

Pelapisan (Coating) Sebagai Upaya Perawatan Struktur Pondasi Tiang Pancang di Jalan Tol Bali Mandara

I Gusti Ngurah Putu Dharmayasa^{1*}, Putu Ariawan¹ dan Ni Putu Asri Nilayanti¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pendidikan Nasional, Jalan Bedugul No.39 Denpasar, Bali – Indonesia 80224

Email: ngurah.dharmayasa@gmail.com

Dikirim: 4 Mei 2023

Direvisi: 21 Juli 2023

Diterima: 26 Juli 2023

ABSTRAK

Pekerjaan pelapisan (coating) termasuk proses penting dalam menjaga keawetan suatu komponen struktur tiang pancang Jalan Tol Bali Mandara. Dalam penelitian ini, sumber data diperoleh dari observasi di lapangan. Pekerjaan *coating* pada tahun 2022 dilakukan oleh PT. Jasamarga Tollroad Maintenance (JMTM) selama 1 bulan dengan melibatkan 40 pekerja. *Coating* dilakukan pada bagian *upper structure* dari pondasi tiang pancang Jalan Tol Bali Mandara pada 3 lokasi yaitu bagian akses Ngurah Rai, area *mainroad* dan area RAMP-4. Proses *coating* tiang pancang ini melalui 2 tahapan pekerjaan di antaranya pembersihan tiang pancang dan pelapisan tiang pancang. Untuk *coating* digunakan 2 bahan pelapis yaitu lapisan *antifouling* dan lapisan *waterproofing* yang mempunyai ketahanan sampai 5 tahun di lingkungan air laut. Jumlah total struktur pada tiang pancang yang dilapisi (coating) mencapai 1490 bagian, yang meliputi bagian akses Ngurah Rai 226 bagian struktur, *mainroad* sebanyak 1076 bagian struktur dan pada bagian RAMP-4 sebanyak 188 bagian struktur. Pemeliharaan struktur pondasi tiang pancang dengan *coating* akan dapat memperlambat kerusakan, sehingga tetap memenuhi standar keamanan dan beroperasi sesuai dengan umur rencana yang telah ditentukan.

Kata kunci: *coating*, tiang pancang, Jalan Tol Bali Mandara

1. PENDAHULUAN

Jalan tol Bali Mandara merupakan jalan tol pertama di Indonesia yang dibangun di atas laut. Jalan tol dengan panjang 12,7 km ini diselesaikan pada bulan Oktober 2013 (Yana et al., 2018) serta menghabiskan total anggaran sebesar 2,4 triliun rupiah (Dewi, 2020). Pondasi yang digunakan pada tol ini adalah tiang pancang dari beton.

Pondasi tiang pancang Jalan Tol Bali Mandara yang berada di atas laut memerlukan perawatan yang intensif dan berkala untuk mengatasi korosi oleh air laut. Usaha perawatan yang dapat dilakukan adalah dengan cara melapisi (coating) bagian permukaan tiang pancang menggunakan lapisan anti *fouling* dan tahan air (waterproofing) (Aulia, 2011; Cahyaningtyas et al., 2017). Kegiatan pelapisan ini dilakukan 1 tahun sekali karena dalam kurun waktu tersebut ketahanan *coating* sudah mulai menurun, sehingga perlu diperbaharui kembali walaupun ketahanan *coating* ini bisa mencapai 5 tahun.

