

MESIN - MESIN FLUIDA

POMPA PEMADAM KEBAKARAN GEDUNG BERTINGKAT DELAPAN KAPASITAS : 52 m³ / Jam HEAD : 72 m

SKRIPSI

Oleh :

BENTIARDI

NIM : 02.813.0024



**JURUSAN MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2003**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/12/23

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

MESIN-MESIN FLUIDA
POMPA PEMADAM KEBAKARAN
GEDUNG BERTINGKAT DELAPAN
KAPASITAS : 52 m³ / Jam
HEAD : 72 m

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas
Dan Memenuhi Syarat-Syarat Untuk Mencapai
Gelar Sarjana Teknik



JURUSAN MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2003

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/12/23

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

UNIVERSITAS MEDAN AREA
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN MESIN
TUGAS SARJANA

MESIN-MESIN FLUIDA

POMPA PEMADAM KEBAKARAN
GEDUNG BERTINGKAT DELAPAN

KAPASITAS : 52 m³ / Jam

HEAD : 72 m

OLEH

Bentiardi

NIM : 02.813.0024

Menyetujui :
Komisi Pembimbing

Pembimbing I



(Ir. A. Halim Nasution, M.Sc)

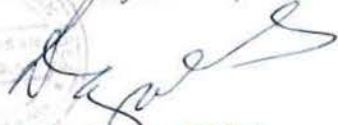
Pembimbing II



(Ir. Chairuddin)

Mengetahui :

Ketua Jurusan,



(Ir. Darianto, M.Sc)

Dekan,



(Ir. Dahan Ramdan, Eng. M.sc)

Tanggal Lulus :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/12/23

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

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, ~~dimana~~ atas izin dan rahmat-Nyalah, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Sarjana ini dengan baik.

Tugas Sarjana ini adalah syarat untuk mengakhiri studi pada Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Dalam kesempatan ini penulis memilih bidang mata kuliah Mesin-Mesin Fluida, yaitu merencanakan sebuah Pompa Pemadam Kebakaran Api Pada Gedung Bertingkat Delapan dengan spesifikasi seperti yang terdapat pada lembaran Spesifikasi Tugas Sarjana.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini Penulis telah berupaya dengan segala kemampuan dalam pembahasan dan penyajian, baik dari ilmu yang diperoleh dari bangku kuliah, serta bimbingan dan arahan dosen pembimbing.

Dalam kesempatan ini Penulis menyampaikan Ucapan Terima Kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Drs. Dadan Ramdan, Eng. M.Sc, sebagai Dekan Fakultas Teknik UMA
2. Bapak Ir. H. Darianto, M.Sc., sebagai Ketua Jurusan Mesin UMA
3. Bapak Ir. A. Halim Nasution, M.Sc, sebagai Pembimbing I.
4. Bapak Ir. Chairuddin, sebagai Pembimbing II.

5. Orangtua serta saudara-saudara penulis yang telah memberikan bantuan moril maupun material sehingga selesainya tugas sarjana ini.
6. Bapak-bapak Staf Pengajar dan seluruh pegawai di Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
7. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik, Khusus Mesin yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas sarjana ini.

Penulis menyadari bahwa tugas ini tidak luput dari kekurangan dan kesalahan untuk itu, penulis mengharapkan adanya saran serta kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis mengharapkan Tugas Sarjana ini bermanfaat bagi kita semua dan mudah-mudahan Allah Yang Maha Kuasa memberkati kita, amin.

Medan, Mei 2003
Penulis,

Bentiardi

UNIVERSITAS MEDAN AREA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN MESIN

Agenda No :
Diterima Tgl. :
Paraf :

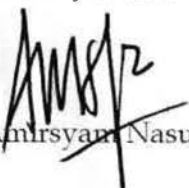
TUGAS RANCANGAN/ TUGAS AKHIR

N A M A : Bentiardi
NO. STAMBUK : 02.840.0024
MATA KULIAH : MESIN FLUIDA
SPESIFIKASI : Rancangan Sebuah Pompa Untuk Keperluan Pemadam Kebakaran, Yang Mampu Mengatasi Kebakaran Pada Gedung Bertingkat (8) Delapan.
Rancangan meliputi :
- Perhitungan kapasitas dan head pompa serta pemilihan type pompa.
- Perhitungan pompa.
- Pembahasan kelengkapan-kelengkapan pompa kebakaran.
- Gambar kerja pompa.
Diberikan Tanggal :
Selesai Tanggal :

Medan, 2003

Ketua Jurusan

Dosen Pembimbing


Ir. H. Amirsyam Nasution, MT


Ir. A. Halim Nasution, M.Sc.

Koordinator Rencana Tugas


Ir. H. Amirsyam Nasution, MT

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
SPESIFIKASI TUGAS	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR SIMBOL	ix
HURUF YUNANI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Urgensi Pemadam Kebakaran Pada Bangunan	1
I.2. Bangunan Bertingkat di Kota Medan	2
I.3. Peralatan Penanggulangan Kebakaran	2
I.4. Tindakan Prevektif Kebakaran	6
BAB II TEORI DASAR POMPA	7
II.1. Mesin-Mesin Fluida	7
II.2. Klasifikasi Pompa	8
II.3. Pemilihan Jenis Pompa	14
II.4. Pemilihan Kelengkapan Pompa	15

BAB III PENETAPAN SPESIFIKASI	19
III.1. Kapasitas Pompa	19
III.2. Head Pompa	26
III.3. Putaran Spesifik Pompa	33
III.4. Efisiensi Pompa	38
III.5. Daya Pompa	38
III.6. Motor Penggerak	39
III.7. Spesifikasi Pompa Yang Direncanakan	40
BAB IV PERHITUNGAN UKURAN-UKURAN UTAMA	41
IV.1. P o r o s	41
IV.2. P a s a k	44
IV.3. I m p e l l e r	47
IV.4. Perencanaan Sudu	59
IV.5. Perencanaan Rumah Pompa	65
IV.6. Gaya-Gaya Pada Pompa	73
IV.7. Pemilihan Bantalan	82
BAB V KESIMPULAN	85
V.1. Spesifikasi Pompa	85
V.2. Spesifikasi Motor Penggerak	85
V.3. Ukuran-Ukuran Pompa Dan Bahan	86

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

UNIVERSITAS MEDAN AREA

v

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/12/23

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)28/12/23

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1a dan 2.1b Pompa Torak dan Pluyer	9
Gambar 2.2. Pompa Putar (Rotary)	10
Gambar 2.3. Pompa Sentrifugal	11
Gambar 2.4. Pompa Peripheral	13
Gambar 2.5. Nozzel Type Konvergen	16
Gambar 2.6. Nozzel Type Konvergen Divergen	17
Gambar 2.7. Nozzel	18
Gambar 3.1. Lintasan Air Keluar Nozzel	20
Gambar 3.2. Instalasi Pompa	27
Gambar 3.3. Grafik Efisiensi Pompa	38
Gambar 4.1. Bentuk Ukuran Pasak	45
Gambar 4.2. Bentuk Penampang Impeller	48
Gambar 4.3. Lebar Sisi Impeller Dari Sisi Diffuser	50
Gambar 4.4. Segitiga Kecepatan Sisi Masuk	53
Gambar 4.5. Segitiga Kecepatan Sisi Keluar	57
Gambar 4.6. Segitiga Kecepatan Dengan Aliran Sirkulasi	59
Gambar 4.7. Bentuk Sudu Impeller	65

Gambar 4.8. Bentuk Sudu Diffuser	73
Gambar 4.9. Diameter Poros	77
Gambar 4.10. Selubung Poros	78
Gambar 4.11. Penampang Impeller	79
Gambar 4.12. Bantalan Gelinding	83



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel I. Kapasitas Nozzel	23
Tabel II Keadaan Penyemprotan Pada Kapasitas Nozzel Maksimum	24
Tabel III Keadaan Penyemprotan Pada Kapasitas Nozzel Minimum	24
Tabel IV Head Losses	32
Tabel V Pemilihan Harga β_2	55
Tabel VI Jari-Jari Busur Lingkaran Impeller	63
Tabel VII Jari-Jari Busur Lingkaran Diffuser	72
Tabel VIII Berat Tiap Segmen Poros	78
Tabel XI Berat Tiap Segmen Impeller	80

BAB I

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang sedang berkembang dan terus melaksanakan pembangunan-pembangunan di sana sini seperti halnya pembangunan kantor-kantor bertingkat, bank-bank, tempat perbelanjaan dan rumah-rumah penduduk, ini menandakan betapa pesatnya dan lancarnya pembangunan tersebut.

Dalam melaksanakan pembangunan ini banyak hal-hal lain yang juga menjadi perhatian serius seperti kebakaran. Banyak sudah kejadian kebakaran melanda kota-kota di dunia juga hutan-hutan, seperti halnya di kota Medan sendiri. Banyak perumahan rakyat pembangunan habis termakan api, untuk menjaga dan mengatasi hal tersebut cara-cara pencegahan dan mengatasinya yaitu seperti : unit pemadam pembakaran.

Kebakaran setiap saat dapat mengancam hal ini bisa saja terjadi karena kesibukan orang yang tinggal di kota, seringkali mereka lupa akan hal-hal yang dapat membahayakan kehidupan masyarakat seperti kebakaran.

I.1. Urgensi Pemadam Kebakaran Pada Bangunan

Memperhatikan kota Medan dan sekitarnya sebagai kota industri, niaga dan pusat pemerintahan daerah yang mempunyai pembangunan wilayah, maka banyak yang keluar masuk ke daerah ini, misalnya turis, tamu-tamu negara dan lain-lain.

Kesemuanya ini memerlukan penginapan (hotel) dan juga penduduk kota Medan dan sekitarnya yang semakin rapat (padat), sehingga dibutuhkan tempat-tempat hiburan, perbelanjaan dengan bangunan bertingkat.

Karena kesibukan orang-orang yang tinggal di kota Medan dan sekitarnya, seringkali mereka lupa akan hal-hal yang dapat membahayakan kehidupan masyarakat, misalnya : terjadi kebakaran. Tentu saja kecepatan rambat api berbeda-beda untuk setiap konstruksi bangunan, tergantung pada bahan bangunan yang digunakan.

I.2. Bangunan Bertingkat di Kota Medan

Bangunan yang ada di Kota Medan dan sekitarnya terdiri dari berbagai ragam bentuk konstruksinya, ada yang permanen, semi permanen seperti terbuat dari bahan kayu dan pada umumnya bertingkat. Rata-rata tinggi bangunan bertingkat (pertingkatnya 4 meter), maka tinggi bangunan 8 tingkat :

- 8 x 4 meter
- 32,0 meter

I.3. Peralatan Penanggulangan Kebakaran

Beberapa dan perlengkapan yang dibutuhkan dalam usaha penanggulangan khususnya kebakaran antara lain :

- Penanggulangan seketika yaitu : tangki kimia anti api, pasir, goni basa, air fire hydrant yang disediakan PDAM Tirtanadi.
- Penanggulangan berkelanjutan, yaitu mobil pemadam kebakaran.

Pada pemadam kebakaran peralatannya antara lain :

1. Pompa

Pompa pada mobil unit kebakaran berfungsi untuk memompakan air ke lokasi kebakaran atau dari sumber air ke lokasi kebakaran.

2. Motor Penggerak

Motor penggerak yang biasanya dipakai untuk menggerakkan pompa adalah motor listrik (elektro motor) dan motor bakar (internal combustion engine). Untuk pompa yang mudah dipindah-pindahkan atau portable, motor penggeraknya dipakai motor bakar dan untuk pompa stasioner dipakai elektromotor.

3. Hose (Selang Air)

Hose atau selang air terbuat dari kain kanvas dan karet yang berdiameter 2,5 s/d 6 inch.

4. Tangga

Tangga digunakan untuk alat bantu pemadam kebakaran agar mudah mencapai sasaran yang lebih tinggi.

5. Nozzel

Nozzel digunakan untuk menyemprot air ke lokasi kebakaran dan juga mengubah kecepatan air. Nozzel dipasang pada ujung slang.

6. Sumber Air

Sumber air untuk pemadam kebakaran di dalam kota Medan adalah sebagai berikut :

- Sungai
- Sumur
- Fire hydrant PDAM Tirtanadi

Penggunaan sumber air ini tergantung pada letak lokasi kebakaran dan pada saat ini sumber air pemadam kebakaran banyak diambil dari PDAM Tirtanadi. Sungai sebagai sumber air masih susah dijangkau karena letak jangkauan air dari jalan raya cukup jauh. Semakin berkembangnya jaman semakin berkembang pula pembangunan di sana-sini, seperti bangunan-bangunan bertingkat dan lain sebagainya, dan apabila terjadi kebakaran mengakibatkan banyaknya kerugian, baik berupa materi maupun korban jiwa. Hal ini terjadi karena sulitnya mengatasi kebakaran yang terjadi. Masalah utamanya adalah akibat ketiadaan air pada setiap lokasi kebakaran.

Untuk mengatasi hal-hal ini, pemerintah mewajibkan untuk gedung-gedung besar untuk menyediakan racun api serta perlengkapannya, pembuatan sumur pada setiap lokasi yang besar kemungkinannya terjadi kebakaran dan pembuatan hydrant pilar pada pusat-pusat kota, pinggir-pinggir jalan dan sekeliling gedung bertingkat yang sumber airnya diambil dari pipa air minum.

Hydrant pilar adalah sebuah alat bantu untuk memperoleh air dari pipa air minum yang pada umumnya digunakan untuk mensuplai ke pemadam kebakaran.

Hydrant pilar ini pada keadaan tidak beroperasi katupnya tertutup sehingga air tidak keluar, dan pada saat air dibutuhkan katup ini dapat dibuka dengan jalan membuka keran.

Hydrant pilar ini dapat digunakan secara langsung dengan suplai air ke lokasi kebakaran dengan menggunakan slang yang satu ujungnya terdapat sebuah Nozzel yang berfungsi untuk mengarahkan pancaran air ke lokasi kebakaran, dengan cara slang dihubungkan ke saluran keluar dari pipa hydrant sebelum katup dibuka.

Apabila lokasi kebakaran untuk dicapai air yang langsung dari hydrant pilar, misalnya : untuk gedung-gedung bertingkat ataupun lokasi yang jauh dari hydrant pilar, maka hydrant pilar merupakan sumber air yang terdekat dengan unsur kebakaran.

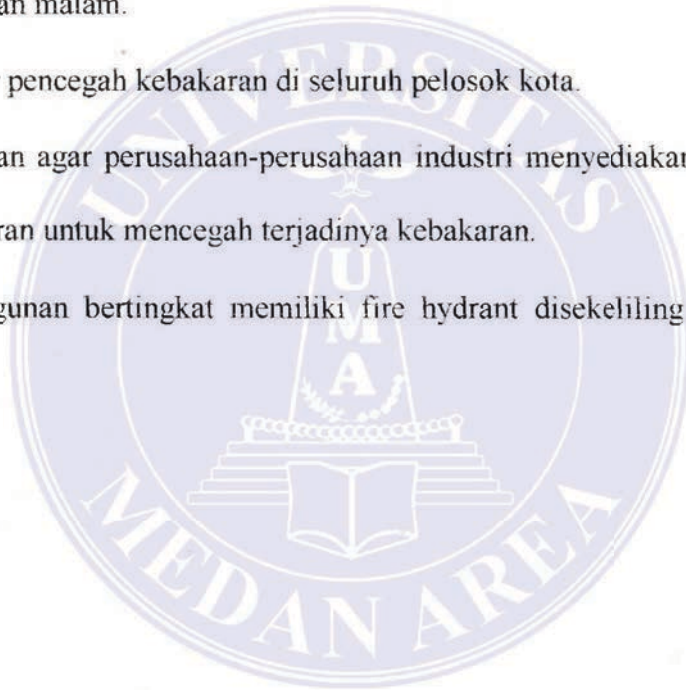
Cara mengambil air dari PDAM Tirtanadi dilakukan melalui hydrant pilar adalah sebagai berikut :

Pada pipa air minum dibuat sambungan T dan pada sambungan T tersebut dibuat katup (Valve) yang berguna untuk membuka dan menutup aliran air, kemudian pipa T ini disambungkan dengan sebuah pipa menuju permukaan tanah, lalu hydrant pilar ini didudukan pada pipa. Jika katup (valve) dibuka, maka air akan mengalir pada pipa T dan terus naik ke atas menuju saluran keluar hydrant pilar.

I.4. Tindakan Prevektif Kebakaran

Untuk menjaga agar kebakaran jangan sering terjadi, maka pemerintah mengambil langkah-langkah seperti :

- Membuat lokasi perubahan yang baru secara teratur
- Membuat jalan atau gang-gang yang dapat dilalui mobil pemadam kebakaran.
- Mendapatkan mobil unit pemadam kebakaran di pusat kota dengan petugas yang siap sedia siang dan malam.
- Membuat pipa air pencegah kebakaran di seluruh pelosok kota.
- Membuat peraturan agar perusahaan-perusahaan industri menyediakan peralatan pemadam kebakaran untuk mencegah terjadinya kebakaran.
- Mewajibkan bangunan bertingkat memiliki fire hydrant disekeliling bangunan tersebut.



BAB II

TEORI DASAR POMPA

II.1. Mesin-Mesin Fluida

Dalam kehidupan sehari-hari mesin-mesin fluida memegang peranan penting di dalam membantu usaha-usaha manusia. Mesin-mesin adalah mesin yang dapat mengubah energi mekanis poros menjadi energi potensial atau sebaliknya mesin yang dapat mengubah energi kerja menjadi energi mekanis poros.

Ditinjau dari segi perubahan energi fluida dapat dibedakan atas dua golongan yaitu :

a. Mesin kerja

Mesin kerja dapat mengubah energi poros menjadi energi potensial fluida, misalnya :

- Pompa
- Blower
- Kompresor
- Fan

b. Mesin tenaga

Mesin yang dapat mengubah tenaga (energi) mekanis fluida menjadi energi poros, misalnya :

- Turbin air
- Kincir air
- Kincir angin

Karena perencanaan ini adalah mengenai perencanaan pompa untuk pemadaman kebakaran, maka pembahasan selanjutnya dibatasi pada pompa saja.

Pompa adalah salah satu mesin-mesin fluida yang berfungsi untuk mengubah energi mekanis poros menjadi energi potensial kerja fluida (zat cair). Secara umum pompa bertujuan untuk memindahkan zat cair dari suatu tempat ke tempat lain yang lebih tinggi. Fluida dapat berubah aliran bilamana terdapat perbedaan tekanan.

II.2. Klasifikasi Pompa

Pompa dapat diklasifikasikan dalam dua golongan utama berdasarkan konstruksi, yaitu :

1. Pompa Tekanan Statis (*Displacement Pump*)

Pompa tekanan statis adalah pompa yang secara langsung memberikan berdasarkan fluida di dalam rumah pompa melalui torak, plunyer dan rotor yang berputar.

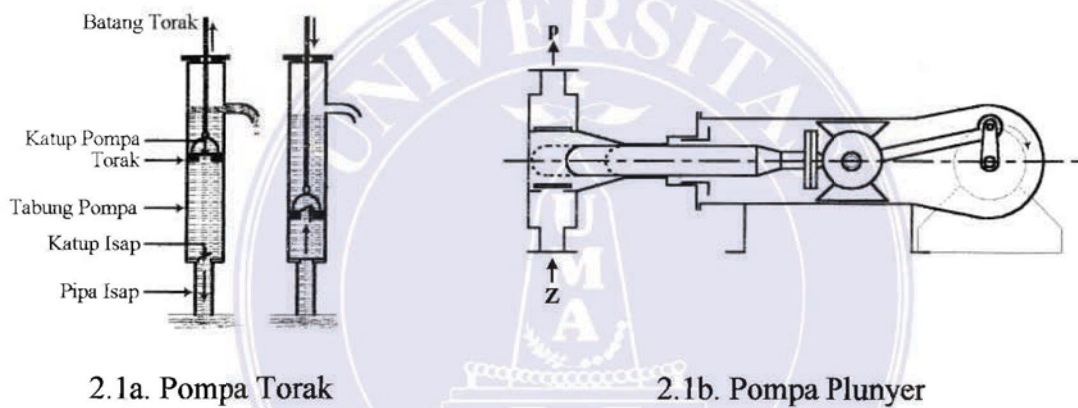
a. Pompa Bolak-Balik (*Reciprocating Pump*)

Pompa bolak-balik mempunyai tiga bagian yang bergerak yang diperlukan untuk beroperasi, yaitu :

- Katup isap
- Katup tekan
- Torak dan plunyer

Fluida yang bertekanan rendah diisap melalui katup isap kemudian ditekan oleh torak dan plunyer, sehingga tekanan statis naik dan fluida keluar melalui katup tekan, seperti terlihat pada gambar 2-1a dan 2-1b.

Contoh : pompa torak dan plunyer



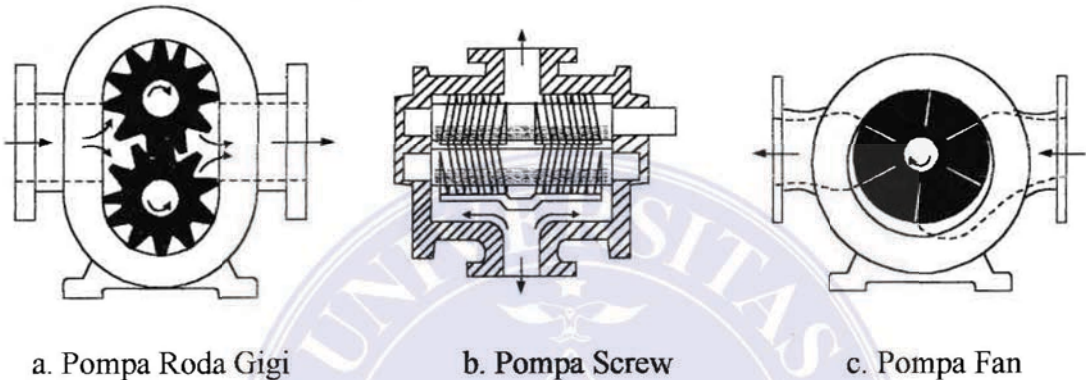
Gambar 2.1a dan 2.1b Pompa Torak dan Plunyer

b. Pompa Putar (Rotary)

Pompa ini mempunyai bagian utama berupa rotor yang bergerak dalam rumah (stator) dimana fluida diisap melalui sisi isap, kemudian dikurung diantara rotor dan rumah pompa dan didorong keluar dengan gerakan putar, seperti pada gambar 2-2.

Contoh pompa jenis ini adalah :

- a. Pompa roda gigi
- b. Pompa Screw
- c. Pompa Fan



a. Pompa Roda Gigi

b. Pompa Screw

c. Pompa Fan

Gambar 2.2. Pompa Putar (Rotary)

2. Pompa Tekanan Dinamis (Dynamic Pump)

Pompa tekanan dinamis menaikkan tekanan fluida dengan cara memutar impeller, dengan cara memberikan kerja fluida dengan menggunakan sudut-sudut. Jadi pada pompa tekanan dinamis ini fluida tidak secara langsung menerima tekanan, akan tetapi terlebih dahulu menerima energi kinetis dari impeller yang kemudian dirubah menjadi energi potensial oleh rumah dan diffuser pompa.

Yang termasuk jenis pompa ini adalah :

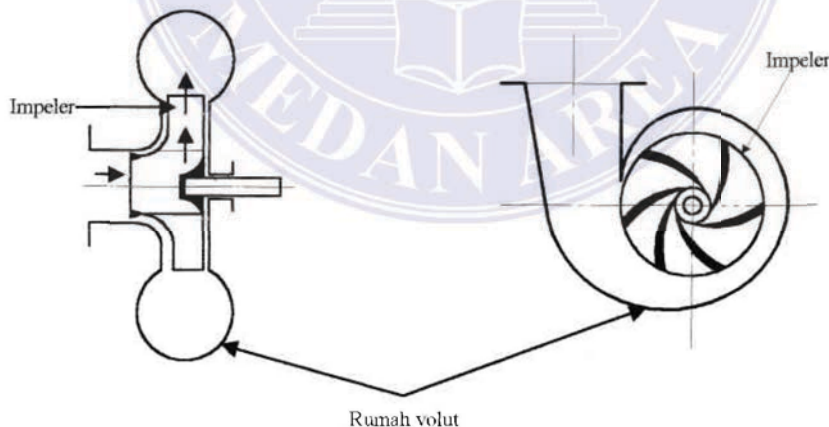
- a. Pompa sentrifugal (Centrifugal Pump)
- b. Pompa peripheral

a. Pompa Sentrifugal (*Contrifugal Pump*)

Pompa sentrifugal pada prinsipnya terdiri dari tiga bagian utama, yaitu :

- Impeller
- Casing (rumah pompa)
- Poros dan Penggerak

Impeller terpasang pada poros penggerak dan dapat bergerak bebas dalam casing. Dimana casing ini mempunyai bentuk yang khas, yakni membesar ke arah sisi tekan. Fluida mengalir di antara sudu-sudu yang berputar, dimana fluida ini menerima gaya sentrifugal yang mengakibatkan pertambahan kecepatan fluida yang kemudian di dalam volute dirubah menjadi energi tekan/potensial menuju pipa tekan. Karena head yang dihasilkan adalah akibat gaya sentrifugal, maka pompa ini disebut pompa sentrifugal. Konstruksi pompa ini dapat dilihat pada gambar 2-3 dibawah ini.



Gambar 2.3. Pompa Sentrifugal

Secara umum pompa sentrifugal dapat digolongkan atas :

1. Pompa Radial

Pompa radial adalah pompa yang sedemikian rupa, sehingga aliran zat cair yang keluar dari impeller akan tegak lurus dengan poros pompa.

Pompa aliran radial mempunyai head yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan pompa jenis lain, tetapi kapasitasnya lebih kecil. Untuk menambah kapasitasnya bisa digunakan Impeller double suction. Pompa jenis ini mampu bekerja dengan head yang tinggi.

2. Pompa Aliran Campuran

Pompa aliran campuran adalah pompa yang sedemikian rupa sehingga aliran fluida meninggalkan impeller akan bergerak sepanjang kerucut di dalam pompa. Jadi arah alirannya membentuk sudut lancip terhadap poros pompa. Dengan kata lain aliran buangnya sebagian ke arah radial dan sebagian ke arah axial sehingga disebut pompa aliran campuran.

Jika dibandingkan dengan pompa jenis radial, maka pompa ini mempunyai head yang lebih rendah, namun mempunyai kapasitas yang lebih besar. Head yang diberikan pompa jenis ini sebagian disebabkan oleh gaya sentrifugal dan sebagian lagi oleh tolakan impeller.

3. Pompa Aliran Axial

Pompa aliran axial adalah pompa sedemikian rupa sehingga aliran fluida impeller sejajar dengan poros dan bergerak sepanjang permukaan sisi luar. Kontruksi



pompa ini mirip dengan pompa aliran campuran kecuali bentuk impeller dan diffuser keluarnya.

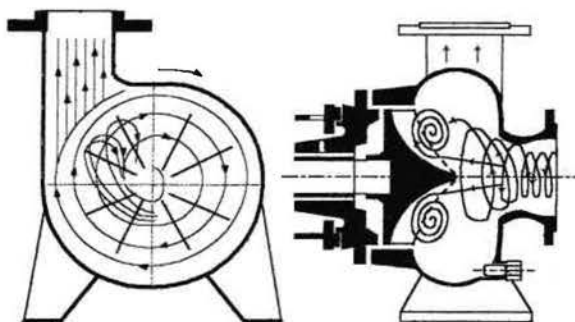
Jika dibandingkan dengan pompa aliran campuran dan pompa aliran radial, maka pompa aliran axial mempunyai head yang paling rendah, tetapi kapasitasnya lebih besar. Pada pompa jenis ini semua head yang dihasilkan adalah hasil tolakan sudu-sudu, sehingga alirannya hampir seluruhnya axial. Pompa jenis ini sering juga disebut pompa jenis propeller.

4. Pompa Efek Khusus

Pompa efek khusus merupakan salah satu jenis pompa tekanan dinamis, dimana kenaikan tekanan dalam fluida secara spesifik. Beberapa pompa jenis ini adalah jet pump, elektromagnetik pump, hidraulik pump, dan lift pump.

b. Pompa Peripheral

Pompa peripheral termasuk golongan pompa tekanan dinamis dimana penambahan energi pada fluida dengan memutar impeller-impellernya. Pompa ini impellernya tidak dapat dipasang terpisah melainkan dipasang pada sisi samping rumah, seperti pada gambar 2-4 di bawah ini :



Gambar 2.4. Pompa Peripheral

Impeller yang sedang berputar akan menaikkan energi dari fluida yang berada dalam rumah pompa, gerak rotasi dari aliran fluida pada ujung sisi masuk/isap pompa, saluran isap rumah pompa biasanya sama besar dengan saluran keluar rumah pompa. Pompa ini sering digunakan untuk air golongan yang sangat kotor atau limbah.

II.3. Pemilihan Jenis Pompa

Di dalam jenis pompa yang akan dipergunakan dapat diambil sebagai bahan pertimbangan :

- Pompa harus sanggup melayani kebutuhan yang diminta
- Mempunyai efisiensi yang tinggi
- Mempunyai konstruksi yang sederhana
- Mempunyai maintenance yang rendah
- Mempunyai harga awal yang murah

Dari uraian sebelumnya telah dijelaskan klasifikasi pompa satu persatu. Bila dipakai pompa torak kurang memenuhi karena :

- Kontinuitas tidak merata
- Kapasitas kecil walaupun head besar
- Konstruksinya rumit
- Tidak dapat beroperasi pada putaran tinggi
- Hanya dapat mengalirkan fluida basah

Bila dipakai pompa rotary kurang memenuhi karena pompa rotary mempunyai kerugian hampir sama dengan pompa torak dan gesekan yang terjadi antara rotor dan statornya besar.

Bila dipakai pompa sentrifugal dapat memenuhi persyaratan oleh karena :

- Dapat mengalirkan air secara kontiniu
- Mempunyai kapasitas yang besar dan head yang tinggi
- Dapat beroperasi pada putaran tinggi
- Mempunyai bobot yang ringan, konstruksinya lebih sederhana
- Dapat digerakkan langsung oleh elektro dan engine
- Perawatan lebih sederhana

II.4. Pemilihan Kelengkapan Pompa

Untuk pemadaman kebakaran pemilihan bagian pompa merupakan suatu masalah yang sangat penting, pemilihan tersebut adalah :

1. Pemilihan Hose

Pada pompa pemadaman kebakaran sistem pompanya dipergunakan hose atau slang karena :

- Slang fleksibel sehingga dapat digulung bila tidak dipakai dan tidak memerlukan tempat yang banyak dalam penyimpanannya.
- Slang ringan sehingga mudah diangkat.
- Mudah pemasangannya pada waktu pompa berjalan.

- Dapat dipakai pada tempat beroperasi yang berpindah-pindah

Pemilihan slang tergantung dari pada tekanan kerja, sistem instalasi, temperatur kerja dan volume yang dialirkan.

Slang secara umum diukur dari diameter dalam, dengan diameter 6 inch dan 2,5 inch. Pada perencanaan ini bahan slang yang dipakai adalah bahan plastik tubing yang terbagi atas tiga bagian dasar, yaitu :

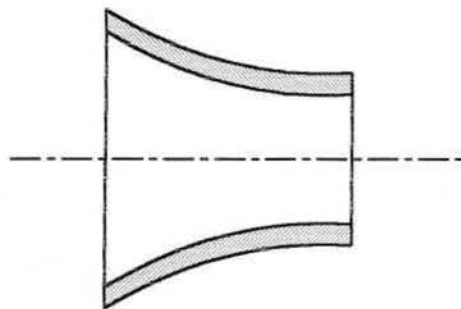
- Nilon
- Polyethelene
- Vinil (polivinil Chlorid)

2. Pemilihan Nozzel

Nozzel untuk pemadaman kebakaran berguna untuk mempertinggi aliran sehingga dapat mencapai ketinggian yang diperlukan sewaktu menyemprotkan air ke nyala api.

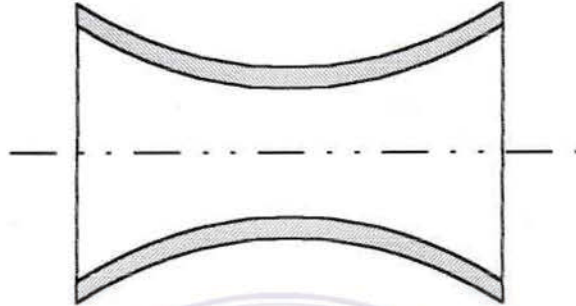
Type-type dari nozzel

- Type Konvergen
- Type Konvergen Divergen



Gambar 2.5. Nozzel Type Konvergen

Nozzel untuk type konvergen biasanya digunakan untuk fluida inkompresible (cair) di mana fluida yang keluar dari nozzel akan terpusat atau terkumpul.

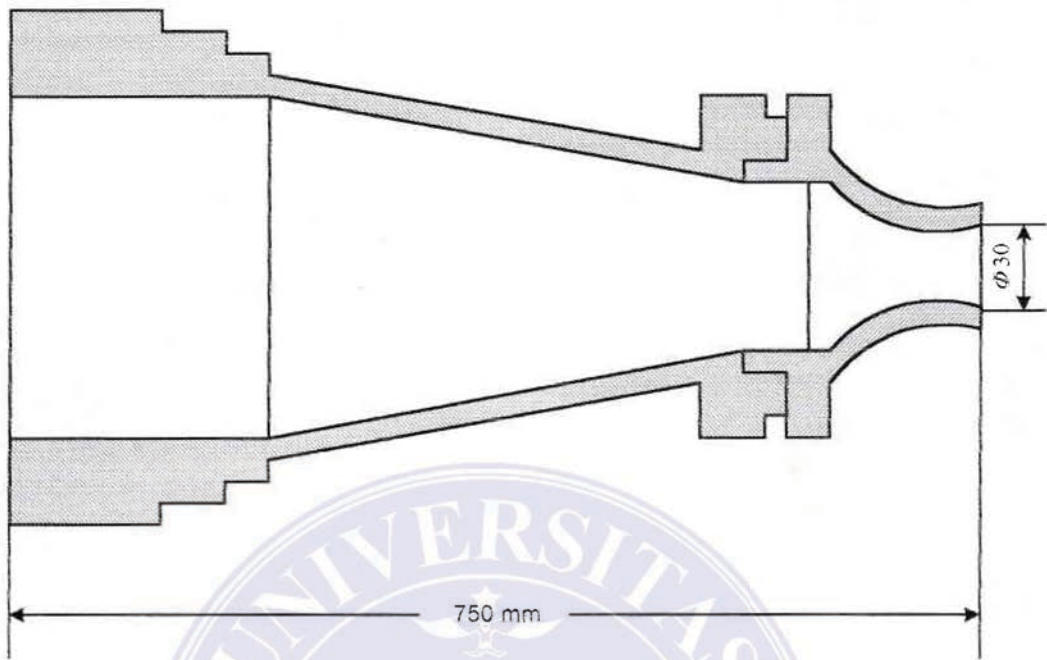


Gambar 2.6. Nozzel Type Konvergen Divergen

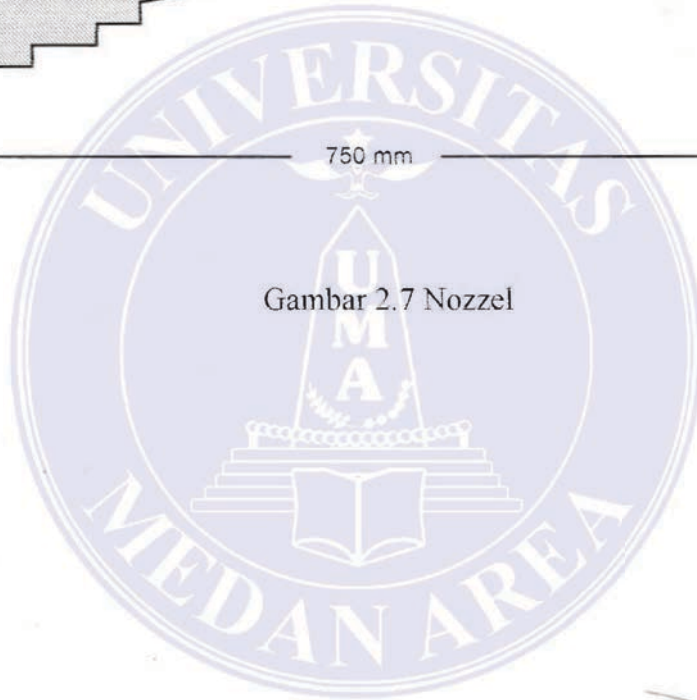
Nozzel type konvergen divergen biasanya dipergunakan untuk fluida kompresible atau gas, dimana fluida yang keluar dari nozzel tersebut akan menyebar. Nozzel type ini biasanya juga dipergunakan untuk fluida inkompresible dimana penggunaannya untuk keperluan perkebunan, misalnya untuk penyiramam tanaman yang masih kecil.

Dari kedua nozzel di atas, maka untuk mobil pemadaman kebakaran dipakai nozzel tupe konvergen, karena untuk pemadaman kebakaran selain kecepatan fluida yang dipancarkan kapasitasnya mencukupi dan terkumpul untuk memadamkan api.

Nozzel yang biasa dipakai untuk mobil pemadaman kebakaran adalah nozzel dengan diameter : 20,23,26 dan 30 mm.



Gambar 2.7 Nozzel



BAB III

PENETAPAN SPESIFIKASI

III.1. Kapasitas Pompa

Kapasitas pompa adalah jumlah fluida yang dapat dipindahkan dalam satu-satuan waktu. Jumlah air yang dipompakan tergantung pada volume tangki dan kapasitas aliran di dalam hydrant yang tersedia di kota Medan.

Pada dasarnya pengambilan air diambil dari pipa hydrant, karena di seluruh kota Medan sudah terdapat pipa distribusi air minum (hydrant) yang bertekanan sehingga mampu menaikkan air sekitar 3 meter.

Pada pemakaian pompa ini, air yang dipompakan harus dapat mencapai nyala api secara langsung. Pada perencanaan ini pompa yang digunakan adalah untuk pompa pemadam kebakaran dengan :

- Tinggi bangunan (8 tingkat x 4 meter) = 32 m.
- Tinggi pompa dari permukaan tanah = 1 m.
- Tinggi percikan air dari puncak bangunan = 13 m.

Gambar di bawah ini adalah sket operasi dari pemadaman kebakaran, sket ini dipakai untuk menganalisa kapasitas pompa, dimana kapasitas adalah perkalian antara kecepatan dengan luas penampang.

Secara matematis :

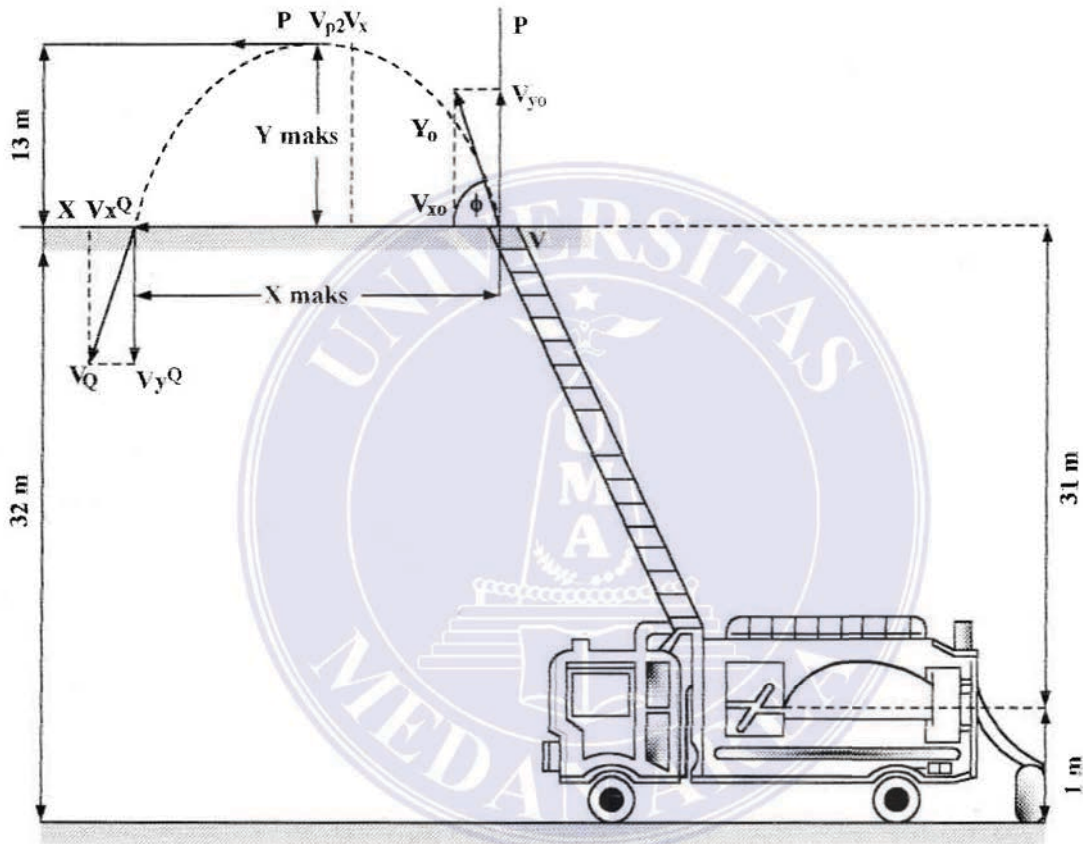
$$Q = V \times A$$

Dimana :

Q = Kapasitas (m^3/det)

V = Kecepatan (m/det)

A = Luas Penampang



Gambar III.1. Lintasan Air Keluar Nozzel

Lintasan air melalui nozzel memenuhi gerak parabola, maka berlaku persamaan gerak parabola :

$$V_y = V_o \cdot \sin \phi - gt$$

$$V_y = 0$$

Maka : $0 = V_o \cdot \sin \varnothing - gt$

$$t = \frac{V_o \cdot \sin \varnothing}{g} \dots\dots\dots (1)$$

t = waktu mencapai tinggi maksimum

ketinggian maksimum adalah :

$$Y_{maks} = V_o \cdot t \sin \varnothing - \frac{1}{2} gt^2 \dots\dots\dots (2)$$

Dari persamaan (1) dan (2) akan didapat :

$$Y_{maks} = \frac{V_o^2 \cdot \sin^2 \varnothing}{2g} \dots\dots\dots (3)$$

Jarak penembakan maksimum :

$$X_{maks} = V_o \cdot t \cdot \cos \varnothing \dots\dots\dots (4)$$

Dari persamaan (1) dan (4) akan didapat :

X akan maksimum apabila : $\varnothing = 45^0$

Dimana :

V_o = Kecepatan awal/air keluar Nozzel

Y_{maks} = Ketinggian maksimum pancaran air

t = Waktu

g = Percepatan gravitasi bumi

X_{maks} = Jarak maksimum

Maka dari persamaan-persamaan di atas dapat dicari besarnya kapasitas nozzel.

Tinggi maksimum (Y_{maks}) = 13 m.

$$Y_{\text{maks}} = \frac{V_0^2 \cdot \sin^2 \theta}{2g}$$

$$13 = \frac{V_0^2 \cdot \sin^2 45}{2 \times 9,81}$$

maka :

$$V_0 = 22,59 \text{ m/det}$$

Waktu untuk mencapai tinggi maksimum adalah :

$$t = \frac{V_0 \cdot \sin \theta}{g}$$

$$t = \frac{22,59 \cdot \sin 45}{9,81}$$

$$t = 1.63 \text{ det}$$

Jarak penembakan maksimum

$$\begin{aligned} X_{\text{maks}} &= \frac{V_0^2 \cdot \sin^2 \theta}{2g} \\ &= \frac{(22,59)^2 \cdot \sin 2(45)}{2 \cdot 9,81} \end{aligned}$$

$$X_{\text{maks}} = 26,0$$

Kapasitas nozzel dihitung sesuai dengan persamaan :

$$Q_n = V_n \cdot A_n$$

Dimana :

$$Q_n = \text{Kapasitas nozzel (m}^3\text{/det)}$$

$$V_n = V_0 = \text{Kecepatan aliran pada nozzel (m/det)}$$

$$\begin{aligned} A_n &= \text{Lusa penampang nozzel (m}^2\text{)} \\ &= \frac{\pi}{4} \cdot (0,02)^2 \end{aligned}$$

Sebagai contoh perhitungan dimana $d_n = 20 \text{ mm}$, sehingga diperoleh :

$$A_n = \frac{\pi}{4} \cdot (0,02)^2$$

Sehingga

$$\begin{aligned} Q_n &= 22,59 \times 0,00031 \\ &= 0,0071 \text{ m}^3/\text{det} \\ &= 0,43 \text{ m}^3/\text{menit} \end{aligned}$$

Nozzel yang dipergunakan pada mobil unit pemadam kebakaran mempunyai diameter yang bervariasi, dengan cara yang sama dengan perhitungan di atas, maka hasil perhitungan dapat ditabelkan sebagai berikut :

Tabel I Kapasitas Nozzel

D (mm)	Vn = Vo (m/det)	Qn (m ³ /menit)
20	22,59	0,43
23	22,59	0,56
26	22,59	0,72
30	22,59	0,96

Dari tabel I dapat dilihat kapasitas nozzel maksimum 0,96 m³/menit, dan minimum 0,43 m³/menit.

Untuk kapasitas nozzel maksimum pada setiap diameter nozzel yang berbeda, maka keadaan penyemprotan adalah seperti pada tabel II dibawah ini.

Tabel II Keadaan Penyemprotan Pada Kapasitas Nozzel Maksimum

dn (mm)	Qn (m ³ /menit)	Vn (m/det)	t (detik)	X _{maks} (m)	Y _{maks} (m)
20	0,96	50,93	3,67	132,2	66,1
23	0,96	38,51	2,78	75,59	37,8
26	0,96	30,14	2,17	46,3	23,15
30	0,96	22,64	1,63	26,13	13,07

Untuk kapasitas nozzel minimum pada setiap diameter nozzel yang berbeda, maka keadaan penyemprotan adalah seperti pada tabel dibawah ini;

Tabel III Keadaan Penyemprotan Pada Kapasitas Nozzel Minimum

dn (mm)	Qn (m ³ /menit)	Vn (m/det)	t (detik)	X _{maks} (m)	Y _{maks} (m)
20	0,43	22,81	1,64	26,52	13,26
23	0,43	17,25	1,24	15,17	7,59
26	0,43	13,49	0,97	9,28	4,64
30	0,43	10,14	0,73	5,24	2,62

Dari tabel II dapat dilihat bahwa kapasitas nozzel 0,96 m³/menit jarak penembakan dapat mencapai 132,2 m. Jarak sejauh sulit untuk memadamkan api, karena air yang disemprotkan akan menyebar sehingga pemakaian air kurang efisien.

Dari tabel III untuk kapasitas nozzel 0,443 m³/menit. Tinggi maksimumnya memenuhi dan memungkinkan untuk memadamkan api lebih cepat, dengan demikian pemakaian dapat diselesaikan dengan tinggi bangunan dimana kebakaran terjadi. Jadi dipilih kapasitas nozzel sebesar 0,43 m³/menit.

Karena mobil pemadaman kebakaran menggunakan 2 (dua) nozzel, maka ditetapkan kapasitas pompa (Qp) = 2 x kapasitas nozzel.

Maka :

$$Q_p = 2 \times 0,43$$

$$= 0,86 \text{ m}^3/\text{menit}$$

Kapasitas aliran pada pipa hisap (suction hose) = V_s

Dimana :

= Kapasitas pompa

$$= 0,86 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$= 0,0143 \text{ m}^3/\text{det}$$

A = luas penampang pipa hisap

$$= \frac{\pi}{4} \cdot d_s$$

d_s = diameter pada pipa hisap

$$= 6 \text{ inch} = 0,1523$$

maka $= A_s = \frac{\pi}{4} \cdot (0,1523)^2$

$$= 0,0182 \text{ m}^2$$

sehingga :

$$V_s = \frac{0,0143}{0,0182}$$

$$V_s = 0,79 \text{ m/det}$$

Kecepatan aliran pada pipa buang (delivery hose) = V_d

$$V_d = \frac{Q_n}{A_d}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} Q_n &= \text{Kapasitas nozzel} \\ &= 0,43 \text{ m}^3/\text{menit} \\ &= 0,0072 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

$$A_d = \frac{\pi}{4} \cdot (d_d)^2$$

Dimana :

$$\begin{aligned} d_d &= \text{diameter pada pipa buang} \\ &= 2,5 \text{ inch} = 0,0635 \text{ m} \end{aligned}$$

maka :

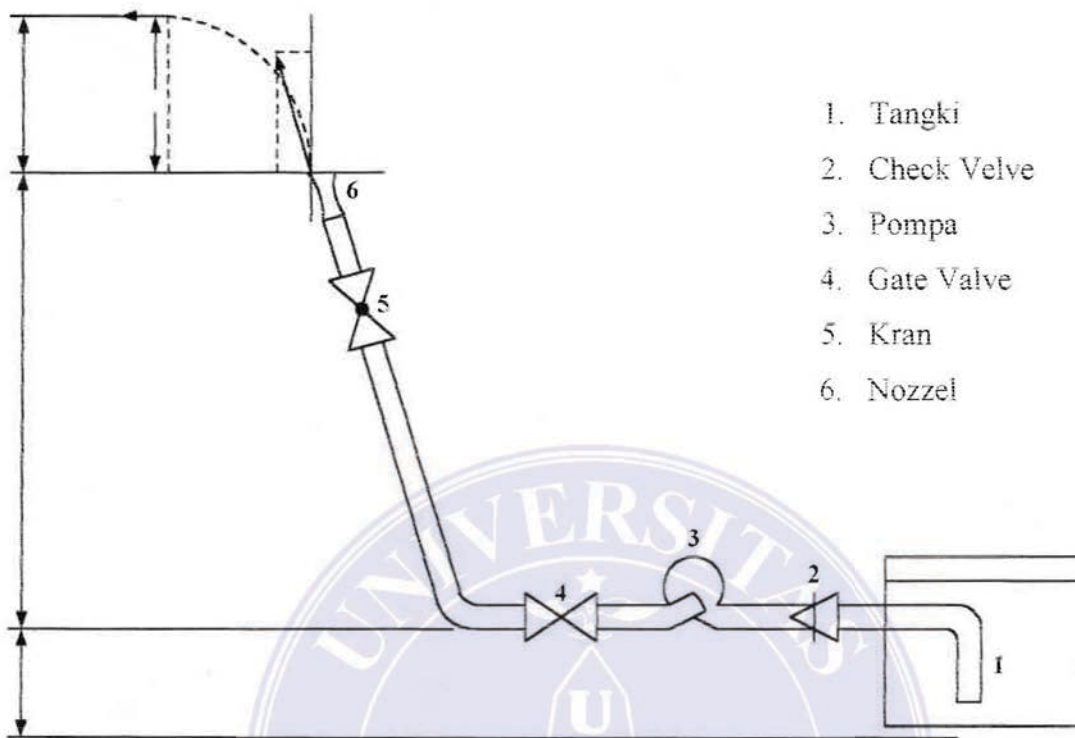
$$\begin{aligned} A_d &= \frac{\pi}{4} \cdot (0,0635)^2 \\ &= 0,00317 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

sehingga :

$$\begin{aligned} V_d &= \frac{0,0072}{0,00317} \\ V_d &= 2,26 \text{ m/det} \end{aligned}$$

III.2. Head Pompa

Head total pompa yang disediakan untuk mengalirkan sejumlah air dapat ditentukan dari jumlah instalasi yang akan dilayani pompa, seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 3.2. Instalasi Pompa

Secara matematis head total pompa adalah :

$$H_p = h_s + \Delta H_p + h_l + \frac{V_n^2}{2g}$$

Dimana :

H_p = head total pompa (m)

h_s = head statis total pompa (m)

ΔH_p = perbedaan head tekanan pada kedua permukaan air (m)

h_l = berbagai kenyataan head pipa

$\frac{V_n^2}{2g}$ = head kecepatan keluar (V nozzel)

g = percepatan gravitasi (m/det^2)

dari gambar di atas diperoleh :

- Head statis total (h_s) = 31 m
- Perbedaan head tekanan pada kedua permukaan air = 0, karena masing-masing terbuka ($\Delta H_p = 0$)
- Head losses pada pipa :

1. Pipa hisap (H_{ls})

Pada pipa hisap terdapat komponen-komponen :

a. Belokan 90°

$$H_{lsb} = k \frac{V_s^2}{2g}$$

Dimana : k = koefisien faktor belokan $90^\circ = 0,3$

Sehingga :

$$h_{lsb} = 0,3 \frac{(0,79)^2}{2,9,81} = 0,01 \text{ m}$$

b. Cheek Valve

$$h_{lsc} = k \frac{V_s^2}{2g}$$

dimana : k = koefisien faktor cheek valve = 2

sehingga :

$$h_{lsc} = 2 \frac{(0,79)^2}{2,9,81} = 0,064 \text{ m}$$

c. Gerakan pada pipa

$$h_{lsf} = f \cdot \frac{L_s V_s^2}{d_s 2g}$$

Dimana :

f = koefisien gesekan pada pipa hisap (suction hose),
tergantung bilangan Re & Σ/d_s

L_s = panjang pipa hisap = 2,5 m

d_s = diameter pipa hisap = 0,1523 m

V_s = kecepatan pada pipa hisap = 0,79 m/det

$$Re = \frac{V_s \cdot d_s}{\nu}$$

$$Re = \frac{0,79 \times 0,1523}{0,893 \cdot 10^{-6}}$$

$$Re = 1,4 \cdot 10^5$$

Bahan untuk pipa hisap adalah : drawn tubing

Dengan $\Sigma = 0,0015$ m

$$\text{Sehingga : } \Sigma/d_s = \frac{0,0015}{0,1523} = 9,8 \cdot 10^3$$

Dari diagram moody dengan $Re = 2,5 \cdot 10^5$ dan $\Sigma/d_s = 9,8 \cdot 10^3$ didapat :

$$f = 0,038$$

$$\text{sehingga : } h_{lsf} = 0,038 \cdot \frac{2,5 \cdot (0,79)^2}{0,1523 \cdot 2 \cdot 9,81} = 0,02 \text{ m}$$

sehingga :

$$\begin{aligned}
 &= h_{lsf} + h_{lsb} + h_{lsc} + h_{lsf} \\
 &= 0,01 + 0,064 + 0,02 \\
 &= 0,094 \text{ m}
 \end{aligned}$$

2. Pipa buang

Pada pipa buang (delivery hose) terdapat komponen :

a. Katup gerbang

$$h_{lgv} = k \cdot \frac{Vd^2}{2g} \text{ dimana, } k = \text{koefisien faktor katup gerbang} = 0,2$$

$$\begin{aligned}
 Vd^2 &= \text{kecepatan pada pipa buang} \\
 &= 2,26 \text{ m/det}
 \end{aligned}$$

$$\text{sehingga : } h_{lgv} = \frac{0,2 \cdot (2,26)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,05 \text{ m}$$

b. Belokan 45⁰

$$h_{lsb} = k \cdot \frac{Vd^2}{2g} \text{ dimana, } k = \text{koefisien faktor belokan } 45^0 = 0,15$$

$$\text{sehingga : } h_{lsb} = 0,15 \cdot \frac{(2,26)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,04 \text{ m}$$

c. Kran

$$h_{lk} = k \cdot \frac{Vd^2}{2g} \text{ dimana, } k = \text{koefisien faktor kran} = 0,2$$

$$\text{sehingga : } h_{lk} = 0,2 \cdot \frac{(2,26)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,05 \text{ m}$$

d. Gesekan pada pipa buang (hldf)

$$h_{ldf} = f \frac{L_d V_d^2}{d_d 2g}$$

dimana : L_d = panjang pipa buang = 25 m

d_d = diameter pada pipa buang = 0,0636 mm

f = koefisien gesekan pada pipa buang tergantung Re

& Σ/d_d

$$Re = \frac{V_d \cdot d_d}{\nu}$$

dimana :

$$V = 0,893 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{det}$$

$$Re = \frac{2,26 \cdot 0,0635}{0,893 \cdot 10^{-6}} = 1,6 \cdot 10^5$$

Bahan untuk pipa buang adalah drawn tubing, dengan $\Sigma = 0,0015$ m

Sehingga :

$$= \Sigma/d_d$$

$$= 0,0015 / 0,0635$$

$$= 0,024$$

dari diagram moody dengan $Re = 1,6 \cdot 10^5$ dan $\Sigma/d_d = 0,024$ didapat

$$f = 0,054$$

$$\text{sehingga : } h_{ldf} = 0,054 \frac{25}{0,0635} \cdot \frac{(2,26)^2}{2 \cdot 9,81} = 5,53 \text{ m}$$

e. Kerugian pada nozzel (H_{ln})

$$H_{ln} = k \cdot \frac{V_n^2}{2g}$$

dimana :

k = koefisien faktor permasalahan (0,5 – 0,9)

k = 0,7 (ditetapkan)

V_n = kecepatan pada nozzel

Untuk diameter nozzel yang berbeda-beda dengan kapasitas nozzel yang tetap, maka kecepatan aliran pada masing-masing nozzel berbeda-beda (Tabel III) dan head losses pada nozzel dapat diperoleh seperti tabel di bawah ini :

Tabel IV Head Losses

D _n (mm)	V _n (m/det)	K	h _{ln} (m)
20	22,81	0,7	18,56
23	17,25	0,7	10,62
26	13,49	0,7	6,49
30	10,14	0,7	3,67

Dari tabel di atas head losses yang paling besar adalah 18,56 m pada diameter yang paling kecil, sehingga H_{ln} = 18,56 m

$$\begin{aligned} \text{Sehingga : } H_{ld} &= h_{lgv} + h_{lsb} + h_{ldf} + h_{ln} \\ &= 0,05 + 0,04 + 0,05 + 5,53 + 18,56 \\ &= 24,23 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka total head losses} &= h_{ls} + h_{ld} \\ &= 0,094 + 24,23 \\ &= 24,32 \text{ m} \end{aligned}$$

Head kecepatan keluar

$$\text{Head kecepatan keluar} = \frac{Vn^2}{2g} = \frac{(22,81)^2}{2 \cdot 9,81} = 26,52 \text{ m}$$

Maka diperoleh head total pompa

$$\begin{aligned} H_p &= h_s + \Delta h_p + h_l + Vn^2/2g \\ &= 21 + 0 + 24,32 + 26,52 \\ &= 71,84 \text{ m} \\ &= 72 \text{ m (dibulatkan)} \end{aligned}$$

III.3. Putaran Spesifik Pompa

Putaran pompa berkaitan dengan motor pemadam kebakaran, karena pompa ini langsung digerakkan oleh motor penggerak sistem transmisi roda gigi dan kopling.

Dari data survei, putaran motor kendaraan 2500 rpm, maka putaran pompa adalah :

$$n_p = \eta_t - n_m$$

dimana :

$$n_p = \text{putaran pompa}$$

$$\eta = \text{efisiensi transmisi (80\%)}$$

$$n_m = \text{putaran (2500 rpm)}$$

$$\text{sehingga : } n_p = 0,80 \times 1500$$

$$= 2000 \text{ rpm}$$

Dalam menentukan tipe impeller dan jumlah tingkat yang digunakan pada pompa ini, harus diketahui terlebih dahulu putaran spesifik pompa tersebut. Adapun jenis impeller dibagi atas beberapa jenis berdasarkan putarannya, yaitu :

- Impeller jenis radial : 500 – 3000 rpm
- Impeller jenis francis : 1500 – 4500 rpm
- Impeller jenis aliran campuran : 4500 – 8000 rpm
- Impeller jenis propeller : > 8000 rpm

Secara matematis :

$$n_s = \frac{np\sqrt{Q_p}}{H_p^{3/4}}$$

dimana :

n_s = putaran spesifik

np = putaran pompa = 2000 rpm

Q_p = kapasitas pompa

= 0,86 m³/menit

= 226,4 rpm

H_p = head pompa

= 72 m

= 236,2 ft

maka :

$$hs = 2000 \cdot \frac{\sqrt{226,4}}{(236,2)^{3/4}}$$

$$hs = 497 \text{ rpm}$$

Menurut jenis impeller tipe radial dengan kecepatan spesifiknya pada umumnya adalah : 500 – 3000 rpm, maka untuk itu pompa satu tingkat dengan tipe radial belum dipenuhi putaran spesifiknya. Dalam hal ini direncanakan tingkat pompa 2 (dua) tingkat maka head pertingkat :

$$\begin{aligned} H_i &= \frac{H_p}{2} \\ &= \frac{72}{2} \\ &= 36 \text{ m (118,08 ft)} \end{aligned}$$

Sehingga putaran spesifiknya akan menjadi putaran spesifik pertingkat (nsi)

$$nsi = 2000 \cdot \frac{\sqrt{226,4}}{(118,08)^{3/4}}$$

$$nsi = 840,11 \text{ rpm}$$

Putaran juga mempengaruhi harga NPSH yang diperlukan pompa agar pompa dapat bekerja tanpa mengalami kavitasi, syarat agar terjadi kavitasi :

NPSH yang tersedia > NPSH yang diperlukan.

Jika pompa mengalami kavitasi, maka akan timbul suara berisik dan getarannya kuat, selain itu juga mengakibatkan efisiensi menurun, sehingga pompa tidak bekerja dengan baik dan umurnya akan pendek.

NPSH yang diperlukan adalah : $H_{su} - N = \tau H_i$

Dimana :

H_i = head pompa per tingkat

$$= 36 \text{ m}$$

τ = koefisien kavitasi thoma

$$\tau = \left(\frac{ns}{s} \right)^{4/3}$$

dimana :

ns = putaran spesifik pompa

$$= 840,11 \text{ rpm}$$

s = kecepatan spesifik hisap

$$s = \frac{n\sqrt{Q_p}}{(H_{st})^{3/4}}$$

$$Q_p = 226,4 \text{ rpm}$$

Dimana

H_{st} = head hisap total

$$= 0,094 \text{ m} = 0,31 \text{ ft}$$

sehingga

$$s = \frac{2000\sqrt{226,4}}{(0,31)^{3/4}}$$

$$= 72434,75$$

$$\tau = \left(\frac{840,11}{72434,75} \right)^{4/3}$$

$$\tau = 0,003$$

sehingga :

$$H_{su} - N = 0,003 \cdot 36$$

$$= 0,095$$

NPSH yang tersedia adalah :

$$H_{su} - s = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} + h_s - h_{ls}$$

$$P_a = \text{tekanan atmosfer (kgf/m}^2\text{)} = 10332 \text{ kgf/m}^2$$

$$\gamma = \text{berat zat cair persatuan volume} = 997 \text{ kgf/m}^3$$

$$P_v = \text{tekanan uap jenuh} = 317 \text{ kgf/m}^2$$

$$h_s = \text{head hisap statis} = 0 \text{ m}$$

$$h_{ls} = \text{kerugian head pada pipa hisap} = 0,094 \text{ m}$$

$$\text{sehingga : } H_{su} - s = \frac{10332}{997} - \frac{317}{997} + 0 - 0,094$$

$$= 10,36 - 0,32 + 0 - 0,094$$

$$= 9,946$$

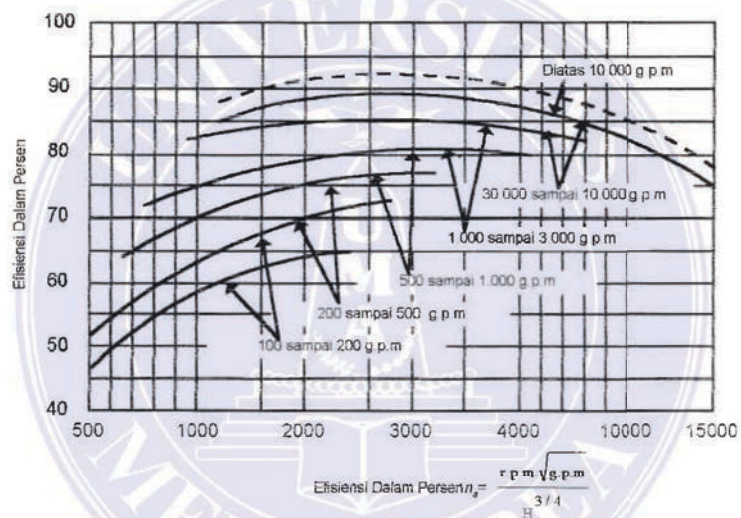
Karena NPSH yang tersedia > NPSH yang diperlukan, maka pada putaran 2000 rpm pompa aman terhadap kavitasi.

III.4. Efisiensi Pompa

Efisiensi pompa sentrifugal tergantung pada beberapa faktor antara lain :

- Kerugian-kerugian hidrolis (gesekan)
- Kerugian mekanis pada bantalan
- Kerugian akibat kebocoran

Hubungan antara efisiensi pompa dengan kapasitas dan kecepatan spesifik dapat dilihat grafik berikut ini :



Dengan pendekatan secara grafik, maka efisiensi maksimum pompa adalah : 66%.

III.5. Daya Pompa

Daya pompa adalah besarnya daya yang diterima dari pompa dari motor penggerak untuk menghasilkan head dan kapasitas yang diinginkan besarnya daya pompa yang dibutuhkan :

$$N_p = \frac{\gamma \cdot Q_p \cdot H_s}{75 \eta_p}$$

Dimana : Q_p = kapasitas pompa

$$= 0,0143 \text{ m}^3/\text{det}$$

H_p = head pompa

$$= 72 \text{ m}$$

γ = berat jenis air

$$= 977,7 \text{ N/m}^3$$

η_p = efisiensi pompa

$$= 66\%$$

sehingga : $N_p = \frac{977,7 \cdot 0,0143 \cdot 72}{75 \cdot 0,66}$

$$= 20,34 \text{ Hp}$$

$$\approx 20,47 \text{ ps}$$

III.6. Motor Penggerak

Dalam perencanaan ini motor penggerak adalah motor diesel yang sekaligus menggerakkan kendaraan, sesuai dengan data lapangan, daya motor penggerak adalah 145 ps.

Daya sebesar 145 ps inilah yang digunakan untuk menggerakkan pompa, menggerakkan kendaraan, mengaktifkan tangga pemadam kebakaran dalam operasi.

III.7. Spesifikasi Pompa Yang Direncanakan

- Kapasitas pompa = 51,48 m³/jam
- Head pompa = 72 m
- Jumlah tingkat = 2 tingkat
- Jenis impeller = radial
- Jenis pompa = sentrifugal
- Putaran pompa = 2000 rpm
- Putaran spesifik pompa = 840,11 rpm
- Daya pompa = 20,34 HP = 20,47 Ps
- Penggerak pompa = pompa diesel
- Daya motor penggerak = 145 ps
- Putaran motor penggerak = 2500 rpm
- Diameter pipa hisap = 152,3 mm
- Diameter pipa buang = 63,5 mm

BAB V

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan perencanaan pada bab-bab sebelumnya diperoleh spesifikasi pompa yang dibutuhkan sebagai berikut :

V.1. Spesifikasi Pompa

- Jenis : Sentrifugal
- Kapasitas : $0,86 \text{ m}^3/\text{menit}$
- Head Pompa : 72 m
- Jumlah Tingkat : 2
- Putaran Pompa : 2000 rpm
- Putaran Spesifik : 840,11 rpm
- Daya Pompa : 20,47 ps

V.2. Spesifikasi Motor Penggerak

- Engine : Mitsubishi G D 16-1A
- Type : Diesel 6 Cyl in Line, Water Cooled
Direct Injection-4 stroke cycle
- Diameter/Stroke : 110 mm x 200 cm

- Displacement : 5654 cc
- Maks Ouput : 145 Ps/2500 rpm

V.3. Ukutan-Ukuran Utama Pompa Dan Bahan

- Diameter Poros : 29 mm
- Bahan Poros : Baja Chrom Nikel Molibden
JIS 4103 (SNCM I)
- Diameter Huh Impeller : 38 mm
- Diameter Mata Impeller : 103 mm
- Diameter Sisi Masuk : 78 mm
- Diameter Sisi Keluar : 280 mm
- Lebar Impeller Sisi Masuk : 30 mm
- Lebar Impeller Sisi Keluar : 9,3 mm
- Tebal Sudu Pada Sisi Masuk : 2,2 mm
- Tebal Sudu Pada Sisi Keluar : 176 mm
- Bahan Impeller/Sudu : Kuningan (Bronze)
- Diameter Sisi Masuk Diffuser : 291,2 mm
- Diameter Sisi Keluar Diffuser : 78 mm
- Lebar Sisi Masuk Diffuser : 13 mm
- Lebar Sisi Keluar Diffuser : 20 mm
- Jumlah Sudu Diffuser : 6 Buah

- Tebal Sudu Diffuser Pada Sisi Masuk : 2,00 mm
- Tebal Sudu Diffuser Pada Sisi Keluar : 0,197 mm
- Jarak Antara Sudu Diffuser Pada Sisi Masuk : 153 mm
- Jarak Antara Sudu Diffuser Pada Sisi Keluar : 40,8 mm
- Tebal Rumah Pompa : 11,1 mm
- Bahan Diffuser : JIS G.5 SO1 FC 30

(Besi Cor Kelabu)



DAFTAR PUSTAKA

- Church, H. Austin, *"Pompa dan Blower Sentrifugal"*, Alih Bahasa Harahap, Zulkifli Ir., Erlangga, Jakarta, 1983.
- Jhon K. Vennard L. Street, *"Elementary Fluid Mechanics"*, 6th Edition, Jhon Willey & Sons
- Sularso, Ir., MSME dan Tohara, Horou Dr. Prof, *"Pompa dan Kompresor"*, Cetakan Ketiga, PT. Pradnya Paramita, Jakarta 1987.
- Sularso dan Kiyokatsu Suga, *"Dasar-Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin"*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta 1983.
- Khetagurov, M., *"Marine Auxiliary Machinery System"*, Peace Publisher, Moscow, 1972.
- Karasik, Igor, *"Pump Hand Book"*, Mc. Graw-Hill International Book Company", New York, 1985.
- Steffanov, Aj., *"Centrifugal and Axial Flow Pump"*, 2nd Edition, Jhon Willey & Sons.
- KSB, *"Centrifugal Pump Lexicom"*, Second Edition, Klein Schanzlin dan Becker Frankental, 1986.