

PERENCANAAN PONDASI TANKI BAHAN BAKAR MINYAK DI KABUPATEN BIMA PROPINSI NUSA TENGGARA BARAT

Aditya Rizkiardi¹

¹ Program Studi Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945, Jl. Semolowaru No. 45 Surabaya
email:adityarizkiardi@untag-sby.ac.id¹

Abstrak: Perkembangan teknologi yang semakin pesat berbanding lurus dengan permintaan pemilik proyek untuk menyelesaikan pekerjaan dalam waktu yang cukup singkat. Penelitian ini bertujuan untuk mencari dimensi dan jumlah tulangan, serta mutu beton yang memenuhi. Dimensi tanki dalam penelitian ini memiliki diameter 17,66 m dan tinggi 10,965 m dengan kapasitas yang direncanakan sebesar 2.500 m³. Sedangkan dimensi pile cap yang direncanakan berdiameter 19,47 m dengan tebal rencana 40 cm. Standar perencanaan yang digunakan adalah API 650 tahun 2019 yang diterbitkan oleh American Petroleum Institute. Sedangkan untuk pembenanan yang tidak ada dalam API 650 ditentukan berdasarkan SNI 1727:2020 dan penulangan pile cap menggunakan SNI 2847:2019. *Software* yang digunakan adalah STAAD Pro Connect Edition v.22. Sedangkan untuk perhitungan penulangan pondasi strouss menggunakan PCA COLUMN v6.0. Dari perhitungan perencanaan bisa ditentukan penulangan ganda untuk pile cap adalah D16-150 (tulangan ulir diameter 16 mm jarak 150 mm) dengan ($f'c$) = 29,05 Mpa (beton K-350), (f_y) = 320 Mpa, dan tebal selimut beton 70 mm. Sedangkan untuk pondasi strouss dihasilkan tulangan pokok 18D16 tersebar merata di seluruh sisi lingkaran dengan jarak minimum 65 mm dan tebal selimut beton minimum 60 mm.

Kata Kunci: pondasi, tanki, beton, *software*

Abstract: The rapid development of technology is directly proportional to the request of the project owner to complete the work in a fairly short time. This study aims to find the dimensions and amount of reinforcement, as well as the quality of concrete that meets. The dimensions of the tank in this study have a diameter of 17.66 m and a height of 10.965 m with a planned capacity of 2,500 m³. While the planned pile cap dimensions are 19.47 m in diameter with a planned thickness of 40 cm. The planning standard used is API 650 of 2019 published by the American Petroleum Institute. Meanwhile, the repetition that is not in API 650 is determined based on SNI 1727:2020 and pile cap repetition using SNI 2847:2019. The software used is STAAD Pro Connect Edition v.22. As for the calculation of strouss foundation repetition using PCA COLUMN v6.0. From the planning calculations, it can be determined that the double repetition for the pile cap is D16-150 (thread reinforcement diameter 16 mm, distance 150 mm) with ($f'c$) = 29.05 Mpa (concrete K-350), (f_y) = 320 Mpa, and concrete blanket thickness 70 mm. Meanwhile, for the strouss foundation, 18D16 main reinforcement is evenly distributed on all sides of the circle with a minimum distance of 65 mm and a minimum concrete blanket thickness of 60 mm.

Keywords: foundation, tank, concrete, *software*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang semakin pesat berbanding lurus dengan permintaan pemilik proyek untuk menyelesaikan pekerjaan dalam waktu yang cukup singkat. Mereka beranggapan bahwa dengan menggunakan *software* pekerjaan tidak perlu membutuhkan waktu yang lama. Sebuah pemahaman terhadap *software* yang perlu diperbaiki, yaitu anggapan bahwa analisa struktur bisa diselesaikan dalam waktu yang cepat. Padahal sebelum masuk ke dalam *software* ada langkah-langkah perhitungan

sesuai dengan persyaratan konstruksi yang harus dipenuhi terlebih dahulu. Setelah hasilnya dijadikan sebagai angka input beban dalam *software*.

