

**PERENCANAAN *GROUTING* PADA PROYEK
PEMBANGUNAN BENDUNGAN CIPANAS**

Tugas Akhir

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil



disusun oleh:

Yuli Sri Widowati

NIM : D100 170 150

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN *GROUTING* PADA PROYEK PEMBANGUNAN BENDUNGAN CIPANAS

Tugas Akhir

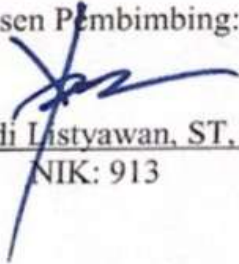
Diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran
Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji
Pada tanggal :

Diajukan oleh :


Yuli Sri Widowati
NIM: D 100 170 150

Susunan Dewan Penguji :

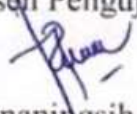
Dosen Pembimbing:


Anto Budi Listyawan, ST, MSc.
NIK: 913

Dosen Penguji I


Qunik Wiqoyah, S.T., M.T.
NIK : 690

Dosen Penguji II


Ir. Renaningsih, M.T
NIK: 733

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil
Surakarta:



PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Bismillahirrahmanirrahim,

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : YULI SRI WIDOWATI
NIM : D 100 170 150
Fakultas / Jurusan : TEKNIK / TEKNIK SIPIL
Jenis : SKRIPSI
Judul : PERENCANAAN GROUTING PADA PROYEK
PEMBANGUNAN BENDUNGAN CIPANAS

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya buat dan serahkan ini, merupakan hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan - kutipan dan ringkasan-ringkasan yang semuanya telah saya jelaskan sumbernya. Apabila dikemudian hari dan atau dapat dibuktikan bahwa skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi apapun dari Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik dan atau gelar dan ijazah yang diberikan oleh Universitas Muhammadiyah Surakarta batal saya terima.

Surakarta, 27 Agustus 2021

Yang membuat pernyataan,



Yuli Sri Widowati

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'aalamiin, atas segala nikmat yang telah Allah berikan sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dan saya persembahkan kepada orang-orang yang senantiasa menyayangi dan mengasihi saya dalam hidup:

1. Bapak Anto Budi Listyawan, ST, MSc., selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan arahan dan masukan untuk kelancaran Tugas Akhir saya.
2. Bapak, Kakak, dan Adik tercinta yang menjadi motivator, yang tiada hentinya memberikan kasih sayang, semangat, nasehat serta do'a disetiap sujudnya.
3. (Alm) Ibu yang telah memberikan seluruh waktu dan hidupnya untukku, terimakasih telah menjadi inspirasi dalam kehidupanku dan memberikan rasa rindu yang berarti.
4. Teman-teman yang sudah menemani, membantu, memberi semangat dan dukungan, serta membagi banyak kebahagiaannya selama ini :
 - Griya Gita Hokya : Sukma Eka S, Nurul Zirly R, Ridha Febriani, Prisha Aliefintia P, Ramadhanti Eka W, Maulana Malik R, Arif Witjaksono, Mico Hamzah NA.
 - Teman-teman Teknik Sipil 2017
 - Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil UMS khususnya Departemen Dana Usaha

Serta teman-teman di luar sana yang tidak bisa ku sebutkan namanya satu persatu. Terimakasih banyak atas segala dukungan kalian.

PRAKATA

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirabbil'aalamiin, segala puji dan syukur penyusun panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan segala berkah, rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini untuk mencapai derajat S-1 di Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Adapun penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari dukungan, kerjasama dan bantuan dari berbagai pihak. Maka pada kesempatan ini dengan penuh kerendahan hati penyusun ucapkan terimakasih yang tak terhingga kepada semua pihak yang telah membantu untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tidak lupa penyusun ucapkan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa melimpahkan taufik dan hidayah-Nya, serta untuk segala kekuatan, kemudahan dan petunjuk. Dan untuk anugerah terindah-Nya.
2. Bapak Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Anto Budi Listyawan, S.T., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta sekaligus dosen pembimbing yang dengan penuh kesabaran dalam membimbing dan mengarahkan penyusun untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Qunik Wiqoyah S.T., M.T. dan Ibu Ir. Renaningsih, M.T. selaku penguji yang telah memberikan masukan sehingga Tugas Akhir ini bisa saya selesaikan dengan baik
5. Bapak Ir. Muhammad Nur Sahid M.T., M.M. selaku Dosen Pembimbing Akademik, yang telah membantu dan memberikan pengarahan-pengarahan yang berharga selama masa studi di Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
6. Bapak / Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan yang bermanfaat kepada penyusun.

