

RANCANGAN RAK PENYIMPANAN FASILITAS LOADING UNLOADING

Djaruddin Hasibuan*

ABSTRAK

RANCANGAN RAK PENYIMPANAN FASILITAS LOADING-UNLOADING. Untuk melengkapi sistem bantu fasilitas loading-unloading telah dilakukan perancangan rak penyimpanan fasilitas ini di gedung Reaktor Serba Guna. Dengan instalasi yang direncanakan, fasilitas loading-unloading dapat disimpan dengan baik di luar kolam reaktor pada saat tidak digunakan. Perancangan dilakukan dengan memperhitungkan beban maksimum yang terjadi dan pemilihan dimensi baja profil yang didasarkan pada standard ASTM. Instalasi yang direncanakan memerlukan 4 potong baja profil W4x13 dengan panjang 8 ft, 4 potong baja profil W4x13 dengan panjang 6 ft dan 1 lembar pelat Al dengan ukuran 1200 x 2400 x 25,4 mm. Dari uraian yang dikemukakan di atas, dapat disimpulkan bahwa perancangan rak penyimpanan fasilitas loading unloading ini layak direalisasikan.

ABSTRACT

DESIGN THE LOADING-UNLOADING RACK FACILITY. To completed the auxiliary sistem of the loading-unloading facility, the design holding rack of this facility has been done in the RSG-GAS building. By the installation design, the loading-unloading facility can be held in good condition outside of the reactor pool when the facility not used. Design performed by considering the maximum load and the slection of the dimation of steel profile base to ASTM standard. The design installation needs 4 peaces steel profile W 4x13, 8 ft in length, 4 peaces W 4x13, 6 ft in length and 1 peace of aluminium pelate with 1200 x 2400 x 25.4 mm dimension. From the discription above can be concluded that the rack of the loading-unloading facility visible to be realized.

PENDAHULUAN

Fasilitas loading unloading adalah fasilitas yang berfungsi untuk membantu proses pemasukan dan pengeluaran target iradiasi ke dan dari dalam posisi iradiasi di dalam teras Reaktor Serba Guna G. A. Siwabessy (RSG-GAS). Pada saat pelaksanaan perawatan fasilitas ini harus di angkat keluar dan disimpan pada tempat penyimpanan khusus di lokasi penyimpanan material aktif. Saat ini

penyimpanan fasilitas loading-unloading ini masih merupakan kendala yang sulit diatasi, hal ini terjadi mengingat bentuk dari fasilitas tersebut tidak memungkinkan untuk diletakkan di atas lantai.

Panjang bagian kaki yang terpasang secara permanen pada bagian bawah landasan mencapai 2,360m mengharuskan penyimpanan dilakukan dalam posisi tegak sedangkan fasilitas penyimpanan yang tersedia belum ada.

Untuk mengatasi kendala tersebut di atas, maka telah dirancang fasilitas penyimpanan loading-unloading di ruang operasi reaktor (operation hall R 0721), sehingga penyimpanan fasilitas tersebut dapat dilakukan dengan baik pada posisi tegak.

Perancangan dilakukan dengan dengan mempertimbangkan berat dan luas landasan dudukan serta ketinggian kaki permanen yang terpasang pada bagian bawah fasilitas loading-unloading tersebut. Fasilitas penyimpanan loading-unloading ini adalah suatu fasilitas yang dipasang di luar teras reaktor, sehingga pengoperasiannya tidak mempengaruhi beroperasinya reaktor.

Oleh karena itu bagian penyangga fasilitas penyimpanan ini dapat dikategorikan pada penyangga *non safety class* dengan batasan perancangan menggunakan *American Sosiata Testing Material (ASTM)* dan *American Institute Steel and Construction (AISC)*.