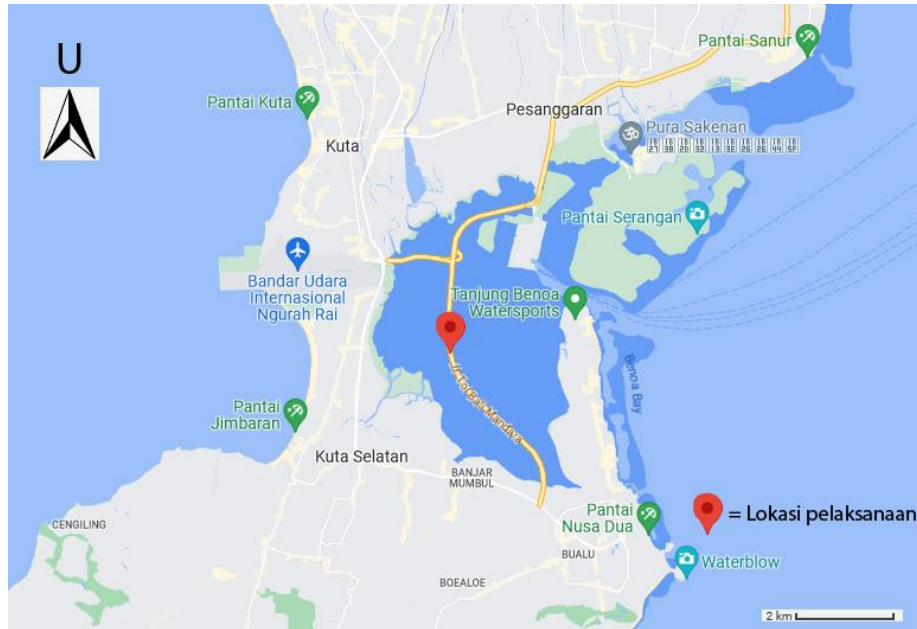
Terdapat tiga penyebab turunnya ketahanan dan kekuatan *coating*. Penyebab pertama adalah karena kualitas *coating* yang digunakan rendah. Jika kualitas *coating* yang digunakan rendah, maka akan banyak menimbulkan retak-retak pada lapisan *coating* yang digunakan, sehingga efektivitas dari *coating* tidak maksimal. Penyebab kedua karena *coating* selalu terendam air sehingga ketahanannya akan berkurang. Selain itu adanya akumulasi pertumbuhan dari organisme laut yang hidupnya menempel pada permukaan material yang terendam pada air laut (biofouling) dapat mempercepat rusaknya lapisan *coating* yang digunakan (Al-Kautsar et al., 2020). Penyebab ketiga adalah proses pengaplikasian *coating* pada permukaan tiang yang tidak sempurna. Akibatnya, *coating* yang digunakan tidak menempel sempurna pada permukaan tiang pancang sehingga nantinya akan menggelembung.

Kegiatan pelapisan ini dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi masuknya air ke dalam tiang pancang karena adanya retak rambut atau lubang yang dapat mengakibatkan korosi pada tulangan tiang pancang, maka akan menyebabkan melemahnya kekuatan struktur jalan tol. Dari uraian di atas, maka perlu atau penting untuk dibahas mengenai proses atau tahapan pelapisan (coating) serta bagian-bagian mana saja yang dilakukan pelapisan (coating) pada pondasi tiang pancang di Jalan Tol Bali Mandara, sehingga pelaksanaan pemeliharaan pondasi tiang pancang di Jalan Tol Bali Mandara dapat diketahui oleh masyarakat. Hal lain yang juga penting untuk diketahui adalah manfaat dari pelapisan (coating) pada pondasi tiang pancang

sehingga Jalan Tol Bali Mandara dapat beroperasi dengan optimal, aman dan kokoh dalam melayani masyarakat.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi pelaksanaan pelapisan (*coating*) tiang pancang ini adalah di Jalan Tol Bali Mandara yang terletak di Teluk Benoa, menghubungkan antara Kota Denpasar, Pelabuhan Benoa, Bandara Internasional Ngurah Rai, dan Nusa Dua di Provinsi Bali, Indonesia. Jalan tol ini melintasi Kota Denpasar dan Kabupaten Badung. Lokasi kegiatan pelapisan (*coating*) ditampilkan pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Lokasi pelaksanaan *coating* pondasi tiang pancang di Jalan Tol Bali Mandara

Sumber data diperoleh dari observasi ketika tim pelaksana bekerja di lapangan. Pekerjaan *coating* tahun 2022 dilakukan oleh PT. Jasamarga Tollroad Maintenance (JMTM). Pekerjaan *coating* dilakukan selama 1 bulan dari tanggal 1 April 2022 - 31 April 2022 dan dilakukan pada bagian *upper structure* dari pondasi tiang pancang jalan Tol Bali Mandara yang dibagi menjadi tiga lokasi yaitu bagian akses Ngurah Rai, area *mainroad* dan area RAMP-4.

Dalam pelaksanaan *coating* tiang pancang ini melalui 2 tahapan yaitu pembersihan tiang pancang dan pelapisan tiang pancang. Pekerjaan pembersihan dilakukan untuk menghilangkan atau membersihkan kotoran dan sisa *coating* yang rusak menggunakan kape dan amplas. Kegiatan pembersihan ini bertujuan agar nantinya *coating* yang digunakan untuk melapisi bagian dari tiang pancang dapat menempel sempurna. Setelah dinilai cukup bersih permukaan tiang pancang kemudian dicuci dengan menggunakan *water jet* untuk menghilangkan sisa biota laut dan menetralkan kadar garam air laut (Kurniawan & Periyanto, 2018).

