

Penanganan Kebocoran pada Cofferdam Kolam Cluster 3 Pelabuhan Laut Dalam menggunakan Metode Grouting di Pelabuhan Tanjung Emas, Semarang, Jawa Tengah

by Listiyani Retno Astuti

Submission date: 25-Jul-2022 10:58PM (UTC-0400)

Submission ID: 1875273555

File name: C3.11._Jurnal_lptek.pdf (869.27K)

Word count: 3379

Character count: 18500



Penanganan Kebocoran pada Cofferdam Kolam Cluster 3 Pelabuhan Laut Dalam menggunakan Metode Grouting di Pelabuhan Tanjung Emas, Semarang, Jawa Tengah

Ilham Rizki Gumilar¹, T. Listyani R.A.^{2*}, dan Ign. Adi Prabowo³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

INFORMASI ARTIKEL

Jurnal IPTEK – Volume xx
Nomer xx,

Halaman:

Tanggal Terbit :

DOI:

EMAIL

ilhamrzkglmr@gmail.com

tis@itny.ac.id

(*correspondence author)

adi.prabowo@itny.ac.id

PENERBIT

LPPM- Institut Teknologi

Adhi Tama Surabaya

Alamat:

Jl. Arief Rachman Hakim

No.100,Surabaya 60117,

Telp/Fax: 031-5997244

Jurnal IPTEK by LPPM-

ITATS is licensed under a

Creative Commons

Attribution-ShareAlike 4.0

International License.

ABSTRACT

The cofferdam in the retention pond at the Tanjung Emas Deep Sea Port often leaks. To overcome this problem, it is necessary to carry out engineering geology efforts. One method that is reliable enough to overcome this problem is the grouting method, which is preceded by the measurement of soil/rock permeability. This research was conducted to determine the permeability value of soil/rock landfill and original material in the cofferdam at the Tanjung Emas Deep Seaport, especially in pond cluster 3. Prior to grouting, the permeability value of soil/rock landfill and original material in the research area was $4.58.10^{-4} - 2.09.10^{-3}$ cm/sec (permeable) thus causing a leak in the cofferdam. Penetrating cementation grouting is carried out to fill the pore voids in the soil/rock fill and the original material of the study area. After grouting, the permeability value of the material showed impermeable properties ($8.20.10^{-7} - 6.80.10^{-5}$ cm/sec). Thus, this grouting method was declared successful in overcoming the problem of leakage in the cofferdam.

Kata kunci: Retention pool; cofferdam; permeability; grouting.

ABSTRAK

Bendungan pemisah (cofferdam) pada kolam retensi di Pelabuhan Laut Dalam Tanjung Emas sering mengalami kebocoran. Untuk mengatasi masalah tersebut perlu dilakukan upaya geologi teknik. Salah satu metode yang cukup handal untuk mengatasi masalah tersebut adalah metode grouting, dengan didahului pengukuran permeabilitas tanah/batuan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai permeabilitas tanah/batuan urugan dan material asli pada cofferdam di pelabuhan laut dalam Tanjung Emas, khususnya pada kolam cluster 3. Sebelum dilakukan grouting, nilai permeabilitas tanah/batuan urugan dan material asli daerah penelitian terukur sebesar $4,58.10^{-4} - 2,09.10^{-3}$ cm/detik (lulus air) sehingga menyebabkan kebocoran pada cofferdam. Grouting sementasi penembusan dilakukan untuk mengisi rongga pori dalam tanah/batuan urugan dan material asli daerah penelitian. Setelah dilakukan grouting, nilai permeabilitas material yang diteliti menunjukkan sifat yang kedap air ($8,20.10^{-7} - 6,80.10^{-5}$ cm/detik). Dengan demikian, metode grouting ini dinyatakan berhasil dalam mengatasi masalah kebocoran pada cofferdam yang diteliti.

Kata kunci: Kolam retensi; cofferdam; permeabilitas; grouting.

