



SUBHOLDING
REFINING & PETROCHEMICAL






Doc. No. :
RP-ETS-CIV-GS-0006-01-2021

Page No. : 1 / 34

GENERAL SPECIFICATION

FURNISHING & INSTALLING PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES

ENGINEERING TECHNICAL STANDARDS & PROCEDURES PT KILANG PERTAMINA INTERNASIONAL DIREKTORAT PROYEK INFRASTRUKTUR

							
01	Issued For Record	12/21	CA/AF	ABS	ASR	JS	BAP
00	Issued For Record	11/18	CA/DS/AF/AJN	DW	GNR	PH	IMS
Rev.	Description	Date	Prepared by	Checked by	Verified by	Validated by	Approved By

PT Kilang Pertamina Internasional (PT KPI) Confidential

© 2021 PT KPI. Contains information confidential and/ or proprietary to PT KPI and its affiliated companies that is not to be used, disclosed, or reproduced in any form by any non- PT KPI party without PT KPI's prior written permission. All rights reserved.

 Engineering Technical Standards & Procedures	SUBHOLDING REFINING & PETROCHEMICAL	Doc. No. : RP-ETS-CIV-GS-0006-01-2021
	GENERAL SPECIFICATION FURNISHING & INSTALLING PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES	Page No. : 3 / 34

TABLE OF CONTENTS DAFTAR ISI

1. INTRODUCTION.....	4
<i>PENGANTAR</i>	
2. SCOPE.....	4
<i>LINGKUP</i>	
3. CONFLICTS AND DEVIATIONS	4
<i>KONFLIK DAN DEVIASI</i>	
4. ABBREVIATIONS.....	4
<i>SINGKATAN</i>	
5. DEFINITIONS.....	5
<i>DEFINISI</i>	
6. CODE AND STANDARDS.....	5
<i>KODE DAN STANDAR</i>	
7. QUALITY ASSURANCE.....	8
<i>PENJAMINAN KUALITAS</i>	
8. SUBMITTALS	10
<i>PENGAJUAN</i>	
9. PRODUCTS	15
<i>PRODUK-PRODUK</i>	
10. EXECUTION	17
<i>PELAKSANAAN</i>	

Dokumen sesuai dengan aslinya, dicetak pada tanggal 11/06/2026 17:15:46 oleh

1. INTRODUCTION

1.1 This general specification describes about furnishing & installing prestressed concrete spun piles that meet the needs of the Projects.

2. SCOPE

2.1 This Specification covers the minimum technical requirements for the completeness, installation and testing of spun-pile prestressed concrete piles in onshore facilities.

3. CONFLICTS AND DEVIATIONS

3.1 Any conflicts between this standard and other applicable Engineering Technical Standards & Procedures (ETSP), or OWNER standard, codes, and forms shall be resolved in writing by OWNER.

3.2 All direct requests to deviate from this standard (ETSP) in writing to OWNER, who shall follow internal OWNER procedure and forward such requests to OWNER for approval.

4. ABBREVIATIONS

4.1 Abbreviations used for this specification shall have the following definitions:

ACI	American Concrete Institute
ASTM	ASTM International
JIS	Japan International Standard
PBI	Peraturan beton Indonesia
PCI	Precast/ Prestressed Concrete Institute
SNI	Standar Nasional Indonesia

1. PENGANTAR

1.1 Spesifikasi umum ini menjelaskan tentang *furnishing* & pemasangan tiang beton prategang tipe *spun pile* yang memenuhi persyaratan dari Proyek.

2. LINGKUP

2.1 Pada Spesifikasi ini mencakup persyaratan teknis *minimum* terkait dengan kelengkapan, pemasangan dan pengujian tiang pancang beton prategang tipe *spun pile* pada fasilitas *onshore*.

3. KONFLIK DAN DEVIASI

3.1 Apabila terdapat konflik antara standar ini dengan *Engineering Technical Standards & Procedures* (ETSP) yang berlaku lainnya, atau standar PEMILIK, *codes* dan formulir, maka harus diselesaikan secara tertulis oleh PEMILIK.

3.2 Semua permintaan penggunaan standar yang berbeda dari standar ini (ETSP), harus diajukan kepada PEMILIK secara tertulis dengan mengikuti prosedur *internal* PEMILIK untuk mendapatkan persetujuan.

4. SINGKATAN

4.1 Singkatan yang digunakan pada spesifikasi ini harus memiliki definisi sebagai berikut:

ACI	<i>American Concrete Institute</i>
ASTM	<i>ASTM International</i>
JIS	<i>Japan International Standard</i>
PBI	Peraturan Beton Indonesia
PCI	<i>Precast/ Prestressed Concrete Institute</i>
SNI	Standar Nasional Indonesia

5. DEFINITIONS

5.1 The following words shall have these special meanings when used herein:

OWNER Owner of the Plant is defined as PT Kilang Pertamina Internasional.

**CONTRACTOR/
CONSULTANT** Defined as The Organization to which PT Kilang Pertamina Internasional assign the work.

shall Indicates that the statement is mandatory.

should Indicates a recommendation.

Testing Agency Third party responsible for inspection of piles, monitoring and recording pile driving operations and testing of piles

5. DEFINISI

5.1 Penggunaan kata-kata berikut harus memiliki arti khusus sebagai berikut:

PEMILIK Pemilik Kilang didefinisikan sebagai PT Kilang Pertamina Internasional.

**KONTRAKTOR/
KONSULTAN** Didefinisikan sebagai Organisasi yang ditunjuk oleh di PT Kilang Pertamina Internasional untuk melakukan suatu pekerjaan.

shall Menunjukkan bahwa pernyataan itu wajib.

should Menunjukkan rekomendasi.

Lembaga Pengujian Pihak Ketiga yang mempunyai kewenangan terhadap inspeksi tiang pancang, *monitoring* dan pelaksanaan pencatatan *pile driving* dan pengujian *material* tiang pancang.

6. CODE AND STANDARDS

The following Codes, Standard and Specifications apply to this specification. When an edition date is not indicated for a code or standard or any update in codes and standards in this specification document, the latest edition and addendum in force at the time of purchase shall apply. Material & equipment shall be as a specification or an equal approved by OWNER.

6. KODE DAN STANDAR

Kode, standar, dan spesifikasi berikut berlaku untuk spesifikasi ini. Kode dan standar harus menggunakan edisi yang terbaru atau edisi yang berlaku pada saat pembelian. *Material* & peralatan harus sesuai spesifikasi atau setara dengan yang disetujui oleh PEMILIK.

6.1 American Concrete Institute (ACI)

ACI 318/318M - Building Code
2011 Requirements for
Structural Concrete
and Commentary
(Building Code
Requirements for
Structural Concrete
and Commentary
(Metric))

ACI 543R - 2012 Guide to Design,
Manufacture, and
Installation of
Concrete Piles

**6.2 Precast/ Prestressed Concrete Institute
(PCI)**

PCI MNL-116 - Manual for Quality
1999 Control for Plants and
Production of
Structural Precast
Concrete Products

PCI MNL-120 - PCI Design
2010 Handbook: Precast
and Prestressed
Concrete

PCI MNL-135 - Tolerance Manual for
2000 Precast and
Prestressed Concrete
Construction

6.3 ASTM International (ASTM)

ASTM Standard Specification
A416/A416M - for Steel Strand,
2010 Uncoated Seven-Wire
for Prestressed
Concrete

ASTM Standard Specification
A1064/A1064M - for Carbon-Steel Wire
2017 and Welded Wire
Reinforcement, Plain

6.1 American Concrete Institute (ACI)

ACI 318/318M - *Building Code
2011 Requirements for
Structural Concrete
and Commentary
(Building Code
Requirements for
Structural Concrete
and Commentary
(Metric))*

ACI 543R - 2012 *Guide to Design,
Manufacture, and
Installation of Concrete
Piles*

**6.2 Precast/ Prestressed Concrete Institute
(PCI)**

PCI MNL-116 - *Manual for Quality
1999 Control for Plants and
Production of Structural
Precast Concrete
Products*

PCI MNL-120 - *PCI Design Handbook:
2010 Precast and
Prestressed Concrete*

PCI MNL-135 - *Tolerance Manual for
2000 Precast and
Prestressed Concrete
Construction*

6.3 ASTM International (ASTM)

ASTM *Standard Specification
A416/A416M - for Steel Strand,
2010 Uncoated Seven-Wire
for Prestressed
Concrete*

