



**PERENCANAAN SISTEM *FIRE HYDRANT* SEBAGAI
TINDAK DARURAT KEBAKARAN
PADA BANGUNAN GEDUNG
(STUDI KASUS BANGUNAN GEDUNG KAMPUS
UNIVERSITAS JEMBER)**

SKRIPSI

Oleh

**Nurul Fadilah
NIM 141910301012**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**PERENCANAAN SISTEM *FIRE HYDRANT* SEBAGAI
TINDAK DARURAT KEBAKARAN
PADA BANGUNAN GEDUNG
(STUDI KASUS BANGUNAN GEDUNG KAMPUS
UNIVERSITAS JEMBER)**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Nurul Fadilah
NIM 141910301012**

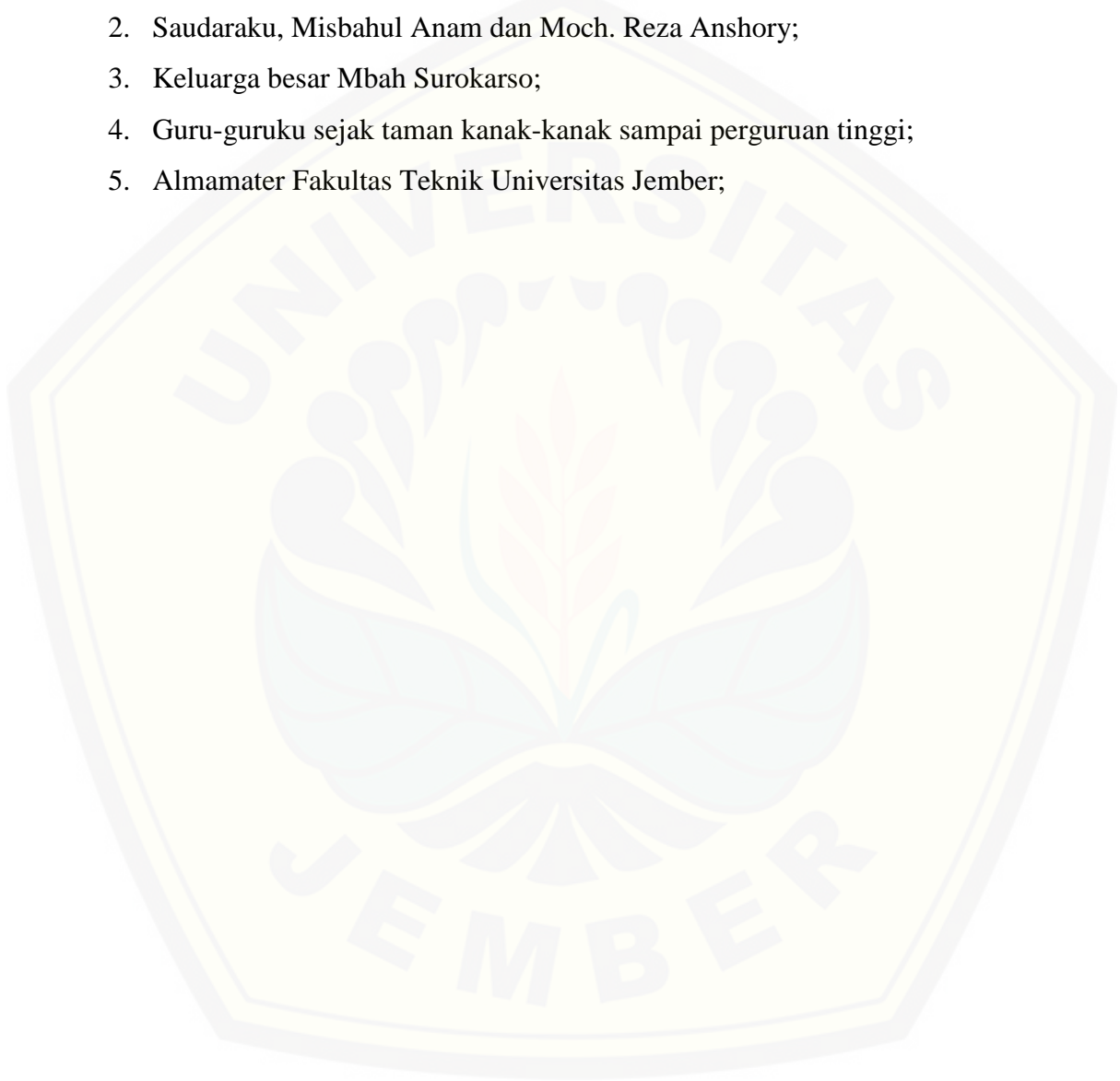
**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2018

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tuaku Bapak Saeran dan Ibu Jami tersayang;
2. Saudaraku, Misbahul Anam dan Moch. Reza Anshory;
3. Keluarga besar Mbah Surokarso;
4. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi;
5. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember;



MOTTO

“Learn from the past, live for the today, and plan for tomorrow”

(Peribahasa Inggris)

“To get a success, your courage must be greater than your fear”

(Andrea Hirata - Novel Laskar Pelangi)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurul Fadilah

NIM : 141910301012

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul “Perencanaan Sistem *Fire Hydrant* sebagai Tindak Darurat Kebakaran pada Bangunan Gedung (Studi Kasus Bangunan Gedung Kampus Universitas Jember)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 25 April 2018

Yang menyatakan,

Nurul Fadilah

(NIM 141910301012)

SKRIPSI

**PERENCANAAN SISTEM *FIRE HYDRANT* SEBAGAI
TINDAK DARURAT KEBAKARAN
PADA BANGUNAN GEDUNG
(Studi Kasus Bangunan Gedung Kampus Universitas Jember)**

oleh
Nurul Fadilah
NIM 141910301012

Pembimbing,

Dosen Pembimbing I : Dr. Yeny Dhokhikah, S.T., M.T.
Dosen Pembimbing II : Ir. Hernu Suyoso M.T.

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Perencanaan Sistem *Fire Hydrant* sebagai Tindak Darurat Kebakaran pada Bangunan Gedung (Studi Kasus Bangunan Gedung Kampus Universitas Jember)”

Hari : Rabu

Tanggal : 25 April 2018

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Pembimbing:

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

Dr. Yeny Dhokhikah, S.T., M.T.
NIP. 19730127 199903 2 002

Ir. Hernu Suyoso, M.T.
NIP. 19551112 198702 1 001

Tim Penguji:

Penguji 1,

Penguji 2,

Ririn Endah Badriani, S.T., M.T.
NIP. 19720528 199802 2 001

Anita Trisiana, S.T., M.T.
NIP. 19800923 201504 2 001

Mengesahkan,

Dekan,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M
NIP. 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Perencanaan Sistem *Fire Hydrant* sebagai Tindak Darurat Kebakaran pada Bangunan Gedung (Studi Kasus Bangunan Gedung Kampus Universitas Jember); Nurul Fadilah, 141910301012: 2018, 42 Halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Kampus Universitas Jember merupakan salah satu universitas yang berada di Kota Jember, Jawa Timur. Kampus ini telah berdiri sejak tahun 1964 dan memiliki banyak bangunan gedung bertingkat, namun hampir di semua gedung belum memiliki fasilitas sistem hidran kebakaran, padahal di dalam bangunan gedung tersebut terdapat dokumen dan alat-alat penelitian serta bahan mudah terbakar. Sistem hidran kebakaran memiliki peranan penting yaitu sebagai tindak pengaman dan penanganan terhadap bahaya kebakaran. Perencanaan sistem hidran kebakaran perlu dilakukan guna mengantisipasi kerusakan bangunan dan aset berharga yang dimiliki oleh Universitas Jember.

Perencanaan sistem hidran kebakaran dilakukan dengan menggunakan sistem perpipaan sederhana pada hidran kebakaran halaman atau hidran pilar. Dalam perencanaan ini hanya dilakukan pada bangunan gedung bertingkat tiga lantai yang terdapat pada lingkup kampus Universitas Jember. Dalam penelitian ini terdapat sembilan gedung yang dipakai sebagai bahan perencanaan yaitu gedung kantor FKM, FH, FT A dan gedung kuliah FKIP H, FEB, OSCE FK, FKG Tutorial dan FT B serta yang terakhir adalah gedung RSGM (Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Jember)

Hasil penelitian yang difokuskan pada bangunan gedung bertingkat tiga lantai ini menunjukkan bahwa sistem hidran kebakaran dapat dipasang pada gedung kuliah FKIP, FEB, FK, FKG dan FT B. Serta gedung kantor FKM, FH, FT A juga gedung Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Jember. Rata-rata jumlah pemasangan hydrant pada gedung tersebut adalah 2 sampai 3 buah pilar hidran tergantung dari luasan yang dilayani, dengan diameter pipa distribusi

berukuran 5 inci (10,22 cm) dan pipa pelayan berukuran 3 inci (7,36 cm), pompa utama yang digunakan adalah pompa ebara dengan *head* 100-120 meter juga pompa jockey dengan *head* 100-120 m. Rencana *Bill Of Quantity* yang didapat dari perencanaan ini adalah berkisar antara 375 juta sampai 490 juta untuk masing-masing gedung dengan total anggaran untuk sembilan gedung senilai Rp3.249.802.300.



SUMMARY

Planning Of Fire Hydrant System In The Campus Building (Case Study of Jember University); Nurul Fadilah, 141910301012: 2018, 42 Pages; Department of Civil Engineering Faculty of Engineering, University of Jember.

