



## RANCANGAN ALAT BANTU MUAT-BONGKAR KAPSUL PRTF RSG-GAS

Suwarto

*Pusat Reaktor Serba Guna-BATAN, PUSPIPTEK Serpong, Tangerang Selatan, 15310*

*E-mail: prsg@batan.go.id*

### ABSTRAK

**RANCANGAN ALAT BANTU MUAT-BONGKAR KAPSUL PRTF RSG-GAS.** Telah dilakukan pembuatan rancangan alat bantu muat-bongkar kapsul fasilitas uji bahan bakar (Power Ramp Test Facility/PRTF) Reaktor Serba Guna G.A.Siwabessy (RSG-GAS) berdasarkan kajian yang meliputi penentuan geometri, ukuran komponen dan ketepatan posisi alat bantu terhadap kapsul. Lingkup kajian ini dimaksudkan untuk menjaga integritas kapsul PRTF selama pemasangan/pembongkarannya di dalam pembawa kapsul (capsule carrier), menjaga keselamatan kapsul selama pemindahannya dari capsule carrier ke dalam sel panas (hotcell) dan kemudahan dalam penerapannya. Hasil rancangan adalah berupa gambar teknik yang berfungsi sebagai acuan untuk pelaksanaan fabrikasi.

**Kata kunci :** Alat bantu

### ABSTRACT

**DESIGN OF LOADING-UNLOADING HANDLING TOOL OF RSG-GAS' PRTF CAPSULE.** It has been carried out the design of loading-unloading tool of PRTF capsule of RSG-GAS, the design is accomplished based on studies including determination of geometry, size of components and precision of the tool position to the PRTF capsule. Aim of this scope of studies is to maintain integrity of the PRTF capsule during its replacement in the capsule carrier, to maintain safety of the capsule during its movement from the capsule carrier into hotcell and to ease of implementation. The design result is technical drawings at which it acts as a reference for fabrication measure.

**Key words :** Handling tool

---

### PENDAHULUAN

Berbagai fasilitas eksperimen yang terdapat di Reaktor Serba Guna G.A.Siwabessy (RSG-GAS) diantaranya fasilitas eksperimen uji bahan bakar reaktor daya PRTF (*Power Ramp Test Facility*). Fasilitas PRTF dipasang di dalam kolam reaktor pada kedalaman 13 m, sedangkan untuk bongkar muat kapsul dilakukan di dalam kolam penyimpanan bahan bakar sementara (*storage pool*). Fasilitas ini tersusun dari 3 perangkat utama masing-masing adalah perangkat kereta luncur (*trolley*), pembawa kapsul (*capsule carrier*) dan perangkat pembangkit tekanan. Kapsul PRTF merupakan komponen yang digunakan sebagai wadah bahan bakar yang akan diuji, dimana bentuk geometri kelongsong bahan bakar tersebut

adalah silindris. Dengan pertimbangan bahwa pengoperasian fasilitas PRTF dilakukan di dalam air, faktor memasukkan atau mengeluarkan kapsul yang berisikan material uji bahan bakar merupakan kendala untuk memanfaatkan fasilitas PRTF. Keberhasilan fasilitas PRTF dapat dioperasikan bergantung pada alat bantu untuk memasukkan maupun mengeluarkan kapsul yang berisikan bahan bakar uji.

Alat bantu yang tepat dan memadai dapat dibuat dengan cara melakukan kajian rancangan alat bantu berdasarkan aspek kepraktisan dan mampu terap yang meliputi:

- Penentuan geometri dan ukuran komponen
- Kemudahan dalam penggunaannya.
- Ketepatan posisi alat bantu terhadap kapsul guna menghindari kerusakan kapsul selama



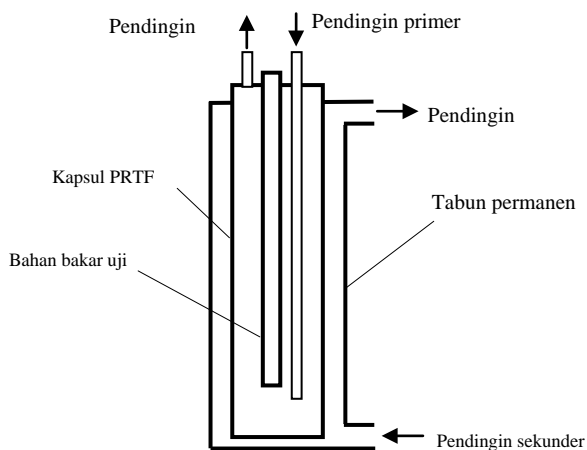
pemasangan/pembongkaran di dalam *capsule carrier*.

- Keselamatan kapsul selama pemindahannya dari *capsule carrier* ke dalam *hotcell*.

Dalam tulisan ini akan dibahas lebih rinci hasil rancangan yang telah dibuat berdasarkan aspek kepraktisan dan mampu terap dengan cara menentukan bentuk dan ukuran alat berikut komponennya serta perhitungan kemampuan komponen yang paling lemah terhadap beban.

