

EFEKTIFITAS KEDALAMAN TERHADAP NILAI *LUGEUN* PILOT HOLE (PH8) PADA PEKERJAAN *GROUTING* PROYEK BENDUNGAN CIPANAS PAKET 1

WULANDARI^{1*}, NOFRIZAL², ARMAN A³,

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Institut Teknologi Padang^{1,2,3}

Email: wulandri71@gmail.com^{1*}

Abstrak: Grouting merupakan metode perbaikan tanah dan batuan yang bertujuan untuk meningkatkan daya dukung serta menurunkan permeabilitas pondasi bendungan. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh kedalaman terhadap nilai Lugeon pada Pilot Hole 8 (PH8) di proyek grouting Bendungan Cipanas Paket 1. Metode yang digunakan meliputi Water Pressure Test (WPT) untuk mengukur nilai Lugeon pada tiap tahap kedalaman grouting, dari 5 hingga 50 meter dengan interval 5 meter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai Lugeon sebelum grouting berkisar antara 2,60 hingga 35,52 Lu, sedangkan setelah grouting nilai Lugeon menurun signifikan hingga di bawah 3 Lu. Efektivitas grouting berdasarkan penurunan koefisien permeabilitas menunjukkan hasil dominan >80%, dengan efektivitas tertinggi mencapai 92,10% pada kedalaman 30 meter. Berdasarkan hasil tersebut, kedalaman 30 meter dengan jarak interval 3 meter terbukti paling efektif dalam menurunkan rembesan air sesuai standar desain. Penelitian ini memberikan kontribusi praktis dalam menentukan kedalaman optimal dan efisiensi pekerjaan grouting untuk proyek-proyek bendungan di Indonesia.

Kata kunci: grouting, lugeon, permeabilitas, kedalaman, efektivitas, bendungan Cipanas.

Abstract: Grouting is a ground improvement method used to increase the bearing capacity and reduce the permeability of dam foundations. This study aims to analyze the effect of depth on the Lugeon value in Pilot Hole 8 (PH8) during the grouting work at the Cipanas Dam Project Package 1. The method involves conducting Water Pressure Tests (WPT) to measure Lugeon values at various grouting depths, ranging from 5 to 50 meters with 5-meter intervals. The results showed that pre-grouting Lugeon values ranged from 2.60 to 35.52 Lu, while post-grouting values significantly decreased to below 3 Lu. The grouting effectiveness, based on the reduction of permeability coefficients, showed dominantly >80%, with the highest effectiveness reaching 92.10% at a depth of 30 meters. These findings indicate that a depth of 30 meters with a 3-meter interval is the most effective in reducing water seepage according to the design standards. This research provides practical insights for determining the optimal depth and efficiency of grouting works in dam construction projects across Indonesia.

Keywords: grouting, lugeon, permeability, depth, effectiveness, Cipanas dam.

A. Pendahuluan

Pembangunan infrastruktur sumber daya air, seperti bendungan, memiliki peran strategis dalam mendukung ketahanan air dan pangan nasional. Salah satu bentuk nyata dari upaya tersebut adalah program pemerintah dalam pembangunan 65 bendungan di Indonesia, yang bertujuan untuk menyediakan air irigasi, air baku, pengendalian banjir, dan pembangkit listrik. Bendungan Cipanas merupakan salah satu proyek strategis nasional yang berlokasi di Kabupaten Sumedang dan Kabupaten Indramayu, Provinsi Jawa Barat.

Kondisi geologi di area pembangunan Bendungan Cipanas didominasi oleh lapisan lempung, lanau pasir, serta batu lempung dan batu pasir yang berselingan. Lapisan batuan dengan karakteristik seperti ini memiliki potensi tinggi terhadap rembesan air, sehingga diperlukan metode perbaikan pondasi guna meningkatkan kestabilan struktur dan mengurangi permeabilitas tanah. Salah satu metode yang umum digunakan adalah grouting, yaitu proses injeksi campuran semen dan air (slurry) ke dalam rekahan atau pori-pori batuan untuk mengisi rongga dan memperkuat struktur tanah atau batuan di bawah pondasi.

Efektivitas grouting dapat diukur melalui uji Water Pressure Test (WPT), yang menghasilkan nilai Lugeon sebagai indikator tingkat permeabilitas batuan terhadap air bertekanan. Nilai ini dinyatakan dalam liter per menit per meter lubang bor pada tekanan 10 bar. Semakin rendah nilai Lugeon setelah grouting, semakin baik hasil injeksi yang dilakukan.

Dalam praktiknya, grouting umumnya dilakukan pada zona dengan nilai Lugeon > 5 , sedangkan zona dengan nilai Lugeon ≤ 3 dianggap telah cukup kedap dan tidak memerlukan grouting lanjutan.

