

DESAIN DETAIL DAN PEMBUATAN "SISTEM PEMINDAH TARGET SISTEM RABBIT"

Djaruddin Hasibuan

ABSTRAK

DESAIN DETAIL DAN PEMBUATAN "SISTEM PEMINDAH TARGET SISTEM RABBIT". Fasilitas pemindah target sistem rabbit adalah suatu fasilitas yang berfungsi untuk mempersingkat waktu pemindahan target (cuplikan) yang sudah diiradiasi dari ruang isotop sel ke ruang cacah. Dalam rangka untuk meningkatkan kegiatan penelitian dan mutu pelayanan pada masyarakat pengguna sistem rabbit perlu diwujudkan realisasi pembuatan fasilitas tersebut. Desain detail yang diajukan memerlukan slang polipinil dengan diameter luar 44mm, diameter dalam 38 mm dan panjang 35 m. Dengan analisis yang dilakukan diperoleh bahwa waktu pemindahan cuplikan yang diperlukan adalah 3 detik. Sebagai acuan digunakan standard ASME , ASTM dan AISC.

Kata kunci: Pipa penghantar

ABSTRACT

DETAIL DESIGN AND CONSTRUCTION OF "RABBIT TRANSFER SYSTEM". The rabbit transfer system facility is a facility that a function to decrease the transfer times of the irradiated samples from isotop cell to counting room. Base on the planning to increase the research activity and the service quality to the rabbit system user's is necessary to realized manufacturing and installation of the mention facility. The detail design purpose needs 35 m length of polypinil hose by 36 mm inner diameter and 42 mm outer diameter. By doing analysis the transfer time needs to move the sample is 3 seconds. As a refrence use ASME, ASTM and AISC standard.

Key words: Transfer pipe.

PENDAHULUAN

Untuk menunjang program P2TRR dalam pengembangan penggunaan teknik AAN yang didukung dengan pemanfaatan Reaktor Serba Guna G.A. Siwabessy, agar dapat mencapai tingkat komersial diperlukan pengembangan beberapa fasilitas penunjang yang memadai. Salah satu fasilitas yang diperlukan adalah fasilitas pemindah target fasilitas sistem rabbit. Fasilitas pemindah target sistem rabbit ini berfungsi untuk membantu memindahkan cuplikan-cuplikan beraktifitas tinggi dari ruang isotop sel ke ruang cacah dalam waktu yang tidak terlalu lama (≤ 5 detik). Untuk mengujudkan fasilitas pemindah target sistem rabbit tersebut, telah dilakukan pembuatan detail desain dari fasilitas tersebut yang di dasarkan pada "Rancangan pemindah target sistem rabbit yang sudah ada. Detail desain yang diajukan meliputi pemilihan bahan yang digunakan yang didasarkan pada hasil survey pasar dan penyempurnaan gambar-gambar konstruksi pada setiap bagian yang akan dipasang.

Dengan tersedianya pemindah target sistem rabbit yang dapat beroperasi dengan baik, diharapkan pelaksanaan penelitian dan pelayanan masyarakat pengguna reaktor dapat ditingkatkan.

TEORI

Mengacu pada rancangan awal yang sudah dibuat sebelumnya diperoleh bahwa 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 ($R_{min} = 60$ cm.) dan diameter dalam pipa penghantar cepat (d_c). Pengangkutan kapsul dan cuplikan dilakukan dengan sistem hembusan udara (*pneumatik*), dimana kapsul yang berada dalam pipa dihembus dengan udara bertekanan. Luas penampang tekan dari kapsul adalah :

$$A = \frac{\Pi}{4} D_k^2 \dots\dots\dots(1)$$

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

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

dimana:

W = berat maksimum dari kapsul ditambah cuplikan.

Volume spesifik udara pada sisi masuk (V₀) dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$V_0 = RT_0 / P_0 \dots\dots\dots(3)$$

dimana,

R = konstanta yang tergantung pada komposisi gas, untuk udara

$$= 53,34 \text{ ft lb}/16 \text{ }^\circ\text{R} = 1715 \text{ ft lb}/\text{slug } ^\circ\text{R}$$

T₀ = Temperatur udara (°R) = 460+°F

P₀ = Tekanan udara (psia)

Head tekan udara pada terminal pengiriman dihitung dengan rumus berikut :

$$H = (P_0 V_0)^{\frac{k-1}{k}} (\mathcal{E}_p^{\frac{k-1}{k}} - 1) [2] \dots\dots (4)$$

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 :

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

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 :

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

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

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

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 pedesainan 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.