ASTM *Standard Specification
A1064/A1064M - for Carbon-Steel Wire
2017 and Welded Wire
Reinforcement, Plain*

	and Deformed, for Concrete		<i>and Deformed, for Concrete</i>
ASTM D1143/D1143M - 2013	Standard Test Methods for Deep Foundations Under Static Axial Compressive Load	ASTM D1143/D1143M - 2013	<i>Standard Test Methods for Deep Foundations Under Static Axial Compressive Load</i>
ASTM D3689/D3689M - 2013	Standard Test Methods for Deep Foundations Under Static Axial Tensile Load	ASTM D3689/D3689M - 2013	<i>Standard Test Methods for Deep Foundations Under Static Axial Tensile Load</i>
ASTM D3966/D3966M - 2013	Standard Test Methods for Deep Foundations Under Lateral Load	ASTM D3966/D3966M - 2013	<i>Standard Test Methods for Deep Foundations Under Lateral Load</i>
ASTM D4945 - 2012	Standard Test Method for High-Strain Dynamic Testing of Deep Foundations	ASTM D4945 - 2012	<i>Standard Test Method for High-Strain Dynamic Testing of Deep Foundations</i>
ASTM C33/C33M - 2016	Standard Specification for Concrete Aggregates	ASTM C33/C33M - 2016	<i>Standard Specification for Concrete Aggregates</i>
6.4 Indonesian Standard		6.4 Standar Nasional Indonesia	
SNI-03-2847- 2013	Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung	SNI-03-2847- 2013	<i>Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung</i>
6.5 Japan International Standard (JIS)		6.5 <i>Japan International Standard (JIS)</i>	
JIS G3532 - 2011	Low Carbon Steel Spiral Wire	JIS G3532 - 2011	<i>Low Carbon Steel Spiral Wire</i>
JIS G3536 - 1999	Uncoated Stress relieved steel wire and strand for prestressed concrete	JIS G3536 - 1999	<i>Uncoated Stress relieved steel wire and strand for prestressed concrete</i>
JIS G3137 - 1994	Small size deformed steel bars for prestressed concrete	JIS G3137 - 1994	<i>Small size deformed steel bars for prestressed concrete</i>

JIS G3101-2004	Rolled steel for general structure	JIS G3101-2004	<i>Rolled steel for general structure</i>
JIS A5335	Pretensioned spun concrete piles	JIS A5335	<i>Pretensioned spun concrete piles</i>
JIS A5373	Precast Prestressed Concrete Product	JIS A5373	<i>Precast Prestressed Concrete Product</i>

6.6 Reference Documents

MP2-ETS-CIV-GS-0013	General Specification for Furnishing and Delivery of Concrete
MP2-ETS-CIV-GS-0022	General Specification for Grout and Adhesives, Materials and Installation
MP2-ETS-CIV-GS-0014	General Specification for Concrete Work
MP2-ETS-CIV-GS-0016	General Specification for Furnishing and Fabricating Reinforcing Steel

6.6 Dokumen Referensi

MP2-ETS-CIV-GS-0013	<i>General Specification for Furnishing and Delivery of Concrete</i>
MP2-ETS-CIV-GS-0022	<i>General Specification for Grout and Adhesives, Materials and Installation</i>
MP2-ETS-CIV-GS-0014	<i>General Specification for Concrete Work</i>
MP2-ETS-CIV-GS-0016	<i>General Specification for Furnishing and Fabricating Reinforcing Steel</i>

7. QUALITY ASSURANCE

- 7.1 CONTRACTOR shall control the quality of materials and workmanship (including items provided by the CONTRACTOR's sub-suppliers) to meet the requirements of this specification, the applicable codes and standards, and the CONTRACTOR's Inspection/ Test Plan.
- 7.2 The scope of work covered by this specification may be subject to quality surveillance by CONTRACTOR. This quality surveillance will be in accordance with the Quality Surveillance Plan included in the Purchase Order/ Subcontract.
- 7.3 CONTRACTOR shall develop a quality management system to control the quality of the prestressed concrete spun piling.

7. PENJAMINAN KUALITAS

- 7.1 KONTRAKTOR diharuskan untuk mengontrol kualitas *material* dan kemampuan (termasuk barang yang disediakan oleh sub-pemasok KONTRAKTOR) untuk memenuhi persyaratan spesifikasi ini, peraturan dan standar yang berlaku, dan Rencana Inspeksi/ pengujian KONTRAKTOR.
- 7.2 Ruang lingkup pekerjaan yang tercakup dalam spesifikasi ini dapat menjadi bahan pengawasan kualitas oleh KONTRAKTOR. Pengawasan kualitas ini sesuai dengan Rencana Pengawasan Kualitas, termasuk Pesanan Pembelian/ Subkontrak.
- 7.3 KONTRAKTOR harus mengembangkan sistem manajemen mutu untuk mengontrol kualitas tiang pancang beton prategang tipe

 Engineering Technical Standards & Procedures	SUBHOLDING REFINING & PETROCHEMICAL	Doc. No. : RP-ETS-CIV-GS-0006-01-2021
	GENERAL SPECIFICATION FURNISHING & INSTALLING PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES	Page No. : 9 / 34

Quality management system shall also meet the requirements of PCI MNL-116.

- 7.4 Prestressed concrete pile manufacturing plant shall be tested in Independent Lab approved by OWNER.

spun pile. Sistem manajemen mutu juga harus memenuhi persyaratan PCI MNL-116

- 7.4 Manufaktur pembuatan tiang pancang beton prategang harus diuji di Lab Independen yang disetujui oleh PEMILIK.

8. SUBMITTALS

8.1 Pile Testing Procedure

CONTRACTOR shall prepare and submit a pile testing procedure to evaluate pile drivability and capacity variation across the site 21 days before mobilization of equipment to the site. The procedure shall describe the following:

- a) Location and number of indicator piles geometrically distributed in the piling area to evaluate pile drivability.
- b) High-Strain dynamic testing and dynamic capacity evaluation of each indicator pile during initial drive from beginning to end.
- c) Re-strike and high-strain dynamic testing of all indicator piles for pile set-up evaluation.
- d) Static load tests (SLT) of selected indicator piles for correlation of dynamic capacity and static capacity, and to facilitate establishing pile acceptance blow count and pile refusal blow count criteria.
- e) Verification of design capacity and pile length.

8. PENGAJUAN

8.1 Prosedur Pengujian Tiang Pancang

KONTRAKTOR harus menyiapkan dan mengajukan prosedur pengujian tiang pancang untuk mengevaluasi *drivability* dan variasi kapasitas pada seluruh lokasi selama 21 hari sebelum mobilisasi peralatan ke lokasi. Prosedur tersebut harus menjelaskan hal-hal sebagai berikut:

- a) Penentuan posisi geometri penyebaran titik dan jumlah tiang pancang di *area* pemancangan untuk mengevaluasi *drivability* tiang pancang.
- b) Pengujian *High-Strain dynamic* dan evaluasi kapasitas dinamis dari setiap *parameter* kekuatan tiang pancang selama pemancangan dari awal hingga akhir.
- c) Pengujian *re-strike* dan *high-strain dynamic* pada semua *parameter kekuatan tiang pancang* untuk evaluasi penataan posisi dan jumlah tiang pancang.
- d) Pengujian *Static load tests* (SLT) dipilih sebagai salah satu *parameter* kekuatan tiang pancang yang berkorelasi terhadap kapasitas dinamis dan kapasitas statis, dan untuk menetapkan jumlah pukulan tiang pancang dan perhitungan gaya pantulan pemancangan *tiang pancang*.
- e) Melakukan verifikasi kapasitas desain dan panjang *tiang pancang*.

 Engineering Technical Standards & Procedures	SUBHOLDING REFINING & PETROCHEMICAL	Doc. No. : RP-ETS-CIV-GS-0006-01-2021
	GENERAL SPECIFICATION FURNISHING & INSTALLING PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES	Page No. : 10 / 34

8.2 Installation Procedure

A complete pile installation procedure shall be submitted to OWNER for review. The procedure shall include, but not be limited to, the following:

- a) Procedure for protection, handling, and storage of piles prior to installation.
- b) Driving procedure with sample of driving record form.
- c) Manufacturer's specification data of the proposed hammer, including modification, or other method.
- d) Justification that the selected hammer/ equipment and driving method are adequate for driving the piles to the design ultimate capacity and depth.
- e) Complete description and dimensions, including total thickness, of the cushion material.
- f) Description and ratings of other installation equipment including cranes and leads.
- g) Pile drivability analysis to confirm driving stresses and establish preliminary refusal criterion and driving acceptance (blow count and stroke) criterion. Preliminary driving criteria shall be confirmed or modified after the pile testing program and submitted for OWNER's approval.
- h) Drawings showing pile positioning and location of pile driving equipment.

8.2 Prosedur Pemasangan

Prosedur Pemasangan secara lengkap harus diajukan ke pihak PEMILIK untuk diperiksa. Prosedur tersebut termasuk namun tidak terbatas pada hal-hal sebagai berikut:

- a) Prosedur untuk perlindungan, penanganan, dan penyimpanan *material tiang pancang* sebelum proses pemasangan.
- b) Prosedur pemasangan dengan dilengkapi contoh format formulir proses pemasangan.
- c) Data spesifikasi manufaktur untuk pengajuan alat pemasangan *type hammer*, termasuk modifikasi atau metode lainnya.
- d) Justifikasi Teknis yang menjelaskan pemilihan *alat pancang* dan metode pemasangan yang dipilih memadai untuk pemasangan tiang pancang hingga mencapai kapasitas maksimal desain dan kedalaman.
- e) Adanya penjelasan yang lengkap *material cushion* (bantalan) terkait dimensi dan ketebalan total.
- f) Penjelasan secara lengkap terkait dengan instalasi peralatan termasuk *crane* dan *lead*.
- g) Analisa *drivability* tiang pancang untuk mengetahui tekanan pemasangan dan penetapan kriteria gaya pantulan awal serta kriteria penerimaan pemasangan (jumlah pukulan dan hantaman). Kriteria pemasangan awal harus ditetapkan atau dimodifikasi setelah pelaksanaan pengujian tiang pancang dan diajukan kepada PEMILIK untuk persetujuan
- h) *Shop drawing* menampilkan posisi dan lokasi dari peralatan pemasangan.