Dalam sebuah perencanaan pondasi tanki sudah pasti tujuannya adalah untuk mencari besarnya tulangan beton yang dibutuhkan, terutama tulangan pile cap. Sedangkan untuk dimensi pondasi mengikuti saran dari penyedia jasa penyelidikan tanah. Hanya saja penulangan strouss dan mutu beton ditentukan sendiri. Perencanaan ini bertujuan untuk mencari dimensi

dan jumlah tulangan, serta mutu beton yang memenuhi. Dimensi tanki dalam penelitian ini memiliki diameter 17,66 m dan tinggi 10,965 m dengan kapasitas yang direncanakan sebesar 2.500 m³. Fungsinya sebagai tanki penyimpanan bahan bakar minyak (BBM) sebelum didistribusikan. Sedangkan dimensi pile cap yang direncanakan berdiameter 19,47 m dengan tebal rencana 40 cm.

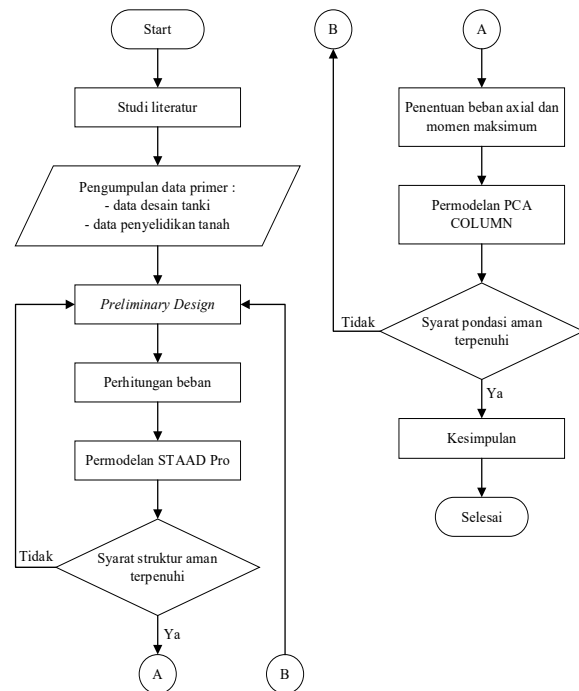
Standar perencanaan yang digunakan adalah API 650 tahun 2019 yang diterbitkan oleh *American Petroleum Institute* sebagai pedoman untuk perhitungan beban gempa dan penentuan faktor keamanan untuk struktur tanki. Sedangkan untuk pembenanan yang tidak ada dalam API 650 ditentukan berdasarkan SNI 1727:2020 tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Penulangan pile cap menggunakan SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain (ACI 318M-14 dan ACI 318RM-14, MOD).

Software yang digunakan adalah STAAD *Pro Connect Edition v.22* untuk menentukan besarnya beban axial dan momen yang terjadi pada masing-masing titik tumpuan. Sedangkan untuk perhitungan penulangan pondasi strouss menggunakan PCA COLUMN v6.0. Pada penelitian yang dilakukan oleh Agustiar, dkk (2021) menggunakan STAAD *Pro Advance*. Dan permodelan yang dilakukan adalah permodelan bentuk pile cap dan tiang pondasi. Sementara dalam penelitian ini permodelan yang dilakukan adalah permodelan bentuk tanki dan pile cap. Dari kedua permodelan tersebut yang membedakan adalah bentuk tumpuan.

2. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini sama halnya dengan penelitian pada umumnya, dimulai dengan studi literatur, pengumpulan data, *preliminary design*, analisa hingga kesimpulan yang merupakan hasil akhirnya. Agar lebih jelas langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian bisa dilihat pada Gambar 1 berikut, yaitu gambar diagram alir

(*flowchart*). Dari diagram alir tersebut jelas bahwa ada beberapa hal yang harus dilakukan terlebih dahulu sebelum melakukan permdelan bentuk struktur ke dalam STAAD Pro maupun PCA COLUMN.

