

METODE GROUTING PADA PERBAIKAN STRUKTUR BETON BERTULANG DI DERMAGA TANJUNG WANGI PT PELINDO (STUDY KASUS PADA DERMAGA TANJUNG WANGI BANYUWANGI)

Ronny Perwira Negara¹, Heri Sujatmiko², Dimas Aji Purnomo³

Universitas 17 Agustus Banyuwangi

Email: ronnyperwiran@gmail.com¹, heri.untag@yahoo.com², dimas.untag@gmail.com³

ABSTRAK

Laut sebagai ekosistem yang vital bagi negara kepulauan seperti Indonesia memiliki peran penting dalam kegiatan pelayaran yang menghubungkan antar pulau. Dermaga, sebagai struktur yang mendukung aktivitas bongkar muat, sering mengalami kerusakan, terutama pada bagian pelat dermaga akibat benturan kapal. Kerusakan ini mengakibatkan kondisi substandard yang berpotensi menyebabkan keruntuhan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas metode grouting dalam memperbaiki kerusakan beton pada konstruksi dermaga. Metode grouting, yang memanfaatkan material semen grout, diharapkan dapat memperbaiki celah atau rongga pada beton eksisting, sehingga menghasilkan struktur yang lebih kuat dan tahan lama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan material grouting yang tepat dapat meningkatkan integrasi dengan beton eksisting, serta memberikan kekuatan yang lebih tinggi. Temuan ini diharapkan dapat memberikan solusi untuk meningkatkan daya tahan dan keamanan struktur dermaga, mendukung keberlanjutan kegiatan pelayaran di Indonesia.

Kata Kunci: Dermaga, Ekosistem Laut, Negara Kepulauan.

ABSTRACT

The sea as a vital ecosystem for archipelagic countries like Indonesia has an important role in shipping activities that connect islands. Piers, as structures that support loading and unloading activities, often experience damage, especially to the pier plate due to ship impacts. This damage results in substandard conditions that have the potential to cause collapse. This research aims to analyze the effectiveness of grouting methods in repairing concrete damage in pier construction. The grouting method, which uses cement grout material, is expected to repair gaps or cavities in existing concrete, resulting in a stronger and more durable structure. The research results show that the use of appropriate grouting materials can improve integration with existing concrete, as well as provide higher strength. It is hoped that these findings can provide solutions to increase the durability and safety of dock structures, supporting the sustainability of shipping activities in Indonesia.

Keywords: Docks, Marine Ecosystems, Island Countries.

1. PENDAHULUAN

Laut merupakan kumpulan air asin yang luas dan terdiri dari permukaan lautan, dalam lautan, dan dasar lautan. Lautan berperan dalam memisahkan antara benua dan pulau. Kegiatan menghubungkan antar pulau seperti pelabuhan dinamakan kegiatan angkutan pelayaran. Indonesia sebagai negara kepulauan atau maritim, sehingga peranan pelayaran adalah sangat penting bagi kehidupan sosial, ekonomi, pemerintahan, pertahanan, keamanan, dan lain sebagainya. Bidang kegiatan pelayaran sangat luas yang meliputi angkutan penumpang dan barang, penjagaan pantai, dan hidrografi (Pahlei AD dan Sakinah W, 2021)

Struktur bangunan dermaga merupakan bangunan yang berfungsi untuk berlabuh, merapat, dan berhentinya kapal dalam kegiatan bongkar muat barang maupun perpindahan penumpang. Struktur dermaga dibangun diatas perairan (laut) yang menghubungkan bagian darat dan laut. Struktur dermaga terdiri dari bangunan atas yang terbuat dari balok dan pelat lantai, serta bangunan bawah yang terdiri dari pondasi tiang pancang yang menopang bangunan diatasnya. Dalam operasinya, konstruksi dermaga merupakan struktur bangunan yang sangat berpotensi mengalami kerusakan karena disebabkan oleh benturan kapal saat bersandar maupun saat kapal melakukan bongkar muat (Liu MW, Chen Y, Zhang XL, Liyang H, 2013).

Bagian konstruksi dermaga pada Tanjung Wangi yang sering mengalami kerusakan yaitu bagian pelat dermaga. Permasalahan ini mengakibatkan struktur dermaga Tanjung Wangi dalam kondisi substandard, unsafe condition, dan apabila tidak segera dilakukan perbaikan maka struktur dermaga kemungkinan mengalami keruntuhan (collabs). Dari faktor penyebab permasalahan tersebut dapat diketahui bahwa faktor penyebab dominan yaitu faktor kesalahan metode kerja yang digunakan, selain itu dibutuhkan bahan yang tepat untuk setiap jenis kerusakannya. Metode grouting merupakan metode perbaikan beton dengan memanfaatkan material semen grout. Kelebihan dari metode ini yaitu penggunaan material semen grout yang tidak susut dan memiliki kualitas yang tinggi (Chaitanya JSN, Chandramouli K, Divya K, Rao BK, 2023).

Grouting pada umumnya digunakan untuk memperbaiki beton pada konstruksi pelat bangunan dermaga yang keropos atau pecah. Grouting merupakan sebuah pekerjaan untuk mengisi celah atau rongga dalam sebuah struktur.

Penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui material grouting dapat melekat dengan baik dan menjadi satu kesatuan dengan beton eksisting. Sehingga dapat mengetahui keefektifan metode kerja perbaikan menggunakan metode grouting dengan bahan yang berkualitas. Material perbaikan yang digunakan dapat memiliki kekuatan yang lebih tinggi dari beton eksisting (Sudarni S, 2021).

