

DESAIN MODIFIKASI *FUEL HANDLING TOOL* BAHAN BAKAR REAKTOR TRIGA PELAT

Putut Hery Setiawan, Abdul Jami, Petrus Zacharias
Pusat Rekayasa Fasilitas Nuklir – BATAN
Gedung 71, Kawasan PUSPIPTK Serpong, Tangerang Selatan 15314
putut_ha@batan.go.id

ABSTRAK

DESAIN MODIFIKASI *FUEL HANDLING TOOL* BAHAN BAKAR REAKTOR TRIGA PELAT.
Reaktor Triga Mark Bandung direncanakan akan dimodifikasi dengan mengganti bahan bakar standar jenis silinder menjadi bahan bakar standar jenis pelat yang sudah diproduksi dalam negeri. Penggunaan bahan bakar jenis ini berdampak pada perubahan beberapa sistem peralatan salah satunya adalah fuel handling tool. Telah dilakukan pengembangan dan modifikasi peralatan fuel handling tool. Modifikasi dilakukan dengan menggabungkan fuel handling tool RSG Gas Serpong dengan fuel handling tool Triga Mark PSTNT Bandung. Hasil modifikasi fuel handling tool terdiri dari tiga bagian komponen mekanik yaitu tangkai handling, batang handling, dan kepala handling. Tangkai handling sebagai komponen penggerak aktif terdiri dari tangkai penarik dan pegangan statis. Batang handling bersifat lentur terdiri dari kawat spring, selang karet, dan pemegang selang. Kepala handling sebagai komponen penggerak pasif yang digunakan untuk pengait dan mengunci bahan bakar. Komponen ini terdiri dari rumah pegas, pegas, grab racket, dan pengunci.

Kata kunci: Rancangan, Modifikasi, Fuel Handling, Pengait, Pegas.

ABSTRACT

A MODIFICATION DESIGN OF *FUEL HANDLING TOOLS* FOR TRIGA PLATE REACTOR.
The Bandung Triga Mark reactor is planned to be modified by replacing standard type cylinder fuels into standard type plate fuels that have been produced domestically. The use of this type of fuel has an impact on the changes in several equipment systems, one of which is the fuel handling tool. The development and modification of the fuel handling tool equipment has been carried out. The modification was made by combining the fuel handling tool of RSG GAS Serpong with the fuel handling tool of Triga Mark PSTNT Bandung. The result of the fuel handling tool modification consists of three parts of mechanical components, namely handle, handling rod, and handling head. The handle as an active drive component consists of the pull handle and the static handle. The handling rod is flexible rod consisting of spring wire, rubber hose, and hose holder. The handling head is a passive drive component used for hook and lock the fuel. This component consists of a spring housing, a spring, a grab racket, and a lock.

Key words: Design, Modification, Fuel Handling, Hook, Spring.

1. PENDAHULUAN

Reaktor Triga Bandung sampai saat ini menggunakan bahan bakar standar jenis silinder produksi *General Atomic*. Ketersediaan bahan bakar standar ini sangat terbatas dan dalam beberapa tahun lagi akan habis, sedangkan pihak *General Atomic* (GA) yang selama ini memasok bahan bakar standar tersebut tidak memproduksi lagi[1]. Salah satu alternatif yang akan dilakukan adalah memodifikasi reaktor Triga yaitu mengganti bahan bakar standar jenis silinder dengan bahan bakar standar jenis pelat. Teknologi bahan bakar standar jenis pelat ini sudah dikuasai oleh BATAN dan dapat diproduksi sendiri, sehingga akan mengurangi ketergantungan terhadap negara lain.

Kegiatan rekayasa desain sistem reaktor Triga pelat merupakan bagian dari kegiatan modifikasi reaktor riset Bandung. Perubahan jenis bahan bakar standar reaktor

ini akan berdampak pada perubahan beberapa sistem antara lain: sistem pendinginan (perpindahan panas) dalam kolam reaktor, *routing* pipa sistem pendingin primer, *grid plate* tempat kedudukan bahan bakar dalam teras, *transfer cask* pengangkut bahan bakar bekas, rak penyimpan *fresh fuel*, rak penyimpan bahan bakar bekas, dan *fuel handling tool*. *Fuel handling tool* yang ada selama ini digunakan dalam kegiatan *loading/unloading*, yaitu saat pengisian dan pergantian bahan bakar jenis silinder, sehingga harus diganti dengan model *fuel handling tool* untuk bahan bakar standar jenis pelat. Bahan bakar standar jenis pelat yang akan digunakan adalah sejenis bahan bakar standar RSG GAS yang ada di Serpong, sehingga *fuel handling tool* yang akan digunakan harus didesain dengan kepala *handling* seperti *fuel handling tool* RSG GAS, namun batang/tangkainya harus lentur seperti *fuel handling tool* Triga Mark Bandung.