TEORI

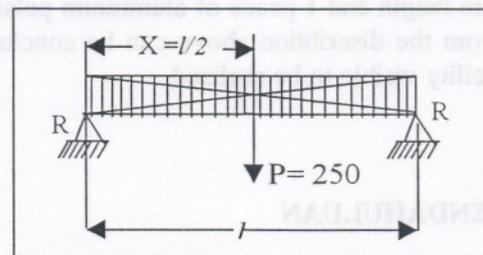
Parameter yang dibutuhkan dalam perancangan ini adalah parameter fisik dari fasilitas loading-unloading tersebut berupa dimensi pelat dudukan (panjang $p = 1300$ mm dan lebar $l = 700$ mm)^[1] serta berat dari fasilitas loading-unloading tersebut ($DW_F = 250$ Kg)^[1]. Data-data lain yang diperlukan selain data di atas adalah panjang bagian kaki permanen dari fasilitas loading-unloading tersebut, $L_k^{[1]} = 2360$ mm. Dalam pengoperasiannya rak penyimpanan fasilitas loading-unloading ini akan menerima beban, P sebesar berat fasilitas loading-unloading tersebut, W_F ditambah dengan berat mati dari rak

penyimpanan fasilitas loading unloading itu sendiri, W_R serta beban tambahan, DW_H berupa berat dua orang teknisi yang akan naik di atas rak pada saat melakukan perawatan atau peletakan fasilitas loading-unloading tersebut.

Pembebanan yang timbul dalam pengoperasian rak penyimpanan fasilitas loading-unloading ditentukan dengan persamaan berikut :

$$P = DW_F + DW_r + DW_H^{[2]} \quad (1)$$

Untuk menghindari terjadinya kerusakan akibat munculnya beban dinamik sesaat berupa gempa bumi, maka beban P tersebut di atas dikalikan dengan suatu faktor, $K^{[5]}$ dimana untuk konstruksi yang tergolong *non safety class* harga $K = 1,33$ dan untuk konstruksi yang tergolong *safety class* harga $K = 1,666$. Bentuk pembebanan yang terjadi pada rak penyimpanan fasilitas loading-unloading ini terbagi rata dan digambarkan seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bentuk Pembebanan Profil Pendukung Utama

Momen lentur maksimum, M_{max} yang timbul pada gelagar pendukung utama rak penyimpanan akibat pembebanan yang timbul adalah :

$$M_{max} = \frac{W.l^2}{8} \quad (2)$$

dimana:

$$\frac{W.l}{2} = P = \text{beban maksimum yang terjadi.}$$
$$l = \text{panjang gelagar}$$

Rak penyimpanan fasilitas loading-unloading yang dirancang termasuk kategori *non safety class*, oleh karena itu pemilihan material yang digunakan di dasarkan pada ASTM, dalam hal ini direncanakan penggunaan material dalam bentuk W (*wade flanges*), dengan bahan ASTM A36. Untuk ASTM A36, tegangan lentur ijin maksimum, S_A , adalah :

$$S_A = 0,6 F_y \quad (3)$$

dimana : F_y = tegangan mulur (*yield strength*)

Untuk profil baja WF yang mengalami momen lentur (M_{max}) dan tegangan ijin maksimum, S_A maka besarnya section modulus, S , adalah :

$$S = M_L / S_A \quad (4)$$

Tiang penyangga (kolom) rak penyimpanan fasilitas loading-unloading yang akan dibuat direncanakan menggunakan profil baja *wade flange w* dengan material ASTM A36.

Bentuk rak penyimpanan fasilitas loading-unloading yang direncanakan adalah bentuk persegi panjang, dimana pada setiap sudut dari bagian kerangka atas diikat pada ujung tiang dan ujung tiang yang sebelah bawah diikat ke lantai.

Dari uraian di atas diperoleh bahwa masing-masing tiang dibebani dengan beban tekan (*compression load*)

dengan kedua ujung tiang terikat (*fixed*).

Untuk menentukan besarnya tegangan tekan ijin maksimum, F_a (*compression member yield stress*) digunakan tabel *Allowable stress for compression member* (Tabel C-50)^[2] dengan terlebih dahulu menentukan harga :

$$\frac{k.l}{r} \quad (5)$$

dengan

$k = 0,65$ ^[2], untuk tiang yang diikat pada kedua ujungnya.

l = panjang tiang yang direncanakan

r = radius *gyrasi* dari bahan yang dipilih.

