

ASSESSMENT BANGUNAN DERMAGA (STUDI KASUS PELABUHAN KHUSUS NAVIGASI KENDARI)

Ikfal Alfianto^{1,*}, Fatma Balany², Fikri Aris Munandar³, Agustan⁴, Erich Nov Putra⁵

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Program Studi Teknik Kelautan, Universitas Halu Oleo¹

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Program Studi Teknik Kelautan, Universitas Halu Oleo²³

Koresponden*, Email: ikfalalfianto@gmail.com

Info Artikel	Abstract
Diajukan Diperbaiki Disetujui Keywords: <i>pire, Non-Destructive Test, Hammer Test, concrete compressive strength, structursl assessment, Navigation Port.</i> Kata kunci: Dermaga, <i>Non-Destructive Test, Hammer Test</i>, kuat tekan beton, <i>Assessment</i> struktur, Pelabuhan Navigasi.	<i>Kendari Special Navigation Port is one of the important infrastructures in supporting the safety of navigation and operational ships in Southeast Sulawesi. As the age of the dock structure increases, and maybe almost reaching 30 years, the visual condition of the concrete structure indicates physical damage such as cracks, porous concrete and corrosion in the dock structure reinforcement. This study aims to determine the quality of the dock structure concrete using the Non-Destructive Test (NDT) method and conclude whether the concrete quality strength still meets the standards required for the current dock structure. This NDT method uses a Schmid Hammer Test tool according to the SNI ASTM C805:2012 standard to determine the concrete quality strength in a non-destructive manner. The testing was carried out on the structural elements of the floor slab, beams and pile caps of the dock, the average concrete quality strength results for the floor slab structure are 30 MPa or 306 kg/cm², for the beam structure the average concrete quality strength value is 22 MPa or 228 kg/cm² and for the pile cap structure of the dock the average concrete quality strength value is 26 MPa or 261 kg/cm². Fom these results, we can conclude that the concrete quality of the floor slabs is still in the medium to high quality category and meets the minimum standards for structures in marine environments. However, the compressive strength values for the beam and pile cap structures do not meet the minimum standards for pier structural elements, requiring further technical evaluation and corrective action to ensure the safety of the pier structure.</i> Abstrak Pelabuhan Khusus Navigasi Kendari merupakan salah satu infrastruktur penting dalam mendukung keselamatan pelayaran dan operasional kapal navigasi di wilayah Sulawesi Tenggara. Seiring bertambahnya usia struktur dermaga yang mencapai ± 30 tahun, secara visual kondisi struktur beton terindikasi kerusakan fisik seperti retakan, keropos beton dan korosi pada tulangan struktur dermaga. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mutu beton struktur dermaga dengan metode <i>Non-Destructive Test (NDT)</i> dan menyimpulkan apakah kuat mutu beton masih memenuhi standar yang di syaratkan pada struktur dermaga saat ini. Metode NDT ini menggunakan alat <i>Schmid Hammer Test</i> sesuai standar SNI ASTM C805:2012 untuk mengetahui kuat mutu beton dengan cara tidak merusak. Pengujian dilakukan pada elemen struktur plat lantai, balok dan <i>pile cap</i> dermaga, hasil kuat mutu beton rata-rata struktur plat lantai 30 MPa atau 306 kg/cm², pada struktur balok nilai kuat mutu beton rata-rata 22 MPa atau 228 kg/cm² dan pada struktur <i>pile cap</i> dermaga nilai kuat mutu beton rata-rata 26 MPa atau 261 kg/cm². Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa mutu beton pada plat lantai masih berada dalam kategori mutu sedang hingga tinggi dan memenuhi standar minimum untuk struktur di lingkungan laut. Namun, pada struktur balok dan <i>pile cap</i> nilai kuat tekan tidak memenuhi standar minimal untuk elemen struktur dermaga, sehingga diperlukan evaluasi teknis lanjutan dan tindakan perbaikan untuk menjamin keselamatan struktur dermaga.

I. PENDAHULUAN

Pelabuhan Khusus Navigasi di Kawasan Jl. Mutiara Kel. Kessilampe Kendari, Kota Kendari, Provinsi Sulawesi Tenggara, merupakan infrastruktur krusial yang mendukung efisiensi layanan navigasi dan keselamatan pelayaran di wilayah perairan Sulawesi Tenggara. Seiring berjalannya waktu, dermaga bisa mengalami penurunan kualitas struktural. Berdasarkan informasi yang diperoleh di lokasi studi bahwa kondisi sekarang, struktur dermaga Pelabuhan Khusus Navigasi Kendari sudah berumur ± 30 tahun. Seiring dengan masa layannya dermaga eksisting ini mengalami beberapa kerusakan yang disebabkan oleh faktor umur, kondisi lingkungan dan beban operasional. Adapun kerusakan diantaranya terjadi retakan, keropos pada beton, korosi pada tulangan struktur dermaga dan penurunan kualitas yang dapat membahayakan keberlangsungan operasional dan keselamatan para pelaku pelayaran.

Oleh Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian dalam bentuk mengevaluasi dan melakukan *assessment* terhadap bangunan pantai (Dermaga) di Pelabuhan tersebut, menggunakan metode pengujian *Non Destructive Test (NDT)* dengan alat uji *Hammer test* sesuai dengan Standar (SNI ASTM C805:2012, 2012). Dengan pengujian di 10 titik berbeda dalam satu area dan jarak antara titik 25 mm. Metode uji ini diterapkan untuk menilai dan menguji kuat mutu beton eksisting yang didasarkan pada kekerasan permukaan beton pada plat lantai, balok, dan pile cap struktur dermaga. Kegiatan penelitian ini dilakukan juga dalam rangka memastikan keamanan dan keberlanjutan operasional oleh dermaga.

