

Analisis Pondasi Konvensional dan Pondasi *Elevated* Tangki *Refrigerated* LPG PT Pertamina Tanjung Sekong dari Segi Biaya dan Waktu

Sry Rashida Sofyan dan Cahyono Bintang Nurcahyo

Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: bintang@ce.its.ac.id

Abstrak—Pada proses pembanguan terminal tangki LPG, material konstruksi dan jenis pondasi pada tangki harus direncanakan untuk dapat menahan kondisi temperatur pada saat operasional normal dan keadaan darurat. Salah satu metode untuk menjaga fungsi pondasi adalah dengan memanfaatkan tambahan pemanas pada pondasi (*wire heater*) untuk membantu mencegah pembekuan lapisan tanah terjadi saat di bawah kondisi operasional normal. Pondasi dengan tambahan pemanas ini dikenal sebagai jenis pondasi konvensional. Terdapat alternatif jenis pondasi lain yang dapat digunakan pada bangunan tangki *refrigerated* LPG yaitu pondasi tanpa menggunakan pemanas, karena panas didapatkan dari celah udara antara bagian bawah tangki dan tanah, sehingga disebut sebagai jenis pondasi *elevated*. Struktur jenis pondasi tersebut mempunyai perbedaan desain dan metode konstruksi yang berpengaruh terhadap biaya dan waktu. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pekerjaan tangki dengan pondasi konvensional dan tangki dengan pondasi *elevated* dari segi biaya dan waktu. Proyek yang dijadikan obyek penelitian adalah Pembangunan Terminal *Liquefied Petroleum Gas Refrigerated* Tanjung Sekong di Merak Mas Banten. Untuk kedua jenis pondasi tersebut dilakukan studi pustaka dan pengumpulan data, analisis metode pelaksanaan, perhitungan kebutuhan material dan alat, analisis produktivitas dan durasi pekerjaan, serta analisis perhitungan biaya. Hasil penelitian ini adalah, tangki dengan pondasi konvensional membutuhkan waktu pelaksanaan selama 946 hari dengan biaya sebesar Rp415.999.911.484,00 dan tangki dengan pondasi *elevated* membutuhkan waktu pelaksanaan selama 734 hari dengan biaya sebesar Rp406.231.085.649,00.

Kata Kunci—Biaya, *Elevated*, Konvensional, Pondasi, Waktu.

I. PENDAHULUAN

DITengah gencarnya program pemerintah mengenai konvensi energi, maka sumber energi alternatif menjadi pilihan yang tidak terelakkan, dengan *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) sebagai salah satu sumber energi alternatif. PT Pertamina memproduksi 1003 *million standard cubic feet of gas per day* (MMSCFD) dari total 2524 MMSCFD produksi domestik LPG Indonesia. Untuk memenuhi kebutuhan dan impor akan LPG yang terus meningkat tiap tahunnya, PT Pertamina membangun terminal tangki LPG baru di Tanjung Sekong.

Dibutuhkan perencanaan khusus untuk konstruksi tangki LPG PT Pertamina di Tanjung Sekong ini dikarenakan tangki LPG yang nantinya digunakan untuk tempat penyimpanan LPG adalah jenis *Refrigerated Tank* LPG. *Refrigerated Tank* LPG digunakan untuk menyimpan gas cair dengan suhu rendah untuk mencegah kehilangan dari gas yang menguap. Dimensi tipikal dari *Refrigerated Tank*

LPG berkapasitas dari 80.000m³ hingga sekitar 1.600.000m³ (0,5 sampai 1 juta barrel). *Refrigerated Tank* LPG memberikan isolasi, tahan api, perlindungan dari angin, dan penghalang uap.