PENDAHULUAN

Kolam retensi merupakan sebuah struktur konstruksi yang dibangun untuk menampung volume air ketika debit maksimum sungai atau saluran air buatan terjadi, kemudian

mengalirkannya ketika debit air pada kolam retensi tersebut sudah mencapai batas agar tidak meluap. Kolam retensi ini dibangun dengan tujuan utama untuk mengatasi dua masalah yang saling bertolak belakang. Masalah pertama yaitu banjir yang terjadi pada musim hujan karena limpasan air yang tidak tertampung pada sungai, saluran drainase maupun prasarana saluran air lainnya, dimana laju airnya dari hulu ke hilir. Masalah kedua adalah banjir pasang air laut.

Pada kolam retensi biasanya dibangun dinding pemisah (*cofferdam*) yang memisahkan kolam retensi dengan tubuh air lainnya, seperti sungai, saluran air maupun air laut. Dinding yang digunakan tentunya harus dibuat sekuat mungkin karena akan menghadapi tekanan yang kuat ketika muka air maksimum terjadi. Apabila terdapat runtuhannya maka tanggul akan membuat sistem operasi kolam retensi menjadi gagal. Pembangunan dinding kolam retensi biasanya menggunakan sekat beton penahan (*sheet pile concrete*) yang kemudian diisi dengan tanah/batuan urugan.

Masalah yang sering terjadi pada kolam retensi biasanya adalah kebocoran atau rembesan air pada dinding pemisah yang diakibatkan oleh adanya aliran air yang meresap ke dalam kolam retensi. Hal tersebut bisa terjadi karena beberapa faktor diantaranya adalah pecahnya sekat beton penahan atau karena kualitas tanah urugan yang kurang sesuai, antara lain karena faktor ukuran butir. Semakin kecil ukuran butir maka rembesan tersebut juga akan semakin kecil bahkan tidak ada dan sebaliknya.

Berbagai masalah yang terjadi akan membuat kolam retensi tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Air yang sudah dialirkan melalui saluran air kemudian dipompa keluar kolam dapat masuk kembali ke dalam kolam retensi melalui rembesan atau kebocoran pada *cofferdam*. Oleh karenanya, perlu kajian nilai permeabilitas serta penanganan kebocoran pada kolam retensi. Penelitian ini akan mengkaji hal tersebut, khususnya pada kolam retensi *cluster 3* di Pelabuhan Laut Dalam Tanjung Emas, Semarang.

TINJAUAN PUSTAKA

Material Urugan

Material timbunan/urugan dalam suatu bendungan dapat terdiri dari tanah maupun batuan. Tanah didefinisikan secara umum mencakup semua bahan seperti lempung, pasir, kerikil dan batuan yang besar [1]. Secara garis besar, material timbunan dibedakan dalam dua macam, yaitu:

1. Material lulus air seperti pasir, kerikil dan batu.

2. Material kedap air yang umumnya berupa tanah lempungan.

Disamping sebagai bahan tubuh embung, biasanya material pasir dan kerikil ini merupakan material vital untuk lapisan filter atau transisi. Selain menjadi pertimbangan dalam konstruksi bendungan, petrofisik batuan, khususnya permeabilitas merupakan salah satu parameter yang menentukan karakteristik hidrolis batuan [2].

Kolam Retensi

Kolam retensi merupakan suatu cekungan atau kolam yang dapat menampung atau meresapkan air di dalamnya, tergantung dari jenis bahan pelapis dinding dan dasar kolam. Kolam retensi dapat dibagi menjadi 2 macam, yaitu kolam alami dan kolam non alami [3]. Kolam retensi menerima air dari saluran terbuka maupun *run off*. Hal ini mirip dengan di daerah pertambangan, dimana saluran terbuka berfungsi untuk mengalirkan air yang akan masuk ke lahan penambangan menuju area tertentu [4].

Kolam alami yaitu kolam retensi yang berupa cekungan atau lahan resapan yang sudah terdapat secara alami dan dapat dimanfaatkan baik pada kondisi aslinya atau dilakukan penyesuaian. Kolam jenis alami ini selain berfungsi sebagai tempat penyimpanan, juga dapat meresapkan air pada lahan atau kolam yang *pervious*, misalnya lapangan sepak bola berumput, danau alami, dan kolam rawa.