Pengujian kuat mutu beton pada struktur dermaga pelabuhan Khusus Navigasi Kendari dilakukan sebagai bagian dari usaha untuk meningkatkan kualitas layanan kepada pengguna, dermaga di Pelabuhan Khusus Navigasi Kendari merupakan dermaga tipe *dolphin*, yang dirancang untuk memberikan kemudahan akses serta meningkatkan efisiensi operasional.

Survei lapangan menjadi metode utama dalam pengumpulan data, guna memastikan akurasi serta kesesuaian informasi dengan kondisi nyata di lapangan. Di samping itu, wawancara dengan pihak terkait, seperti pengelola pelabuhan, teknisi, dan pemangku kepentingan lainnya, telah terbukti memberikan wawasan tambahan yang sangat berharga. Melalui wawancara, dapat diperoleh informasi mendalam mengenai faktor historis, kebijakan pemeliharaan, serta kendala yang dihadapi dalam pengelolaan struktur. Kombinasi metode ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang komprehensif terhadap permasalahan yang diteliti serta membantu dalam merumuskan solusi yang tepat dan aplikatif untuk perbaikan dan penguatan struktur yang ada.

Pada bagian ini berupa uraian latar belakang, studi/penelitian lain yang telah dikerjakan sebelumnya, baik yang dilakukan sendiri maupun oleh orang lain, dan tujuan.

II. METODE

Metode penelitian ini adalah metode kuantitatif, dimana pendekatan ini akan mampu menangkap dan mengungkapkan beberapa kemungkinan untuk memecahkan masalah yang dihadapi, dengan cara menyimpulkan data, menyusun dan menganalisis kemudian mengklarifikasi melalui beberapa cara mengumpulkan data. Penelitian ini dilaksanakan di area dermaga Pelabuhan Khusus Navigasi Kendari sebagai lokasi studi.

2.1 Metode Pengumpulan Data

1. Pengamatan Visual

Pengamatan Visual dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi fisik bangunan. Proses pemeriksaan visual ini difokuskan pada area-area yang telah diidentifikasi sebelumnya atau titik-titik kritis yang menunjukkan indikasi kerusakan fisik yang dapat diamati secara langsung.

2. Pengujian Kuat Tekan Beton dengan *Hammer Test*

Metode pelaksanaan pengujian dengan *Hammer Test* dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Menyiapkan alat *hammer test* yang telah terkalibrasi, perahu dan alat dokumentasi.
- Pada pengujian balok dan *pile cap* tidak dapat dijangkau dari atas dermaga, digunakan perahu kecil sebagai akses ke titik-titik tersebut. Salah satu aspek penting yang menjadi perhatian dalam pengujian adalah kondisi muka air laut rata-rata (MSL). Pengujian pada struktur bagian balok dan *pile cap* hanya dapat dilakukan saat permukaan laut berada pada kondisi mendekati MSL. Hal ini dikarenakan:
 - Saat air pasang, elevasi air melebihi MSL sehingga menutupi bagian bawah dermaga dan menghalangi akses untuk melakukan pengujian *hammer test*.
 - Saat air surut, elevasi air terlalu rendah sehingga perahu tidak dapat menjangkau area bawah dermaga.
- Pengujian ini juga memperhatikan kondisi ombak, karena ombak dapat menyebabkan goyangan pada perahu yang mengganggu kestabilan saat pengujian dan memengaruhi akurasi nilai rebound.

- d. Membersihkan permukaan beton dari kotoran, lumut, atau kelembaban sebelum pengujian agar hasil *hammer test* akurat.
- e. Melakukan pengujian dengan *hammer test* pada titik-titik yang telah ditentukan, pengujian dilakukan 10 titik berbeda dalam satu area, dengan jarak antar titik minimal 25 mm dengan posisi alat tegak lurus terhadap permukaan beton dan tekanan yang konstan.
- f. Tentukan sudut pengambilan sampel, 0° (jika pengambilan di posisi tegak lurus horizontal), -90° (jika pengambilan di posisi tegak lurus ke bawah), 90° (jika pengambilan di posisi tegak lurus ke atas).
- g. Alat *rebound hammer* dipegang dengan kuat dan arahkan hulu palu tegak lurus dengan permukaan yang akan diuji.
- h. Mencatat nilai *rebound* dari setiap titik uji, disertai dokumentasi foto, kondisi permukaan, dan posisi titik pengujian.
- i. Mengulangi pengujian di setiap elemen struktur plat lantai, balok dan *pile cap* sesuai jumlah titik uji yang ditentukan.
- j. Menyimpan dan mengelompokkan data hasil pengujian untuk dianalisis pada tahap selanjutnya.

2.2 Teknik Analisa Data

1. Melakukan Pengamatan Visual

Melalui pengamatan visual ini, dapat diperoleh berbagai informasi mengenai kondisi komponen struktur seperti lendutan, keropos, retak-retak dan korosi pada tulangan struktur dermaga. Hasil pengamatan visual berupa foto-foto elemen struktur baik yang sudah rusak maupun yang masih dalam kondisi baik.



Gambar 2.1 Kondisi Struktur Dermaga
(Sumber: Survey Lapangan, 2025)

2. Pelaksanaan Pengujian *Hammer Test*

Setelah pengamatan visual, dilakukan pengujian kekuatan beton dengan *non-destruktif* menggunakan alat *Schmidt Hammer*. Alat ini berfungsi untuk mengukur kekuatan tekan permukaan beton tanpa menyebabkan kerusakan pada elemen yang diuji. Prinsip kerja alat ini adalah dengan menghitung besar pantulan *plunger* setelah menumbuk permukaan beton.

