

P-5

**PERBAIKAN PONDASI TIANG STRUKTUR *FACE FENDER*  
DENGAN METODE PONDASI TIRUAN AKAR MAHONI TIRUAN**

***IMPROVEMENT OF FACE FACE STRUCTURE FOUNDATION WITH  
ARTIFICIALMAHOGANY ROOT FOUNDATION METHOD***

**Sulardi<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tridharma, Jln. A.W Syahrani No.7, Balikpapan

<sup>\*</sup>E-mail: Sulardikm61@yahoo.com

Diterima 10-09-2018	Diperbaiki 08-10-2018	Disetujui 05-11-2018
---------------------	-----------------------	----------------------

**ABSTRAK**

Permasalahan yang dihadapi adalah masalah kesulitan penggantian pondasi tiang struktur face fender yang rusak dan tidak terpasang diposisinya. Tujuan penelitian adalah untuk memberikan gambaran spesifikasi, bentuk dan konfigurasi pondasi akar mahoni tiruan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian terpakai dengan pendekatan studi kasus pada proyek pekerjaan perbaikan struktur face fender dermaga No.2 PT Pertamina RU V Balikpapan. Metode Pondasi Akar Mahoni tiruan adalah improvement teknologi tepat guna berupa pondasi tiang yang cara bertumpunya ditinjau dasar menyerupai konfigurasi akar mahoni tiruan dan terbukti dapat diaplikasikan dan digunakan dengan baik di PT. Pertamina RU V Balikpapan dan masih berfungsi dengan baik hingga saat ini.

**Kata kunci:** *Struktur face fender, pondasi akar mahoni tiruan*

**ABSTRACT**

*The problem faced is the problem of difficulty replacing the foundation of fender structure of broken fender structure and not installed in position. The purpose of this research is to give description of specification, shape and configuration of mahogany root foundation root. The method used in this research is the research method used with the case study approach on the job improvement work of the face fender dock construction of PT Pertamina RU V Balikpapan. The method of Foundation of artificial Mahogany Root is the improvement of appropriate technology in the form of a pile foundation which is a way of relying on ground ground resembles root configuration of artificial mahogany and proven to be applied and used well in PT. Pertamina RU V Balikpapan and still function well until now.*

**Keywords:** *Fender face structure, artificial mahogany root foundation*

**PENDAHULUAN**

**1.1 Permasalahan**

Guna menunjang kelancaran operasinya PT.Pertamina RU V Balikpapan membangun beberapa unit dermaga dengan tipe *jetty*. Dermaga tipe *jetty* adalah dermaga yang menjorok ketengah laut guna mendapatkan kedalaman yang cukup sehingga dapat digunakan untuk berlabuhnya kapal-kapal dengan ukuran besar [7]. Fungsi dermaga ini adalah untuk menunjang kelancaran operasi bongkar-muat (*loading-unloading*) barang-

barang [1,2], bahan baku crude oil dan bahan bakar minyak hasil pengolahan untuk memenuhi kebutuhan wilayah Indonesia bagian tengah dan timur. Salah satu permasalahan pada pengoperasian dermaga adalah adanya temuan kondisi *sub standard* dan *unsafe condition* pada struktur *face fender* dermaga No.2. Struktur *face fender* (dafra) dermaga No.2 yang dioperasikan oleh PT. Pertamina RU V Balikpapan telah berusia lebih dari 30 tahun dengan perawatan yang

kurang dan dengan kondisi telah rusak, *sub standard* dan *unsafe condition* [7]. Pondasi tiang *face fender* yang terbuat dari material pipa baja kondisinya telah rusak dan tidak terpasang di posisinya akibat terkorosi. Dengan demikian selama ini struktur *Face fender* dermaga dioperasikan dalam kondisi *sub standard*, dan *unsafe condition*. Jika kondisi kerusakan tidak segera dilakukan perbaikan dikawatirkan suatu saat struktur *face fender* mengalami keruntuhan (*failure*). Terhadap kondisi tersebut telah ada upaya perbaikan dengan memasang tiang penyangga sementara terhadap pondasi tiang pipa baja yang rusak, tetapi hasilnya tidak maksimal karena kerusakan masih terjadi sehingga *face fender* dioperasikan pada kondisi *sub standard* [3].