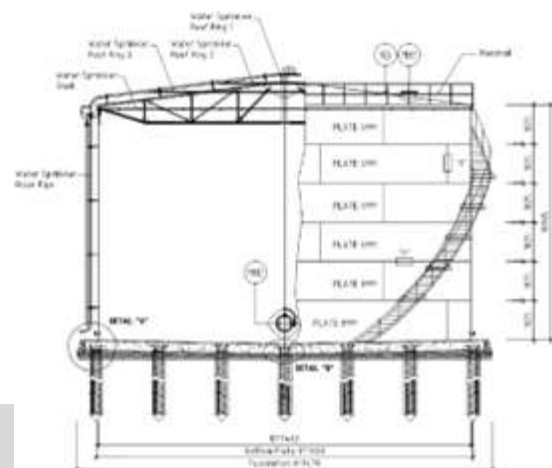


Gambar 1 : Diagram Alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

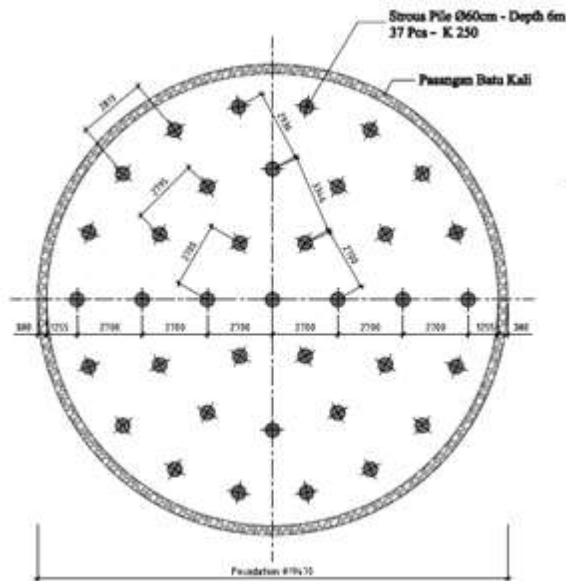
3.1. Data Perencanaan

Bentuk dan dimensi tanki minyak dengan kapasitas 2.500 m³ bisa dilihat pada Gambar 2 sebagai berikut,



Gambar 2 : Bentuk dan Dimensi Tanki

Dari gambar 1 tampak bahwa tanki yang direncanakan memiliki diameter 17,66 m, tinggi 10,965 m, dan dimensi pelat beton yang berfungsi sebagai pile cap memiliki diameter 19,47 m dan tebal 40 cm. Sedangkan rencana pondasi bisa dilihat pada Gambar 3 sebagai berikut,



Gambar 3 : Rencana Pondasi

Rencana menggunakan pondasi strouss diameter 0,6 m dengan kedalaman 6 m dan mutu beton K-250.

3.2. Pembebanan dan Perkiraan Tegangan yang Terjadi di Dasar Pondasi

Untuk menghitung perkiraan tegangan pada dasar pondasi akibat beban yang bekerja, maka perlu asumsi pembedaan konsentrasi beban terutama bagian tengah dan bagian tepi (akibat

beban gempa dan beban dinding tanki yang terjadi di daerah tepi). Maka diasumsikan daerah dasar pondasi dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian tengah dan tepi. Beban total massa isi dianggap disebar merata seluruh pondasi (bagian tengah dan bagian tepi) sedangkan beban gempa, beban dinding tanki, dan beban atap disebar hanya pada bagian tepi. Untuk mengetahui pengaruh pembebanan yang ekstrim, maka penghitungan tegangan dasar pada pondasi ditinjau terhadap 3 (tiga) kondisi :

- a. kondisi beban normal
- b. kondisi pada saat uji hidrostatis
- c. kondisi tanki sudah beroperasi (termasuk beban gempa)

Hasil perhitungan rencana beban pondasi yang bekerja bisa dilihat pada Tabel 1 dan hasil perhitungan perkiraan tegangan yang terjadi di dasar pondasi bisa dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1 : Hasil Perhitungan Rencana Beban Pondasi

No.	Jenis Beban	Total Beban
1	Beban mati (berat tanki beserta atapnya, dan berat utilitas termasuk aksesorisnya)	73.438,79 kg
2	Beban hidup a. berat isi air (untuk uji hidrostatis) b. berat isi minyak (operasional) c. berat orang dan alat di atas (luas atap = 279,31 m ²)	2.634.018,00 kg 2.492.817,00 kg 23.931,00 kg
3	Beban angin, beban angin dihitung berdasarkan SNI 1727 : 2000 dengan besar beban angin desain minimum 77 kg/m ² , karena beban angin yang terjadi masih lebih kecil beban angin minimum. Sehingga beban angin yang akan digunakan dalam analisa struktur besarnya adalah sebagai berikut : bagian dinding : a. arah datang b. arah pergi c. dinding tepi bagian atap : a. bagian depan b. bagian belakang	61,00 kg/m ² -38,50 kg/m ² -33,80 kg/m ² -49,30 kg/m ² -13,88 kg/m ²
4	Beban gempa, ditentukan sesuai dengan standar American Petroleum Institute (API) 650 appendix E – Seismic Design of Storage Tank. a. Overturning moment b. Gaya horizontal gempa dasar pada titik tangkap di ketinggian 4,65 m dari bawah.	3.131.633,34 kg m 673.363,06 kg

