cut off wall*) berupa beton plastis. Pada area Bendungan Jlantah, kondisi pondasi sepanjang as sangat beragam, endapan alluvial, agglomerate dan batuan lapuk kuat dengan ketebalan sangat bervariasi dari mulai 5 meter sampai 28 meter. Apabila dilakukan penggalian *cut off trench* sampai mencapai batuan dasar maka cara ini tidak ekonomis. Perbaikan pondasi pada endapan *alluvial*, *agglomerate* dan batuan lapuk kuat dengan cara *grouting* tirai juga dinilai tidak efektif. Kondisi ini juga mempertimbangkan fungsi waktu konstruksi dan seiring dengan umur bendungan, dengan *water head* 80 meter maka tekanan air di pondasi akan sangat tinggi. Efektifitas *material grouting* untuk jangka waktu panjang tidak akan bisa menjamin tingkat permeabilitasnya tetap terjaga. Mengingat endapan *alluvial* dan lapisan batuan yang lapuk kuat masih cukup porus, maka diperlukan perbaikan pondasi secara khusus menggunakan dinding halang (*cut-off wall*). Perbaikan pondasi dengan dinding halang bertujuan untuk memperkecil permeabilitas melewati lapisan endapan porus dan menambah panjang aliran equipotential air rembesan dari waduk. Pada pekerjaan dinding halang Proyek Pembangunan Bendungan Jlantah akan dipergunakan jenis material untuk dinding halang tipe beton plastis menurut ICOLD, Buletin 129, 2005 yaitu menggunakan beton plastis dengan kekuatan (Mpa) 1.0 – 3.0, nilai permeabilitas k (m/detik) 10-9. Beton plastis sebagai dinding penahan air diperoleh dari campuran beton yang bersifat plastis dan lentur. Memiliki modulus elastisitas berbeda dengan beton konvesional yang bersifat kaku.

3.3 **Metode Kerja**



Gambar 3. Metode Kerja dalam Pelaksanaan Beton Plastis di Lapangan

3.3.1 Metode Kerja Pekerjaan Dinding Halang dengan Beton Plastis di Lapangan

1. *Marking*

Sebelum pelaksanaan konstruksi, dilakukan marking pada lokasi pekerjaan. Pekerjaan marking dilakukan agar lokasi pekerjaan sesuai dengan yang tercantum pada gambar *shop drawing*.

2. Pembongkaran *Cap Concrete*

Cap concrete yang telah selesai konstruksi dibongkar disesuaikan dengan dimensi kebutuhan guide wall sesuai dengan gambar *shop drawing*.

3. Pemasangan *Guide Wall*

Konstruksi *guide wall* dipasang pada tepi hasil bongkaran *cap concrete*. *Guide wall* merupakan konstruksi sementara yang memiliki fungsi diantaranya: Sebagai kontrol dan pengarah kelurusan vertikal galian pada permukaan atas dinding diafragma, sebagai kontrol dan marking kelurusan horizontal galian pada permukaan atas dinding diafragma.

4. *Preboring*

Preboring dilakukan menggunakan *rotary drilling machine* pada tepi segmen rencana dinding diafragma. *Preboring* merupakan metode untuk mempercepat pelaksanaan konstruksi sehingga *hydraulic grab* / *Kelly grab* lebih mudah untuk mengambil tanah / batuan.

Gambar 4. Penggalian Menggunakan *Rotary Drilling Machine* Dinding Halang / *Diaphragm Wall*

5. *Grabing*

Pekerjaan *grabing* dilakukan menggunakan *hydraulic grab* / *kelly grab*. Penggalian menggunakan *kelly grab* merupakan tahapan lanjutan dari pengambilan tanah/batuan yang tidak digali oleh *rotary drilling machine*.

Gambar 5. Penggalian Menggunakan *Kelly Grab* Dinding Diafragma

6. Pengetestan dan Pencampuran *Slurry* di *Mixing Plant*

Apabila Pencampuran sudah sesuai dengan yang diharapkan maka bisa dilanjutkan dengan penggalian tanah.

7. Penggalian dan Pengaliran *Slurry*

Pada saat dilakukan penggalian tanah/batuan, dituangkan campuran *slurry bentonite* pada lubang hasil galian untuk memperkuat dinding galian agar tidak mudah runtuh pada saat penggalian yang lebih dalam.

8. *Verticality Test*

Galian yang telah digali dilakukan uji *verticality* untuk memastikan dimensi dan kemiringan galian sesuai dengan *shop drawing*.

9. Pasang Tremi

Pemasangan Tremi dilakukan sampai dasar galian agar beton saat ditungkan bisa masuk sampai dasar galian.

10. Cek Endapan

Perlu di cek apakah terjadi endapan pada dasar galian atau tidak, apabila terjadi endapan maka diperlu dilakukan air *lifting*.

11. Air *Lifting*

Sebelum dilakukan pengecoran dilakukan air lift jika diperlukan untuk mengeluarkan lumpur yang mengendap pada lubang galian. Apabila tidak terjadi endapan di dasar galian bisa dilakukan pengecoran.

12. Pengecoran Beton Plastis

Pengecoran dinding diafragma dilakukan menggunakan tremie tanpa penggetaran.

3.3.2 Metode Kerja Pekerjaan Dinding Halang dengan Beton Plastis di Laboratorium

Selama proses pengecoran dilakukan pengambilan sampel beton untuk di uji kuat tekan, modulus elastisitas dan permeabilitasnya. Pengambilan sampel dilakukan minimal sebanyak 12 buah sampel per titik pengecoran.