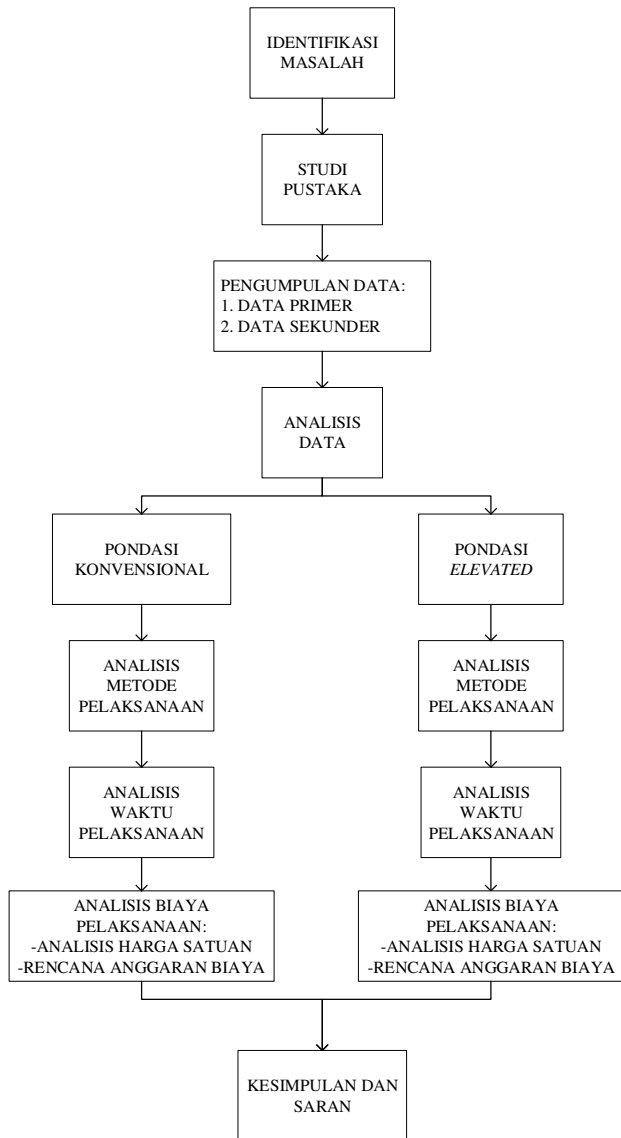
Pada proyek pembangunan tangki *Refrigerated* LPG PT Pertamina di Tanjung Sekong ini, material untuk pondasi yang digunakan adalah tiang pancang. Pada perencanaan pondasinya terdapat dua jenis perencanaan, yaitu perencanaan untuk pondasi konvensional dan pondasi *elevated*. Untuk perencanaan pondasi konvensional, pada tangki digunakan tambahan pemanas, sedangkan untuk perencanaan pondasi *elevated* tidak perlu tambahan pemanas karena panas didapatkan dari udara yang masuk di bawah tangki.

Data dan analisis yang digunakan pada perencanaan jenis pondasi *elevated* tentunya berbeda dengan perencanaan pondasi konvensional. Selain perbedaan desain struktur, kedua jenis pondasi tersebut tentu akan berbeda dari segi biaya dan waktu. Hal tersebut disebabkan jumlah sumber daya dan jenis peralatan yang digunakan dalam kedua jenis pondasi tersebut berbeda. Oleh karena itu, penelitian ini bermaksud untuk menganalisis jenis pondasi konvensional dan pondasi *elevated* tersebut dari segi waktu dan biaya.

II. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan untuk mencari biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk pembangunan tangki *Refrigerated* LPG dengan pondasi *elevated* dan pondasi konvensional. Pada penelitian ini perencanaan pondasi yang digunakan adalah pondasi *elevated* dan pondasi konvensional. Peneliti hanya menganalisis pembangunan tangki *Refrigerated* LPG dengan pondasi konvensional dan pembangunan tangki *Refrigerated* LPG dengan pondasi *elevated* dari segi biaya dan waktu dengan data perencanaan pondasi dan struktur didapat dari kontraktor.

Sistematika metodologi analisis biaya dan waktu pondasi konvensional dan pondasi *elevated* tangki *Refrigerated* LPG dalam diagram alir, dapat dilihat pada Gambar 1 berikut. Penelitian dimulai dengan identifikasi masalah dilanjutkan dengan studi pustaka, pengumpulan data primer dan data sekunder, menganalisis data baik pondasi konvensional maupun pondasi *elevated* hingga kesimpulan dan saran.