### TEORI

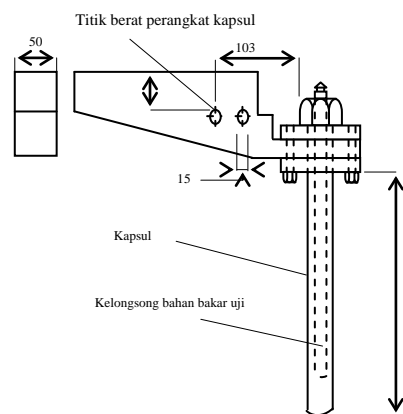
Alat bantu muat-bongkar kapsul PRTF adalah suatu peralatan yang digunakan untuk memasukkan atau mengeluarkan kapsul yang berisi bahan bakar uji (*test rod*) pada *capsule carrier*. Fasilitas eksperimen PRTF tersusun dari 3 perangkat utama masing-masing adalah perangkat *trolley*, *capsule carrier* dan perangkat pembangkit tekanan. Pada perangkat *capsule carrier* terdapat sebuah tabung yang terpasang secara permanen seperti terlihat pada Gambar 1. Tabung tersebut berfungsi sebagaiudukan kapsul PRTF. Kapsul PRTF dapat dimuat-bongkar ke/dari dalam tabung permanen tersebut. Aliran pendingin primer dengan tekanan 160 bar akan melewati/bersentuhan dengan dinding *test rod* di dalam kapsul PRTF<sup>[1]</sup>. Secara skematis, gambar kapsul PRTF ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Tabung *capsule carrier*

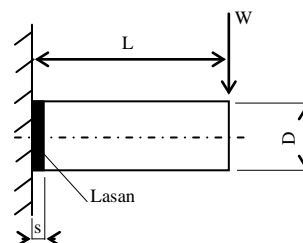
Untuk keperluan bongkar-pasang kapsul, *capsule carrier* ditempatkan pada posisi parkir di dalam *storage pool* pada kedalaman 6 meter di bawah permukaan air. Rute perjalanan kapsul PRTF dimulai dari *capsule carrier* dipindahkan ke basket *hot cell* dan selanjutnya ke dalam *hot cell* untuk pembongkaran *test rod*. Bentuk, ukuran dan bobot/gaya berat kapsul PRTF yang dilengkapi dengan pipa saluran pendingin primer masuk dan

keluar kapsul digunakan sebagai dasar untuk menentukan bentuk dan ukuran rancangan alat bantu. Bentuk kapsul ditunjukkan pada Gambar 2. Dari hasil penimbangan diketahui bahwa gaya berat kapsul PRTF (lebih/kurang) 5 kg atau sekitar 50 N. Rancangan alat bantu tersebut diperlukan untuk penanganan kapsul PRTF dari *capsule carrier* sampai ke basket *hotcell* atau sebaliknya dari basket *hotcell* ke *capsule carrier*.



Gambar 2. Kapsul PRTF (ukuran dalam mm)

Rancangan alat bantu muat-bongkar kapsul PRTF tersusun dari beberapa komponen yang meliputi rumah penjepit (*casing*) 1 dan 2, tangkai *casing*, tangkai penjepit, penjepit 1 dan 2 dan pipa pengarah. Diantara komponen-komponen tersebut terdapat bagian yang paling lemah dan rentan patah/rusak karena beban, bagian tersebut berupa pengait pada komponen penjepit 1 dan 2 (lihat lampiran 6 dan 7). Karena hubungan kedua batang pengait masing-masing dengan penjepit 1 dan 2 dilakukan dengan cara pengelasan, maka yang harus diperhitungkan adalah kekuatan sambungan las tersebut terhadap beban. Dilihat dari bentuk, model sambungan dan posisi beban maka untuk menghitung kekuatan sambungan digunakan persamaan-persamaan yang berlaku pada sambungan dengan beban eksentrik seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 3. Beban eksentrik pada sambungan las

Pada Gambar 3 ditunjukkan bahwa batang dengan panjang  $L$  dan diameter  $D$  yang dilas pada penopang dengan ukuran las  $s$  dibebani gaya  $W$ . Akibat gaya/beban  $W$  maka pada lasan akan



timbul reaksi gaya geser yang menimbulkan tegangan geser primer  $T_1$  pada luas lasan  $A$ <sup>[2]</sup>

$$T_1 = \frac{F}{A} \quad (1)$$

$$A = 0,707 \cdot s \cdot \pi \cdot D \quad [2] \quad (2)$$

Selain itu gaya  $W$  juga akan menimbulkan reaksi momen  $M$  pada las-lasan dan ini akan memunculkan tegangan geser sekunder  $T_2$  pada lasan.

