

## PEMBUATAN JEMBATAN PORTEBEL AKSES MATERIAL LEVEL 8 m

Aristarkus Sitompul

### ABSTRAK

**RANCANGAN JEMBATAN PORTEBEL LALUAN MATERIAL LEVEL 8 m.** Dalam rangka untuk meningkatkan kinerja fasilitas sistem *rabbit*, telah dilakukan perancangan jembatan *portable* laluan material level 8 m di gedung reaktor. Dengan instalasi yang direncanakan, maka pemindahan cuplikan beraktivitas menengah dan tinggi dari ruang *isotop cell* ke ruang cacah dapat dilakukan dengan mudah. Perancangan dilakukan dengan memperhitungkan beban maksimum yang terjadi dan pemilihan dimensi baja profil yang didasarkan pada standard ASTM. Instalasi yang direncanakan memerlukan 2 potong profil baja W 6 x 12 dengan panjang masing-masing 111,82 inci, 4 potong profil baja W 6 x 12 dengan panjang 47,25 inci dan 1 lembar plat baja dengan ukuran 111,82" x 47,25" x 0,394". Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa rancangan ini layak untuk dipabrikasi.

### ABSTRACT

**DESIGN OF PORTABLE BRIDGE OF MATERIAL ACCES ON 8 m LEVEL .** Base on the planning to increase of the working capability of the rabbit system facility, the design of mentioned portable bridge on access has been done. Using the designed installation the transportation of the middle and high active samples from the isotope cell to the scanning room will be easy to be done. The design has been done by using the maximum actual load, determination of maximum actual load, and also the chosen steel shape dimension compliance with ASTM standard. The installation required 2 peaces of W 6 x 12 steel beam by 111.82 inches in length, 4 peaces W 6 x 12 steel beam by 47.25" in length and a peace of steel plate by 111.82" x 47.25" x 0.394". This paper concluded that this design is feasible to be fabricated.

### PENDAHULUAN

Saat ini pelaksanaan pencacahan langsung dari cuplikan-cuplikan beraktivitas sedang dan tinggi dari bahan yang diiradiasi di fasilitas *rabbit* sistem, masih merupakan kendala yang sulit diatasi karena harus mengalami penundaan sampai batas aktivitas maksimum 50 mrem. Hal ini disebabkan keterbatasan sarana transportasi yang tersedia dari ruang *isotop cell* menuju ruang cacah (level 13 m), sedangkan penggunaan *transfer cask* yang tersedia (berat  $\pm 1,5$  Ton)<sup>[1]</sup> membutuhkan sarana tambahan berupa landasan, agar posisi *transfer cask* tersebut pada saat akan diangkut berada pada daerah mampu jangkau *crane* utama ruang operasi reaktor. Untuk mengatasi kendala tersebut di atas, maka perlu dibuat jembatan portebel, yang berfungsi untuk membantu pemindahan *transfer cask* tersebut ke level 13 m. Jembatan portabel ini merupakan sarana pendukung untuk menempatkan

*transfer cask* pada posisi mampu jangkau oleh *crane* agar dalam proses pengangkutan tidak terjadi ayunan yang dapat membahayakan *crane* maupun peralatan-peralatan di sekitarnya. Jembatan portabel ini beroperasi di luar kolam reaktor dan tanpa ada keterkaitannya dengan pengoperasian reaktor. Oleh karena itu jembatan portabel ini dikategorikan pada jenis konstruksi *non safety class* dengan batasan perancangan menggunakan ASTM (*American Sociate Testing Material*) dan AISC (*American Institute Steel and Construction*). Perancangan dilakukan berdasarkan pada dimensi dari pintu material akses dan *transfer cask* tersebut serta besarnya gaya-gaya yang bekerja pada jembatan yang dirancang, yang berasal dari berat *transfer cask* dan berat mati bahan jembatan itu sendiri. Panjang dari jembatan yang dirancang adalah 3440 mm, terbuat dari bahan profil baja ASTM A36.

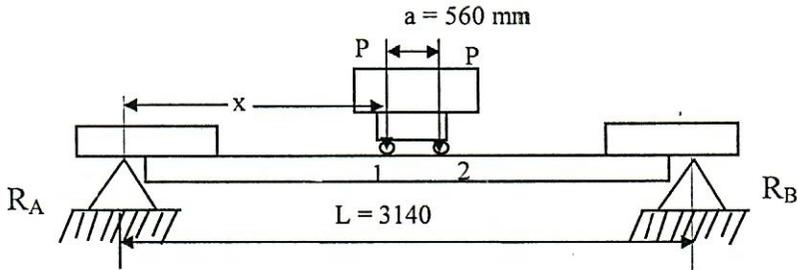
TEORI

Parameter yang dibutuhkan dalam perancangan ini adalah karakteristik dari *transfer cask* dan pintu material akses itu sendiri, antara lain jarak kedua sumbu poros roda ( $L=560$  mm)<sup>[1]</sup> dan berat ( $W$ ) dari *transfer cask* yang akan didukung oleh jembatan, sedangkan data pintu material akses berupa lebar ( $b=3015$  mm). Untuk jembatan yang dirancang, berat beban yang akan didukung ( $P$ ) meliputi berat *transfer cask* ( $DW_T=1,5$  Ton) dan berat mati jembatan ( $DW_J$ ), seperti terlihat pada persamaan 1 berikut<sup>[2]</sup>:

$$P = DW_T + DW_J \dots \dots \dots (1)$$

Untuk menghindari kerusakan akibat beban sesaat yang mungkin timbul, beban ( $P$ ) tersebut dikalikan dengan suatu faktor pergandaan ( $k$ )<sup>[4]</sup>, dimana  $k = 1,333$  untuk konstruksi *non safety class* dan  $1,666$  untuk untuk konstruksi *safety class*.

Bentuk pembebanan yang timbul pada jembatan adalah *simple beam-two equal concentrated moving loads*<sup>[3]</sup>, dimana  $a < (2 - \sqrt{2})L$  dengan beban ( $P$ ) pada masing-masing roda adalah sama seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Diagram pembebanan

Momen lentur maksimum terjadi pada posisi beban 1 pada titik  $x = \frac{1}{2}(L - \frac{a}{2})$ , dinyatakan pada rumus (2) berikut<sup>[3]</sup>:

$$M_{max} = \frac{P}{2L} (1 - \frac{a}{2})^2 \dots \dots \dots (2)$$

Jembatan yang dirancang adalah jenis konstruksi yang 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 :

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

dimana :  $F_y = Yield\ strength$  (tegangan mulur)

Untuk profil WF yang mengalami momen lentur ( $M_L$ ) dan tegangan ijin maksimum ( $S_A$ ), maka besarnya *section modulus* ( $S$ ) adalah :

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

Hasil perhitungan *section modulus* ( $S$ ) dengan menggunakan rumus (4), dicocokkan pada tabel *W Shapes Dimension and Properties*, maka akan diperoleh profil baja yang sesuai dan mampu untuk digunakan. Dalam perancangan ini sistem sambungan yang digunakan adalah sistem sambungan las. Proses pengelasan yang sesuai dengan baja profi ASTM A36 adalah *shielded metal arc welding (SMAW)* dengan jenis kawat las E60XX atau E70XX, direncanakan menggunakan kawat las jenis E60XX. Besarnya tahanan ijin kumpuh las dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Tahanan ijin kampuh las<sup>[5]</sup>

Tahanan ijin		
ukuran nominal (in)	Tegangan tarik min kampuh las (Kip/in)	
	E60XX	E70XX
1/8	1,59	1,86
3/16	2,38	2,78
¼	3,18	3,71
5/16	3,98	4,64
3/8	4,77	5,57
7/16	5,57	6,49
½	6,36	7,42
9/16	7,16	8,35
5/8	7,95	9,28
11/16	8,75	10,21
¾	9,54	11,13

Note: 1Kip = 1000 lbs

Pada prinsipnya, dengan panjang jembatan *portable* (L) dan beban total (P), maka dengan menggunakan persamaan 1 s/d 4 dan sifat-sifat pengelasan yang telah diuraikan akan dapat ditentukan dimensi profil WF dan plat dudukan jembatan serta ukuran filler metal pengelasan yang dibutuhkan.

#### METODE PERANCANGAN

Metode perancangan ini dilakukan dengan tahapan - tahapan sebagai berikut :

- Data
  - Penentuan tata letak instalasi
  - Pembuatan Gambar teknik konstruksi jembatan.
  - Perancangan sistem sambungan.

#### PERANCANGAN

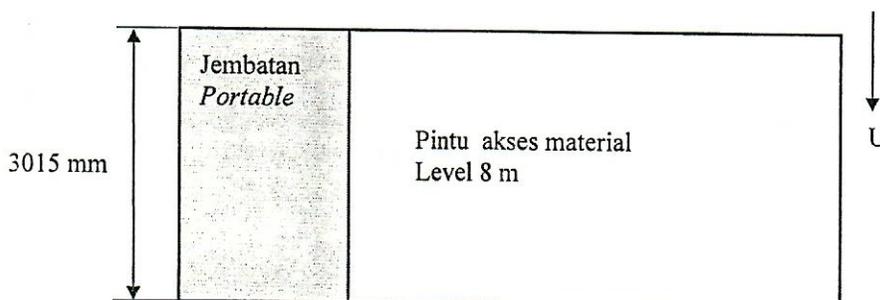
##### 1. Data

Data utama dalam perancangan ini adalah :