 Engineering Technical Standards & Procedures	SUBHOLDING REFINING & PETROCHEMICAL	Doc. No. : RP-ETS-CIV-GS-0006-01-2021
	GENERAL SPECIFICATION FURNISHING & INSTALLING PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES	Page No. : 11 / 34

- i) Calculations of ground bearing capacity check for crane support.

- i) Perhitungan pengecekan daya dukung tanah dasar untuk dibebani oleh *crane*.

8.3 Design Calculations

- a) Design calculations, including uplift connections, shall be submitted to OWNER for review. Calculations shall be signed by a qualified engineer.

8.3 Perhitungan Desain

- a) Perhitungan desain, termasuk besaran gaya angkat pada pengait *material* untuk proses pengangkatan, harus diajukan ke PEMILIK untuk diperiksa. Perhitungan harus ditandatangani oleh tenaga ahli yang berkualifikasi.

- b) Strength design of prestressed concrete piles shall be in accordance with ACI 318 (ACI 318M), PCI MNL-120, ACI 543R and SNI-03-2847-2013.

- b) Desain kekuatan dari tiang pancang beton prategang mengacu pada ACI 318 (ACI 318M), PCI MNL-120, ACI 543R dan SNI-03-2847-2013.

- c) Concrete Spun piles shall be designed to resist service-load, handling, transportation, storage, lifting, and driving stresses.

- c) *Tiang Pancang Beton Spun Pile* harus didesain untuk dapat menahan beban layan, proses *Handling*, transportasi, penyimpanan, proses pengangkatan, dan tekanan saat pemancangan.

- d) Uplift connections shall be detailed to accommodate changes to the pile cutoff elevation in the event the actual pile penetration differs from the specified elevation or other unexpected driving conditions are encountered.

- d) Pengait untuk proses pengangkatan harus dirinci untuk mengakomodasi perubahan pada elevasi *cut-off* tiang apabila nilai penetrasi tiang yang sebenarnya berbeda dari elevasi yang ditentukan atau kondisi lain saat terdapat hal lain yang tidak terduga saat pemancangan.

- e) Design calculations for the static load test loading frame shall be submitted to OWNER for review.

- e) Perhitungan desain terhadap pengujian pembebanan statis diajukan kepada PEMILIK untuk diperiksa.

8.4 Drawings

- a) Design and fabrication drawings shall be submitted to the OWNER for review. Drawings shall be sealed by a professional engineer registered in the state where the piles will be installed.

8.4 Gambar-Gambar

- a) Gambar desain dan fabrikasi diajukan kepada PEMILIK untuk diperiksa. Gambar harus divalidasi oleh tenaga ahli profesional yang tercatat pada Lembaga berwenang negara dimana *tiang pancang* akan dipancang.

- b) Lifting and support points for piles shall be indicated in drawings.

- b) Proses pengangkatan dan perlengkapan pendukungnya untuk pemancangan harus dicantumkan dalam gambar.

c) Drawings shall be submitted prior to fabrication of piles and ordering material.

8.5 Documents describing the procedures for design and fabrication of prestressed concrete spun piles shall be submitted to OWNER for review or approval. These shall include, but not be limited to, the following:

- a) Proposed concrete mix design and basis for mix (e.g. mix based on concrete used for similar piles produced in same facility), to be submitted for review and approval prior to production of prestressed concrete piles.
- b) Type of cement and description of aggregate.
- c) Concrete curing procedures.
- d) Sampling and testing procedures.
- e) Material handling procedures.
- f) Relevant test reports or other product data for materials specified in Section 9.0, where applicable.

8.6 Concrete Test Results

Concrete cylinder test results shall be submitted to OWNER for review. Test reports will be required to establish the following for each lot of piles manufactured using materials from the same batch:

- a) Strength at time of prestress transfer.
- b) Strength at time of removal from casting bed.
- c) Strength at 28 days.

c) Gambar harus diajukan sebelum dimulainya pabrikasi tiang pancang dan pemesanan *material*.

8.5 Dokumen yang menjelaskan prosedur untuk desain dan fabrikasi tiang pancang beton prategang *spun pile* harus diserahkan kepada PEMILIK untuk ditinjau atau disetujui. Hal ini mencakup, namun tidak terbatas pada, hal-hal berikut ini:

- a) Pengajuan *concrete mix design* dan dasar untuk pencampuran (misalnya campuran berdasarkan beton yang digunakan untuk tiang serupa yang diproduksi di fasilitas yang sama), untuk diajukan agar dapat di-*review* dan disetujui sebelum produksi tiang beton prategang.
- b) Jenis semen dan agregat halus dan kasar.
- c) Prosedur *curing* beton.
- d) Prosedur pengambilan sampel dan pengujiannya.
- e) Prosedur penanganan *material*.
- f) Laporan pengujian beton yang ditentukan atau data produk lainnya untuk material yang ditentukan dalam Bagian 9.0, jika dapat diterapkan.

8.6 Hasil Uji Kuat Beton

Hasil uji kuat beton silinder harus diserahkan kepada PEMILIK untuk ditinjau. Setiap produksi tiang yang menggunakan bahan dari *batch* yang sama harus dilengkapi laporan pengujian yang telah ditentukan berikut ini untuk:

- a) Kekuatan pada saat *transfer* pratekan.
- b) Kekuatan pada saat pelepasan dari cetakan.
- c) Kekuatan pada 28 hari.

 Engineering Technical Standards & Procedures	SUBHOLDING REFINING & PETROCHEMICAL	Doc. No. : RP-ETS-CIV-GS-0006-01-2021
	GENERAL SPECIFICATION FURNISHING & INSTALLING PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES	Page No. : 13 / 34

8.7 Pile Driving Records

An accurate and detailed driving log shall be kept during driving operations. A complete driving record from initial to final blows shall be provided for all piles. A field/preliminary driving log for each pile shall be submitted to CONTRACTOR within the same day of installation of each pile. A certified (signed) copy of the pile driving log shall be submitted OWNER within 3 working days upon completion of installation of each pile. The driving log shall include at least the following:

- a) Project name and location
- b) Name of CONTRACTOR
- c) Name of TESTING AGENCY, if applicable
- d) Date and time of driving
- e) Pile number, type, protective coating (if applicable), size, length, manufacture date, and reference pile location drawing
- f) Pile driving make, model, theoretical maximum stroke, weight, energy rating and speed
- g) Type, dimensions, and conditions of cushion or cap block
- h) Operating pressure for double acting and differential type hammers
- i) Pile ground elevation, cut-off elevation, tip elevation, and final embedded length

8.7 Laporan Hasil Pemancangan

Laporan hasil pemancangan yang akurat dan detail harus disimpan selama proses pemancangan. Laporan pemancangan yang lengkap dari pukulan awal hingga akhir harus disediakan untuk semua tiang pancang. Laporan pemancangan di lapangan untuk setiap tiang harus diserahkan kepada KONTRAKTOR pada hari yang sama saat proses pemancangan. Salinan sertifikat laporan pemancangan harus diserahkan kepada PEMILIK dalam waktu 3 hari kerja setelah selesainya pemasangan setiap tiang. Laporan pemancangan harus mencakup sekurang-kurangnya hal berikut

- a) Nama dan Lokasi Proyek.
- b) Nama KONTRAKTOR.
- c) Nama Lembaga Pengujian apabila dibutuhkan.
- d) Tanggal dan waktu pemancangan.
- e) Nomor Pancang, tipe, lapisan pelindung (jika ada), ukuran, panjang, tanggal pabrikasi dan gambar titik koordinat pancang.
- f) Penanda titik pancang, model, pukulan maksimum teoritis, bobot, tingkat kekuatan dan kecepatan.
- g) Tipe, dimensi dan kondisi dari *cushion* (bantalan) *cap block*.
- h) Tekanan operasi untuk *type* alat pancang *hammer* terkait *double acting* dan *differential* alat tersebut.
- i) Elevasi dasar tanah pada tiang pancang, *cut-off* elevasi, elevasi ujung dan panjang tiang pancang bagian yang tertanam.

- j) Driving data in blows per 250 mm the final 10 in. (250 mm) and actual corresponding stroke however Pile Hammer will be used
- k) Fuel setting of the hammer from beginning to termination of pile driving
- l) Records of re-tapping
- m) Cause and duration of interruptions in pile installation
- n) Notation of any unusual occurrences during installation
- o) Signature and Title of the Inspector
- p) Depth and diameter of pre-drilling, if applicable
- q) Time for start and finish of driving pile
- r) Penetration under pile self-weight and penetration under self-weight plus weight of hammer.

8.8 Pile Tests Reports

- a) All the PDA (Pile Driving Analyzer) test data files in the native format shall be submitted to OWNER 24 hours after each test.
- b) For static pile load tests, CONTRACTOR shall submit a consolidated static pile load test report, which shall include, but not be limited to, pile driving records and PDA/CAPWAP (Case Pile Wave Analysis Program) reports for the test and reaction piles, static load test results, and pile capacity interpretation.
- c) For each production pile tested with PDA, CONTRACTOR shall submit a PDA/CAPWAP report upon completion

- j) Data pukulan saat pemancangan per 250 mm di 10" terakhir (250 mm) dan pukulan *actual* yang sesuai dengan Alat Pancang *Hammer* yang digunakan.
- k) Pengaturan penggunaan bahan bakar dari awal penggunaan *hammer* sampai dengan selesai.
- l) Pencatatan *re-tapping*.
- m) Penyebab dan durasi gangguan saat proses pemancangan.
- n) Notasi dari setiap kejadian yang tidak biasa selama instalasi.
- o) Tanda tangan dan nama pengawas.
- p) Kedalaman dan *diameter pre-drilling*, jika ada.
- q) Waktu mulai dan selesai pemancangan.
- r) Penetrasi berat sendiri tiang pancang, dan berat sendiri tiang pancang ditambah berat sendiri Alat Pancang *Hammer*.