Gambar 1. Diagram Alir Metodologi.

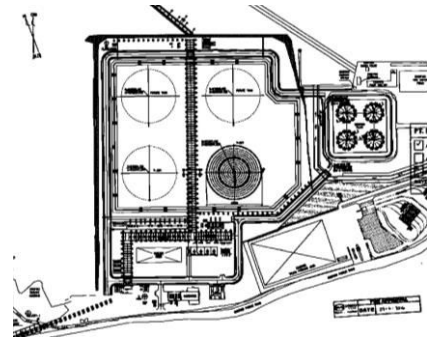
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Umum

Proyek pembangunan terminal LPG PT Pertamina Tanjung Sekong ini dilakukan untuk menunjang produksi LPG. Diketahui data umum proyek tersebut adalah sebagai berikut:

- Nama :Pembangunan Terminal LPG Tanjung Sekong di Merak Mas Banten
- Lokasi :Tanjung Sekong, Merak Mas, Banten
- Pemilik :PT PERTAMINA (Persero) – Direktorat Pemasaran dan Niaga
- Kontraktor :WIKA-POSCO Engineering Consortium
- Lingkup :Engineering, Procurement, Construction, and Commissioning (EPCC)

Pada proyek ini terdapat dua tangki yaitu tangki *Double Wall Propane* T-201 dengan diameter tangki 67,80 m dan tinggi 41,55 m dan tangki *Single Wall Butane* T-301 dengan diameter tangki 66,80 m dan tinggi 41,05 m dengan luas total proyek adalah 70.871,07 m². Gambar rencana lokasi pembangunan dilihat pada Gambar 2. Jenis pondasi yang digunakan pada proyek ini adalah jenis pondasi *elevated*.



Gambar 2. Site Plan Pembangunan Terminal LPG.

B. Metode Konstruksi Tangki dengan Pondasi Elevated

Tahapan pelaksanaan tangki dengan pondasi *elevated* adalah sebagai berikut:

1. Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang

Pondasi yang digunakan pada pembangunan tangki *Refrigerated LPG* ini adalah tiang pancang. Data tiang pancang yang digunakan untuk tangki *Double Wall* T-201 adalah sebagai berikut:

- Diameter tiang pancang (ϕ) = 0.60 m
- Panjang tiang pancang (L) = 35.00 m
- Jarak antar titik pancang (S1) = 2.50 m
- Jumlah titik pancang (n_p) = 590 buah

Data tiang pancang yang digunakan untuk tangki *Single Wall* T-301 adalah sebagai berikut:

- Diameter tiang pancang (ϕ) = 0.60 m
- Panjang tiang pancang (L) = 37.50 m
- Jarak antar titik pancang (S1) = 2.50 m
- Jumlah titik pancang (n_p) = 590 buah

Proses pemancangan pondasi dimulai dari bagian pusat pondasi menerus ke arah garis keliling pondasi. Alur pengerjaan tiang pancang sesuai dengan Gambar 3 pemancangan dibagi menjadi 14 bagian. Pemancangan dilakukan dengan menggunakan *drop hammer*.

2. Pekerjaan Bottom Slab

Struktur *bottom slab* pada tangki pondasi *elevated* terbuat dari beton mutu $f_c' = 29$ MPa dengan tebal 1.000mm.