Pada prinsipnya konstruksi akan aman, jika tegangan tekan ijin maksimum $F_a \geq$ tegangan yang timbul seperti terlihat pada persamaan (6)^[4] berikut :

$$F_a \geq \frac{P}{A} \quad (6)$$

Dengan menggunakan persamaan (1) s/d (6) seluruh permasalahan mekanik yang terkait dengan perancangan dapat diselesaikan.

METODE PERANCANGAN

Metode perancangan ini dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

- Pengumpulan data dan informasi
- Penentuan tata letak instalasi
- Analisa perhitungan material rak penyimpanan loading-unloading.
- Pemilihan material pendukung utama dan tiang.

- Material yang digunakan dalam pembuatan rak penyimpanan fasilitas loading-unloading.

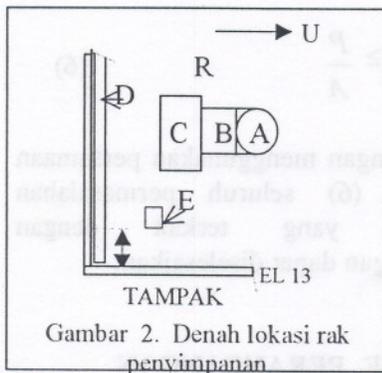
1. Pengumpulan data dan informasi

Data utama dalam perancangan ini adalah :

- Panjang landasan dudukan fasilitas loading-unloading = 1300 mm^[1]
- Panjang kaki permanen fasilitas loading-unloading = 2360 mm
- Berat bagian - bagian fasilitas loading-unloading = 250 kg^[1]

2. Penentuan tata letak instalasi

Berdasarkan hasil survai yang telah dilakukan di lapangan, maka ditentukan bahwa lokasi yang cocok untuk pemasangan rak penyimpanan fasilitas loading-unloading ini adalah pada lantai level 13 m, sebelah selatan, dekat sudut sebelah timur ruang operasi reaktor (operation hall R. 0721) seperti yang diperlihatkan denah pada Gambar 2 berikut ini :



Keterangan Gambar

- A Kolam Reaktor
- B Kolam penyimpanan bahan bakar
- C *HOT CELL*
- D Ducting AC
- E Lokasi usulan

3. Pembuatan gambar konstruksi rak penyimpanan.

Mengacu pada data-data yang dikemukakan sebelumnya, dapat dibuat gambar konstruksi penggantung, seperti terlihat pada Gambar 3.

4. Perhitungan arah dan besar beban.

Berdasarkan Gambar 1 diagram pembebanan yang telah dibuat, maka arah dan besarnya gaya yang bekerja pada rak penyimpanan fasilitas loading-unloading dapat ditentukan. Sesuai dengan fungsinya, rak penyimpanan ini merupakan tempat dudukan dari fasilitas loading-unloading, maka arah gaya yang bekerja akibat beban adalah vertikal kebawah.