Kolam non alami yaitu kolam retensi yang dibuat sengaja didesain dengan bentuk dan kapasitas tertentu pada lokasi yang telah direncanakan sebelumnya dengan lapisan bahan material yang kaku seperti beton. Pada kolam jenis ini air yang masuk ke dalam kolam harus dapat menampung air sesuai dengan kapasitas yang telah direncanakan sehingga dapat mengurangi debit banjir puncak (*peak flow*) pada saat *over flow*.

8
Grouting

Grouting merupakan metode yang digunakan untuk memperbaiki keadaan bawah tanah dengan cara memasukkan bahan cair bertekanan, sehingga bahan tersebut akan mengisi rongga-rongga, retakan dan lubang yang terdapat di bawah permukaan. Grouting juga dapat diartikan sebagai metode penyuntikan bahan semi kental (*slurry material*) ke dalam tanah atau batuan melalui lubang bor, dengan tujuan menutup diskonstruksi terbuka, rongga-rongga dan lubang-lubang pada lapisan yang dituju untuk meningkatkan kekuatan tanah [5].

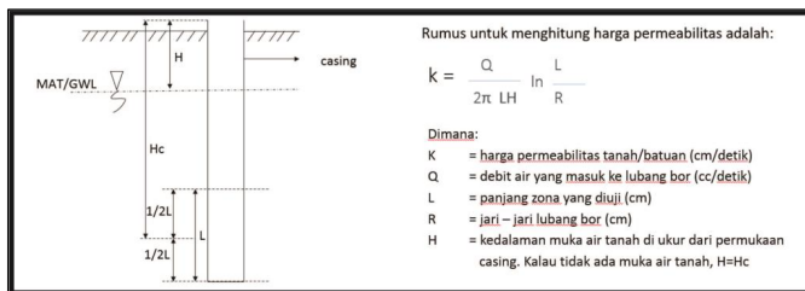
Grouting akan memperkuat bangunan seperti bendungan pada kolam retensi. Bendungan ini dibuat dengan pilar beton dan diisi dengan material urugan. Beton merupakan campuran agregat halus dan kasar (pasir, kerikil, batu pecah) dan air dalam perbandingan tertentu [6]. Kekuatan beton dapat diukur dari sifat-sifat geotekniknya, antara lain kuat tekan atau kuat tarik. Penurunan kuat tekan dan peningkatan kuat tarik beton juga dapat dilakukan dengan campuran serat ijuk [7].

Bendungan yang diteliti dibangun dari fondasi tiang pancang (*pile foundation*) dan material urugan. Pondasi ini berfungsi untuk menyalurkan beban dari bangunan atas ke tanah bawah [8]. Resiko tinggi pada pekerjaan fondasi tiang pancang adalah keruntuhan dinding penahan tanah akibat stabilitas tanah kurang baik [9]. Oleh karenanya, bendungan yang dibuat dengan beton perlu dijaga stabilitas tanahnya, antara lain dengan melakukan perkuatan dengan grouting.

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah melakukan penyelidikan geoteknik dan uji permeabilitas sebelum dan setelah grouting untuk mendapatkan nilai $k_{representative}$. Dari perbandingan nilai $k_{representative}$ tersebut dapat dilihat apakah *cofferdam* kolam retensi sudah memenuhi batas aman terhadap kebocoran atau tidak.

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan. Tahap pertama dimulai dengan studi pustaka berkaitan dengan topik penelitian khususnya kondisi geologi daerah penelitian. Tahap kedua adalah survei lokasi dan penentuan sampel titik pemboran. Tahap ketiga adalah pemboran non coring dan pengujian permeabilitas dengan metode *falling head* (Gambar 1). Klasifikasi permeabilitas material yang diuji menggunakan klasifikasi dari [10]. Tahap keempat merupakan tahap pengerjaan grouting dengan menginjeksikan air semen dengan perbandingan 1 : 2 ke dalam lubang bor. Setelah beberapa saat, dilakukan kembali uji permeabilitas juga dengan metode *falling head*. Pengujian permeabilitas dilakukan untuk membandingkan nilai permeabilitas sebelum dan setelah dilakukan grouting sebagai parameter keberhasilan metode tersebut dalam penenganan kebocoran *cofferdam* kolam cluster 3 pelabuhan laut dalam Tanjung Emas.