3. Pencatatan Nilai Rebound

Mengambil nilai pantul dari angka *rebound* pada elemen yang telah ditentukan. Nilai *rebound* yang melebihi 6 tidak akan diambil dari antara titik tumbukan lainnya. Arah titik tumbukan akan dicatat sesuai dengan arah tumbukan pada alat *Hammer test*, dan memberikan kode untuk elemen yang diuji.

4. Pengolahan dan Pengelompokan Data

Data yang terkumpul dari pengujian *Hammer test* akan dikelompokkan terlebih dahulu menggunakan aplikasi Microsoft Excel. Tahapan pengolahan mencakup:

- a. Rekap nilai *rebound* dari seluruh titik uji
- b. Perhitungan rata-rata *rebound* tiap elemen.
- c. Konversi nilai *rebound* menjadi estimasi kuat tekan beton (dalam satuan MPa) berdasarkan tabel kalibrasi.
- d. Pembuatan grafik atau visualisasi untuk menunjukkan distribusi kekuatan beton.

5. Analisis Komparatif

Data hasil observasi dan pengujian selanjutnya dianalisis dengan metode komparatif, yaitu membandingkan standar pelaksanaan pemeliharaan bangunan dermaga sesuai peraturan perundang-undangan dengan realisasi pelaksanaan di lapangan.

6. Pada tahap akhir, hasil analisis ini digunakan untuk menarik kesimpulan dan menyusun rekomendasi yang dapat menjadi masukan bagi pihak pengelola, serta untuk menentukan apakah bangunan dermaga telah memenuhi standar spesifikasi teknis yang ditetapkan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

2.1 Kondisi Eksisting Dermaga

Berdasarkan pengamatan visual yang didapatkan menunjukkan adanya kerusakan pada beton. Bentuk kerusakan yang terjadi berupa retakan, keropos pada beton dan korosi pada tulangan struktur dermaga.



a. Plat Lantai



b. Balok



c. Pile Cap

Gambar 3.1 Kondisi Eksisting Struktur Dermaga
(Sumber: Survey Lapangan, 2025)

2.2 Karakteristik Kapal

Dalam melakukan *assessment* bangunan dermaga, penting untuk mengetahui karakteristik kapal-kapal yang beroperasi di dermaga tersebut. Terdapat dua kapal utama yang bersandar di dermaga Pelabuhan Khusus Navigasi Kendari yaitu KN. Andromeda dan KN. Mayang. Kapal tersebut memiliki karakteristik yang berbeda-beda dan berperan penting dalam operasional pelabuhan. Perbedaan ukuran, bobot, kecepatan, serta intensitas aktivitas masing-masing kapal memberikan dampak pada struktur dermaga, sehingga menjadi pertimbangan utama dalam dilakukannya *assessment* pada dermaga.



TYPE	: Aids Tender Vessel	KECEPATAN	: 11 Knots
TAHUN	: 2009	KAP. TANGKI	: 172 m ³
GRT	: 850 Ton	MAIN ENGINE	: MAX 1800
PANJANG	: 31,94 M	AUX ENGINE	: 2x Caterpillar
Tinggi	: 15,25 M		3400C-TA

a. Kapal Negara Andromeda



TYPE	: AIDIS TENDER VESSEL KLS I	LEBAR	: 9 Meter
TAHUN	: 1996	KECEPATAN	: 9 Knot
GRT	: 454 GT	KAP. TANGKI	: 75,22 KL
PANJANG	: 43 Meter	MAIN ENGINE	: NIKATA 850 PK X 2
Tinggi	: 3,7 Meter	AUX ENGINE	: NIKATA 125 PK (2 Unit)

b. Kapal Negara Mayang

Gambar 3.2 Kapal yang Bersandar di Dermaga Navigasi
(Sumber: Kantor Distrik Navigasi Kelas III Kendari)

2.3 Nilai Kalibrasi Alat

Tabel 3.1 Nilai kalibrasi alat

Test	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hasil Ukur	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76

Standar kalibrasi alat *Hammer Test* = 80 Mpa

Menggunakan persamaan (1) dapat dihitung nilai kalibrasi alat *Hammer Test* yang dipergunakan dengan hasil kalibrasi alat:

$$\begin{aligned}
 \text{Kalibrasi} &= \frac{\text{standar kalibrasi}}{\sum \text{nilai kalibrasi}} \\
 &= \frac{80 \text{ Mpa}}{76} = 1.052
 \end{aligned}$$

2.4 Nilai Koreksi Alat

Tabel 3.2 Hasil pengujian kalibrasi *Hammer Test*

Tipe jenis	MATEST		
No. Seri	1Y0547		
Data kalibrasi	76	76	76
	76	76	76
	76	76	
	76	76	
Rata-rata	76		
Standar	80		
Angka koreksi	1.052		