2. METODOLOGI

Dalam penelitian ini menggunakan metode injeksi, injeksi grouting adalah suatu proses penyuntikan pada struktur beton bocor dalam kondisi keropos dengan menggunakan material Fosroc fx renderoc dengan perbandingan 225 gm/50 kg semen atau 20 liter air ditambahkan hingga konsistensi yang dapat mengalir. Pencampuran dan nat menyeluruh dengan mesin grouting bertekanan hingga sarang lebah terisi. Injeksi grouting digunakan untuk memperbaiki mata sumber kebocoran pada struktur beton, seperti lantai basement, ground water tank, trowongan, dermaga, jembatan dan struktur lainnya. Ini dilakukan dibawah tekanan dengan bahan nat yang mengering di tempatnya untuk menghasilkan hasil yang diinginkan seperti memperkuat struktur dan mencegah masuknya air.

Dalam penelitian ini menggunakan sampel bahan yang berasal dari semen. Semen yang digunakan merupakan campuran air dan semen, pada grouting ini pada umumnya

dilakukan tambahan bahan grouting berupa tanah lempung atau pasir halus yang dilakukan sesuai kondisi batuan yang menempati dermaga. Semen yang digunakan disebut Fosroc fx renderoc yang terdiri dari campuran semen portland, graded filler dan bahan kimia tambahan. Semen ini cocok untuk penyemprotan presisi aliran bebas dalam berbagai aplikasi seperti jembatan, gedung, dermaga, dll.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode Perbaikan

Pada prinsipnya metode perbaikan yang akan dilaksanakan harus dapat dapat mengembalikan fungsi dermaga tersebut seperti pada awal dermaga dibangun, atau bahkan lebih kuat, untuk itu material yang dipergunakan harus mempunyai spesifikasi dengan mutu lebih tinggi dari yang ada (existing).

Untuk perbaikan beton yang mengalami spolling dilakukan dengan cara mengganti beton tersebut dengan beton mutu tinggi akan tetapi tingkat kecelakaan (workability) nya mudah (Sulardi, 2018)..

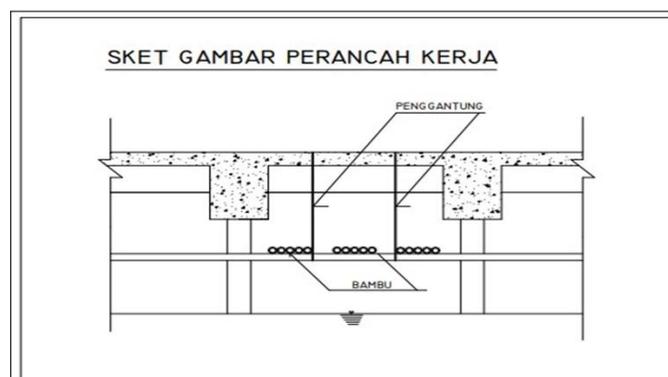
- Beton yang sudah mengalami spolling dilakukan penyimpingan (di Chiping) sampai pada permukaan beton yang bebas dari kontaminasi chloride atau beton yang keras ($\pm 5-10$ cm), kemudian dibersihkan dengan water jet sekaligus untuk penjenuhan beton, kemudian dipasang acuan (bagesting) dari multipleks yang tidak menyerap air kemudian beton mutu tinggi di masukkan dengan alat tabung tekan,seingga didapat beton yang betul-betul padat.
- Besi baja beton yang mengalami korosi apabila ukuran diameternya belum belum berkurang dapat dilakukan penyikatan, apabila sudah terkorosi diganti dengan besi baja beton yang baru degan cara di las pada besi existing atau dimasukkan kedalam beton dengan cara beton dibor lebih dahulu seukuran beton yang diganti dan perekam epoxy khusus kemudian besi baja tersebut ditanamkan kedalamnya.

Pelaksanaan Perbaikan

Untuk pelaksanaan perbaikan urutan-urutan serta cara pelaksanaan adalah sebagai berikut:

a. Kegiatan Pembuatan Perancah

Untuk pelaksanaan perbaikan pelat beton diperlukan perancah yang dipergunakan untuk tempat berpijaknya yang akan melaksanakan, dan ini perancah dipasang diatas muka air laut, bisa berupa rakit atau perancah gantung, akan tetapi harus dalam jarak jangkau sampai denga ke pelat dermaga. Bahan yang dipergunakan untuk pembuatan perancah ini pada umumnya dari bambu dengan diameter antar 10 s/d 15 cm, berikut adalah gambar 4.2 perancah kerja.



Gambar 1. Gambar Perancah Kerja



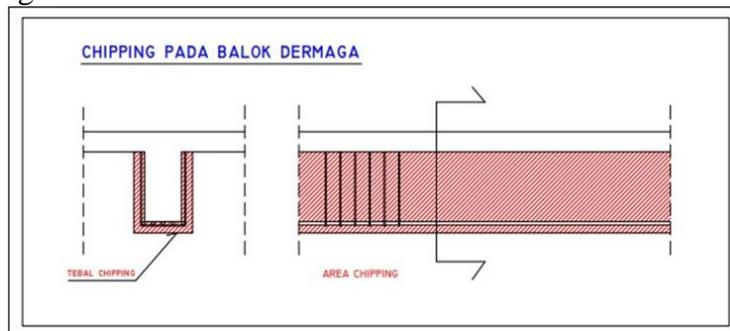
Gambar 2. Gambar Perancah Kerja dilapangan

b. Pekerjaan Beton

- Pekerjaan Chipping

Pekerjaan Chipping dimaksudkan untuk mengupas beton yang sudah mengalami spalling atau crack, chipping dilakukan sampai dengan ketebalan tertentu, atau sampai tulangan terlihat dan ada jarak kira-kira satu jari dengan permukaan beton yang lama.

Untuk pelaksanaan chipping dipergunakan Elektrik Hammer Drill dengan kapasitas 8-10 kg, yang dimaksud untuk menghindari getaran yang berlebihan. Apabila pelaksanaan chipping sudah selesai, maka hasil chipping dibersihkan dengan jet water dengan maksud untuk membersihkan hasil chipping dari sisa-sisa debu dan sekaligus memberikan penjujukan terhadap beton existing (Sulardi, 2018). Berikut adalah gambar 4.3 Chipping pada balok dermaga.