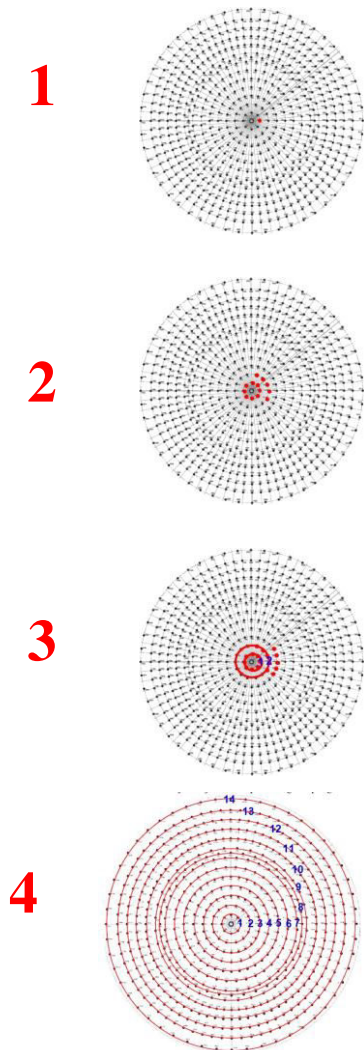
3. Pekerjaan Tangki Refrigerated

Urutan pekerjaan tangki *Double Wall* T-201 adalah sebagai berikut:

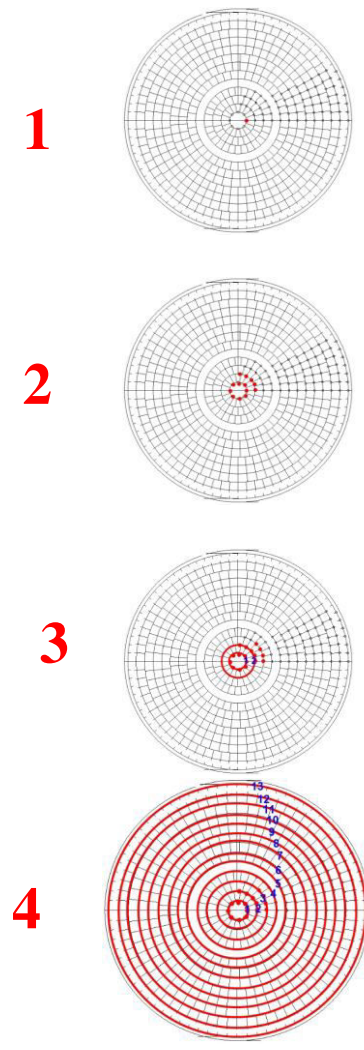
- Pekerjaan *annular plate and outer shell*
- *Roof structure installation*
- *Roof air raising and outer shell*
- *Outer bottom plate installation*
- Instalasi *Bottom Insulation* dan *Inner Bottom Plate*
- *Inner shell plate*
- *Opening close and hydro test*
- *Wall PUF and deck insulation*
- *Nitrogen Purge and dry-out and cool down and LPG Filling*

Sedangkan untuk tangki *Single Wall* T-301 adalah sebagai berikut:

- Pekerjaan *annular plate and shell*
- *Roof structure installation*
- *Roof air raising and shell*
- *Bottom plate installation*
- *Opening close and hydro test*
- *Wall PUF and deck insulation*
- *Nitrogen Purge and dry-out and cool down and LPG Filling*



Gambar 3. Alur Pemancangan Pondasi *Elevated*.



Gambar 4. Alur Pemancangan Pondasi Konvensional.

Metode Konstruksi Tangki dengan Pondasi Konvensional

Tahapan pelaksanaan tangki dengan pondasi konvensional adalah sebagai berikut:

1. Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang

Pondasi yang digunakan pada pembangunan tangki *Refrigerated LPG* ini adalah tiang pancang. Data tiang pancang yang digunakan untuk tangki *Double Wall T-201* adalah sebagai berikut:

- Diameter tiang pancang (ϕ) = 0.60 m
- Panjang tiang pancang (L) = 30.00 m
- Jarak antar titik pancang (S1) = 1.80 m
- Jumlah titik pancang (n_p) = 614 buah

Data tiang pancang yang digunakan untuk tangki *Single Wall T-301* adalah sebagai berikut:

- Diameter tiang pancang (ϕ) = 0.60 m
- Panjang tiang pancang (L) = 30.00 m
- Jarak antar titik pancang (S1) = 1.80 m
- Jumlah titik pancang (n_p) = 614 buah

Proses pemancangan pondasi dimulai dari bagian pusat pondasi menerus ke arah garis keliling pondasi. Alur pengerjaan tiang pancang sesuai dengan Gambar 4 pemancangan dibagi menjadi 13 bagian. Pemancangan dilakukan dengan menggunakan *drop hammer*.