Setelah dilakukan pembersihan dengan baik, maka dilanjutkan dengan proses *coating*. Dalam pekerjaan *coating* tiang pancang ini, agar mendapatkan hasil yang optimal, maka digunakan dua jenis pelapis yaitu lapisan *antifouling* dan *waterproofing*. Lapisan *antifouling* mengandung biosida aktif tembaga (CuO) dan *booster* seng oksida (ZnO) serta titanium oksida (TiO) yang memiliki ukuran partikel skala mikrometer (Bhoj et al., 2021; Sonjaya, 2016). Fungsi dari lapisan ini yaitu sebagai pencegah menempelnya biota laut yang dapat merusak permukaan dari tiang pancang (Priyotomo et al., 2018; Winarsih, 2018). Sedangkan lapisan *waterproof* berfungsi untuk melapisi beton untuk mencegah masuknya air ke dalam pori-pori beton, sehingga dapat mencegah terjadi perkaratan pada pondasi tiang pancang (Zhao et al., 2020).

Lapisan *waterproof* yang digunakan sebagai pelapis tiang pancang beton adalah pelapis eksterior yang tahan terhadap pengaruh cuaca jangka panjang. Pelapis ini terbuat dari *polyurethane acrylic* berbahan dasar *solvent*. Produk ini memiliki ketahanan yang baik terhadap cuaca, tahan pengaruh sinar ultra violet (UV), dapat mencegah rembesan air hujan ke dalam lapisan beton, tahan alkali, memiliki tingkat *gloss* yang bertahan dalam jangka waktu yang lama mencapai 5 tahun di lingkungan air laut (Joseph, 2019).

Ketebalan masing masing dari lapisan yang digunakan pada saat proses *coating* struktur tiang pancang beton di Jalan Tol Bali Mandara yaitu berkisar antara 350 μm - 700 μm . Ketahanan lapisan dengan ketebalan di atas telah diterapkan dalam penelitian untuk mengatasi kerusakan pada struktur jembatan akibat biota laut yang dilakukan pada beberapa lokasi yaitu dermaga Muara Baru, Jakarta dan Jembatan Tol Suramadu, Jawa Timur (Sonjaya, 2016). Kondisi ini sesuai dengan tiang pancang di Jalan Tol Bali Mandara karena sering terpapar sinar matahari dan terendam air laut dalam jangka waktu yang panjang.

Pelaksanaan *coating* dilaksanakan oleh 40 tenaga kerja, yang terdiri dari pelaksana 4 orang, pekerja yang 34 orang dan *site manager* 2 orang. Adapun alat-alat yang diperlukan dalam pekerjaan *coating* ini diantaranya:

1. *Kape / Scraper*
Kape merupakan pisau dempul berfungsi untuk mengerok lapisan *coating* lama yang terdapat pada struktur tiang pancang. Pengerikan lapisan *coating* lama pada struktur tiang pancang ini bertujuan agar *coating* yang diaplikasikan dapat menempel dengan sempurna. Selain itu kape digunakan sebagai alat bantu untuk menambal lubang dan retakan yang terdapat pada struktur tiang pancang agar nantinya hasil *coating* terlihat sempurna dan tidak bertekstur.
2. *Amplas*
Amplas adalah kertas pasir yang digunakan untuk menghaluskan bagian permukaan struktur tiang pancang yang kasar yang diakibatkan karena adanya jamur dan bekas *coating* yang terkelupas atau rusak. Sehingga pengamplasan pada permukaan struktur tiang pancang dapat membuat pengaplikasian *coating* lebih mudah untuk dilakukan dan hasil yang didapatkan menjadi lebih halus.
3. *Water Jet*
Water jet adalah sebuah alat yang digunakan dengan jalan menyemprotkan air yang bertekanan dan kecepatan tinggi ke permukaan benda kerja. Fungsi dari alat ini dalam kegiatan *coating* yaitu untuk membersihkan permukaan tiang pancang dari kotoran atau biota laut yang menempel agar permukaan tiang pancang menjadi bersih sehingga *coating* yang diaplikasikan pada tiang pancang dapat menempel sempurna.
4. *Roll Cat*
Roll cat ini digunakan untuk mengaplikasikan *coating* bagian permukaan tiang pancang yang relatif luas. Penggunaan *roll cat* ini akan membuat lapisan *coating* lebih rata, halus, dan cepat diselesaikan. Hal tersebut membuat pekerjaan *coating* menjadi lebih cepat. Terdapat dua jenis ukuran *roll cat*, yakni besar dan kecil. *Roll cat* besar digunakan untuk mengaplikasikan *coating* pada bagian yang luas. Sementara itu, *roll cat* kecil digunakan untuk daerah yang kurang rata atau sulit dijangkau sehingga hasilnya akan terlihat lebih rapi dan halus.
5. *Scaffolding*
Scaffold (perancah) adalah bangunan dari rangkaian pipa besi yang dibentuk sedemikian rupa dan digunakan sebagai penyangga tenaga kerja, bahan-bahan, dan alat-alat pada pekerjaan konstruksi bangunan yang nantinya dibutuhkan dalam pekerjaan *coating*. Mengingat tiang pancang yang terdapat pada struktur Jalan Tol Bali Mandara terbilang tinggi dan sulit untuk dijangkau.
6. *Genset*
Genset (generator set) yaitu suatu mesin atau perangkat yang terdiri dari pembangkit listrik (generator) yang berfungsi menghasilkan suatu tenaga listrik dengan besaran tertentu. Dalam pekerjaan *coating* ini *genset* digunakan sebagai pembangkit listrik yang digunakan pekerja untuk menjalankan alat alat kelistrikan yang dibutuhkan untuk menjalankan pekerjaan *coating* di lapangan.
7. *Hand Tool*
Hand tool merupakan peralatan yang dalam penggunaannya menggunakan tenaga manusia. Bagian bagian dari *hand tool* yaitu ada kunci, obeng, tang dan palu. Dalam pekerjaan *coating* ini *hand tool* sangat diperlukan karena dapat digunakan memperbaiki alat-alat penunjang pekerjaan contohnya seperti untuk perakitan *scaffolding* dan memperbaiki perkakas bila ada kerusakan ketika pekerjaan berlangsung.

Sesuai dengan tahapan dan peralatan yang dibutuhkan, maka pelaksanaan pekerjaan *coating* struktur pondasi tiang pancang dapat dilaksanakan sesuai dengan rencana. Sehingga struktur jalan tol dapat terpelihara dan memberikan layanan yang optimal bagi masyarakat yang memakainya.

3. HASIL DAN DISKUSI

Sesuai dengan metode pengerjaan serta tahapan yang dilalui, sebelum dilakukan pelapisan (*coating*) pada tiang pancang terlebih dahulu dilakukan pembersihan untuk menghilangkan kotoran yang melekat pada tiang. Tujuan dari pembersihan ini agar *coating* yang dipakai dapat melekat dengan maksimum sesuai dengan yang diharapkan. Pembersihan dilakukan dengan mengamplas dan kotoran atau kerak yang keras dibersihkan dengan kape. Setelah seluruh permukaan tiang pancang dibersihkan maka dilanjutkan dengan pelapisan (*coating*). Berikut ini adalah kondisi tiang pancang sebelum dan sesudah pelapisan (*coating*) dapat dilihat pada Gambar 2 – Gambar 4. Pada Gambar 2 diperlihatkan kondisi tiang pancang sebelum pelapisan (*coating*), terlihat tiang pancang belum dibersihkan dan terlihat juga proses korosi sudah mulai terjadi. Pada Gambar 3 diperlihatkan proses pelapisan (*coating*) tiang pancang sudah mencapai 50 %. Terlihat sebagian besar tiang pancang sudah dilapisi (*coating*) dan ada beberapa bagian yang belum dilapisi (*coating*) dengan sempurna. Pada Gambar 4 terlihat bahwa pelaksanaan pelapisan (*coating*) telah mencapai 100% yaitu telah dilakukan pada seluruh bagian tiang pancang sehingga bagian-bagian yang telah mengalami korosi telah tertutupi oleh *coating*.



