

RANCANGAN ALAT BANTU PENANGANAN MUR KAPSUL FASILITAS IRADIASI PRTF

Suwanto

ABSTRAK

RANCANGAN ALAT BANTU PENANGANAN MUR KAPSUL FASILITAS IRADIASI PRTF. *Power Ramp Test Facility (PRTF)* adalah sebuah fasilitas eksperimen yang digunakan untuk pengujian bahan bakar reaktor daya. PRTF memiliki sebuah kapsul yang berfungsi sebagai wadah batang bahan bakar uji dimana penutupnya berupa mur berukuran 36 mm. Kegiatan penanganan mur dilakukan di dalam kolam bahan bakar bekas pada kedalaman 2,5 m. Peralatan untuk penanganan mur tersebut belum tersedia. Rancangan alat bantu penanganan mur kapsul fasilitas iradiasi PRTF bertujuan menyediakan gambar teknik alat bantu penanganan mur kapsul sebagai acuan bagi proses fabrikasi. Rancangan ini dilakukan dengan cara menentukan mekanisme dan dimensi alat berikut perhitungan kekuatan komponennya. Hasil rancangan berupa gambar teknik kunci mur dan kunci kapsul. Dari pembahasan dapat disimpulkan bahwa rancangan alat bantu penanganan mur kapsul dapat digunakan sebagai acuan pada proses fabrikasi.

Kata Kunci : Kunci mur kapsul

ABSTRACT

DESIGN OF CAPSULE NUT HANDLING TOOLS OF PRTF IRRADIATION FACILITY. *Power Ramp Test Facility (PRTF)* is an experimental facility used for testing of power reactor fuel. PRTF has a capsule functioning as a container of test fuel rod where the capsule is covered by a nut having dimension of 36 mm. Handling activity of nut is carried out in storage pool at a depth of 2.5m. Equipment for handling the nut is not available yet. The nut handling tools design of a PRTF capsule irradiation facility aimed to provide engineering drawings of nut handling tools as a reference for tools fabrication process. This design was done by determining the mechanisms and tools dimensions following components strength calculation. Design results are technical drawings of nut key and capsule key. From discussions it can be concluded that design of capsule nut handling tools can be used as a reference for fabricating process.

Key words : Capsule nut key

PENDAHULUAN

Power Ramp Test Facility (PRTF) adalah sebuah fasilitas eksperimen yang digunakan untuk pengujian bahan bakar reaktor daya. PRTF memiliki sebuah kapsul yang berfungsi sebagai wadah batang bahan bakar uji dimana penutupnya berupa mur berukuran 36 mm. Untuk mengencangkan mur diperlukan kekuatan momen putar sebesar 120 Nm. Kegiatan penanganan mur ini dilakukan di dalam kolam bahan bakar bekas (*storage pool*) pada kedalaman 2,5 m. Nilai kedalaman ini ditentukan berdasarkan hasil observasi yang menyatakan bahwa pada kedalaman 2,25 m secara teknis memungkinkan dilakukan penanganan kapsul serta aman dari sisi radiologi. Peralatan untuk kegiatan penanganan mur kapsul belum tersedia. Untuk kegiatan penanganan mur diperlukan 2 jenis alat yaitu alat pemutar mur (kunci mur) dan alat penahan kapsul (kunci kapsul). Kunci mur diperlukan hanya untuk mengencangkan atau mengendorkan mur sedangkan kunci kapsul diperlukan untuk menahan kapsul agar tidak berputar/bergerak pada saat penanganan mur. Kunci mur tidak digunakan untuk melepaskan mur dari kapsul karena untuk melepaskan mur dari kapsul diperlukan peralatan tersendiri yang bisa menjamin mur tidak lepas/jatuh ke dalam kolam setelah terlepas dari kapsul. Kunci mur akan diputar menggunakan kunci momen Rancangan alat bantu penanganan mur kapsul fasilitas iradiasi