Jember University Campus is one of the universities located in Jember City, East Java. This campus has been established since 1964 and has many high rise buildings, but almost all buildings do not have fire hydrant systems, inside the building there are documents and research tools and combustible materials. Fire hydrant system has an important role as a safety and handling of fire hazard. A fire hydrant system is required to anticipate the damage to buildings and valuable assets owned by Jember University.

Fire hydrant system planning by using simple piping system on hydrant pipe or hydrant pillar. This planning is only in the three-story building located in the campus of Jember University. In this research, there are 9 buildings that are used as planning materials, namely office building, FH, FT A and FKIP H college building, FEB, OSCE FK, FKG tutorial and FT B and the last is RSGM (Dental and Mouth Hospital of Jember University)

The result of this research is focused on the building of three-storey building. It shows that fire hydrant system can be installed on the buildings of FKIP, FEB, FK, FKG and FT B. Also FKM office building, FH, FT A is also a dental hospital building and the mouth of Universitas Jember . The average number of hydrant installation on the building is 2 to 3 pillars of hydrant depending on the area served, with the diameter of the 5 inch (10,22 cm) distribution pipes and 3 inch (7,36 cm) pipe services, the main pump used is a ebara pump with head 100-120 meters also jockey pump with head 100-120 m.

Bill Of Quantity plans obtained from this plan are ranged from 375 million to 490 million for each building with a total budget of nine buildings is Rp3.249.802.300.



PRAKATA

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT. Yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul "Perencanaan Sistem *Fire Hydrant* sebagai Tindak Darurat Kebakaran pada Bangunan Gedung (Studi Kasus Bangunan Gedung Kampus Universitas Jember)". Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Program Studi S1 Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Penyusunan Skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Yeny Dhokhikah, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu dan pikirannya dalam membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;
2. Bapak Ir. Hernu Suyoso. M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah mendengarkan keluh kesah, memberikan motivasi, meluangkan waktu dan pikirannya dalam membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;
3. Ibu Ririn Endah Badriani ST., MT., selaku dosen penguji I dan Ibu Anita Trisiana ST., MT., selaku dosen penguji II, terima kasih atas segala pertanyaan dan masukan yang diberikan sehingga skripsi ini bisa menjadi lebih baik;
4. Ibu Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Sipil yang telah memberikan ijin dalam penyusunan skripsi ini;
5. Bapak Ir. Hernu Suyoso. M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil yang telah memberikan ijin dalam penyusunan skripsi ini;
6. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah mengesahkan skripsi ini;
7. Seluruh dosen Teknik Sipil beserta teknisi laboratorium, terima kasih atas segala jasa dan ilmunya;

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada orang-orang terdekat penulis yang telah memberikan dukungan baik moral maupun material selama kuliah di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember, terutama untuk:

1. Kedua orang tua tersayang, Ibu Jami dan Bapak Saeran atas dukungan moril dan materil yang telah diberikan selama ini;
2. Saudaraku tercinta Misbahul Anam dan Moch. Reza anshory dan semua keluarga besarku yang telah memberikan doa dan dukungannya;
3. Keluarga besar Mbah Surokarso yang selalu setia mendoakan dan memberi dukungan;
4. Martha Diana, Hariani yang sudah saya anggap seperti saudari sendiri yang telah memberikan semangat dan dukungan selama kuliah;
5. Teman-Teman seperjuangan dari maba Teknik Sipil 2014. Terima kasih atas persahabatan yang tak pernah terlupakan, dukungan dan bantuannya untuk menyelesaikan skripsi ini;
6. Eka Mardiana, Yeni Aprilia yang selalu mendukung untuk menyelesaikan skripsi ini;
7. Teman-teman KKN 03 CINOP Desa Wonosari Kec. Puger Kab. Jember terima kasih atas kebersamaan kita selama KKN.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 25 April 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Definisi Kebakaran	4
2.1.1 Segitiga Api	5
2.1.2 Klasifikasi Kebakaran	5
2.2 Bentuk Alat Pemadam Api	7
2.3 Perencanaan Sistem Hidran Kebakaran (Hidran <i>system</i>)	8
2.3.1 Peletakan dan Perhitungan Jumlah Hidran Kebakaran	9
2.3.2 Bagian-bagian dari Sistem Hidran Kebakaran	9
2.4 Penelitian Terdahulu	18

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Konsep Perencanaan	20
3.2 Rancangan Perencanaan	20
3.2.1 Lokasi Perencanaan	20
3.2.2 Perencanaan Lapangan	20
3.2.3 Langkah Perencanaan	21
3.3 Diagram Alir	23

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Jenis dan Fungsi Gedung	25
4.2 Penaksiran Kebutuhan Air Sistem Hidran	25
4.3 Perhitungan Dimensi (Diameter Pipa)	26
4.4 Perhitungan Radius Jangkauan FHP	27
4.5 Perhitungan Volume Reservoir	30
4.6 Penentuan Pompa	31
4.6.1 Pompa Utama	31
4.6.2 Menghitung Kerugian Head Instalasi	31
4.6.3 <i>Head</i> Pompa yang Dibutuhkan Hidran	34
4.6.4 Tekanan pada Unit Beban Hidran Terjauh	34
4.6.5 Daya Pompa Utama.....	35
4.6.6 Daya Pompa Jockey	35
4.7 Perhitungan RAB (Rencana Anggaran Biaya)	38

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Pola Segitiga Api.....	5
Gambar 2.2 Pengklasifikasian Kelas Kebakaran	6
Gambar 2.3 Bentuk Hidran	7
Gambar 2.4 Nozzle dan Selang	12
Gambar 2.5 Pompa <i>Jockey</i>	14
Gambar 2.6 Pompa Utama.....	14
Gambar 2.7 Skema Diagram Pompa.....	15
Gambar 2.8 Diagram Moody	17
Gambar 3.1 Denah Lokasi Kampus UNEJ.....	20
Gambar 4.1 Radius Jangkauan FHP	28
Gambar 4.2 Penempatan Titik-Titik Hidran	29
Gambar 4.3 Penampang Volume Ground Reservoir	30

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Jumlah Pasokan Air untuk Hidran Halaman	8
Tabel 2.2 Hidran Berdasarkan Luas Lantai	9
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu	19
Tabel 4.1 Analisis Jenis dan Fungsi Gedung	25
Tabel 4.2 Penentuan Jumlah Hidran	29
Tabel 4.3 Rekapitulasi Penentuan Pompa	37
Tabel 4.4 Rekapitulasi RAB Gedung FKIP	38
Tabel 4.5 Hasil RAB Masing-masing Gedung	40

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A. Dokumentasi Survei Ground Reservoir