8.8 Laporan Uji Tiang

- a) Semua *file* data PDA (*Pile Driving Analyzer*) dalam laporan asli harus diserahkan kepada PEMILIK dalam 24 jam setelah setiap pengujian.
- b) Untuk pengujian *Static Pile Load*, KONTRAKTOR harus menyerahkan laporan pengujian *Static Pile Load*, yang harus mencakup, tetapi tidak terbatas pada, Laporan Pemancangan dan laporan PDA / CAPWAP (*Case Pile Wave Analysis Program*) untuk pengujian dan reaksi beban tiang., Laporan hasil *Static Pile Load*, dan interpretasi kapasitas tiang.
- c) Untuk setiap produksi tiang yang diuji dengan PDA, KONTRAKTOR harus menyerahkan laporan PDA / CAPWAP

 Engineering Technical Standards & Procedures	SUBHOLDING REFINING & PETROCHEMICAL	Doc. No. : RP-ETS-CIV-GS-0006-01-2021
	GENERAL SPECIFICATION FURNISHING & INSTALLING PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES	Page No. : 15 / 34

of the PDA test.

setelah menyelesaikan uji PDA.

8.9 Calibration Certificates

Calibration for load cells, hydraulic jack/ jack manometer, equipment necessary for dynamic measurements, dial gauges and all other equipment to be used for pile load tests.

8.9 Sertifikat Kalibrasi

Kalibrasi untuk pembebanan satu titik pancang, *hydraulic jack/ jack manometer*, peralatan yang diperlukan untuk pengukuran beban dinamis, *dial gauges*, dan semua peralatan lain yang akan digunakan untuk uji beban tiang.

8.10 As-builts

CONTRACTOR shall submit as-built pile locations and cut-off elevations, prepared and checked by qualified surveyors. Project benchmarks used as reference shall be identified for each group of piles surveyed.

8.10 As-built

KONTRAKTOR harus menyerahkan lokasi tiang pancang yang terpasang dan elevasi *cut-off*, disiapkan dan diperiksa oleh *surveyor* yang berkualifikasi. *Bench Mark* (BM) proyek yang digunakan sebagai referensi harus ditentukan untuk setiap kelompok tiang yang disurvei.

9. PRODUCTS

9. PRODUK-PRODUK

9.1 Concrete Materials

9.1 *Material* Beton

9.1.1. Type of Cement for Prestressed Spun Piles material shall be comply with soil conditions according to the Soil Investigation Report.

9.1.1. Penggunaan jenis semen untuk *material* tiang pancang *spun piles* prategang harus sesuai dengan kondisi tanah menurut laporan investigasi tanah.

9.1.2. Concrete materials shall be in accordance with RP-ETS-CIV-GS-0013, General Specification for Furnishing and Delivery of Concrete. Concrete shall have a minimum compressive strength of 600 Kg/cm² cube at 28-days in accordance with SNI 03-2847.

9.1.2. *Material* beton mengacu pada RP-ETS-CIV-GS-0013, *General Specification for Furnishing and Delivery of Concrete*. Beton harus mempunyai kuat tekan kubus beton sebesar 600 kg/ cm² pada 28 hari sesuai dengan SNI 03-2847.

9.1.3. Alternate concrete materials may be used only after obtaining written approval from OWNER.

9.1.3. *Material* beton alternatif hanya dapat digunakan setelah mendapat persetujuan tertulis dari PEMILIK.

9.1.4. Pile lengths and sections shall be as shown in design drawings.

9.1.4. Panjang Tiang dan bagiannya harus seperti yang ditunjukkan pada

gambar desain.

9.2 Reinforcing Steel

9.2.1. Reinforcing steel shall be furnished in accordance with RT-ETS-CIV-GS-0016-00-2021, General Specification for Furnishing and Fabricating Reinforcing Steel.

9.2.2. Spiral tie wire shall conform to ASTM A1064/A1064M and/or PBI-1971, JIS G3532.

9.3 Prestressing Strand

9.3.1. Prestressing strand shall be minimum 0.5 in. (12.7 mm) diameter, uncoated, 7-wire, low-relaxation strand, conforming to ASTM A416/A416M, Grade 270 and/ or SNI-03-2847-2013.

9.3.2. Prestressing strands shall be free of grease, oil, wax, paint, soil, dirt, and loose rust.

9.3.3. Prestressing strands having kinks, bends, or other defects shall not be used.

9.4 Formwork

9.4.1. Formwork shall be in accordance with PCI MNL-116 and RP-ETS-CIV-GS-0014, General Specification for Concrete Work.

9.4.2. Forms shall permit movement of pile without damage during release of prestressing force.

9.4.3. Sleeves/ holes in piles for grouting dowels or uplift connectors shall be formed with galvanized corrugated flexible metal conduit.

9.2 Baja Tulangan

9.2.1. Baja Tulangan harus mengacu pada RT-ETS-CIV-GS-0016-00-2021, *General Specification for Furnishing and Fabricating Reinforcing Steel*.

9.2.2. *Spiral tie wire* harus sesuai dengan ASTM A1064/ A1064M and/ or PBI-1971, JIS G3532.

9.3 Tulangan Pratekan

9.3.1. Tulangan pratekan harus berdiameter minimum 0.5 inci (12.7 mm), *uncoated*, 7 kawat, *low-relaxation strand*, sesuai dengan ASTM A416 / A416M, Grade 270 dan / atau SNI-03-2847-2013.

9.3.2. Tulangan pratekan harus bebas dari oli bekas, lilin, cat, tanah, kotoran, dan karatan.

9.3.3. Tulangan pratekan yang terdapat kondisi seperti bengkok, menekuk, atau cacat lainnya tidak boleh digunakan.

9.4 Pekerjaan Bekisting

9.4.1. Pekerjaan Bekisting mengacu pada PCI MNL-116 and RP-ETS-CIV-GS-0014, *General Specification for Concrete Work*.

9.4.2. Bekisting harus bisa menerima pergerakan dari tiang pancang tanpa adanya kerusakan selama pelepasan dari gaya pratekan.

9.4.3. Lubang pada tiang untuk *grouting dowel* atau konektor pengangkat harus dipasang dengan *conduit* logam yang fleksibel dengan lapisan galvanis yang bergelombang.

 Engineering Technical Standards & Procedures	SUBHOLDING REFINING & PETROCHEMICAL	Doc. No. : RP-ETS-CIV-GS-0006-01-2021
	GENERAL SPECIFICATION FURNISHING & INSTALLING PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES	Page No. : 17 / 34

9.5 Anchors, Inserts, and Accessories Cast

9.5.1. Alternate materials may be used only after obtaining written approval from OWNER.

9.6 Grout

9.6.1. Grout materials and methods employed for installation of these products shall conform to the requirements of RP-ETS-CIV-GS-0022, General Specification for Grout and Adhesives, Materials and Installations.

10. EXECUTION

10.1 GENERAL

CONTRACTOR shall submit Result of Static Load Test and PDA Test prior start the piling wok. Design for allowable pile capacity shall consider the result of Static Load Test Result.

10.1.1. CONTRACTOR shall be responsible for design, supply, delivery, storage, and installation of prestressed concrete spun piles, including cutting-off excess pile lengths and installing uplift connectors in piles, in accordance with design drawings.

10.1.2. Data from the geotechnical site investigation performed for the Project will be made available to OWNER for review. This data is indicative of general soil conditions only. Soil conditions at specific pile locations may vary.

10.2 FABRICATION OF PILES

10.2.1. Production of piles shall be in

9.5 Angkur, Sisipan dan Aksesoris Cetakan

9.5.1. Jenis alternatif *material* yang digunakan harus mendapatkan izin tertulis dari PEMILIK.

9.6 Grouting

9.6.1. *Material grouting* dan metode yang digunakan untuk pekerjaan ini mengacu pada peraturan RP-ETS-CIV-GS-0022, *General Specification for Grout and Adhesives, Materials and Installations*.

10. PELAKSANAAN

10.1 UMUM

KONTRAKTOR harus menyerahkan Hasil *Static Load Test* dan Uji PDA sebelum memulai pekerjaan pemancangan. Desain kapasitas tiang yang diijinkan harus mempertimbangkan Laporan Hasil *Static Load Test*.

10.1.1. KONTRAKTOR harus bertanggung jawab atas desain, pasokan, pengiriman, penyimpanan, dan pemasangan tiang pancang beton prategang *spun pile*, termasuk pemotongan kelebihan panjang tiang dan pemasangan konektor pengait untuk mengangkat tiang, sesuai dengan gambar desain.

10.1.2. Data dari penyelidikan geoteknik pada lokasi Proyek dibuat untuk ditinjau oleh pihak PEMILIK. Data tersebut hanya menunjukkan kondisi tanah secara umum. Kondisi tanah di lokasi tiang tertentu yang bervariasi.

10.2 FABRIKASI TIANG PANCANG

10.2.1. Produksi tiang pancang mengacu

accordance with PCI MNL-116.

10.2.2. Concrete shall be placed in a continuous operation to prevent cold joints or planes of weakness from forming in piles.

