

RANCANGAN PEMINDAH TARGET SISTEM *RABBIT*

Edison Sihombing, Djaruddin Hasibuan
Pusat Reaktor Serba Guna

ABSTRAK

RANCANGAN PEMINDAH TARGET SISTEM *RABBIT*. Saat ini, pemindahan target hasil iradiasi dari *isotope cell* ke ruang cacah dilakukan dengan menggunakan *transfer cask* membutuhkan waktu minimum 15 menit. Keadaan seperti ini merupakan kendala dalam proses pencacahan pada target yang menghasilkan radio nuklida dengan umur pendek (orde detik). Untuk mengatasi kendala tersebut serta untuk menyempurnakan fasilitas iradiasi yang ada, telah dilakukan perancangan pemindah target dari *isotope cell* sampai ruang cacah. Instalasi yang direncanakan memerlukan pipa dengan panjang 30 m, diameter luar 42 mm serta blower dengan daya 0,965 kW. Waktu pemindahan dari *isotope cell* ke ruang cacah sesuai dengan yang diharapkan sebesar 3 detik. Dari uraian dalam tulisan ini dapat disimpulkan bahwa rancangan ini layak untuk direalisasikan.

ABSTRACT

DESIGN A *RABBIT* TRANSFER SYSTEM'S TRANSPORT. Nowadays, transfer of irradiated targets from isotope cell to the counting room is carried out make transfer cask, and It needs at least 15 minutes. This condition is considered as constraint to transfer short radio nuclides (in the range of seconds). To overcome the problem and to improve the capability of the existing irradiation facility, design of the target handling mechanism has been completed. The system designed required 30 m length of Al-pipe; 42 mm OD; and 0.965 kW air blower. Transfer time of the target from isotope cell to the counting room is 3 second.. This paper concluded that this design is feasible to realized.

PENDAHULUAN

Saat ini, pengeluaran cuplikan dari dalam isotop cell dilakukan dengan *double cover wall* dan menggunakan *transfer cask* untuk melakukan kegiatan tersebut dibutuhkan waktu yang lama kurang lebih 15 menit sehingga tidak mungkin digunakan untuk menangani cuplikan yang mempunyai waktu paruh pendek. Sistem penanganan *double cover lock* dan pemindahan *transfer cask* dengan berat 1,5 Ton yang dilakukan secara manual menyebabkan kesulitan dalam pengangkutan. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut di atas, maka telah dirancang modifikasi sistem pemindah cuplikan dengan sistem *rabbit*. Terminal pengiriman diletakkan di dalam *isotope cell* sedangkan terminal penerimaan di ruang cacah sehingga dengan

modifikasi tersebut mampu dilakukan penanganan cuplikan sesudah iradiasi sesingkat mungkin sekitar 3 detik. Dalam rangka meningkatkan efisiensi dan mutu pelayanan bagi pengguna sistem *rabbit* ini, maka perancangan sistem pemindah target sistem *rabbit* ini perlu diadakan. Perancangan yang dibahas mencakup seluruh aspek mekanis dari sistem yang diusulkan, sebagai acuan digunakan standard ASME, ASTM dan AISC.

TEORI

Parameter yang dibutuhkan dalam perancangan ini adalah karakteristik sistem *rabbit* normal, antara lain diameter dalam pipa penghantar (D_p), diameter luar kapsul (D_k), berat maksimum dari kapsul ditambah

cuplikan (W), radius lengkungan minimum pipa penghantar ($R_{min.}$) dan diameter dalam pipa penghantar cepat (d_{rc}). Pengangkutan kapsul dan cuplikan dilakukan dengan sistem hembusan udara (*pneumatic*), dimana kapsul yang berada dalam pipa dihembus dengan udara bertekanan. Luas penampang tekan dari kapsul adalah:

$$A = \frac{\prod D_k^2}{4} \quad (1)$$

Head tekan yang dibutuhkan untuk mengimbangi gaya berat kapsul ditambah berat cuplikan adalah:

$$H_p = W/A \quad (2)$$

dimana W = berat maksimum dari kapsul ditambah cuplikan.

Volume spesifik udara pada sisi masuk (v_0) dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$v_0 = RT_0 / P_0 \quad (3)$$

dimana R = konstanta yang tergantung pada komposisi gas, untuk udara = 53.34 ft lb/16 °R = 1715 ft lb/slug °R. T_0 = Temperatur udara dalam satuan °R = 460 + °F. P_0 = Tekanan udara dalam satuan psia.