Faktor permasalahan adalah faktor metode, yaitu belum ada metode perbaikan dan penggantian pondasi tiang cocok dan sesuai [3] untuk struktur *face fender jetty*No.2. Sedangkan penyebab masalahnya adalah belum ada inovasi dan *improvement* metode pemasangan pondasi tiang diatas perairan dalam yang dilakukan secara *onstream*, dimana struktur bangunan *face fender* tetap dioperasikan untuk menunjang kegiatan *loading-unloading* bahan bakar minyak dan *crude oil*. Dampak dari permasalahan berdasarkan aspek panca mutu adalah (a) secara *quality* struktur pondasi tiang *face fender* rusak, *sub standard* dan *unsafe condition* (b) secara *cost* adanya potensi kegagalan/ *failure* struktur *face fender* dengan kerugian senilai Rp 300.000.000 (c) secara *delivery* adanya kesulitan metode perbaikan dan penggantian pondasi tiang *face fender* (d) secara *safety* potensi *unsafe condition*, sewaktu-waktu terjadi keruntuhan struktur *face fender* dan kecelakaan kerja, dan (e) secara moral adanya beban moral pekerja, belum ada inovasi dan *improvement* mengatasi permasalahan dilingkungan kerjanya[3].

Untuk itu maka penelitian ini penting dilakukan guna menemukan jawaban atas permasalahan kesulitan perbaikan dan penggantian pondasi tiang struktur *face fender*

dermaga. Dengan temuan jawaban berupa inovasi dan *improvement* maka diharapkan permasalahan yang selama ini terjadi dapat ditanggulangi dengan baik, aman dan kejadian yang sama tidak terulang kembali. Metode perbaikan yang akan dilakukan adalah dengan metode pondasi tiang berbahan dasar pipa baja yang dilengkapi dengan kaki-kaki penopang yang dipasang horizontal terhadap tiang utama. Pondasi tiang dengan kaki-kaki penopang dipasang sebagai pengganti pondasi eksisting yang rusak dan tidak terpasang lagi diposisinya.

## 1.2 Asumsi Penelitian

Asumsi yang dikembangkan pada penelitian ini adalah pondasi tiang yang dilengkapi dengan kaki-kaki penopang yang dipasang horizontal cukup mudah dibenamkan kedalam tanah dasar hingga mencapai tanah keras dan daya dukung yang besar. Pondasi tiang dengan konfigurasi akar mahoni tiruan ini diyakini memiliki daya dukung dan stabilitas yang lebih baik dari pondasi tiang eksisting yang terdiri dari pondasi tiang tunggal. Jika metode pembuatan dan pemasangan pondasi akar mahoni tiruan berhasil dengan baik maka pondasi akar mahoni tiruan ini akan sangat bermanfaat untuk mengatasi permasalahan kesulitan penggantian pondasi tiang struktur *face fender* di Pertamina RU V Balikpapan.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai melalui penelitian adalah untuk :

1. Memberikan gambaran bagaimana bentuk dan konfigurasi pondasi akar mahoni tiruan
2. Memberikan gambaran metode pembuatan dan pemasangan pondasi akar mahoni tiruan sebagai penopang struktur *face fender* dermaga No.2 PT.Pertamina RU V Balikpapan.

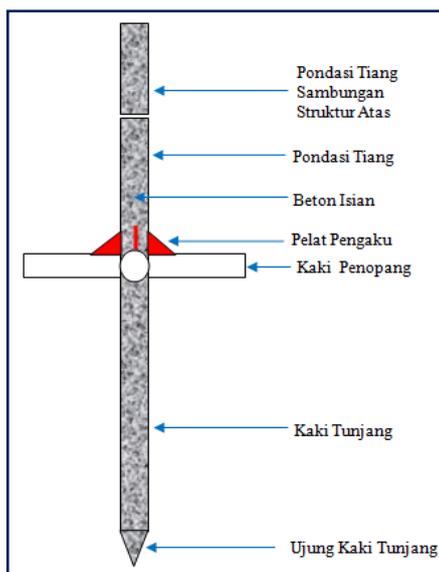
## 1.4 Spesifikasi Pondasi Akar Mahoni Tiruan