Gambar 1. Skema *falling head* [1].

	10 ²	10 ¹	10 ⁰	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
Kondisi drainage	Baik					Buruk			Praktis tak ada rembesan			
Zone-zone timbunan	Zone-zone lulus air						Zone-zone kedap air					

Gambar 1. Koefisien permeabilitas (k) bahan tanah (cm/detik) [10].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi daerah penelitian

Endapan Aluvium (Qa) berupa endapan pantai, sungai dan danau memiliki litologi yang terdiri dari pasir, lanau dan lempung yang mencapai ketebalan 50 m atau lebih serta berumur Holosen merupakan material asli yang terdapat pada lokasi penelitian, sedangkan dalam penelitian ini pada daerah penelitian juga terdapat material urugan yang digunakan untuk mengisi sekat atau dinding pembatas kolam retensi dengan laut yang berbentuk kotak dengan bahan beton atau bisa disebut *sheet pile*. Material urugan ini berupa material ukuran lempung – bongkah memiliki ketebalan sekitar 3 – 4 meter.



Gambar 2. Kenampakan *coffer dam* yang diteliti.

Uji Permeabilitas Sebelum Grouting

Uji permeabilitas sebelum pelaksanaan grouting dilakukan pada beberapa lubang bor, antara lain lubang bor (LB) 2 dan 9, pada kedalaman bervariasi. Berikut ini disajikan data pengujian permeabilitas pada beberapa contoh.

LB – 2, Kedalaman 03 – 04 meter

Panjang zona yang diuji (L)	= 100 cm
Jari – jari lubang bor (R)	= 3 cm
Kedalaman muka airtanah diukur dari permukaan casing (H)	= 66 cm
Luas permukaan lubang (A)	= 28,26 cm ²

Tabel 1. Data *falling head permeability test* LB – 2 kedalaman 03 – 04 m

No	t (detik)	Penurunan air (cm)	Q (cm ³ /detik)	k (cm/detik)
1	60	11,00	5,18	4,38.10 ⁻⁴
2	60	11,00	5,18	4,38.10 ⁻⁴
3	60	12,00	5,65	4,78.10 ⁻⁴
4	60	12,00	5,65	4,78.10 ⁻⁴

$$k_{representative} = 4,58.10^{-4} \text{ cm/detik}$$

LB – 2, Kedalaman 10 – 11 meter

Panjang zona yang diuji (L)	= 100 cm
Jari – jari lubang bor (R)	= 3 cm
Kedalaman muka airtanah diukur dari permukaan casing (H)	= 66 cm
Luas permukaan lubang (A)	= 28,26 cm ²

Tabel 2. Data *falling head permeability test* LB – 2 kedalaman 10 – 11 m

No	t (detik)	Penurunan air (cm)	Q (cm ³ /detik)	k (cm/detik)
1	60	43,00	20,25	1,71.10 ⁻³
2	60	43,00	20,25	1,71.10 ⁻³

$$k_{representative} = 1,71.10^{-3} \text{ cm/detik}$$

LB – 9, Kedalaman 03 – 04 meter

Panjang zona yang diuji (L)	= 100 cm
Jari – jari lubang bor (R)	= 3,8 cm
Kedalaman muka airtanah diukur dari permukaan casing (H)	= 197 cm
Luas permukaan lubang (A)	= 56,72 cm ²

Tabel 3. Data *falling head permeability test* LB – 9 kedalaman 03 – 04 m

No	t (detik)	Penurunan air (cm)	Q (cm ³ /detik)	k (cm/detik)
1	60	74,00	69,95	1,85.10 ⁻³
2	60	78,00	73,73	1,95.10 ⁻³
3	60	89,00	84,13	2,22.10 ⁻³
4	60	85,00	80,35	2,12.10 ⁻³
5	60	89,00	84,13	2,22.10 ⁻³
6	60	88,00	83,18	2,20.10 ⁻³
7	60	88,00	83,18	2,20.10 ⁻³
8	60	89,00	84,13	2,22.10 ⁻³
9	60	87,00	82,24	2,17.10 ⁻³
10	60	86,00	81,29	2,15.10 ⁻³
$k_{representative} = 2,09.10^{-3} \text{ cm/detik}$				