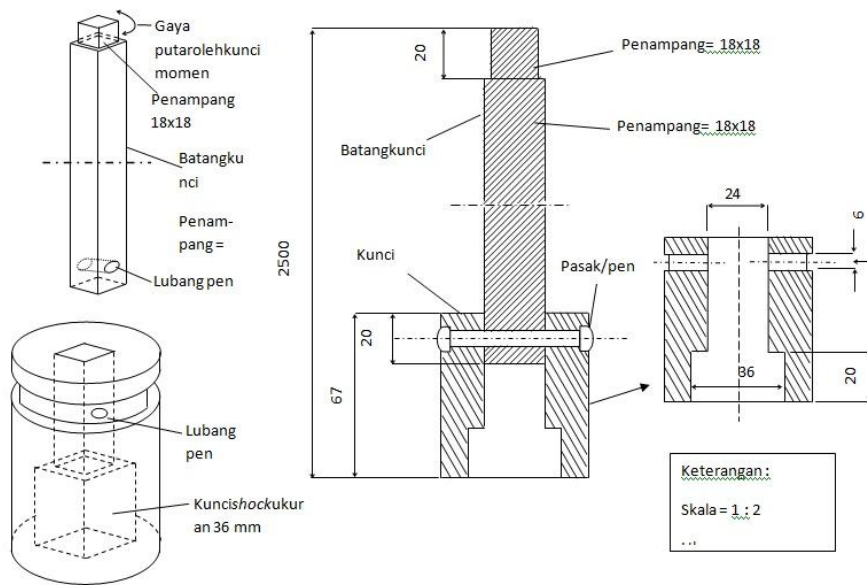
PRTF bertujuan menyediakan gambar teknik alat bantu penanganan mur kapsul sebagai acuan bagi proses pabrikasi. Rancangan ini dilakukan dengan cara menentukan mekanisme dan dimensi alat berikut perhitungan kekuatan komponennya.

TEORI

Berdasarkan hasil observasi, penanganan mur kapsul dilakukan di dalam kolam bahan bakar bekas pada kedalaman minimal 2,25 m. Untuk itu diperlukan 2 buah alat yaitu alat pemutar mur (kunci mur) dan alat penahan kapsul (kunci kapsul).

Kunci mur

Kunci mur hanya digunakan untuk mengencangkan atau mengendorkan mur jadi tidak digunakan untuk melepaskan mur dari kapsul. Untuk melepaskan mur dari kapsul diperlukan peralatan tersendiri yang bisa menjamin mur tidak lepas/jatuh ke dalam kolam setelah terlepas dari kapsul. Kunci ini akan diputar menggunakan kunci momen dengan kekuatan momen sebesar 120 Nm^[1]. Bentuk kunci mur direncanakan sepertiditunjukkan pada Gambar 1. Bentuk kunci mur ditentukan berdasarkan lokasi dan ukuran mur penutup kapsul. Lokasi mur berada di dalam *storage pool* yang dapat diangkat sampai kedalaman 2,25 m secara aman dari sisi radiologi^[2].



Gambar 1. Bentuk rancangan kunci mur penutup kapsul

Komponen kunci mur yang harus diperhitungkan kekuatannya adalah batang kunci bagian atas dimana bagian ini memiliki dimensi paling kecil dengan ukuran penampang 18 mm x 18 mm (lihat Gambar 1). Batang ini akan menderita puntiran berupa momen puntir (torsi) sebagai reaksi dari putaran kunci momen yang besarnya 120 Nm.

Pada kasus ini berlaku persamaan puntiran^[3] sebagai berikut :

$$\tau = \frac{T}{\alpha b c^2} \quad (1)$$

Keterangan :

τ = Tegangangeser (N/m²)

T = Momenpuntir(120 Nm)