Head tekan udara pada terminal pengiriman dihitung dengan rumus berikut:

$$H = (P_0 v_0 \frac{k-1}{k}) (\epsilon_p \frac{k-1}{k} + 1) \quad (4)$$

dimana k = konstanta udara adiabatik, ϵ_p = perbandingan tekanan udara pada sisi masuk dan sisi keluar.

Laju aliran udara di dalam pipa penghantar (w), ditentukan berdasarkan laju aliran udara pada pipa penghantar sistem *rabbit* cepat, dengan cara membandingkan diameter dalam kedua pipa tersebut, seperti terlihat pada rumus (5) berikut :

$$w = D_p/d_{rc} \times w_{rc} \quad (5)$$

dengan w_{rc} = laju aliran udara pada sistem rabbit cepat, w = laju aliran udara pada pipa penghantar pemindah sistem *rabbit*.

Daya kuda udara yang dibutuhkan untuk mendorong kapsul dan cuplikan (Bh_p), dihitung dengan rumus (6) berikut :

$$Bh_p = w \cdot H / 550 \quad (6)$$

Waktu angkut yang dibutuhkan (t) dihitung dengan menggunakan rumus (7) berikut:

$$S = V \times t \quad (7)$$

dimana S = Panjang pipa penghantar, V = kecepatan.

Dalam perancangan ini zat alir yang digunakan adalah udara yang diambil dari lokasi sekitar (ruang 0626) dapat dianggap sebagai gas ideal dengan temperatur 68°F. Hal ini berarti bahwa kecepatan aliran udara di sembarang titik pendisainan adalah konstan atau dengan kata lain rugi-rugi tekanan di sepanjang pipa tekan dapat diabaikan. Pada prinsipnya, dengan berat kapsul dan data-data lingkungan yang sama, maka dengan rumus-rumus (1) s/d (6), akan dapat diketahui besaran daya blower yang dibutuhkan untuk mendorong kapsul iradiasi ditambah cuplikan dari ruang isotop cell ke ruang cacah, dan dengan menggunakan rumus (7) waktu angkut yang dibutuhkan dapat ditentukan.

METODE PERACANGAN

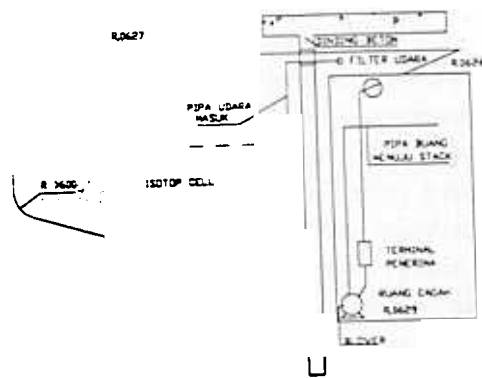
Metode perancangan sistem pemindah target sistem *rabbit* ini dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut :

1. Penentuan tata letak instalasi dan pembuatan gambar dasar.
2. Perancangan pemipaan.
3. Perancangan blower pemindah udara.
4. Perancangan terminal pengiriman dan penerimaan.
5. Perancangan penyangga pipa.
6. Penentuan spesifikasi, jumlah bahan dan alat yang dibutuhkan.

1 Penentuan tata letak instalasi pembuatan gambar dasar

Instalasi pemindah target sistem *rabbit* ini dimulai dari ruang isotop cell, dimana

terminal pengiriman cuplikan dipasang sampai pada ruang cacah. Terminal pengiriman ini dipasang pada plat penutup penetrasi yang sudah tersedia di dalam isotop cell. Dengan cara melubangi plat penutup penetrasi tersebut di atas, pipa penghantar dilewatkan keluar ruang *isotope cell* menuju ruang R. 0627, dan selanjutnya diarahkan menuju ruang R. 0626 dan ruang R. 0629, dimana alat pencacah di letakkan. Denah pemipaan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Tataletak Sistem Rabbit

2. Perancangan pemipaan

Dalam perancangan ini pemilihan dimensi pipa penghantar disesuaikan dengan dimensi pipa penghantar yang ada pada sistem *rabbit*. Untuk sistem *rabbit* normal diameter dalam pipa = 36 mm. Panjang pipa penghantar pada rangkaian pemindah kapsul sistem *rabbit*

30 m. Mengingat sistem *rabbit* ini dalam pengoperasiannya tidak mengalami perubahan temperatur yang berarti, maka material pipa penghantar cukup dengan menggunakan pipa aluminium dengan tebal ± 3 mm. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan perpipaan sistem *rabbit* ini adalah:

- Radius lengkung minimum untuk setiap pembengkokan pipa penghantar (R_{min}) = 600 mm [1]. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari tersangkutnya kapsul iradiasi sistem *rabbit* pada bagian pipa yang di lengkungkan.