Gambar 3 Chipping Balok Dermaga

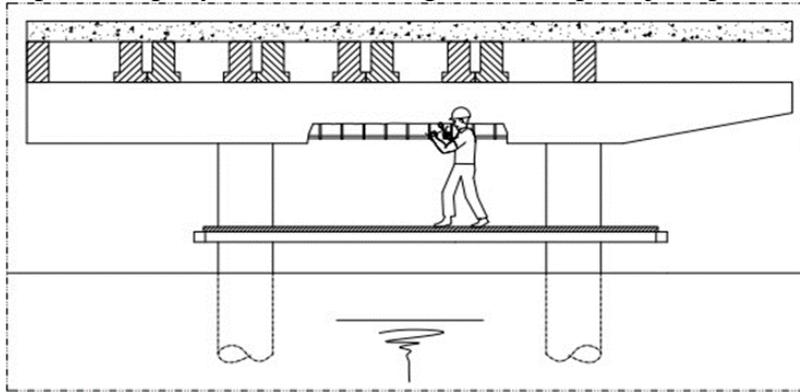


Gambar 4. Chipping Balok Dermaga

- Pekerjaan Penulangan

Pekerjaan penulangan dimaksudkan untuk mengganti tulangan yang sudah tidak memenuhi syarat lagi akibat terkenakorosi dengan tulangan yang baru minimal sepanjang dari panjang penyaluran tegangan dengan sara tulangan yang lama yang sudah terkorosi dipotong dengan las, kemudian tulangan yang baru dilas pada ujung tulangan lama, akan tetapi apabila tidak memungkinkan untuk dilas, maka tulanga yang baru dimasukkan

kedalam beton dengan cara di bor terlebih dahulu sedalam 10 cm, kemudian tulangan ditanam dengan perekat epoxy, berikut adalah gambar 4.4 pekerjaan penulangan.



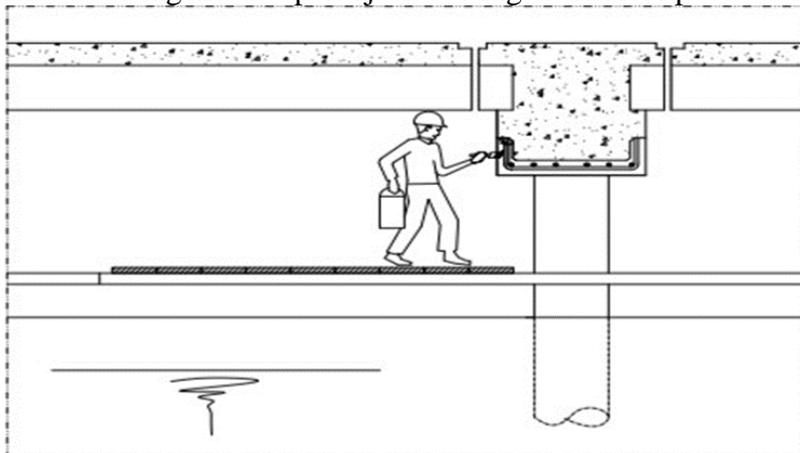
Gambar 5. Pekerjaan Penulanganm



Gambar 6. Pekerjaan Penulangan Balok

- Pekerjaan Coating Anti Korosi Pada Tulangan Beton

Setelah tulangan baru terpasang maka padatulangan tersebut di coating dengan material anti korosi, demikianpula dengan tulangan lama yang masih bagus, setelah dibersihkan dengan sikat kawat pada permukaan besi tulangannya di coating dengan bahan anti korosi, berikut adalah gambar 5 pekerjaan coating anti korosi pada tulangan beton.



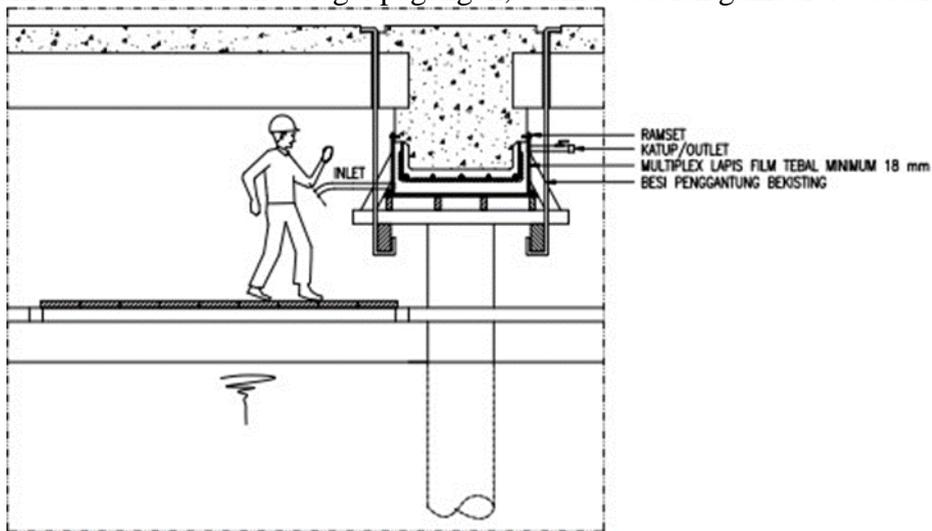
Gambar 7. Pekerjaan Coating Anti Korosi Pada Tulangan Beton



Gambar 8. Pekerjaan Coating Anti Korosi Pada Tulangan Beton dilapangan

• Pekerjaan Cetakan Beton (Bakisting)

Cetakan beton yang dipergunakan adalah Multiplaks Coated, dikarenakan air semen jangan sampai terserep kedalam cetakan, karena apabila hal ini terjadi akan merugukan kekuatan betong yang baru di samping akan tidak diperoleh hasil akhir yang memenuhi syarat. Cetakan multiplaks ini diperkuan dengan besi siku dan kayu kaso sebagai ikatannya dan besi siku di bout ke beton sebagai pegangan, berikut adalah gambar 4.6 cetakan beton.