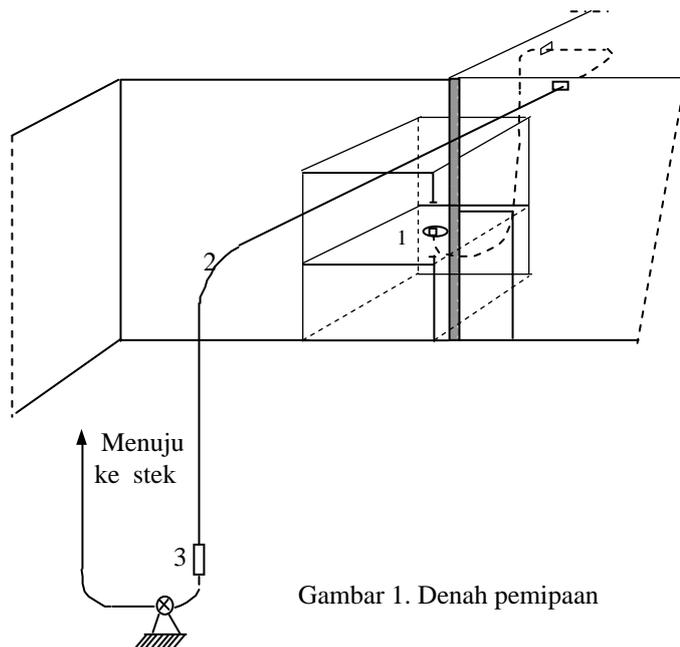
METODE PERACANGAN

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

1. Penentuan tata letak instalasi
2. Perancangan pemipaan.
3. Perancangan blower.
4. Perancangan Terminal pengiriman/penerimaan
5. Perancangan penyangga pipa.
6. Penentuan spesifikasi, jumlah bahan dan alat yang dibutuhkan.

1. Penentuan tata letak instalasi.

Instalasi pemindah target *sistem rabbit* ini dimulai dari ruang isotop cell, dimana terminal pengiriman cuplikan dipasang sampai pada ruang cacah yang terletak di dalam ruang bebas debu laboratorium AAN di ruang 0629. Terminal pengiriman ini dipasang pada plat penutup penetrasi yang sudah tersedia di dalam isotop cell. Dengan cara melubangi plat penutup penetrasi tersebut di atas, terminal pengiriman dapat dipasang di dalam ruang isotop sel. Pipa penghantar yang merupakan kelanjutan dari terminal pengiriman dilewatkan keluar ruang isotop 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. Denah pemipaan

2. Perancangan pemipaan

Dalam perancangan pemipaan 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* \pm 30 m. Mengingat *sistem rabbit* ini dalam pengoperasiannya tidak mengalami perubahan temperatur yang berarti, maka material pipa penghantar cukup dengan menggunakan pipa polipinil dengan tebal \pm 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 (Reynold 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 di atas, 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 bar = 14,74 psia, R udara = 53,34 ft lb/16°R = 1715 ft lb/slug °F dan temperatur udara sekeliling = 68°F = 460 + 68 = 528°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 bar + 0,001 bar = 1,501 bar = 1,501 x 14,7 x 144 = 3117,4 psia, dengan menggunakan rumus (3), diperoleh harga volume spesipik udara pada sisi masuk(v_0) adalah : $v_0 = 9,03$ lb/ft³ absolut.