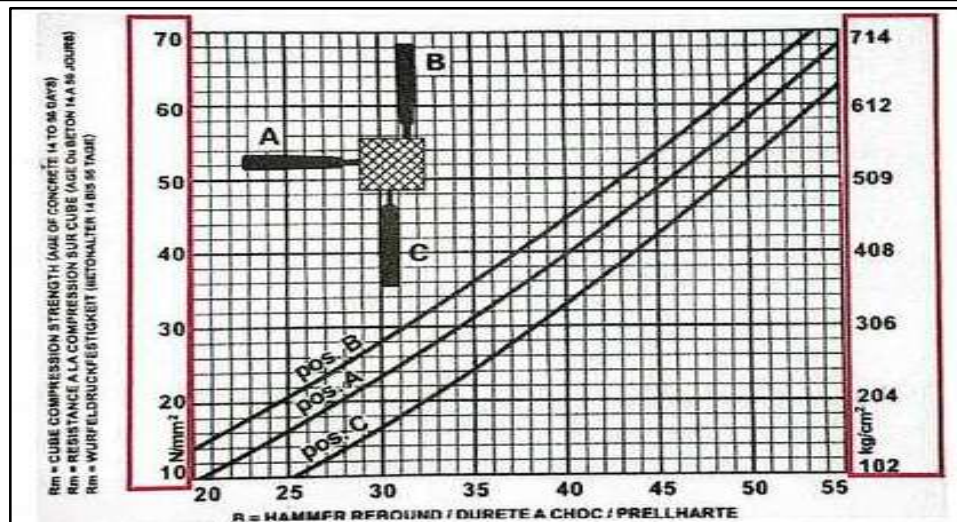
2.5 Pengujian *Hammer Test*



Gambar 3.3 Pengujian *Hammer Test*

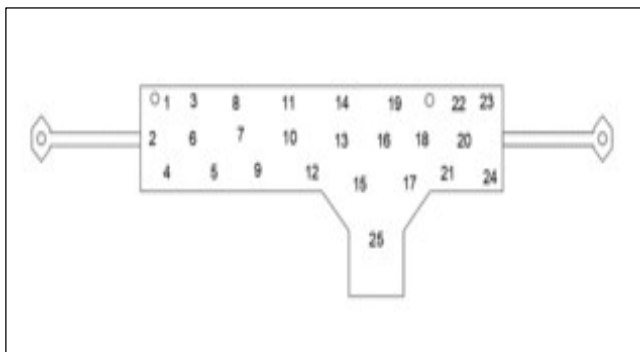
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025)

Pengujian dilakukan secara *non-destruktif* untuk memperoleh estimasi kekuatan tekan beton tanpa merusak elemen struktur, sebagaimana dijelaskan dalam SNI 1974:2011 tentang Metode Pengujian Kekerasan Permukaan Beton dengan Alat Pantul (*Schmidt Hammer*). Pembacaan grafik dapat dilakukan seperti yang tertera pada fisik alat *concrete hammer test* seperti gambar 4.9 dan selanjutnya dianalisis kuat tekan beton setiap titik uji.

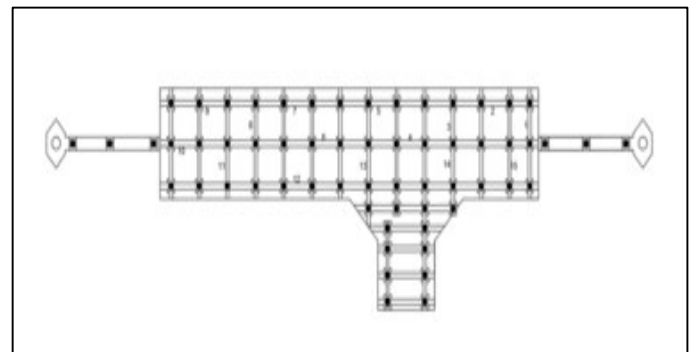


Gambar 3.4 Kurva Hubungan Empiris Nilai *Hammer Test* dengan Kuat Tekan
(Sumber: *Manual Book Matest*, 2023)

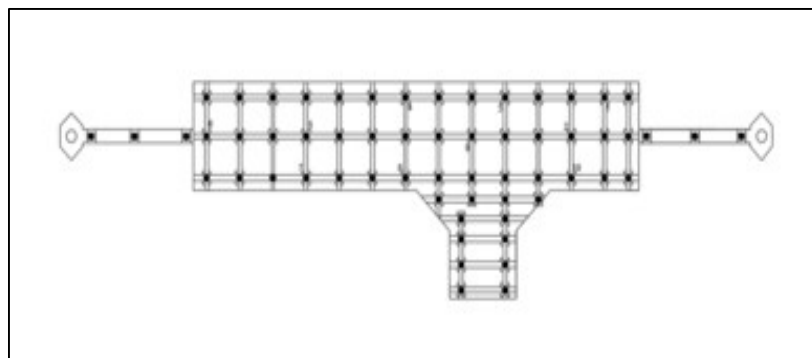
Pengujian dilakukan di bagian plat lantai sebanyak 25 tempat, balok sebanyak 15 tempat dan di bagian *pile cap* dermaga sebanyak 10 tempat, dengan pengujian di 10 titik berbeda dalam satu area, dengan jarak antar titik berkisar $\pm 2,5$ cm.



a. Plat Lantai Dermaga



b. Balok Dermaga



c. *Pile Cap* Dermaga

Gambar 3.5 Sketsa Pengujian Struktur Dermaga

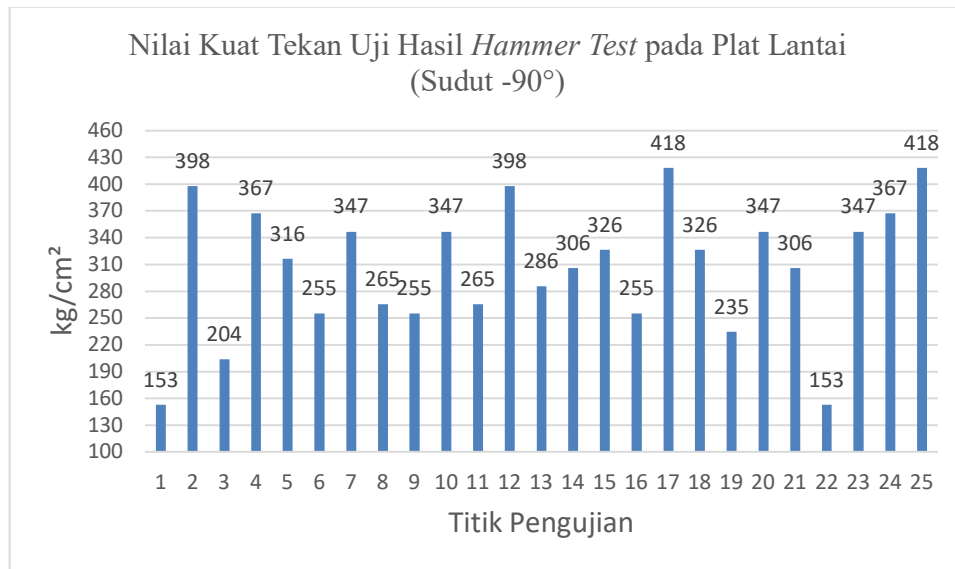
2.6.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton pada Plat Lantai Dermaga Navigasi