Gambar 9. Cetakan Beton (Bakisting)



Gambar 10. Cetakan Beton (Bakisting)

Pengujian Bahan

Dalam penelitian ini pengujian diperlukan untuk mengetahui pengujian bahan penyusun beton, pengujian bahan tersebut meliputi, analisis agregat kasar maupun halus, perencanaan Mix Design dan uji tekan balok beton

Analisa Agregat Kasar

Analisis agregat kasar adalah proses untuk mengevaluasi karakteristik fisik dan kimia dari agregat kasar yang akan digunakan dalam campuran beton. Beberapa parameter yang biasanya dianalisis dalam pengujian ini meliputi pada tabel 4.3.1 dibawah ini.

Tabel 1. Analisa Agregat Kasar

Analisis	Nilai	Satuan
Gradasi	Maksimum 20	mm
Modulus Halus Butir	6,96	-
Berat Jenis	2,51	-
Penyerapan Air	1,42	%
Kadar Air	1,80	%
Kadar Lumpur	2,48	%
Keausan Agregat	20,3	%

Analisa Agregat Halus

Analisis agregat halus adalah proses untuk mengevaluasi karakteristik fisik dan kimia dari agregat halus yang digunakan dalam campuran beton, agregat halus biasanya terdiri dari pasir alam atau pasir buatan (manufactured sand) yang memiliki ukuran partikel lebih kecil dari pada agregat kasar. Beberapa parameter utama yang dianalisis dalam pengujian agregat halus meliputi pada tabel 4.3.2 dibawah ini.

Tabel 2. Analisa Agregat Halus

Analisis	Nilai	Satuan
Gradasi	Zona 3	mm
Modulus Halus Butir	1,87	-
Berat Jenis	2,31	-
Penyerapan Air	11,37	%
Kadar Air	1,63	%
Kadar Lumpur	2,40	%

Perencanaan Mix Design

Berdasarkan standar SNI 03-2834-2000 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Beton Normal, perencanaan pencampuran beton (mix design) dilakukan untuk menentukan proporsi bahan atau material penyusun beton dalam satu meter kubik (1 m³). Setelah proporsi bahan ditentukan, proporsi ini juga digunakan untuk menghitung kebutuhan bahan untuk pembuatan benda uji kubus beton. Kubus yang digunakan berdiameter (5 cm x 5 cm x 5 cm)

Tabel 3 Mix Design

Jenis Material	Proporsi Campuran			Berat Jenis	0,079 m ³
	1 m ³	M ³	M/C		
	SSD				
Air	170	ltr		ltr	13,43
Semen	425	kg		kg	33,58
Fly Ash	75	kg		kg	5,93

AGG 10-20 mm	819	kg	%	kg	64,70
AGG 05-10 mm	145	kg	%	kg	11,46
Pasir	773	kg	%	kg	61,07
Cosnol SG	1,00	ltr		ltr	0,08
Cosnil SP	3,00	kg	%	kg	0,24
Total	2411				190,5

Sumber: PT. Duta Bangsa Mandiri

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Hasil pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah mencapai umur rencana yang telah ditentukan. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada benda uji yang telah berumur 7 hari, dan 28 hari. Setiap hasil sampel beton kubus diameter 5 cm x 5 cm x 5 cm x 5 cm sehingga dapat distarakan dengan kuat tekan yang mengacu pada SNI yang sudah disepakati (Akmal, Munandar A, 2018).

1. Pengujian Kuat Tekan Beton 7 hari

Pengujian beton pada usia 7 hari umumnya digunakan sebagai indikator untuk memverifikasi bahwa beton telah mencapai kekuatan yang cukup untuk kondisi penggunaan yang direncanakan, Misalnya untuk beton structural. hasil dari pengujian ini memberikan informasi tentang kekuatan beton pada usia tersebut.

Tabel 4 Kuat Tekan Beton

No	Create Date	Test Date	Age (Days)	Weight (Gram)	Dimension			Area (Cm ²)	Compres sion Force (kN)	Compres sion Force (Kg)	Mortar Bulk Density (Gram/cm ³)	Compres sive Strenght (K)	Compres sive Strenght (F'c) (Mpa)	Description
					P (Cm)	L (Cm)	T (Cm)							
1	26/01/2024	23/02/2024	7	282,0	5	5	5	25	170,533	17389,3	2,256	695,6	68,2	5x5x5 S1 (Forcos Renderoc HF Premix)
2	26/01/2024	23/02/2024	7	294,0	5	5	5	25	185,133	16122,8	2,352	644,9	63,2	5x5x5 S2 (Forcos Renderoc HF Premix)
3	26/01/2024	23/02/2024	7	288,0	5	5	5	25	140,116	14287,6	2,304	571,5	56,0	5x5x5 S3 (Forcos Renderoc HF Premix)
4	26/01/2024	23/02/2024	7	2292,0	10	10	10	100	433,258	44179,3	2,292	441,8	43,3	10x10x10 S1 (Forcos Renderoc HF Premix)
5	26/01/2024	23/02/2024	7	2366,0	10	10	10	100	485,837	49540,8	2,366	495,4	48,6	10x10x10 S2 (Forcos Renderoc HF Premix)
6	26/01/2024	23/02/2024	7	2358,0	10	10	10	100	583,537	59503,3	2,358	595,0	58,4	10x10x10 S3 (Forcos Renderoc HF Premix)