- Tidak diijinkan terjadi pemampatan pipa pada bagian pipa yang dilalui kapsul iradiasi sistem *rabbit*, hal ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya pengurangan ruang gerak kapsul iradiasi.
- Untuk menghindari udara aktif di sekitar ruang cacah, maka udara yang digunakan untuk mengangkut kapsul iradiasi dan cuplikan dialirkan ke cerobong reaktor dengan cara menghubungkan pipa buang blower ke cerobong reaktor. Material dan dimensi pipa yang digunakan pada pipa buang ini dipilih sama dengan pipa penghantar kapsul iradiasi sistem *rabbit*.

3. Perancangan blower pemindah udara

Medium pendorong kapsul yang digunakan dalam perancangan pemindah target sistem *rabbit* ini adalah udara segar yang diambil dari ruang R. 0626 dengan temperatur 68°F. Sifat aliran udara dalam proses pemindahan kapsul dianggap laminar [2], hal ini berarti bilangan Reynold (*Reynolds Number*) < 2000 , dengan kata lain, kecepatan aliran udara adalah konstan. Berat kapsul iradiasi ditambah cuplikan maksimum 100 gr [1]. Diameter luar kapsul iradiasi adalah 33 mm, panjang 96 mm, tinggi elevasi maksimum pemindahan = 3,5 m.

Dari data-data di atas dapat dihitung besarnya head tekan yang dibutuhkan untuk memindahkan kapsul iradiasi bersama cuplikan sampai di terminal penerimaan.

- Dengan data tersebut, maka dari persamaan 1 diperoleh luas penampang tekan kapsul iradiasi = 8,55 cm².
- Head tekan yang dibutuhkan untuk mengimbangi gaya berat kapsul dan cuplikan di hitung dengan menggunakan rumus (2), diperoleh $H_p = 0,012$ bar.
- Akibat adanya kebocoran antara sisi bagian dalam pipa dan sisi bagian luar kapsul menyebabkan terjadinya penurunan efisiensi, dimana efisiensi adalah merupakan perbandingan luas penampang

tekan kapsul dengan luas penampang bagian dalam pipa, dalam rancangan ini harga efisiensi = $8,55 / 10,2 = 83 \%$, sehingga gaya dorong yang di butuhkan untuk mengimbangi gaya berat kapsul dan cuplikan adalah $0,012 \times 0,83 = 0,001$ bar. Tekanan udara standard = $1 \text{ bar} = 14,74 \text{ psia}$, R udara = $53,34 \text{ ft lb}/16^\circ\text{R} = 1715 \text{ ft lb}/\text{slug } ^\circ\text{F}$ dan temperatur udara sekeliling = $68^\circ\text{F} = 460 + 68 = 528^\circ\text{R}$. [1]

Dalam perancangan ini, type blower yang digunakan dipilih sama dengan blower yang ada pada sistem *rabbit* cepat, yaitu blower dengan rasio tekanan = $0,5$ bar. Maka tekanan udara pada terminal pengiriman pada saat blower telah beroperasi mengangkut kapsul dan cuplikan = $1,5 \text{ bar} + 0,001 \text{ bar} = 1,501 \text{ bar} = 1,501 \times 14,7 \times 144 = 3117,4 \text{ psia}$, dengan menggunakan rumus (3), diperoleh harga volume spesipik udara pada sisi masuk (v_0) adalah : $v_0 = 9,03 \text{ lb}/\text{ft}^3$ absolut.

Kecepatan aliran udara dalam pipa penghantar direncanakan sama dengan kecepatan aliran udara pada sistem *rabbit* cepat (V) = $10 \text{ m}/\text{det} = 39,52 \text{ ft}/\text{det}$.