α = Koefisienporosempatpersegi panjang (fungsi nilai perbandingan b terhadap c

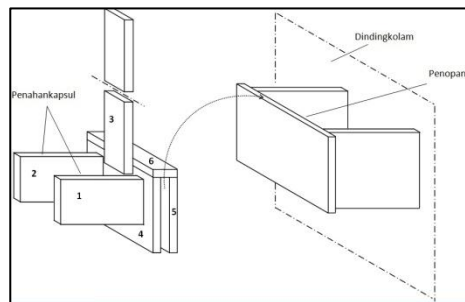
b = Sisi yang panjang (18x10⁻³ m)

c = Sisi yang pendek (18x10⁻³ m), b/c = 1

Kunci kapsul

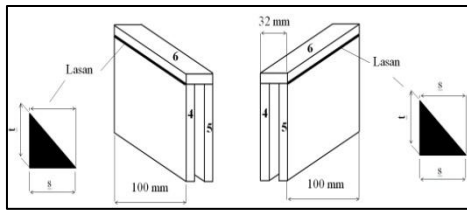
Kunci kapsul diperlukan untuk menahan kapsul agar kapsul tidak bergerak

(turut berputar) pada saat kunci mur diputar (lihat Gambar 2).



Gambar 2. Bentuk rancangan kunci kapsul

Alat ini tersusun dari 6 komponen (komponen no.1 s.d 6). Penopang yang digunakan untuk menopang kunci kapsul tersedia pada dinding kolam. Pemasangan kunci kapsul pada penopang dilakukan dengan cara menggigit/menjepit penopang di dalam ruang antara komponen 4 dan 5. Oleh karena itu kedua komponen tersebut akan menderita momen putar pada daerah sambungannya terhadap komponen 6 (lihat Gambar 3).



Gambar 3. Sambungan las komponen 4 dan 5 terhadap komponen 6

Keterangan :

t = Leher lasan (m) = 0,707 s
 s = Ukuran lasan (m)

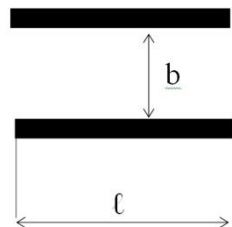
Pada Gambar 3 terlihat bahwa tegangan geser akibat momen putar timbul reaksi pada sepanjang 2 sisi lasan. Berdasarkan bentuk lasan berlaku persamaan tegangan geser berikut ini^[4]

$$f_s_{ijin} \geq \frac{\tau \ell}{2J} \quad (2)$$

Keterangan :

f_s_{ijin} = Tegangan geser yang diijinkan pada lasan (N/m²)
 ℓ = Panjang lasan (m)
 J = Momen inersia (m⁴)

Dari Tabel 10.7^[4] untuk jenis/bentuk lasan pada Gambar 3 yang diilustrasikan pada Gambar 4 diperoleh persamaan (3).



Gambar 4. Bentuk lasan

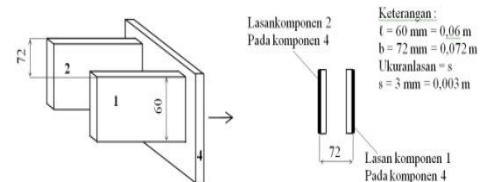
$$J = \frac{t\ell (3b^2 + \ell^2)}{6} \quad (3)$$

Keterangan :

ℓ = Panjang lasan = 100 mm = 0,1 m
 b = Jarak antar lasan = 32 mm = 0,032 m
 (lihat Gambar 3)

t = Leher lasan = 0,707 s (m)

Komponen lain yang harus diperhitungkan dari Gambar 2 adalah kekuatan sambungan las yang menyatukan komponen 1 dan 2 pada komponen 4 (lihat Gambar 5). Pada Gambar 5, jenis/bentuk lasan serupa dengan Gambar 4 sehingga persamaan (2) dan (3) dapat diterapkan.



Gambar 5. Sambungan las komponen 1 dan 2 pada komponen 4

TATA KERJA

Ditinjau dari mekanismenya, kunci mur dan kunci kapsul merupakan pasangan kunci untuk mengencangkan atau mengendorkan mur kapsul berdasarkan cara kerja saling kontra antara satu dengan yang lain.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perancangan berupa gambar teknik kunci mur ditunjukkan pada Lampiran 1 dan kunci kapsul pada Lampiran 2.