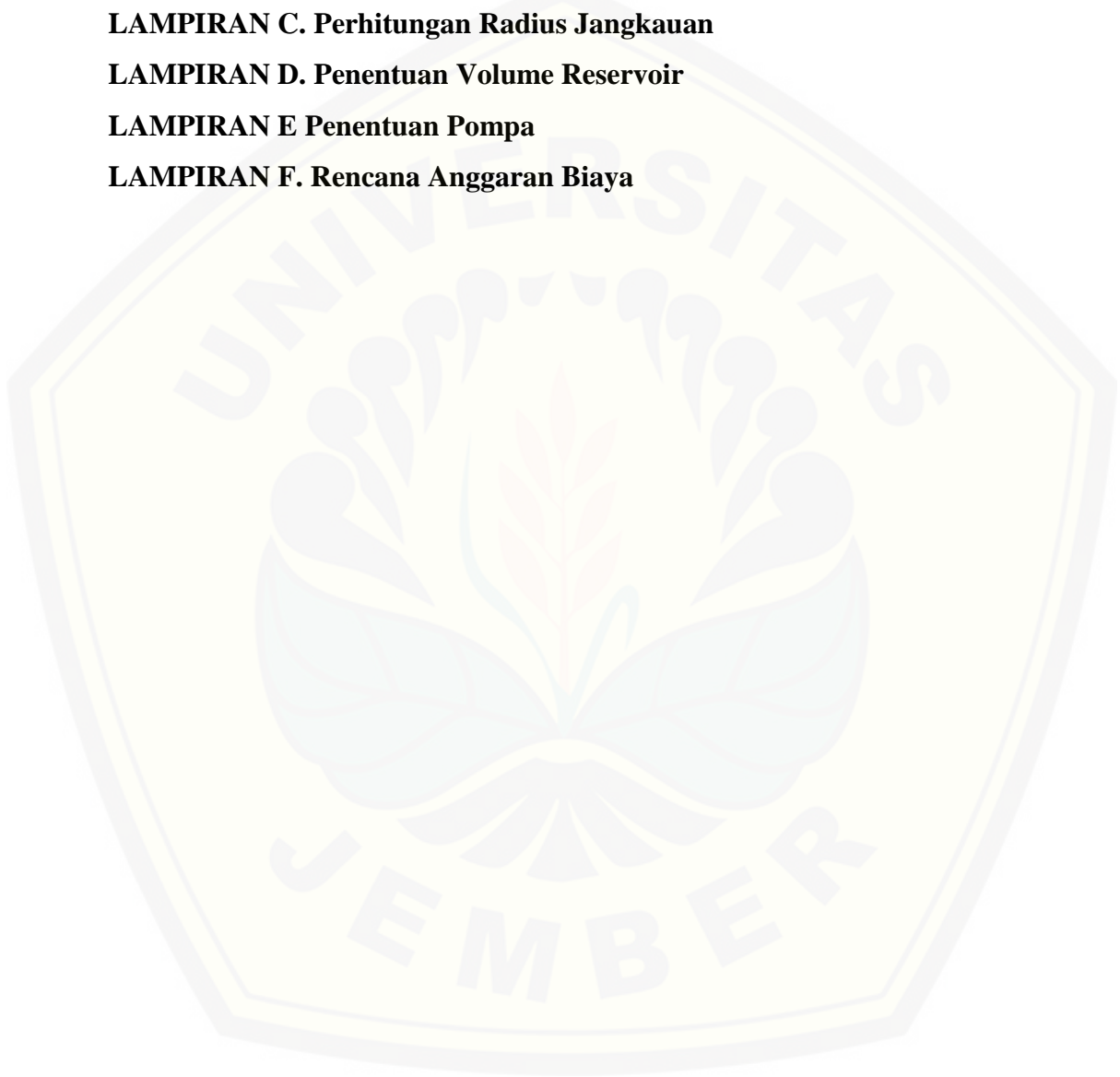
LAMPIRAN B. Perhitungan Dimensi Pipa

LAMPIRAN C. Perhitungan Radius Jangkauan

LAMPIRAN D. Penentuan Volume Reservoir

LAMPIRAN E Penentuan Pompa

LAMPIRAN F. Rencana Anggaran Biaya



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebakaran merupakan bencana yang bersumber dari api yang tidak dikehendaki dan sangat merugikan manusia. Kerugian yang ditimbulkan oleh kebakaran ini tidak hanya berupa kerugian individual seperti harta benda dan nyawa, namun juga kerugian bagi suatu instalasi atau sarana vital yang menguasai hajat hidup banyak orang seperti halnya gedung perkantoran juga sarana gedung pendidikan dan lain sebagainya. Kebakaran menjadi masalah yang sering terjadi pada bangunan atau gedung. Kebakaran dapat terjadi kapan saja karena banyak peluang yang dapat memicu terjadinya bencana ini. Sebagaimana diketahui bahwa di dalam suatu konstruksi gedung banyak sekali ditemukan kondisi dan situasi yang memungkinkan terjadinya kebakaran seperti kebocoran gas dan hubungan arus pendek listrik.

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja tujuan umum K3 yang termasuk penanggulangan kebakaran yang bertujuan untuk melindungi tenaga kerja dan orang lain serta aset perusahaan dan lingkungan masyarakat. Pernyataan pada pasal 3 ayat 1 poin b.d.q UU No. 1 tahun 1970 menyatakan bahwa penanggulangan kebakaran meliputi pencegahan, pengurangan dan pemadaman kebakaran, memberikan kesempatan jalan untuk menyelamatkan diri pada waktu kebakaran serta pengendalian penyebaran panas, asap dan gas (Undang-undang No.1, 1970). Selain itu pada Kepmenaker 186/Men/1999 yang menjelaskan bahwa perusahaan wajib mencegah, mengurangi dan memadamkan kebakaran di tempat kerja (Kepmenaker, 1999).

Menurut beberapa peraturan yang disebutkan sebelumnya bahwa suatu konstruksi gedung harus memiliki sistem penanganan kebakaran sendiri. Peralatan yang dipakai untuk menangani kebakaran suatu gedung biasanya ialah hidran kebakaran. Pemasangan alat pemadam ini sangat diperlukan sebagai penanganan pertama bencana kebakaran dari suatu gedung sebelum petugas pemadam kebakaran tiba di lokasi. Gedung-gedung bertingkat seharusnya memiliki peralatan pemadam kebakaran karena gedung bertingkat memiliki risiko terhadap bahaya kebakaran lebih tinggi dibanding gedung yang hanya memiliki satu lantai.

Karena banyak peralatan yang menjadi pemicunya, pada gedung bertingkat juga terdapat instalasi listrik yang lebih kompleks dari gedung satu lantai. Namun tak dapat dipungkiri sesungguhnya semua gedung wajib memasang instalasi ini sebagai usaha dari pencegahan terjadinya resiko kerusakan akibat dari kebakaran baik itu aset maupun segala hal yang berada didalam gedung.

Kampus Universitas Jember merupakan kampus yang berdiri cukup lama, kampus ini memiliki banyak gedung perkuliahan bertingkat. Namun hampir di semua gedung tidak ditemukan sistem hidran kebakaran seperti contoh gedung fakultas teknik, gedung fakultas kedokteran gigi, dan gedung fakultas kedokteran. Padahal di gedung-gedung tersebut terdapat bahan dan peralatan yang sangat rentan akan bahaya kebakaran. Sistem hidran kebakaran memiliki peranan penting yaitu sebagai tindak pengaman serta penanganan terhadap bahaya kebakaran yang mampu memusnahkan aset serta dokumen penting yang dimiliki oleh Universitas Jember. Oleh karena itu untuk menghindari terjadinya hal yang tidak diinginkan dari bencana kebakaran ini ialah dengan dilakukannya pemasangan sistem penanganan kebakaran seperti hidran kebakaran.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana perencanaan hidran kebakaran pada gedung kampus Universitas Jember?
2. Bagaimana menentukan kebutuhan pipa perencanaan hidran kebakaran pada gedung kampus Universitas Jember?
3. Bagaimana cara menentukan jumlah hidran kebakaran pada gedung kampus Universitas Jember?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mendesain sistem hidran kebakaran pada gedung kampus Universitas Jember.
2. Menentukan kebutuhan pipa pada pemasangan hidran kebakaran pada gedung kampus Universitas Jember.

3. Menentukan jumlah pemasangan hidran kebakaran pada gedung kampus Universitas Jember.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai bahan pertimbangan bagi pihak Universitas Jember dalam perencanaan sistem hidran kebakaran bangunan gedung kampus Universitas Jember.
2. Dapat menjadi referensi untuk perencanaan selanjutnya.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini membatasi permasalahan sebagai berikut.

1. Tidak membahas mengenai sistem elektrikal dan mekanikal.
2. Hanya merencanakan pemasangan hidran kebakaran halaman (hidran pilar) dan tidak membahas serta tidak menghitung mengenai pemasangan *sprinkler* dan APAR.
3. Tidak memperhitungkan bangunan yang sudah memiliki sistem hidran kebakaran sendiri.
4. Hanya memperhitungkan bangunan gedung yang memiliki tiga lantai.
5. Gedung yang diteliti yaitu gedung kuliah H FKIP, gedung kuliah FEB, gedung OSCE FK, gedung tutorial FKG, gedung B FT, dekanat FKM, dekanat FH, dekanat FT dan RSGM unej.
6. Hanya membahas perpipaan hidran kebakaran.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Kebakaran

Kebakaran menurut NFPA (*National Fire Protection Association*) didefinisikan sebagai suatu peristiwa oksidasi yang melibatkan tiga unsur elemen yang harus ada, yaitu bahan yang mudah terbakar, oksigen dalam suatu udara dan sumber energi atau panas yang menimbulkan kerugian harta benda, cedera bahkan kematian (Isman, 2010). Kebakaran merupakan bencana yang sering terjadi karena banyak pemicu dari bencana ini. Salah satu faktor penyebab dari bencana kebakaran ini adalah keteledoran manusiannya sendiri dan didukung faktor lainnya (Adilla, Adyatma, & Arisanty, 2014). Faktor penyebab kebakaran adalah sebagai berikut.

- a. Beban stop kontak yang terlalu berat. Stop kontak yang dibebani dengan berbagai peralatan yang terlalu banyak dapat mengakibatkan stop kontak mengalami terbakar, hangus serta gosong. Untuk itu dalam pemakaian stop kontak harus di atur agar tidak menerima beban berat yang akan mengakibatkan *korsleting* dan terjadi kebakaran.
- b. Sistem kabel tidak layak. Jangan biarkan kabel yang sudah rusak tetap digunakan sebab serabut-serabut yang ada didalam kabel tersebut sudah putus. Untuk merawat kabel agar tidak mudah rusak adalah dengan jangan terlalu sering menggulung kabel.
- c. Cairan yang mudah terbakar. Jangan meletakkan bahan yang mudah terbakar dekat dengan sumber api, cairan mudah terbakar seperti bahan bakar minyak , lem juga parfum.
- d. Perlengkapan memasak seperti gas dan kompor. Permasalahan kebakaran yang kini sering terjadi ialah karena keteledoran warga dalam memanfaatkan gas, karena banyak bencana kebakaran akibat dari meledaknya tabung gas. Oleh karena itu perlu diperhatikan juga dalam peletakan dan pemasangan dari tabung gas ini supaya tetap aman digunakan.

2.1.1 Segitiga Api

Menurut Ramli (2010) api merupakan reaksi berantai yang berjalan sangat cepat, seimbang dan berkaitan antara tiga elemen pembentuk. Ketiga elemen tersebut umumnya digambarkan dalam bentuk segitiga api atau *Fire Triangle*. *Fire triangle* berbentuk seperti suatu segitiga sama sisi, dimana sisi-sisinya diberi penamaan dari masing-masing elemen yaitu bahan bakar (*Fuel*), energi panas (*Heat*) dan oksigen (*Oxygen*).

Reaksi antara ketiga elemen tersebut hanya akan menghasilkan suatu nyala api apabila kadar elemen-elemen didalamnya seimbang. Namun bila salah satu elemen kadarnya berkurang maka nyala api akan terjadi padam dengan sendirinya. Keseimbangan dalam pembentukan nyala api ditampilkan pada Gambar 2.1 yang mana menampilkan pola bentuk dari segitiga api atau *Fire Triangle*.