Laju aliran udara di dalam pipa penghantar pemindah target sistem *rabbit* dihitung dengan menggunakan rumus (5). Untuk sistem *rabbit* cepat laju aliran udara = $0,65 \text{ m}^3/\text{menit}$, maka laju aliran udara pada pipa pemindah target sistem *rabbit* yang di rancang = $36/20 \times 0,65 = 1,17 \text{ m}^3/\text{menit} = 41,32 \text{ cfm} = 0,052 \text{ lb}/\text{det}$.

Perbandingan tekanan udara pada sisi masuk dan sisi keluar (\mathcal{E}_p) = $22,07 / 14,74 = 1,5$, maka berdasarkan rumus (4), diperoleh head tekan pada terminal penerimaan (H) = 13618 ft .

Daya kuda blower (Blower horse power) untuk mendorong kapsul dan cuplikan dapat dihitung dengan menggunakan rumus (6), diperoleh: $Bh_p = 1,293 \text{ bhp}$, jika efisiensi blower diambil = $0,7$ [2], maka

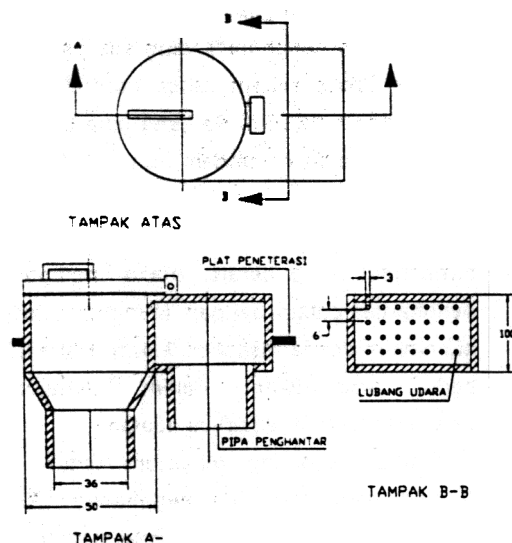
daya blower yang dibutuhkan = $1,293 \text{ bhp} = 1,293 \times 0,746 = 0,965 \text{ kw}$.

4. Perancangan termal pengiriman dan penerimaan.

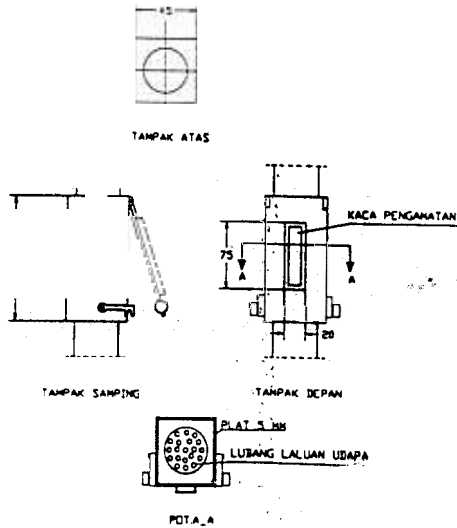
Sesuai dengan fungsinya sistem pemindah target *rabbit* ini direncanakan dengan dua terminal yaitu :

- Terminal pengiriman yang dipasang di dalam ruang isotop cell.
- Terminal penerimaan yang dipasang di dalam ruang cacah.

Bentuk masing-masing terminal ini di rancang berdasarkan dimensi kapsul dan disesuaikan dengan kemungkinan pemasangan yang lebih mudah pada masing-masing lokasi yang direncanakan. Adapun bentuk yang dianggap cocok dengan letak masing-masing terminal adalah seperti terlihat pada gambar 2 dan gambar 3. Material yang digunakan untuk pembuatan terminal pengiriman dan penerimaan ini dipilih Aluminium murni. Bentuk material yang dibutuhkan berupa Aluminium ingot dengan diameter 100 mm dan Aluminium plat dengan tebal 5 mm .