LB – 9, Kedalaman 10 – 11 meter

Panjang zona yang diuji (L)	= 100 cm
Jari – jari lubang bor (R)	= 3,8 cm
Kedalaman muka airtanah diukur dari permukaan casing (H)	= 169 cm
Luas permukaan lubang (A)	= 56,7163 cm ²

Tabel 4. Data *falling head permeability test* LB – 9 kedalaman 10 – 11 m

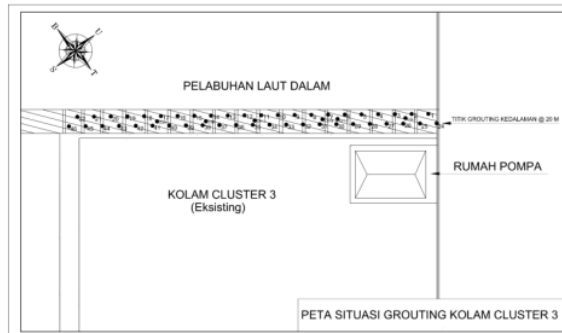
No	t (detik)	Penurunan air (cm)	Q (cm ³ /detik)	k (cm/detik)
1	60	51,00	48,21	1,49.10 ⁻³
2	60	48,00	45,37	1,40.10 ⁻³
3	60	45,00	42,54	1,31.10 ⁻³
4	60	48,00	45,37	1,40.10 ⁻³
5	60	44,00	41,59	1,28.10 ⁻³
6	60	46,00	43,48	1,34.10 ⁻³
7	60	47,00	44,43	1,37.10 ⁻³
8	60	45,00	42,54	1,31.10 ⁻³
9	60	45,00	42,54	1,31.10 ⁻³
10	60	45,00	42,54	1,31.10 ⁻³
$k_{representative} = 1,33.10^{-3} \text{ cm/detik}$				

Hasil perhitungan keempat data $k_{representative}$ sebelum dilakukan *grouting* tersebut di atas menunjukkan kisaran nilai $4,58.10^{-4}$ cm/detik hingga $2,09.10^{-3}$ cm/detik. Berdasarkan klasifikasi koefisien permeabilitas bahan tanah [10], *cofferdam* kolam *cluster* 3 yang diteliti termasuk dalam zone lulus air. Nilai permeabilitas yang cukup besar tersebut menyebabkan terjadinya kebocoran pada *cofferdam*.

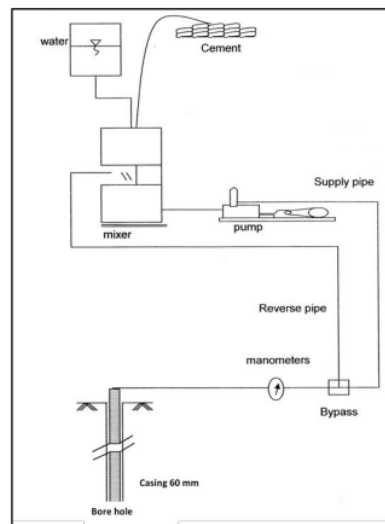
Pelaksanaan Grouting

Grouting dilaksanakan untuk memperkecil harga koefisien permeabilitas di *cofferdam* kolam *cluster* 3 Pelabuhan Laut Dalam Tanjung Emas, Semarang sebanyak 48 titik pemboran (Gambar 3). *Grouting* ini dilakukan dengan cara menginjeksi bahan campuran semen dan air ke dalam tanah/batuan urugan. *Grouting* dilakukan dari bawah ke atas, dengan cara mencabut pipa casing setiap 1 m, kemudian dilakukan *grouting* terus menerus sampai ke permukaan tanah. Tahap