Penelitian sebelumnya oleh Kurniawan et al. (2019) menyatakan bahwa efektivitas grouting dinilai tinggi apabila nilai Lugeon mengalami penurunan signifikan, dengan interval jarak grouting yang optimal berada di kisaran 3 meter. Studi serupa oleh Amani (2017) juga menunjukkan adanya penurunan nilai Lugeon dari rata-rata 35,90 menjadi 3,87 setelah grouting, yang mengindikasikan keberhasilan teknik ini dalam mengendalikan rembesan. Meskipun demikian, masih terdapat keterbatasan dalam penelitian terkait pengaruh kedalaman lubang bor terhadap nilai Lugeon secara sistematis dan kuantitatif, khususnya pada proyek bendungan skala besar seperti Cipanas.

B. Metode

Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan Bendungan Cipanas Paket 1 yang berlokasi di Sungai Cipanas, Desa Cibuluh, Kecamatan Ujung Jaya, Kabupaten Sumedang, dan Desa Cikawung, Kecamatan Terisi, Kabupaten Indramayu, Provinsi Jawa Barat. Lokasi ini dipilih karena merupakan area pelaksanaan pekerjaan grouting sebagai bagian dari perbaikan pondasi bendungan. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer meliputi hasil pengukuran di lapangan seperti nilai Lugeon, volume grouting, dan tekanan injeksi pada tiap kedalaman. Data sekunder diperoleh dari dokumen teknis proyek, laporan pengujian, spesifikasi teknis, dan literatur yang relevan seperti pedoman SNI dan peraturan dari Kementerian PUPR.

C. Hasil

Perhitungan Nilai efektivitas

Perhitungan Nilai efektivitas, rumus yang digunakan yaitu sebagai berikut :

$$Efs = 100 - \frac{KG}{K} \times 100$$

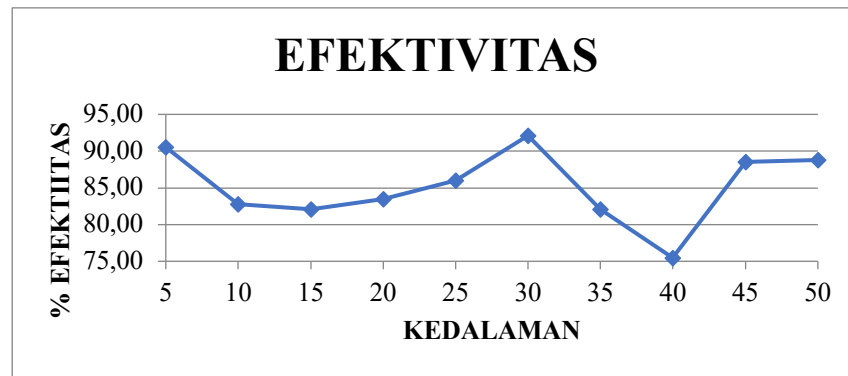
Dimana : Eft = Efektivitas grouting dalam persen (%)

Kg = Kelulusan air sesudah grouting

K = Kelulusan air sebelum grouting

Tabel 1 Tabel Efektivitas Kedalaman Grouting

NO	KEDALA MAN	KOE.SEBELUM GROUTING	KOE.SETELAH GROUTING	EFEKTIVI TAS	Ket
1	5	7,83E-05	7,40E-05	90,55	SANGAT BAIK
2	10	4,46E-05	7,67E-05	82,80	BAIK
3	15	4,30E-05	7,71E-05	82,07	BAIK
4	20	4,44E-05	7,32E-05	83,51	BAIK
5	25	4,92E-05	6,87E-05	86,04	BAIK
6	30	9,27E-05	7,32E-05	92,10	SANGAT BAIK
7	35	4,11E-05	7,38E-05	82,04	BAIK
8	40	2,92E-05	7,16E-05	75,48	BAIK
9	45	6,15E-05	7,08E-05	88,49	BAIK
10	50	6,80E-05	7,62E-05	88,79	BAIK



Gambar 1 Grafik Efektivitas

Pembahasan

Dari hasil analisa didapat perhitungan hasil *test grouting* sebagai berikut :