Kunci mur

Kekuatan komponen kunci mur yang perlu diperhitungkan adalah batang kunci bagian atas dimana memiliki penampang pejal paling kecil yaitu 18 mm x 18 mm (lihat Lampiran 1). Bagian ini akan menerima beban tegangan geser τ sebagai reaksi terhadap momen putar yang besarnya 120 Nm. Kekuatan batang 18 mm x 18 mm tersebut perlu diuji menggunakan persamaan (1) dimana $\tau = T/(\alpha b c^2)$.

Dari Tabel koefisien poros siku empat^[3], berdasarkan nilai $b/c=1$ diperoleh nilai $\alpha = 0,208$ dan menggunakan nilai parameter yang sajikan pada bab teori maka diperoleh nilai $\tau = 98$ MPa. Dari Tabel sifat fisis bahan teknik^[3] tegangan geser yang diijinkan untuk bahan baja karbon adalah 165 Mpa (untuk bahan SS lebih tinggi). Hal ini menunjukkan bahwa dimensi batang tersebut dapat digunakan secara aman karena tegangan geser τ lebih kecil dari tegangan geser yang diijinkan. Komponen kunci mur yang lain adalah berupa *kucishock* yang tersedia di pasar sehingga tidak dilakukan perhitungan.

Kunci kapsul

Kunci kapsul tersusun dari 6 komponen yaitu komponen no.1 s.d 6 (lihat Lampiran 2) yang dihubungkan satu sama lain menggunakan sambungan las. Alat ini telah dirancang sesuai dengan ukuran kapsul dan penopang yang telah tersedia pada dinding kolam, dengan demikian penggunaan kunci kapsul tidak dipegang oleh tangan tetapi ditahan oleh penopang tersebut. Kekuatan sambungan las pada komponen-komponen kunci kapsul yang perlu diperhitungkan adalah sambungan komponen 1 terhadap komponen 4, komponen 2 terhadap komponen 4, komponen 4 terhadap komponen 6 dan komponen 5 terhadap komponen 6. Jika dicermati sambungan komponen 1 dan 2 terhadap komponen 4 mempunyai bentuk dan ukuran lasan yang sama (lihat Gambar 5). Demikian juga halnya dengan sambungan komponen 4 dan 5 terhadap komponen 6 sehingga perhitungan dapat dilakukan menggunakan persamaan (2) dan (3). Jika kedua persamaan tersebut diterapkan untuk menghitung kekuatan sambungan las komponen - komponen kunci kapsul dengan nilai parameter-parameter yang tertera pada bab teori maka diperoleh :

1) Tegangan geser yang diderita oleh sambungan las komponen 1 dan 2

terhadap komponen 4 adalah sebesar 9×10^6 N/m².

2) Tegangan geser yang diderita oleh sambungan las komponen 4 dan 5 terhadap komponen 6 adalah sebesar 12×10^6 N/m².

Nilai tegangan geser yang diijinkan pada sambungan las untuk elektroda las logam jenis E60^[5] adalah 170×10^6 N/m² dan nilai ini jauh lebih besar dibanding nilai tegangan geser yang menimpa kedua sambungan di atas. Dengan demikian ukuran las 3 mm seperti yang telah ditentukan lebih dari cukup untuk ukuran beban tegangan geser sebesar 9×10^6 maupun 12×10^6 N/m².

Dari bahasan di atas dapat disimpulkan bahwa kekuatan bahan dan sambungan pada komponen kunci mur dan kunci kapsul terhadap momen putar yang ada adalah sangat memadai.

KESIMPULAN

Rancangan alat bantu penanganan mur kapsul fasilitas iradiasi PRTF layak digunakan sebagai acuan pada proses fabrikasi.

