

RANCANGAN ALAT BANTU PENANGANAN BATANG UJI FASILITAS IRADIASI PRTF

Suwarto, PRSG

ABSTRAK

“RANCANGAN ALAT BANTU PENANGANAN BATANG UJI 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 bahan bakar uji (batang uji) yang harus dimuat-bongkar sebelum dan setelah eksperimen. Pada kegiatan muat-bongkar batang uji diperlukan peralatan bantu yang bersifat khusus dan alat tersebut belum tersedia. Rancangan alat bantu penanganan batang uji dimaksudkan untuk menyediakan gambar teknik sebagai acuan pada proses pabrikan alat tersebut. Rancangan ini dilakukan dengan cara menentukan mekanisme dan dimensi alat, perhitungan dan penggambaran teknik. Dari hasil pembahasan dapat disimpulkan bahwa rancangan ini layak digunakan sebagai acuan pada proses pabrikan.

Kata kunci: Alat bantu batang uji

ABSTRACT

“HANDLING TOOL DESIGN OF TEST ROD OF IRRADIATION FACILITY PRTF”. *Power Ramp Test Facility (PRTF)* is an experimental facility used for testing of power reactor fuel. PRTF has a capsule that serves as a test fuel (test rod) container which has to be loaded and unloaded before and after experiment. Activity of test rod loading-unloading needs a specific handling tool and the tool has not been available yet. Design of test rod handling tool has purpose to prepare technical drawings as a reference of the tool fabrication process. This design was carried out by determining the tool mechanism and dimensions, calculating and technical drawing. From discussion it can be concluded that this design is proper as a reference for fabrication process

Key words: Test rod handling tool

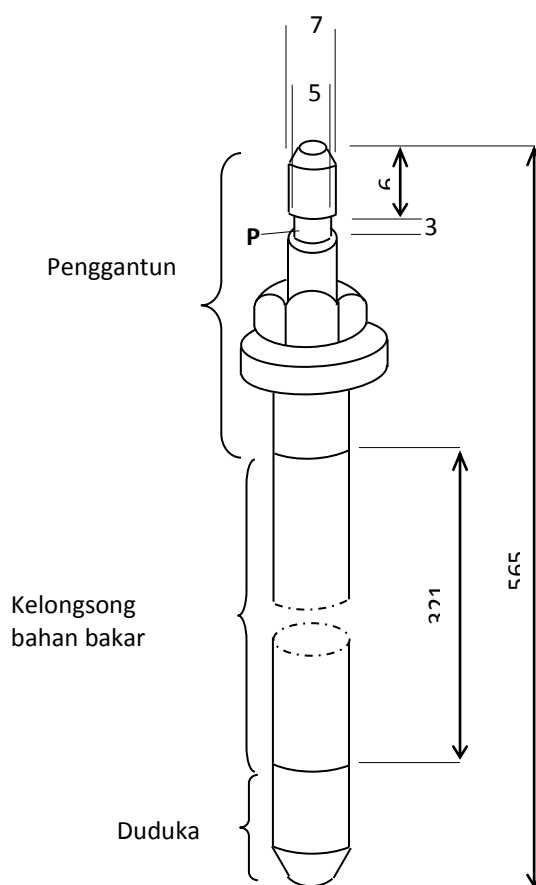
PENDAHULUAN

Power Ramp Test Facility (PRTF) adalah sebuah fasilitas eksperimen yang digunakan untuk pengujian bahan bakar reaktor daya. PRTF dilengkapi dengan sebuah kapsul yang berfungsi sebagai wadah bahan bakar uji (batang uji). Batang uji harus dipasang / dimuatkan sebelum eksperimen dilakukan dan dikeluarkan / dibongkar setelah eksperimen selesai^[1]. Pada kegiatan muat-bongkar batang uji diperlukan peralatan bantu yang bersifat khusus dan alat tersebut belum tersedia. Rancangan alat bantu penanganan batang uji dimaksudkan untuk menyediakan gambar teknik yang akan digunakan sebagai acuan pada proses pabrikasi alat tersebut. Mekanisme dan dimensi alat bantu pada rancangan ini dibuat berdasarkan bentuk dan ukuran batang uji dengan memperhatikan keselamatan dan keamanan batang uji selama penanganan berlangsung. Batang uji tersusun dari 3 komponen masing-masing adalah komponen penggantung, kelongsong yang berisi bahan bakar dan dudukan seperti ditunjukkan pada Gambar 1^[2]. Pada rancangan ini, alat bantu penanganan batang uji tersusun dari 2 komponen utama yaitu tabung dalam dan tabung luar. Tabung dalam berfungsi untuk menjaring / mengait batang uji dan tabung luar digunakan sebagai pengunci (lihat Gambar 2). Ukuran pengait pada tabung dalam telah disesuaikan dengan dimensi komponen batang uji yaitu komponen

penggantung pada daerah P (lihat Gambar 1). Cara kerja alat bantu antara tabung dalam dan tabung luar yang sinergi akan menjamin batang uji tidak mengalami kerusakan dan tidak terlepas / jatuh ke dasar kolam karena penanganan batang uji dilakukan di dalam air kolam bahan bakar bekas. Rancangan alat bantu penanganan batang uji dibuat dengan cara menentukan mekanisme dan bentuk alat, perhitungan kekuatan sambungan, menentukan dimensi alat dan pembuatan gambar teknik.