3.4 **Hasil Beton Plastis**

Dari pekerjaan beton plastis pada *Diapraghm Wall* didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 2. *Resume* Pekerjaan Beton Plastis

No	Item Pekerjaan	Hasil Kuat Tekan	Hasil MoE	Permeabilitas
		Mpa (1-3 Mpa)	Mpa (< 5 x E.Soil)	m/Second
1	Diaphragm Wall P8 Capping Main Dam	3,06	338,93	3,53E-09
2		2,95	498,14	
3		3,06	488,07	
4	Diaphragm Wall S2 Capping Main Dam	2,78	328,71	1,94E-09
5		2,89	1321,00	
6		3,00	680,57	
7	Diaphragm Wall S4 Capping Maindam	2,89	584,60	9,56E-09
8		2,78	853,12	
9		2,95	456,60	
10	Diaphragm Wall P.9 Capping Main Dam	3,06	395,24	8,39E-09
11		3,00	933,95	
12		2,89	558,67	
13	Diaphragm Wall S.5 Capping Main Dam	2,72	778,12	3,10E-09
14		2,89	579,80	
15		2,83	825,94	
16	Diaphragm Wall P.14 Capping Main Dam	3,23	1036,93	7,94E-09
17		3,11	787,93	
18		2,95	792,88	

No	Item Pekerjaan	Hasil Kuat Tekan	Hasil MoE	Permeabilitas
		Mpa (1-3 Mpa)	Mpa (< 5 x E.Soil)	m/Second
19	Diaphragm Wall P.12 Capping Main Dam	2,66	1085,39	9,32E-09
20		2,89	609,22	
21		2,72	1010,58	
22	Diaphragm Wall P.13 Capping Main Dam	3,34	1119,31	3,10E-09
23		3,23	603,09	
24		2,83	960,35	
25	Diaphragm Wall P.10	2,66	1277,59	9,81E-09
26		2,83	1004,00	
27		2,72	1665,18	
28	Diaphragm Wall S.6	2,89	788,85	7,94E-09
29		2,72	593,82	
30		2,83	384,08	
31	Diaphragm Wall S.8	2,95	610,32	6,13E-10
32		2,78	855,63	
33		2,89	602,65	
34	Diaphragm Wall P.11	2,61	653,15	2,45E-09
35		2,72	843,41	
36		2,83	545,97	
37	Diaphragm Wall S.7	3,11	1152,69	3,24E-09
38		2,72	597,07	
39		2,89	843,36	
40	Diaphragm Wall S.9	3,11	832,50	4,30E-09
41		3,23	777,70	
42		3,06	1484,93	
43	Diaphragm Wall S.11	3,00	1213,84	6,68E-09
44		2,89	603,77	
45		2,89	1574,75	
	Rata - Rata	2,91	811,83	
	Max (Hasil Tes)	3,34	1665,18	
	Min (Hasil Tes)	2,61	328,71	

4 KESIMPULAN

Berdasarkan dari kegiatan Dinding Halang pada tubuh bendung sebagai perbaikan pondasi menggunakan beton plastis dapat disimpulkan bahwa untuk nilai kuat tekan memenuhi persyaratan yaitu 1-3 Mpa, untuk nilai modulus elastisitas rata – rata 811,83 MPa ≤ dari 5 x Modulus Elastisitas Tanah *Alluvial* = 940 x 5 = 4700 Mpa (sudah memenuhi persyaratan), untuk permeabilitas sudah memenuhi persyaratan yaitu 1 x 10-7 m/dt.

DAFTAR RUJUKAN

Ardela, & Viki., V. A. (2023). Pembangunan Bendungan Way Sekampung: Apakah Ada Perubahan Kondisi Sosial Ekonomi Pada

Masyarakat Terdampak Pembebasan Lahan: Studi Kasus Di Kecamatan Pagelaran Kabupaten Pringsewu. *Jurnal Manajemen, Ekonomi, Hukum, Kewirausahaan, Kesehatan, Pendidikan Dan Informatika (Manekin)*, *1*(03), 65–71.

Chayati, Nurul, Wicaksono, Muhammad Hasan, & Taqwa, F. M. L. (2023). Analisis Stabilitas Lereng Bendungan Terhadap Beban Gempa Sebagai Upaya Pengurangan Bencana (Studi Kasus: Bendungan Jlantah). *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, *23*(1), 1035–1042.

Lydianingtyas, Moch, A. D. P., & Diah, K. (2021). Analisa Perbandingan Pelaksanaan Secant Pile Dengan Diaphragm Wall Sebagai Perbaikan Pondasi Bendungan Semantok. *Jurnal Online Skripsi*, *2*(3), 298–303.

PT. Aditya Engineering Consultan. (2017). Laporan Akhir Pekerjaan Studi Investigasi Tambahan Untuk DD Waduk Jlantah. In *Laporan Akhir*.

Sasongko, & Ibnu. (2023). Pengembangan Berkelanjutan Penyediaan Infrastrukstur Pada Kawasan Pemukiman Secara Berkelanjutan. In *Pt. Muara Karya (Anggota Ikapi)*.

Setiawan, Maryanto, Y. E., & Asmaranto, R. (2018). Kajian Perbaikan Pondasi Kombinasi Plastic Concrete Cut Off Wall dan Grouting Pada Pembangunan Bendungan Tugu Kabupaten Trenggalek. *Diss. Univ. Brawijaya*.