Gambar 2.1 Pola segitiga api atau *Fire Triangle*
(Sumber: <http://saberindo.co.id/2017/08/03/teori-segitiga-api/>)

2.1.2 Klasifikasi Kebakaran

Klasifikasi kebakaran memiliki tujuan untuk pengelompokan atau pembagian kelas kebakaran berdasarkan jenis bahan yang menjadi konduktor api. Selain itu tujuan dari klasifikasi ini adalah memudahkan dalam menentukan jenis penanganan atau pemadaman api yang tepat dan sesuai. Klasifikasi kebakaran menurut NFPA (*National Fire Protection Association*) sebagai mana yang berlaku di Indonesia dan tercantum dalam Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. PER.04/MEN/1980 tentang syarat pemasangan dan pemeliharaan Alat Pemadam Api Ringan (APAR), terdapat lima pembagian kelas yaitu sebagai berikut (NFPA, 2002).

1. Kelas A

Pengelompokan pertama yaitu pada kelas A, api pada kelas A ini berasal dari kebakaran yang bersumber dari bahan padat kecuali logam yang apabila terbakar meninggalkan arang atau abu. Contohnya kayu, kertas, plastik dan bahan tekstil.

2. Kelas B

Pada kelas B ini api berasal dari kebakaran yang bersumber dari bahan cair atau gas yang mudah terbakar. Contohnya bensin, solar, oli dan juga spirtus.

3. Kelas C

Pada kelas C api berasal dari kebakaran instalasi listrik bertegangan

4. Kelas D

Pada kelas D api berasal dari kebakaran yang bersumber dari bahan logam. Contohnya magnesium, natrium, kalsium, kalium, potasium, dan titanium.

5. Kelas K

Pada kelas K api berasal dari kebakaran yang bersumber dari bahan masakan seperti lemak dan minyak masakan.

Dari klasifikasi kelas kebakaran diatas dapat dilihat pada Gambar 2.2 yang menjelaskan dan menggambarkan pemabagian kelas berdasarkan cara penanganannya.

Kelas	Kebakaran	Pemadam	Kelas	Kebakaran	Pemadam
A Padat Non Logam	Kertas, Kain, Plastik, Kayu	Air, Uap Air, Pasir, Busa, CO ₂ , Serbuk Kimia Kering, Cairan Kimia	D Logam	Aluminium, Tembaga, Besi, Baja	Serbuk Kimia sodium Klorida, Grafit
B Gas/Uap/Cairan	Metana, Amoniak, Solar	CO ₂ , Serbuk Kimia Kering, Busa	E Radioaktif	Bahan-Bahan Radioaktif	<Belum Diketahui Secara Spesifik>
C Listrik	Arus Pendek	CO ₂ , Serbuk Kimia Kering, Uap Air	K Bahan Masakan	Lemak dan Minyak Masakan	Cairan Kimia, CO ₂

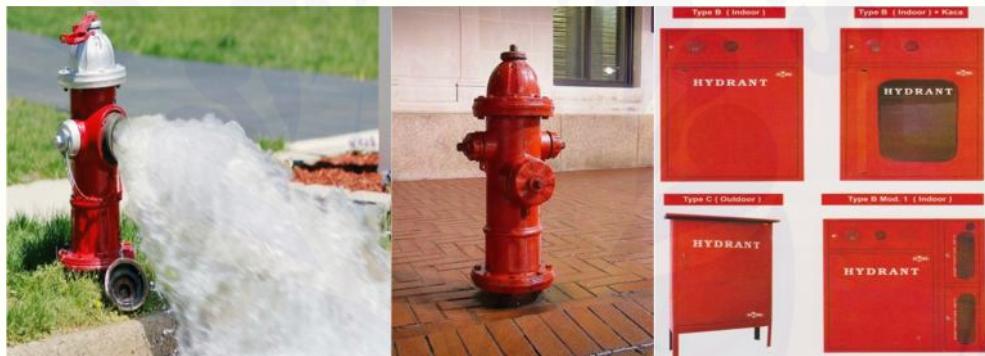
Gambar 2.2 Pengklasifikasian Kelas Kebakaran

(Sumber: <https://sistemmanajemenkeselamatankerja.blogspot.co.id/2013/10/kelas-kebakaran-nfpa-dan-media.html>)

2.2 Bentuk Alat Pemadam Api

Alat pemadam api adalah peralatan yang digunakan sebagai alat perlindungan terhadap bahaya kebakaran dalam situasi darurat. Jenis-jenis alat pemadam kebakaran ada berbagai bentuk, meski bentuk dari alat pemadam ini berbeda-beda namun tujuannya ialah sama yaitu menangani dan memadamkan nyala api dari kebakaran. Salah satu dari jenis alat pemadam tersebut adalah hidran pilar yang terletak di luar bangunan gedung biasanya terletak di halaman, karena peralatan ini terhubung dengan pompa air yang memanfaatkan air dari peralatan perpipaan.

Hidran kebakaran adalah sistem instalasi jaringan perpipaan yang berisikan air dengan bertekanan tertentu yang dipergunakan sebagai sarana untuk memadamkan api penyebab kebakaran (Department of Labor, 2015).



Gambar 2.3 Bentuk Hidran

(Sumber: <http://triaskreasianugrah.blogspot.co.id/2012/09/kami-pt.html>)

Hidran halaman atau biasa disebut dengan hidran pilar, adalah suatu sistem pencegah kebakaran yang membutuhkan pasokan air dan dipasang di luar bangunan (Amin, 2010). Hidran ini biasanya digunakan oleh mobil Pemadam Kebakaran untuk mengambil air jika kekurangan dalam tangki mobil. Jadi hidran pilar ini diletakkan di sepanjang jalan akses mobil Pemadam Kebakaran. Untuk menentukan kebutuhan pasokan air kebakaran menggunakan perhitungan SNI 03-1735-2000.

1. Pasokan air untuk hidran halaman harus sekurang-kurangnya 2400 liter/menit, serta mampu mengalirkan air minimal selama 45 menit.

2. Jumlah pasokan air untuk hidran halaman yang dibutuhkan ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 2.1 Jumlah Pasokan Air Untuk Hidran Halaman

No	Jenis bangunan	Jenis hidran yang akan dipakai untuk pemadaman kebakaran	Pasokan air untuk hidran yang dipakai	Waktu pasokan air simpanan
1	Perumahan	1	Tidak kurang dari 38 liter/detik pada 3,5 bar	45 menit
2	Bukan perumahan (didasarkan pada luas lantai dari lantai yang terbesar)			
	< 1.000 m ²	2	Tidak kurang dari 38 liter/detik pada 3,5 bar untuk hidran pertama dan 19 liter/detik pada 3,5 bar untuk hidran kedua	45 menit
a.	Setiap pertambahan berikutnya dari-	Penambahan 1 hidran	Untuk hidran berikutnya, 1200 liter/menit ditambah pasokan air umum untuk hidran	45 menit
b.	1.000 m ² luas lantai			

(Sumber: Code, 2000)

Persamaan rumus yang digunakan:

$$V = Q \times t \dots\dots\dots(2.1)$$

Dengan:

- V = Volume air yang dibutuhkan hidran (liter)
- Q = Debit aliran untuk hidran pilar (liter/menit)
- t = Waktu pasokan air simpanan (menit)

2.3 Perencanaan Sistem *Fire* Hidran

Instalasi hidran kebakaran adalah suatu sistem pemadam kebakaran yang menggunakan media pemadam air bertekanan yang dialirkan melalui pipa-pipa dan slang kebakaran (Code, 2000). Sistem ini terdiri dari sistem persediaan air, pompa, perpipaan, *coupling outlet* dan *inlet* serta selang dan *nozzle*.

Sistem instalasi hidran yang dipakai adalah sistem instalasi hidran basah. Sistem instalasi hidran basah adalah suatu sistem hidran yang pipa-pipanya selalu berisi air. Dipilih karena jika terjadi bencana kebakaran diharapkan mampu mensuplai air lebih cepat dan tidak membutuhkan daya pompa yang besar untuk memompa air dari reservoir.

2.3.1 Peletakan dan Perhitungan Jumlah Hidran

Peletakan dan perhitungan hidran berdasarkan luas lantai, klasifikasi bangunan dan jumlah lantai bangunan dapat ditentukan sesuai dengan Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Hidran berdasarkan luas lantai klasifikasi bangunan dan jumlah lantai bangunan.

Klasifikasi Bangunan	Ruang tertutup Jumlah/luas lantai	Ruang tertutup dan terpisah Jumlah/luas lantai
A	1 buah per 1000 m ²	2 buah per 1000 m ²
B	1 buah per 1000 m ²	2 buah per 1000 m ²
C	1 buah per 1000 m ²	2 buah per 1000 m ²
D	1 buah per 800 m ²	2 buah per 800 m ²
E	1 buah per 800 m ²	2 buah per 800 m ²

(Sumber: Code, 2000)

2.3.2 Bagian-bagian dari Sistem Hidran

Dalam sistem hidran terdapat bagian-bagian yang memiliki perananan penting, berikut bagian-bagian yang berada didalam sistem hidran.

A. Persediaan Air

Menurut Kiswanto (2012) sistem persediaan air untuk sistem hidran adalah sebagai berikut.

1. Sumber air untuk memasok kebutuhan sistem hidran kebakaran dapat berasal dari PDAM, sumur dalam (*artesis*) atau kedua-duanya.
2. Volume Reservoir, sesuai yang diatur dengan ketentuan yang berlaku, harus diperkirakan berdasarkan waktu pemakaian yang disesuaikan

dengan klasifikasi ancaman bahaya kebakaran bagi bangunan yang diproteksi.