TEORI

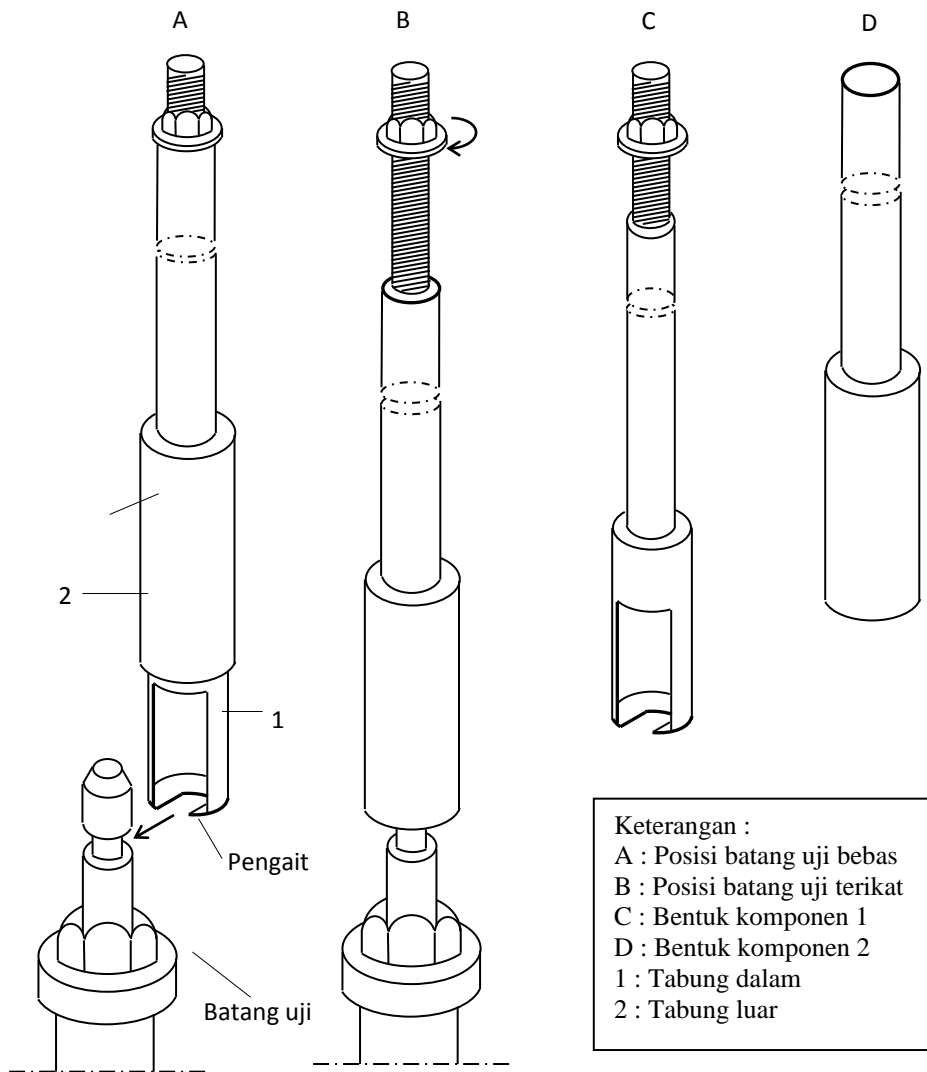
Batang uji tersusun dari 3 komponen masing-masing adalah penggantung, kelongsong bahan bakar dan dudukan^[2]. Penggantung berfungsi sebagai pemegang kelongsong dan perapat (*seal*) yang menjadikan kapsul kedap hingga tekanan kerja 160 bar. Kelongsong berfungsi sebagai pembungkus susunan bahan bakar yang akan diuji sedangkan dudukan berfungsi sebagai penahan kelongsong. Pada rancangan alat bantu, dimensi batang uji digunakan sebagai acuan dalam menentukan mekanisme dan dimensi alat bantu terutama dimensi penggantung pada daerah P seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Daerah P menyerupai leher botol dan daerah ini membuka peluang untuk menentukan mekanisme alat bantu.



