

PENGARUH PERBEDAAN KERAPATAN *ROUGH COAT* PADA *3LPE COATING* TERHADAP KEKUATAN GESER *CONCRETE* *WEIGHT COATING*

Suryaprana Wahananja^{1*}, Wiwik Dwi Pratiwi², Alvalo Toto Wibowo³

Program Studi Teknik Pengelasan, Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya,
Surabaya 60111^{1*}

Email: surya.wahana5@gmail.com¹

Abstract – The coating process involves applying a protective layer to materials to prevent corrosion. One common pipe coating method uses the 3-layer Polyethylene (3LPE) and Concrete Weight Coating (CWC) techniques. However, shifts between the CWC layer and the 3LPE coating are often observed. This study was conducted to determine the effect of different densities and the application of a Rough Coat. Tests performed included density, compressive strength, and shear strength measurements. The density variations observed were 0 points/mm², 121 points/mm², 256 points/mm², and 441 points/mm². The compressive strength test yielded 34.71 MPa, 30.41 MPa, and 36.78 MPa, all exceeding the acceptance criteria of 24.1 MPa. The shear strength tests indicated that the higher the Rough Coat density, the greater the shear load capacity. The shear strength values for the Rough Coat density variations were 0.44 MPa, 0.78 MPa, 0.98 MPa, and 1.27 MPa, respectively. The results show that density variation and the use of Rough Coat significantly increase frictional force, enabling the coating to withstand larger loads and producing higher shear strength values. The Rough Coat with the highest density achieved the optimal shear strength.

Keyword: 3LPE Coating, Rough Coat, Shear Strength, Compressive Strength

1. PENDAHULUAN

Dalam dunia industri pipa baja PT. XYZ adalah perusahaan yang memproduksi pipa dengan berbagai macam spesifikasi. PT. XYZ berada di Jawa Timur tepatnya, Kabupaten Gresik. Perusahaan ini memiliki pengalaman pada pembuatan pipa. Pabrik ini melayani pembuatan pipa untuk konstruksi hingga pembuatan pipa untuk minyak and gas. Pipa yang diproduksi adalah pipa spiral dan pipa *HFW (High Frequency Welding)*.

Sebagian besar jaringan pipa menggunakan baja sebagai material komponennya, dan mengangkut serta memindahkan produk minyak dan gas dalam jarak yang relatif jauh. Pada umumnya struktur jaringan pipa sebagai penopang proses eksplorasi dan eksploitasi minyak dan gas bumi dapat berlokasi di darat (tanah) maupun di daerah laut (*marine*). Namun tingkat korosifitas tanah yang bervariasi dari suatu geografis yang berbeda, serta tingkat korosifitas lingkungan laut yang tinggi membuat permasalahan korosi menjadi kompleks. Tanah memiliki jangkauan komposisi yang luas dan merupakan lingkungan yang sangat rentan terjadi korosi. Komponen variabel yang seringkali ditemukan didalam tanah adalah kelembaban, oksigen atau kondisi aerasi, kandungan garam, alkalinitas dan tingkat keasaman, serta kemungkinan adanya berbagai bentuk bakteri. Sedangkan kondisi lingkungan laut yang memiliki

kandungan garam sangat tinggi akan menyebabkan lingkungan tersebut sangatlah korosif. Dalam hal ini baja karbon merupakan komponen material yang paling ekonomis untuk struktur pipa, dibandingkan dengan material lainnya. (Callister, 2009)

Pada pipa terdapat beberapa macam metode pelindung coating. Metode yang digunakan untuk coating pipa ada beberapa macam yaitu *single-layer coating* dan *multilayer coating*. Pada *single-layer coating* memiliki keterbatasan dan tidak dapat menyediakan semua sifat yang dibutuhkan oleh pipa dalam berbagai kondisi operasi. Oleh karena itu penambahan lapisan dengan metode *multi-layer coating* diperlukan untuk menutupi keterbatasan dari metode *single-layer coating*. Multi-layer coating yang umum digunakan di dalam industri minyak dan gas adalah *three-layer polyethylene coating (3LPE)* dan *three-layer polypropylene coating (3LPP)*, di mana terdiri dari 3 jenis lapisan yang berbeda. Lapisan pertama berupa *epoxy* sebagai lapisan primer, lapisan kedua berupa adhesive sebagai lapisan perekat, dan lapisan ketiga berupa *polyethylene* atau polipropilene sebagai *top coat*. (Boyun Guo, 2004)