- Jarak kedua pusat roda transfer cask (a) = 560 mm<sup>[1]</sup>
- Berat transfer cask ( $W_T$ ) = 1,5 Ton.
- Lebar pintu (lalu) *material acces* (L) = 3015 mm

##### 2. Penentuan tata letak instalasi.

Berdasarkan hasil survai yang telah dilakukan di lapangan, diperoleh bahwa crane utama di ruang operasi reaktor mempunyai daya jangkau maksimum sepanjang laluan (pintu) material akses. Oleh karena itu tata letak jembatan *portable* yang dirancang ditentukan seperti terlihat pada Gambar 2 berikut:

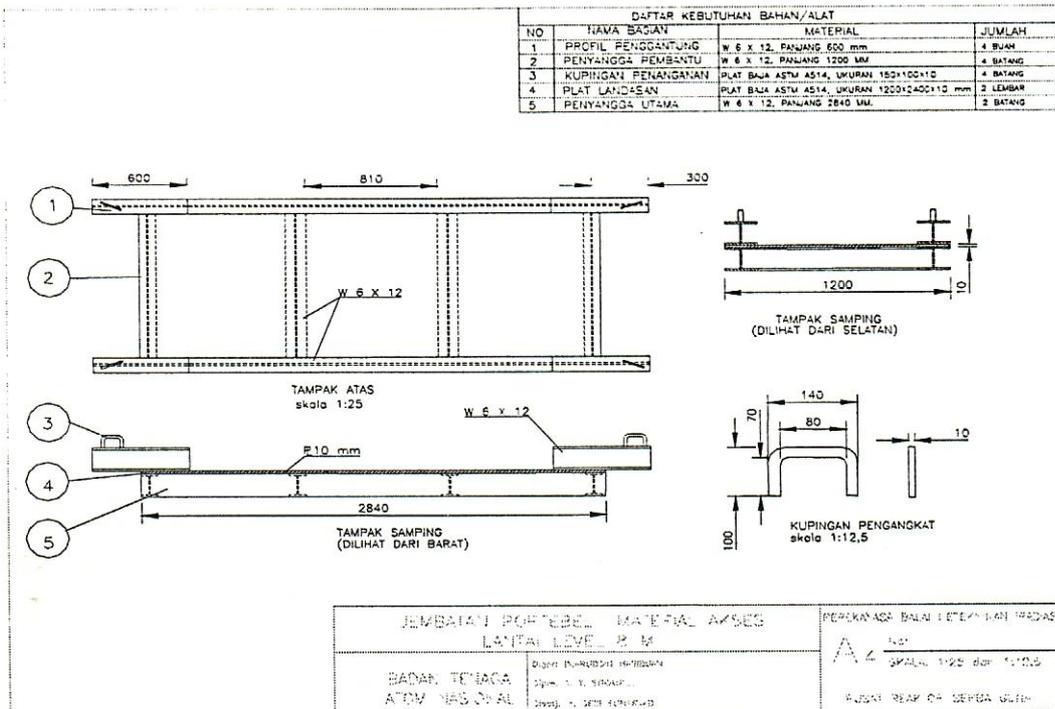


Gambar 2. Tata letak Jembatan portabel akses material level 8 m

3. Pembuatan gambar konstruksi penggantung.

Mengacu pada data dan gambar tata letak jembatan *portable* yang diperlihatkan pada

Gambar 2 di atas, dapat dibuat gambar konstruksi jembatan, seperti terlihat pada Gambar 3 berikut:



4. Penentuan arah dan besar gaya yang bekerja pada penggantung.

4.1 Penyangga utama

Berdasarkan Gambar 1 diagram pembebanan yang telah dibuat, maka arah dan besarnya gaya yang bekerja pada jembatan yang dirancang dapat ditentukan. Sesuai dengan fungsinya, jembatan ini merupakan tempat dudukan transfer cask pada posisi mampu jangkau crane utama ruang operasi reaktor, maka arah gaya yang bekerja akibat pembebanan adalah vertikal kebawah. Dengan menggunakan persamaan 1, besarnya gaya beban yang bekerja pada penggantung (P) adalah :  $P = 1852,423 \text{ Kg} = 4075,33 \text{ lbs}$ . Untuk menghindarkan kerusakan akibat beban sesaat, maka beban (P) tersebut di atas dikalikan dengan faktor pergandaan ( $k = 1,333$ ), sehingga beban yang diperhitungkan dalam perancangan ini adalah  $P = 5432,42 \text{ lbs}$ . Jumlah beam pendukung yang digunakan = 2 buah, maka beban aktual untuk satu beam pendukung ( $P_a$ ) =  $2716,21 \text{ lb} = 2,716 \text{ kip}$ . Material yang digunakan