$$T_2 = \frac{M}{Z} \quad (3)$$

Dimana  $Z$  adalah modulus momen polar dari luasan sambungan las<sup>[3]</sup> :

$$Z = (0,707 \cdot s \cdot \pi \cdot D^2) / 4 \quad (4)$$

Tegangan geser maksimum ( $T_{maks}$ ) :

$$T_{maks} = 0,5T_2 + 0,5\sqrt{\{(T_2)^2 + 4(T_1)^2\}} \quad (5)$$

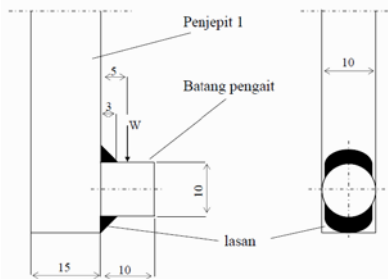
## TATA KERJA

Berdasarkan pertimbangan yang mengacu pada aspek kepraktisan dan mampu terapan yang mencakup akurasi posisi alat bantu terhadap kapsul pada saat kegiatan muat/bongkar, keselamatan kapsul selama pengangkutan ke dalam basket *hotcell* dan aspek kemudahan dalam penggunaannya, maka bentuk dan mekanisme kerja alat bantu pada rancangan ini ditentukan menggunakan prinsip kerja sebuah tang/penjepit benda.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil rancangan dalam bentuk gambar teknik ditunjukkan pada Lampiran 1 sampai dengan lampiran 7.

Perhitungan hanya dilakukan untuk komponen yang paling lemah dan rawan kerusakan akibat beban yang ada. Komponen tersebut adalah 2 buah batang pengait yang disambungkan masing-masing pada penjepit 1 dan penjepit 2 menggunakan las (lihat lampiran 6). Pada Gambar 4 ditunjukkan bentuk sambungan las kedua batang pengait tersebut.



Gambar 4. Sambungan las batang pengait pada penjepit 1 (ukuran dalam mm).

Penjepit 1 dan 2 mempunyai dimensi sama sehingga perhitungan hanya dilakukan untuk satu penjepit saja. Pada Gambar 4, ukuran lasan ( $s$ ) ditentukan sebesar 3 mm. Penjepit mempunyai penampang empat persegi panjang sedangkan batang pengait berpenampang lingkaran berdiameter  $D=10$  mm. Hal ini menyebabkan jumlah keliling lasan tidak utuh melainkan hanya setengah lingkaran, yang terdiri dari seperempat lingkaran di bagian atas dan seperempat lagi di bagian bawah. Oleh karena itu, dari persamaan 2, luas lasan menjadi :

$$A = 0,5(0,707 \cdot s \cdot \pi \cdot D) = 0,5(0,707 \times 3 \times \pi \times 10) = 33,30 \text{ mm}^2$$

Berat kapsul = 50 N untuk mengantisipasi beban lebih maka berat kapsul dinaikkan menjadi 100 N, dengan angka keselamatan 4 menjadi 400 N dan beban ini dipikul oleh 2 batang pengait sehingga  $W = 200$  N.

Dari persamaan 1 diperoleh tegangan geser primer  $T_1$  pada lasan :

$$T_1 = W/A = 200/33,30 = 6,00 \text{ N/mm}^2$$

Dari persamaan 4 :

$$M = W \times L = 200 \times 5 = 1000 \text{ Nmm}$$

Dari persamaan 5, modul penampang luasan lasan setengah lingkaran adalah :

$$Z = (0,707 \cdot s \cdot \pi \cdot D^2) / 8 = (0,707 \times 3 \times \pi \times 10^2) / 8 = 83,25 \text{ mm}^3$$

Dari persamaan 3 diperoleh tegangan geser sekunder  $T_2$  :

$$T_2 = M/Z = 1000/83,25 = 12,01 \text{ N/mm}^2$$

Dari persamaan 6 :

$$T_{maks} = 0,5T_2 + 0,5\sqrt{\{(T_2)^2 + 4(T_1)^2\}} \\ T_{maks} = 0,5 \times 12,01 + 0,5\sqrt{\{(12,01)^2 + 4(6,00)^2\}} \\ = 23,00 \text{ N/mm}^2$$

Tegangan geser yang diijinkan untuk jenis elektroda las E60XX adalah  $103 \text{ N/mm}^2$ , jadi tegangan yang diderita sambungan batang pengait masih jauh dibawah batas yang diijinkan.

Aspek akurasi pada kegiatan muat-bongkar tergambar melalui komponen pipa pengarah yang dipasang pada dinding luar casing 2. Pipa pengarah ini berfungsi untuk memastikan posisi batang pengait tepat pada lubang kait dengan cara menempatkan pipa tersebut sedemikian rupa sehingga mengurung mur penutup kapsul. Ketepatan posisi kedua batang pengait pada lubang kait dijamin melalui pemasangan pipa pengarah yang posisinya terhadap lubang kait telah diperhitungkan. Dengan demikian kerusakan kapsul selama kegiatan muat-bongkar pada *capsule carrier* dapat dihindari. Gambar pipa pengarah ditunjukkan pada lampiran 7.

Aspek keselamatan kapsul selama pengangkutan (setelah keluar dari *capsule carrier*) tercermin pada kekuatan batang pengait yang cukup memadai melalui hasil perhitungan



kekuatan sambungan yang jauh lebih tinggi dari beban yang diterima. Selain itu, keselamatan kapsul selama pengangkutan juga dijamin oleh mekanisme sistem batang pengait yang dilengkapi dengan pegas/per sehingga menyebabkan kedua batang pengait mempunyai kecenderungan selalu menutup/mengait kapsul.