Gambar 1. Batang uji (ukuran dalam mm)^[2]

Daerah P pada komponen penggantung mempunyai ukuran diameter 5 mm dan lebar 3 mm. Dari dimensi ini mekanisme dan bentuk alat bantu diperkirakan seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Bagian A pada Gambar 2 memperlihatkan kesiapan alat bantu untuk menjangkau batang uji melalui pengait pada tabung dalam dengan cara memposisikan mur pada posisi teratas kemudian mendorong tabung dalam ke bawah. Gambar 2 bagian B memperlihatkan bahwa batang uji telah terikat dan terkunci dengan cara menurunkan tabung luar kemudian

memutar mur sehingga berada pada posisi terbawah. Gambar 2 bagian C menunjukkan bentuk tabung dalam dan bagian D menunjukkan bentuk tabung luar. Dari Gambar 2 terlihat komponen alat yang paling lemah terhadap beban adalah pengait pada tabung dalam karena pengait harus dibuat setipis mungkin yaitu kurang dari 3 mm agar memudahkan pengoperasiannya. Hal ini yang harus dipertimbangkan melalui perhitungan kekuatan sambungan antara pengait dengan dinding luar tabung dalam. Bentuk sambungan las dapat dilihat lebih jelas pada Gambar 3.



Gambar 2. Mekanisme alat bantu penanganan batang uji

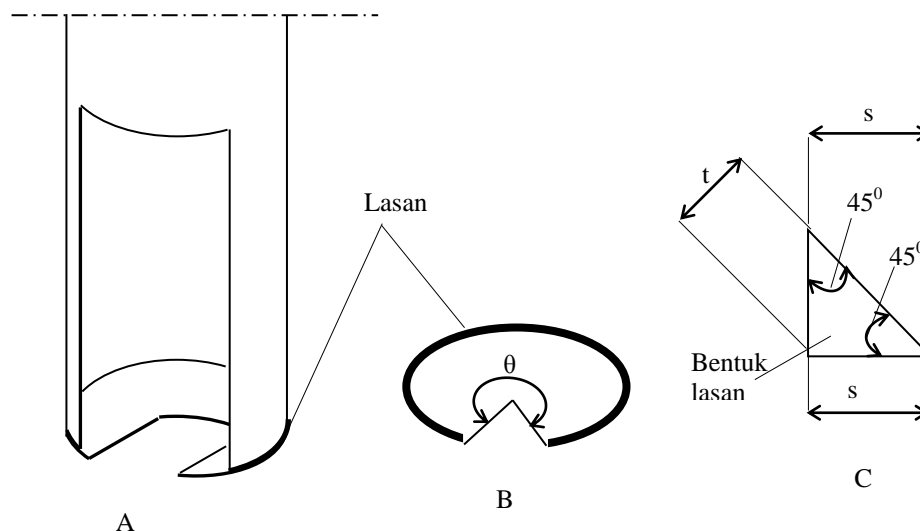
Pada Gambar 3, sambungan antara pengait dengan dinding luar dari tabung dalam dilakukan menggunakan jenis

sambungan las sehingga berlaku persamaan (1) yaitu tegangan geser pada lasan akibat gaya berat batang uji^[3].

$$F_s = \frac{P}{A} \dots\dots (1)$$

F_s adalah tegangan geser (N/m^2) yang diderita oleh oleh lasan, P adalah

beban lasan berupa gaya berat batang uji dalam N dan A adalah luas lasan dalam m^2 .



Gambar 3. Bentuk sambungan las pada pengait

Gambar 3.A menggambarkan lempengan pengait yang tersambung dengan tabung dalam dan Gambar 3.B menunjukkan keliling lasan. Gambar 3.C menunjukkan bentuk lasan jenis filled

dengan notasi t (m) sebagai leher (*throat*) dan s (m) adalah ukuran/tebal lasan. Luas lasan $A = t \times \ell$ dimana ℓ adalah panjang lasan dalam m. Dengan demikian persamaan (1) menjadi:

$$F_s = \frac{P}{t \ell} \text{ dimana } t = 0,707 s$$

$$F_s = \frac{P}{0,707 s \ell} \dots (2)$$

TATA KERJA

Rancangan alat bantu penanganan batang uji dilakukan menggunakan mekanisme pengait yang dilengkapi sistem pengunci.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil rancangan alat bantu penanganan batang uji berupa gambar teknik

ditunjukkan pada Lampiran 1 s.d Lampiran 3. Pada Lampiran tersebut ditunjukkan bahwa rancangan alat bantu penanganan batang uji tersusun dari 2 susunan utama yaitu tabung dalam dan tabung luar. Tabung dalam tersusun dari komponen (komponen 1 s.d 4), komponen 1 berupa batang SS pejal berulir dengan ukuran ulir luar 6 mm dilengkapi dengan sebuah mur. Mur