10.2.3. Curing of concrete shall be in accordance with PCI MNL-116, by moisture retention without heat or by accelerated heat curing using live steam or radiant heat and moisture. Piles shall be cured until concrete has reached the specified minimum release compressive strength as established by test cylinders cured under the same conditions as concrete members.

10.2.4. Production tolerances shall be in accordance with PCI MNL-135. Piles having dimensions not conforming to specified tolerances will be subject to rejection if structural capacity is adversely affected.

10.2.5. Each pile shall be clearly labeled with the date of casting and the pile number assigned at the casting yard to correlate quality control data. Lift points and lift direction shall be identified with permanent markings.

10.3 PRODUCT DELIVERY, STORAGE AND HANDLING

10.3.1. Piles shall be delivered to the

pada PCI MNL-116.

10.2.2. Pengecoran Beton harus dilakukan secara menerus untuk mencegah *cold joint* atau munculnya bagian lemah yang terbentuk di tiang pancang.

10.2.3. *Curing* beton harus mengacu pada PCI MNL-116, dengan batas kelembaban tanpa panas atau panas dari proses *curing* yang dipercepat menggunakan *pemanasan secara* langsung atau panas tidak langsung dan kelembabannya. Tiang pancang harus dipelihara sampai beton mencapai nilai kekuatan tekan *minimum* yang ditentukan seperti yang ditetapkan oleh uji kuat tekan silinder yang dipelihara di bawah kondisi yang sama seperti bagian beton lainnya.

10.2.4. Toleransi produksi mengacu pada PCI MNL-135. Tiang pancang yang memiliki dimensi tidak sesuai dengan toleransi yang ditentukan akan ditolak jika terdapat penurunan kapasitas yang dapat mempengaruhi kekuatan struktur.

10.2.5. Setiap tiang harus diberi label yang jelas dengan tanggal pengecoran dan nomor tiang yang telah ditentukan di lapangan saat pengecoran untuk mengkorelasikan data kendali mutu. Titik angkat dan arah angkat harus diidentifikasi dengan menggunakan penanda yang permanen.

10.3 PENGIRIMAN, PENYIMPANAN DAN PENANGANAN PRODUK

10.3.1. Tiang Pancang dikirimkan ke lokasi

jobsite and stored in an area designated by the CONTRACTOR.

kerja dan di simpan di *area* yang telah ditentukan oleh KONTRAKTOR.

10.3.2. Piles shall be shipped or transported to the jobsite not less than 7 days after casting and curing. Curing time shall be sufficient to safely transport piles.

10.3.2. Tiang Pancang harus dikirim atau diangkut ke lokasi kerja tidak kurang dari 7 hari setelah pengecoran dan *curing*. Waktu *Curing* harus cukup untuk mengangkut tiang pancang dengan aman.

10.3.3. Prestressed concrete piles shall not be handled or stored in a manner which could result in excessive bending stress, cracking, spalling, or other damage to the piles.

10.3.3. Tiang pancang beton prategang tidak boleh ditangani atau disimpan dengan cara yang dapat mengakibatkan terjadinya tegangan tekuk yang berlebihan, retak, terkelupas, atau kerusakan lain pada tiang.

10.3.4. Transportation, site handling, and erection shall be performed with acceptable equipment and methods by qualified personnel. Chain slings shall not be used.

10.3.4. Transportasi, penanganan di lokasi, dan pemasangan harus dilakukan dengan peralatan dan metode yang dapat diterima oleh personel yang berkualifikasi. *Sling* rantai tidak boleh digunakan.

10.3.5. Prestressed concrete spun piles shall be lifted and supported during manufacturing, stockpiling, transporting, and erection operations only at the lifting and supporting points respectively.

10.3.5. Tiang pancang beton prategang *spun piles* harus diangkat dan diberikan penyangga selama produksi, penyimpanan, pengangkutan, dan pekerjaan pemasangan hanya dilakukan pada masing-masing titik pengangkatan dan penyangga.

10.3.6. Piles shall be handled carefully to avoid dropping or severe jarring while in a horizontal position.

10.3.6. Tiang pancang harus ditangani dengan hati-hati untuk menghindari jatuh atau guncangan berlebih saat dalam posisi *horizontal*.

10.3.7. Suitable bridles or slings that will prevent excessive bending, or damage to the piles, shall be used for handling piles up to their position in the leads.

10.3.7. Penggunaan *sling* baja yang sesuai akan mencegah tekukan berlebihan, atau kerusakan pada tiang, harus digunakan untuk mengangkat tiang hingga pada posisinya

10.3.8. Piles which are damaged during delivery, storage, or handling shall be identified and reported to OWNER for disposition. This could include repair, or rejection and replacement with acceptable piles at CONTRACTOR's expense.

10.3.9. Piles with cracks larger than 0.006 in. (0.15 mm) but less than 0.06 in. (1.5 mm) shall be rejected or repaired. As an alternative to pile rejection, CONTRACTOR may submit detailed repair procedures and description of the proposed repair material to OWNER for approval. Repairs shall not impair the structural adequacy and durability of the piles.

10.3.10. Piles with cracks equal to or greater than 0.06 in. (1.5 mm) shall be rejected.

10.4 EQUIPMENT

10.4.1. The pile driving equipment shall be selected to suit the surrounding site condition (noise, pollution, vibration).

10.4.2. The pile driving equipment shall be of adequate size and capacity to hold the piles on specified locations and with the required axial alignment as shown in the drawings. All equipment shall be capable of performing the required work without any unreasonable loss of time due to breakdown or lack of proper facilities.

10.3.8. Tiang Pancang yang rusak selama pengiriman, penyimpanan, atau penanganan harus diidentifikasi dan dilaporkan kepada PEMILIK untuk didisposisi. Disposisi dapat perbaikan, atau penolakan dan penggantian dengan Tiang Pancang yang dapat diterima atas biaya KONTRAKTOR.

10.3.9. Tiang pancang dengan retakan lebih besar dari 0,006 inci (0,15 mm) tetapi kurang dari 0,06 inci (1,5 mm) harus ditolak atau diperbaiki. Sebagai alternatif dari penolakan tiang, KONTRAKTOR dapat mengajukan prosedur detail perbaikan dan penjelasan usulan *material* perbaikan kepada PEMILIK untuk disetujui. Perbaikan tidak diperkenankan untuk merubah dari nilai struktural dan *durability* tiang pancang.

10.3.10. Tiang pancang dengan retakan yang sama atau lebih besar dari 0.06 inci (1.5 mm) harus ditolak.

10.4 PERALATAN

10.4.1. Peralatan pancang harus dipilih agar sesuai dengan kondisi lingkungan sekitarnya (kebisingan, polusi, getaran).

10.4.2. Peralatan pemancangan harus memiliki ukuran dan kapasitas yang memadai untuk menahan tiang pada lokasi yang ditentukan dan sesuai dengan sumbu aksial yang disyaratkan seperti yang tercantum pada gambar kerja. Semua peralatan harus memiliki kapabilitas melakukan pekerjaan yang diperlukan tanpa kehilangan waktu yang tidak wajar karena kerusakan atau kurangnya fasilitas

10.4.3. OWNER reserves the right to inspect and approve all the equipment that is mobilized to the site for pile installation. If the equipment does not match the description in the method statement or is not suitable for intended application in OWNER's opinion, it will be rejected.

10.4.4. Piles driven with faulty equipment shall be subject to rejection by OWNER.

10.4.5. Any changes in the driving equipment shall require re-evaluation of the driving criteria, and in all cases, such changes shall be approved by OWNER.

10.4.6. Driving Caps

Suitable driving caps shall be used to prevent damage to pile butts during driving.

10.4.7. Cushioning

- a) Use of wood chips, small wood blocks, wood shavings, wire rope, or other materials with high elastic properties shall not be used.
- b) Pile cushions shall be used to protect the top of concrete piles and control stresses in the piles during driving. Type of pile cushion proposed by CONTRACTOR will be subject to approval by OWNER.

yang memadai.

10.4.3. PEMILIK berhak untuk memeriksa dan menyetujui semua peralatan yang dimobilisasi ke lokasi untuk pemasangan tiang pancang. Jika peralatan tidak sesuai dengan penjelasan dalam metode pelaksanaan atau menurut PEMILIK tidak dapat diimplementasikan, maka peralatan akan ditolak.

10.4.4. Tiang yang dipancang dengan peralatan yang rusak harus ditolak oleh PEMILIK.

10.4.5. Setiap perubahan pada peralatan pancang harus memerlukan evaluasi ulang kriteria pemancangan, dan pada semua kasus, perubahan tersebut harus disetujui oleh PEMILIK.

10.4.6. Kepala Pancang

Harus menggunakan kepala pancang yang sesuai untuk menghindari kerusakan pada ujung pancang saat proses pemancangan

10.4.7. Bantalan

- a) Serpihan kayu, balok kayu kecil, serutan kayu, tali kawat, atau bahan lain dengan sifat elastis tinggi tidak boleh digunakan.
- b) Bantalan tiang harus digunakan untuk melindungi bagian atas tiang pancang beton dan mengontrol tekanan pada tiang pancang selama pemancangan. Jenis bantalan tiang yang diusulkan oleh KONTRAKTOR harus

mendapat persetujuan dari PEMILIK.

10.4.8. Followers

Followers shall only be used with prior approval by OWNER.

10.4.8. Penyangga

Penyangga digunakan apabila telah mendapatkan persetujuan dari PEMILIK.