2. Pekerjaan *Bottom Slab*

Struktur *bottom slab* pada tangki pondasi konvensional terbuat dari beton mutu $f_c' 29$ MPa dengan tebal 1.500mm untuk tangki dengan pondasi konvensional ini terdapat pemanas di *bottom slab*nya.

3. Pekerjaan *Tangki Refrigerated*

Urutan pekerjaan tangki pada pondasi konvensional sama dengan tangki dengan pondasi *elevated*.

C. Analisis Biaya

Analisis biaya dimulai dengan menghitung kebutuhan material, tenaga, dan alat yang digunakan untuk tiap item pekerjaan sesuai dengan tahapan pelaksanaan yang digunakan, serta menentukan harga satuan dari masing-masing item pekerjaan[1]. Analisis harga satuan dihitung berdasarkan produktivitas alat atau pekerja sesuai dengan ketentuan pada Pedoman Analisis Harga Satuan Bidang Pekerjaan Umum Tahun 2016. Contoh perhitungan koefisien analisa harga satuan dapat dilihat pada Tabel 1.

Setelah mengetahui kebutuhan material, tenaga kerja, peralatan, dan harga satuan selanjutnya menyusun rencana anggaran biaya (RAB). Rencana anggaran biaya dihitung berdasarkan pada kuantitas tiap jenis pekerjaan dikalikan dengan harga satuan tiap pekerjaan. Dari hasil perhitungan RAB didapat total biaya yang dibutuhkan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 1.
Perhitungan Koefisien Analisis Harga Satuan

Uraian	Kode	Koefisien	Satuan
Per-m' pemancangan tiang pancang beton f60 cm <i>HPH1200e Piling Hammer</i>			
kapasitas per-jam (kontinyu)	V1	28,8	m/jam
faktor efisiensi alat	Fa	0,75	
waktu siklus per-titik pemancangan			
>waktu membongkar dan <i>resetting hammer</i> pada posisi pancang	T1	25	menit
>memasang tiang (termasuk sambungan) dan memancang	T2	25	menit
>lain-lain (termasuk mengatur dan menggeser serta menunggu)	T3	10	menit
kapasitas produksi/jam = $(V1 * Fa * T2 / Ts1)$	Ts1	60	menit
koefisien alat/buah = $(1/Q1)$	Q1	9	m/jam
TENAGA		0,111	jam
Kebutuhan Tenaga			
Lama waktu kerja	Tk	7	jam
produksi yang menentukan: Drop Hammer	Q1	9	m/jam
Produksi/ hari = $Tk \times Q1$	Q1'	63	m/hari
Kebutuhan Tenaga			
>Pekerja (bantu proses pemancangan)	P	10	orang
>Operator	O	2	orang
>Pembantu Operator	PO	2	orang
>Mandor	M	1	orang
Koefisien Tenaga			
>Pekerja = $(Tk \times P/Q1')$		1,111	OH
>Operator = $(Tk \times O/Q1')$		0,222	OH
>Pembantu Operator = $(Tk \times PO/Q1')$		0,222	OH
>Mandor = $(Tk \times M/Q1')$		0,111	OH

Tabel 2.
Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Tangki dengan Pondasi Konvensional

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga
A	Pekerjaan Persiapan	Rp1.434.271.523
B	Pekerjaan Tiang Pancang	Rp45.357.164.051
C	Pekerjaan <i>Bottom Slab</i>	Rp29.696.535.566
D	Pekerjaan Tangki T-201	Rp214.243.295.147
E	Pekerjaan Tangki T-301	Rp124.968.645.197
F	Pekerjaan <i>Finishing</i>	Rp300.000.000
	Total	Rp415.999.911.484

Tabel 3.
Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Tangki dengan Pondasi *Elevated*

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga
A	Pekerjaan Persiapan	Rp1.434.271.523
B	Pekerjaan Tiang Pancang	Rp45.612.796.698
C	Pekerjaan <i>Bottom Slab</i>	Rp19.672.077.085
D	Pekerjaan Tangki T-201	Rp214.243.295.147
E	Pekerjaan Tangki T-301	Rp124.968.645.197
F	Pekerjaan <i>Finishing</i>	Rp300.000.000
	Total	Rp406.231.085.649

D. Analisis Waktu

Analisis waktu dimulai dengan menghitung produktivitas dari alat yang digunakan[2]. Sedangkan produktivitas pekerja didapat dari hasil survei di lapangan dengan mewawancari ahli di proyek.

