

RANCANGAN MODIFIKASI SISTEM PEMIPAAN PASOKAN AIR MENARA PENDINGIN RSG-GAS

Djaruddin Hasibuan, Santosa Pujiarta

ABSTRAK

RANCANGAN MODIFIKASI SISTEM PEMIPAAN PASOKAN AIR TAMBAHAN MENARA PENDINGIN RSG-GAS*: Dalam rangka pengembalian fungsi sistem pemipaan pasokan air menara pendingin RSG-GAS, telah dilakukan perancangan modifikasi sistem pemipaan tersebut di Pusat Reaktor Serba Guna Serpong. Dengan rancangan modifikasi yang diajukan, percampuran air tambahan dengan air yang tersedia di dalam kolam menara pendingin dapat dipertahankan homogenitasnya. Untuk merealisasikan rancangan modifikasi yang diajukan dibutuhkan pipa wavinblack SDR 17 (PN8), dengan diameter nominal 160 mm sepanjang 24 m, *PVC clam saddle*, diameter 160 dua buah dan *90° elbow mechanical* dengan diameter nominal 160 mm. Dengan rancangan yang diajukan, maka homogenitas air tambahan dengan air yang sudah ada dapat dipertahankan sesuai dengan kriteria rancangan.

ABSTRACT

DESIGN MODIFICATION OF MAKE UP WATER PIPING SYSTEM OF RSG-GAS COOLING TOWER. Based to the planning to refungtionization of the make up water piping system of RSG-GAS cooling tower , the design modification of piping system mentioned above has been done in the center of Multi Purpose Reactor in Serpong. By the design modification proposed, the make up water mixing with the existing water homogeneity could be maintain. To realized the design modification performed the 24 m long of wavinblack SDR 17 (PPN8) with nominal diameter 160 mm, 2 pcs PVC clam saddle with 160 mm nominal diameter and 3 peaces of 90° mechanical elbow with 160 mm nominal diameter. By the design proposed, the make up water homogeneity with the existing water could be maintain accordance to the design criteria.

PENDAHULUAN

Setelah beroperasi selama ± 19 tahun sistem pemipaan pasokan air menara pendingin RSG-GAS mengalami penuaan yang menyebabkan pipa tersebut menjadi bocor pada lengkungan (*elbow*) bagian pangkal (sisi masuk) pipa. Kebocoran yang terjadi terletak di bagian atas sisi hisap sistem pendingin sekunder. Walaupun tidak menimbulkan gangguan yang berarti pada pengoperasian reaktor, tapi dapat mengakibatkan air pasokan baru yang berasal dari penjernihan air langsung terhisap tanpa mengalami percampuran yang memadai dengan air yang sudah tercampur dengan larutan korosif *nalco*. Keadaan seperti ini tidak dapat dibiarkan berlangsung lama, karena akan mengakibatkan gangguan pada homogenitas air pendingin. Untuk mengatasi permasalahan ini telah dilakukan perancangan modifikasi sistem pemipaan pasokan air menara pendingin RSG-GAS. Perancangan modifikasi yang dilakukan meliputi pergantian pipa yang lama dengan yang baru serta pergantian bahan yang digunakan dari bahan yang bersifat korosif (pipa baja karbon) dengan pipa *Wavinblack* dari bahan "*Medium density Polyethylene*"^[1] dengan tingkat kepadatannya $\rho = 948 \text{ kg/m}^3$. Untuk pelaksanaan pergantian sistem pemipaan pasokan air menara pendingin RSG-GAS ini diperlukan pipa *wavinblack* SDR 17 dengan ukuran nominal 160 mm sepanjang ± 24 m, setara dengan pipa *Carbon steel* GGG-43, DN150, dimensi 168,3 x 4,0 mm yang terpasang sebelumnya^[2]

Dengan modifikasi rancangan yang diajukan diharapkan kebocoran yang terjadi dapat teratasi, sehingga homogenitas air pendingin sekunder memasuki sistem pendingin sekunder dapat dipertahankan sebagaimana mestinya sesuai dengan rancangan awal.

TEORI

Parameter yang dibutuhkan dalam perancangan modifikasi sistem pemipaan pasokan air menara pendingin RSG-GAS ini adalah parameter dari sistem itu sendiri, berupa karakteristik pompa pemasok (PA-01/AP001/AP002) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Karakteristik pompa pemasok^[3]
(PA-01/AP001/AP002)

| | |
|-------------------|-------------------------|
| Tipe | Sentrifugal, bawah air |
| Media aliran | Air tanah |
| Tekanan desain | 6 bar, gauge |
| Temperatur desain | 40 ^o C |
| Head total | 9 m |
| Debit | 100 m ³ /jam |

Selain data-data di atas masih diperlukan data-data lain berupa data dari pipa pengganti yang terbuat dari “*Medium Density polyethylene (MDPE)*”, dengan karakteristik seperti yang diperlihatkan pada Tabel 2. berikut.

Tabel 2. Karakteristik Pipa Polyethelene^[1]

| Karakteristik | Standard Penggunaan | Nilai |
|--|------------------------------------|-------------------|
| Kerapatan (230 ^o C), g/cm ³ | ISO 1183 | 0,945 ÷ 0,951 |
| Aliran lelehan 190 ^o C/2,16 kg.g/10 menit 190 ^o C/21,6 kg.g/10 menit | ISO 1133/Cond.4 ISO 1133/Cond.7 | 0,15 ÷ 0,25 20 |
| Tegangan tarik pada keadaan mulur (50 mm/menit), MPa | ISO 527 | 18 |
| Elongasi pada keadaan mulur, % | ISO 527 | 9 |

Dalam perancangan ini diameter dalam pipa pengganti disesuaikan dengan pipa yang lama agar jumlah aliran yang dipasok tetap sama.

Untuk menentukan ketebalan pipa yang diperlukan digunakan persamaan (1) berikut^[4]:

$$t_m = \frac{P \cdot D_o}{2(S_m + P \cdot y)} + A \dots\dots\dots(1)$$

dengan: t_m = tebal minimum pipa (inchi)

P = tekanan dalam yang direncanakan, sama dengan tekanan desain pompa = 6 bar
= 88,2 psi.

D_o = diameter luar pipa = diameter nominal pipa (D_N) + tebal pipa (t) = 169 mm =
6,65 inchi.

S_m = Tegangan ijin maksimum = 18 MPa = 177,4 Kgf/cm² = 2611,3 psi.

A = tambahan ketebalan yang diperuntukkan untuk penguliran dan karat, dalam hal ini diambil 0 (tidak ada penguliran dan tahan karat).

Y = 0,4 (inchi)

Dengan memasukkan parameter-parameter tersebut pada persamaan (1) diatas, maka ketebalan minimum pipa yang diperlukan telah dapat ditentukan.

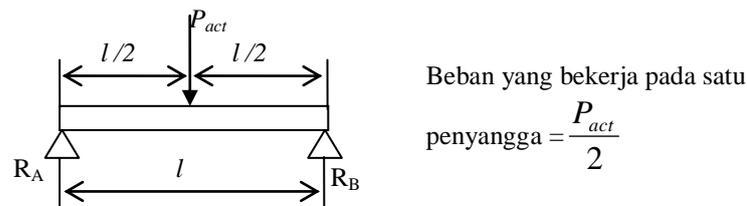
Untuk mempertahankan posisi pipa tetap berada pada tempatnya pada saat beroperasi, dibutuhkan penyangga pipa. Untuk pipa baja karbon jarak tiap penyangga 6 ÷ 10 ft, sedangkan untuk pipa plastik 3 ÷ 5 ft^[4], dalam hal ini dipilih jarak tiap penyangga adalah 5 ft = 152 cm. Pemilihan bentuk penyangga pipa yang diperlukan didasarkan pada posisi pipa terhadap lokasi dudukan penyangga pipa yang mungkin untuk dipasang. Sedangkan ukuran penyangga pipa ditentukan oleh beban (P) yang bekerja pada penyangga itu sendiri berupa perjumlahan berat pipa (D_p) beserta berat air yang dialirkannya (D_A) pada setiap jarak dua penyangga pipa yang dinyatakan pada persamaan (2) berikut.

$$P = D_p + D_A \dots \dots \dots (2)$$

Untuk mengantisipasi timbulnya beban tak terduga berupa gempa, maka beban (P) ini digandakan dengan suatu faktor, yang besarnya 1,333 untuk konstruksi *non safety class*, dan 1,666 untuk konstruksi *safety class*^[4], dimana sistem pemipaan pasokan air menara pendingin ini adalah *safety class 3*, sehingga beban aktual (P_{act}) yang bekerja pada penyangga adalah seperti yang ditunjukkan pada persamaan (3).

$$P_{act} = 1,666 P \dots \dots \dots (3)$$

Bentuk pembebanan yang terjadi pada penyangga pipa ditunjukkan pada Gambar 1. berikut.



Gambar 1. Bentuk pembebanan penyangga pipa

Dengan mengetahui besarnya beban P_{act} , maka ukuran dan bentuk penyangga pipa dapat ditentukan mengacu pada *AP600 Pipe support manual and large bore catalog*. Pengikatan penyangga pipa pada lantai beton penutup kolam menara pendingin digunakan baut

ankor merk HILTI, dimana untuk setiap penyangga dibutuhkan 8 buah baut ankor^[6]. Besarnya beban yang bekerja pada tiap baut ankor ditentukan dengan persamaan (4) berikut.

$$P_b = \frac{P_{act}}{8} \dots\dots\dots(4)$$

Dengan uraian-uraian yang dikemukakan diatas ketebalan pipa, bentuk penyangganya dan ukuran baut pengikat telah dapat ditentukan.

METODE PERANCANGAN

Metode perancangan modifikasi rancangan system pemipaan pasokan air menara pendingin ini dibagi dalam 3 tahapan yang meliputi:

1. Penentuan tebal minimum pipa
2. Perancangan tataletak instalasi.
3. Perancangan bentuk konstruksi
4. Penentuan spesifikasi bahan dan peralatan

Penentuan tebal pipa minimum

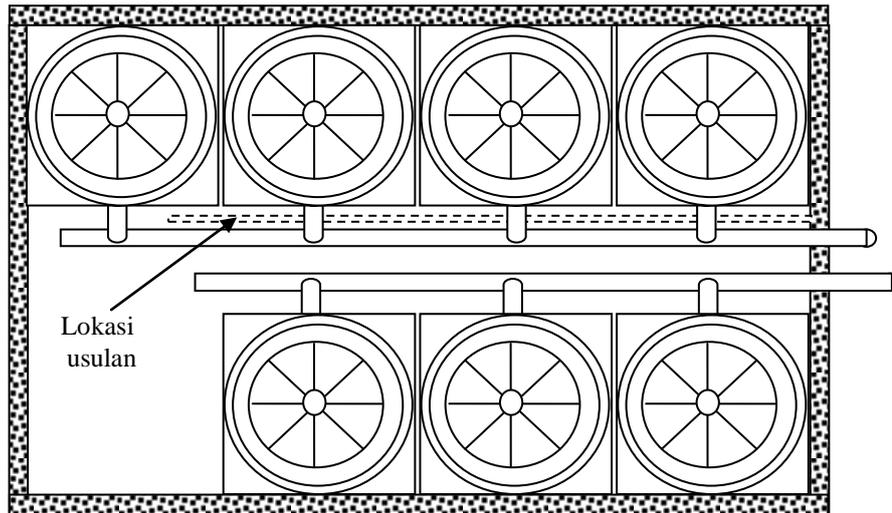
Tebal minimum pipa yang diperlukan ditentukan dengan menggunakan persamaan (1), diperoleh $t_m = 0,11$ inchi = 2,794 mm, dibulatkan, $t_m = 3$ mm. Karena pipa yang paling tipis adalah SDR 17 (PN8), dengan ketebalan 9,5 mm, oleh karena itu dipilih pipa SDR 17 (PN8), dengan panjang 12 m, seperti diperlihatkan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Ukuran standar pipa Polyethelene SDR 17 (PN8)^[1]

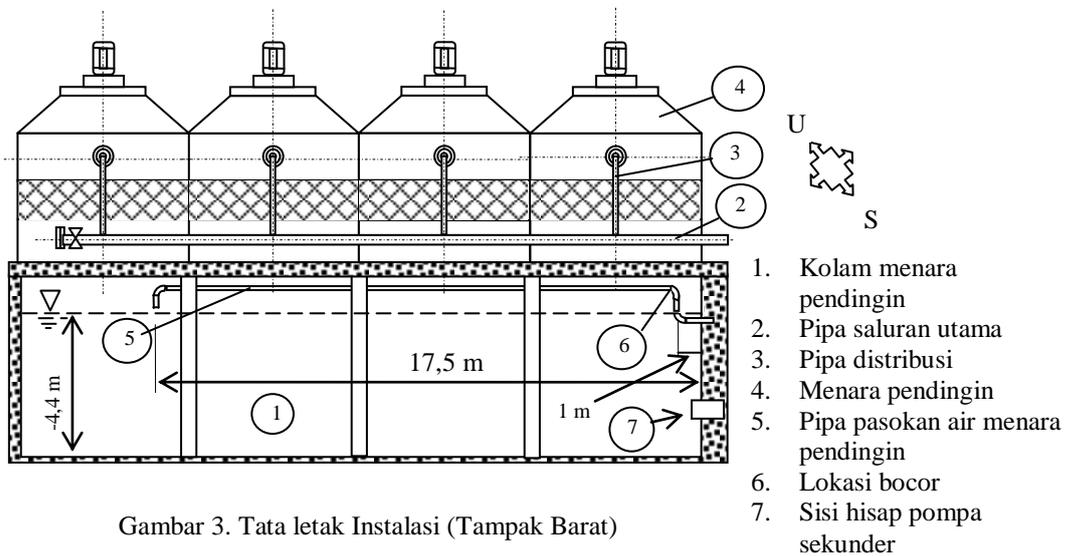
| Ukuran nominal pipa (mm) | Tebal pipa (mm) | Diameter dalam pipa (mm) | Panjang pipa (m) | No. Produksi |
|--------------------------|-----------------|--------------------------|------------------|--------------|
| 160 | 9,5 | 150,5 | 6 | 140 160 106 |
| | | | 12 | 140 160 112 |

Penentuan tataletak instalasi dan bentuk konstruksi

Berdasarkan hasil survey yang telah dilakukan dan dengan berpedoman pada data-data yang telah terkumpul lokasi penempatan sistem pemipaan pasokan air menara pendingin RSG-GAS ini direncanakan sama dengan penempatan awalnya di bagian atas kolam menara pendingin RSG-GAS. Dengan berpedoman pada ketentuan di atas maka tataletak instalasi yang diusulkan ditunjukkan pada Gambar 2 dan 3 berikut.



Gambar 2. Tata letak Instalasi (Tampak atas)



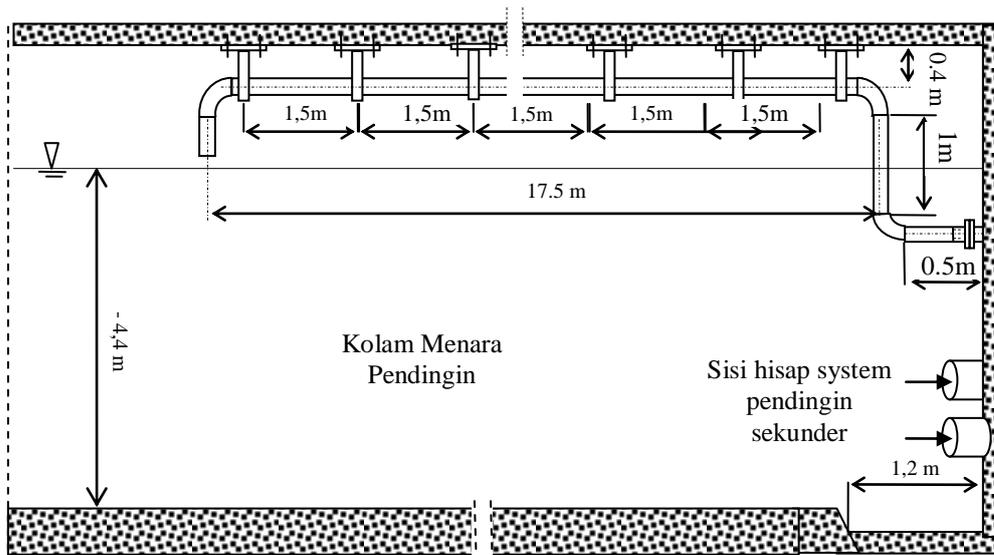
Gambar 3. Tata letak Instalasi (Tampak Barat)

Tata letak yang diajukan sama dengan tata letak pemipaan yang sudah ada, dan sebagian kecil pemipaan yang lama tetap dipakai sebagai tempat penyambungan pipa yang baru, yaitu pada bagian pangkal pipa yang mendekati pipa yang tertanam pada beton dinding kolam air menara pendingin RSG-GAS.

Bagian ini tetap dipertahankan sebagai tempat penyambungan pipa yang baru dengan pipa yang lama yang berfungsi sebagai dudukan klem (*clamp Saddle*).

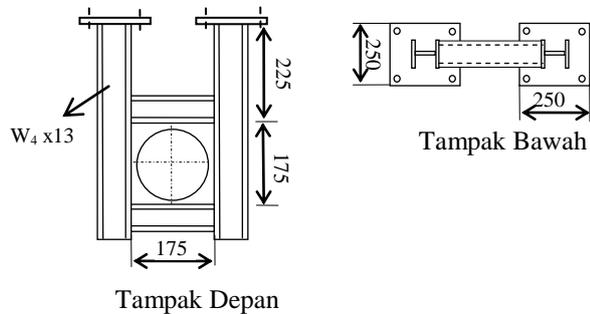
Perancangan bentuk konstruksi.

Sistem pemipaan pasokan air menara pendingin ini adalah suatu bagian yang sangat penting dalam mendukung pengoperasian reaktor. Sistem ini berfungsi untuk memasok kebutuhan tambahan air pada kolam menara pendingin untuk mengimbangi pengurangan air akibat proses penguapan dan pembuangan pada proses filtrasi pemurnian air pendingin sekunder. Selain itu sistem pemipaan ini juga dirancang untuk mendistribusikan air pada kolam menara pendingin, agar dalam pemanfaatannya air pasokan tersebut terlebih dahulu mengalami proses pencampuran dengan air menara pendingin yang sudah ada sehingga diperoleh komposisi air pendingin sekunder yang homogen. Untuk memenuhi kebutuhan di atas, bentuk konstruksi dari system pemipaan pasokan air menara pendingin ini dipertahankan seperti bentuk semula, dimana ujung pipa pembuangan pasokan air menara pendingin ditempatkan sejauh 17,5 m dari ujung sisi hisap pompa sekunder yang berdekatan dengan pangkal sistem pemipaan pasokan air menara pendingin RSG-GAS, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Bentuk konstruksi sistem pemipaan pasokan air menara pendingin

Penentuan bentuk konstruksi penyangga pipa diawali dengan penentuan besarnya beban (P_{act}) yang bekerja pada penyangga pipa. Beban penyangga pipa ditentukan dengan menggunakan persamaan (2). Diperoleh $P_{act} = 280,23 \text{ kg} = 616,5 \text{ lb}$. Mengacu pada *AP600 Support Manual & Large Bore Catalog*, untuk pembebanan maksimum 750 lb, digunakan *Pipe support standard* dengan No. LBPSS-511, seperti ditunjukkan pada Gambar 5. berikut.



Gambar 5. Bentuk konstruksi penyangga pipa

Untuk mengikat masing-masing penyangga pipa ini pada beton lantai penutup kolam menara pendingin digunakan baut ankor merk HILTI. Penentuan ukuran baut ankor didasarkan pada besarnya beban yang bekerja pada setiap baut ankor. Dengan menggunakan persamaan (4) diperoleh $P_b = 28,778 \text{ kg}$, dibulatkan 30 kg. Dengan berpedoman pada brosur dagang:

HILTI application and products 1991/92, dipilih penggunaan HSA Stud anchor dengan karakteristik seperti ditunjukkan pada Tabel 4^[6]berikut.

Tabel 4. karakteristik baut ankor

| Diameter lobang (mm) | Panjang ankor (mm) | Kedalaman lobang (mm) | Panjang ulir (mm) | Beban yang dianjurkan (kN) |
|----------------------|--------------------|-----------------------|-------------------|----------------------------|
| 6 | 43 | 40 | 13 | 0,5 |

Penentuan spesifikasi bahan dan alat.

Dengan berpedoman pada Gambar 4 di atas, serta ketentuan-ketentuan yang harus dipenuhi untuk material dan alat yang akan digunakan dalam rancangan modifikasi pasokan air menara pendingin RSG-GAS ini, dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Spesifikasi kebutuhan material

| No | Nama bahan | Satuan | Jumlah |
|----|--|--------|----------|
| 1 | Pipa wavinblack SDR 17 (PN8), diameter nominal 160 mm, No produksi 140 160 112 | batang | 2 batang |
| 2 | PVC Clamp Saddle, untuk diameter nominal 160 mm. | unit | 2 unit |
| 3 | 90 ^o Elbow Mechanical joint thread | unit | 2 unit |
| 4 | Baja profil W4 x 13 | batang | 6 btg |
| 5 | Kawat las Kobe Steel 2,6 mm | duz | 1 duz |
| 6 | Batu gerinda potong | duz | 1 duz |
| 7 | Batu gerinda poles | duz | 1duz |
| 8 | Sikat baja | buah | 5 buah |
| 9 | Trakcle dengan kapasitas 1,5 Ton | unit | 2 unit |
| 10 | Plat baja ukuran 1200 x 2400 x 10 mm | lembar | 1 lembar |
| 11 | Flens ulir dalam, bahan polyethylen dengan diameter nominal 160 mm, | buah | 1 buah |
| 12 | Flens baja karbon dengan diameter nominal 160 mm. | buah | 1 buah |
| 13 | Baut ankor HILTI HSA stud anchor | buah | 48 buah |

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari rancangan modifikasi sistem pemipaan pasokan air menara pendingin RSG-GAS yang dikemukakan, dilakukan pergantian material pipa dari material baja karbon (CS) menjadi medium density polyethylene (MDPE). Pergantian material pipa yang digunakan tidak mengakibatkan perubahan pada pasokan air yang diinginkan, namun dapat menghindarkan kemungkinan terjadinya resiko pengkaratan (korosi), karena material yang dipilih adalah material non metal yang tahan terhadap pengaruh pengkaratan. Dengan menggunakan persamaan (1) diperoleh bahwa tebal minimum pipa yang diperlukan adalah $t = 3$ mm. Namun

karena yang tersedia dipasar adalah SDR 17 (PN8) dengan $t = 9,5$ mm, maka penggunaan pipa ini dapat dianjurkan, karena akan lebih mampu terhadap pembebanan yang timbul.

Untuk menopang sistem pemipaan pasokan air menara pendingin ini tetap pada posisinya dibutuhkan penyangga pipa dengan jumlah 11 unit, yang dipasang dengan jarak antara 1,52 m. Bentuk konstruksi penyangga diacu pada AP600 Pipe support & large bore catalog, dengan memilih No. LBPSS-511.

Dengan rancangan modifikasi yang diajukan diharapkan fungsi sistem pasokan air menara pendingin RSG-GAS dapat dikembalikan pada fungsi semula.

KESIMPULAN

Dengan selesainya perancangan ini maka dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Rancangan modifikasi sistem pemipaan pasokan air menara pendingin RSG-GAS ini diharapkan akan menjamin homogenitas air pendingin sekunder.
- 2) Realisasi rancangan ini dapat dilakukan di bengkel RSG-GAS.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonimous, PT. Wavin Duta Jaya, Brosur "Wavinblack-pipa polyethylene untuk jaringan air bertekanan, Jakarta 10110, 2005.
2. Anonimous, INTERATOM, Valve List, Specification No:39.00571.7
3. TIM PENUAAN RSG-GAS, Dokumen Manajemen Penuaan RSG-GAS, P2TRR-Badan Tenaga Nuklir Nasional, Serpong 2003.
4. Anonimous, ASME Boiler and Pressure Vessel Code, 2001 Section III, Division I - NB
5. Anonimous AP600 Pipe Support Manual & Large Bore Catalog, PH2O-GYM-001, Rev 0
6. Anonimous, HILTI, application and products 1991/92, Switzerland.