10.5 INSTALLATION

10.5.1. Installation shall be in accordance with ACI 543R, except as modified herein.

10.5.2. Piles shall be installed at the specified locations and elevations shown in design drawings or to refusal; and driven to meet the required driving criteria.

10.5.3. Lifting cables, ears, or other connections used in transportation shall be removed to prevent reducing friction capacity as pile is driven. Locations where lifting cables, ears, or connections were attached shall be treated to prevent corrosion and infiltration of water.

10.5.4. Readily visible marks shall be provided on all piles at 1 ft. (300 mm) intervals and the marks shall be numbered every 5 ft. (1,500 mm) starting at the tip.

10.5.5. Jetting shall not be used during pile driving.

10.5.6. Pre-drilling shall be permitted only as follows:

- a) In areas where the presence of existing piling or other

10.5 PELAKSANAAN

10.5.1. Pemasangan mengacu pada ACI 543R, kecuali terdapat modifikasi.

10.5.2. Tiang pancang harus dipasang di lokasi dan elevasi yang ditentukan pada gambar desain atau nilai gaya pantulan; dan pemancangan memenuhi kriteria yang disyaratkan.

10.5.3. Kabel pengangkat, pengait, atau sambungan lain yang digunakan dalam proses transportasi harus dilepas untuk mencegah pengurangan kapasitas hambatan lekat (*friction*) saat pemancangan. Letak dari kabel pengangkat, pengait, atau sambungan yang dipasang harus diperbaiki untuk mencegah terjadinya korosi dan masuknya air dalam beton tiang pancang.

10.5.4. Tanda yang mudah terlihat harus terdapat pada semua tiang dengan *interval* 1 kaki (300 mm) dan tanda tersebut harus diberi nomor setiap 5 kaki (1,500 mm) mulai dari ujung.

10.5.5. Proses *Jetting* tidak boleh digunakan selama proses pemancangan.

10.5.6. *Pre-drilling* hanya diizinkan sebagai berikut:

- a) Pada Lokasi proyek dimana terdapat tiang pancang eksisting

obstructions are known or suspected, exploratory pre-drilling is required for the purpose of ensuring that the new pile can be successfully installed. Exploratory pre-drilling shall be performed as shown in drawings, or as directed by OWNER. Where exploratory pre-drilling reveals the presence of an existing pile or other obstruction, OWNER will specify an alternate location for the pile.

- b) Pre-drilling to aid in driving shall be approved by OWNER.
- c) Diameter of pre-drilling shall not be greater than the least dimension of the pile minus 2 in. (50 mm).
- d) Spoil produced by pre-drilling shall be removed and disposed of as directed by OWNER.

10.5.7. Pile driving criteria outlining the acceptance blow count per foot and criteria for refusal (e.g. blows per foot) will be submitted by CONTRACTOR, but not implemented until reviewed and approved by OWNER. The driving criteria shall be determined based on OWNER's experience and analysis by considering the hammer information and the geotechnical site conditions. The driving criteria shall be validated by a load testing program before being implemented for production

atau penghalang lain, perlu dilakukan eksplorasi *pre-drilling* yang bertujuan untuk memastikan bahwa tiang baru dapat dipasang sesuai dengan persyaratan. Eksplorasi *Pre-drilling* harus dilakukan seperti yang tercantum dalam gambar, atau seperti yang diarahkan oleh PEMILIK. Jika hasil eksplorasi *Pre-drilling* ditemukan tiang pancang eksisting atau penghalang lainnya, PEMILIK akan menentukan lokasi alternatif untuk pemancangan tersebut.

- b) *Pre-drilling* dapat dilakukan pada saat proses pemancangan dengan persetujuan PEMILIK.
- c) Diameter *pre-drilling* tidak boleh lebih besar dari dimensi tiang terkecil dikurangi 2 inci (50 mm).
- d) *Material* sisa yang dihasilkan oleh kegiatan *pre-drilling* harus dipindahkan dan dibuang sesuai yang diarahkan oleh PEMILIK.

10.5.7. Penerimaan Kriteria pemancangan didasarkan pada nilai jumlah pukulan per titik dan kriteria gaya pantulan (seperti pukulan per titik) akan diajukan oleh KONTRAKTOR, tetapi tidak boleh dilaksanakan sampai ditinjau dan disetujui oleh PEMILIK. Kriteria pemancangan harus ditentukan berdasarkan pengalaman dan analisis PEMILIK dengan mempertimbangkan informasi alat pancang *hammer* dan data geoteknik proyek. Kriteria pemancangan harus divalidasi oleh

piles.

10.5.8. Piles shall be driven continuously to the final tip elevation without interruption.

10.5.9. When very little tip resistance is encountered, the delivered hammer energy should be reduced to prevent the build-up of high tensile stresses in the pile, which could cause cracking.

10.5.10. The pile tip elevations shown in the drawings are the estimated depths at which the required design pile capacity will be attained. Each pile shall be driven to at least the specified tip elevation except as permitted in Section 10.5.11.

10.5.11. Penetrations short of the specified tip elevation will be permitted only when, in the opinion of the OWNER, the additional pile driving will damage the pile. The CONTRACTOR shall determine whether the design pile capacity has been attained, and shall furnish the remediation alternatives as required.

10.5.12. If the acceptance blow count criterion is not satisfied at the design tip elevation, CONTRACTOR shall immediately alert OWNER for disposition. Disposition may include, but not be limited to, driving to a deeper tip elevation, re-tapping with PDA, or load

program pengujian beban sebelum dilaksanakan produksi tiang.

10.5.8. Tiang pancang harus dipancang secara menerus sampai elevasi akhir ujung tiang tanpa ada jeda.

10.5.9. Ketika terdapat nilai tahanan ujung yang sangat kecil, maka pemberian beban alat *hammer* harus dikurangi untuk mencegah terjadinya tegangan tarik yang besar pada tiang, yang dapat menyebabkan retak.

10.5.10. Elevasi ujung tiang yang tercantum pada gambar adalah perkiraan kedalaman untuk mencapai rencana kapasitas tiang pancang yang diperlukan. Setiap tiang harus dipancang setidaknya hingga elevasi ujung tiang yang ditentukan kecuali diizinkan dalam Bagian 10.5.11.

10.5.11. Penetrasi dangkal dari elevasi ujung tiang ditentukan setelah mendapat izin jika menurut pendapat PEMILIK bahwa tambahan pemancangan tiang akan merusak tiang. KONTRAKTOR harus menentukan apakah kapasitas desain tiang telah tercapai, dan harus memberikan alternatif perbaikan sesuai persyaratan.

10.5.12. Jika kriteria jumlah pukulan tidak sesuai dengan desain elevasi ujung tiang, KONTRAKTOR harus segera memberitahu PEMILIK untuk disposisi. Disposisi dapat mencakup, namun tidak terbatas pada pemancangan ke elevasi ujung tiang yang lebih dalam, pemukulan dengan PDA test, atau

testing the pile.

10.5.13. Should a sudden and sustained reduction in driving resistance, or if another anomaly is observed during installation, CONTRACTOR shall immediately alert OWNER for disposition.

10.5.14. The driving of prestressed concrete piles shall be observed carefully, and erratic driving resistance shall be cause for investigation of the condition and capacity of the pile involved. The pile shall be removed for inspection if required by OWNER.

10.5.15. Broken, split, mislocated, or out of plumb piling shall be brought to the attention of the OWNER for disposition. This could include repair, removal, and abandoning and replacement of the pile.

10.5.16. CONTRACTOR shall furnish and install, at its own expense, such extra material as will be required to cover breakage, rejection, or other contingencies.

10.5.17. An Inspector from the TESTING AGENCY shall be assigned to each pile driving rig to monitor and record pile-driving operations in pile driving logs, unless otherwise approved by OWNER.

menguji beban tiang.

10.5.13. Jika terjadi penurunan hambatan saat pemancangan secara tiba-tiba dan berkelanjutan, atau jika terjadi hal yang tidak normal selama pemasangan, KONTRAKTOR harus segera memberitahu PEMILIK untuk disposisi.

10.5.14. Proses pemancangan tiang beton prategang harus diperhatikan dengan hati-hati, dan hambatan saat pemancangan yang tidak menentu, tiang pancang terkait harus dilakukan penyelidikan terhadap kondisi dan kapasitasnya. Jika diperlukan oleh PEMILIK, tiang pancang harus dipindahkan untuk dilakukan pemeriksaan.

10.5.15. Kerusakan, patah, pergeseran, atau kondisi tiang pancang yang bengkok harus diberitahukan kepada PEMILIK untuk dilakukan disposisi. Disposisi dapat mencakup perbaikan, pemindahan, dan dibatalkan serta penggantian tiang.

10.5.16. KONTRAKTOR harus menyediakan dan memasang, dengan biaya sendiri, bahan tambahan yang diperlukan untuk menutupi kerusakan, penolakan, atau kejadian tak terduga lainnya.

10.5.17. Pengawas dari LEMBAGA PENGUJIAN harus ditugaskan ke setiap alat pemancangan tiang untuk memantau dan mencatat pelaksanaan pemancangan tiang pancang dalam Laporan Pemancangan Tiang, kecuali ada ketentuan lain yang disetujui oleh

10.5.18. To avoid vibration against freshly placed concrete, a minimum clearance distance should be determined based on the site specific geotechnical ground condition. Pile driving shall not be performed closer than [the minimum clearance distance] from concrete that has been in place less than 24 hours.