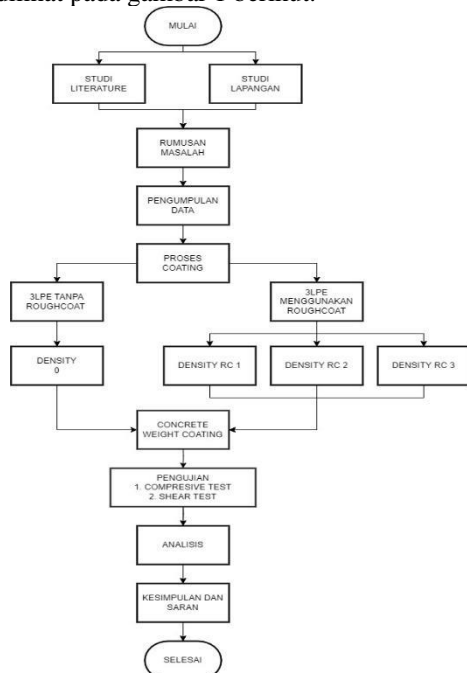
Concrete Weight Coating (CWC) ini berfungsi sebagai lapisan pemberat pipa yang dipasang di perairan agar pipa mendapatkan stabilitas pada saat proses instalasi, maka *concrete weight* dengan berat dan penempatan jarak harus sesuai dengan standart perhitungan dan apabila *concrete*

weight terlalu ringan, jaringan pipa tidak stabil. Selain itu, *Concrete weight* ini berfungsi sebagai pelindung lapisan terdalam pipa dari benturan benda lain atau lingkungan sekitar. Oleh karena itu, sangat penting bahwa pelapis antara *top coat* dan CWC tetap kuat agar tidak bergeser atau mengelupas saat terkena benturan. Untuk mencapai tujuan ini, lapisan setelah *top coat* yang berupa serbuk, juga dikenal sebagai *Rough Coat*, ditambahkan pada lapisan *top coat*. Ini dilakukan untuk mencapai nilai *shear strength* terbaik pada pipa CWC. Penelitian tugas akhir ini melakukan simulasi untuk mengetahui bagaimana dampak pengaruh penggunaan *Rough Coat* pada pipa CWC. Variasi yang diteliti adalah variasi kerapatan *Rough Coat* pada 3LPE coating pada setiap pipa. Karena perlu untuk mengetahui nilai ketahanan lapisan beton dilakukan uji *compressive strength* dan uji *shear strength* untuk mengetahui nilai ketahanan geser pada pipa yang diteliti oleh penulis.

2. METODOLOGI.

2.1 Metode Penelitian

Untuk diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

2.2 Pengujian Density

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan kerapatan *rough coat* yang telah diaplikasikan pada pipa sebelum dilakukan pelapisan menggunakan *concrete*. Dalam percobaan yang akan dilakukan ini menggunakan sampel dari variasi kerapatan *rough coat*. Pengujian *density* menggunakan sampel dengan ukuran 100 mm² dan Persamaan 2.1 dibawah ini digunakan untuk menghitung perbedaan kerapatan pada sampel yang diberi kode RC 0, RC 1, RC 2, dan RC 3.

$$\frac{axb}{p \times l} \quad (1)$$

Dengan:

a x b: persamaan luas persegi

p x l: luas persegi

2.3 Pengujian Compressive Strength

Penggunaan Alat pengujian kekuatan tekan adalah perangkat yang digunakan untuk menguji kekuatan tekan suatu material, seperti beton, batu, atau logam. Rumus kekuatan tekan dapat di hitung dengan membagi beban maksimum dengan luas penampang sampel.

$$\text{Kekuatan Tekan} = \frac{N}{mm^2} \quad (2)$$

Dengan:

N: Beban Maksimum

mm²: Luas Penampang

2.4 Pengujian Shear Strength

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kuat transfer geser antar muka antara lapisan beton dan lapisan awal yang mendasarinya. Specimen uji harus diuji baik dilapangan maupun di laboratorium dengan menggunakan alat uji yang mampu menerapkan beban tegangan aksial yang seragam pada pipa baja untuk mendorong lapisan beton di sepanjang pipa. Tindakan harus diambil untuk menghindari kegagalan local pada lapisan beton Dimana pembebanan diterapkan. Beban maksimum yang ditentukan, laju pembebanan, durasi beban berkelanjutan dan suhu pipa baja harus disepakati dengan pembeli. Beban harus ditingkatkan secara merata sampai beban yang ditentukan tercapai, terjadi selip yang luas, atau lapisan beton rusak. Tegangan geser terjadi ketika dua bagian dari suatu material cenderung bergerak melewati satu sama lain. Ini dapat terjadi pada material seperti beton, logam, atau kayu. Tegangan geser biasanya terjadi sejajar dengan permukaan material, dan penting untuk dihitung dan dipertimbangkan dalam perancangan struktur, terutama pada sambungan dan penggabungan material. Rumus untuk menghitung tegangan geser rata-rata digunakan menggunakan Persamaan 3 berikut:

$$-t = \frac{F}{A} \quad (3)$$

Dengan:

t = tegangan geser

F = gaya yang diterapkan

A = luas *cross-sectional* bahan dengan luas paralel dengan vektor gaya yang diterapkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Density