Tabel 4.
Durasi Pekerjaan Tangki dengan Pondasi Konvensional

Uraian Pekerjaan	Durasi (Hari)
Pemrosesan <i>Working Order</i>	
Menerima & Memproses <i>Working Order</i> Dari Klien	0
<i>Initial Meeting</i>	0
<i>Procurement</i>	
<i>Pc Pile</i>	78
<i>Refrigerated Tank (T-201;T-301)</i>	179
<i>Heater</i>	426
Konstruksi	
Persiapan	45
Pekerjaan Tiang Pancang T-201	110
Pekerjaan Tiang Pancang T-301	110
Pekerjaan <i>Bottom Slab</i> T-201	288
Pekerjaan <i>Bottom Slab</i> T-301	288
Pekerjaan Tangki T-201	410
Pekerjaan Tangki T-301	326
<i>Finishing</i>	
<i>Heater Test</i>	14
<i>Nitrogen Purge & Dry Out</i>	40
<i>Cool Down & LPG Filling</i>	20
Total Durasi	946

Tabel 5.
Durasi Tangki dengan Pondasi *Elevated*

Uraian Pekerjaan	Durasi (Hari)
Pemrosesan <i>Working Order</i>	
Menerima & Memproses <i>Working Order</i> Dari Klien	0
<i>Initial Meeting</i>	0
<i>Procurement</i>	
<i>Pc Pile</i>	78
<i>Refrigerated Tank (T-201;T-301)</i>	179
Konstruksi	
Persiapan	45
Pekerjaan Tiang Pancang T-201	123
Pekerjaan Tiang Pancang T-301	129
Pekerjaan <i>Bottom Slab</i> T-201	57
Pekerjaan <i>Bottom Slab</i> T-301	56
Pekerjaan Tangki T-201	410
Pekerjaan Tangki T-301	326
<i>Finishing</i>	
<i>Nitrogen Purge & Dry Out</i>	40
<i>Cool Down & LPG Filling</i>	20
Total Durasi	734

Untuk menghitung durasi masing-masing pekerjaan pada kedua jenis pondasi yaitu dengan cara membagi kuantitas pekerjaan dengan produktivitas alat atau pekerja. Selanjutnya dengan menggunakan perangkat lunak manajemen proyek dan berdasarkan urutan pekerjaan yang telah dibuat dapat diketahui total waktu pelaksanaan untuk kedua jenis pondasi. Hasil perhitungan durasi untuk tiap pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil analisis tangki dengan jenis pondasi *elevated* dan tangki dengan jenis pondasi konvensional didapatkan hasil kesimpulan sebagai berikut:

1. Tangki dengan pondasi *elevated* membutuhkan biaya sebesar Rp406.231.085.649,00 dan tangki dengan pondasi konvensional membutuhkan biaya sebesar Rp415.999.911.484,00. Biaya pelaksanaan pekerjaan tangki dengan pondasi konvensional lebih mahal dibandingkan dengan tangki dengan pondasi *elevated* karena pada pekerjaan tangki dengan pondasi konvensional membutuhkan instalasi *wire heater*, perbedaan dimensi dan

jumlah tiang pancang dan penambahan biaya upah dan alat.

2. Tangki dengan pondasi *elevated* membutuhkan waktu pelaksanaan selama 734 hari dan tangki dengan pondasi konvensional membutuhkan waktu pelaksanaan selama 946 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Departemen Pekerjaan Umum, "Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum." Kementerian Pekerjaan Umum, Bandung, 2016.
- [2] S. F. Rostiyanti, *Alat Berat untuk Proyek Konstruksi*. Jakarta: Rineka Cipta, 2008.