10.5.19. Pile Heave

- a) Provisions shall be made by CONTRACTOR to check piles for heaving due to driving piles in groups. Where heave is observed, it shall be documented in the Pile Driving Record for evaluation by CONTRACTOR and approved by OWNER.
- b) Piles heaving in excess of 1/2 inch (13 mm) shall be re-tapped to their original elevation. CONTRACTOR will determine and advise OWNER as to the extent of re-tapping or re-driving necessary to correct any noted/additional inadequacies.
- c) CONTRACTOR shall remove heave soil material to rough elevation and dispose of the material as directed by OWNER.

PEMILIK.

10.5.18. Untuk menghindari getaran terhadap pengecoran beton yang baru dilakukan, jarak bebas minimum harus ditentukan berdasarkan kondisi geoteknik tanah yang spesifik di lokasi proyek. Proses pemancangan tidak boleh berdekatan (jarak bebas *minimum*) dari pengecoran beton yang telah dilakukan kurang dari 24 jam.

10.5.19. Kondisi Tiang Pancang Yang Terangkat

- a) KONTRAKTOR harus membuat ketentuan untuk pemeriksaan kelompok tiang pancang yang terangkat selama proses pemancangan. Terangkatnya tiang pancang harus dilakukan pengamatan, hal tersebut harus didokumentasikan dalam Laporan Pemancangan untuk dievaluasi oleh KONTRAKTOR dan disetujui oleh PEMILIK.
- b) Terangkatnya tiang melebihi 1/2 inci (13 mm) harus dikembalikan lagi ke elevasi semula. KONTRAKTOR akan menentukan dan memberikan saran kepada PEMILIK sejauh mana pengembalian atau pemancangan ulang yang diperlukan untuk memperbaiki ketidaksesuaian tersebut.
- c) KONTRAKTOR harus memindahkan *material* tanah yang terangkat ke elevasi semula dan membuang *material* tersebut sesuai arahan

PEMILIK.

10.5.20. Cut-Off

- a) After the driving operation is completed, piling shall be cut-off at the required elevation in a manner that will prevent spalling or weakening of the concrete.
- b) Cut-off tolerances shall be as specified in Section 10.6.
- c) Uplift connection devices shall be installed, where indicated in design drawings.

10.5.21. Disposal of all damaged, broken, or other rejected piles plus all cut-offs shall be as directed by OWNER.

10.6 DRIVING TOLERANCES

- 10.6.1. The top of piles shall be within 3 in. (75 mm) in any horizontal direction of the position shown in design drawings.
- 10.6.2. Piles shall be cut-off true and level at the required elevations, as shown in design drawings. A deviation of not more than 1 in. (25 mm) in elevation shall be permitted.
- 10.6.3. Piles shall be driven in alignment holes and/or with templates when necessary to comply with the above tolerances. The depth of alignment holes shall not exceed 5 ft. (1.5 m).

10.5.20. Pemotongan Sisa Pancang

- a) Setelah pelaksanaan pemancangan selesai, tiang pancang harus dipotong sesuai elevasi yang disyaratkan dengan cara yang tidak menyebabkan beton terkelupas atau mengurangi kekuatannya.
- b) Pemotongan sisa pancang harus mengacu pada Sub-bab 10.6.
- c) Peralatan angkat harus terpasang, seperti yang tercantum dalam gambar desain.

10.5.21. Pembuangan semua tiang pancang yang rusak, pecah, atau yang ditolak termasuk semua *material* potongan tiang harus sesuai dengan arahan PEMILIK.

10.6 TOLERANSI PEMANCANGAN

- 10.6.1. Bagian atas tiang harus berada dalam jarak 3 inci (75 mm) pada arah *horizontal* dari posisi yang tercantum dalam gambar desain.
- 10.6.2. Tiang pancang harus dipotong dan rata sesuai elevasi yang disyaratkan, seperti yang tercantum dalam gambar desain. Penyimpangan elevasi tidak lebih dari 1 inci (25 mm) dapat diizinkan.
- 10.6.3. Tiang pancang harus dipancang dalam posisi lubang yang lurus untuk memenuhi toleransi di atas. Kedalaman lubang tiang tidak boleh melebihi 5 ft (1.5 m).

10.6.4. Vertical piles shall not be more than 2% of the pile length out of plumb. The maximum deviation from the required axial alignment of battered piles shall be 4% of the pile length.

10.6.4. Tiang pancang vertikal tidak boleh lebih dari 2% dari panjang sisi luar tiang. Deviasi maksimum dari kelurusan aksial tiang harus sebesar 4% dari panjang tiang.

10.7 INSPECTION AND TESTING

10.7 INSPEKSI DAN PENGUJIAN

10.7.1. General

10.7.1. Umum

- a) According to OWNER - approved pile testing procedure per Section 7.1, a pile load test program shall be performed prior to commencement of production piling. The test program should be planned in such a way to establish pile set-up/relaxation and correlation among hammer blow count, dynamic capacity based on PDA and CAPWAP analysis, and static axial load capacity for the site.
- b) An Inspector from the TESTING AGENCY shall be assigned for conducting inspection and dynamic and static load testing of piles, unless otherwise approved by OWNER. Selection of TESTING AGENCY shall be approved by OWNER.
- c) Access and assistance shall be provided by CONTRACTOR to enable the TESTING AGENCY to expeditiously perform the required instrumentation and monitoring. TESTING AGENCY will instruct CONTRACTOR in the details

- a) Berdasarkan prosedur pengujian tiang pancang yang telah disetujui PEMILIK sesuai sub-bab 7.1, Pelaksanaan uji beban tiang harus dilakukan sebelum dimulainya produksi tiang pancang. Pelaksanaan pengujian harus direncanakan sedemikian rupa untuk menetapkan *setting* tiang dan korelasi antara jumlah pukulan Alat *Hammer*, kapasitas dinamis berdasarkan analisis PDA dan CAPWAP, dan kapasitas beban aksial statis pada lokasi proyek.
- b) Pengawas dari LEMBAGA PENGUJI harus ditugaskan untuk melakukan inspeksi dan pengujian beban dinamis dan statis tiang, kecuali jika mendapat persetujuan PEMILIK. Pemilihan LEMBAGA PENGUJI harus disetujui oleh OWNER.
- c) Kemudahan akses dan bantuan harus disediakan oleh KONTRAKTOR agar LEMBAGA PENGUJIAN dapat segera melakukan instrumentasi dan pemantauan yang diperlukan. LEMBAGA PENGUJIAN akan menginstruksikan kepada

of the required assistance.

- d) The OWNER and the assigned TESTING AGENCY shall have the right to make additional or independent inspections and tests at any time.
- e) CONTRACTOR shall provide all necessary equipment including test piles, anchor piles, load and displacement measuring gauges, loading devices, and all other applicable supplies for successfully conducting the pile load tests.
- f) Instruments, cables, and equipment associated with pile testing shall be protected from damage.

10.7.2. High-Strain Dynamic Pile Tests

- a) High-strain dynamic tests (e.g. PDA) shall be conducted in accordance with ASTM D4945.
- b) The instrumentation for a dynamic test pile shall consist of a sufficient number of transducers, arranged around the pile, to reliably establish the average section transient strain (or force) and acceleration (or velocity, or displacement). The transducer signal shall be recorded for subsequent analysis. All transducers shall be calibrated before dynamic testing.

KONTRAKTOR mengenai detail bantuan yang diperlukan.

- d) PEMILIK dan LEMBAGA PENGUJIAN yang ditunjuk berhak untuk memperoleh tambahan data atau inspeksi secara independen dan pengujian setiap saat.
- e) KONTRAKTOR harus menyediakan semua peralatan yang diperlukan termasuk pengujian tiang, tiang angkur, pengukur beban dan perpindahannya, alat angkut, dan semua perlengkapan lain yang digunakan agar dapat melakukan uji beban tiang secara baik.
- f) Instrumen, kabel, dan perlengkapan yang terkait dengan pengujian tiang harus dilindungi dari kerusakan.

10.7.2. Pengujian *High-Strain Dynamic Pile*

- a) Pengujian *High-Strain Dynamic Pile* (misalnya PDA) dilaksanakan mengacu pada ASTM D4945.
- b) Perangkat untuk pengujian dinamis pada tiang pancang harus terdiri dari jumlah *transducer* yang cukup, disusun di sekeliling tiang, untuk secara memadai dapat menetapkan rata-rata regangan (atau gaya) *transient strain* dan percepatan (atau kecepatan atau perpindahan). Sinyal *transducer* harus direkam untuk analisis selanjutnya. Semua *transducer* harus dikalibrasi sebelum

- c) PDA testing on test piles shall be done from commencement to termination of pile driving.
- d) Dynamic tests shall be conducted during initial driving and re-driving after at least 7 days (or as defined by OWNER) after initial driving.
- e) A cold hammer shall not be used for re-tapping/re-strike. The hammer shall be warmed before re-tapping/re-strike by applying at least 20 blows to another pile.
- f) Pile driving data shall be analyzed to provide pile capacity, end bearing and skin friction distribution using industry-accepted procedures, such as CAPWAP, and the result documented in a report to the OWNER.

pengujian dinamis.