3. Berdasarkan ancaman bahaya kebakaran, maka banyaknya dapat digunakan untuk lama waktu seperti ditentukan sebagai berikut.
 - a. Kelas Ancaman Bahaya Kebakaran Ringan: 45 menit
 - b. Kelas Ancaman Bahaya Kebakaran Sedang: 60 menit
 - c. Kelas Ancaman Bahaya Kebakaran Berat: 90 menit

Bak penampungan (*reservoir*) untuk persediaan air pada sistem hidran dapat berupa reservoir bawah tanah (*ground tank*), tangki bertekanan (*pressure tank*) atau reservoir atas (*gravity tank*).

B. Pemipaan

Rangkaian jaringan pemipaan (Rensius, 2009) pada sistem hidran terdiri atas:

1. Pipa Distribusi

Pipa penyalur adalah pipa yang terentang dari pipa *header* sampai ke hidran halaman. Diameter pipa bervariasi antara 4, 6 dan 8 inch sesuai dengan besar kecilnya sistem hidran yang dipasang.

2. Pipa *Header*

Pipa *header* dapat dikatakan sebagai pipa antara yang ukuran diameternya biasanya lebih besar dari pipa lainnya didalam rangkaian sistem hidran. Pipa ini merupakan tempat bertemunya pipa pengeluaran (*discharge*) dari pompa jockey, pompa utama maupun pompa cadangan sebelum kemudian ke pipa penyalur. Diameter pipa header ini bervariasi antara 6, 8 dan 10 inci, tergantung dari besar kecilnya sistem hidran yang dipasang. Dari pipa header ini, selain berhubungan dengan pipa penyalur, biasanya dihubungkan juga dengan pipa-pipa yang menuju ke tangki bertekanan (*pressure tank*), tangki pemancing (*priming tank*), Sirkulasi/*by pass* ke Reservoir (*safety valve*), *pressure switch* dan ke manometer indikasi tekanan kerja pompa.

Dalam merencanakan sistem perpipaan harus memperhatikan hal – hal sebagai berikut.

- a) Diameter pipa induk minimum 15 cm (6 inci) atau dihitung secara hidrolis.
- b) Tidak boleh digabungkan dengan instalasi lainnya.
- c) Pipa berdiameter sampai 6,25 cm (2,5 inci) harus menggunakan sambungan ulir.
- d) Pipa berdiameter lebih besar 6,25 cm (2,5 inci) harus menggunakan sambungan las.
- e) Pipa yang dipasang di dalam tanah harus memenuhi persyaratan.
 1. Kedalaman minimal 50-75 cm dari permukaan tanah.
 2. Pipa harus diberi tumpuan pada jarak setiap 3 m.
 3. Dasar lubang galian harus cukup stabil dan rata.
 4. Pipa harus dicat (*flincoote*) minimum 3 (tiga) lapis.
 5. Pemasangan pipa di daerah korosi perlu dilindungi dengan cara yang tepat.

Penentuan dimensi pipa secara hidrolis menurut NFPA 14 dan NFPA 15 dinyatakan dalam persamaan 2.2. Perencanaan diameter pipa air sistem hidran perlu memperhatikan aliran air di dalam pipa. Menurut standart NFPA 24 kecepatan aliran yang diijinkan adalah 10 *ft/sec* atau 3 m/detik.

$$Q = \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) \times V \rightarrow D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dengan:

D = diameter dalam pipa

Q = kapasitas aliran (m³/detik)

V = kecepatan aliran (m/detik)

C. Selang dan Nozzle

Selang air pemadam kebakaran dibuat secara khusus dari bahan kanvas *polyeaster* dan karet sesuai dengan fungsi yang diperlukan dalam tugas pemadaman yaitu:

- a. Harus kuat menahan tekanan air yang tinggi.

- b. Tahan gesekan.
- c. Tahan pengaruh zat kimia.
- d. Mempunyai sifat yang kuat, ringan dan elastis.
- e. Panjang slang air 30 meter dengan 1,5 inch sampai dengan 2,5 inch.
- f. Dilengkapi dengan Kopling dan Nozzle sesuai ukuran.



Gambar 2.4 Nozzle dan Selang (*fire hose*)

Sumber: <https://firehidran1001.wordpress.com/2016/11/30/harga-fire-hose/>

Nozzle yang dihubungkan pada selang kebakaran ada 2 (dua) tipe yaitu:

1. *Nozzle* dengan semprotan jet (semprotan lurus) untuk tujuan semprotan jarak jauh.
 - a. Pancaran *jet* utuh (*solid stream*) adalah pancaran yang berasal dari *nozzle-nozzle* yang dari masukan sampai moncongnya tidak ada penghalang kecuali penyempitan diameter (*play-pipe nozzle*).
 - b. Pancaran *jet* lurus (*straight stream*) adalah pancaran yang berasal dari *nozzle* yang antara lubang masukan dengan keluarannya terdapat penghalang, umumnya pancaran ini berasal dari *nozzle* yang bisa diatur dari *spray* sampai dengan *jet*.

Ciri dari semprotan jet.

- a. Jumlah air besar.
- b. Jangkauan semprotan jauh.
- c. Untuk kebakaran kelas A, seperti pada pemadaman kebakaran, rumah, hutan atau padang rumput dan lain-lain.
- d. Untuk kebakaran kelas B, secara idak langsung untuk pendingin tangki.

e. Pancaran utuh mempunyai jumlah air yang lebih banyak dibanding dengan pancaran lurus.

2. *Nozzle* dengan Pancaran Kabut (*Fog*)

- a. Jumlah air relatif sedikit.
- b. Jangkauan semprotan dekat / pendek.

Untuk kebakaran kelas A, B dan C (dengan teknik khusus), juga bisa dipakai sebagai perisai air pecahan/pengurang radiasi panas dari api walaupun tidak sebaik pancaran tirai.

D. Pompa

Pompa-pompa yang terpasang dalam sistem hidran kebakaran merupakan perangkat alat yang berfungsi untuk memindahkan air dari bak penampungan (*reservoir*) ke ujung pengeluaran (pipa pemancar/*nozzle*) (Department of Labor, 2015). Pompa-pompa pada sistem hidran ini sekurang-kurangnya terdiri atas 1 unit Pompa Jockey, 1 unit Pompa Utama dengan sumber daya listrik dan generator serta 1 unit Pompa Cadangan dengan sumber daya motor diesel. Berikut ini pompa – pompa yang terdapat pada hidran.

1. Pompa Jockey

Pompa Jockey berfungsi untuk mempertahankan tekanan statis didalam jaringan sistem hidran. Pada saat terjadi pengeluaran kecil sejumlah air didalam jaringan pompa jockey ini akan bekerja guna mengembalikan tekanan keposisi semula. Karenanya sekaligus pompa jockey juga akan berfungsi untuk memantau kebocoran - kebocoran pada jaringan sistem hidran. Operasi kerja pompa jockey didisain untuk hidup (*start*) secara otomatis pada saat salah satu katup pengeluaran dibuka atau terjadi kebocoran pada jaringan dan akan berhenti bekerja (*stop*) secara otomatis pada saat katup bukaan ditutup.

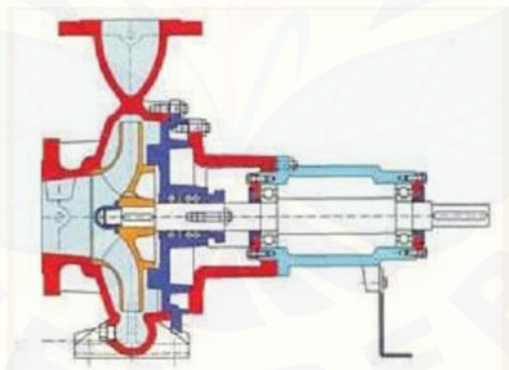


Gambar 2.5 Pompa Jockey

(Sumber: <https://www.bromindo.com/pompa-jockey/>)

2. Pompa Utama

Pompa utama ini berfungsi sebagai penggerak utama bekerjanya sistem hidran. Pompa Utama akan bekerja setelah kapasitas maksimal pompa jockey terlampaui. Operasi kerja pompa utama didesain untuk hidup (*start*) secara otomatis dan berhenti bekerja (*stop*) secara manual, melalui tombol reset pada panel pompa kebakaran.



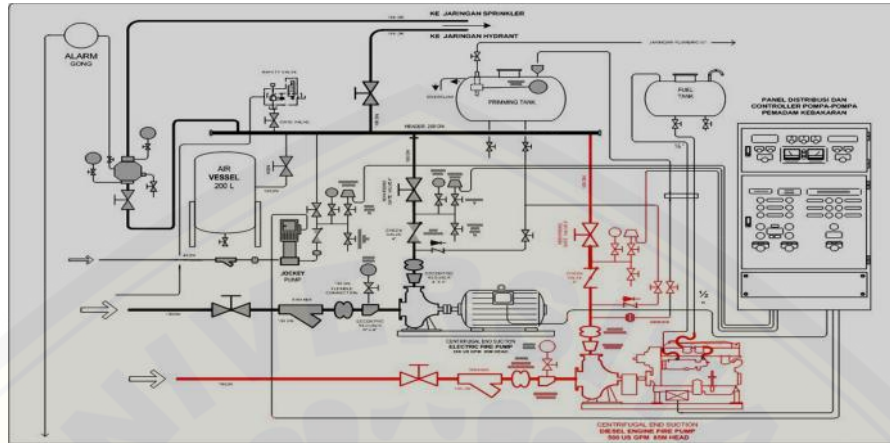
Gambar 2.6 Pompa Utama

(Sumber: <https://patigeni.com/pompa-hidran-versa/>)

3. Pompa Cadangan

Pompa cadangan berfungsi sebagai penggerak cadangan dari sistem hidran, yang titik start bekerjanya setelah pompa utama. Pompa ini meskipun berfungsi sebagai cadangan, namun tetap dalam kondisi “siaga operasi”. Dalam kondisi seperti ini pompa cadangan akan bekerja secara otomatis pada saat kapasitas maksimal pompa utama terlampaui, mengalami kerusakan atau pada

saat sumber daya utama (PLN) padam. Sama halnya dengan pompa utama, operasi kerja pompa cadangan didisain untuk hidup (*start*) secara otomatis dan berhenti bekerja (*stop*) secara manual.