Gambar 2. Tiang pondasi sebelum dilakukan pelapisan (*coating*)



Gambar 3. Progres pelapisan (*coating*) pada tahap 50 %



Gambar 4. Progres *coating* telah mencapai 100 %

Dari pelaksanaan *coating* di lapangan selama satu bulan, telah dilakukan pada 1490 bagian pondasi tiang pancang jalan tol. Bagian-bagian tersebut adalah bagian akses Ngurah Rai sebanyak 226 bagian struktur, pada bagian *mainroad* sebanyak 1076 bagian struktur dan pada bagian RAMP-4 sebanyak 188 bagian struktur. Berikut ini detail jumlah bagian struktur tiang pancang yang dilapisi (*coating*) di Jalan Tol Bali Mandara yang dirangkum pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Data area dan jumlah struktur tiang pancang yang telah dilapisi (*coating*)

No	Area / jenis struktur		Bagian yang dilapisi (coating)	Jumlah struktur	Keterangan
1	Akses Rai	Ngurah	Pier head 4 tiang	8	AREA NO. P.0119 - P. 0135N
			Pier head 3 tiang	14	AREA NO. P.0119 - P. 0135N
			Balok bawah	52	AREA NO. P.0119 - P. 0135N
			Footing	76	AREA NO. P.0119 - P. 0135N
			Kolom	76	AREA NO. P.0119 - P. 0135N
Jumlah				226	
2	Area main road		Balok bawah 4 tiang	144	AREA NO. P.0694 - P. 0756
			Balok bawah 3 tiang	64	AREA NO. P.0694 - P. 0756
			Balok bawah 2 tiang	56	AREA NO. P.0694 - P. 0756
			Pier head 4 tiang	48	AREA NO. P.0694 - P. 0756
			Pier head 3 tiang	32	AREA NO. P.0694 - P. 0756
			Pier head 2 tiang	56	AREA NO. P.0694 - P. 0756
			Footing	338	AREA NO. P.0694 - P. 0756
			Kolom	338	AREA NO. P.0694 - P. 0756
Jumlah				1076	
3	Area RAMP-4		Balok bawah 2 tiang	38	AREA NO. P.0157i - P. 0205i
			Balok tengah membujur	102	AREA NO. P.0157i - P. 0205i
			Balok tengah melintang	48	AREA NO. P.0157i - P. 0205i
Jumlah				188	
Total				1490	

Berdasarkan gambar-gambar dan tabel di atas dapat dinyatakan bahwa pekerjaan *coating* di tiga area telah berjalan lancar dan hasilnya sesuai dengan standar mutu oleh PT Jasamarga Bali Tol, yaitu ketebalan *coating* antara 350 μm - 700 μm . *Coating* yang digunakan merupakan produk yang telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI), sehingga mutunya dapat terjamin (Cahyadi, 2020). Struktur pondasi tiang pancang Jalan Tol Bali Mandara yang awalnya terdapat kerusakan pada lapisan *coating*, bagian yang retak dan kotor

akibat biota laut setelah dilakukan pelapisan (coating) dalam kurun waktu 1 bulan menjadi bersih kembali dan terlihat baru.

Pemeliharaan tiang pancang ini sangat vital untuk menjaga keamanan struktur jalan tol sehingga dapat terjaga kekuatan dan stabilitas stuktur (Tim Editorial Rumah.com, 2020). Pemeliharaan struktur pondsi tiang pancang ini juga berperan mengurangi kerusakan yang lebih besar ketika terjadi bencana alam misalnya gempa (Kementerian PUPR, 2017). Hal ini dapat meningkatkan efisiensi karena mengurangi biaya perbaikan dan meningkatkan layanan.

Dengan memperlambat kerusakan, menjadikan struktur pondasi tiang pancang tetap kokoh dan aman sehingga dapat beroperasi sesuai dengan umur rencana dan melancarkan kegiatan transportasi untuk masyarakat. Secara keseluruhan, pemeliharaan tiang pancang sangat penting untuk memastikan keberlanjutan, keamanan dan keselamatan bangunan (Agustina, 2015).

4. KESIMPULAN

Pelapisan (coating) merupakan proses penting dalam menjaga keawetan suatu komponen struktur, salah satunya adalah perawatan tiang pancang. Pekerjaan *coating* ini dilakukan pada bagian *upper structure* dari pondasi tiang pancang jalan Tol Bali Mandara yang dibagi menjadi 3 lokasi yaitu bagian akses Ngurah Rai, area *mainroad* dan area RAMP-4. Dalam pengerjaan *coating* tiang pancang ini terdapat 2 tahapan proses di antaranya pembersihan tiang pancang dan *coating* pada tiang pancang. Jumlah total struktur pada tiang pancang mencapai 1490 bagian. Bagian-bagian tersebut adalah bagian akses Ngurah Rai sebanyak 226 bagian struktur, pada bagian *main road* sebanyak 1076 bagian struktur dan pada bagian RAMP-4 sebanyak 188 bagian struktur.