1. Pada lubang Pilot Hole sebelum grouting didapat pada lubang PH8 stage pertama $Lu=30,00$ ltr/menit/m, pada stage kedua $Lu = 17,09$ ltr/menit/m, pada PH8 stage ke tiga $Lu = 16,46$ ltr/menit/m, pada PH8 stage ke empat $Lu = 16,58$ ltr/menit/m dan pada PH8 stage ke lima $Lu = 18,83$ ltr/menit/m, pada PH8 stage 6 $Lu=35,5283$ ltr/menit/m, pada PH8 stage ketujuh $Lu=15,7383$ ltr/menit/m, pada PH8 stage kedelapan $Lu=11,1983$ ltr/menit/m, pada PH8 stage 9 $Lu=2,6083$ ltr/menit/m, pada PH8 stage 10 $Lu=2,6083$ ltr/menit/m. Dengan demikian besaran rata rata angka lugeun (L_v) pada lubang lubang pilot hole dan curtain hole pada atage 1 sampai stage 10 > 30 , maka dapat ditentukan besaran desain campuran perbandingan semen dan air yang banyak digunakan adalah 1 : 3
2. Pada lubang Chek hole setelah grouting didapat pada lubang CH stage pertama $Lu = 2,84$ ltr/menit/m, pada stage kedua $Lu = 2,94$ ltr/menit/m, pada stage ke tiga $Lu = 2,95$ ltr/menit/m, pada stage ke empat $Lu = 2,8$ ltr/menit/m, pada stage ke lima $Lu = 2,67$ ltr/menit/m, pada stage ketujuh $Lu=2,83$ ltr/menit/m, pada stage ke delapan $Lu=2,74$ ltr/menit/m, pada stage kesembilan $Lu=2,71$ ltr/menit/m, pada stage kesepuluh $Lu=2,92$ ltr/menit/m. Dengan hasil angka lugeon (Lu) dari semua stage < 3 dan jika dibandingkan dengan angka lugeon sebelum grouting didapat angka efektifitas dominan $> 80\%$ dan itu berada pada kedalaman 30 meter dengan 3jarak interval 3 meter
3. Berdasar angka lugeun (L_v) > 30 digunakan campuran 1:3 didapat berat jenis campuran 6800 kg/m^3 , karena campuran dalam volume mixer 150 liter didapat berat semen yang ditentukan sebesar 50 Kg.
4. Berdasarkan berat semen dan berat jenis semen, didapat volume injeksi (grout) yang diperlukan dengan komposisi volume semen sebesar 150 kg volume mixer, maka volume air didapat sebesar 497,76 liter.

D. Penutup

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan yaitu sebagai berikut :

1. Pengerjaan pilot hole 8 dimana jarak interval 3 meter dengan kedalaman grouting 30 meter sudah masuk kategori efektif berdasarkan perhitungan efektifitas grouting.
2. Rembesan yang terjadi pada pilot hole 8 sudah mencapai Qizin rembesan setelah dilakukan grouting yaitu kecil dari 1%.
3. Nilai lugeun setelah digroutting sudah kecil dari 3 ($Lu \leq 3$) maka tidak perlu dilakukan penambahan lubang grouting.

Daftar Pustaka

Amani, F. Z., 2017. *Analisis Efektifitas Pekerjaan Grouting Pada Balok 5 Pada Sumbu Bendung Kuningan, Daerah Cibeureum, Kec. Luragung, Prov. Jawa Barat*. Skripsi Tri Sakti.

- Astuti, Y., Aniek, M., dan Suwanto, M., 2012. *Analisa Rembesan Bedungan Bajulmati Terhadap Bahaya Piping Untuk Perencanaan Perbaikan Pondasi*. Jurnal Teknik Pengairan Volume 3, Nomor 1, hlm 51-60. Universitas Brawijaya Malang.
- Ayu, S. 11 September 2012. *Grouting Test Di Lapangan Titab DAM*. Bali
- Dwiyanto, JS. Nov. 2009. *Penanggulangan Tanah Longsor Dengan Metode Grouting*. Universitas Diponegoro.
- Kurniawan, Arifien, N., dan Dio, A.H., Nov. 2019. *Pengaruh Nilai Lugeon (Lv) Pada Test Grouting Proyek Pembangunan Waduk Gongseng Di Kabupaten Bojonegoro*. Vol. 4, No. 2. ISSN : 2541-0318. Universitas Muhammadiyah Surabaya.
- Sadewa, L. P., dan Gde, B. I., 2019. *Karakteristik Geologi Teknik Daerah Konstruksi Terowongan Pengelak Bendung Cipanas, Sumesang-Indramayu*. Universitas Gadjah Mada, Jawa Barat.
- Setyawati, H., Najib, N., dan Ahmad, S.H., 2012. *Analisis Rembasan Pada Perencanaan Pembangunan Bendungan Logung, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Suprpto, dan Dwiyanto, J. 2005. *Pelatihan Grouting*. Pemerintah Provinsi Jawa Tengah, Dinas Pengelolah Sumber Daya Air. Semarang.
- Hatmoko, J.T. dan Hendra, S. 2020. *Teknologi Perbaikan Tanah*. Yogyakarta: 2020
- Badan Standardisasi Nasional. (1991). *Tata Cara Pelaksanaan Injeksi Semen Pada Batuan* (SNI 03-2393-1991). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Pusat Statiktis, 2019
- DPU. Des. 2005. *Pedoman Grouting Untuk Bendungan*. Dikrektorat Jendral Sumber Daya Air.
- Pedoman *grouting* untuk bendungan, 2005 Speksifikasi Bendungan Cipanas