Tabel 3.3 Hasil Pengujian *Hammer Test* pada Struktur Plat Lantai Dermaga Navigasi

Sudut Pukulan	Titik	Pembacaan (R) ke										R	Standar Deviasi	Koefisien Variasi	Rata-Rata Terkoreksi Alat	Kuat Tekan Beton Terkoreksi
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					Kg/cm ²
-90°	1	22	24	20	21	20	20	20	20	21	19	21	1.42	6.85	21	153
	2	40	34	40	38	40	32	36	38	38	38	37	2.67	7.15	37	398
	3	24	20	21	31	21	24	35	25	32	30	26	5.29	20.12	25	204
	4	33	36	36	34	38	30	34	34	40	36	35	2.77	7.88	35	367
	5	36	32	24	34	28	30	34	34	35	36	32	3.89	12.04	32	316
	6	34	28	26	23	34	26	33	26	26	24	28	4.14	14.77	28	255
	7	30	38	30	32	38	37	38	38	28	30	34	4.23	12.47	34	347
	8	30	31	28	30	30	28	30	25	30	28	29	1.76	6.08	29	265
	9	25	38	31	22	33	30	24	32	28	27	29	4.78	16.50	28	255
	10	34	32	31	38	34	34	34	34	32	35	34	1.93	5.72	34	347
	11	26	32	28	25	27	30	27	28	30	35	29	3.01	10.46	29	265
	12	40	40	38	28	30	40	34	40	40	35	37	4.55	12.47	37	398
	13	30	28	31	34	32	27	29	32	24	30	30	2.87	9.66	30	286
	14	35	25	32	34	30	25	34	34	32	30	31	3.63	11.69	31	306
	15	32	34	32	34	30	36	34	32	30	32	33	1.90	5.82	33	326
	16	26	27	30	28	31	29	28	28	28	28	28	1.42	5.01	28	255
	17	38	40	37	38	40	35	39	38	38	34	38	1.95	5.16	38	418
	18	32	34	35	32	31	31	32	31	34	34	33	1.51	4.62	33	326
	19	28	31	26	28	30	26	24	26	28	25	27	2.20	8.09	27	235
	20	32	38	32	32	32	36	32	34	36	32	34	2.27	6.76	34	347
	21	33	32	33	32	32	30	32	28	28	32	31	1.87	6.01	31	306
	22	20	21	24	21	20	21	20	21	20	21	21	1.20	5.73	21	153
	23	34	40	28	33	38	35	30	34	32	34	34	3.49	10.32	34	347
	24	36	34	34	33	32	37	36	38	31	37	35	2.35	6.75	35	367
	25	40	35	37	40	40	40	40	38	34	36	38	2.36	6.20	38	418
Rata-Rata															31	306

(Sumber: Hasil Penelitian, 2025)

Dari tabel 4.3 dapat dilihat hasil pengujian *hammer test* diperoleh nilai rata-rata terkoreksi sebesar 31. Berdasarkan kurva kalibrasi alat, nilai tersebut setara dengan kuat tekan beton sebesar 306 kg/cm² atau ± 30 MPa. Dengan demikian, mutu beton tergolong dalam kategori K-300 atau setara dengan mutu f'c 25-35 Mpa.



Gambar 3.6 Grafik Hasil Nilai Pantul *Hammer Test* pada Struktur Plat Lantai
(Sumber: Hasil Penelitian, 2025)

Gambar 4.13 memperlihatkan hasil pengujian kuat tekan beton pada plat lantai menggunakan alat *Hammer Test* pada 25 titik uji. Nilai kuat tekan beton yang diperoleh sangat bervariasi, mulai dari nilai terendah 153 kg/cm² (titik ke-1 dan ke-22) hingga nilai tertinggi sebesar 418 kg/cm² (titik ke-17 dan ke-25).

Jika dibandingkan dengan mutu rencana beton K-300, sebanyak 15 dari 25 titik menunjukkan hasil yang memenuhi atau melampaui standar mutu tersebut, termasuk titik-titik yang mencatat nilai tinggi seperti titik ke-2, 4, 12, 17 dan 25. Namun, terdapat beberapa titik yang menunjukkan hasil di bawah standar seperti pada titik ke-1 (153 kg/cm²), ke-3 (204 kg/cm²), ke-19 (153 kg/cm²) dan ke-22 (235 kg/cm²).

Hasil ini mengindikasikan bahwa meskipun secara umum mutu beton pada plat lantai tergolong baik, terdapat ketidakhomogenan kualitas pada beberapa area yang dapat disebabkan oleh faktor-faktor seperti umur beton yang sudah tua, beban layan berlebih akibat benturan kapal dan aktivitas bongkar muat, atau pengaruh lingkungan seperti paparan air laut dan kelembapan tinggi.