Tabel 2 : Hasil Perhitungan Perkiraan Tegangan di Dasar Pondasi

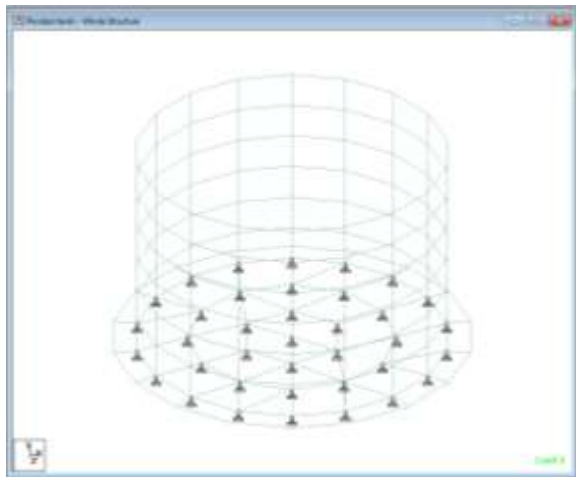
No.	Jenis Tegangan yang Bekerja	Total Tegangan
1	Akibat beban normal a. Total tegangan merata dasar pile cap bagian tengah b. Total tegangan merata dasar pile cap bagian tepi	11.210,00 kg/m ² 14.210,00 kg/m ²
2	Akibat beban uji hidrostatis : a. Total tegangan merata dasar pile cap bagian tengah b. Total tegangan merata dasar pile cap bagian tepi	11.746,00 kg/m ² 12.857,00 kg/m ²
3	Akibat beban operasi dan beban gempa a. Total tegangan merata dasar pile cap bagian tengah b. Total tegangan merata dasar pile cap bagian tepi	11.746,00 kg/m ² 12.410,00 kg/m ²
4	Beban gempa, ditentukan sesuai dengan standar American Petroleum Institute (API) 650 appendix E – Seismic Design of Storage Tank. a. Overturning moment b. Gaya horizontal gempa dasar pada titik tangkap di ketinggian 4,65 m dari bawah.	3.131.633,34 kg m 673.363,06 kg

Faktor keamanan yang digunakan untuk desain pondasi menggunakan ketentuan yang ada pada API 650 sebagai berikut :

- Untuk kondisi beban operasional normal (*normal operating conditions*) : 2 s.d 3
- Untuk kondisi beban tes hidrostatis (*during hydrostatic testing*) : 1,5 s.d 2,25
- Untuk kondisi beban operasional normal dan gempa maksimum : 1,5 s.d 2,25

3.3. Permodelan STAAD Pro

Setelah semua beban diketahui, maka dilakukan permodelan STAAD Pro dengan memasukkan bentuk tanki beserta rencana pondasinya (input geometri) dan dilanjutkan dengan memasukkan tegangan yang sudah dihitung sebelumnya (Tabel 2). Hasil input geometri bisa dilihat pada Gambar 4.



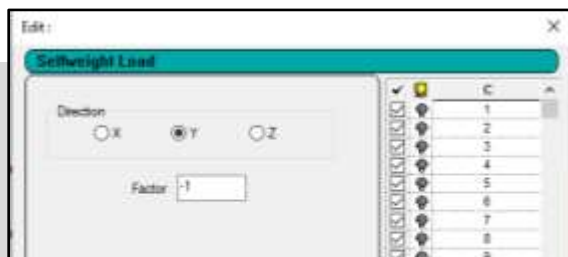
Gambar 4 : Bentuk Geometri pada *Input* STAAD Pro

Setelah dilakukan *input* geometri, langkah selanjutnya adalah pembebanan terhadap bentuk geometri tersebut (Gambar 5).