Dalam makalah ini, akan dibahas modifikasi dan pengembangan *fuel handling tool* untuk bahan bakar standar jenis pelat. Data hasil rancangan ini akan digunakan sebagai pertimbangan dalam pemilihan material *fuel handling tool* yang akan digunakan untuk kegiatan *loading/unloading* bahan bakar standar reaktor triga pelat.

2. DESAIN FUEL HANDLING TOOL

Fuel handling tool yang akan digunakan untuk kegiatan *loading/unloading* bahan bakar standar tipe pelat. Persyaratan dan spesifikasi teknis yang harus diikuti dalam desain peralatan *fuel handling* sebagai berikut:

2.1. PERALATAN FUEL HANDLING

Peralatan *fuel handling* yang akan dirancang dan digunakan pada kegiatan *loading/unloading* bahan bakar standar jenis pelat, baik untuk pemasukan atau penempatan bahan bakar baru maupun pengeluaran dan pemindahan bahan bakar bekas. Pemindahan bahan bakar bekas dari dalam teras reaktor ke *bulk shielding* menggunakan *transfer cask* sebagai pelindung radiasi. Dalam proses ini alat *fuel handling* tetap memegang bundel bahan bakar bekas hingga ke dalam *bulk shielding*. Di dalam *bulk shielding*, peralatan *fuel handling* digunakan untuk mengangkat bundel bahan bakar keluar dari *transfer cask* untuk kemudian ditempatkan pada rak. Peralatan *fuel handling* digunakan juga untuk memindahkan bahan bakar bekas dari *bulk shielding* ke *pit storage* yang ada di lantai. Peralatan *fuel handling* terdiri dari batang baja lentur (selentur sling baja) dan bagian kepala yang berfungsi sebagai pemegang bundel bahan bakar. Mekanisme pegangan ini harus dirancang agar bundel bahan bakar tidak akan dapat terlepas sendiri.

2.2. MATERIAL FUEL HANDLING

Material *fuel handling* yang dirancang harus memenuhi persyaratan kode dan standar yang berlaku serta memenuhi spesifikasi teknis bahan yang ditetapkan. Bagian kepala *handling* yang berhubungan langsung dengan bahan bakar bekas harus menggunakan material aluminium Al 6061-T6 dan material bagian batang lentur harus menggunakan *stainless steel* dengan komposisi kimia sesuai dengan standar. Sertifikat bahan/material aluminium dan paduan, *Stainless Steel* dan lain-lain, harus meliputi antara lain analisis kimia, perlakuan panas, uji mekanik dan sifat mekanik [2].

2.3 MANUFAKTUR

Material *fuel handling* yang menggunakan produk aluminium setengah jadi harus disimpan dalam ruang tertutup yang kering dan pengerjaannya terpisah dari material lain agar tidak terkontaminasi. Semua penggunaan peralatan harus dapat mencegah masuknya partikel feritik ke dalam produk aluminium. Peralatan peralatan tersebut hanya digunakan untuk pengerjaan material aluminium, tidak untuk material lain.

a. Pengelasan

Semua penggunaan *filler metal* dalam pengelasan harus sesuai dengan DIN 1732-1[3]. Jika akan menggunakan *filler metal* yang tidak sesuai dengan spesifikasi ini harus mendapat persetujuan pemesan. *Filler metal* harus tetap hangat dan kering. Ruang tempat pengelasan harus sesuai, *humidity* di bawah 60%. Penggunaan gas *inert* sebagai pelindung (seperti He, Ar) harus memiliki kemurnian 99,99% dan menjamin perlindungan daerah lasan selama pengelasan dan pendinginan. Preparasi untuk *weld edge* dan pengerjaannya harus dikerjakan dengan pemesian (misal dengan *milling*). Dipastikan bahwa permukaan yang akan dilas harus tidak terkontaminasi.

b. Pembersihan

Semua produk aluminium yang akan digunakan untuk membuat *fuel handling tool* harus dibersihkan dari senyawa pengotor sebelum perakitan akhir dan pemasangan di *site*. Senyawa pengotor antara lain:

- Senyawa organik, seperti lemak/pelumas, minyak, residu jenis adesif
- Residu cair, seperti air, asam, solven dll.
- *Solid deposit*, seperti garam dari *cleaning bath*, *heating colour* dll.