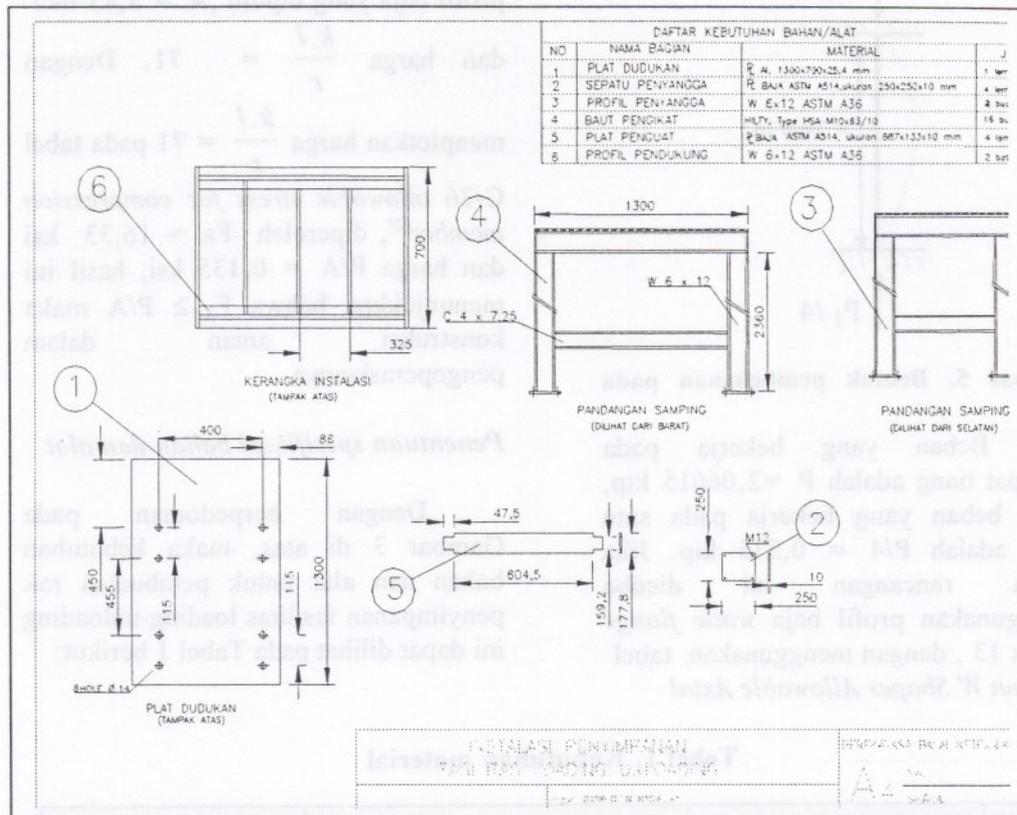
Dengan menggunakan persamaan 1, besarnya beban yang bekerja pada penggantung P, adalah :

$P = 1550$ lb, untuk konstruksi *non safety class* harga P dikalikan dengan faktor penggandaan, $k = 1,333$, maka $P_a = 2,1$ kip

5. Pemilihan material pendukung utama dan tiang

a. Pendukung utama

Jumlah profil pendukung utama yang digunakan = 2 buah, maka beban aktual untuk satu penyangga, $P_a = 1,033$ kip. Material yang digunakan sebagai penyangga utama dari penggantung kapsul adalah baja profil W 4 x 13 dengan bahan ASTM A36, maka dengan menggunakan persamaan 4 diperoleh $S_A = 21,6$ ksi.



Gambar 3. Konstruksi Rak Penyimpanan Fasilitas Loading-Unloading

Dalam pengoperasiannya rak penyimpanan fasilitas loading-unloading ini mengalami tegangan lentur pada profil pendukung utama dan tegangan tekan pada profil tiang (kolom), maka dengan mengacu pada Gambar 1 dan menggunakan persamaan 2 besarnya momen lentur yang timbul pada profil pendukung utama sekitar $M_{max} = 4,940$ Kip-inci

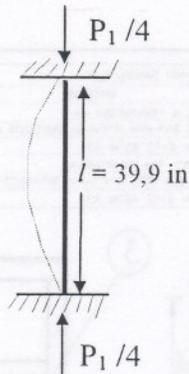
Dengan menggunakan persamaan 3, untuk bahan ASTM A36 diperoleh bahwa tegangan ijin maksimum, $S_A = 21,6$ ksi. Jika harga-harga $M_{max} = 4,940$ dan $S_A = 21,6$ kita substitusikan ke persamaan (4) maka diperoleh

section modulus terhadap sumbu X adalah sebesar $S_{x-x} = 0,23$ inch³

Dengan menggunakan tabel *W shapes dimension and properties* [2] ditentukan S_{x-x} sebesar 5,46 inch³ yang lebih dekat ke atas sehingga konstruksi aman maka profil W yang dipilih adalah W 4 x 13.

b. Material tiang

Mengacu pada Gambar 2 di atas, pembebanan yang terjadi pada tiang adalah pembebanan tekan (*compression load*), dengan bentuk pembebanan seperti terlihat pada Gambar 5 berikut :



Gambar 5. Bentuk pembebanan pada tiang.