Rough Coating adalah jenis pelapisan atau permukaan yang memiliki tekstur kasar. Pelapisan ini biasanya digunakan untuk memberikan sifat tertentu pada permukaan,

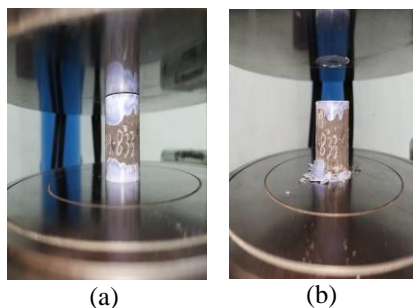
seperti meningkatkan daya cengkeram, ketahanan terhadap aus, atau memberikan tampilan estetis tertentu. Ada 4 sample yang diuji berdasarkan perbedaan *density*.

NO	SAMPEL	DENSITY (titik/mm ²)
1	RC0	0
2	RC1	121
3	RC2	256
4	RC3	441

Tabel 1 Perbedaan Nilai *Density Rough Coat*

3.2 Hasil Pengujian *Compressive Strength*

Compressive core drill test adalah metode pengujian yang digunakan untuk menentukan kekuatan material terhadap tekanan, biasanya beton, dengan mengambil sampel silinder dari struktur yang ada dan mengujinya di laboratorium.



Gambar 2 Proses Uji *Compressive* (a) *Before*, (b) *After*

Uji tekan inti beton ini sering digunakan dalam proyek konstruksi untuk memastikan kualitas beton yang telah digunakan dalam struktur dan untuk mengevaluasi kondisi beton yang ada. Di bawah ini dapat dilihat hasil yang didapatkan dari pengujian 3 sample *concrete*.

NO	SAMPLE	CROSS SECTION AREA (mm ²)	MAX LOAD (kN)	COMPRESIVE STRENGTH (MPa)
1	E1	913.27	36.44	34.71
2	M	926.71	32.39	30.41
3	E2	922.2	39.00	36.78

Tabel 2 Data Hasil Pengujian *Compressive* untuk *Concrete 7 day*

3.3 Hasil Pengujian *Shear Strength*

Shear test (uji geser) bertujuan untuk menentukan kekuatan geser material atau komponen, serta perilaku material tersebut di bawah beban geser. Uji geser membantu dalam mengevaluasi kemampuan material untuk menahan gaya geser sebelum mengalami kegagalan. Ada 4 sample yang diuji berdasarkan perbedaan *density*.



Gambar 3 Persiapan Pengujian

Hasil yang didapatkan dari pengujian 4 sampel yang telah dilakukan untuk mengetahui kekuatan geser dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

NO	CODE	SHEAR AREA (mm ²)	SHEAR LOAD (Ton)	SHEAR STRENGTH (MPa)
1	RC 0	231,660	10,4	0,44
2	RC 1	231,660	18,2	0,78
3	RC 2	231,660	22,7	0,98
4	RC 3	231,660	30	1,29

Tabel 3 Hasil Pengujian *Shear Strength*

4. KESIMPULAN

1. Pengaruh penggunaan *rough coat* pada *3LPE* terhadap *shear strength CWC* adalah sangat berpengaruh pada nilai *shear strength*. Karena semakin renggang jarak antar *rough coat* semakin besar gaya geser yang menyebabkan nilai tekan lebih rendah. Dapat dilihat pada tabel hasil pengujian terdapat nilai yang telah dihasilkan antara yang menggunakan *rough coat* dan tidak menggunakan *rough coat*. Nilai *shear* yang lebih tinggi didapatkan pada sampel yang menggunakan *rough coat* karena menggunakan *rough coat* memiliki gaya geser yang rendah sehingga menyebabkan nilai beban tekanan pada mesin meningkat dibandingkan dengan *coating* yang tidak menggunakan *Rough Coat*.
2. Pengaruh perbedaan *density rough coat* terhadap *shear strength* adalah perbedaan kerapatan memberikan pengaruh karena pada proses *coating* menggunakan *rough coat* dari sampel variasi kerapatan *Rough Coat 1*, *Rough Coat 2* dan *Rough Coat 3* yang memiliki perbedaan kerapatan *rough coat* lebih rapat dapat memperoleh nilai *shear* yang lebih tinggi. Sehingga dapat dipastikan memenuhi *acceptance criteria* yang telah disepakati.