pertama dilakukan pencampuran bahan berupa semen dan air di dalam *mixer* dengan perbandingan 1 : 2, kemudian dipompa menggunakan mesin pompa diesel yang disalurkan melalui *bypass* menuju ke lubang bor dengan *supply pipe*. *Bypass* berfungsi untuk mengatur tekanan yang akan masuk ke dalam lubang bor. Apabila *slurry material* tersebut terlalu banyak maka sisanya akan dikembalikan ke *mixer* melalui *reverse pipe*. Bahan *slurry material* yang telah lolos akan mengisi lubang dengan diawasi oleh manometer untuk mengukur tekanan di dalam lubang bor (Gambar 4). Pada kondisi normal tekanan tersebut akan menunjukkan angka 1 atau >1.



Gambar 3. Peta situasi *grouting* [11].



Gambar 4. Sketsa pelaksanaan *grouting* di daerah penelitian [11].

Uji Permeabilitas Setelah *Grouting*

Uji permeabilitas setelah pelaksanaan *grouting* juga dilakukan pada beberapa lubang bor pada kedalaman bervariasi, antara lain pada lubang bor (LB) CH 3 dan 4. Berikut ini disajikan data pengujian permeabilitas pada LB-CH3 dan LB-CH4.

LB – CH3, Kedalaman 03 – 04 meter

Panjang zona yang diuji (L)	= 100 cm
Jari – jari lubang bor (R)	= 3,8 cm
Kedalaman muka airtanah diukur dari permukaan <i>casing</i> (H)	= 90 cm
Luas permukaan lubang (A)	= 56,7163 cm ²

Tabel 5. Data *falling head permeability test* LB – CH3 kedalaman 03 – 04 m

No	t (detik)	Penurunan air (cm)	Q (cm ³ /detik)	k (cm/detik)
1	900	0,10	0,01	3,65.10 ⁻⁷
2	900	0,10	0,01	3,65.10 ⁻⁷
$k_{representative} = 3,65.10^{-7}$ cm/detik				

LB – CH3, Kedalaman 10 – 11 meter

Panjang zona yang diuji (L)	= 100 cm
Jari – jari lubang bor (R)	= 3,8 cm
Kedalaman muka airtanah diukur dari permukaan casing (H)	= 81 cm
Luas Permukaan Lubang (A)	= 56,7163 cm ²

Tabel 6. Data *falling head permeability test* LB – CH3 kedalaman 10 – 11 m

No	t (detik)	Penurunan air (cm)	Q (cm ³ /detik)	k (cm/detik)
1	600	0,05	0,00	3,04.10 ⁻⁷
2	900	0,10	0,01	4,05.10 ⁻⁷
3	900	0,10	0,01	4,05.10 ⁻⁷
$k_{representative} = 4,05.10^{-7}$ cm/detik				

LB – CH4, Kedalaman 03 – 04 meter

Panjang zona yang diuji (L)	= 100 cm
Jari – jari lubang bor (R)	= 3,8 cm
Kedalaman muka airtanah diukur dari permukaan casing (H)	= 80 cm
Luas Permukaan Lubang (A)	= 56,7163 cm ²

Tabel 7. Data *falling head permeability test* LB – CH4 kedalaman 03 – 04 m

No	t (detik)	Penurunan air (cm)	Q (cm ³ /detik)	k (cm/detik)
1	900	0,20	0,01	8,20.10 ⁻⁷
2	900	0,20	0,01	8,20.10 ⁻⁷
$k_{representative} = 8,20.10^{-7}$ cm/detik				

LB – CH 4, Kedalaman 10 – 11 meter

Panjang zona yang diuji (L)	= 100 cm
Jari – jari lubang bor (R)	= 3,8 cm
Kedalaman muka airtanah diukur dari permukaan casing (H)	= 70 cm
Luas permukaan lubang (A)	= 56,7163 cm ²