Gambar 2. Terminal Pengiriman

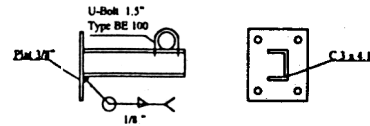


Gambar 3. Terminal Penerimaan

5. Penyangga pipa

Untuk menjamin posisi pemipaan supaya tetap pada tempatnya, dibutuhkan penyangga yang dipasang pada tembok atau dinding beton dengan sistem baut mur. Pengaturan letak penyangga didasarkan pada tabel NF-3611-1.[5] dimana untuk pipa dengan diameter 2 inchi yang digunakan untuk mengalirkan uap, gas, atau udara dianjurkan agar jarak antara satu penyangga dengan penyangga lain maksimum 13 ft. Dalam rancangan ini direncanakan jarak maksimum antara satu penyangga dengan penyangga lain adalah 10 ft untuk pipa lurus, dan untuk pipa lengkung (elbow) direncanakan penempatan penyangga pada kedua kaki lengkung dengan jarak 15 inchi dari sudut lengkung.

Untuk menghindari terjadinya pergeseran pipa maka penyangga yang digunakan dipilih jenis penyangga kaku dengan bentuk seperti terlihat pada Gambar 4, dan untuk mengikat pipa pada penyangga digunakan U-Bolt type BE 100 dengan diameter nominal pipa 1.5 inchi [6]



Gambar 4. Skets penyangga pipa.

6. Penentuan spesifikasi, jumlah bahan dan alat yang dibutuhkan

Dengan berpedoman pada gambar dasar di atas, maka kebutuhan bahan atau alat untuk pembuatan pemindah target sistem rabbit adalah seperti terlihat pada tabel 1:

Tabel.1 Prakiraan kebutuhan bahan / alat

No.	Spesifikasi Bahan / Alat	Jumlah kebutuhan
1.	Al ingot, diameter = 100 mm, panjang = 50 mm	1 batang
2.	Plat Al, tebal = 5 mm, panjang = 1 m, lebar = 1 m	1 lembar
3.	Pipa Al, tebal = 3 mm, diameter luar = 42 mm	100 m
4.	Kopling spesial, diameter dalam = 36 mm	20 unit
5.	Blower, dengan rasio tekanan = 0.5 bar, daya motor = 0.965 kw	1 unit
6.	Filter udara	1 unit
7.	Konsumabel material (kawat las, batu gerinda, mata gergaji dan gas argon)	1 lot
8.	Plat baja ASTM A 514, 1m x 1m x 10 mm	1 lembar
9.	Baja profil C 3 x 4.51, ASTM 500	2 Lente
10.	U-Bolt, BE 100 standard U bolt untuk diameter nominal pipa 1.5 in	50 Unit
11.	Kabel Power nuclear Grade 4 x 1.5 mm	30 m
12.	Stop kontak	1 unit
13.	Push Button	1 unit
14.	Panel Board, 40cm x 30 cm x 15 cm	1 unit

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil analisis di atas diperoleh daya blower yang dibutuhkan = 0,965 kw, sedangkan panjang pipa penghantar = 30 m (pengukuran langsung). Jika kecepatan aliran udara dan kapsul = 10 m/detik [1], maka dengan menggunakan rumus (7) diperoleh waktu angkut yang dibutuhkan = 3 detik. Kalau dibandingkan dengan waktu yang dibutuhkan pada sistem pemindah yang telah ada, maka terlihat adanya penyingkatan waktu angkut yang tinggi. Dari pembuatan tata letak dan pembuatan gambar dasar menunjukkan bahwa pemasangan alat ini tidak mengalami kesulitan dan dapat dengan mudah dilakukan, hal ini berarti bahwa perancangan dapat dilanjutkan ke tingkat penyempurnaan rancangan, fabrikasi dan instalasi. Penentuan spesifikasi

bahan dan alat dilakukan dengan dasar penyesuaian pada hasil perhitungan dan spesifikasi bahan pada sistem *rabbit* yang ada di Reaktor Serba Guna G.A Siwabessy Serpong.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang dikemukakan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Rancangan pemindah target sistem *rabbit* ini menjamin waktu pemindahan 3 detik dapat tercapai.
2. Rancangan ini dapat meningkatkan efisiensi dan pelayanan bagi pengguna sistem *rabbit* dari 15 menit menjadi 3 detik.
3. Rancangan ini layak dipertimbangkan untuk direalisasikan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Inter atom, "System Description rabbit System", No Indent : 49004231.
2. AUSTIN. H. CHURCH, ZULKIFLI HARAHAP, "Pompa dan Blower Sentrifugal", Penerbit Erlangga, Jakarta 1990.
3. American Institute of Steel Construction, ninth edition , Chicago 1989.
4. PAUL R. SMITH, P.E AND THOMAS J. VAN LAAN, P.E., "Piping and Pipe Support".
5. ASME, "Boiler and Pressure Vessel Code", Section III division I, Sub Section NF 1989 edition, including 1989 addenda.
6. ANCHOR- DARLING, "Pipe Support and Hanger Products".