Pondasi akar mahoni adalah pondasi tiang dengan kaki pengaku berbentuk *horizontal* yang terbuat dari material pipa baja dan diperkuat dengan pelat pengaku (Gambar 2,3,4) [3] yang dipergunakan untuk pondasi bangunan *face fender*, bangunan dermaga dan bangunan lepas pantai lainnya. Pondasi akar

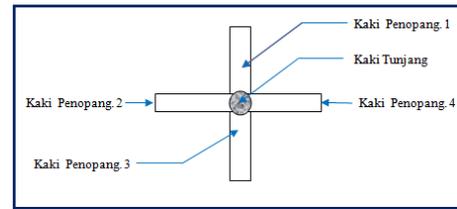
mahoni tiruan yang terdiri dari tiang utama berbentuk tiang vertikal, empat kaki pengaku yang dilaskan pada tiang utama dan hubungan antara tiang utama dengan kaki pengaku diperkuat dengan pelat pengaku (*skirt plate*). Ujung keempat kaki pengaku pipa baja ditutup dengan plat penutup dan dilas. Empat kaki pengaku dipasang pada posisi tertentu tiang utama menyesuaikan hasil penyelidikan tanah dimana pondasi akar mahonitiruan akan dipasang. Jenis pondasi ini menyerupai bentuk dan konfigurasi akar tanaman pohon mahoni, oleh karena itu pondasi ini selanjutnya disebut dengan nama **Pondasi Akar Mahoni Tiruan** [3]. Beban kerja (daya dukung individu) yang harus dipikul oleh pondasi tiang adalah 12,50 ton terdiri dari berat sendiri tiang dan struktur rangka baja *face fender* diatasnya. Dengan mempertimbangkan *safety factor* terhadap beban vertikal, beban ayun dari gelombang, arus air laut dan pasang surut maka daya dukung pondasi tiang dibatasi minimum. 45 ton dengan *safety factor*. 4 (empat) kali terhadap beban.



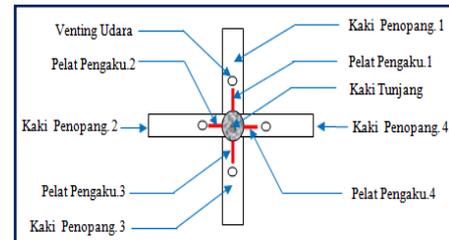
Gambar 1. Akar pohon Mahoni



Gambar 2. Tampak Samping Pondasi Akar Mahoni Tiruan



Gambar 3. Tampak Bawah Pondasi Akar Mahoni Tiruan



Gambar 4. Tampak Atas Pondasi Akar Mahoni Tiruan

Konfigurasi pondasi akar mahoni tampak samping (2a) Tampak bawah (2b) Tampak atas (2c)

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada proyek pekerjaan perbaikan Dermaga No.2 PT. Pertamina RU V Balikpapan dan dilaksanakan selama 3 (tiga) bulan. Pada pekerjaan perbaikan dermaga dan fasilitas penunjangnya ini penulis sekaligus bertindak sebagai *quality controll* (QC) yang bertanggung jawab terhadap spesifikasi material, metode kerja, kontrol kualitas dan kontrol keberterimaan hasil pekerjaan (*quality acceptance*).

### 2.2 Spesifikasi Pondasi Akar Mahoni Tiruan

Pondasi akar Mahoni tiruan adalah pondasi tiang dengan kaki-kaki pengaku berbentuk horizontal yang terbuat dari material pipa baja yang dipergunakan untuk pondasi bangunan *face fender*, bangunan dermaga dan atau bangunan lepas pantai lainnya. Pondasi akar mahoni tiruan terdiri dari tiang utama berbentuk tiang vertikal, empat kaki pengaku yang disambungkan pada tiang utama dan hubungan antara tiang utama dengan kaki pengaku diperkuat dengan pelat pengaku (*skirt plate*) dibagian atasnya. Ujung keempat kaki pengaku pipa baja dibiarkan terbuka agar dapat terisi dengan tanah, sedang dibagian atas kaki

pengaku dilubangi untuk tempat laluan udara dan air. Empat kaki pengaku dipasang *horizontal* pada elevasi tertentu tiang utama menyesuaikan hasil penyelidikan tanah dimana pondasi akar mahoni tiruan akan dipasang. Jenis pondasi tiang ini menyerupai bentuk dan konfigurasi akar tanaman pohon mahoni, jenis pondasi ini selanjutnya disebut dengan nama : **Pondasi Akar Mahoni Tiruan** [3].