- c) Pengujian PDA pada tiang uji harus dilakukan dari awal hingga penghentian pemancangan tiang.
- d) Pengujian dinamis harus dilakukan selama pemancangan awal dan pemancangan ulang setelah sekurangnya 7 hari (atau sebagaimana ditentukan oleh PEMILIK) setelah pekerjaan pemancangan awal.
- e) *Cold Hammer* tidak boleh dipergunakan untuk pemukulan ulang. Alat *Hammer* harus dilakukan pemanasan sebelum pemukulan ulang dengan menerapkan setidaknya 20 pukulan ke tiang lain.
- f) Data pemancangan tiang harus dianalisis untuk mendapatkan nilai kapasitas tiang, tahanan ujung tiang dan distribusi hambatan gesek menggunakan prosedur standar industri, seperti CAPWAP, dan hasilnya didokumentasikan dalam laporan kepada PEMILIK.

10.7.3. Static Pile Load Tests

- a) Requirements and equipment for driving test and reaction piles shall be the same as those for production piles.
- b) Use of production piles for static load testing will not be

10.7.3. Pengujian Beban Statis Tiang Pancang

- a) Persyaratan dan peralatan untuk uji pemancangan dan Gaya Reaksi Tiang Pancang harus sama dengan kekuatan Izin dari produsen.
- b) Penggunaan tiang pancang untuk pengujian beban statis

permitted, unless approved in writing by OWNER.

- c) Sufficient period of time should be allowed for pile set-up/relaxation and between pile driving (or re-tap/ re-strike) and static load testing of piles. Re-strike PDA and CAPWAP analysis shall be performed on the pile selected for static axial compression test, after allowing minimum 7 days (or as defined by OWNER) for set-up after initial pile driving. Likewise, static pile load tests shall start after allowing the minimum period for set-up after re-strike PDA.
- d) Static pile load test equipment shall be adequate for the anticipated pile test loads.
- e) Test loads shall be measured with a primary load cell system and a secondary system of calibrated jacks and pressure gauges (i.e., two independent load measuring devices shall be used).
- f) Calibration of load cell and hydraulic jack and pressure gauges must be accomplished within 30 days of mobilization to the site.
- g) Time-load-movement curves shall be prepared for static pile load tests in consultation with OWNER.

tidak diizinkan, kecuali disetujui secara tertulis oleh PEMILIK.

- c) Jangka waktu yang cukup harus diberikan untuk *set-up* tiang pancang dan antara proses pemancangan (pemukulan ulang) dengan pengujian beban statis tiang. Pemukulan ulang PDA dan Analisis CAPWAP harus dilakukan pada tiang yang dipilih untuk uji tekan statis aksial diizinkan setelah minimal 7 hari (atau sebagaimana ditentukan oleh PEMILIK) untuk *men-set-up* setelah pemancangan awal tiang. Demikian juga, uji beban tiang statik harus dimulai setelah jangka waktu minimum setelah pemukulan ulang PDA.
- d) Peralatan uji beban statis tiang harus memadai untuk mengantisipasi uji beban tiang.
- e) Uji beban harus diukur dengan sistem beban primer tunggal dan sistem sekunder yang dikalibrasi jarum penunjuk dan pengukur tekanan (yaitu, dua perangkat pengukur beban yang harus digunakan).
- f) Kalibrasi beban tunggal (*load cell*) dan jarum hidrolis serta pengukur tekanan harus diselesaikan dalam waktu 30 hari sejak mobilisasi ke lokasi.
- g) Kurva pergerakan beban dan waktu harus disiapkan untuk uji beban statis tiang dengan berkonsultasi dengan PEMILIK.

- h) Movement of test piles shall be measured by a primary system of dial gauges supported by a reference beam and by a separate secondary system of wire, mirror and scale or LDVT (Linear Variable Differential Transformer). Any movements in reaction piles and the corresponding loading shall be recorded. A surveyor's level or laser beam shall be used as a further check on test pile and reaction pile movements.
- i) Movement gauges shall continue to be recorded at 10-minute intervals for at least 30 minutes after completely unloading piles.
- j) Once a load test is completed on a pile, test data and interpretation shall be documented in a report and submitted to OWNER for review and acceptance.
- k) CONTRACTOR shall provide a suitable enclosure of test arrangements to ensure complete weather protection and provide the necessary power source and light for the reference beams and for personnel conducting tests.
- l) Test and reaction piles that are correctly located and installed, and undamaged after testing, may be used as production
- h) Pergerakan uji tiang harus diukur dengan *system* primer pengukur tekanan yang didukung oleh *reference beam* dan dengan sistem *separate secondary dengan wire, mirror and scale* atau LDVT (*Transformator Diferensial Variabel Linear*). Beberapa gerakan di gaya reaksi tiang dan pembebanan yang sesuai harus dicatat. Elevasi *surveyor* atau laser *beam* harus digunakan sebagai titik pengecekan lebih lanjut pada gerakan uji tiang dan perpindahan reaksi tiang.
- i) Pemindahan tekanan harus terus dicatat dengan *interval* 10 menit setidaknya selama 30 menit setelah pembebanan tiang selesai.
- j) Setelah uji beban selesai pada tiang, data uji dan interpretasi harus didokumentasikan dalam laporan dan diserahkan kepada PEMILIK untuk ditinjau dan diterima.
- k) KONTRAKTOR harus menyediakan pelindung yang memadai untuk memastikan terlindungi dari cuaca dan menyediakan sumber daya listrik pencahayaan yang diperlukan untuk titik referensi serta petunjuk bagi personil yang melakukan pengujian.
- l) Pengujian beban dan reaksi tiang pada koordinat dan pemasangan dengan benar, dan tidak rusak setelah

 Engineering Technical Standards & Procedures	SUBHOLDING REFINING & PETROCHEMICAL	Doc. No. : RP-ETS-CIV-GS-0006-01-2021
	GENERAL SPECIFICATION FURNISHING & INSTALLING PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES	Page No. : 33 / 34

piles if approved by OWNER. Sacrificial reaction piles do not need to meet the production pile requirements.

pengujian, dapat digunakan sebagai tiang hasil pemancangan jika disetujui oleh PEMILIK. Tiang pancang sisa pengujian tidak perlu memenuhi persyaratan tiang hasil pemancangan.

10.7.4. Static Pile Load Tests for Axial Capacity

- a) All pile testing for axial load (compression and tension) shall be conducted in accordance with the quick load test method per ASTM D1143/D1143M and ASTM D3689/D3689M, respectively.
- b) The apparatus for applying axial loads to the test piles shall maintain constant load under increasing settlement and deflection and shall apply the loads in such a way that no unintended forces or impacts occur.
- c) Selected piles for axial load tests (compression and tension) shall be loaded at least to 200% of allowable pile design load. These piles shall be selected in consultation with OWNER.
- d) The load shall be applied by a single hydraulic jack equipped with a spherical bearing acting against an anchored reaction frame or by hydraulic jacks reacting against a reaction beam. The hydraulic system shall be capable of maintaining

10.7.4. Pengujian Beban Statis Tiang untuk Kapasitas Aksial

- a) Semua pengujian tiang untuk beban aksial (tekanan dan tegangan) harus dilakukan sesuai dengan metode *quick load test* yang mengacu pada ASTM D1143 / D1143M dan ASTM D3689 / D3689M.
- b) Peralatan untuk pengujian beban aksial pada uji tiang harus mempertahankan beban konstan dibawah nilai peningkatan *settlement* serta defleksi dan harus mengaplikasikan beban sedemikian rupa sehingga tidak terjadi gaya atau benturan yang tidak diinginkan.
- c) Tiang pancang yang dipilih untuk uji beban aksial (tekanan dan tegangan) harus dibebani paling sedikit hingga 200% dari beban rencana tiang yang diijinkan. Pemilihan tiang pancang ini harus berkonsultasi dengan PEMILIK.
- d) Beban harus aplikasikan dilengkapi dengan *single hydraulic jack* dengan landasan bulat yang bekerja melawan reaksi ankur atau dengan *hydraulic jacks* yang bereaksi terhadap *reaction beam*. Sistem hidrolik harus mampu

 Engineering Technical Standards & Procedures	SUBHOLDING REFINING & PETROCHEMICAL	Doc. No. : RP-ETS-CIV-GS-0006-01-2021
	GENERAL SPECIFICATION FURNISHING & INSTALLING PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES	Page No. : 34 / 34

a constant load on the pile between increments.

mempertahankan beban konstan pada tiang di antara penambahan beban.

10.7.5. Static Pile Load Tests for Lateral Capacity

- a) Pile testing for lateral loads shall be conducted in accordance with the standard loading procedure per ASTM D3966/D3966M.
- b) Lateral load test shall be performed to at least 200% of the proposed allowable lateral design capacity.
- c) The load shall be applied by a single hydraulic jack equipped with a spherical bearing acting against an anchored reaction frame or by pushing/pulling two single piles with a single hydraulic jack. The hydraulic system shall be capable of maintaining a constant load on the pile between increments.

10.7.5. Pengujian Beban Statis Tiang untuk Kapasitas *Lateral*

- a) Pengujian Tiang untuk beban lateral dipergunakan mengacu pada *the standard loading procedure* ASTM D3966/D3966M.
- b) Pengujian beban lateral dibebankan paling tidak 200% dari kapasitas rencana beban *lateral*.
- c) Beban harus diaplikasikan pada perangkat yang dilengkapi *single hydraulic jack* dengan landasan bulat yang bekerja melawan reaksi ankur atau dengan dorong/ tarikan dua tiang tunggal dengan *single hydraulic jack*. Sistem hidraulik harus mampu mempertahankan beban konstan pada tiang di antara penambahan beban.