Kecepatan aliran udara dalam pipa penghantar direncanakan sama dengan kecepatan aliran udara pada *sistem rabbit* cepat (V) = 10 m/det = 39,52 ft/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 m³/menit, maka laju aliran udara pada pipa pemindah target *sistem rabbit* yang di rancang = $36/20 \times 0,65 = 1,17$ m³/menit = 41,32 cfm = 0,052 lb/det. Perbandingan tekanan udara pada sisi masuk dan sisi keluar (ϵ_p) = $22,07 / 14,74 = 1,5$,

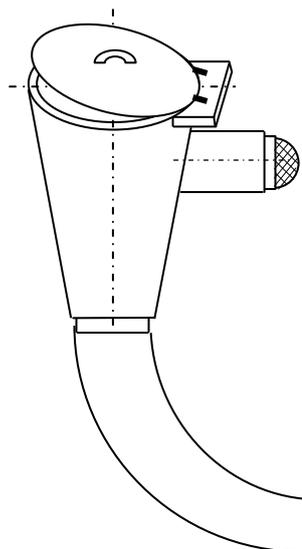
maka berdasarkan rumus (4), diperoleh head tekan pada terminal penerimaan (H) = 13618 ft. Daya kuda blower (Blower horse power) untuk mendorong kapsul dan cuplikan dapat dihitung dengan menggunakan rumus (6), diperoleh: $Bh_p = 1,293$ bhp, jika efisiensi blower diambil = 0,7 [2], maka daya blower yang dibutuhkan = 1,293 bhp = $1,293 \times 0,746 = 0,965$ kw.

4. Perancangan terminal pengiriman dan penerimaan.

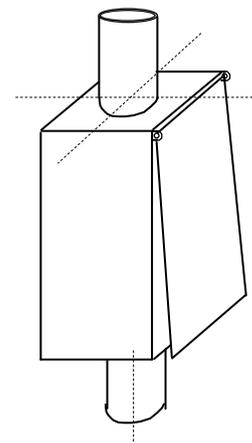
Sesuai dengan fungsinya sistem pemindah target *rabbit* ini direncanakan dengan dua terminal yaitu :

- 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 Al murni. Bentuk material yang dibutuhkan berupa Al ingot dengan diameter 100 mm dan Al plat dengan tebal 5 mm.