Aspek kemudahan dalam penerapannya tercermin dari gaya berat alat bantu ini yang cukup ringan karena dimensinya yang cukup kecil dengan lebar 100 mm, tebal 50 mm dan tinggi sekitar 338 mm. Dengan demikian penerapannya dapat dilakukan dengan tangan (tanpa bantuan *crane*). Hal ini dapat mempermudah dan mempercepat kegiatan muat-bongkar kapsul PRTF.

Uraian di atas menunjukkan bahwa rancangan alat bantu ini memenuhi aspek akurasi penanganan muat-bongkar, keselamatan pengangkutan kapsul dan aspek kemudahan penggunaannya.

## KESIMPULAN

Hasil rancangan alat bantu kapsul PRTF yang telah dibuat dapat digunakan sebagai acuan untuk melakukan fabrikasi.

## DAFTAR PUSTAKA

1. ANONIM, "Description of the Power Ramp Test Facility", Interatom, MPR30, OS-Nr.1952.
2. RICHARD G. BUDYNAS AND J. KEITH NISBETT, "Shigley's Mechanical Engineering Design", Eight Edition in SI Units, Mc Graw Hill
3. R.S. KHURMI AND J.K. GUPTA "A Text Book of Machine Design", Eurasia Publishing House (Pvt) lmd, Ram Nagar, New Delhi, 1995

## TANYA JAWAB

### Jaja Sukmana

- Apakah fungsi PRTF secara umum?
- Bagaimana teknik menjaga keselamatan proses pemindahan muat-bongkar?
- Kapan pelaksanaan penggunaan fasilitas tersebut?

### Suwarto

- ✧ *Untuk eksperimen pengujian batang bahan bakar.*
- ✧ *Jaminan keselamatan pada proses pemindahan kapsul ada pada pegas yang cenderung selalu mengunci.*
- ✧ *Tahun depan.*

### Umar Sahiful H

- Adakah sistem pelumasan dalam alat ini ? Jika ada apakah tidak mengganggu kimia air kolam reaktor?

### Suwarto

- ✧ *Tidak menggunakan pelumas karena bahan dari SS dan beban juga cukup ringan kurang dari 10 Kg.*

### Slamet Wiranto

- Alat ini dioperasikan di bawah air dan di dalam Hot Cell , apakah sudah diperhitungkan kemudahan penggunaannya?

### Suwarto

- ✧ *Sudah dipertimbangkan melalui bentuk ukuran dan bobot alat yang cukup ringan dan dengan adanya pipa pengarah yang akan mempermudah dan mempercepat penanganan.*

### Eko Edy Karmanto

- Apakah peralatan ini PRTF murni mekanik atau mekanik hidrolik atau pneumatik?

### Suwarto

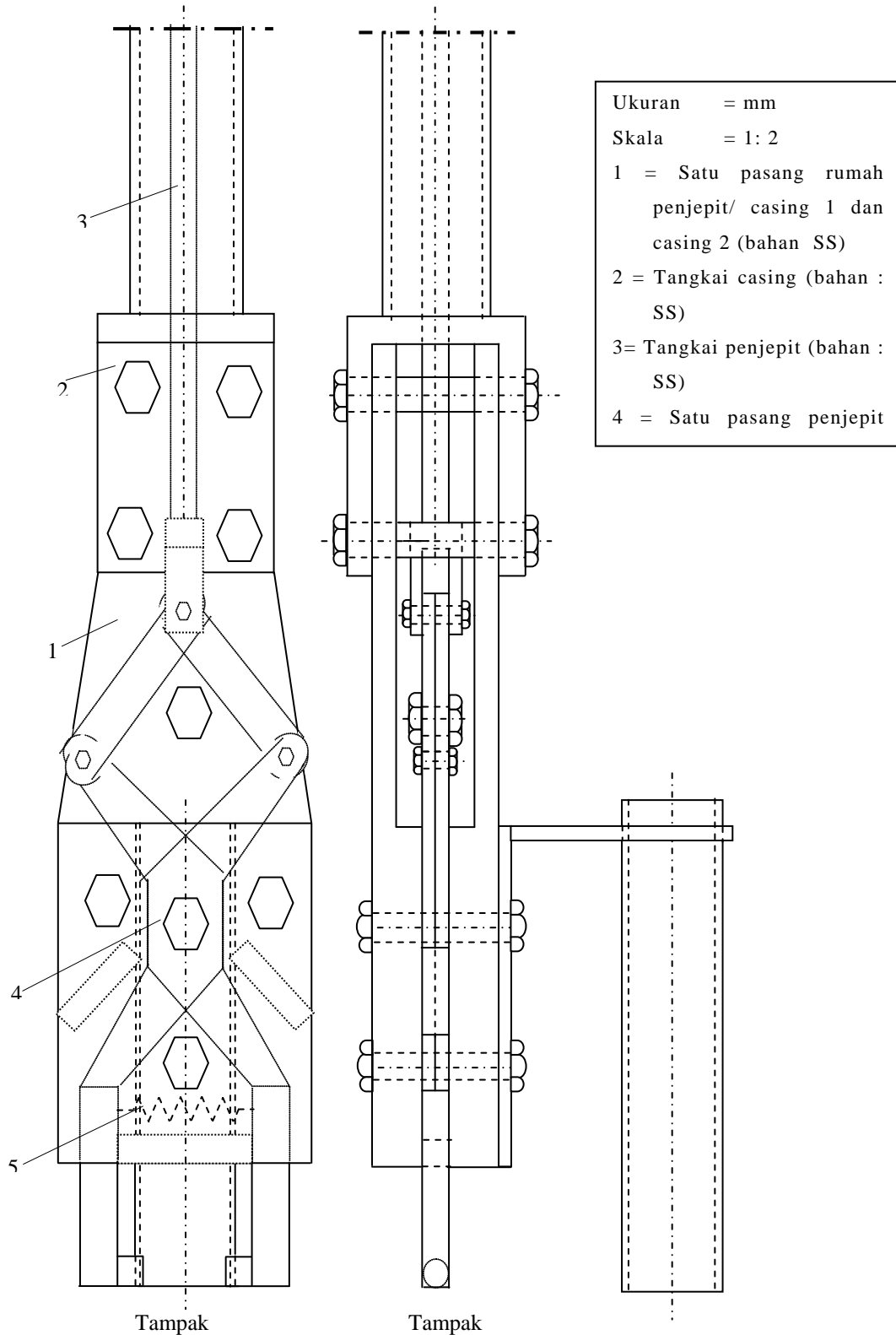
- ✧ *Sifat peralatan ini adalah mekanik (murni mekanik) karena itu alat tersebut harus dibuat seringan mungkin untuk menunjang kemudahan penggunaannya ( tanpa bantuan hidrolik atau pneumatik).*