7. Semua karyawan Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah melayani dan membantu penyusun selama studi dan hingga selesainya penyusunan Tugas Akhir ini.
8. Saudara Dani Ramdani selaku narasumber dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
9. Bapak, Kakak, dan Adik tercinta yang menjadi motivator, yang tiada hentinya memberikan kasih sayang, semangat, nasehat serta do'a disetiap sujudnya
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah banyak memberikan bantuan dan dukungan. Dan semua orang yang pernah datang dan pergi dalam hidupku. Terimakasih banyak.

Penyusun menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini pun masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan dari penyusun. Namun dengan terselesaikannya Tugas Akhir ini besar harapan dapat bermanfaat bagi penyusun sendiri maupun bagi pembaca.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Surakarta, 27 Agustus 2021

Penyusun

MOTTO

“Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan?”

(QS Ar – Rahman : 77)

“Barang siapa ingin mutiara harus berani terjun di lautan yang dalam”

(Ir Soekarno)

*“Jangan pergi mengikuti kemana jalan akan berujung. Buatlah jalanmu sendiri
dan tinggalkanlah jejak”*

(Ralph Waldo Emerson)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
PERSEMBAHAN	iv
PRAKATA	v
MOTTO	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR NOTASI	xii
ABSTRAK	xiv
I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian.....	2
D. Manfaat Penelitian.....	3
E. Batasan Masalah.....	3
F. Keaslian Tugas Akhir	3
II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Bendungan.....	5
B. <i>Grouting</i>	5
C. Evaluasi pelaksanaan <i>grouting</i>	7
D. Tinjauan Penelitian Sejenis	7
III LANDASAN TEORI	
A. Definisi dan Tujuan <i>Grouting</i>	9
B. Jenis <i>Grouting</i> pada Bendungan Cipanas.....	10
1. <i>Grouting Tirai</i>	10
2. <i>Grouting Blanket</i>	10
C. Investigasi geologi untuk <i>grouting</i>	11

D.	Uji Nilai <i>Lugeon</i> dan Permeabilitas	13
1.	Metode <i>Lugeon Test</i>	13
2.	Metode <i>Permeability Test</i>	14
3.	Perhitungan <i>Permeability Test</i> dan <i>Lugeon Test</i>	15
E.	Pemboran Inti	16
F.	<i>Trial Grouting</i>	17
G.	Penyiapan Titik <i>Grouting</i>	17
H.	Metode Pelaksanaan <i>Grouting</i>	18
I.	Pola <i>Grouting</i>	18
J.	Evaluasi Efektifitas Pekerjaan <i>Grouting</i>	19
IV	METODE PENELITIAN	
A.	Bahan Tugas Akhir.....	21
1.	Standar Perencanaan.....	21
2.	Data Teknis Perencanaan	21
B.	Peralatan Penelitian	22
C.	Tahapan Penelitian	22
V	ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN	
A.	Investigasi geologi untuk grouting	25
B.	Rencana Pekerjaan <i>Grouting</i>	28
1.	<i>Trial Grouting</i>	30
2.	Rencana Campuran <i>Grouting</i>	40
3.	Metode Pelaksanaan <i>Grouting</i>	41
C.	Evaluasi Keberhasilan <i>Grouting</i>	45
1.	Perhitungan Nilai <i>Lugeon</i>	45
2.	Perhitungan Koefisien <i>Permeability</i>	48
3.	Perhitungan nilai efektivitas	49
VI	KESIMPULAN DAN SARAN	
A.	Kesimpulan	53
B.	Saran	54
	DAFTAR PUSTAKA	xvi
	LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar III.1. Mesin Bor Putar untuk Penyiapan Lubang Uji	15
Gambar III.2 Skematis Pemindahan Titik Grout pada 1 (Satu) Baris Grout ...	18
Gambar III.3 Pola Grouting Tirai.....	19
Gambar III.4 Pola <i>Grouting</i> Konsolidasi	19
Gambar IV.1 Bagan Alir Perencanaan.....	24
Gambar V.1 <i>Drill log</i> PH 9 kedalaman 0 - 25 m	26
Gambar V.2 <i>Drill log</i> PH 9 kedalaman 25 - 50 m	27
Gambar V.3 Desain titik <i>grouting</i>	29
Gambar V.4 Area Persebaran Titik <i>Grouting</i> Sandaran Kiri s/d <i>River Bed</i>	29
Gambar V.5 Area Persebaran Titik <i>Grouting</i> Sandaran Kanan s/d <i>River Bed</i>	30
Gambar V.6 Desain titik <i>trial grouting</i>	30
Gambar V.7 Pola <i>grouting</i>	31
Gambar V.8 Urutan kerja lubang pandu (<i>Pilot hole</i>).....	33
Gambar V.9 Urutan kerja lubang uji (<i>Check hole</i>)	33
Gambar V.10 Skema tambahan titik <i>grouting</i>	36
Gambar V.11 Desain akhir <i>grouting</i>	38
Gambar V.12 Detail titik <i>grouting</i> pada blok L.....	39
Gambar V.13 Flowchart Pelaksanaan <i>Grouting</i>	44
Gambar V.14 <i>Split Spacing Method</i>	45
Gambar V.15 Laporan harian <i>Water Pressure Test</i> pada PH 8	46

DAFTAR TABEL

Tabel III.1 Klasifikasi Batuan, Sifat Rongga (<i>Voids</i>) dan <i>Groutability</i>	12
Tabel III.2 Dampak Pertimbangan Geologis terhadap Fondasi Bendungan sesuai Tipe Bendungan	12
Tabel III.3 Hubungan nilai Lugeon dan keperluan Grouting.....	13
Tabel III.4 Efektivitas Grouting dan Pengaruhnya	20
Tabel V.1 Monitoring grouting PH 09.....	33
Tabel V.2 Monitoring <i>grouting</i> Ca 63 / DCP 103	34
Tabel V.3 Monitoring grouting Ca 64 / DCT 102	34
Tabel V.4 Monitoring grouting CH 01	34
Tabel V.5 Efektivitas	35
Tabel V.6 Monitoring grouting Ca 64'	36
Tabel V.7 Monitoring grouting CH 02	36
Tabel V.8 Efektivitas <i>trial grouting</i>	37
Tabel V.9 Syarat Perubahan Konsentrasi <i>Grouting</i>	40
Tabel V.10 Campuran <i>grouting</i>	41
Tabel V.11 Variasi tekanan pemompaan dalam uji WPT.....	42
Tabel V.12 Tekanan untuk <i>single test</i>	43
Tabel V.13 Nilai <i>Lugeon Pilot Hole</i> 8 DCP 91 stage 1	46
Tabel V.14 Nilai <i>Lugeon</i> PH 8.....	47
Tabel V.15 Nilai <i>Lugeon</i> CH J.....	47
Tabel V.16 Koefisien <i>permeability</i> PH 8.....	48
Tabel V.17 Koefisien <i>permeability</i> CH J.....	48
Tabel V.18 Efektivitas <i>grouting</i> Blok J	49
Tabel V.19 Nilai <i>lugeon</i> pada blok J.....	50
Tabel V.20 Nilai <i>lugeon</i> dari metode <i>split – spacing</i>	51

DAFTAR NOTASI

m	= Meter
ft	= Feet (kaki)
kg	= Kilogram
lt	= Liter
Lu	= Nilai lugeon
K	= Koefisien permeability
cm	= Centimeter
SNI	= Standar Nasional Indonesia
PH 9	= <i>Pilot hole 9</i>
RQD	= <i>Rock Quality Designation</i>
kPa	= Kilopasca
D	= Kedalaman lubang
<	= Kecil
>	= Besar
WPT	= Water Pressure Test
CH	= Check hole
DCP	= Down stream curtain primer
Q	= Jumlah air yang di grouting
L	= Kedalaman lubang bor yang ites
r	= Jari-jari mata bor
P	= Tekanan grouting
W	= Beban
H1	= Tinggi pressure gauge dari permukaan lubang
H2	= Tinggi muka air tanah pada lubang
d	= Diameter lubang
D	= Total kedalaman lubang yang dibor
GWL	= $D - (1/2L)$
Vs	= Viskositas