### 2.3 Bahan-bahan digunakan

Bahan-bahan penelitian meliputi :

1. Pipa baja diameter 14 inch (dimensi menyesuaikan) dengan panjang seperlunya
2. Pelat baja, tebal 16 mm dengan ukuran seperlunya
3. Kawat las sesuai spesifikasi material pengelasan
4. Pasir dan mortar beton pengisi (minimum mutu beton K 300) pondasi tiang vertikal
5. Bahan-bahan lain sesuai kebutuhan dilapangan

### 2.3 Peralatan digunakan

1. Mesin las dan kelengkapannya
2. Alat pemotong logam dan kelengkapannya
3. Alat kerja pembetonan
4. Alat kerja preparasi dan pengecatan (*coating*)
5. Alat keselamatan kerja pengelasan diatas perairan (*life jacket*, dll)
6. Alat pelindung diri (APD)
7. Alat bantu kerja lain sesuai kebutuhan di lapangan

### 2.4 Metode Pembuatan Pondasi Akar Mahoni Tiruan [3]

1. Siapkan material pipa baja dengan diameter dan panjang tertentu (dimensi menyesuaikan) dengan spesifikasi pipa *seamless* (tanpa sambungan)
2. Pastikan panjang tiang utama yang akan dibenamkan kedalam tanah dasar dan posisi pemasangan keempat kaki pengaku *horizontal*
3. Potong pipa baja untuk kaki pengaku dengan panjang minimal. 1,25 meter sebanyak 4 (empat) Pcs dan salah satu ujung pipa dibentuk sedemikian rupa

sehingga menyatu dengan baik dengan pipa tiang utama

4. Sambung kaki pengaku pada lokasi pasang yang telah ditentukan, dengan pemasangan membentuk sudut 90° terhadap tiang utama dan las dengan baik sehingga kokoh dan aman digunakan
5. Lubangi bagian atas kaki pengaku dengan lubang berdiameter 1 inch
6. Pasang pelat pengaku (*skirt plate*) antara sisi atas kaki pengaku dengan sisi tiang utama dengan spesifikasi material pelat tebal minimal. 16 mm sepanjang 45 Cm dan dilas dengan baik
7. *Coating* pondasi tiang akar mahoni dengan spesifikasi material *mastic tolerance coating* dengan tebal minimum. 400 micron DFT (*dry film thickness*) [6]
8. Pondasi akar mahoni tiruan siap dipasang disite.

### 2.5 Metode Pemasangan Pondasi Akar Mahoni Tiruan [3]

1. Pastikan titik lokasi pemasangan pondasi akar mahoni, pastikan bahwa bentuk, dimensi dan konfigurasi pondasi akar Mahoni telah disesuaikan dengan hasil investigasi tanah
2. Dirikan tiang akar mahoni tiruan pada titik lokasi pemasangan, pastikan posisinya berdiri tegak (vertikal) dan pasang shoring/ penopang agar pondasi akar ketapan tetap berdiri tegak diposisinya
3. Pastikan ketegakan posisi pondasi akar mahoni tiruan dengan alat ukur theodolite, sebelum, selama dan setelah pemancangan
4. Pancang pondasi akar mahoni dengan cara menekan dengan alat penekan kapasitas minimal. 200 ton (manual atau HSPD)[4]
5. Pemancangan dihentikan apabila indikator alat pemancang (HSPD) menunjukkan indikator tekanan. 80 ton
6. Sambung tiang utama pondasi akar mahoni tiruan dengan komponen struktur face fender lainnya
7. *Grouting* internal pipa baja tiang utama dengan metode tremi menggunakan spesifikasi material beton K300, tutup bagian atasnya (tebal 10 Cm dari toping) dengan *microconcrete* dengan bentuk permukaan atas cembung [5]