LAMPIRAN

LAMPIRAN I

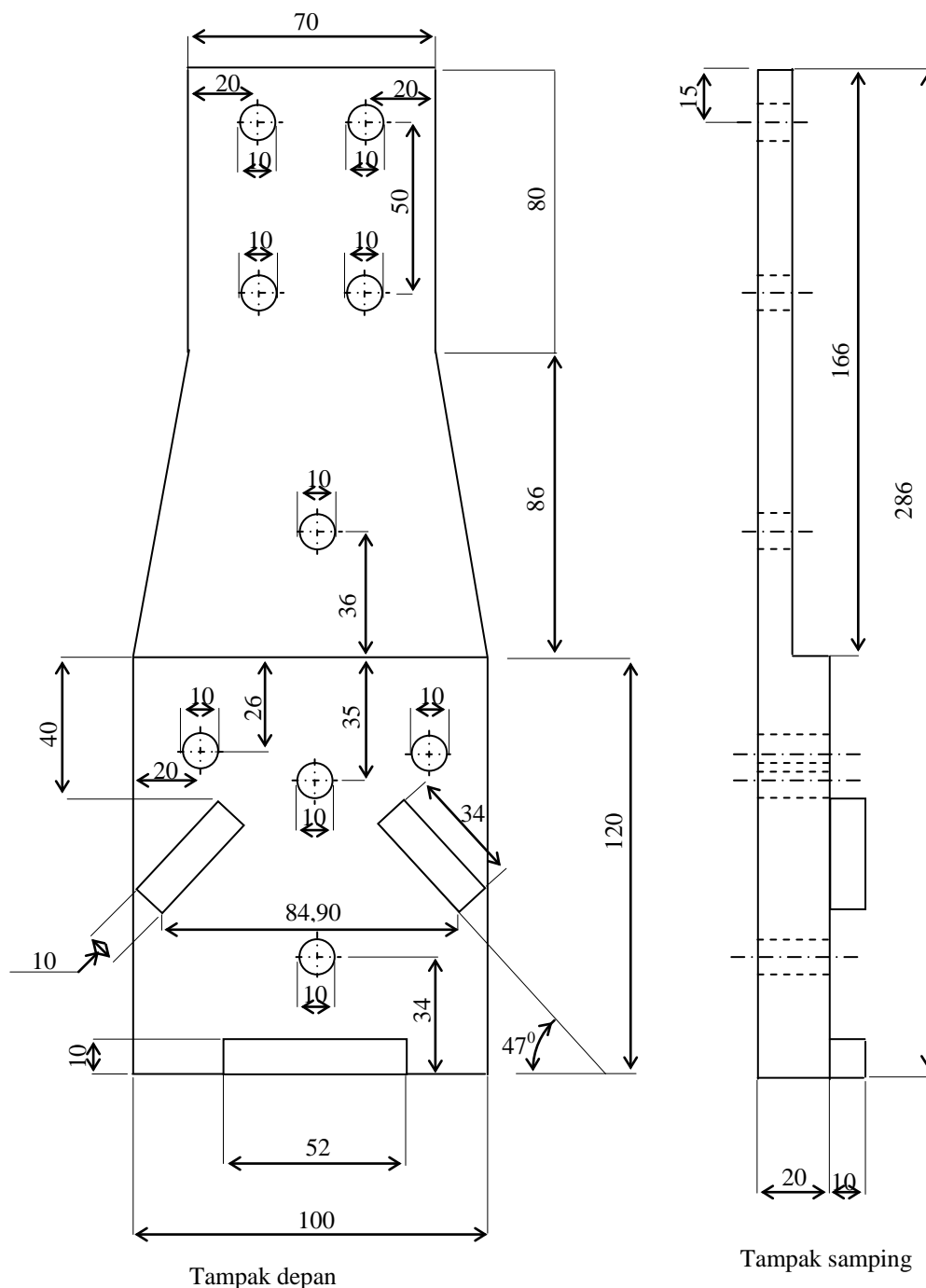
Gambar teknik alat bantu kapsul PRTF





LAMPIRAN 2

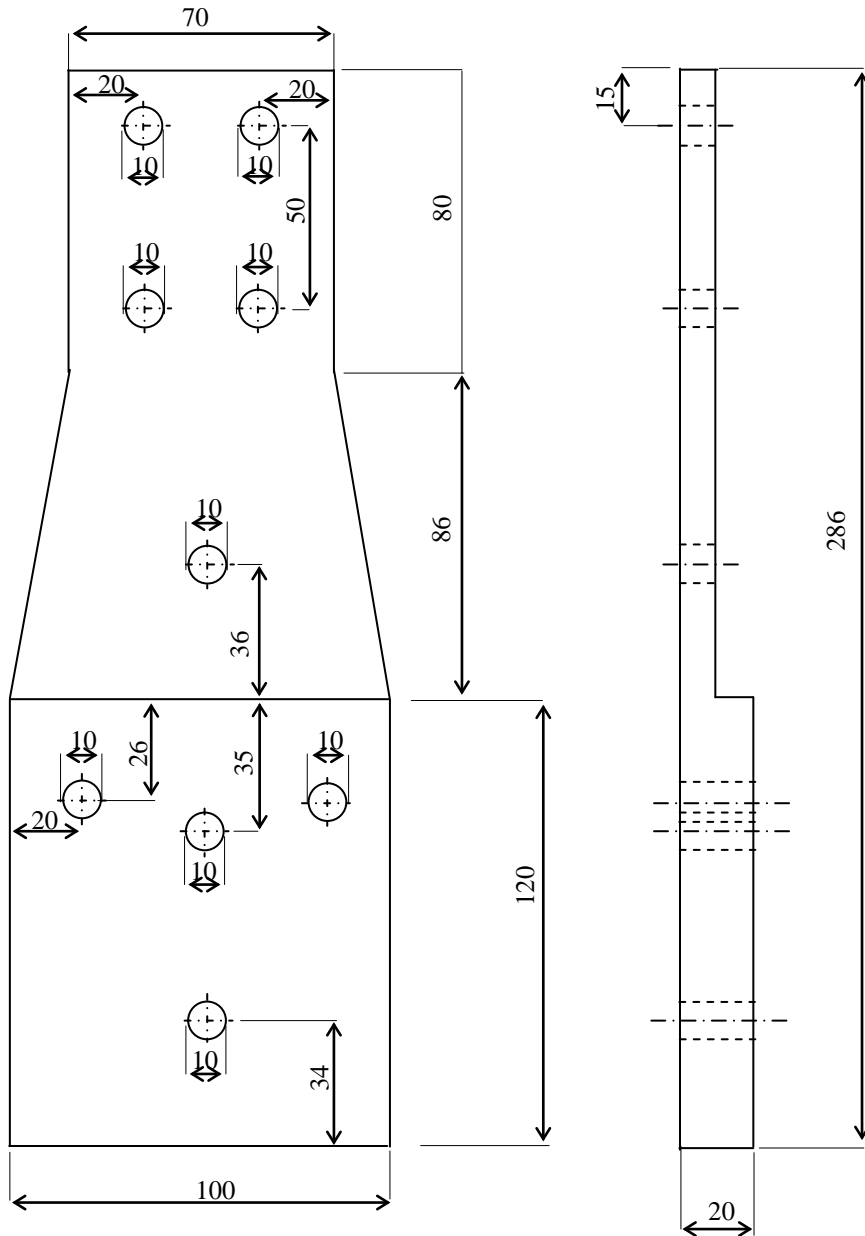
Gambar teknik casing 1 (ukuran : mm, skala = 1:2)





LAMPIRAN 3

Gambar teknik casing 2 (ukuran : mm, skala = 1:2)