3. TATA KERJA

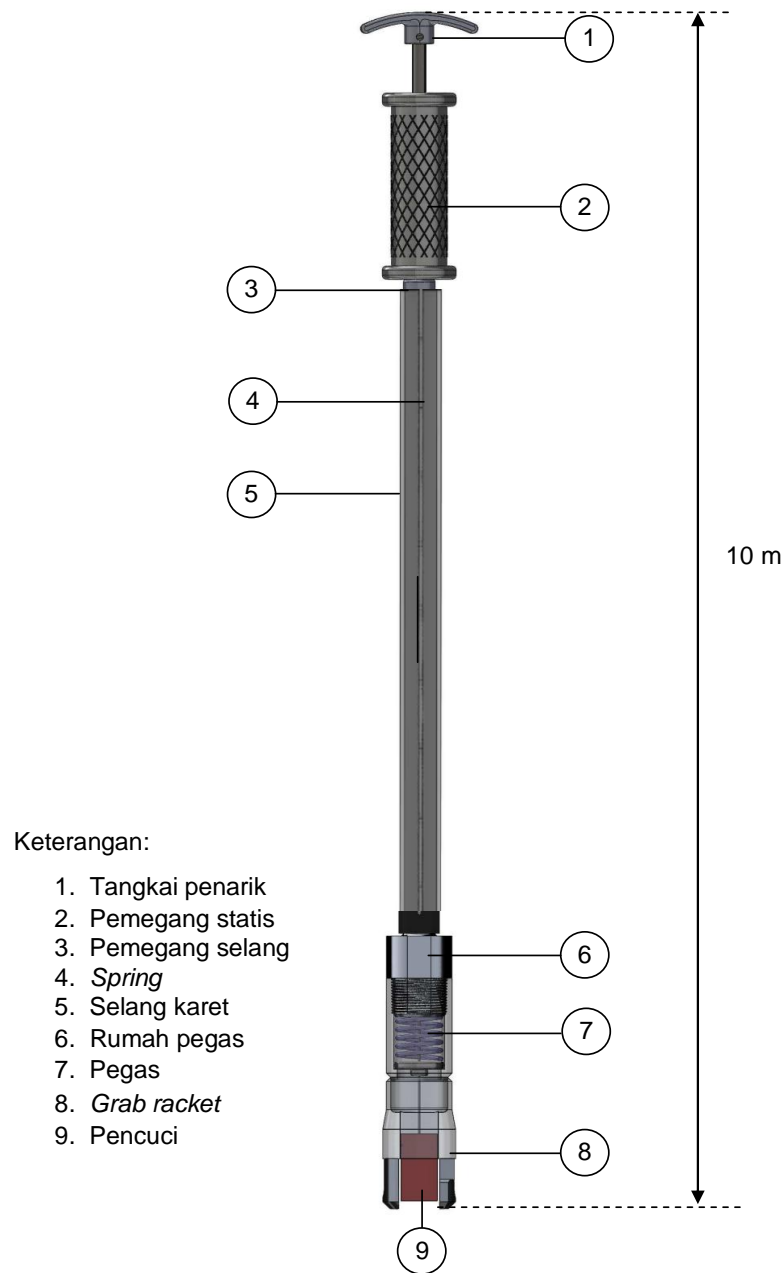
Peralatan *fuel handling* untuk bahan bakar standar jenis pelat didesain dengan tata kerja dan urutan rancangan sebagai berikut:

- Pengumpulan data teknis komponen mekanik antara lain:
 - Komponen mekanik bahan bakar tipe pelat
 - Komponen mekanik *fuel handling tool* RSG GAS Serpong
 - Komponen mekanik *fuel handling tool* Reaktor Triga Mark Bandung
- Modeling dengan *software* simulasi 3D

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan rekayasa modifikasi dan pengembangan *fuel handling tool* yang akan digunakan untuk proses *loading-unloading* bahan bakar tipe pelat telah dilakukan dengan hasil sebagai berikut:

- Data teknis komponen mekanik bahan bakar standar tipe pelat yang menjadi acuan desain *fuel handling* adalah bagian kepala dan massa satu bundel bahan bakar. Kepala bahan bakar menentukan desain pengait dan pengunci, sedangkan massa satu bundel bahan bakar untuk menentukan kekuatan material pengait dan pegas yang akan digunakan.
- Data teknis komponen mekanik *fuel handling tool* RSG GAS Serpong yang akan digunakan sebagai acuan desain adalah bagian kepala *handling*. Kepala *fuel handling tool* terdapat pengait dan pengunci, kemudian bagian dalam kepala dimodifikasi dan disesuaikan dengan tangkai penarik dan pengunci *fuel handling tool* Reaktor Triga Mark Bandung.
- Data teknis komponen mekanik *fuel handling tool* Reaktor Triga Mark Bandung yang digunakan sebagai acuan desain adalah bagian tangkai handling dan batang handling.
- Hasil modifikasi dan pengembangan *fuel handling tool* dengan modeling 3D seperti tampak pada Gambar 1. *Fuel handling tool* terdiri dari tiga bagian komponen mekanik yaitu:



Gambar 1. *Fuel Handling Tool*

a. Tangkai *Handling*

Tangkai *handling* merupakan bagian komponen penggerak aktif. Tangki ini berperan aktif pada proses mengkait dan mengunci bundel bahan bakar. Tangkai *handling* dirancang dengan acuan tangkai *handling existing* yang dimiliki PSTNT Bandung [4]. Hasil rancangan terdiri dari dua bagian yaitu:

- Tangkai Penarik
Bagian tangkai *handling* yang berfungsi untuk proses gerakan menarik dan mengunci bundel bahan bakar.
- Pegangan Statis
Bagian tangkai *handling* yang berfungsi sebagai pegangan pada proses menarik dan mengunci bundel bahan bakar.

b. Batang *Handling*

Bagian batang *handling* bersifat lentur dan berfungsi sebagai penghubung antara tangkai *handling* dan kepala *handling*. Bagian batang *handling* terdiri dari:

- Kawat *Spring*
Komponen mekanik batang *handling* adalah batang penghubung berupa kawat yang dililiti dengan kawat spiral dan bersifat lentur serta tahan korosi. Kawat bagian tengah dan kawat spiral bagian luar terbuat dari bahan *stainless steel*.
- Selang Karet
Bagian batang *handling* yang bersifat lentur adalah selang karet. Bagian ini berfungsi sebagai pembungkus dan pelindung komponen *spring*.
- Pemegang Selang
Bagian batang *handling* yang berfungsi untuk mengkaitkan selang karet dengan tangkai *handling* pada saat kegiatan *loading-unloading*.

c. Kepala *Handling*

Kepala *handling* merupakan bagian penggerak pasif dan berhubungan langsung dengan bundel bahan bakar. Bagian ini akan bergerak jika tangkai penarik digerakkan dan berfungsi untuk mengkait dan mengunci bundel bahan bakar saat proses *loading-unloading*. Kepala *handling* didesain dengan acuan kepala *handling* yang dimiliki PRSG [5]. Hasil modifikasi dan pengembangan kepala *handling* terdiri dari empat bagian yaitu:

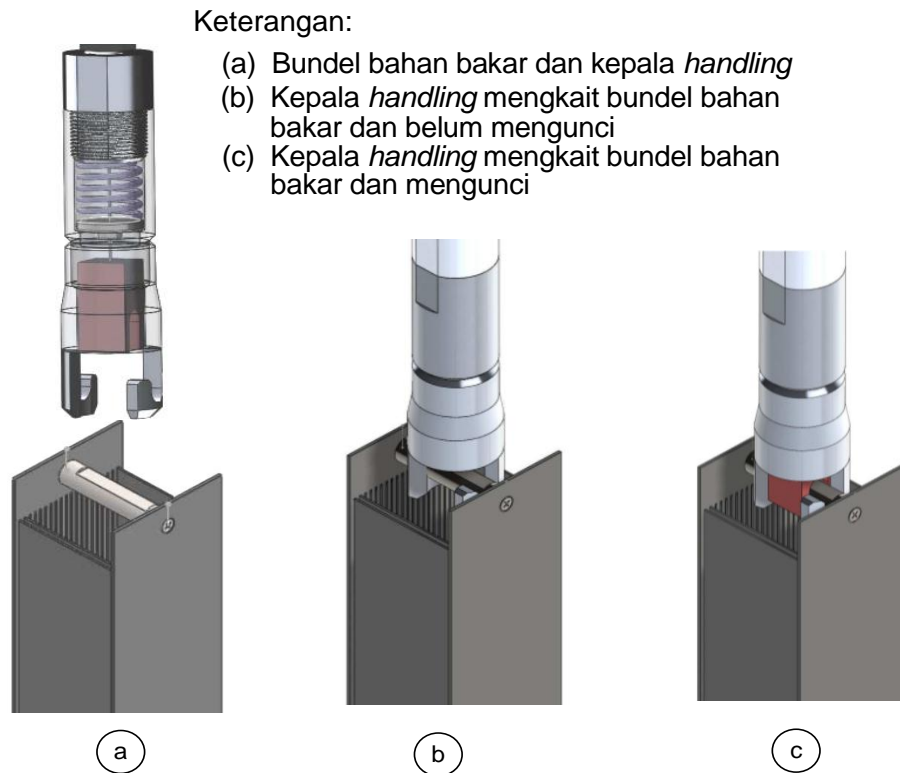
- Rumah Pegas
Rumah pegas merupakan komponen mekanik kepala *handling* yang berfungsi sebagai tempat pegas dan melindungi pegas dari pengotor.
- Pegas
Pegas merupakan bagian komponen mekanik yang berfungsi untuk menekan bundel bahan bakar pada proses penguncian.
- *Grab Racket*
Grab racket merupakan bagian komponen mekanik kepala *handling* yang ujungnya seperti *hook* dan berfungsi untuk pengait bundel bahan bakar.
- Pengunci
Bagian komponen mekanik kepala *handling* lainnya adalah pengunci. Bagian ini berfungsi untuk mengunci bundel bahan bakar agar tidak lepas dari pengait, sehingga aman saat proses *loading-unloading*.

Mekanisme kerja *fuel handling tool* hasil modifikasi sebagai berikut. Tangkai penarik terhubung dengan *spring*, pegas, dan pengunci. Tangkai penarik berfungsi sebagai pengunci bundel bahan bakar dengan gerakan memutar ketika proses *loading-unloading*. *Handle* pemegang didorong, setelah yakin posisi *grab racket* telah sesuai pada pengait bundel bahan bakar, lalu diputar ke arah kanan 180°. Pada keadaan ini, tangkai yang terhubung dengan pengunci didorong ke bawah, sehingga bundel bahan bakar akan terkunci dan proses *loading-unloading* dapat dilakukan dengan mudah dan aman.

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengembangan dan modifikasi *fuel handling tool* untuk bahan bakar tipe pelat dapat disimpulkan bahwa *fuel handling* terdiri dari tiga bagian yaitu tangkai *handling*, batang *handling*, dan kepala *handling*. Tangkai *handling* berfungsi sebagai pengendali untuk proses mengait dan mengunci bundel bahan bakar. Batang *handling* bersifat lentur agar batang dapat dibengkokkan dengan mudah dan tanpa patah serta dapat kembali ke kondisi semula, hal ini untuk menghindari agar *fuel handling* tidak menyentuh atap, karena tinggi ruang di atas reaktor sangat terbatas. Kepala *handling*

terdiri dari komponen pengait, pengunci, dan pegas. Bagian kepala *handling* berfungsi sebagai pengait dan pengunci seperti tampak pada Gambar 2. (a), (b), dan (c) berikut.



Gambar 2. Fuel Handling + Bahan Bakar

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. *Konversi Reaktor Triga 2000 Menggunakan Bahan Bakar Jenis Standard General Atomic Menjadi Triga Pelat Menggunakan Bahan Bakar Tipe Pelat Produksi Dalam Negri*, Lap.005.KRN.2017
- [2]. ASTM B 308: *Standard Specification for Aluminum-Alloy 6061-T6 Standard Structural Profiles*.
- [3]. DIN 1732-1: *Filler Metals For Welding Aluminum & Aluminum Alloys, Composition, Application & Technical Delivery Conditions*, 1988.
- [4]. *Handle-Fuel Handling Tool*, Drawing Number TOS 394 B112, General Atomic Div, 1959.
- [5]. *Elemen Bakar Standar*, RSG-GAS No. Indent: RSG.kk.03.04.63.08 hal. V-55 RSG-GAS