5. SARAN

Saran yang diberikan penulis kepada peneliti yang akan melakukan penelitian selanjutnya antara lain:

1. Pada penelitian selanjutnya gunakan formula yang lebih simple untuk memudahkan perhitungan kerapatan pada *rough coat*.

2. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengujian *compressive strength* dalam waktu perendaman 28 hari.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari penyusunan jurnal ini tidak terlepas dari bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak, penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Wahono dan Ibu Nanik Hartutik yang telah memberikan doa, semangat, motivasi, dukungan selama menempuh pendidikan Diploma IV;
2. Bapak Rachmad Tri Soelistijono, S.T., M.T. selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya;
3. Bapak Priyambodo Nur Ardi Nugroho, S.T., M.T., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Bangunan Kapal;
4. Bapak Mukhlis, S.T., M.T. selaku Koordinator Prodi Teknik Pengelasan;
5. Bapak Imam Khoirul Rohmat, S.ST., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir Prodi Teknik Pengelasan yang telah bijaksana membantu, mengontrol, serta memberi izin penulis untuk mengikuti sidang akhir;
6. Ibu Dr, Ir, Wiwik Dwi Pratiwi, M.T., selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan, masukan, motivasi, saran, dan semangat pada penulis sehingga Tugas Akhir dapat diselesaikan dengan baik;
7. Bapak Alvalo Toto Wibowo, S.ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah berkenan memberikan bimbingan, semangat, motivasi, saran, dan pengetahuan baru pada penulis;
8. Bapak Ibu Dosen Teknik Pengelasan yang telah mendoakan dan memberikan ilmu yang bermanfaat;
9. Bapak Siens, Bapak Elang, Bapak Hariawan, Bapak Indriyatno, Bapak Fauzy, dan Saudara ari yang telah membantu, membimbing, dan memberikan ilmu baru dalam pengerjaan tugas akhir;
10. Seluruh teman-teman D4-Teknik Pengelasan yang telah setia menemani dan berjuang Bersama selama masa perkuliahan;
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas bantuannya dalam penyusunan skripsi ini.
12. Kepada diri sendiri yang sudah berusaha semaksimal mungkin untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya.

7. PUSTAKA

- [1] American Petroleum Institute. (2018). Line Pipe API Specification 5L. April, 205. <https://www.api.org/products-and-services/standards/important-standards-announcements/standard-5l>

- [2] Bahadori, A. (2015). *Essentials of Coating, Painting, and Lining for the Oil, Gas and Petrochemical Industries*. USA: Elsevier Inc
- [3] Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2010). *Materials Science and Engineering an Introduction (Eight Edition ed.)*. USA: John Willey & Son, Inc.
- [4] Chen, Z., & Etsion, I. (2019). *The elastic-plastic contact behavior of rough surfaces with hard coatings*. *Tribology International*, 134, 435–442. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2019.02.025>
- [5] De-Cheng Feng et al (2020) Machine learning-based compressive strength prediction for concrete: An adaptive boosting approach <https://www.elsevier.com/locate/contbuilmat>
- [6] Guo, B. (2005). *Offshore Pipelines*. Louisiana: Elsevier Inc
- Harianto, S., Susilaputra, E., Darto, P., & Fandika, A. (2019). Effect of Squeeze-out and Sizing Ratio to The Residual Circumferential Stress of HFW Pipe. *MATEC Web of Conferences*, 269(January), 04005. <https://doi.org/10.1051/mateconf/20192690405>
- [7] Harianto, S., Susilaputra, E., Darto, P., & Fandika, A. (2019). Effect of Squeeze-out and Sizing Ratio to The Residual Circumferential Stress of HFW Pipe. *MATEC Web of Conferences*, 269(January), 04005. <https://doi.org/10.1051/mateconf/20192690405>
- [8] Havlik, J. A. (2007). *Electrochemical, Chemical and Barrier Action of Zinc Dust/Anticorrosive Pigments Containing Coatings*. Czech Republik: Elsevier Inc
- [9] Heryudhahendra (2017) percobaan-xiii-kekuatan-geser-langsung. <https://heryudhahendra.blogspot.com/2017/12/percobaan-xiii-kekuatan-geser-langsung.html>
- [10] ISO 21809-1 (2018). *Polyolefin coatings (3-Layer PE and 3-Layer PP)*
- [11] ISO 21809-5 (2018). *External concrete coating*
- [12] Octal (2012) Concrete weight coating pipe CWC-submarine pipeline <https://www.octalsteel.com/concrete-coated-pipe/>
- [13] PT. Sumber Makmur Surya Perkasa. (2023) Proses pembuatan pipa welded <https://www.smsperkasa.com/blog/pembuatan-pipa-welded>