C	= Tebal beton
G	= Pressure gauge
Po	= Tekanan yang diizinkan
h3	= Rencana kedalaman lubang tersebut (dari shop drawing)
h2	= Ketinggian pressure gauge dari tanah (diukur dilapangan)
H	= kedalaman grouting (m)
h	= tinggi tebing (m)
cc	= cubical centimeter
Efs	= Efektivitas grouting dalam persen (%)
Kg	= Kelulusan air sesudah grouting

PERENCANAAN *GROUTING* PADA PROYEK PEMBANGUNAN BENDUNGAN CIPANAS

Yuli Sri Widowati

Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura

Email : yulisriw879@gmail.com

ABSTRAK

Grouting adalah suatu proses injeksi campuran semen dengan tekanan ke dalam celah yang sulit dijangkau. Latar belakang dilakukannya studi tentang *grouting* adalah untuk menganalisis diperlukannya *grouting* pada tanah atau batuan, untuk mengetahui cara menentukan jarak kedalaman dan material yang diperlukan, untuk mengetahui metode *grouting* yang tepat, serta untuk mengevaluasi efektivitas pekerjaan *grouting* yang dilaksanakan. Metode penelitian yang dilakukan adalah observasi langsung di lapangan, interview, dan studi literatur. Berdasarkan observasi langsung dan interview diketahui bahwa metode *grouting* pada *riverbed* Bendungan Cipanas menggunakan metode bertahap turun dengan penyekat (*downstage with packer*). Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan disimpulkan bahwa pada Bendungan Cipanas diperlukan perbaikan fondasi, karena keadaan struktur fondasi tersusun dari batuan sedimen tufaan, nilai *Lugeon* yang diperoleh dari *water pressure test* (WPT) > 3 yaitu sebesar 17,765 Lu, serta nilai $K > n \times 10^{-5}$ yaitu sebesar $2,4 \times 10^{-4}$. Jarak antar lubang dari hasil trial *grouting* adalah 2 meter pada *curtain grouting* sedangkan jarak pada *subcurtain* dan *blanket grouting* adalah 3 meter. Kedalaman minimal pada *curtain grouting* adalah 50 meter, *subcurtain* sedalam 10 meter dan *blanket grouting* sedalam 5 meter. Evaluasi efektivitas *grouting* dilakukan dengan *check hole*. Hasil menunjukkan bahwa efektivitas *grouting* tergolong baik sampai sangat baik. Berdasarkan evaluasi nilai *lugeon* terhadap efektivitas *grouting*, disimpulkan bahwa metode *split-spacing* dapat digunakan pada pekerjaan *grouting* Bendungan Cipanas.

Kata Kunci : Bendungan, *Grouting*, metode pelaksanaan, efektivitas *grouting*.

ABSTRACT

Grouting is a process of injection of a cement mixture under pressure into hard-to-reach gaps. The background of conducting a study on grouting is to analyze the need for grouting on soil or rock, to find out how to determine the depth and material required, to determine the appropriate grouting method, and to evaluate the effectiveness of the grouting work carried out. The research method used is direct observation in the field, interviews, and literature studies. Based on direct observation and interviews, it is known that the grouting method on the Cipanas Dam riverbed uses a downstage method with packers. Based on the results of the analysis and discussion, it is concluded that the Cipanas Dam needs foundation repair, because the condition of the foundation structure is composed of tuffaceous sedimentary rocks, the Lugeon value obtained from the water pressure test (WPT) > 3 is 17,765 Lu, and the K value $> n \times 10^{-5}$ that is equal to $2,4 \times 10^{-4}$. The distance between the holes from the results of the trial grouting is 2 meters in curtain grouting while the distance between the subcurtain and blanket grouting is 3 meters. The minimum depth for curtain grouting is 50 meters, subcurtains as deep as 10 meters and blanket grouting as deep as 5 meters. Evaluation of the effectiveness of grouting is done by checking holes. The results showed that the effectiveness of grouting was classified as good to very good. Based on the evaluation of the lugeon value on the effectiveness of grouting, it is concluded that the split-spacing method can be used in the grouting work of the Cipanas Dam.

Keywords: Dam, *Grouting*, implementation method, *grouting* effectivity.