Berdasarkan proses *coating* yang telah dilakukan, maka struktur pondasi tiang pancang pada Jalan Tol Bali Mandara telah bersih kembali serta terlihat seperti baru. Dengan melakukan pemeliharaan struktur pondasi tiang pancang dengan *coating* pada Jalan Tol Bali Mandara ini, maka akan dapat memperlambat kerusakan, sehingga tetap memenuhi standar keamanan. Selanjutnya *coating* sebaiknya dilakukan secara berkala untuk menjaga kekuatan struktur Jalan Tol Bali Mandara sehingga dapat beroperasi sesuai dengan umur rencana yang telah ditentukan untuk memberikan pelayanan yang optimal bagi masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, D. H. (2015). Evaluasi dan Rehabilitasi Struktur Bangunan Yang Telah Berdiri. *Jurnal Dimensi*, 4(3).
- Al-Kautsar, W., Perdanawati, R. A., & Noverma, N. (2020). Laju penempelan macrofouling pada tiang pancang jembatan Suramadu. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*, 3(2).
- Aulia, U. N. (2011). *Eksplorasi potensi dan fungsi senyawa bioaktif ascidian Didemnum molle sebagai antifouling*. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Bhoj, Y., Tharmavaram, M., & Rawtani, D. (2021). A comprehensive approach to antifouling strategies in desalination, marine environment, and wastewater treatment. *Chemical Physics Impact*, 2, 100008.
- Cahyadi, D. (2020). Standardisasi Cat Pemantul Panas untuk Efisiensi Energi dan Pengurangan Emisi Gas Buang pada Bangunan. *Pertemuan Dan Presentasi Ilmiah Standardisasi*, 123-132.
- Cahyaningtyas, G. A., Iranawati, F., & Dewi, C. S. (2017). Aktivitas Antifouling *Avicennia marina* Terhadap Macrofouler *Perna viridis*. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 1(1), 1-5.
- Dewi, P. S. K. (2020). Manajemen Strategi Tol Bali Mandara Di Masa Pandemi Covid19. *Jurnal Tambora*, 4(3), 58-62.
- Joseph, J. (2019). *The durability of polyurethane protective coatings for sub-marine applications*. Doctoral dissertation. University of Portsmouth.
- Kementerian PUPR. (2017). *Simantu Kementerian PUPR*. Simantu. https://simantu.pu.go.id/epel/edok/c8fb5_MDL_Penanggulangan_Bencana.pdf
- Kurniawan, W. D., & Periyanto, P. (2018). Proses Sandblasting dan Coating Pada Kapal di PT. Dok Perkapalan Surabaya. *Otopro*, 13(2), 44-53.
- Priyotomo, G., Nuraini, L., & Prifiarni, S. (2018). A short review of antifouling paint performance in tropical seawater of Indonesia. *Research & Development in Material Science*, 8(4).
- Sonjaya, H. G. (2016). *Cat Antifouling Untuk Penanganan Kerusakan Struktur Jembatan Akibat Biota Penempel*. Bandung: Puslitbang Jalan dan Jembatan, Kementrian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat

- Tim Editorial Rumah.com. (2020). *Pondasi Tiang Pancang, Penjelasan, Jenis, Dan Kelebihannya - rumah.com*. Pondasi Tiang Pancang, Penjelasan, Jenis, dan Kelebihannya. <https://www.rumah.com/panduan-properti/pondasi-tiang-pancang-29603>
- Winarsih, R. (2018). *Pengaruh Komposisi Ekstrak Sargassum Duplicatum dan Zno Sebagai Pigmen Aktif Pada Cat Antifouling Untuk Ketahanan Terhadap Biofouling Pada Mild Steel di Lingkungan Air Laut*. Tugas Akhir. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Yana, A. A. G., Astana, I. N. Y., & Salasa, B. S. (2018). Efektivitas Layanan Jalan Tol Bali Mandara Dalam Memenuhi Kepuasan Pengguna. *Jurnal Spektran*, 6(2), 224-233.
- Zhao, W., Tu, Z., Yao, J., & Liu, X. (2020). New Structure of Impervious Steel Sheet Pile in Foundation Slab. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 568(1), p. 012032). IOP Publishing.