Sumber: PT. Duta Bangsa Mandiri

2. Pengujian Kuat Tekan Beton 28 hari

Pengujian beton pada usia 28 hari pada umumnya digunakan untuk menentukan apakah beton siap untuk diberi beban struktural penuh, hasil dari pengujian ini memberikan informasi tentang kekuatan beton pada usia tersebut. Standar kekuatan beton yang

Tabel 5 Kuat Tekan Beton

No	Create Date	Test Date	Age (Days)	Weight (Gram)	Dimension			Area (Cm ²)	Compres sion Force (kN)	Compres sion Force (Kg)	Mortar Bulk Density (Gram/cm ³)	Compres sive Strenght (K)	Compres sive Strenght (F'c) (Mpa)	Description
					P (Cm)	L (Cm)	T (Cm)							
1	26/01/2024	23/02/2024	28	296,0	5	5	5	25	201,351	20531,8	2,368	821,3	80,5	5x5x5 S4 (Forcos Renderoc HF Premix)
2	26/01/2024	23/02/2024	28	298,0	5	5	5	25	181,835	18541,7	2,384	741,7	72,7	5x5x5 S5 (Forcos Renderoc HF Premix)
3	26/01/2024	23/02/2024	28	294,0	5	5	5	25	164,155	16738,9	2,352	669,6	65,7	5x5x5 S6 (Forcos Renderoc HF Premix)
4	26/01/2024	23/02/2024	28	2318,0	10	10	10	100	750,123	76490,0	2,318	764,9	75,0	10x10x10 S4 (Forcos Renderoc HF Premix)
5	26/01/2024	23/02/2024	28	2342,0	10	10	10	100	676,453	68977,9	2,342	689,8	67,6	10x10x10 S5 (Forcos Renderoc HF Premix)
6	26/01/2024	23/02/2024	28	2348,0	10	10	10	100	587,101	59866,7	2,348	598,7	58,7	10x10x10 S6 (Forcos Renderoc HF Premix)

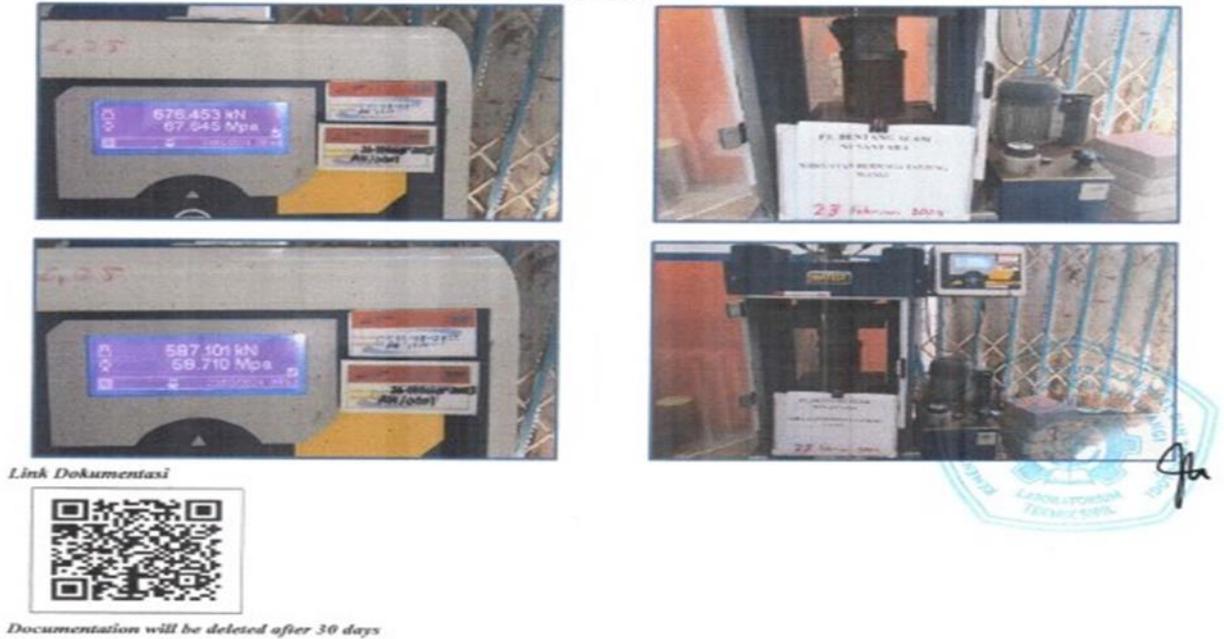
3. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton adalah salah satu metode penting untuk menentukan kekuatan kompresif dari beton, ini merupakan parameter kunci dalam mengevaluasi kualitas

beton yang akan digunakan dalam konstruksi, karena kekuatan tekan beton sangat mempengaruhi kemampuan beton untuk menahan beban structural, Gambar 4.3.3 berikut adalah sebuah proses pengetesan kuat tekan beton yang dilakukan di lokasi pengetesan.



DOCUMENTATION
 Nomor Permohonan: 27/LAB/BT/2024
 (Page 2 of 2)



Gambar 11 Uji Kuat Tekan Beton

Uji Porositas Beton

Pengujian porositas adalah proses untuk menentukan tingkat porositas suatu material, yang mengukur volume pori atau ruang kosong dalam material tersebut (Susanto D, Djauhari Z, Olivia M, 2019).

Tabel 6 Uji Porositas Beton

No	Jenis Pengujian	Jumlah Benda Uji	Rata-Rata
1	Porositas (Beton Kode fc'35 Type 1)	5 Buah	6,99 %
2	Porositas (Beton Kode fc'35 Type 5)	5 Buah	6,99 %

Sumber: Intitut Teknologi Sepuluh Nopember

1. Hasil Uji Porositas Beton fc'35 Type 1

Berikut adalah hasil uji porositas beton fc'35 Type 1 dapat dilihat seperti pada tabel 7 dibawah ini.