Gambar 2.7 Skema Diagram Pompa

(Sumber: <https://www.slideshare.net/ekokiswantoslide/materi-pelatihan-hidran-2-14245294>)

Spesifikasi pompa untuk kebutuhan hidran yaitu:

- Kemampuan pompa dalam liter per menit.
- Tempat dimana pompa akan terpasang.
- Temperature dan berat jenis zat cair.
- Panjang pemipaan, banyaknya belokan, dan banyaknya penutup/kaca.
- Tekanan air pada titik tertinggi/terjauh tidak kurang 4–5 kg/cm.
- Bekerja secara otomatis dan *stop* secara otomatis.
- Sumber tenaga listrik harus ada dari generator darurat dapat bekerja secara otomatis dalam waktu kurang dari 10 detik bila sumber utama padam.

A. Penentuan Kapasitas Pompa

Flow header dan kapasitas pompa didesain untuk memenuhi standpipe terjauh saja karena kemungkinan besar tidak akan terjadi pengoperasian standpipe secara bersamaan (Faisal, Arif, & Widodo, 2014).

Didefinisikan sebagai energi tiap satuan berat dalam instalasi pompa dibedakan 2 jenis head.

- 1) *Head Statis*
Tidak dipengaruhi debit hanya beda tekanan dan ketinggian
- 2) *Head Dinamis*
Dipengaruhi debit terdiri dari losses karena gesekan, *fitting* (percabangan) dan juga diameter saat masuk dan keluar saluran.

Head total di nyatakan dalam rumus persamaan 2.3.

$$H_{\text{total}} = h_a + \Delta h_p + h_f + \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dengan:

H_a = Head statis total (m)

Δh_p = Head tekanan

H_f = Head akibat gesekan (m)

Daya yang dibutuhkan pompa (daya air)

$$\text{BPH} = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta_p} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dengan:

BPH = Daya air (kW)

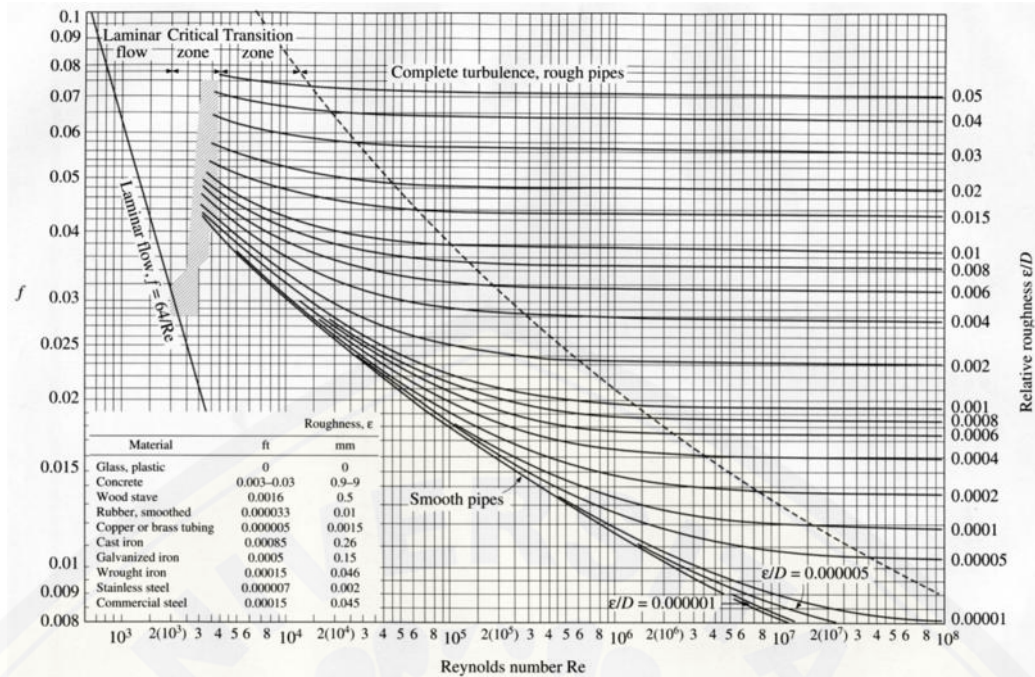
Q = Kapasitas pompa (m³/detik)

H = Head total pompa

ρ = Massa jenis air (0.9982)

η_p = Efisiensi pompa

Dimana beberapa komponen untuk mengetahui nilai yang belum ada dapat dilihat dalam beberapa tabel dan grafik diagram moody dibawah ini.



Gambar 2.8 Diagram Moody

(Sumber: <https://faculty-web.msoe.edu/tritt/be382/graphics/Moody.png>)

$$Re = \frac{VD}{\mu} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dengan:

- V = kecepatan aliran (m/s)
- D = diameter pipa dalam (m)
- μ = viskositas

Penentuan daya pompa jockey atau Brake Horse Power (BHP) dapat di hitungan dengan persamaan 2.6.

$$BPH = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta p} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dengan:

- BPH = Brake Horse Power (Kw)
- ρ = masa jenis air (Kg/m³)
- Q = debit (m³/detik)
- H_{pump} = puncak pompa (m)
- ηp = efisiensi pompa

2.4 Penelitian Terdahulu

Dalam tahapan persiapan dilakukan pengumpulan studi literatur sebagai acuan peneliti dalam pemilihan teori dan sebagai sumber pendukung penelitian. Adapun studi literatur ditampilkan pada Tabel 2.4.



Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Metode	Hasil
Rensius (2009)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Merencanakan ulang sistem penanggulangan kebakaran pada gedung perkantoran dua lantai. 2. Mengurangi biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk membayar asuransi kebakaran. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perencanaan instalasi <i>fire hydrant</i> dengan menjumlahkan alat-alat <i>hydrant</i> dan metode peletakan <i>hydrant</i>. 2. Penggambaran pemasangan sprinkler dan <i>outdoor hydrant box</i>. 	<p>Instalasi <i>fire hydrant</i> pada gedung perkantoran dan administrasi PT. Sumi Indo Kabel Tanggerang dengan metode peletakan diperoleh hasil outdoor hydrant box terpasang berjumlah 5 buah, dengan lokasi 2 buah berada di halaman depan, 2 buah di samping kiri dan 1 buah di samping kanan. Jumlah sprinkler yang terpasang adalah 266 buah dengan tekanan maksimum $3,40 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ pada kepekaan suhu 68°C. Biaya dan rencana kembali modal yaitu 610 juta dengan waktu investasi 3 tahun.</p>
Isnaini (2009)	Menganalisis keberfungsian alat-alat kabakaran yang berada di area pabrik 1 PT. Petrokimia Gresik.	Menganalisis kinerja APAR dan hydrant pilar di area pabrik.	Instalasi <i>fire hydrant</i> pada area pabrik 1 PT. Petrokimia Gresik sudah terinstal namun peletakannya tidak mudah ditemukan karena tidak adanya tanda petunjuk ke arah terpasangnya alat. <i>Hydrant</i> pilar yang terpasang tidak memiliki <i>hydrant box</i> untuk penyimpanan <i>nozzle</i> dan selang.

BAB 3. METODE PERENCANAAN

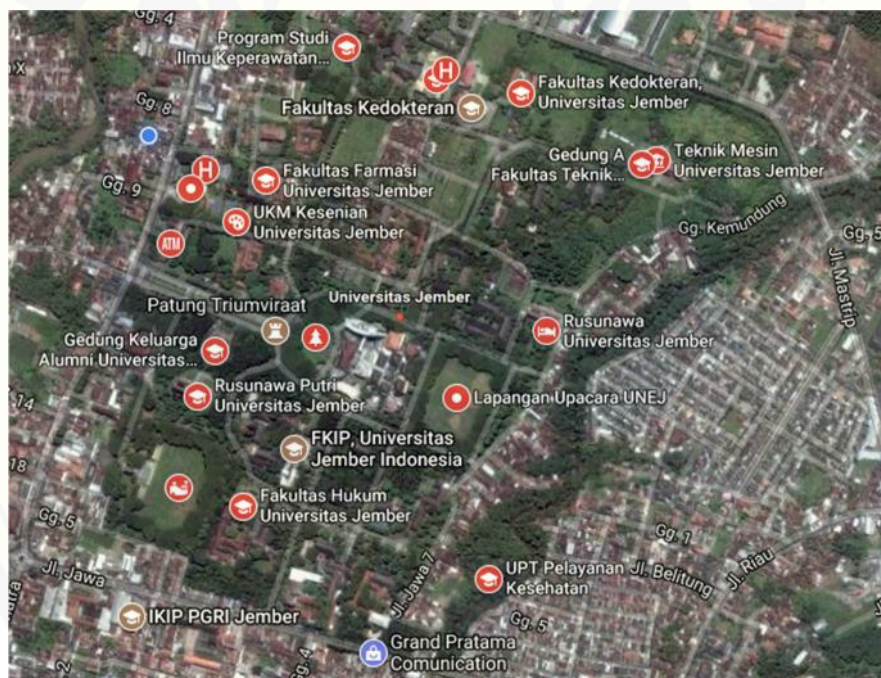
3.1 Konsep Perencanaan

Perencanaan dan perancangan sistem pemadam kebakaran (hidran kebakaran) sebagai tindak darurat ketika terjadi bencana kebakaran dalam suatu gedung ialah dengan menyiapkan rencana konsep, rancangan pendahuluan dan gambar-gambar pelaksanaan dengan memperhatikan keselarasan dan koordinasi dengan elemen gedung yang lain.