DISKUSI

1. Pertanyaan : Sri Hariani

- a. Bagaimana bentuk sel (kapsul) penghantar? Apakah berpenutup? Hal ini berhubung dengan kekuatan blower yang diberikan atau dialirkan ke dalam pipa yang mungkin dapat mengeluarkan cuplikan dari sel atau tempatnya.
- b. Apakah jenis sel pembawa cuplikan tidak berpengaruh pada gesekan ke dinding pipa. hingga akan berpengaruh terhadap kecepatan transportasi sel?

Jawaban :

- a. Bentuk sel (dalam hal ini yang Ibu maksud adalah kapsul) adalah silinder dan mempunyai tutup di bagian atas dan bagian bawah.

- b. Jenis kapsul pembawa cuplikan adalah *polyethylene* atau aluminium, diameter luar kapsul adalah 33 mm, sedangkan diameter dalam pipa penghantar adalah 36 mm, maka dalam hal ini telah diperhitungkan gesekan antara kapsul dan pipa penghantar.

2. Pertanyaan: M. Natsir

- a. Bagaimana anda bisa memastikan pemindahan dari isotop cell ke ruang cacah sebesar 3 detik? Apa dasar anda menyatakan hal tersebut?

Jawaban :

- a. Dari rumus $S = v \times t$ dimana: S = panjang pipa = 30 meter, v = kecepatan penghantar = 10 m/det, maka $t = s / v = 30 / 10 = 3$ detik.

3. Pertanyaan : Ita

- a. Waktu yang diperlukan sebesar 3 detik, ruang cacahnya ada dimana?
b. Kapan direalisasikan ?

Jawaban :

- a. Ruang cacah ada di hot cell sistem rabbit (lab PPSM)
b. Akan direalisasikan secepat mungkin.

4. Pertanyaan: Arianto Iskandar

- a. Apakah terdapat kemungkinan terjadinya kontaminasi bahan radioaktif pada sistem rabbit? Bila ya, bagaimana pelaksanaan dekontaminasinya?
b. Apakah demikian pentingnya diadakan unsur berwaktu paruh pendek sehingga memerlukan dipasangnya suatu rabbit sistem yang mahal?

Jawaban :

- a. Ya. Ada kemungkinan terjadi kontaminasi, maka pada rancangan ini juga dibuat suatu pipa buang menuju *stack* lihat tata sistem *rabbit* pada Gambar 1.
b. Ya, Karena saat ini analisis pengaktifan neutron sudah banyak digunakan untuk berbagai bidang, misalnya mengetahui unsur yang ada di daerah pertambangan.

5. Pertanyaan: Soewoto

- a. Faktor apa yang sangat dominan yang menentukan lama cepatnya waktu pemindahan target hasil iradiasi dari isotop cell ke ruang cacah?
b. Apakah anda yakin rancangan anda ini mampu menurunkan waktu yang dibutuhkan untuk pemindahan target hasil iradiasi dari 15 menit ke 3 detik? Mohon penjelasan, karena waktu yang dibutuhkan menjadi sangat pendek sekali (3 detik)?

Jawaban :

- a. Kecepatan angkut dan jarak antara *isotope cell* ke ruang cacah

- b. Ya, karena dari rumus $S = v \times t$ dimana: $S =$ panjang pipa = 30 meter, $v =$ kecepatan penghantar = 10 m/det, maka $t = s / v = 30 / 10 = 3$ detik.

6. Pertanyaan: Pustandyo

- a. Berapa berat kapsul maksimum yang diijinkan supaya tidak menyangkut di pipa ?
b. Dalam perhitungan terdapat harga $H = 0,012$ bar. Dari mana harga tersebut diperoleh? Mohon penjelasan.

Jawaban:

- a. Berat kapsul dan cuplikan = 100 gr. Berat kapsul = 70 g

Dengan menggunakan rumus $H = W / A$, dimana $W =$ berat kapsul dan cuplikan, $A =$ luas penampang tekan dari kapsul = $(\pi / 4) \times D_k^2$, dimana $D_k =$ diameter luar kapsul.