8. Biarkan mortar dan *microconcrete* mengering dengan baik selama 4 x 24 Jam, haluskan permukaan dan *coating* dengan spesifikasi *mastic tolerance* dengan tebal 400 micron DFT.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pelaksanaan pekerjaan perbaikan dermaga No.1 PT. Pertamina RU V telah dilakukan pembuatan dan pemasangan pondasi tiang dengan konfigurasi akar mahoni tiruan sebanyak 2 (dua) sebagai pondasi tiang pengganti struktur *face fender* yang mengalami kerusakan. Struktur atas pondasi akar mahoni telah disambungkan dengan rangka baja struktur *face fender* dengan baik, sesuai dengan bentuk, dimensi dan kongurasi struktur *face fender* eksisting yang kondisinya masih bagus. Dengan demikian target dan sasaran penelitian untuk membuat dan mengganti 2 pondasi tiang struktur *face fender* telah selesai 100% dan dapat berfungsi dengan baik dan aman. Daya dukung individu kedua pondasi akar mahoni tiruan telah diketahui berdasarkan hasil pemancangan dengan alat pemancang *hydraulic jack in* (HSPD) [4] yang menunjukkan kuat tekan pancang sebagaimana tersaji pada tabel 1.

Tabel. 1 Data pemancangan pondasi akar

Mahoni Tiruan			
No. Ponda si	Kuat Tekan Pancang (tons)	Kebutuha n (tons)	Keteranga n
1	75,0	65,0	Sesuai, Aman
2	80,0	60,0	Sesuai, Aman
Rata- rata	77,5	60,0	Sesuai, Aman

Kapasitas kuat daya dukung pondasi tiang akar mahoni tiruan dengan spesifikasi material pipa baja diameter 14 Inch yang dibenamkan pada kedalaman 12 meter dibawah tanah dasar (seabed) dan dibagian dalamnya *digrouting* dengan mortar beton dengan mutu beton K300 telah menghasilkan pondasi tiang struktur *face fender* dengan kapasitas daya dukung rata-rata 77,5 ton vs daya dukung perlu 60,0 ton atau mencapai

kapasitas daya dukung sebesar 129,16 % dari kebutuhan [3].

Hasil perbaikan dari aspek panca mutu meliputi [3,7](a) secara *quality* struktur pondasi tiang *face fender* yang rusak telah diperbaiki dan diganti, kembali sesuai standard(b) secara *cost* dapat ditekan potensi kerugian senilai Rp 500 juta jika terjadi kegagalan *face fender* dapat dihindari(c) secara *delivery* metode perbaikan dan penggantian pondasi tiang *face fender* dengan pondasi akar mahoni tiruan dapat dikerjakan dengan baik, tidak ada kesulitan(d) secara *safety* terbukti bahwa jenis dan metode pondasi tiang akar mahoni tiruan terbukti cocok dan sesuai diaplikasi pada struktur *face fender* dermaga No. 1 sehingga struktur *face fender safe condition*, terhindar dari potensi keruntuhan (*failure*) dan kecelakaan kerja dengan menyumbangkan 17.280 jam kerja aman tanpa *incident*, dan (e) secara moral pekerja konfiden, *improvement* yang dilakukan dapat mengatasi permasalahan dilingkungan kerjanya dengan baik dan aman.

Metode kerja pembuatan dan pemasangan pondasi dengan konfigurasi akar mahoni tiruan berhasil dengan baik dilaksanakan dengan spesifikasi material, peralatan kerja dan prosedur kerja yang telah disiapkan telah diusulkan sebagai prosedur kerja baku agar teregistrasi sebagai metode kerja baku di PT.Pertamina RU V Balikpapan dan agar menjadi guidance untuk direplikasi untuk mengatasi permasalahan sejenis di unit kerja yang lain.

Dari hasil penelitian ini dapat diperoleh pembelajaran (*lesson learn*) yakni, keberadaan tanaman mahoni telah memberikan pembelajaran bahwa akar mahoni dengan bentuk dan konfigurasinya yang sedemikian rupa secara alamiah dapat mendukung tumbuh dan berkembangnya tanaman mahoni yang demikian lebat, bentuk dan konfigurasi akarnya dapat ditiru untuk mengatasi permasalahan konstruksi dengan baik dan aman.

### KESIMPULAN

Metode pondasi tiang akar mahoni tiruan terbukti cocok dan sesuai digunakan untuk perbaikan dan penggantian pondasi tiang

struktur *face fender* dermaga No.2 PT Pertamina RU V Balikpapan [3].