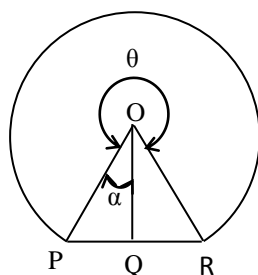
berfungsi untuk menahan tabung luar hingga mengunci batang uji yang terikat pada tabung dalam (lihat Gambar 2). Kondisi ini memberi jaminan bahwa batang uji tidak akan terlepas dari tabung dalam. Komponen 2 berupa pipa SS berfungsi sebagai penghubung antara komponen 1 dan 3 sedangkan komponen 3 berupa pipa SS yang memiliki jendela pada bagian bawahnya. Jendela tersebut dibuat sesuai dengan ukuran penggantung bagian atas (lihat Gambar 1). Komponen 4 berupa lempengan plat SS yang diberi alur simetris sebagai pengait leher batang uji (titik P pada Gambar 1). Hubungan antar komponen dilakukan menggunakan sambungan las dan sambungan yang paling

rentan terhadap beban adalah sambungan las antara komponen 3 dan 4, hal ini disebabkan oleh ukuran ketebalan komponen 4 yang hanya 2 mm sehingga ukuran efektif tebal lasan akan kurang dari 2 mm. Oleh karena itu kekuatan sambungan ini perlu diperhitungkan terutama untuk menghadapi / mengantisipasi kondisi batang uji yang macet di dalam kapsul. Apabila diambil tebal lasan 1 mm, gaya berat batang uji sebagai beban $P=2$ kg atau 20 N dan pada kondisi macet bisa mencapai 10 kalinya (200 N) maka tegangan geser pada lasan dapat dihitung menggunakan persamaan (2) dimana tegangan geser pada lasan;

$$F_s = (200 \text{ N}) / (0,707 \times 1 \text{ mm} \times \ell \text{ mm}).$$

Panjang atau keliling lasan perlu ditentukan berdasarkan dimensi komponen 4 pada

tabung dalam seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Keterangan :
 Segitiga OPQ sama dan sebangun dengan segitiga OQR
 $PQ = QR = 5 \text{ mm}$
 $OP = \text{jari-jari luar pengait} = 8 \text{ mm}$
 $\sin \alpha = 5/8 = 0,625; \alpha = 38,7^\circ$
 $2\alpha = 77,4^\circ$
 $\theta = 360 - 77,4 = 283,6^\circ = 283^\circ$.

Gambar 4. Ukuran sudut keliling lasan

Panjang/keliling lasan k ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{\theta}{2\pi} = \frac{k}{2\pi r} ; \frac{283^\circ}{360^\circ} = \frac{k}{(2)(3,14)(8 \times 10^{-3})}$$

$$k = (0,786)(2)(3,14)(8 \times 10^{-3}) = 0,039 \text{ m} = 39 \text{ mm}$$

Tegangan geser pada lasan;

$$F_s = (200 \text{ N}) / (0,707 \times 1 \text{ mm} \times 39 \text{ mm}) = 7,3 \text{ N/mm}^2$$

Tabel 10.5^[3] merekomendasikan bahwa tegangan geser pada lasan jenis fillet tidak melebihi 21 N/mm². Atas dasar ini maka tebal lasan 1 mm untuk sambungan komponen 4 dengan komponen 3 pada tabung dalam sangat aman untuk ukuran 10 kali beban normal. Tabung luar yang berfungsi sebagai pengunci nyaris tidak menahan beban pada sambungannya sehingga tidak diperlukan perhitungan. Rancangan alat ini memiliki dimensi yang relatif kecil baik ukuran diameternya maupun ukuran panjangnya (panjang total = 2,5 meter) sehingga gaya beratnya kecil. Hal ini memberikan kemudahan pada penggunaannya yang ditunjang oleh sasaran (batang uji) yang tidak terlalu dalam di bawah permukaan air sehingga secara visual tampak jelas.

KESIMPULAN

Dari bahasan dapat disimpulkan bahwa rancangan alat bantu penanganan batang uji cukup ringan, mudah penggunaannya dan aman bagi batang uji sehingga layak digunakan sebagai acuan pada proses pabrikasinya

DAFTAR PUSTAKA

1. Operating Manual (OM)
2. Safety Analysis Report
3. R.S. KHURMI AND J.K. GUPTA, "Machine Design", Eurasia Publishing House (Pvt) LTD, Ram Nagar, New Delhi-110053, 1995.