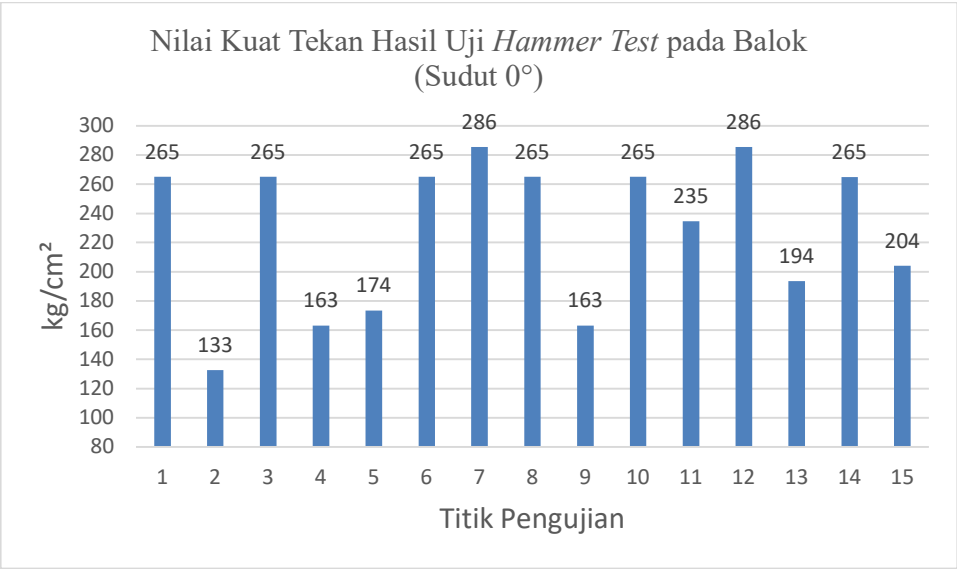
Tabel 3.4 Hasil Pengujian *Hammer Test* pada Struktur Balok Dermaga Navigasi

Sudut Pukulan	Titik	Pembacaan (R) ke										R	Standar Deviasi	Koefisien Variasi	Rata-Rata Terkoreksi Alat	Kuat Tekan Beton Terkoreksi
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
0°	1	35	38	40	31	31	30	31	32	31	31	33	3.46	10.5	32	265
	2	22	24	25	28	20	20	26	24	22	20	23	2.77	12.0	23	133
	3	32	32	30	31	30	32	38	32	32	32	32	2.23	7.0	32	265
	4	20	28	30	21	25	28	22	24	24	30	25	3.65	14.5	25	163
	5	23	31	32	22	20	30	20	30	30	24	26	4.83	18.4	26	174
	6	31	30	30	34	35	36	32	32	32	32	32	2.01	6.2	32	265

Sudut Pukulan	Titik	Pembacaan (R) ke										R	Standar Deviasi	Koefisien Variasi	Rata-Rata Terkoreksi Alat	Kuat Tekan Beton Terkoreksi
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
	7	28	32	30	32	30	35	36	38	36	36	33	3.33	10.0	33	286
	8	30	30	33	35	34	31	35	30	32	32	32	1.99	6.2	32	265
	9	28	28	24	28	28	30	18	24	26	15	25	4.86	19.5	25	163
	10	28	38	32	30	30	32	32	38	30	28	32	3.58	11.3	32	265
	11	30	26	30	28	26	30	34	32	32	28	30	2.63	8.9	30	235
	12	28	30	28	34	34	34	38	36	34	34	33	3.30	10.0	33	286
	13	33	26	38	32	30	30	22	22	26	23	28	5.31	18.8	27	194
	14	34	30	32	32	31	36	28	32	30	34	32	2.33	7.3	32	265
	15	28	30	28	28	28	28	26	28	28	27	28	0.99	3.6	28	204
Rata-Rata																228

(Sumber: Hasil Penelitian, 2025)

Dari tabel 4.4 dapat dilihat hasil pengujian *hammer test* diperoleh nilai rata-rata sebesar 228 kg/cm². Berdasarkan kurva kalibrasi alat, nilai tersebut setara dengan kuat tekan beton sebesar ±22 MPa. Nilai ini menunjukkan bahwa mutu beton berada dalam kategori K-225.



Gambar 3.7 Grafik Hasil Nilai Pantul *Hammer Test* pada Struktur Balok
(Sumber: Hasil Penelitian, 2025)

Gambar 4.14 menyajikan hasil pengujian kuat tekan beton pada balok struktur dermaga navigasi yang diperoleh menggunakan alat uji *Hammer Test* pada 15 titik pengujian. Berdasarkan grafik tersebut, diketahui bahwa nilai kuat tekan beton bervariasi antara 133 hingga 286 kg/cm². Nilai tertinggi tercatat pada titik ke-7 dan 12, masing-masing sebesar 286 kg/cm², sedangkan nilai terendah sebesar 133 kg/cm² terdapat pada titik ke-2.

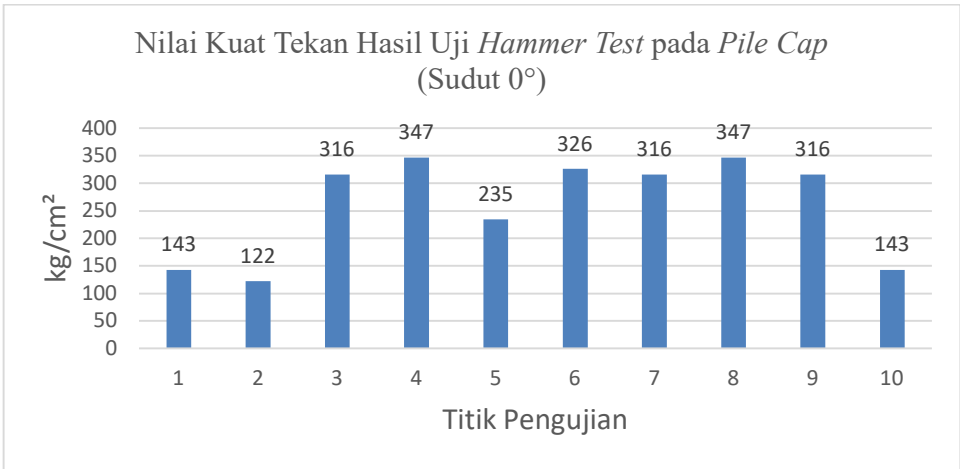
Jika dibandingkan dengan mutu rencana beton K-300, pada struktur balok ini menunjukkan hasil yang tidak memenuhi standar mutu yang ditentukan. Nilai-nilai tersebut mengindikasikan adanya ketidakhomogenan mutu beton pada struktur balok yang disebabkan oleh umur beton yang sudah tua, beban layan berlebih akibat benturan kapal dan aktivitas bongkar muat, atau pengaruh lingkungan seperti paparan air laut dan kelembapan tinggi. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi lebih lanjut terhadap struktur balok untuk memastikan tidak adanya penurunan kualitas struktural yang dapat memengaruhi kinerja dermaga secara keseluruhan.

Tabel 3.5 Hasil Pengujian *Hammer Test* pada Struktur Balok Dermaga Navigasi

Sudut Pukulan	Titik	Pembacaan (R) ke										R	Standar Deviasi	Koefisien Variasi	Rata-Rata Terkoreksi Alat	Kuat Tekan Beton Terkoreksi
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					Kg/cm ²
0°	1	21	28	25	22	21	21	25	27	26	22	24	2.70	11.34	24	143
	2	22	24	22	20	23	25	21	23	20	20	22	1.76	8.02	22	122
	3	30	38	40	33	30	34	40	36	32	40	35	4.06	11.49	35	316
	4	32	31	40	34	40	40	36	40	40	40	37	3.71	9.96	37	347
	5	32	38	26	36	32	26	28	24	32	30	30	4.50	14.81	30	235
	6	34	34	38	40	38	40	40	34	26	38	36	4.37	12.06	36	326
	7	30	32	36	34	32	38	36	36	36	36	35	2.50	7.24	35	316
	8	39	39	40	32	33	36	36	40	40	38	37	2.95	7.90	37	347
	9	35	32	30	40	38	32	34	38	40	34	35	3.53	10.00	35	316
	10	22	22	26	22	24	26	22	28	24	26	24	2.20	9.10	24	143
Rata-Rata															31	261

(Sumber: Hasil Penelitian, 2025)

Dari tabel 4.5 dapat dilihat hasil pengujian *hammer test* diperoleh nilai rata-rata sebesar 261 kg/cm². Berdasarkan kurva kalibrasi alat, nilai tersebut setara dengan kuat tekan beton (f'c) sebesar ±26 MPa. Nilai ini mengindikasikan bahwa mutu beton tergolong dalam kelas K250-K275.



Gambar 3.8 Grafik Hasil Nilai Pantul *Hammer Test* Pada Struktur *Pile Cap*
(Sumber: Hasil Penelitian, 2025)

Gambar 4.15 menunjukkan hasil pengujian kuat tekan beton pada struktur pile cap dermaga navigasi, yang diperoleh menggunakan alat uji Hammer Test pada 10 titik pengujian. Berdasarkan grafik, nilai kuat tekan beton berkisar antara 122 hingga 347 kg/cm². Nilai tertinggi dicapai pada titik ke-4 dan ke-8 sebesar 347 kg/cm², sedangkan nilai terendah sebesar 122 kg/cm² tercatat pada titik ke-2.

Jika dibandingkan dengan mutu rencana beton K-300, maka sebanyak 6 dari 10 titik menunjukkan hasil yang melampaui mutu rencana, yaitu titik ke-3 (316 kg/cm²), ke-4 (347 kg/cm²), ke-6 (326 kg/cm²), ke-7 (316 kg/cm²), ke-8 (347 kg/cm²), dan ke-9 (316 kg/cm²). Sementara, empat titik lainnya yaitu titik ke-1 (143 kg/cm²), ke-2 (122 kg/cm²), ke-5 (235 kg/cm²) dan ke-10 (143 kg/cm²) menunjukkan nilai di bawah standar.

Ketidaksesuaian mutu beton pada beberapa titik dapat disebabkan oleh, umur beton yang sudah tua, beban layan berlebih akibat benturan kapal dan aktivitas bongkar muat, atau pengaruh lingkungan seperti paparan air laut dan kelembapan tinggi. Oleh karena itu, titik-titik dengan nilai di bawah standar perlu ditindaklanjuti dengan pemeriksaan lebih lanjut untuk menjamin keamanan dan keandalan struktur *pile cap* secara keseluruhan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat di tarik kesimpulan penelitian ini, sebagai berikut:

1. Pelaksanaan pengujian kuat tekan mutu beton dengan alat *hammer test* pada Struktur Dermaga Navigasi Kendari yang mengacu pada SNI ASTM C805:2012. Dengan hasil pengolahan data *schmidt Hammer Test* yang didapatkan yaitu:
 - a. Pada struktur plat lantai dermaga perkiraan nilai kuat tekan mutu beton rata-rata 306 kg/cm² atau 30 Mpa, mutu beton berkisar K-300.
 - b. Pada struktur balok dermaga perkiraan nilai kuat tekan mutu beton rata-rata 228 kg/cm² atau 22 Mpa, mutu beton berkisar K225-K250.
 - c. Pada struktur *pile cap* dermaga perkiraan nilai kuat tekan mutu beton rata-rata 261 kg/cm² atau 26 MPa, mutu beton berkisar K250-K300.
2. Standar persyaratan teknis untuk struktur dermaga mengacu pada SNI 2847:2019. Dari hasil pengujian menggunakan alat *hammer test* didapatkan yaitu:
 - a. Kuat tekan mutu beton pada struktur plat lantai dermaga berkisar antara K300-K400, sesuai dengan standar beton bertulang dan dinilai masih memenuhi persyaratan teknis untuk struktur dermaga. Namun, terdapat beberapa titik yang menunjukkan hasil di bawah standar disebabkan oleh umur beton yang sudah tua, beban layan berlebih akibat benturan kapal dan aktivitas bongkar muat, atau pengaruh lingkungan seperti paparan air laut dan kelembapan tinggi.
 - b. Kuat tekan mutu beton pada struktur balok dan *pile cap* dermaga berkisar antara K-225-K275, yang tidak memenuhi standar minimal untuk elemen struktur dermaga, sehingga diperlukan evaluasi teknis lanjutan dan tindakan perbaikan untuk menjamin keselamatan struktur dermaga. Pada struktur *pile cap* terdapat beberapa titik yang menunjukkan hasil masih memenuhi standar persyaratan teknis untuk struktur dermaga.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bahar, S. dkk. (2014). Pedoman Pekerjaan Beton. In *Penambahan Natrium Benzoat Dan Kalium Sorbat (Antiinversi) Dan Kecepatan Pengadukan Sebagai Upaya Penghambatan Reaksi Inversi Pada Nira Tebu*.
- [2] Bambang Triatmodjo. (2010). *Perencanaan Pelabuhan*.
- [3] Cemerlang, P. H. L. (2019). *Uji Kekuatan Beton dengan Hammer Test*. <https://hesa.co.id/uji-kekuatan-beton-dengan-hammer-test/>
- [4] Bahar, S. dkk. (2014). Pedoman Pekerjaan Beton. In *Penambahan Natrium Benzoat Dan Kalium Sorbat (Antiinversi) Dan Kecepatan Pengadukan Sebagai Upaya Penghambatan Reaksi Inversi Pada Nira Tebu*.
- [5] Bambang Triatmodjo. (2010). *Perencanaan Pelabuhan*.
- [6] Cemerlang, P. H. L. (2019). *Uji Kekuatan Beton dengan Hammer Test*. <https://hesa.co.id/uji-kekuatan-beton-dengan-hammer-test/>
- [7] Chairul Paotonan, Caronge, M. A., & Azwar, A. (2019). Survey Kapasitas Teknis Struktur Dermaga Pelabuhan Lampia. *Riset Sains Dan Teknologi Kelautan*, 2(1), 158–163. <https://doi.org/10.62012/sensistek.v2i1.13307>
- [8] DPU. (2018). Pelaksanaan pekerjaan beton untuk jalan dan jembatan. *Badan Penelitian Dan Pengembangan PUPR*, 1–21.
- [9] Eni. (1967). Metode Penelitian. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., Mi, 5–24.
- [10] Farezan, A. R. A., Zain, Z. S., & Ghufroon, M. (2023). Kesiapan Alat Forklift Dan Keterampilanoperator Terhadap Kualitas Kecepatan Bongkar Muat. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 11(1), 642. <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP>
- [11] Humisar Pasaribu, B. dan luki hariantio P. (2024). *Studi Kelayakan Struktur Dermaga Pelabuhan Meulaboh Aceh*. 21(1), 83–92.
- [12] Ii, B. A. B. (2010). 2.2.2. *Jenis Struktur Dermaga*.
- [13] Kalibrasi. (2023). *Pengujian Uji Hammer Test untuk Melihat Kekuatan Beton*. <https://news.kalibrasi.com/uji-hammer-test/>
- [14] Krisnajaya, A., Kadir, A., & Ade Putra, A. (2019). Penyelenggaraan Sarana Bantu Navigasi Pelayaran (SBNP) di Wilayah Sulawesi Tenggara. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 7(3), 225–234. https://ojs.uho.ac.id/index.php/stabilita_jtsuho/article/view/10057/7207
- [15] Muhajir, N. (2017). Metodologi Penelitian Noeng Muhajir. *ResearchGate*, December, 1. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20452.73607>
- [16] Nyoman Budiarta. (2015). *Pelabuhan : Perencanaan dan Perancangan Konstruksi Bangunan Laut dan Pantai Nyoman*.
- [17] Pipit, M. dkk. (2020). Pengertian Beton. In *Journal GEEJ* (Vol. 7, Issue 2, pp. 6–14).
- [18] Ponto, A. (2022). *Analisis Retak Beton Balok Kolom Dengan Sambungan Pasak Akibat Beban Siklik Lateral* (Vol. 9).
- [19] Rada, Y. H. M. (2018). *Prediksi Kekuatan Beton Berdasarkan Parameter Design , Hammer Test dan Test Ultrasonic Pulse Velocity (UPV) Dengan Menggunakan Artificial Neural Network (ANN)* (Vol. 34, Issue 1).
- [20] Sulardi. (2017). *Menentukan Condition Grade Kerusakan Struktur Bangunan Beton Dermaga Dengan Inspeksi Teknik dan Metode Perbaikannya*. 3(2).
- [21] TriMulyono. (2005). *TEKNOLOGI BETON: Dari Teori Ke Praktek*. March.
- [22] Yulistiwati. (2025). *Assessment Bangunan Dermaga (Studi Kasus Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari*.