Beban yang bekerja pada keempat tiang adalah $P = 2,06615$ kip, maka beban yang bekerja pada satu tiang adalah $P/4 = 0,515$ kip. Jika dalam rancangan ini dicoba menggunakan profil baja *wade flange* W 4 x 13, dengan menggunakan tabel *Column W Shapes Allowable Axial*

$I_{cads}^{[2]}$, diperoleh luas penampang profil baja yang dipilih, $A = 3,83$ inci² dan harga $\frac{k \cdot l}{r} = 71$. Dengan

menplotkan harga $\frac{k \cdot l}{r} = 71$ pada tabel *C-36 allowable stress for compression member*^[2], diperoleh $F_a = 16,33$ ksi dan harga $P/A = 0,135$ ksi, hasil ini menunjukkan bahwa $F_a \geq P/A$ maka konstruksi aman dalam pengoperasiannya.

Penentuan spesifikasi bahan dan alat

Dengan berpedoman pada Gambar 3 di atas, maka kebutuhan bahan dan alat untuk pembuatan rak penyimpanan fasilitas loading-unloading ini dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Kebutuhan material

NO	Spesifikasi bahan / alat	JUMLAH
1	Baja profil W4 x 13, panjang 1300 mm, ASTM A36	2 batang
2	Baja profil W4 x 13, panjang 700 mm, ASTM A36	2 batang
3	Baja profil C 4 x 7,25, panjang 700 mm, ASTM A36	2 batang
4	Baja profil W4 x 13, panjang 2360 mm, ASTM A36	4 batang
5	Pelat Al, ukuran 1300 x 700 x 25,4 mm	1 lembar
6	Pelat baja ukuran 200 x 200 x 10 mm	4 lembar
7	Batu gerinda poles 4"	12 buah
8	Batu gerinda potong 4"	12 buah
9	Kawat las RB 2.6, EXX 60	1 duz (5 Kg)
10	Kertas amplas	10 lembar
11	Cat meni	1 kg
12	Cat besi Hempadur + Tinner	Masing- masing 1 kg

PEMBAHASAN

Dari hasil perhitungan yang dikemukakan diperoleh bahwa beban aktual yang bekerja pada rak penyimpanan fasilitas loading adalah $P = 2,1$ kip. Pemilihan profil baja W 4 x 13 sebagai bahan gelagar pendukung dan tiang dari bahan ASTM A36 dengan tegangan ijin maksimum 21,6 ksi mampu mendukung beban yang

timbul pada rak penyimpanan fasilitas loading-unloading. Mengacu pada Gambar 3 tentang konstruksi rak penyimpanan fasilitas loading-unloading, terlihat bahwa pembuatan rak ini tidak mengalami kesulitan dan dapat dilakukan. Hal ini berarti bahwa perancangan dapat dilanjutkan ke tingkat penyempurnaan rancangan dan pabriasi. Rancangan yang dikemukakan akan menjamin

penyimpanan fasilitas loading-unloading dalam keadaan aman.

KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan/perancangan yang dikemukakan di atas dan berdasarkan analisis yang dikemukakan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Rancangan rak penyimpanan fasilitas loading-unloading yang diajukan mampu mendukung fasilitas loading-unloading tersebut dengan baik dan aman.
2. Rancangan rak penyimpanan fasilitas loading-unloading yang diajukan dapat dipabrikasi dan dirakit.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonimous, IsotopLoad/Unload Facility-BATAN Stress Analisis Design Note, Ident Number: Load/WBS003/T/DN2, Issue B (1993).
2. Manual of steel construction, allowable stress design ninth edition, Chicago (1992).
3. ASME, *Boiler and Pressure Vessel code*, section III devision I, sub section NF 1989 edition, including addenda.
4. S.TIMOSHENKO, *Strength of material*, D.Van Nostrad Company Inc,New York (1966)