sebagai pendukung utama dari jembatan *portable* ini adalah baja profil W dengan bahan ASTM A36, maka dengan menggunakan persamaan (3) diperoleh  $S_A = 21,6 \text{ Ksi}$ . Dalam pengoperasiannya jembatan *portable* ini mengalami pembebanan lengkung, maka dengan menggunakan persamaan (2) besarnya momen lengkung yang timbul adalah :

$$M_{\text{Imax}} = 139,2 \text{ kip-inch}$$

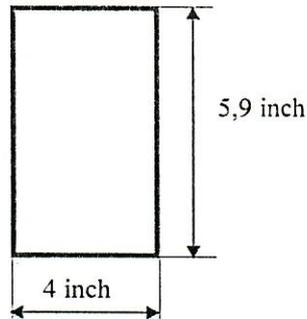
Dengan menggunakan persamaan (4) diperoleh bahwa besarnya section modulus terhadap sumbu X adalah :  $(S_{x-x}) = 6,45 \text{ inch}^3$ , maka dengan menggunakan tabel W shapes dimension and properties [2] diperoleh  $S_{x-x}$  yang lebih dekat dengan harga tersebut di atas adalah  $7,31 \text{ inch}^3$ , maka profil W yang dipilih adalah W 6 x 12.

4.3 Perancangan sistem sambungan

Mengacu pada gambar konstruksi di atas, dalam perancangan ini sistem sambungan yang digunakan adalah sistem sambungan las

#### 4.3.1 Sistem sambungan las

Mengacu pada Gambar 4, maka bentuk kampuh las sistem sambungan ini adalah seperti terlihat pada Gambar 7 berikut :



Gambar 7. Bentuk kampuh las

Dari Gambar 7 di atas dapat dilihat bahwa panjang kampuh las = 19,8 inci untuk satu sisi. Jika bahan kawat las yang digunakan adalah E-60, maka tegangan ijin maksimum kampuh las =  $0,3 \times 60 \text{ ksi} = 18 \text{ ksi}$ . Beban maksimum yang bekerja pada kampuh las adalah :  $P = 2716 \text{ lb}$ , maka beban maksimum- yang bekerja pada setiap inci kampuh las ( $P_L$ ) adalah :  $P_L = 69,6 \text{ lb}$ . Berdasarkan tabel 5. 16. 1 [2], diperoleh bahwa untuk setiap inci panjang kampuh las dengan ukuran nominal 1/8" diperoleh tahanan ijin dari kampuh las = 1,59 Kip, maka dengan memilih penggunaan kampuh las = 1/8 ", konstruksi cukup aman.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Anonymous, *Multipurpose Reseach Reactor Safety Analysis Report*, Volume 3 rev 6, Copy No: 14, BADAN TENAGA ATOM NASIONAL-Indonesia September (1989).
2. DJARUDDIN HASIBUAN, *Metoda Perancangan Penyangga Kaku Pipa Pada Instalasi Nuklir*, Bulletin Tridasa Mega, vol 5 No: 1, Maret 1996.
3. Anonymous *Manual of steel construction, allowable stress design ninth edition*, Chicago 1992.
4. ASME, *Boiler and Pressure Vessel code, section III division I, sub section NF 1989 edition*, including addenda.
5. PAUL. R. SMITH, PE AND THOMAS. J. VAN LAAN, PE, *Piping and pipe support systems, Design and engineering*, New York 1984.

#### PEMBAHASAN

1. Dari hasil analisis di atas diperoleh bahwa jembatan *portable* dengan panjang 123,63 inci dengan beban 2716 lb, maka profil yang sesuai adalah profil baja W 6 x 12, material ASTM A36 dan plat dudukan jembatan dengan ukuran 123,63" x 47,25" x 0,394", material ASTM A 514.
2. Konstruksi jembatan *portable* yang dirancang cukup aman dalam pengoperasiannya.
3. Pembuatan Gambar tata letak dan sistem sambungan menunjukkan pemasangan alat ini tidak mengalami kesulitan dan dapat dengan mudah dilakukan. Hal ini berarti bahwa perancangan dapat dilanjutkan ke tingkat pabrikan dan instalasi.

#### KESIMPULAN

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

1. Rancangan jembatan portebel laluan material level 8 m di gedung reaktor serba guna ini mampu mendukung beban sampai 2716 lb.
2. Rancangan Jembatan Portebel laluan material level 8 m ini dapat mengurangi kendala yang dialami saat ini.
3. Rancangan Jembatan Portebel Laluan Material Level 8 m ini dapat dengan mudah dipabrikan dan diinstalasi.