Gambar 3. Terminal pengiriman/penerimaan



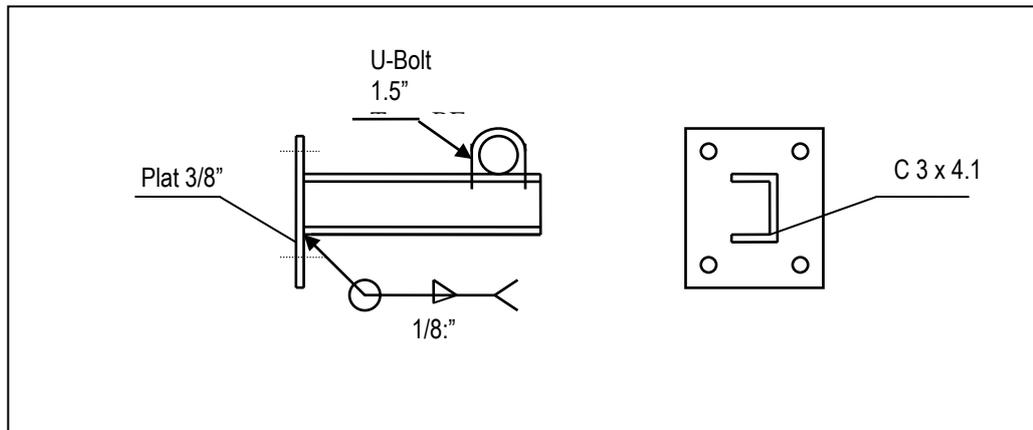
Gambar 2. Terminal pengiriman

5. Penyangga pipa

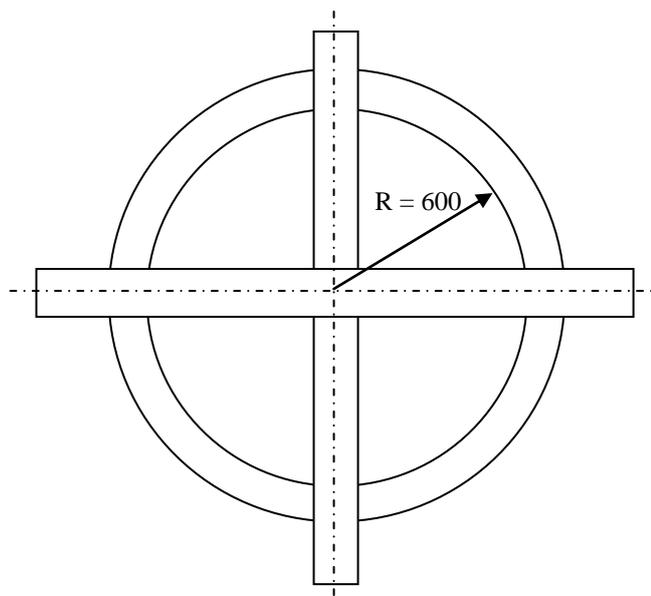
Untuk menjamin posisi pemipaan supaya tetap pada tempatnya, dibutuhkan penyangga yang dipasang pada tembok atau dinding beton dengan sistem baut mur. Pengaturan letak penyangga didasarkan pada standar ASME tabel NF-3611-1.[5] dimana untuk pipa dengan diameter 2 inci yang digunakan untuk mengalirkan uap, 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 lengkungan dengan jarak 15 inchi dari sudut lengkungan.

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 lurus.



Gambar 5. Penyangga pipa lengkung

6. Penentuan spesifikasi, jumlah bahan dan alat yang dibutuhkan

Dengan berpedoman pada gambar dasar di atas, maka kebutuhan bahan / alat untuk

pembuatan pemindah target *sistem rabbit* adalah seperti terlihat pada tabel 1 berikut :

Tabel.1 Prakiraan kebutuhan bahan /alat

No	Spesifikasi Bahan / Alat	Jumlah kebutuhan
1	Al ingot, diameter = 100 mm, panjang = 50 cm	1 batang
2	Plat Al, tebal = 5 mm, panjang = 1 m, lebar = 1 m	1 lembar
3	Pipa polypinil, tebal = 3 mm, diameter luar = 42 mm	50 m
4	Blower, dengan rasio tekanan = 0.5 bar, daya motor = 0.965 kw Filter udara	1 unit
5	Konsumabel material (kawat las, batu gerinda, mata gergaji dan gas argon)	2 unit
6	Plat baja ASTM A 514, 1m x 1m x 10 mm	1 Lot
7	Baja profil C 3 x 4.51, ASTM 500,	1 unit
8	U-Bolt, BE 100 standard U bolt untuk diameter nominal Pipa	5 lot
9	polipinil 1.5 in	1 duz
10	Kabel Power, nuclear Grade 4 x 1.5 mm	35 m
11	Stop kontak	25 m
12	Push Button	2 unit
13	Panel Board, 40cm x 30 cm x 15 cm	1 unit
14		1 unit

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil analisis di atas diperoleh daya blower yang dibutuhkan = 1 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 melampaui waktu yang diperlukan user (5 detik).
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. *Anonymous* INTERATOM, *System Description 'rabbit'* No Ident : 49004231.
2. AUSTIN. H. CHURCH, ZULKIFLI HARAHAAP, "Pompa dan Blower Sentrifugal", Penerbit Erlangga, Jakarta 1990.
3. *Anonymous 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. *Anonymous* ANCHOR/ DARLING, *Pipe Support and Hanger Products*

DISKUSI

Pertanyaan : (Setiyanto)

1. Bagaimana cara menentukan gaya gesek ?
2. Apa saja parameter yang diambil sebagai batasan dan tujuan desain ?
3. Mana lebih dulu daya 0,965 kW atau waktu 3 detik ?

Jawaban : (Dj. Hasibuan)

1. Gaya gesek tidak perlu diperhitungkan karena ada diameter kapsul dengan diameter pipa pengarah, sehingga saat penekan posisi kapsul tetap dipertahankan ditengah dan kalaupun ada gesekan tentunya dapat diabaikan.
2. Parameter yang diambil sebagai batasan perancangan adalah : berat kapsul, suhu udara setempat, diameter kapsul dan persyaratan akan radius keliling pipa parameter.
3. Daya lebih dahulu ditentukan. Selanjutnya dengan mengetahui panjang pipa dan kecepatan kapsul di dalam pipa diperoleh waktu yang diperlukan (t).