Tabel 8. Data *falling head permeability test* LB – CH4 kedalaman 10 – 11 m

No	t (detik)	Penurunan air (cm)	Q (cm ³ /detik)	k (cm/detik)
1	60	3,80	3,59	2,67.10 ⁻⁴
2	300	9,50	1,80	1,34.10 ⁻⁴
3	600	14,10	1,33	9,91.10 ⁻⁵
4	900	15,70	0,99	7,36.10 ⁻⁵
5	900	14,50	0,91	6,80.10 ⁻⁵
$k_{representative} = 6,80.10^{-5}$ cm/detik				

Setelah dilakukan perhitungan, keempat data $k_{representative}$ setelah dilakukan grouting tersebut menunjukkan nilai besar dari 3,65.10⁻⁷ hingga 6,80.10⁻⁵ cm/detik. Berdasarkan klasifikasi koefisien permeabilitas bahan tanah [10], hasil pengujian permeabilitas tersebut menunjukkan bahwa kondisi *cofferdam* kolam *cluster* 3 setelah *grouting* termasuk dalam zone kedap air. Ini

berarti sudah tidak terjadi kebocoran pada *cofferdam*, ditunjukkan dengan nilai permeabilitas yang jauh lebih kecil apabila dibandingkan dengan nilai permeabilitasnya sebelum *grouting*.

KESIMPULAN

Metode *grouting* telah dilaksanakan untuk menangani kebocoran pada *cofferdam* kolam *cluster 3* Pelabuhan Laut Dalam Tanjung Emas, Semarang. Sebelum dan sesudah pelaksanaan *grouting*, dilakukan pengujian permeabilitas pada *cofferdam* tersebut. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Nilai permeabilitas atau $k_{representative}$ sebelum *grouting* pada LB-2, kedalaman 03 – 04 meter sebesar $4,58.10^{-4}$ cm/detik, sedangkan kedalaman 10–11 meter sebesar $1,71.10^{-3}$ cm/detik. Nilai tersebut pada LB-9, kedalaman 03 – 04 meter terukur sebesar $2,09.10^{-3}$ cm/detik, dan pada kedalaman 10–11 meter sebesar $1,33.10^{-3}$ cm/detik. Berdasarkan klasifikasi yang diacu, nilai-nilai tersebut termasuk ke kategori lulus air sehingga menyebabkan kebocoran pada *cofferdam*.
2. Nilai permeabilitas atau $k_{representative}$ setelah *grouting* pada LB-CH3, kedalaman 03 – 04 meter sebesar $3,65.10^{-7}$ cm/detik, sedangkan kedalaman 10–11 meter sebesar $4,05.10^{-7}$ cm/detik. LB-CH4 pada kedalaman 03–04 meter menunjukkan nilai permeabilitas sebesar $8,20.10^{-7}$ cm/detik, sedangkan pada kedalaman 10–11 meter terukur nilai $6,80.10^{-5}$ cm/detik. Berdasarkan klasifikasi yang diacu, material dengan nilai – nilai tersebut termasuk zone kedap air.
3. Untuk memperkecil nilai permeabilitas pada *cofferdam* telah dilakukan *grouting* sementasi penembusan. Perubahan sifat material dari lulus air mejadi kedap air menunjukkan bahwa metode *grouting* ini berhasil dalam menangani kebocoran *cofferdam* kolam *cluster 3*.