Tabel 7 Hasil Uji Porositas Beton

No	Uraian	Satuan	Sample dari Silinder Beton Kode fc'35 Type 1				
			1	2	3	4	5
1	Berat kering oven	gr	819,9	828,4	816,2	798,4	814,9
2	Berat kering permukaan SSD	gr	838,9	848,4	837,0	819,8	839,4
3	Berat kering permukaan SSD setelah rebus	gr	841,1	850,1	839,4	821,5	842,3

4	Berat setelah air rebus	gr	506,4	512,3	505,9	494,5	506,2
5	Penyerapan rendam	%	2,32	2,41	2,55	2,68	3,01
6	Penyerapan rendam dan rebus	%	2,59	2,62	2,84	2,89	3,36
7	Berat jenis kering (g1)	gr/cm ³	2,45	2,45	2,45	2,44	2,42
8	Berat jenis setelah rendam	gr/cm ³	2,51	2,51	2,51	2,51	2,50
9	Berat jenis setelah rendam dan rebus	gr/cm ³	2,51	2,52	2,52	2,51	2,51
10	Berat jenis semu (g2)	gr/cm ³	2,62	2,62	2,63	2,63	2,64
11	Porositas	%	6,33	6,42	6,96	7,06	8,15
Rata-rata		%	6,99				

Sumber: Intitut Teknologi Sepuluh Nopember

2. Hasil Uji Porositas Beton fc'35 Type 5

Berikut adalah hasil uji porositas beton fc'35 Type 5 dapat dilihat seperti pada tabel 8 dibawah ini.

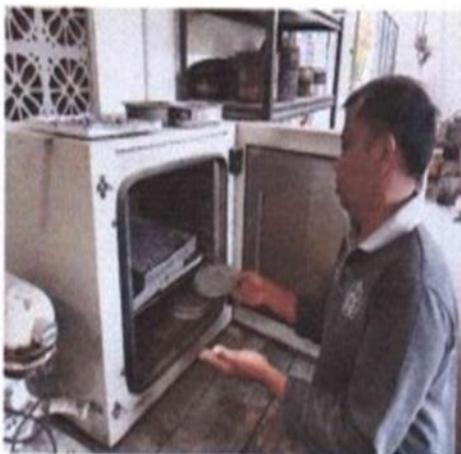
Tabel 8 Hasil Uji Porositas Beton

No	Uraian	Satuan	Sample dari Silinder Beton Kode fc'35 Type 5				
			1	2	3	4	5
1	Berat kering oven	gr	838,3	827,5	808,5	841,3	808,5
2	Berat kering permukaan SSD	gr	859,3	849,1	829,3	867,5	827,7
3	Berat kering permukaan SSD setelah rebus	gr	860,6	850,5	930,7	868,5	829,5
4	Berat setelah air rebus	gr	517,9	513,5	500,6	521,2	501,4
5	Penyerapan rendam	%	2,51	2,61	2,57	3,11	2,37
6	Penyerapan rendam dan rebus	%	2,66	2,78	2,75	3,23	2,60
7	Berat jenis kering (g1)	gr/cm ³	2,45	2,46	2,45	2,42	2,46
8	Berat jenis setelah rendam	gr/cm ³	2,51	2,52	2,51	2,50	2,52
9	Berat jenis setelah rendam dan rebus	gr/cm ³	2,51	2,52	2,52	2,50	2,53
10	Berat jenis semu (g2)	gr/cm ³	2,62	2,64	2,63	2,63	2,63
11	Porositas	%	6,51	6,82	6,96	7,83	6,40
Rata-rata		%	6,86				

Sumber: Intitut Teknologi Sepuluh Nopember

Bukti Dokumentasi Pengujian Porositas

Pengujian porositas untuk perkuatan Dermaga Pelabuhan Tanjung Wangi Banyuwangi ini, dilakukan di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Laboratorium Material dan Struktur Gedung Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada 9 Juli 2024 yang lalu. Untuk benda uji yang di gunakan pada uji porositas ini yaitu beton silinder, bisa dilihat pada gambar 12 dan 13 dokumentasi pengujian porositas berikut.



Gambar 12 Uji Porositas Beton
Sumber: Institut Teknologi Sepuluh Nopember



Gambar 13 Porositas Beton

Sumber: Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Proses Pekerjaan Grouting

1. Material Grouting

Dalam melaksanakan pekerjaan perbaikan pada struktur dermaga, digunakan material yang menunjang pekerjaan tersebut, material untuk perbaikan beton pada umumnya

memiliki sifat karakteristik sama dengan beton mutu tinggi disamping itu dalam aplikasinya juga harus memenuhi syarat-syarat tertentu, diantaranya adalah material tersebut harus flowable agar material dapat mengisi seluruh ruang dalam bekisting termasuk celah-celah sempit (Akmal, Munandar A, 2018).

Renderoc HF PREMIX Produksi Fosroc Indonesia

Material ini adalah : Material Cementitious Microconcrete dengan dual expansion yang sesuai digunakan untuk perbaikan struktur dermaga. Material ini untuk mengganti beton yang sudah terkontaminasi asam chloride. Material tersebut mempunyai spesifikasi :

- Bahan tidak mengandung Chloride
- Mempunyai sifat dual expansion untuk mengantisipasi gejala retak susut pada kondisi basah dan kering.
- Memiliki kemampuan memadatkan diri sendiri tanpa bantuan vibrasi.
- Mempunyai sifat permeabilitas yang rendah, untuk menghambat masuknya ion chloride dan karbon dioksida.
- Mempunyai sifat kekentalan yang rendah sehingga mudah diaplikasikan sepesifikasi bahan grouting