Gambar 5 : Menu *Input* Beban Mati dan Beban Hidrostatis

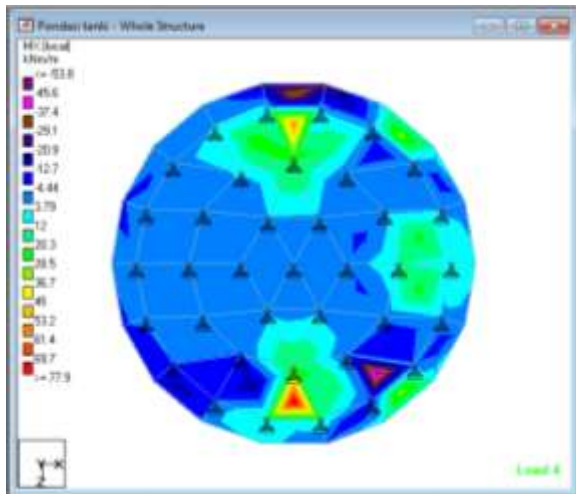


Gambar 6 : Menu *Input* Beban Hidrostatis (Beban *File Cap*)

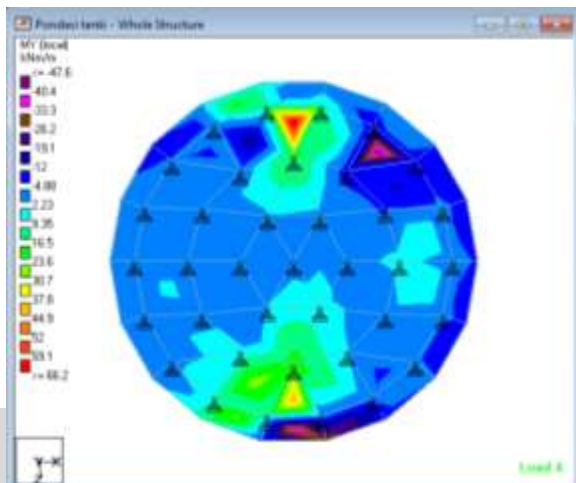


Gambar 7 : Menu Input Beban Kombinasi

Hasil dari *running* STAAD Pro adalah gambar kontur momen yang terjadi di pile cap bisa dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9. Momen maksimum yang terjadi di adalah sebesar 77,9 kN.m/m = 79.435,89 kg.m/m (Mx) dan 66,25 kN.m/m (67.5561,99) kg.m/m (My). Beban axial yang dihasilkan sebesar 6.464,00 kN.



Gambar 8 : Kontur Momen Arah X (Mx)

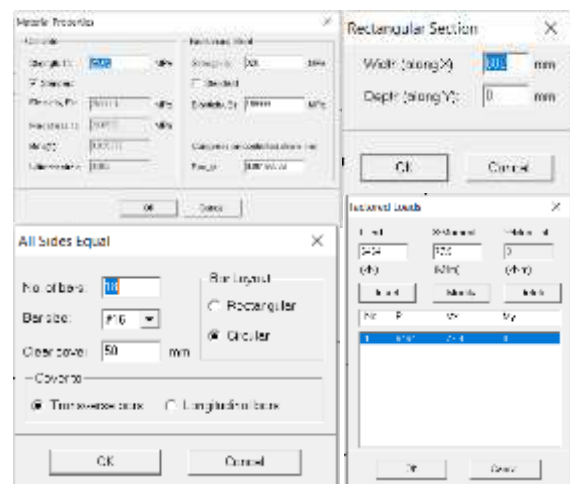


Gambar 9 : Kontur Momen Arah Y (My)

3.4. Perhitungan Penulangan Pile Cap dan Pondasi Strouss

Pada pile cap direncanakan menggunakan tulangan ganda (*double layer*) dua arah (arah x dan arah y). Spesifikasi besi tulangan yang akan digunakan adalah besi baja tulangan dengan tegangan leleh maksimum (f_y) 320 Mpa, sedangkan mutu beton yang digunakan (f'_c) sebesar 29,05 Mpa (mutu beton K-350). Hasil perhitungan penulangan pile cap adalah penulangan ganda untuk pile cap adalah D16-150 (tulangan ulir diameter 16 mm jarak 150 mm)