Prinsip kerja daya pondasi akar mahoni tiruan didalam mendukung beban adalah dengan memanfaatkan daya dukung friksi kulit tiang pondasi tiang dan daya dukung dasar tiang utama dan daya dukung keempat kaki penopangnya [3].

Daya dukung pondasi tiang akar mahoni tiruan ini dibatasi sesuai kebutuhannya yakni 65,0 tons, namun kapasitas daya dukungnya masih dapat ditingkatkan dengan perubahan dimensi dan kedalaman pemancangan.

Hasil penelitian ini juga masih dalam tahap pengembangan dengan modifikasi bentuk, dimensi dan konfigurasi yang lain untuk menghasilkan bentuk dan type pondasi tiang yang lain untuk penopang struktur bangunan dermaga dan struktur bangunan lepas pantai.

#### SARAN

Metode kerja pembuatan dan pemasangan pondasi tiang akar mahoni tiruan ini agar dibakukan sebagai prosedur kerja permanen sebagai panduan replikasi di unit kerja Pertamina yang lain.

Metode kerja pembuatan pondasi akar mahoni tiruan agar dilakukan didarat dan pemancangan menggunakan alat bantu kapal tongkang dan alat pemancang *hydraulic jack in pile* (HSPD).

Daya dukung pondasi tiang akar mahoni tiruan masih dapat ditingkatkan dengan memperbesar diameternya, memperdalam pemancangannya dan memasang *rib-rib plate* pada bagian sisi luar pipa baja.

Agar dilakukan penelitian lebih lanjut dengan dengan bentuk, dimensi dan konfigurasi yang lain untuk menghasilkan bentuk dan tipe pondasi tiang dengan daya dukung dan stabilitas yang lebih baik.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan selesainya penelitian ini penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Rahendrafedy selaku *Stationary Inspection Engineer* PT.Pertamina RU V Balikpapan, Bapak Hermanto selaku *Project Manager* PT. Puji Magro Internusa jakarta dan Bapak Priyo Agung Widodo yang telah banyak memberikan bantuan dan dukungan untuk kelancaran penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Clearwater, J.L, 1982, *Port Construction Since 1885 : Evolving to Meet Cganing World*, The Dock & Harbour Authority, May
- [2] Gregory P. Tsinker, 1997, *Handbook of Port and Harbor Engineering Geotechnical and Structural Aspects*, Chapman & Hall International Thomson Publishing
- [3] Sulardi, 2014, *Metode Pemancangan Pondasi Tiang Dengan Metode Hydraulic Jack in Di Pertamina RU V Balikpapan*, Risalah Sharing Knowledge PT. Pertamina RU V, Portal Komet : [http://ptmkpwab81.pertamina.com/komet/Search\\_Result.aspx?ptm.Kodefikasi\\_No.AC6257/161004003/160929003](http://ptmkpwab81.pertamina.com/komet/Search_Result.aspx?ptm.Kodefikasi_No.AC6257/161004003/160929003)
- [4] Sulardi, 2014, *Metode Pengecoran Pondasi Tiang Bor Dengan Metode Pipa Tremi Di Pertamina RU V Balikpapan*, Risalah Sharing Knowledge PT. Pertamina RU V, Portal Komet : [http://ptmkpwab81.pertamina.com/komet/Search\\_Result.aspx?ptm.Kodefikasi\\_No.AC6205/160929006](http://ptmkpwab81.pertamina.com/komet/Search_Result.aspx?ptm.Kodefikasi_No.AC6205/160929006)
- [5] Sulardi, 2013, *Mencegah Korosi Struktur Pipe Face Fender Dengan Spesifikasi Material Mastic Surface Tolerance Coating Di Pertamina RU V Balikpapan*, Risalah Sharing Knowledge PT. Pertamina RU V, Portal Komet : [http://ptmkpwab81.pertamina.com/komet/Search\\_Result.aspx?ptm.Kodefikasi\\_No.AB9961](http://ptmkpwab81.pertamina.com/komet/Search_Result.aspx?ptm.Kodefikasi_No.AB9961)
- [6] Sulardi, 2011, *Analisis panca Mutu Metode Perbaikan Struktur Bangunan Dermaga*, Thesis Magister Teknik, Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya, Indonesia.