17

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Institut Teknologi Nasional Yogyakarta (ITNY) yang telah memberi kesempatan untuk menyelesaikan karya tulis ilmiah. Ucapan terimakasih juga ditujukan kepada PT. Selimut Bumi Adhi Cipta yang telah memberikan kesempatan penulis pertama untuk mengikuti salah satu proyek dan menggunakan laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L.D. Wesley, *Mekanika Tanah untuk Tanah Endapan dan Tanah Residu*, Edisi Pertama, Yogyakarta: Andi Offset, 2012.
- [2] T. Listyani R.A., "Identifikasi Petrofisik Batuan sebagai Pendukung Karakteristik Hidrolik Akuifer pada Sub DAS Code, Yogyakarta", *Jurnal Geosapta*, Vol. 6 , No. 2, pp. 103-109, Juli 2020, <https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/geosapta/issue/view/864>.
- [3] Kementerian Pekerjaan Umum, "Modul Perencanaan Sistem Polder dan Kolam Retensi", Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Kerja Pusat Pendidikan dan Pelatihan Jalan, Perumahan, Pemukiman dan Pengembangan Infrastruktur Wilayah, Bandung, 41 hal, 2018.
- [4] F.A.R. Putri, "Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang Batubara pada Tambang Terbuka di PT. X", *Jurnal IPTEK*, Vol. 24, No. 1, h. 59-66, Mei 2020.
- [5] J.S. Dwiyanto, *Hand Out Geoteknik*, Bandung: Departemen Pekerjaan Umum, 2005.
- [6] W. Samekto & C. Rahmadiyahanto, "Teknologi Beton." Yogyakarta : Kanisius, 2001.
- [7] M. Wora & FX. Ndale, "Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Dapat Meningkatkan Kuat Tarik pada Beton Mutu Normal", *Jurnal IPTEK*, Vol. 22, No. 2, h. 51 – 58, Desember 2018.
- [8] L.L. Lestari, J. Propika, A.D. Puspasari, "Axial Bearing Capacity Analysis of Pile Foundation using Nakazawa Method", *Jurnal IPTEK*, Vol. 24, No. 1, h. 45 – 52, Mei 2020.
- [9] F.T. Nuciferani, M.F.N Aulady, N.A. Putri, "Analisis Risiko Fondasi Bored Pile dan Tiang Pancang Proyek Tunjungan Plaza 6 Surabaya", *Jurnal IPTEK*, Vol. 21, No. 1, h. 27-34, Mei 2017.
- [10] S. Sosrodarsono and K. Takeda, *Bendungan Tipe Urugan*, Jakarta: Pradnya Paramita, 2002.
- [11] PT. Selimut Bumi Adhi Cipta, "Laporan Pekerjaan Grouting Kolam Cluster 3 Pelabuhan Laut Dalam Tanjung Emas", 2021.

Penanganan Kebocoran pada Cofferdam Kolam Cluster 3 Pelabuhan Laut Dalam menggunakan Metode Grouting di Pelabuhan Tanjung Emas, Semarang, Jawa Tengah

ORIGINALITY REPORT

20%

SIMILARITY INDEX

19%

INTERNET SOURCES

6%

PUBLICATIONS

12%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	ejournal.itats.ac.id Internet Source	5%
2	research.unissula.ac.id Internet Source	5%
3	Submitted to Universitas Maritim Raja Ali Haji Student Paper	2%
4	pusdataru.jatengprov.go.id Internet Source	1%
5	media.neliti.com Internet Source	1%
6	bpsdm.pu.go.id Internet Source	1%
7	ejournal-s1.undip.ac.id Internet Source	1%
8	pengairan.studentjournal.ub.ac.id Internet Source	<1%

9	RITA SEPTIANA, Risma Sakti Pambudi. "Ketidakesesuaian Dosis dan Interval Pemberian Antibiotik pada Lansia di Bangsal Penyakit Dalam RSUD dr Moewardi Solo serta Gambaran Timbulnya Efek Samping yang Merugikan", Jurnal Farmasi Indonesia, 2020 Publication	<1 %
10	digilibadmin.unismuh.ac.id Internet Source	<1 %
11	sibima.pu.go.id Internet Source	<1 %
12	www.researchgate.net Internet Source	<1 %
13	www.coursehero.com Internet Source	<1 %
14	id.scribd.com Internet Source	<1 %
15	text-id.123dok.com Internet Source	<1 %
16	download.garuda.ristekdikti.go.id Internet Source	<1 %
17	journal.unimma.ac.id Internet Source	<1 %
18	ppjp.ulm.ac.id Internet Source	<1 %

19

www.scielo.br

Internet Source

<1 %

20

Hijriah Hijriah, Nur Hadijah Yunianti.

"PEMANFAATAN LIMBAH IRON SLAG SEBAGAI MATERIAL PENGGANTI SEBAGIAN PASIR PADA PRODUKSI BETON", TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi) : Jurnal Program Studi Teknik Sipil, 2021

Publication

<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography On