

**ALAT PENUKAR PANAS UNTUK PENDINGIN AIR PENDINGIN
SISTEM SIRKULASI TERTUTUP
(CLOSE COOLING WATER HEAT EXCHANGER)
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS DAN UAP
BELAWAN**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi
Persyaratan ujian**

Oleh :

**HERMAN SUTANTO
NIM : 02.813.0041**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2007**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 20/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

ABSTRACTION

In developing of Power plant, what need to be paid attention is the problem of efficiency, for example Power Station Of Energy Gas and Vapour (PLTGU) have been known as by power station having efficiency which high relative where gas throw away which is yielded by PLTG re-exploited to heat water in boiler so that can produce vapour (steam) to turn around Steam Turbine and Steam Turbine turn around generator so that can yield electric power.

Steam Turbine is to represent an machine convert energi entangling many equipments of supporter (appliance assist) supporting its operation. Equipments of supporter (appliance Assist), in its operation need cooler media. Very compatible cooler media is Demineralized Water which is ordinary to be referred as field is for the shake of water, because its iron rate (Fe) and other element have been eliminated to [pass/through] process "Water Treatment" so that will not generate corrosive antara lain equipments of supporter (appliance assist).

Problem of arising out if/when using for the shake of water as media irrigate cooler for example is its big enough expense and beside its very is limited amount. To minimize production cost and usage for the shake of water, hence made an system by system of sirkulasi its process step closed, for example :

- Cooler water (for the shake of water) distributed to each equipments of supporter (appliance assists).
- Cooler water (for the shake of water) which have permeated heat of equipments of supporter (appliance assist) its temperature will go up and is later; then re-made cool an exchanger heat of is so called cooler irrigate cooler (exchanger heat water cooling).
- Cooler water which have been made cool by exchanger heat water cooling re-distributed to equipments of supporter.

Become Appliance of Heat Exchanger Cooler Irrigate Cooler Of System of Cirkulation Closed (Close Cooling Water Heat Exchanger) very good used by an Generating of Energy Gas and Vapour because can obtain get advantage the following advantage :

1. Heightening generating unit efisiensi.
2. Preventive extravagance of usage of water, there is addition of cooler water effect of leakage antara lain seal-seal pump or other losees, its percentage very infinitesimal.
3. Equipments of supporter (appliance assist) can operate as optimal as possible.

ABSTRAK

Dalam membangun Pembangkit Tenaga Listrik, yang perlu diperhatikan adalah masalah efisiensi, misalnya Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) telah dikenal sebagai pembangkit listrik yang mempunyai efisiensi yang relatif tinggi dimana gas buang yang dihasilkan PLTG dimanfaatkan kembali untuk memanaskan air di boiler sehingga dapat memproduksi uap (steam) untuk memutar Turbin Uap (Steam Turbine) dan Turbin Uap memutar generator sehingga dapat menghasilkan tenaga listrik.

Turbin Uap (Steam Turbine) adalah merupakan suatu mesin konversi energi yang melibatkan banyak peralatan-peralatan pendukung (alat bantu) yang mendukung pengoperasiannya.

Peralatan pendukung (alat bantu) tersebut, dalam pengoperasiannya memerlukan media pendingin. Media pendingin yang sangat cocok adalah Demineralized Water yang biasa disebut di lapangan adalah Demi Water, karena kadar besinya (Fe) dan unsur lainnya sudah dihilangkan melalui proses "Water Treatment" sehingga tidak akan menimbulkan korosif pada peralatan-peralatan pendukung (alat bantu).

Masalah yang timbul bila menggunakan demi water sebagai media air pendingin antara lain adalah biayanya cukup besar dan disamping jumlahnya yang sangat terbatas. Untuk memperkecil biaya produksi dan pemakaian demi water, maka dibuat suatu sistem dengan cara sistem sirkulasi tertutup, dimana tahapan prosesnya antara lain :

1. Air pendingin (demi water) didistribusikan ke masing-masing peralatan pendukung (alat bantu).
2. Air pendingin (demi water) yang telah menyerap panas dari peralatan pendukung (alat bantu) suhunya akan naik dan kemudian didinginkan kembali disuatu heat exchanger yang disebut pendingin air pendingin (cooling water heat exchanger).
3. Air pendingin yang telah didinginkan oleh cooling water heat exchanger didistribusikan kembali kemasing-masing peralatan pendukung.

Jadi Alat Penukar Panas Air sistem Sirkulasi Tertutup (Close Cooling Water Heat Exchanger) sangatlah baik digunakan disuatu Pembangkit Tenaga Gas dan Uap karena dapat memperoleh keuntungan-keuntungan sebagai berikut :

1. Mempertinggi efisiensi unit pembangkit.
2. Mencegah pemborosan pemakaian air, walaupun ada penambahan air pendingin akibat kebocoran pada seal-seal pompa atau losees lainnya, persentasenya sangat kecil sekali.
3. Peralatan-peralatan pendukung (alat bantu) dapat beroperasi seoptimal mungkin.

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
BAB I : PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Maksud dan Tujuan	4
1.3. Manfaat Penelitian.....	4
1.4. Pembatasan Masalah.....	5
BAB II : DASAR-DASAR TEORI PERPINDAHAN KALOR	6
2.1. Pengertian Tentang Perpindahan Panas.....	6
2.2. Tinjauan Tentang Alat Penukar kalor	6
2.3. Tipe-Tipe Dasar Penukar Kalor	7
2.3.1. Alat Penukar Kalor 1 – 1 Pass	8
2.3.2. Alat Penukar Kalor Dengan 1 – 2 Pass	8

2.4. Konstruksi Alat Penukar Kalor	9
2.5. Sistem Air Pendingin	14
2.5.1. Sistem Air Pendingin Utama	14
2.5.2. Close Cooling Water System	16
2.5.3. Close Cooler Water Pump.....	17
2.5.4. Close Cooling Water Heat Exchanger	18
2.5.5. Expansion Tank.....	19
BAB III : METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1. Prosedur Penelitian.....	22
3.2. Analisa Data.....	24
BAB IV : ANALISA ALAT PENUKAR KALOR	26
4.1. Konstruksi Alat Penukar Kalor Yang Direncanakan	26
4.2. Pemilihan Bahan Pipa (Tube)	27
4.3. Sumber Panas Yang Diserap Air Pendingin (Demi Water)	29
4.4. Neraca Panas	30
4.5. Luas Permukaan Perpindahan Panas.....	32
4.6. Jumlah Pipa (Tube) Dalam Cangkang (Shell).....	35
4.7. Kecepatan Aliran Fluida Pada Alat Penukar Kalor	36
4.7.1. Kecepatan Aliran Fluida Pendingin (Air Sungai) Yang Mengalir Dalam Pipa (Tube).....	36
4.7.2. Kecepatan Aliran Fluida Air Pendingin (Demi Water) Yang Mengalir Dalam Cangkang (Shell).....	37

4.8. Susunan Pipa (Tube)	39
4.9. Baffle atau Sekat.....	41
4.10. Tube Sheet.....	45
4.11. Cangkang (Shell).....	47
4.12. Pipa (Tube) Pada Alat Penukar Kalor	54
4.13. Tie Rods dan Spacer.....	63
4.14. Stationary Head dan Rear End Head.....	65
4.14.1. Stationary Head	65
4.14.2. Rear End Head.....	66
BAB V KESIMPULAN.....	68
DAFTAR PUSTAKA.....	70
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dewasa ini listrik merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi kita, baik itu untuk kepentingan penerangan maupun industri atau kepentingan lainnya. Dengan bertambah pesatnya laju permintaan akan tenaga listrik di Indonesia saat ini, maka sangat penting diperlukan pembangunan unit-unit pembangkit tenaga listrik yang besar yang merupakan unsur penunjang dalam penyaluran tenaga listrik.

Menunjang semua ini demi untuk kesejahteraan bangsa dan negara, pemerintah bersama-sama dengan pihak swasta telah membangun beberapa sentral pembangkit tenaga listrik yang diantaranya adalah :

- a. PLTD (Pembangkit Listrik Tenaga Diesel)
- b. PLTG (Pembangkit Listrik Tenaga Gas)
- c. PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air)
- d. PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap)
- e. PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap)

Membangun suatu unit pembangkit tenaga listrik yang perlu diperhatikan adalah masalah efisiensi, misalnya pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) telah dikenal sebagai pembangkit listrik yang mempunyai efisiensi yang relatif tinggi dimana gas buang yang dihasilkan PLTG dimanfaatkan kembali untuk memanaskan air di boiler

sehingga dapat memproduksi uap (steam) untuk memutar turbin uap (steam turbine) dan turbin uap memutar generator sehingga dapat menghasilkan tenaga listrik.

Turbin uap (steam turbine) adalah merupakan suatu sistem konversi energi yang melibatkan banyak peralatan-peralatan pendukung (alat bantu) yang mendukung pelaksanaan pengoperasiannya.

Peralatan pendukung (alat bantu) yang memerlukan media pendingin untuk pengoperasian unit diantaranya adalah :

- a. HP Feed Water Pumps
- b. LP Feed Water Pumps
- c. Condensate Recirculating Pumps
- d. Sampling Coolers
- e. Steam Turbine Generator Cooler
- f. Steam Turbine Lube Oil Cooler
- g. Vacuum Pump Cooling Water Box
- h. Vacuum Pumps Condensor.

Media air pendingin yang digunakan untuk mendinginkan peralatan-peralatan tersebut diatas adalah Demineralized Water yang biasa disebut dilapangan adalah demi water. Demi water sangat cocok untuk media air pendingin peralatan-peralatan, karena kadar besinya (Fe) dan unsur lainnya sudah dihilangkan melalui proses “Water Treatment” sehingga tidak akan menimbulkan korosif pada peralatan-peralatan pendukung (alat bantu).

Masalah yang timbul bila menggunakan demi water sebagai media air pendingin antara lain adalah untuk memproduksi demi water per meter kubik biayanya cukup besar dan disamping jumlahnya yang sangat terbatas. Untuk memperkecil biaya produksi dan pemakaian demi water maka dibuat suatu sistem dengan cara sistem sirkulasi tertutup.

Tahapan proses dalam sistem sirkulasi tertutup antara lain :

- a. Air pendingin (demi water) didistribusikan ke masing-masing peralatan pendukung (alat bantu)
- b. Air pendingin (demi water) yang telah menyerap panas dari peralatan pendukung (alat bantu) suhunya akan naik dan kemudian didinginkan kembali disuatu heat exchanger yang disebut pendingin air pendingin (cooling water heat exchanger).
- c. Air pendingin yang telah didinginkan oleh cooling water heat exchanger didistribusikan kembali kemasing-masing peralatan pendukung.

Demikianlah sistem pengoperasian dengan sistem sirkulasi tertutup sehingga keuntungan-keuntungan yang diperoleh sebagai berikut :

1. Mempertinggi efisiensi unit pembangkit.
2. Mencegah pemborosan pemakaian air, walaupun ada penambahan air pendingin akibat kebocoran pada seal-seal pompa atau losses lainnya prosentasenya sangat kecil sekali.
3. peralatan-peralatan pendukung (alat bantu) dapat beroperasi seoptimal mungkin.

Hal-hal diataslah yang melatar belakangi penulis untuk memilih judul “Alat Penukar Panas Air Sistem Sirkulasi Tertutup (Close Cooling Water Heat Exchanger)”.

1.2. Maksud dan Tujuan

Maksud dari penulisan ini diharapkan akan dapat mencari suatu kesimpulan yang paling tepat untuk menurunkan suhu air pendingin seminimal mungkin yang kemudian disirkulasikan kembali ke semua peralatan pendukung (alat bantu) sehingga pembebanan pada steam turbine generator tidak dibatasi oleh maksimum temperatur.

Tujuan dari penulisan ini adalah :

- a. Untuk mencoba menerapkan rumus-rumus emperis dengan kenyataan yang ada dilapangan.
- b. Untuk memahami prinsip kerja dari alat penukar panas air sistem sirkulasi tertutup.
- c. Untuk lebih mengenal alat penukar kalor dan sekaligus sebagai informasi bagi pihak yang ingin mengetahui perencanaan.

1.3. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini bermanfaat bagi banyak pihak antara lain :

1. Perusahaan

Sebagai bahan masukan dan pertimbangan bagi perusahaan untuk lebih mengetahui permasalahan yang terjadi pada unit pembangkit khususnya

pada sistem peralatan alat penukar kalor yang digunakan agar didapat pemecahannya. Sehingga nantinya dapat meningkatkan efisiensi perusahaan.

2. Mahasiswa/kampus

Sebagai referensi bagi mahasiswa lainnya untuk penelitian yang akan datang khususnya program studi teknik mesin.

3. Masyarakat/umum

Sebagai bahan informasi bagi masyarakat yang memerlukannya dalam rangka peningkatan ilmu teknologi yang bermanfaat bagi masyarakat umum.

1.4. Pembatasan Masalah

Pendingin air pendingin sistem sirkulasi tertutup (close cooling water heat exchanger) yang direncanakan akan dipergunakan pada pembangkit listrik tenaga uap yang mampu untuk menurunkan suhu air pendingin seminimal mungkin sehingga peralatan-peralatan pendukung (alat bantu) dapat beroperasi seoptimal mungkin.

Dalam hal ini pembahasan dititik beratkan pada :

1. Latar belakang pemakaian alat penukar panas air sistem sirkulasi tertutup.
2. Perhitungan/menentukan ukuran-ukuran peralatan alat penukar kalor.

BAB II

DASAR-DASAR TEORI ALAT PENUKAR KALOR

2.1. Pengertian Tentang Perpindahan Panas

Panas dapat berpindah dari suatu tempat atau benda ke tempat atau benda lain. Panas dapat berpindah dari suatu zat yang lebih panas ke zat yang lebih dingin, dengan kata lain panas hanya akan berpindah dari suatu benda ke benda lain jika terdapat perbedaan temperatur diantara dua benda tersebut atau panas akan berpindah dari benda yang temperatur lebih tinggi ke temperatur yang lebih rendah, karena itu dapat disimpulkan bahwa perbedaan temperatur adalah merupakan potensial pendorong bagi proses perpindahan panas.

Didalam proses perpindahan panas dikenal tiga macam cara-cara perpindahan panas antara lain adalah :

- Konduksi (conduction)
- Konveksi (convection)
- Radiasi (radiation)

2.2. Tinjauan Tentang Alat Penukar Kalor

Alat penukar kalor (panas) adalah suatu alat yang menghasilkan perpindahan panas dari suatu fluida ke fluida lainnya atau dari suatu fluida yang temperaturnya lebih tinggi ke fluida yang temperaturnya lebih rendah.

Proses perpindahan panas tersebut dapat dilakukan secara langsung dan secara tidak langsung.

- a. Alat penukar kalor langsung ialah dimana fluida panas akan bercampur secara langsung dengan fluida dingin tanpa adanya pemisah dalam suatu bejana atau ruang tertentu, contohnya desuperheater pada ketel uap sebagai alat menurunkan temperatur uap sebelum masuk turbin.
- b. Alat penukar kalor tidak langsung ialah fluida panas tidak berhubungan langsung (indirect contact) dengan fluida dingin, jadi proses perpindahan panasnya itu mempunyai media perantara seperti pipa, plat atau peralatan jenis lainnya, contohnya condensor pada turbin uap, superheater, economiser, evaporator dan cooler dan lainnya.

2.3. Tipe-Tipe Dasar Penukaran Kalor

Tipe penukar kalor shell and tube adalah tipe paling sederhana, dalam alat ini terdiri dari pipa yang terletak konsentrik (sesumbu) di dalam pipa lainnya yang merupakan shell (cangkang).

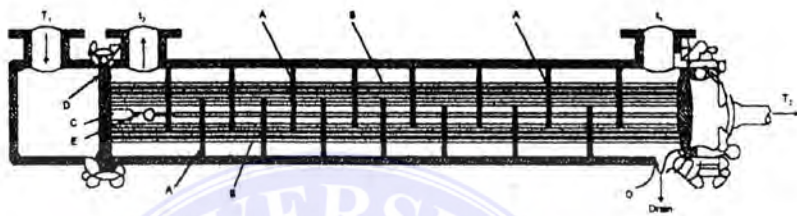
Dalam alat penukar kalor yang dimaksud dengan pass adalah lintasan yang dilakukan oleh fluida dalam shell atau dalam tube bundel.

Lintasan alat penukar kalor dikenal ada dua jenis antara lain adalah :

- a. Shell pass atau lintasan shell
- b. Tubes pass atau lintasan tube

2.3.1. Alat Penukar Kalor 1-1 Pass

Yang dimaksud dengan alat penukar 1-1 pass adalah dimana aliran fluida yang berada dalam shell atau cangkang satu pass dan aliran fluida yang mengalir dalam tube satu pass.

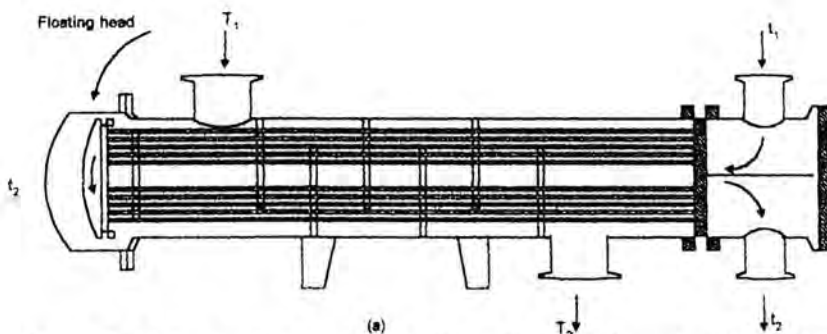


Gbr.2.1 Alat Penukar Kalor 1-1 Pass dan Arah Aliran Berlawanan

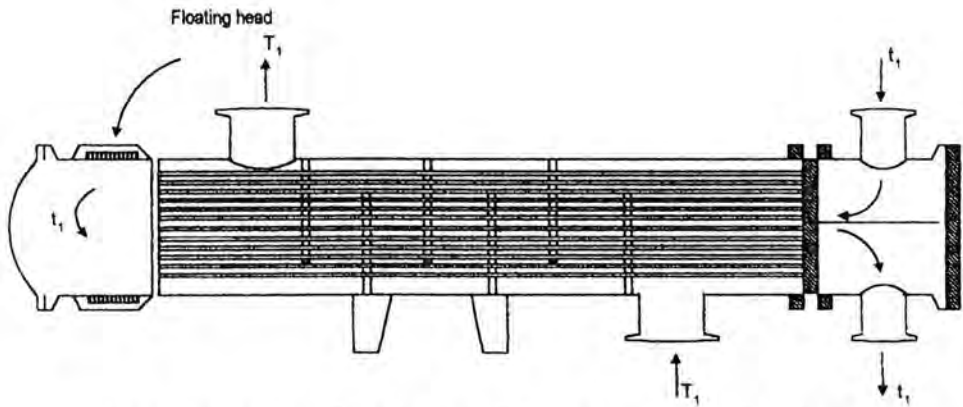
Ket.Gambar : A. Sekat (baffle), B. Tubes, C. Tie-rods, D dan D Plat tube (tube sheet), E. Spacer atau pemisah tube.

2.3.2. Alat Penukar Kalor dengan 1-2 Pass

Yang dimaksud dengan alat penukar 1-2 pass adalah dimana aliran fluida yang berada dalam shell atau cangkang satu pass dan aliran fluida yang mengalir dalam tube dua pass.



Gbr.2.2 Alat Penukar Kalor 1-2 Pass dengan Counter-Paralel Flow



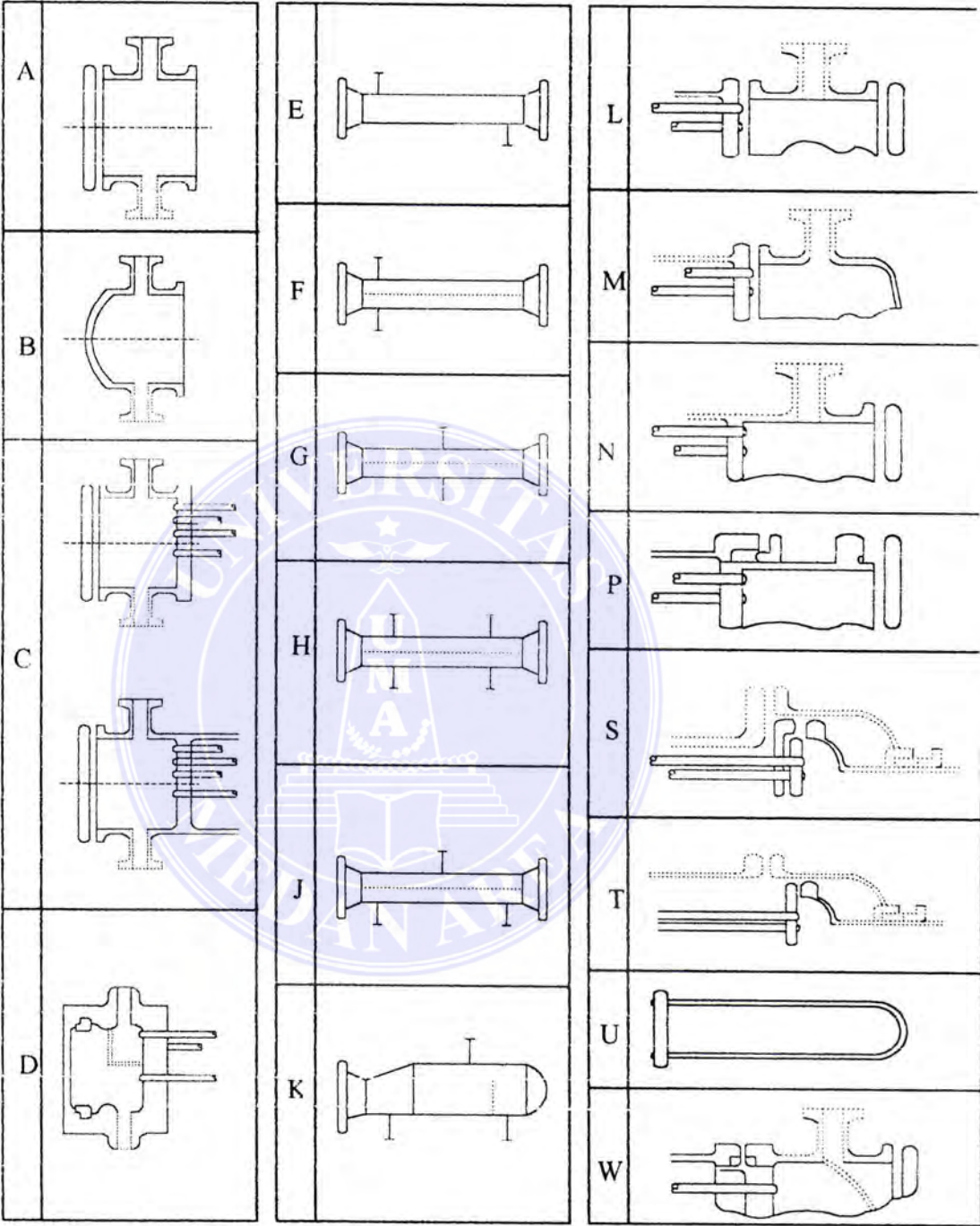
Gbr.2.3 Alat Penukar Kalor 1-2 Pass dengan Paralel-Counter Flow

2.4. Konstruksi Alat Penukar Kalor

Ditinjau dari konstruksi alat penukar kalor jenis shell dan tube, maka secara umum dapat dikatakan konstruksinya dari empat bagian utama antara lain adalah :

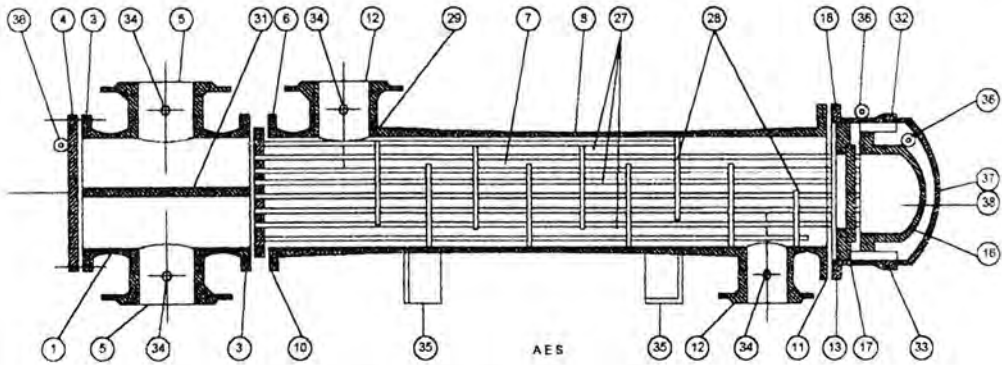
1. Bagian depan yang tetap atau front stationary head (dalam prakteknya hanya disingkat stationary head).
2. Shell atau cangkang alat penukar kalor.
3. Bagian ujung belakang atau rear end head (dalam prakteknya lebih sering disebut rear head).
4. Berkas tube atau tube bundel, kumpulan tube yang dimasukkan kedalam shell atau cangkang alat penukar kalor.

Bagian depan yang tetap (front head stationary) terdiri dari empat tipe yaitu tipe A,B,C dan tipe D. Shell atau cangkang alat penukar kalor terdiri dari enam tipe yaitu tipe E,F,G,H,J dan tipe K. Bagian ujung belakang (rear end head) alat penukar kalor terdiri dari delapan tipe yaitu tipe L,M,N,P,S,T,U dan tipe W.

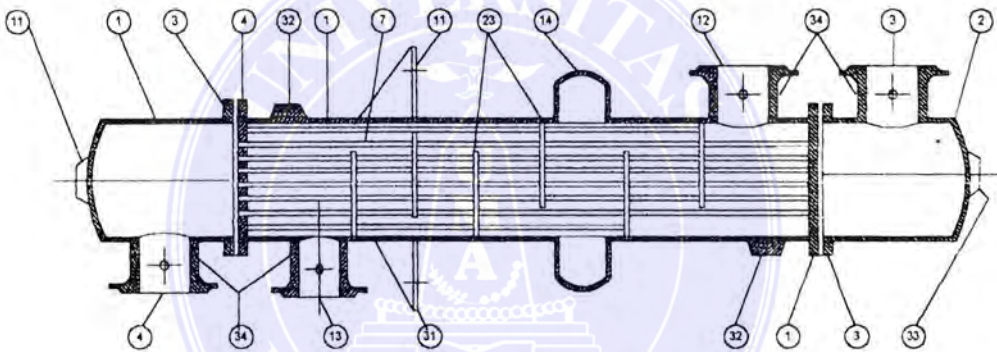


Gbr.2.4 Bagian-Bagian Alat Penukar Kalor (Berdasarkan Standar Tema)

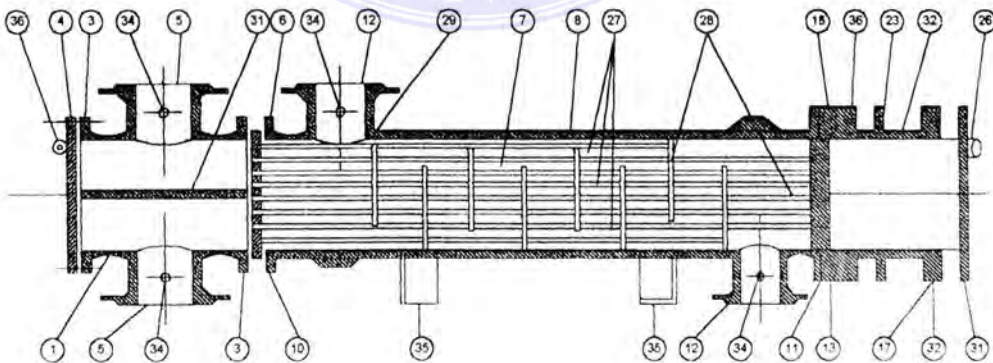
Dikutip dari buku Alat Penukar Kalor (heat exchanger), Ir. Tunggal M. Sitompul, S.E, M.Sc



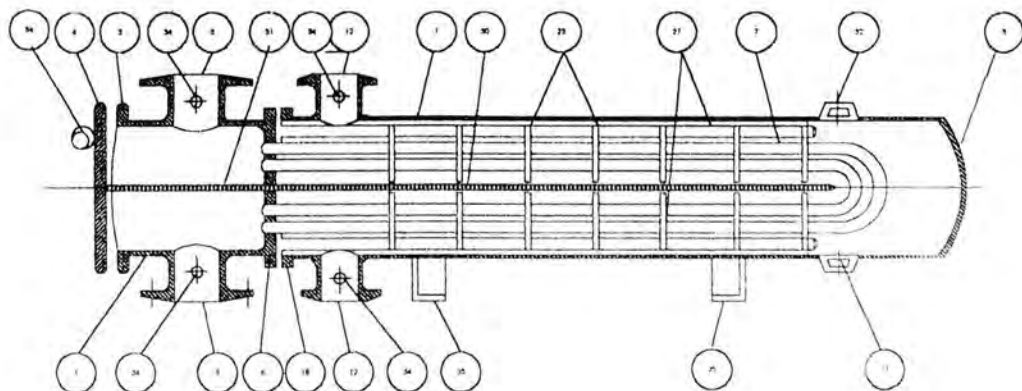
Gbr.2.5 Penukar Kalor Tipe AES (Standar Tema)



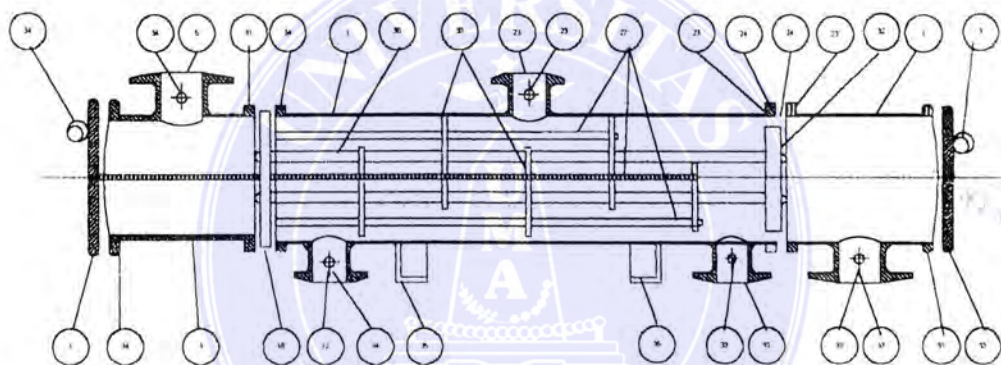
Gbr.2.6 Penukar Kalor Tipe BEM (Standar Tema)



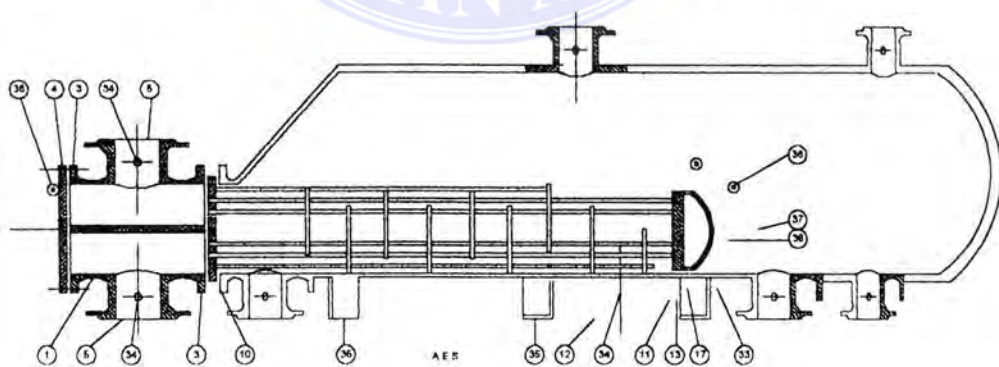
Gbr.2.7 Penukar Kalor Tipe AEP (Standar Tema)



Gbr.2.8 Penukar Kalor Tipe CPU (Standar Tema)



Gbr.2.9 Penukar Kalor Tipe AJW (Standar Tema)



Gbr.2.10 Penukar Kalor Tipe AKT (Standar Tema)

Keterangan gambar :

4. Stationary Head-Channel
5. Stationary head-Bonnet
6. Stationary Head Flange-Channel or Bonnet
7. Channel Cover
8. Stationary Nozzle Head
9. Stationary Tube Sheet
10. Tube
11. Shell
12. Shell Flange-Rear Head End
13. Shell Flange Stationary Head End
14. Shell Flange-Rear Head End
15. Nozzle Shell
16. Shell Cover Flange
17. Expansion Joint
18. Floating Head Cover
19. Floating Head Cover
20. Floating Head Flange
21. Floating Head Backing Device
22. Split Shear Ring
23. Slip-On Backing Service
24. Floating Head Cover
25. Floating Tube Sheet Skirt

26. Packing Follower Ring
27. Packing
28. Packing Follower Ring
29. Latern Ring
30. Tie Rods and Spacer
31. Transverse Baffle or Support Plate
32. Impingement Baffles
33. Longitudinal Baffles
34. Pass Partition
35. Venting
36. Drains
37. Instrument
38. Support Saddle
39. Lifting Lug
40. Bracket
41. Weir
42. Liquid Level Connection

Gambar dan keterangan diatas dikutip dari buku Alat Penukar Kalor (Head Exchanger). Ir. Tunggul Sitompul, SE, MSc. gal 19, 20, 21 dan hal 2.

2.5. Sistem Air Pendingin

2.5.1. Sistem Air Pendingin Utama

Sistem air pendingin utama merupakan sistem alat bantu yang paling penting dalam suatu unit pembangkit listrik. Sistem air pendingin

direncanakan sedemikian rupa sehingga fleksibilitas operasinya yang ekonomis dengan keandalan yang baik.

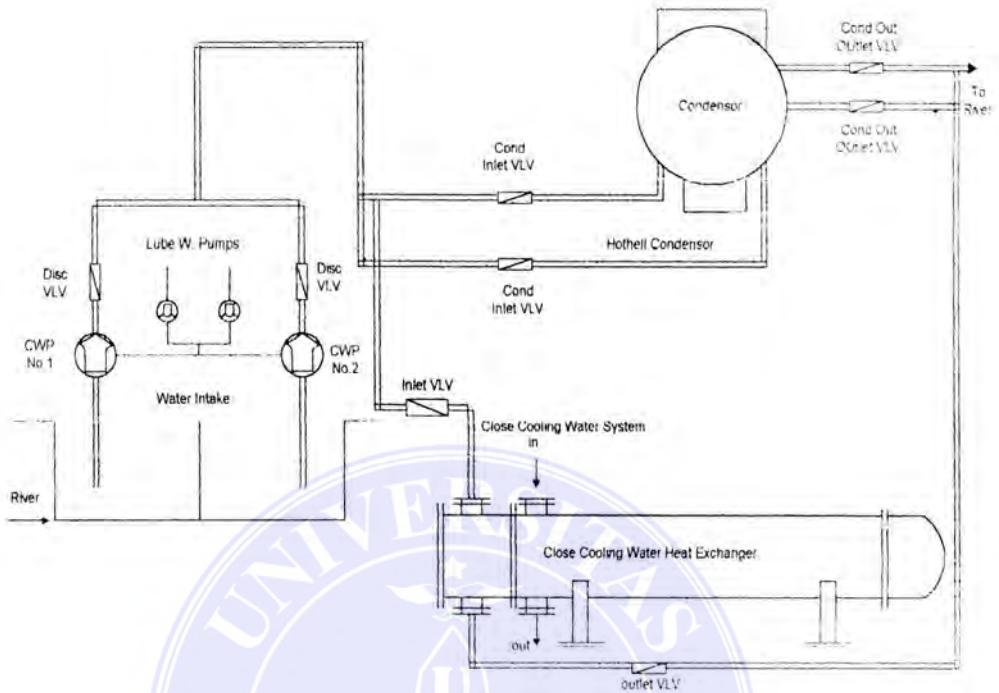
Sistem air pendingin utama ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan antara lain :

Suplai Pendingin ke Kondensor

Suplai pendingin untuk close cooling water heat exchanger yang disebut service water.

Ditinjau dari sirkulasinya sistem ini dikenal dengan singkatan “OTTO” (once thought then out) yang berarti pendinginan langsung sistem sekali lewat, dimana air melewati kondensor dan close cooling water heat exchanger dengan menggunakan pompa yang dinamakan “Cooling Water Pump” dan disalurkan langsung kembali ke sungai.

Cooling water pumps dengan kapasitas 2 x 50% yang berfungsi untuk penggerak sirkulasi air pendingin, dalam operasi normal dua pompa beroperasi tetapi bila salah satu pompa trip, operasi dari turbin uap (steam turbine) dapat berlanjut dengan menggunakan 50% dari jumlah kebutuhan air pendingin.



Gambar 2.11. Single Line Diagram Circulating Water System

2.5.2. Close Cooling Water System

Peralatan utama close cooling water system terdiri dari :

Dua unit close cooling water pumps yang berkapasitas 2 x 100%

Dua unit close cooling water heat exchanger yang berkapasitas 2 x 100%

Expansion tank

Close cooling water system ini harus tersedia selama unit start-up, operasi normal dan shut down. Hal ini untuk melayani pendinginan peralatan-peralatan antara lain :

Steam Turbine Generator Coolers

Steam Turbine Lube Oil Coolers

HP Feed Water Pumps

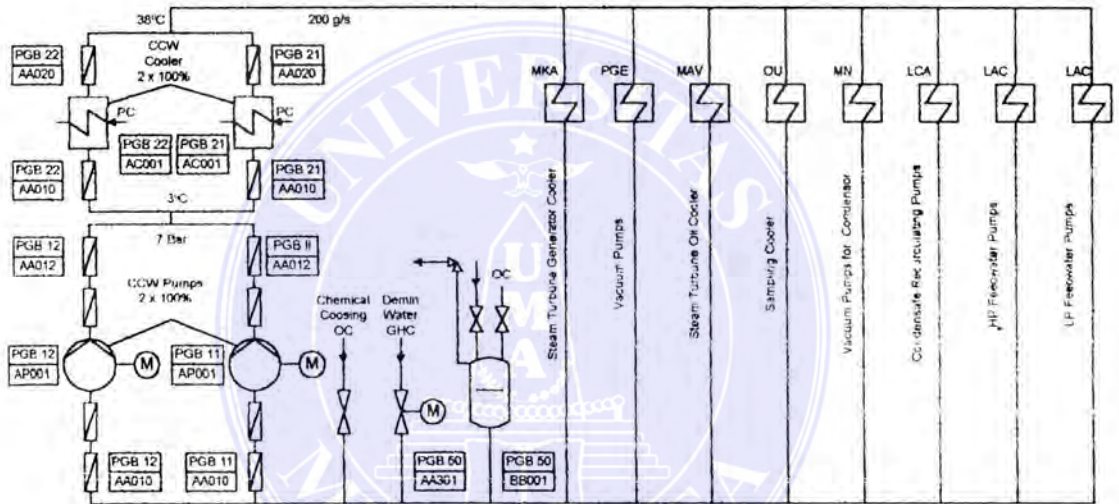
LP Feed Water Pumps

Condensate Recirculating Pumps

Vacuum Pumps for Condensor

Vacuum Pumps Air Removal System

Sampling Cooler.

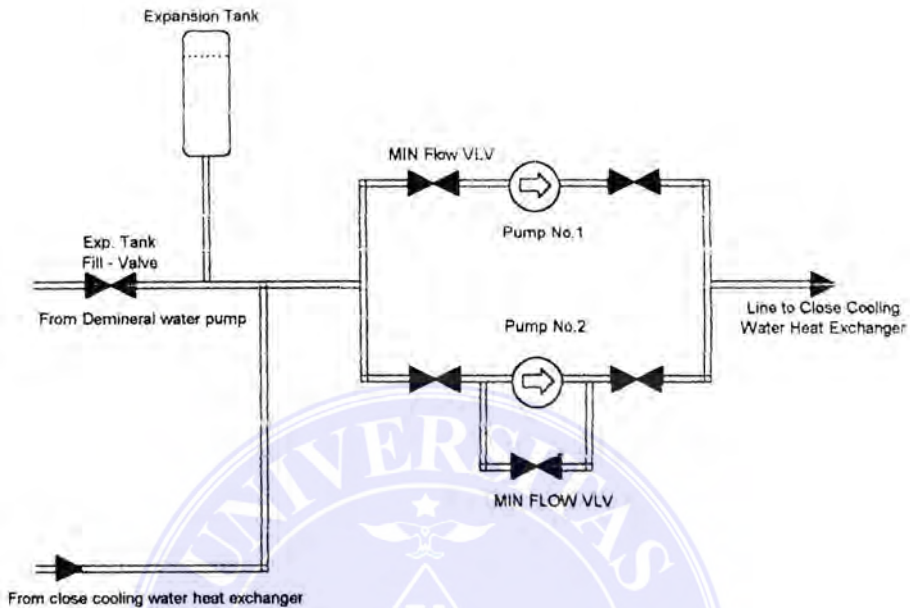


Gambar 2.12. Single Line Diagram Close Cooling Water System

2.5.3. Close Cooling Water Pumps

Close cooling water pumps berfungsi sebagai penggerak untuk mensirkulasikan air pendingin. Air pendingin yang telah dipakai untuk mendinginkan peralatan-peralatan yang tersebut diatas masuk ke sisi hisap pompa dan kemudian dipompakan menuju close cooling water heat

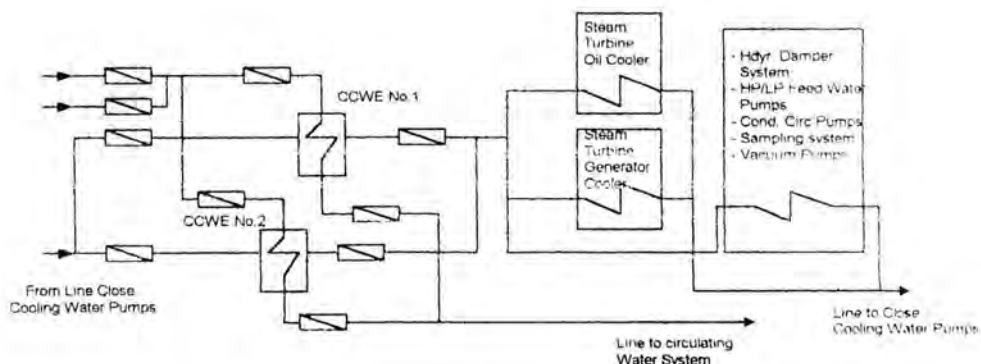
exchanger, di dalam close cooling water heat exchanger air melepaskan panasnya untuk diserap oleh service water atau air sungai.



Gambar 2.13. Single Line Diagram Close Cooling Water Pumps ESystem

2.5.4. Close Cooling Water Heat Exchanger

Konstruksi dari close cooling water heat exchanger adalah type straight dengan dua passes terdiri dari shell dan tube. Close cooling water heat exchanger berfungsi untuk mendinginkan (menurunkan suhu) air pendingin (*demi water*) yang telah menyerap panas dari peralatan-peralatan tersebut di atas yang mengalir di dalam shell dan didinginkan dengan mempergunakan media pendingin air sungai (*service water*) yang mengalir di dalam pipa (*tube*) yang ditapping dari pipa sisi tekan pendinginan utama kondensor (*line pipe main cooling water pumps*).



Gambar 2.14. Single Diagram Close Cooling Water Head Exchanger

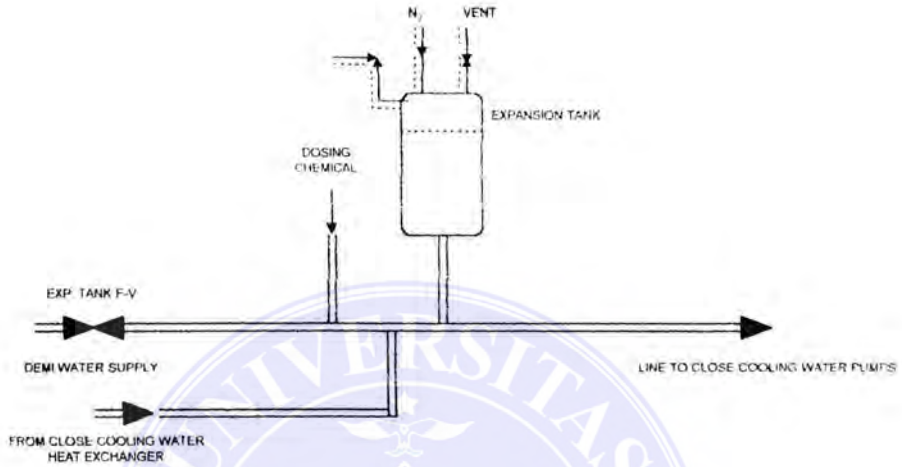
2.5.5. Expansion Tank

Expansion tank berfungsi sebagai bantahan udara yang dapat menampung perubahan volume air bila terjadi perubahan suhu dan juga sebagai volume kontrol apabila level di dalam tanki berkurang akibat kebocoran, maka katup pengisi (*fill valve*) akan membuka untuk mensuplai demi water.

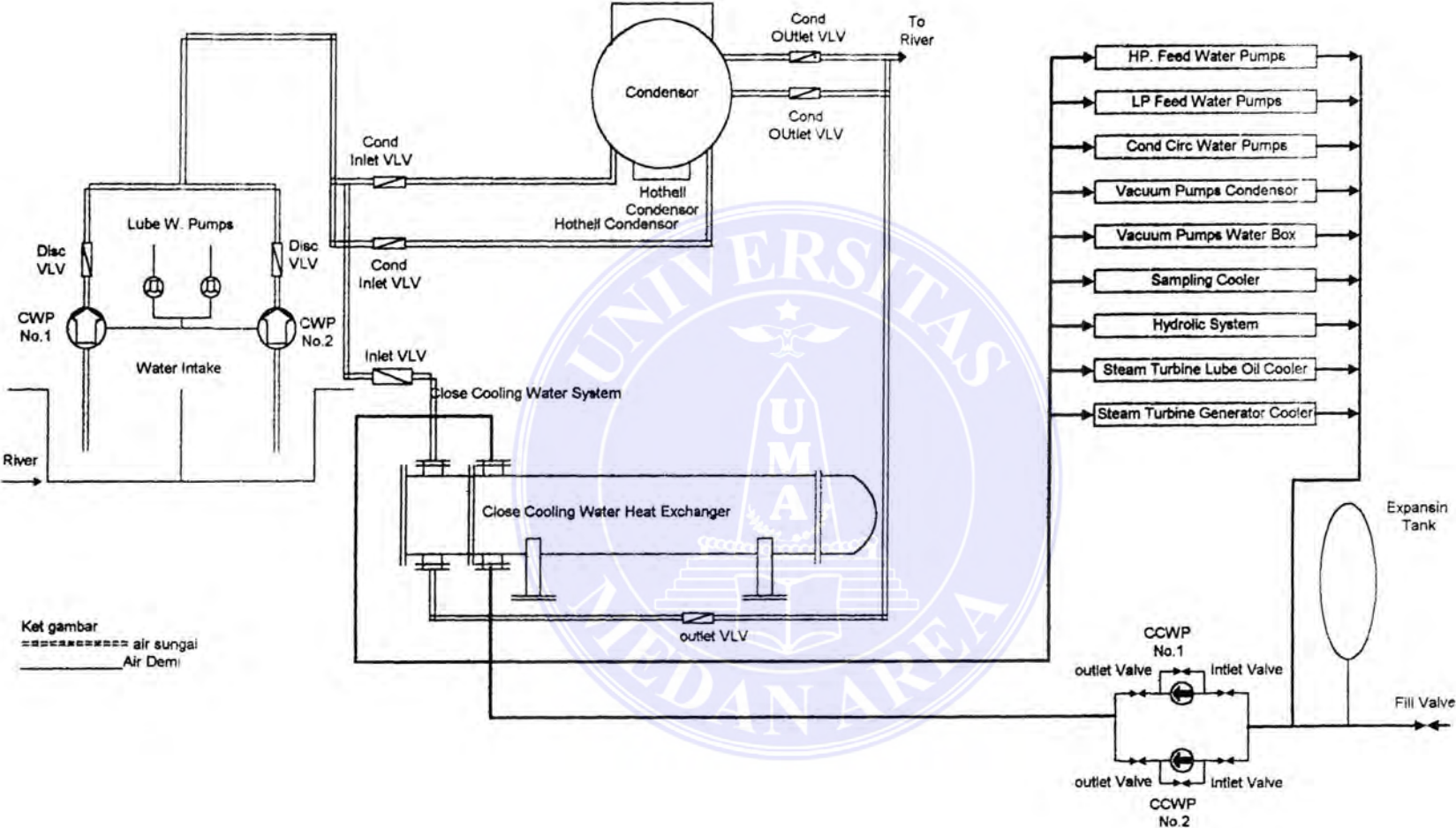
Air demi diambil dari demineralized water system, hidrazin diinjeksikan ke dalam sistem yang berfungsi sebagai pencegah karat (mengikat oxygen).

Disamping fungsi di atas dan juga sebagai memperatahkan tekanan di sisi hisap pompa agar jangan terjadi kapitasi pada pompa. Kapitasi disebabkan oleh air yang mencetus menjadi uap pada daerah bertekanan rendah.

Kavitasi ini mengakibatkan buruknya prestasi pompa dan mempercepat keausan, titik kritis lokasi kavitasi adalah pada saluran masuk pompa.



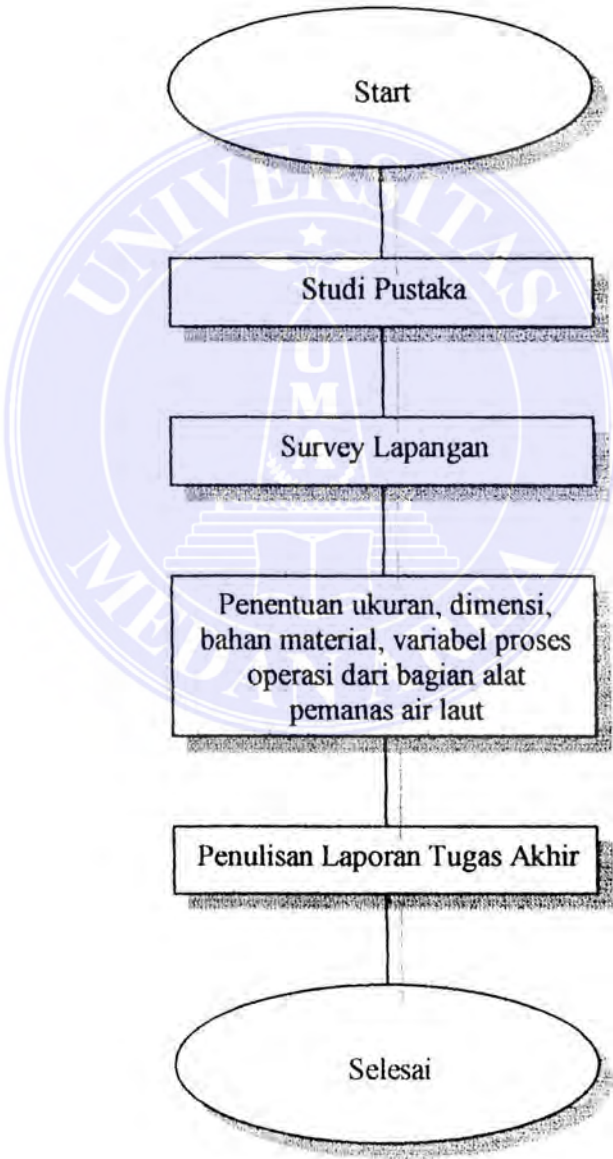
Gambar 2.15. Single Line Diagram Expansion Tank



Gambar 2.16. Single Line Diagram Close Cooling Water System

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Prosedur Penelitian



1. Start

Pembuatan proposal/out line Tugas Akhir dengan judul “Analisa Alat Penukar Panas Air Sistem Sirkulasi Tertutup (Close Cooling Water Heat Exchanger)” sebagai topik/masalah yang akan diangkat sebagai Tugas Akhir.

2. Studi Pustaka

Mencari/mempelajari buku-buku referensi tentang alat penukar kalor diantaranya dari Ir. Tunggul M. Sitompul, MSc “Alat Penukar Kalor”, Frank Kreith “Prinsip-Prinsip Perpindahan Panas”, dan lain-lain

3. Survey Lapangan

Survey langsung di lapangan ntuk mendapatkan data-data awal sebagai pembanding dengan data-data yang ada dalam buku-buku referensi dan juga untuk mengetahui secara langsung konstruksi dan cara kerja dari alat penukar panas dari air sistem sirkulasi tertutup.

4. Penentuan ukuran, dimensi, variabel proses dari bagian alat pemanas air laut

Menentukan bentuk konstruksi, variabel proses yang bekerja, tekanan kerja, laju aliran (flow), dan temperatur, bahan material, nilai konduktivitas thermal, dan bagian-bagian utama pada alat penukar kalor seperti shell (cangkang), tube (pipa), baffle (sekat), dan lain-lain. Disamping itu juga menerapkan rumus-rumus/perhitungan yang berkaitan dengan alat penukar kalor.

5. Penulisan Laporan Tugas Akhir

Memulai penulisan Laporan Tugas Akhir dengan mengikuti buku “Panduan Penulisan Proposal dan Tugas Akhir” dari Fakultas Teknik Mesin Universitas Medan Area serta meminta bimbingan dari Dosen Pembimbing.

3.2. Analisa Data

Hasil survey yang dilakukan diperoleh data sebagai berikut :

- 1) Penukar kalor tipe straight posisi horizontal dengan 2 x 2 pass terdiri dari shell dan tube dan berkapasitas 2 x 100%
- 2) Fluida yang mengalir dalam pipa (*tube*) : air laut (*sea water*) sebagai media pendingin
- 3) Fluida yang mengalir dalam cangkang (*shell*) : demi water sebagai media air pendingin dan juga digunakan sebagai air pengisi ketel
- 4) Jenis aliran, aliran lawan (*counter flow*)
- 5) Kapasitas air pendingin (*demi water*) yang dibutuhkan 720000 kg/h
Kapasitas pendingin (air laut) yang dibutuhkan 612000 kg/h
- 6) Kecepatan aliran air pendingin (*demi water*) dalam cangkang (*shell*) 1,4 m/s
Kecepatan aliran pendingin (air laut) dalam pipa (*tube*) 1,875 m/s
- 7) Rugi tekanan dalam cangkang (*shell*)
Rugi tekanan dalam pipa (*tube*) 0,194 bar
- 8) Temperatur air pendingin (*demi water*) masuk/keluar cangkang (*shell*)
43,5/38°C
Temperatur pendingin (air laut) masuk/keluar pipa (*tube*) 30/37°C
- 9) Temperatur rencana 80°C

10) Tekanan rencana dalam cangkang (*shell*) 12,2 bar

Tekanan rencana dalam pipa (*tube*) 5,1 bar

11) Bahan pipa (*tube*) : Titanium SB – 338 grade 1

12) Jumlah pipa (*tube*) : 564 buah

13) Bahan tube sheet : Baja carbon SB – 515 grade 70

14) Bahan cangkang (*shell*) dan nozzle : baja carbon SA – 515 grade 70



BAB VI

KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan dan perencanaan diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Penukar kalor tipe straight posisi horizontal dengan 2 x 2 pass terdiri dari shell and tube dan berkapasitas 2 x 100%
2. Fluida yang mengalir dalam pipa (*tube*) : air sungai (*sea water*) sebagai media pendingin.
3. Fluida yang mengalir dalam cangkang (*shell*) : *demi water* sebagai media air pendingin dan juga digunakan sebagai air pengisi ketel.
4. Jenis aliran, aliran lawan (*counter flow*)
5. Kapasitas air pendingin (*demi water*) yang dibutuhkan 688320 kg/h.
Kapasitas pendingin (air sungai) yang dibutuhkan 630864 kg/h
6. Kecepatan aliran air pendingin (*demi water*) dalam cangkang (*shell*)
2.84 m/s
Kecepatan aliran pendingin (air sungai) dalam pipa (*tube*) 1,15 m/s
7. Rugi tekanan dalam cangkang (*shell*) 3,9 bar
Rugi tekanan dalam pipa (*tube*) 0,145 bar
8. Temperatur air pendingin (*demi water*) masuk/keluar cangkang (*shell*)
43,5/38 °C
Temperatur pendingin (air sungai) masuk/keluar (*tube*) 30/36°C
9. Temperatur rencana 80°C

10. Tekanan rencana dalam cangkang (*shell*) 12,2 bar

Tekanan rencana dalam pipa (*tube*) 5,1 bar

11. Bahan pipa (*tube*) : Titanium SB – 338 grade 2

12. Jumlah pipa (*tube*) : 794 buah

13. Bahan cangkang (*shell*) dan *nozzle* dan tube sheet : Baja karbon SA – 515 grade 70.



DAFTAR PUSTAKA

- Arko Prijono, **"Prinsip-Prinsip Perpindahan Panas"**, Edisi ke - 3 Erlangga 1986.
- Asme, Section VIII, **"Rules for Construction of Pressure Vessels"**, Division I, 1989 Edition.
- Asril, **"Pengetahuan Dasar Tentang Ilmu Bangunan Pesawat Yang Sederhana"**, H. Stam 1952.
- Frank P. Incropera, **"Fundamental of Heat Transfer"**, Jhon Wiley & Sons Inc, 1981.
- Ir. Tunggul M. Sitompul, SE, MSc. **"Alat Penukar Kalor"**, PT. Raja Grafindo Persada 1993.
- Ir. Zamanhuri, Ir. Mulfihazwi, **"Heat Transfer"**, PT. Arum 1985.
- J.P. Holman, **"Perpindahan Kalor"**, Edisi ke-5 Erlangga 1984.
- Max. S. Peter, **"Plant Design and Economis for Chemical Engineers"**, Fourth Edition Mc Graw Hill, Inc.
- Paul H. Black, **"Machine Design"**, Internasional Student Edition 1981.
- Rahald V. Giles, **"Mekanika Fluida dan Hidralika"**, Edisi Kedua Erlangga 1984.
- Siemens Consortium Belawan II, **"Instruction Manual"**, Volume I Close Cooling Water System.
- V. Gana Pathy, **"Applied Heat Transfer"**, Penn Well Books.
- Wilbert F. Stoecker, **"Refrigerasi dan Pengkodisian Udara"**, Edisi Kedua, Erlangga 1989.