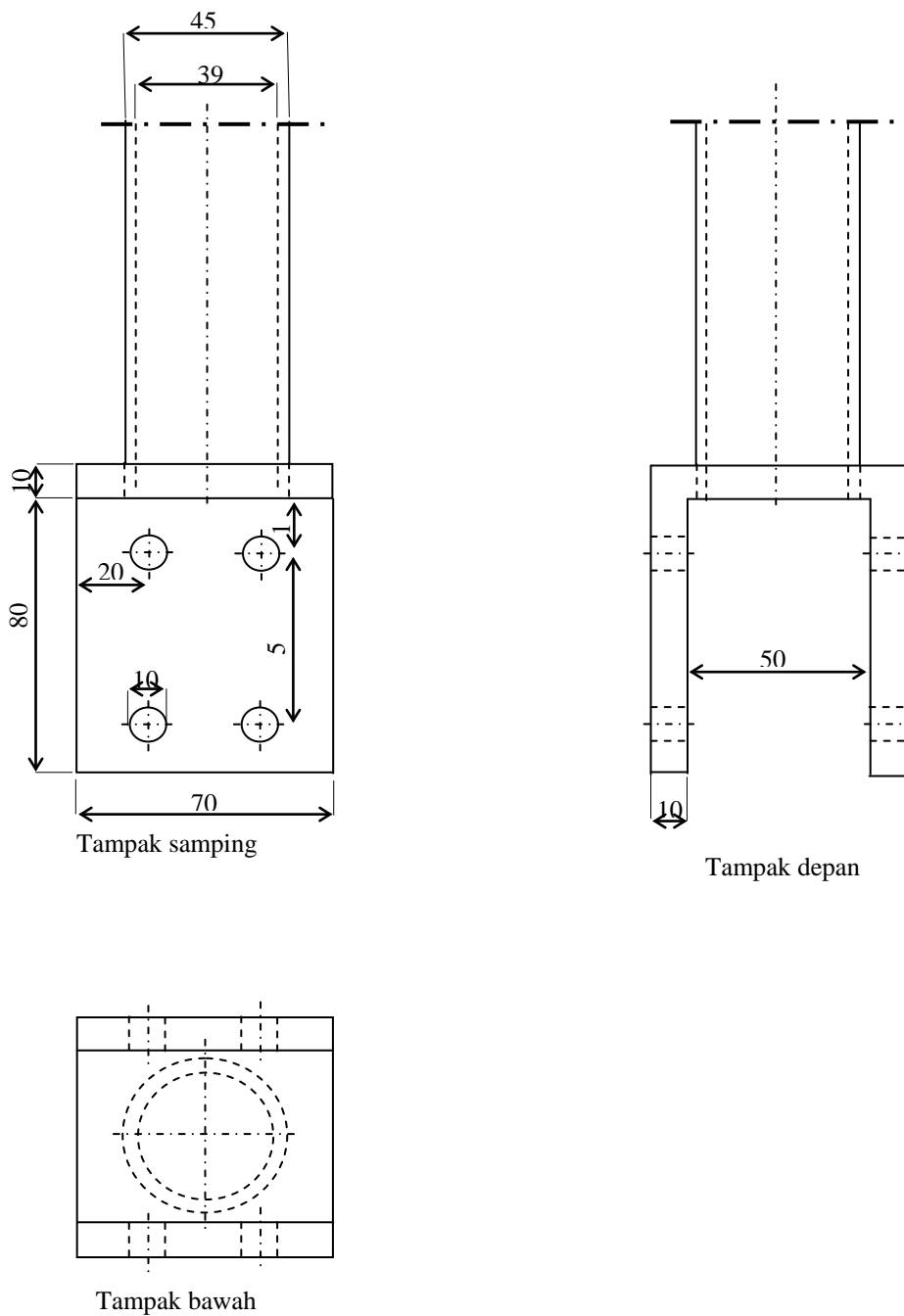
Tampak depan

Tampak samping



LAMPIRAN 4

Gambar teknik tangkai casing (ukuran : mm, Sklala = 1:2 )