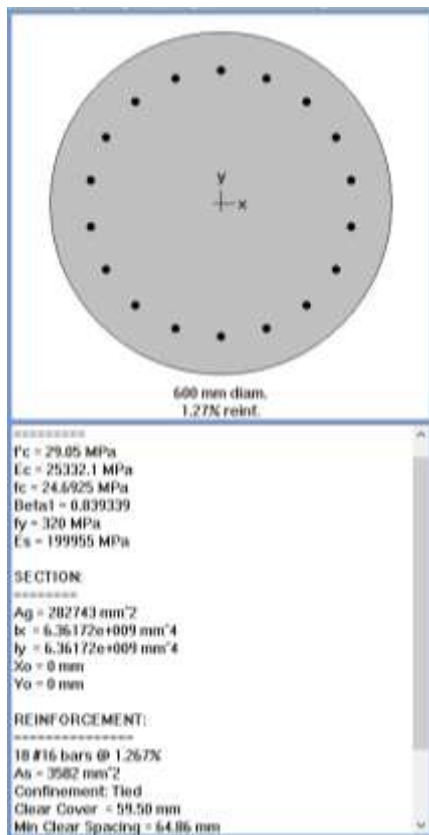
Kemudian untuk perhitungan penulangan pokok pondasi strouss ditentukan dengan menggunakan program SP COLUMN v6.0. Seperti pada umumnya program bantu teknik sipil lainnya, tahapan awal adalah permodelan bentuk dimensi komponen struktur yang dianalisa, kemudian dilanjutkan pembebanan dan terakhir adalah *running*. Input data di program SP COLUMN bisa dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10 : Menu-menu Input PCA COLUMN

Hasil perhitungan tulangan pokok pondasi strouss bisa dilihat pada Gambar 11 dan Gambar 12.

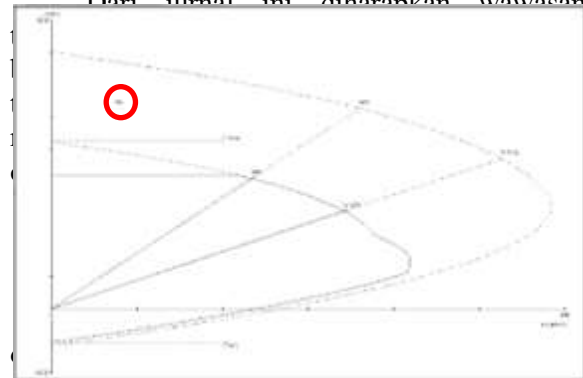
Gambar 11 : Diagram P-M Hasil Perhitungan Momen



Gambar 12 : Tulangan Pokok Strouss

4. IMPLIKASI HASIL STUDI

Dari jurnal ini, disarankan wawasan



adalah D16-150 (tulangan ulir diameter 16 mm jarak 150 mm) dengan mutu beton (f'_c) = 29,05 Mpa (beton K-350), mutu baja tulangan (f_y) = 320 Mpa, dan tebal selimut beton 70 mm. Sedangkan untuk pondasi strouss juga dengan menggunakan mutu beton dan baja tulangan yang sama dengan pile cap, yaitu f'_c = 29,05 Mpa dan f_y = 320 Mpa, dihasilkan tulangan pokok 18D16 tersebar merata di seluruh sisi lingkaran dengan jarak minimum 65 mm dan tebal selimut beton minimum 60 mm, seperti yang tertera pada data output di Gambar 11.

Dari hasil penulisan ini kami menyarankan bahwa perlu untuk mencoba program bantu yang lain, mengingat waktu yang disediakan oleh pemilik pekerjaan untuk desain tanki cukup singkat, sementara dalam perencanaan banyak hal yang harus diperhitungkan dan dipertimbangkan agar mendapatkan desain yang efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. American Petroleum Institute Standard 650 Thirteenth Edition. 2019. Welded Tanks for Oil Storage. Washington : API Publishing Services.
- [2]. Badan Standarisasi Nasional. 2020. SNI 1727:2020 tentang Beban Desain Minimum

dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.

- [3]. Badan Standarisasi Nasional. 2019. SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain (ACI 318M-14 dan ACI 318RM-14, MOD). Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.

- [4]. Irawan Agustiar, Ikhtisholiah, Subali. 2021. Analisis Kekuatan Pondasi Tangki Fame Biodiesel pada Proyek PT.X di Gresik. Gresik : Jurnal Wahana Universitas Gresik Volume 10 Nomor 01 Juni 2021 hal. 23 – 37.