Tabel 9 Renderoc HF PREMIX Produksi Fosroc Indonesia

Metode Test	Hasil test
Kecepatan alir fluida	750 mm dalam 10 detik
Setting time	
Waktu setting awal	6 ½ jam (pd 20 0 C)
Waktu setting akhir	9 jam (pd 20 0 C)
Kuat tekan karakteristik	300 Kg / cm 2 pada umur 3 hari 500 Kg / cm 2 pada umur 7 hari 600 Kg / cm 2 pada umur 28 hari
Modulus elastisitas	33 kN / mm 2 pada umur 28 hari
Kekuatan lekat	66 kN / mm 2 pada umur 28 hari
Berat Jenis	2270 kg / m

Sumber: Fosroc Indonesia

Volume Pekerjaan Grouting

Tabel 10 Volume Pekerjaan Grouting

Backup MC.0 Pekerjaan Grouting Balok dan Pelat

Rekapitulasi Perhitungan		
No	Nama Penanganan	Volume
1	Dermaga 5	0,00
2	Dermaga 5 Pelat	36,10
3	Dermaga 5 Balok	13,38
4	Dermaga 4 Pelat	50,53
5	Dermaga 4 Balok	23,35
6	Dermaga 1 Pelat	21,82
7	Dermaga 1 Balok	4,50
8	Dermaga A 2 Pelat	15,46
9	Dermaga 2 Balok	5,84
10	Dermaga 3 Pelat	48,59
11	Dermaga 3 Balok	22,16
12	Trestel Dermaga 3B Pelat	4,97

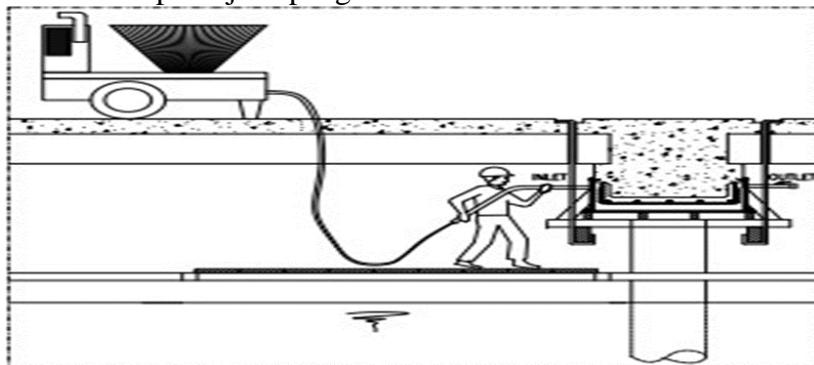
13	Trestel Dermaga 3B Balok	9,76
14	Trestel Dermaga 3A Pelat	3,23
15	Trestel Dermaga 3A Balok	8,74
16	Trestel Dermaga 2 Pelat	0,96
17	Trestel Dermaga 2 Balok	0,86
18	Trestel Dermaga 1 Pelat	0,00
19	Trestel Dermaga 1 Balok	1,69
20	Trestel Dermaga 4 Pelat	2,76
21	Trestel Dermaga 4 Balok	4,84
22	Trestel Dermaga 5B Pelat	0,00
23	Trestel Dermaga 5B Balok	9,79
24	Trestel Dermaga 5A Pelat	2,05
25	Trestel Dermaga 5A Balok	4,14
Jumlah Total		295,49

Sumber: PT. Bentang Alam Nusantara

2. Proses Casting Concrete (Pengecoran Grouting)

Pengecoran dilakukan setelah cetakan beton terpasang dengan kuat, beton yang akan dicor dimasukkan dengan cara ditekan dengan tabung tekan dengan melalui selang yang sudah dipersiapkan pada sisi cetakan beton, sehingga diperoleh kepadatan yang sempurna dan pasta semennya dapat mengisi beton yang sudah di chipping. Beton yang dipergunakan untuk pengecoran adalah beton mutu tinggi yang didalam pengadukannya mepergunakan mixer khusus dengan tingkat RPM tertentu berikut (Sulardi, 2018).

Gambar 14 adalah pekerjaan pengecoran.



Gambar 14 Grouting

Gambar pekerjaan proses grouting pada pelat, balok di dermaga tanjung wangi Banyuwangi, bisa dilihat pada gambar 15 berikut



Gambar 15 Pengecoran Grouting

Pekerjan Pembongkaran Cetakan

Apabila umur beton sudah mencapai 36 jam, maka cetakan beton sudah dapat di buka dan dilakukan pengecekan pada hasil pekerjaan grouting, berikut gambar 16 pekerjaan pembongkaran cetakan.



Gambar 16 Pembongkaran Cetakan

Hasil Pekerjaan Grouting

Berikut adalah hasil pekerjaan grouting pada pelat dermaga tanjong wangi Banyuwangi bisa dilihat pada gambar 17 berikut ini.



Gambar 17 Hasil Grouting Pada Pelat Dermaga

Berikut adalah hasil pekerjaan grouting pada balok dermaga tanjong wangi Banyuwangi bisa dilihat pada gambar 18 dibawah ini.



Gambar 18 Hasil Grouting Pada Balok Dermaga.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan “Metode Grouting Pada Perbaikan Struktur Beton Bertulang di Dermaga Tanjung Wangi PT Pelindo” grouting adalah metode esensial dalam memperkuat dan memperbaiki struktur, yang memerlukan perencanaan dan pelaksanaan yang tepat untuk mencapai hasil yang optimal. Dalam pengerjaan Grouting Dermaga Pelabuhan Tanjung Wangi Banyuwangi, sesuai dengan rumusan masalah yang ada dapat diambil beberapa kesimpulan. Kesimpulan tersebut antara lain yaitu:

1. Dari hasil pengerjaan Grouting menggunakan metode injeksi, dengan menggunakan material Fosroc fx renderoc dengan perbandingan 225 gm/50kg hasil sesuai dan menjadi lebih baik dari target rencana.
2. Untuk target pengerjaan mulai dari pengerjaan awal sampai pengerjaan selesai tidak melebihi target yang ditentukan, atau bisa dikatakan sesuai dengan schedule.
3. Volume yang ditentukan untuk proses pengerjaan grouting adalah kurang dari 50% dari kerusakan pada beton di Dermaga Pelabuhan Tanjung Wangi Banyuwangi.
4. Dari segi kekuatan dari rencana kuat tekan benda uji pada grouting untuk umur 7 hari yang direncanakan ialah 40 Mpa, setelah di uji tes nilai 50 - 60 Mpa, dan untuk umur 28 hari yang direncanakan ialah 60 Mpa setelah di uji tes nilai yang diperoleh 60 -70 Mpa.
5. Setelah melakukan pemeriksaan dan investigasi terkait pekerjaan grouting bersama konsultan dan pelindo telah menetapkan beberapa segmen pekerjaan telah dilakukan grouting.

Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah diperoleh, ada beberapa saran yang dapat diberikan kepada peneliti lain atau instansi terkait.

1. Hasil pengerjaan Grouting menggunakan metode injeksi, dengan menggunakan material Fosroc fx renderoc, Setelah melakukan pemeriksaan dan investigasi terkait pekerjaan grouting bersama konsultan dan pelindo telah menetapkan beberapa segmen pekerjaan telah dilakukan grouting.
2. Untuk penelitian berikutnya perlu dilakukan kajian lagi lebih dalam terkait pengerjaan Grouting dengan metode dan juga maerial yang berbeda pada kasus yang sama berikutnya.
3. Perlu adanya Fender pengaman lagi lebih banyak pada sisi luar dermaga yang bisa mengurangi tingkat getaran pada saat kapal bersandar di wilayah dermaga yang bisa mengakibatkan kerusakan pada bagian dermaga.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Akmal, Munandar A. (2018). Analisa Kelayakan Dimensi Dermaga Pelabuhan Jetty Ujong Kareung Kabupaten Aceh Barat. *Jurnal Teknik Sipil* 7, (2): 117-125.
- Anas M, khan M, Bilal H, Jadoon S, Khan MN . (2022). Fiber Reinforced Concrete A Review. *Jurnal Civil Engineering* 22, (3): 1-7.
- Arianto AS. (2020). Metode Perbaikan dan Pencegahan Beton Bunting Pada Pelaksanaan Kontruksi Beton. *Journal Rekaprima* 6, (2): 21-29.
- Chaitanya JSN, Chandramouli K, Divya K, Rao BK. (2023). A Review on Grouting Technique. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science* 5, (2): 698-702.
- Char A, Pal P. (2022). Study on Various Properties of Reinforced Concrete. *Jurnal Materials Today* 12, (2): 1-6.
- Chemezov D, Pavluchina I, Stepanov O, Zubatov D, Tarason M. (2021). Damage Analysis of Concrete. *International Scientific Journal Theoretical and Applied Science* 7, (99): 52-55.
- Czaenecki L, Gerrylo R, Kuczynski K. (2023). Concrete Repair Durability. *Journal Materials* 13, (1): 35-45.

- Gupta S. (2018). Comparison of Non-Destructive and Destructive Testing on Concrete. A Review Journal Civil Engineering and Its architecture 10, (1): 351-357.
- Indrawati E, Indarto, Soemitro RAA, Permadi N. (2022). Pengaruh Penguatan Grouting Terhadap Beban Maksimum Yang Dapat Diterima Tanah Dasar pada Ruas Jalan Lamongan-Gersik. Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur Dn Fasilitas 7, (6): 53-66.
- Junianto A, Ramadhan RM, Utari JP, Kusdiyono, Junaidi DAP. (2021). Kajian Perbaikan Struktur Perkerasan Kaku Menggunakan Metode Pressure Grouting dengan Material Polyurethana dan Epoxy. Jurnal Teknik Sipil 2, (1): 1-15.
- Liang AM, Koespadi. (2019). Pengaruh Mutu Material Beton Terhadap Efisiensi Biaya Pembangunan Gedung Bertingkat. Narotama Jurnal Teknik Sipil 3, (1): 1-8.
- Liu MW, Chen Y, Zhang XL, Liyang H. (2013). Research on the calculation Methods of New Wharf Structure. Journal of Machanics and Materials 307, (1): 240-243.
- Maulana A, Satria A, Febrianti D. (2022). Identifikasi Jenis dan faktor Penyebab Kerusakan Perkerasan Beton Pada Bahu Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan Boutong-Boutong atue Kabupaten Naganraya). Journal of The Civil Engineering Student 4, (1): 92-98.
- Pahlei AD dan Sakinah W. (2021). Kandungan Nitrat di Perairan Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo. Jurnal Inovasi Sains dan Teknologi Kelautan 2, (2): 38-43.
- Sudarni S. (2021). Metode Grouting Untuk Meningkatkan Daya Dukung Tanag Di Bangunan Stasiun Pompa Drainasi Sibulanan, Pekalongan, Jawa Tengah. Jurnal Teknik Sipil 6, (1): 8-15.
- Sulaiman, Utomo B, Wijana IPA. (2020). Analisis Uji Tidak Merusak Sambungan Las Lambung Frame 103 Bagian Kamar Mesin Kapal. Journal Gema Teknologi 20, (4): 146-152.
- Sulardi. (2018). Metode Perbaikan Spalling dan Delaminating Beton Pondasi Pompa dengan Metode Grouting Flowable Microconcrete. Jurnal Media Ilmiah Teknik Sipil 6, (2): 72-79.
- Sulardi. (2018). Perbaikan dan Proteksi Pondasi Tiang Dermaga Dengan Metode Pile Encapsulation, Borneo Engineering. Jurnal Teknik Sipil 2, (1): 14-21.