

**ANALISIS PENGARUH METODE GROUTING TERHADAP
REMBESAN (*SEEPAGE*) PADA PEMBANGUNAN
SPILLWAY BENDUNGAN TUGU, KAB. TRENGGALEK.**

SKRIPSI

”Diajukan sebagai salah - satu prasyarat untuk memperoleh gelar sarjana strata 1 (S1) Teknik Sipil”



Disusun oleh :

Algifarin

216.010.511.52

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG
2021**

ABSTRAKSI

Algifarin, 216.0105.1.152. Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, Analisis Pengaruh Metode Grouting Terhadap Rembesan (*Seepage*) Pada Pembangunan *Spillway* Bendungan Tugu, Kab. Trenggalek, Dosen Pembimbing: **Ir. Bambang Suprpto, M.T** dan **Dr. Azizah Rokhmawati, S.T ., M. T.**

Injeksi semen bertekanan (*grouting*) adalah suatu proses, dimana suatu cairan diinjeksikan/disuntikan dengan tekanan sesuai uji tekanan air (*water pressure test*) ke dalam rongga, rekah dan retakan batuan/tanah, yang mana cairan tersebut dalam waktu tertentu akan menjadi padat secara fisika maupun kimiawi. Permasalahannya sering terjadinya kehilangan air (*Water Loss*) dan khususnya *spillway* bendungan tugu terdapat batuan lapuk dan *permeabilitas* yang tinggi. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui berapa besar efektifitas grouting terhadap pelaksanaan grouting dan efektifitas terhadap mengurangi debit rembesan akibat grouting dan mengetahui berapa besar anggaran biaya untuk pekerjaan grouting. Hasil perhitungan didapatkan nilai Lugeon (Lu) adalah 34,31 l/min/m sedangkan nilai Koefisien Permeabilitas (k) adalah 1.329,48 cm/sekon, kemudian didapatkan volume injeksi sebesar 1.794,844 liter dan injeksi semen sebesar 529,23 kg. Dan hasil evaluasi rembesan dengan menggunakan metode grouting didapatkan efektifitas pada pelaksanaan grouting dilakukan pada titik P.SW.R-25 dan CH.SW-25 yaitu 92,97% (Sangat Baik), titik P.SW.R-17 dan CH.SW-18 yaitu 83,24% (Baik) dan pada titik P.SW.R-9 dan CH.SW-12 yaitu 76,99% (Baik) dan efektifitas terhadap mengurangi debit rembesan akibat grouting didapatkan $E_c = 85,77\%$ (Baik), $E_c = 94,03\%$ (Sangat Baik) dan $E_c = 95,65\%$ (Sangat Baik). Dan untuk anggaran biaya untuk seluruh pekerjaan grouting pada *Spillway* Bendungan Tugu, Kab. Trenggalek memiliki anggaran biaya langsung sebesar Rp.340.000.000. Sedangkan biaya tak langsung Rp. 1.015.329.533,54. Maka total biaya keseluruhan pekerjaan grouting adalah Rp. 1.355.329.533,54,-.

Kata Kunci : *Grouting, Lugeon (Lu), Rembesan, Spillway, Bendungan Tugu, Kabupaten Trenggalek.*

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bendungan adalah konstruksi yang dibangun untuk menahan laju air, meninggikan muka air menjadi waduk, danau, atau tempat rekreasi. Seringkali bendungan juga digunakan untuk mengalirkan air ke sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Air. Kebanyakan bendungan juga memiliki bagian yang disebut pintu air untuk membuang air yang tidak diinginkan secara bertahap atau berkelanjutan. Bendungan dan bendung sebenarnya merupakan struktur yang berbeda. Bendungan adalah struktur bendungan berkepala rendah (*lowhead dam*), yang berfungsi untuk menaikkan muka air, biasanya terdapat di sungai. Air sungai yang permukaannya dinaikkan akan melimpas melalui puncak / mercu bendung (*overflow*).

Untuk memastikan bahwa perencanaan, pelaksanaan konstruksi dan pengelolaan bendungan telah memenuhi kaidah-kaidah keamanan bendungan, Pemerintah mengeluarkan aturan bahwa tahap-tahap kegiatan tersebut diatas harus mendapat persetujuan dari Menteri PU yang biasa disebut “Sertifikat Persetujuan”. Persetujuan Menteri PU dikeluarkan setelah desain, pelaksanaan konstruksi dan pelaksanaan pengisian waduk dinilai telah memenuhi kaidah-kaidah keamanan bendungan, berdasarkan atas hasil kajian yang dilakukan oleh Balai Bendungan dan evaluasi oleh Komisi Keamanan Bendungan.

Dalam rangka mengembangkan potensi sumber daya air di Wilayah Sungai Brantas, telah banyak bangunan-bangunan pengairan yang berhasil diselesaikan dengan baik dan berfungsi sesuai dengan sasaran yang direncanakan yaitu pengendalian banjir, penyediaan air baku (penyediaan air baku minum, irigasi dan

industri), pembangkit tenaga listrik. Namun demikian masih diperlukan pengembangan lebih lanjut guna memanfaatkan potensi yang masih ada untuk meningkatkan kemakmuran rakyat dengan tetap menjaga kelestarian lingkungan.

Mengingat sungai di wilayah Kabupaten Trenggalek memiliki perbedaan debit air rata-rata di musim kemarau dan di musim hujan yang relatif besar, maka pembangunan Bendungan Tugu diprioritaskan untuk memenuhi tuntutan masyarakat yang lebih nyata dan mendesak, yaitu untuk mengembangkan pertanian dan meningkatkan suplai air irigasi, pengendalian banjir serta penyediaan air baku untuk wilayah Kabupaten Trenggalek. Memperhatikan hal tersebut dan melihat keterbatasan wilayah Kabupaten Trenggalek dari faktor klimatologi dan hidrologi, dimana pada musim kemarau banyak sungai yang kering, maka salah satu pilihan untuk memanfaatkan potensi sumber air yang ada adalah dengan membuat penampungan dan pengendalian aliran di musim penghujan agar dapat dimanfaatkan hingga musim kemarau.

Sungai Keser merupakan salah - satu sungai besar di Kabupaten Trenggalek yang selain mempunyai potensi untuk dikembangkan manfaatnya, Sungai Keser berpotensi menimbulkan bencana banjir pada musim penghujan. Dalam beberapa dekade, akibat banjir Sungai Keser tercatat telah menimbulkan kerusakan dan genangan 30 sampai dengan ratusan Ha di bagian hilir sungai yang berkarakteristik meander dan melintasi kawasan pemukiman serta kawasan kegiatan ekonomi di Kota Trenggalek dan kecamatan-kecamatan di bagian hilirnya. Keadaan tersebut apabila tidak ditangani segera akan mengakibatkan kerugian yang lebih besar lagi.

Aliran Sungai Keser dengan debit aliran yang cukup besar di musim hujan, saat ini menjadi tumpuan harapan utama bagi pemenuhan kebutuhan air irigasi dan air bersih di wilayah daerah bendungan dan wilayah bagian hilirnya. Dengan adanya Bendungan Tugu ini diharapkan dapat memenuhi kontinuitas suplai air irigasi terutama pada musim kemarau yang selalu kekeringan dan penyediaan kebutuhan air bersih bagi masyarakat sekitar bendungan, sehingga akan menjadi faktor pendukung kesejahteraan masyarakat yang sangat nyata dalam proses pembangunan di masa depan.(ilham, 2015)

Ketersediaan sumber daya air mempunyai peran yang sangat mendasar untuk menunjang pengembangan ekonomi wilayah. Sumber daya air yang terbatas disuatu wilayah mempunyai implikasi kepada kegiatan pembangunan yang terbatas dan pada akhirnya kegiatan ekonomipun terbatas sehingga kemakmuran rakyat makin lama tercapai. Masalah kekurangan dan kelebihan ketersediaan sumber daya air ini terjadi di wilayah Kabupaten Trenggalek yang antara lain terjadi di desa Nglingsis kecamatan Tugu. Untuk mengatasi hal tersebut maka dibangunlah bendungan sebagai alternatif untuk menampung air pada waktu penghujan dan dimanfaatkan pada musim kemarau. Salah satu bangunan pelengkap pada bangunan bendungan adalah bangunan pelimpah.(Maulana et al., n.d.)

Pada *spillway* bendungan tugu memiliki massa batuan dengan tingkat porositas yang tinggi sehingga menyebabkan *waterloss* (kehilangan air). Pondasi batuan biasanya dijumpai cacat batuan bawaan yaitu adanya kekar, sesar, retakan, dan rongga. Juga bidang diskontinuitas seperti lipatan, sesar dan ketidakselarasan sering menjadi zona lemah dalam stabilitas maupun sifat permeabilitasnya. Oleh karena itu perlu adanya perbaikan dengan metode yang disebut *grouting*

(sementasi). Fungsi dari *grouting* untuk mengurangi aliran atau rembesan air, pemadatan mengisi rongga, celah, retakan pada tanah atau batuan, memperbaiki kerusakan struktur tanah atau batuan, dan memperkecil nilai *lugeon* (nilai rembesan).

1.2 Identifikasi Masalah

1. Terjadinya permeabilitas yang tinggi pada spillway
2. Terjadinya pelapukan pada batuan spillway
3. Terjadinya kehilangan air (*Water Loss*) pada daerah spillway
4. Terjadinya rembesan pada area spillway

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi diatas maka dapat di rumuskan masalah sebagai berikut:

1. Berapakah kedalaman lubang *grouting* yang diperlukan?
2. Berapa besar nilai kelulusan air berdasarkan nilai koefisien (k) dan nilai *Lugeon* (Lu)?
3. Bagaimana analisa *grouting* dengan metode *Downstage* pada spillway Bendunga Tugu?
4. Berapa besar nilai *control* rembesan dengan *Check Hole* pada spillway Bendunga Tugu?
5. Berapa persen (%) efektifitas hasil *Grouting* pada spillway Bendunga Tugu?
6. Berapa persen (%) pengaruh *grouting* terhadap rembesan berdasarkan Nilai *Lugeon* pada spillway Bendunga Tugu?
7. Berapa biaya pekerjaan *Grouting* pada spillway Bendunga Tugu?

1.4 Batasan Masalah

1. Hanya membahas lokasi pada Sta. 0+80 sampai 0+120, total lokasi mulai Sta. 0+00 sampai Sta. 1+000 ditinjau dari Hulu ke Hilir.
2. Tidak membahas Struktur spillway
3. Tidak membahas Rencana Anggaran Biaya *Spillway* secara keseluruhan
4. Tidak menghitung fakto keamanan Bendungan Tugu.

1.5 Tujuan

Adapun tujuan dari kajian sebagai berikut:

1. Mengetahui penentuan titik *trial grouting* (investigasi geologi).
2. Mengetahui uji kelulusan air bertekanan berdasarkan perhitungan nilai Lugeon.
3. Mengetahui injeksi semen grouting .
4. Mengetahui *control* rembesan dengan pengujian *check hole*.
5. Mengetahui efektifitas grouting.
6. Mengetahui pengaruh grouting terhadap rembesan dengan nilai lugeon.
7. Mengetahui berapa biaya yang dibutuhkan pada pekerjaan *Grouting*.

1.6 Manfaat

1.6.1 Manfaat Bagi Akademis

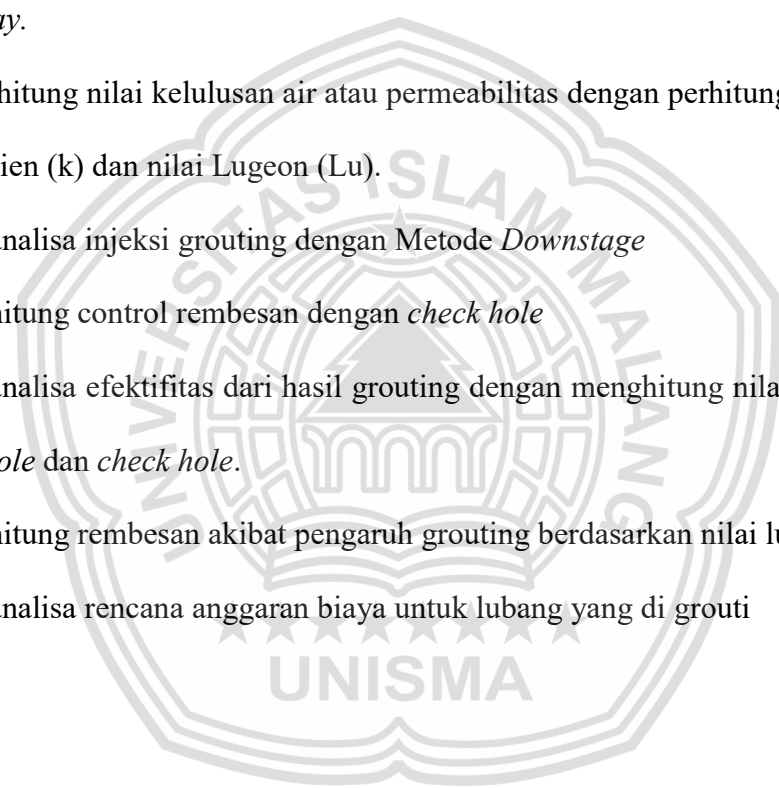
1. Memberikan informasi bahwa grouting pada tanah dan batuan sangat diperlukan pada suatu pembangunan bendungan dan pelaksanaanya dapat berbeda sesuai dengan keadaan geologi tanah dan batuan pada bendungan tersebut.
2. Memberikan konstribusi untuk perkembangan ilmu dan teknologi tentang tata cara pelaksanaan grouting yang baik dan benar.