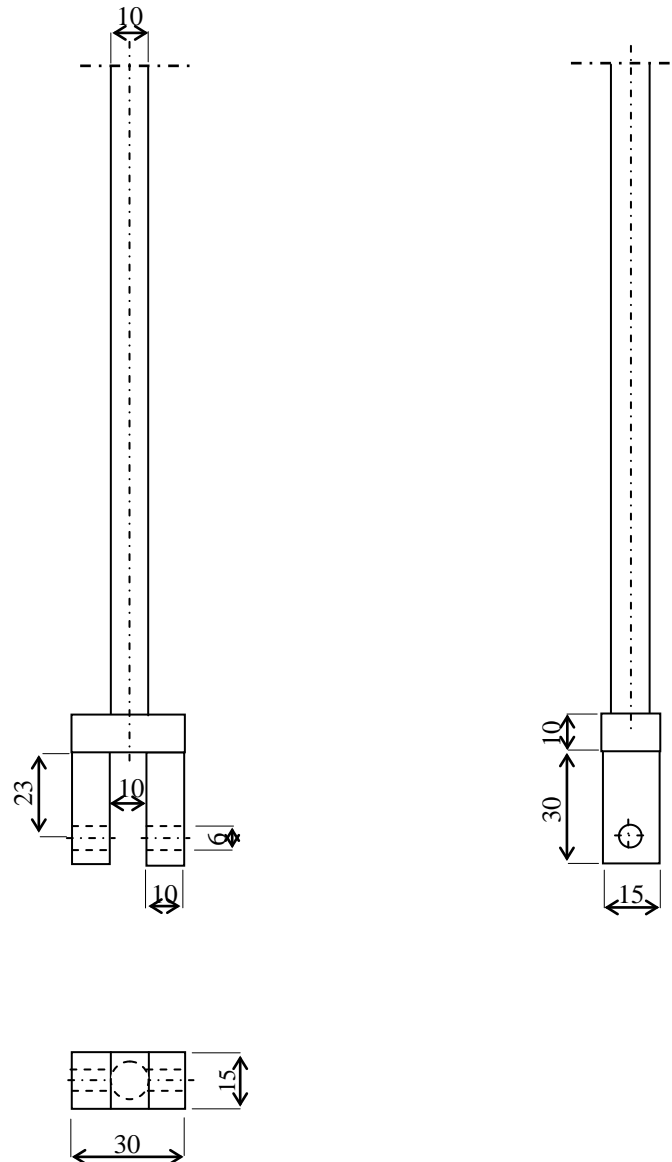






LAMPIRAN 5

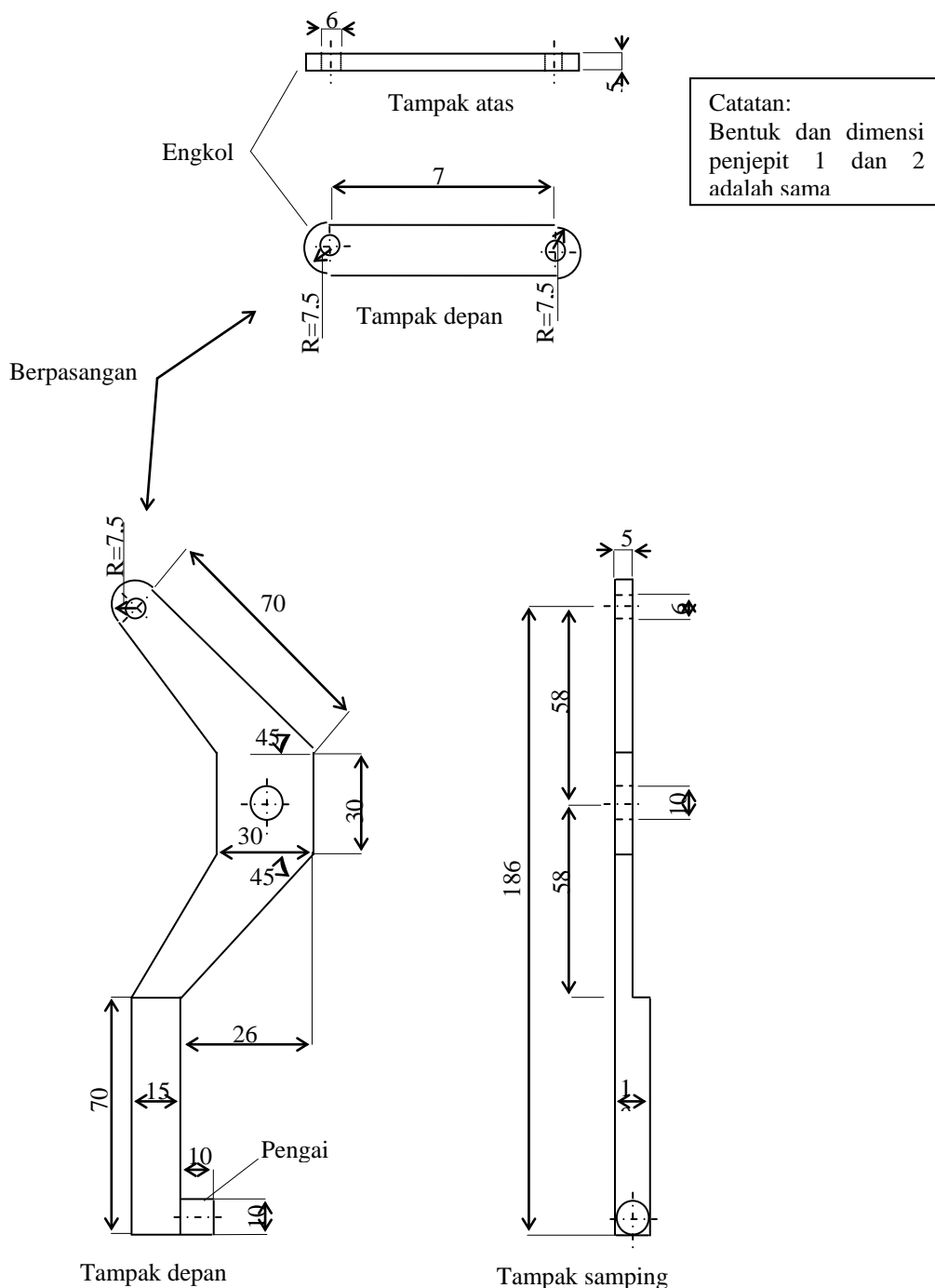
Gambar teknik tangkai penjepit (ukuran : mm, skala = 1:2)





LAMPIRAN 6

Gambar teknik penjepit 1 (ukuran : mm, skala = 1:2)





LAMPIRAN 7

Gambar teknik pipa pengarah (ukuran : mm, skala = 1:2, bahan : Al)