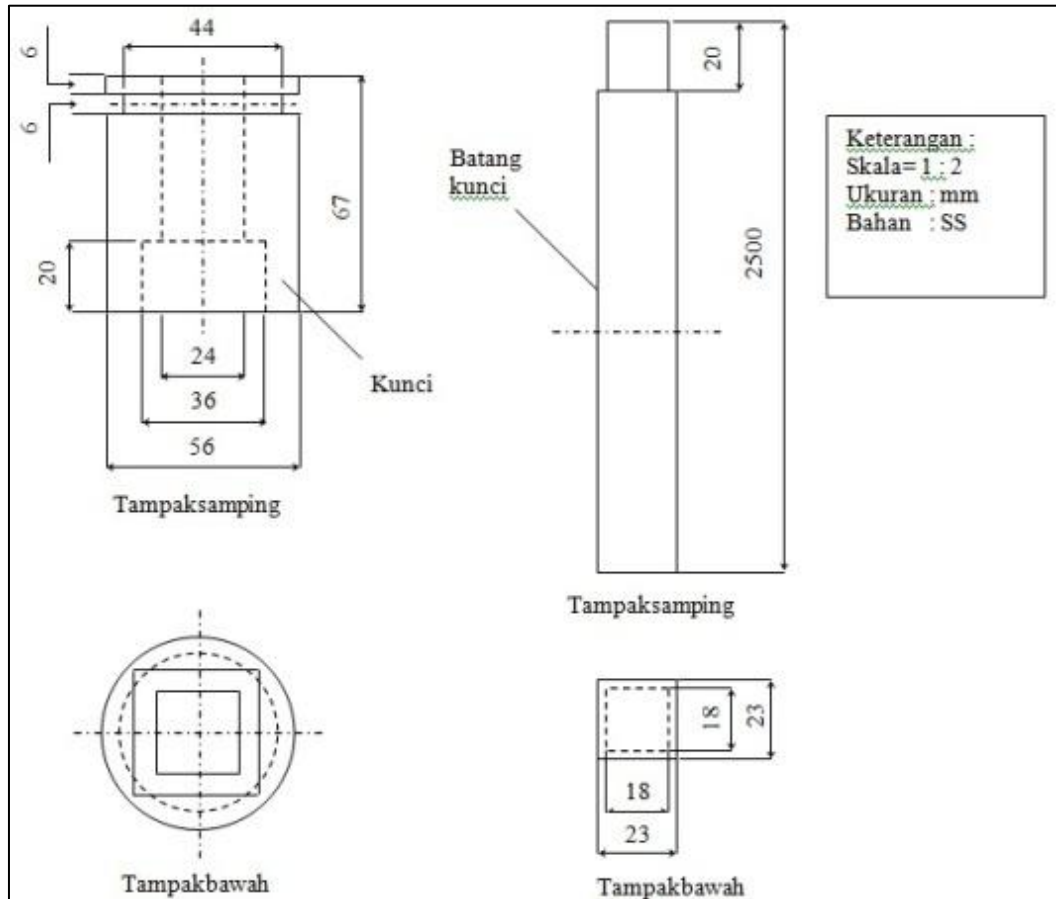
DAFTAR PUSTAKA

- 1) LAUX, "Handling of PRTF Capsule Carrier and Capsule", Operating Manual (OM), Part IV, Chapter 7.14.
- 2) SUWARTO, "Laporan Pelaksanaan Tugas Perancangan Kunci Mur Penutup Kapsul Fasilitas Iradiasi PRTF", Periode : 30 Juli s.d 10 September 2012.
- 3) E.P. POPOV / ZAINUL ASTAMAR, "Mekanika Teknik", Edisi kedua (Versi SI), Penerbit : Erlangga, 1983
- 4) R.S. KHURMI and J.K. GUPTA, "Machine Design", Eurasia Publishing House (Pvt) Ltd, Ram Nagar, New Delhi, 110055, 1995

5) **RICHARD G. BUDYNAS and J. KEITH NISBETT** "Shigley' Mechanical Engineering Design", Eight

edition in SI Units, Mc Graw Hill Companies

LAMPIRAN 1.
Kunci mur kapsul



LAMPIRAN 2
Kunci Kapsul

KETERANGAN :
 Skala = 1: 2
 Ukuran : mm
 Bahan : SS
1, 2, 3, 4,
5 dan 6 adalah no.
 komponen