1.6.2 Manfaat Bagi Perusahaan

1. Memberikan informasi metode pelaksanaan *water pressure test* dan *grouting* yang benar pada bendungan bagi perusahaan.
2. Memberikan informasi tentang *Cost Analysis Grouting*.

1.7 Ruang Lingkup

1. Menghitung kedalaman lubang yang di perlukan pada area grouting pada *spillway*.
2. Menghitung nilai kelulusan air atau permeabilitas dengan perhitungan nilai koefisien (k) dan nilai Lugeon (Lu).
3. Menganalisa injeksi grouting dengan Metode *Downstage*
4. Menghitung control rembesan dengan *check hole*
5. Menganalisa efektifitas dari hasil grouting dengan menghitung nilai lugeon *pilot hole* dan *check hole*.
6. Menghitung rembesan akibat pengaruh grouting berdasarkan nilai lugeon
7. Menganalisa rencana anggaran biaya untuk lubang yang di grouti



BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

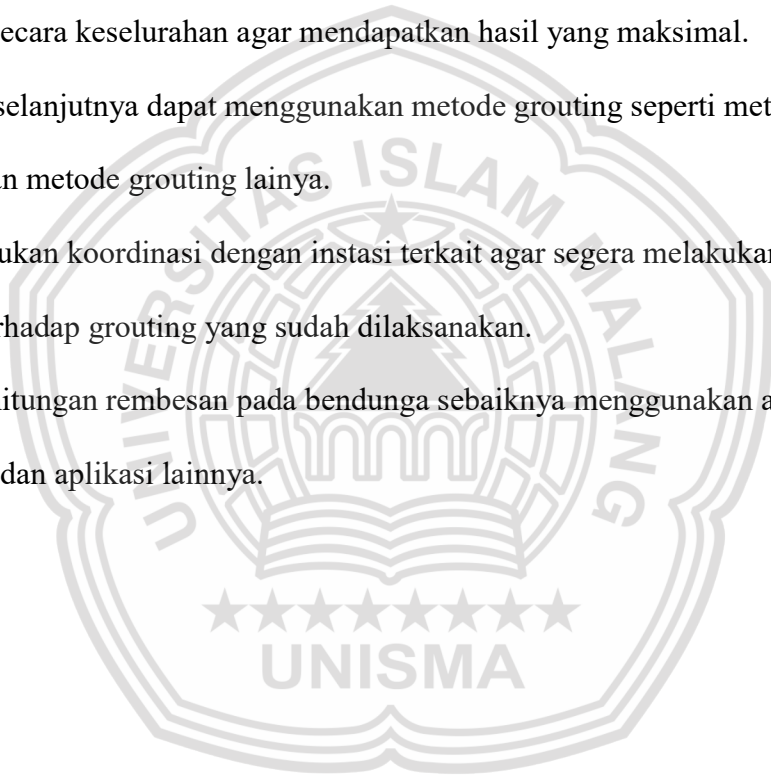
Berdasarkan rumusan masalah dan juga hasil perhitungan, maka hasil analisa ini disimpulkan sebagai berikut:

1. Kedalaman lubang untuk grouting pada Sta. 0+80 adalah 24,50 m, untuk Sta. 0+100 adalah 20,50 m.
2. Pengujian kelulusan air dengan nilai $Lu = 34,31$ l/min/m dan nilai $k = 1329,48$ cm/sekon.
3. Hasil analisa grouting dengan metode *downstage* di dapat nilai volume injeksi sebesar 1794.844 liter dan injeksi semen sebesar 529,23 kg.
4. Besar nilai control rembesan dengan *Check Hole* pada titik CH.SW-25 terdapat nilai rata-rata yaitu 1,71 l/min/m, pada titik CH.SW-18 1,64 l/min/m sedangkan pada titik CH.SW-12 yaitu terdapat nilai 1,12 l/min/m.
5. Efektifitas hasil grouting pada titik P.SW.R-25 dan CH.SW-25 yaitu 92,97% (Sangat Baik), titik P.SW.R-17 dan CH.SW-18 yaitu 83,24% (Baik) dan pada titik P.SW.R-9 dan CH.SW-12 yaitu 76,99% (Baik).
6. Pengaruh grouting terhadap rembesan di dapat $E_c = 85,77\%$ (Baik), $E_c = 94,03\%$ (Sangat Baik) dan $E_c = 95,65\%$ (Sangat Baik).
7. Besar biaya pekerjaan grouting pada *Spillway* Bendungan Tugu Kabupaten Trenggalek memiliki anggaran biaya langsung sebesar Rp.340.000.000. Sedangkan biaya tak langsung Rp. 1.015.329.533,54. Maka total biaya keseluruhan pekerjaan grouting adalah Rp. 1.355.329.533,54,-.

5.2.Saran

Setelah di lakukan hasil analisis pembahasan dan kesimpulan, maka penulis memberikan saran-saran untuk penelitian selanjutnya dan pihak-pihak yang terkait dengan penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Peneliti selanjutnya dapat menganalisa jenis grouting lainya seperti grouting *Blanket* dan *Consolidation*.
2. Sebaiknya dilakukan perhitungan *drilling, water pressure test, grouting*, cek rembesan secara keseluruhan agar mendapatkan hasil yang maksimal.
3. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode grouting seperti metode *Upstage* dan metode grouting lainya.
4. Perlu dilakukan koordinasi dengan instasi terkait agar segera melakukan evaluasi terhadap grouting yang sudah dilaksanakan.
5. Untuk perhitungan rembesan pada bendunga sebaiknya menggunakan aplikasi *Geo-Slope* dan aplikasi lainya.



DAFTAR PUSTAKA

- Christady, Hary. 2002. *Mekanika Tanah 1*. Gajah Mada University Press vol.1, Yogyakarta.
- Departement Pekerjaan Umum. (2005). *Pedoman Grouting Untuk Bendungan*. Jakarta Selatan.
- Departement Pekerjaan Umum. (2005). *Pedoman Pengendalian Rembesan Pada Bendungan Urugan*. Jakarta Selatan.
- Ilham, Muhammad. (2015). *Analisa Stabilitas Tubuh Bendungan Pada Bendungan Utama Tugu Kabupaten Trenggalek*. Jurnal Teknik Pengairan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Kareth, M., Tarore, H., Tjakra, J., & Walangitan, D. R. O. (2012). *Analisis Optimalisasi Waktu Dan Biaya Dengan Program Primavera 6.0 (Studi Kasus: Proyek Perumahan Puri Kelapa Gading)*. 1, 7.
- Maulana, M. L., Noerhayati, E., & Rachmawati, A. (n.d.). *Studi Perencanaan Bangunan Pelimpah (Spillway) Pada Bendungan Tugu Kabupaten Trenggalek*. 10.
- Masrevaniah, A. (2010). *Konstruksi Bendungan Urugan (Volume I)*. Malang: CV Asrori.
- Nindya Karya. (2019). *Spesifikasi Teknik Pembangunan Spillway Bendungan Tugu Kab. Trenggalek (MYC)*
- PT.Brantas Abipraya. 2012. *Metode Pelaksanaan Pekerjaan*, PT Brantas Abipraya, Jakarta.
- Suherman, Eman. 2004. *metode kolom grouting untuk mengatasi likuifaksi tanah di bawah pondasi*. Alfa Beta: Bandung.
- Suharjanto & Teguh, W. (2008). *Aspek Teknis dan Ekonomis Metode Injeksi Semen dan Perkuatan Geotekstil Sebagai Solusi Perbaikan Subgrade Ruas Jalan Smewah Ruas Jalan Smewah-Sukaraja*. Media Komunikasi Teknik Sipil, 16(3), 243-254.
- SNI 2411:2008. *Cara uji kelulusan air bertekanan di lapangan*. Badan Standarisasi Nasional.
- Soediby. 2013. *Teknik Bendungan*, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Setiawan, Y. E. M., & Asmaranto, R. (2018). *Kajian Perbaikan Pondasi Kombinasi Plastic Concrete Cut Off Wall dan Grouting Pada Pembangunan Bendungan Tugu Kabupaten Trenggalek*. Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Pengairan, 1(2), 11.
- Siskaria. 2018. *Kajian Pekerjaan Boring – Grouting Untuk Perbaikan Maindam Pada Bendungan Tukul Kabupaten Pacitan*, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang, Malang.



Taufiqurrohman, S. H. (n.d.). *Perencanaan Plastic Concrete Cut Off Wall Pada Bendungan Semantok Kabupaten Nganjuk* [PhD Thesis]. Fakultas Teknik.

Udiana, I. M. (2013). *Desain Campuran Semen Dan Air Pada Pekerjaan Grouting*. Jurnal Teknik Sipil, 2(2), 93–104.

Yeni, S., Noerhayati, E., & Suprpto, B. (n.d.). *Studi Perencanaan Tubuh Bendungan Utama (Main Dam) Pada Pembangunan Waduk Bendo Kabupaten Ponorogo*. 12.