3.2 Rancangan Perencanaan

3.2.1 Lokasi Perencanaan

Gedung perkuliahan Universitas Jember terletak di kampus Tegalboto, Jalan Kalimantan No. 37, Kampus Tegalboto, Sumber Sari, Kabupaten Jember, Jawa Timur 68121. Lokasi gedung perkuliahan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Lokasi kampus Universitas Jember

(Sumber: <https://www.google.co.id/maps/2017>)

3.2.2 Perencanaan Lapangan

Dalam tahapan rancangan konsep, penelitian lapangan juga memiliki peranan yang sangat penting. Kurang memadai atau kurang lengkapnya penelitian

lapangan dapat menyulitkan dalam tahap awal perancangan, walaupun tidak sampai menghentikan pelaksanaan pemasangan instalasi. Oleh karena itu penelitian lapangan merupakan bagian dari pekerjaan perencanaan dan perancangan. Penelitian tidak hanya berarti kunjungan ke lokasi gedung dan melihat situasi setempat. Namun juga mencakup perundingan dengan pihak pemilik wewenang.

3.2.3 Langkah Perencanaan

Dalam pelaksanaan perencanaan instalasi yang berlangsung secara bertahap, penulis melakukan tahapan sebagai berikut:

1. Permohonan izin.
2. Pengumpulan data dan informasi seperti lay out kawasan kampus dan data-data pendukung lainnya.
3. Analisis peralatan.
4. Tahap perencanaan.

1) Permohonan Izin

Permohonan izin ditunjukkan kepada pihak-pihak terkait seperti pemilik gedung dengan tujuan permohonan izin penelitian dan data-data yang dibutuhkan, seperti denah dan detail bangunan gedung Universitas Jember.

2) Pengumpulan Data dan Informasi

Tahap-tahap yang digunakan dalam pengumpulan data dan informasi meliputi pengumpulan data primer berupa survei dan observasi lapangan serta data sekunder berupa data-data yang diperoleh dari pihak pemilik gedung.

A. Tahap Persiapan

Tahap ini dimaksudkan sebagai akses untuk mempermudah peneliti dalam melaksanakan penelitian, seperti pengumpulan data, analisis serta penyusunan laporan. Tahap persiapan ini meliputi:

(a) Observasi lapangan

Observasi lapangan dilakukan untuk mengetahui kondisi lapangan secara langsung, sehingga dapat dilakukan analisis secara tepat. Melakukan survei ke gedung-gedung di kampus Universitas Jember untuk melihat langsung kondisi keberadaan sistem Hidran kebakaran. Wawancara dan diskusi singkat dengan para

staf yang bekerja di lokasi gedung guna memperoleh informasi mengenai kondisi fisik gedung dan mengenai keberadaan alat pemadam kebakaran yang sudah terpasang dalam gedung.

(b) Tahap Pengumpulan data sekunder

Data sekunder yang digunakan adalah data sekunder yang berasal dari pengkajian studi-studi literatur, penelitian sejenis sebelumnya dan dari *historical* data berupa data-data dari proyek sejenis sebelumnya. Data sekunder bisa diperoleh dari data-data yang telah dimiliki oleh pihak konstruksi atau pemilik gedung berupa denah, layout dan jumlah penghuni dan lain sebagainya.

3) Analisis Peralatan

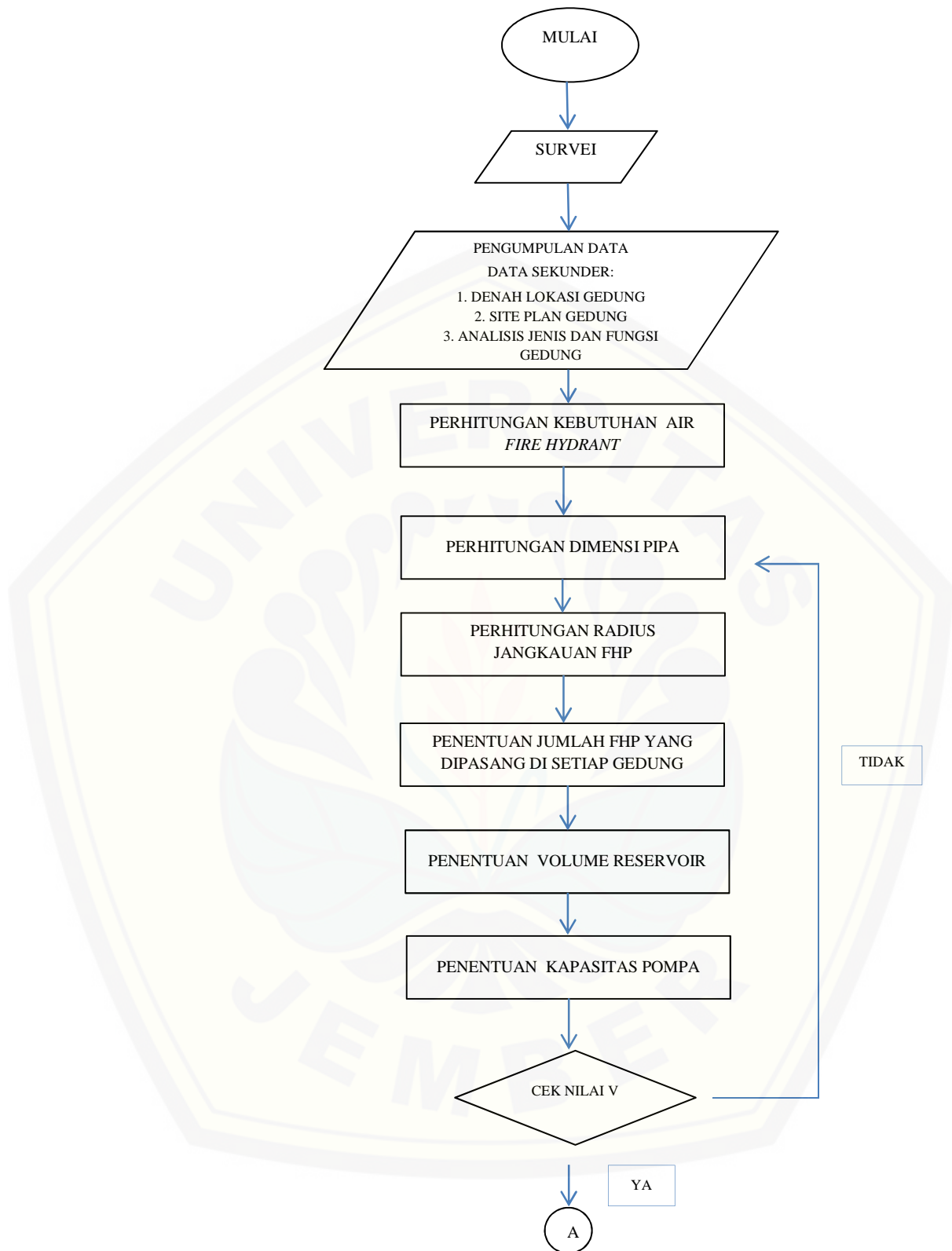
Peralatan pemadam kebakaran atau hidran kebakaran adalah peralatan *plumbing* dengan sistem perpipaan yang dipasang didalam maupun diluar gedung sebagai penyedia air dalam tindak penanganan bencana kebakaran yang terjadi, baik didalam gedung maupun disekitar gedung. Bahan yang digunakan sebagai peralatan hidran kebakaran harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- a. Bahan kuat tidak mudah korosif.
- b. Mudah dibersihkan.
- c. Mudah dipasang.
- d. Baik selang ataupun pipa tidak mudah rusak atau bocor.

4) Tahap Perencanaan

Pada tahap ini, setelah semua data telah terkumpul kemudian dilakukan analisis perencanaan guna memperoleh hasil akhir. Hasil akhir ini berupa perencanaan sistem hidran kebakaran yang mana nantinya dapat menjadi referensi dalam perencanaan atau pelaksanaan penginstalan selanjutnya.

Pada tahap ini akan dilakukan penghitungan terhadap jumlah kebutuhan air dalam perencanaan hidran kebakaran serta jumlah pemasangan hidran kebakaran ditiap bangunan gedung perkuliahan. Setelah diketahui berapa kebutuhan air yang digunakan lalu dilakukan analisis ketersediaan air, juga bahan yang akan dipakai dalam perencanaan penginstalan seperti bahan selang, pompa, pipa dan peralatan lainnya. Setelah penghitungan permasalahan penginstalan selesai maka dilakukan penghitungan Rencana Anggaran Biaya persatuan alat hidran kebakaran.





BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa perencanaan sistem hidran kebakaran pada sembilan bangunan gedung di Universitas Jember antara lain.

1. Perencanaan yang digunakan adalah *hydrant* pilar (hidran halaman).
2. Jenis pipa yang digunakan ada dua macam yaitu pipa distribusi dengan diameter 5 inci (10,22 cm) dan pipa pelayan dengan diameter 3 inci (7,36 cm).
3. Jumlah hidran yang terpasang masing-masing gedung adalah 2 sampai 3 buah hidran dengan anggaran total untuk sembilan gedung adalah Rp3.249.802.300.

5.2 Saran

Mengingat pentingnya pemasangan hidran kebakaran sebagai antisipasi bencana kebakaran gedung, maka disarankan untuk pihak Universitas Jember segera melaksanakan pemasangan sistem hidran kebakaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Adilla, Y., Adyatma, S., & Arisanty, D. (2014). 1. Mahasiswa Program Studi Pendidikan Geografi FKIP Universitas Lambung Mangkurat 2. Dosen Program Studi Pendidikan Geografi FKIP Universitas Lambung Mangkurat 70. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 1(2), 70–81.
- Code, B. (2000a). Tata cara perencanaan dan pemasangan pipa tegak dan slang untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan rumah dan gedung. *SNI 03-1745-2000*, 1–46. Diunduh pada 18 September 2017, dari <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1108/1750620071077952110>
- Code, B. (2000b). Tata cara perencanaan sistem protekasi pasif untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan rumah dan gedung. *SNI 03-1735-2000*, 1–46. Diunduh pada 18 September 2017, dari <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1108/17506200710779521>
- Department of Labor. (2015). Fire Service Features of Buildings and Fire Protection Systems, 71. Diunduh dari www.osha.gov, pada 10 Oktober 2017
- Faisal, B., Arif, D., & Widodo, A. (2014). Evaluasi *Fire Protection System* Pada *Fuel Supply System*, *Utility Work* Menggunakan Software *Pipe Flow Expert* (Study Kasus Pt . Pertamina Dppu Juanda, 4(2), 2–7.
- Isman, K. (2010). Antifreeze Solutions in Home Fire Sprinkler Systems. Diunduh pada 18 September 2017, dari <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3840-3>
- NFPA. (2002). Portable Fire 2002 Edition, 552.
- Otority, M. C. (2014). Jenis Hydrant dan Sistem Instalasi Hydrant. Diunduh pada 9 Oktober, 2017, dari www.scribd.com
- Ramli, S. (2010). *Petunjuk Praktis Manajemen Kebakaran (Fire Management)*. (H. Djajaningrat, Ed.) (seri manaj). Dian Rakyat.
- Rensius, A. (2009). Perancangan Ulang Instalasi Pipa Sistem Pemadam Kebakaran pada Gedung CCV dan Perkantoran PT. SUMI INDO KABEL Tbk, 1–109.

LAMPIRAN A. Dokumentasi Survei Ground Reservoir

1. Dokumentasi Survei Ground reservoir Gedung A FT



a



b

Keterangan:

- a. Letak Ground Reservoir dan Rumah pompa
- b. Manhole Ground Reservoir

Sumber: Dokumentasi lapang Gedung Fakultas Teknik

2. Dokumentasi Survei Ground reservoir Gedung OSCE FK



a



b

Keterangan:

- a. Letak Ground Reservoir dan Rumah pompa
- b. Pipa *Header* diameter 2 Inchi Penghubung Ground Dengan Pompa

Sumber: Dokumentasi lapang Gedung Fakultas Kedokteran

3. Dokumentasi Survei Ground reservoir Gedung RSGM



a



b



c

Keterangan:

a. Letak Rumah Pompa

b. Ground Reservoir

c. Peninjauan Jarak Antara Rumah Pompa dengan Ground

Sumber: Dokumentasi lapang Gedung RSGM Fakultas Kedokteran Gigi

4. Dokumentasi Survei Ground reservoir Gedung FKM



a



b



c



d

Keterangan:

- a. Peninjauan Jarak Rumah Pipa dengan Ground
- b. Rumah Pipa
- c. Kondisi Ground Terbuka
- d. Pencatatan Dimensi Ground

Sumber: Dokumentasi lapang Gedung Fakultas Kesehatan Masyarakat

5. Dokumetasi Survei Ground reservoir Gedung FKIP gedung H



Gedung H FKIP Belum memiliki groud reservoir

6. Dokumetasi Survei Ground reservoir Gedung FH



Keterangan: Gedung FH belum memiliki groud reservoir

7. Dokumetasi Survei Ground reservoir Gedung FEB



Keterangan: Gedung FEB belum memiliki ground reservoir

LAMPIRAN B. Perhitungan Dimensi Pipa

Berdasarkan data kebutuhan debit satu unit *hydrant* yaitu sebesar 0,0158 m³/detik dan dengan V ijin 3 m/detik, maka penentuan pipa untuk semua gedung diperoleh sama yaitu sebesar 5 inci (10,22cm) untuk pipa distribusi dan 3 inci (7,036 cm) untuk pipa pelayanan.

Dalam menentukan diameter pipa dilakukan penghitungan secara hidrolis dengan menggunakan rumus persamaan 2.2. Diameter pipa yang dihitung ada dua macam yaitu pipa pelayanan dengan menggunakan angka debit satu unit FHP dan pipa distribusi dengan menggunakan angka debit dua unit FHP.

1. Pipa pelayanan pada FHP

$$\begin{aligned} \text{Diketahui: } Q &= 250 \text{ Gpm (satu unit FHP)} \\ &= 0,0158 \text{ m}^3/\text{detik} \\ V &= 3 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

Sehingga berdasarkan rumus persamaan 2.2 diperoleh hasil:

$$\begin{aligned} D &= \sqrt{\frac{4 \times 0,0158 \text{ (m}^3/\text{detik)}}{\pi \times 3 \text{ (m/detik)}}} \\ &= 0,0818 \text{ m} \quad 3 \text{ inci} \end{aligned}$$

Dengan menyesuaikan properties pipa yang ada dipasaran dan sesuai dengan NFPA 14, maka dipilih pipa dengan diameter nominal (NPS) 3 inci dengan *inside* diameter (ID) 0,0736 m. Maka kecepatan aliran didalam pipa sebenarnya adalah:

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \times 0,0158}{\pi \times 0,0736^2} = 3,72 \text{ m/detik}$$

Cek nilai V harus lebih besar atau sama dengan 3 m/detik

Karena 3,72 m/detik lebih besar dari 3 m/detik maka diameter dipakai.

2. Pipa Distribusi pada FHP

$$\begin{aligned} \text{Diketahui: } Q &= 500 \text{ Gpm (dua unit FHP)} \quad 0,0316 \text{ m}^3/\text{detik} \\ V &= 3 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} D &= \sqrt{\frac{4 \times 0,0316 \text{ (m}^3/\text{detik)}}{\pi \times 3 \text{ (m/detik)}}} \\ &= 0,1158 \text{ m} \quad 5 \text{ inci} \end{aligned}$$

Dengan menyesuaikan properties pipa yang ada dipasaran dan sesuai dengan NFPA 14, maka dipilih pipa dengan diameter nominal (NPS) 5 inci dengan *inside* diameter (ID) 0,1022 m. Maka kecepatan aliran di dalam pipa sebenarnya adalah:

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \times 0,0316}{\pi \times 0,1022^2} = 3,85 \text{ m/detik}$$

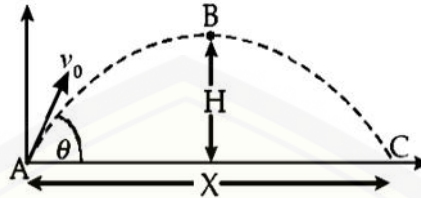
Cek nilai V harus lebih besar atau sama dengan 3 m/detik

Diperoleh 3,85 m/detik lebih besar dari 3 m/detik (sesuai NFPA V 3)



LAMPIRAN C. Perhitungan Radius Jangkauan

Perhitungan radius jangkauan pada sistem *hydrant* sangatlah penting dilakukan, karena menyangkut area yang akan dilayani oleh sistem *hydrant* tersebut.



1. radius jangkauan FHP

$$Q_{\text{pipa utama}}(Q_1) = 0,0316 \text{ m}^3/\text{detik} \quad (Q_1: 500 \text{ Gpm}, A_1: 0,0164 \text{ m}^2)$$

$$\text{Diameter nozzle} = 0,064 \text{ m} \quad (\text{ID: } 2\frac{1}{2} \text{ inci}, A_2: 0,003 \text{ m}^2)$$

$$\text{Sudut elevasi } \emptyset = 45^\circ \quad (\sin 45 = 0,707, \cos 45 = 0,707)$$

$$\text{Gravitasi} = 9,81 \text{ m/detik}^2$$

$$V_1 = \frac{Q_1}{A_1}$$

$$V_1 = \frac{0,0316 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0164 \text{ m}^2} = 1,96 \text{ m/detik}$$

$$V_2 = \frac{A_1 \cdot V_1}{A_2} = \frac{0,0164 \cdot 1,96}{0,003} = 10,53 \text{ m/detik}$$

2. tinggi maksimum yang dicapai air

$$H = \frac{V_2^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{10,53^2 \cdot 0,707^2}{2 \cdot 9,81} = 2,824 \text{ m}$$

3. jarak air menyentuh tanah

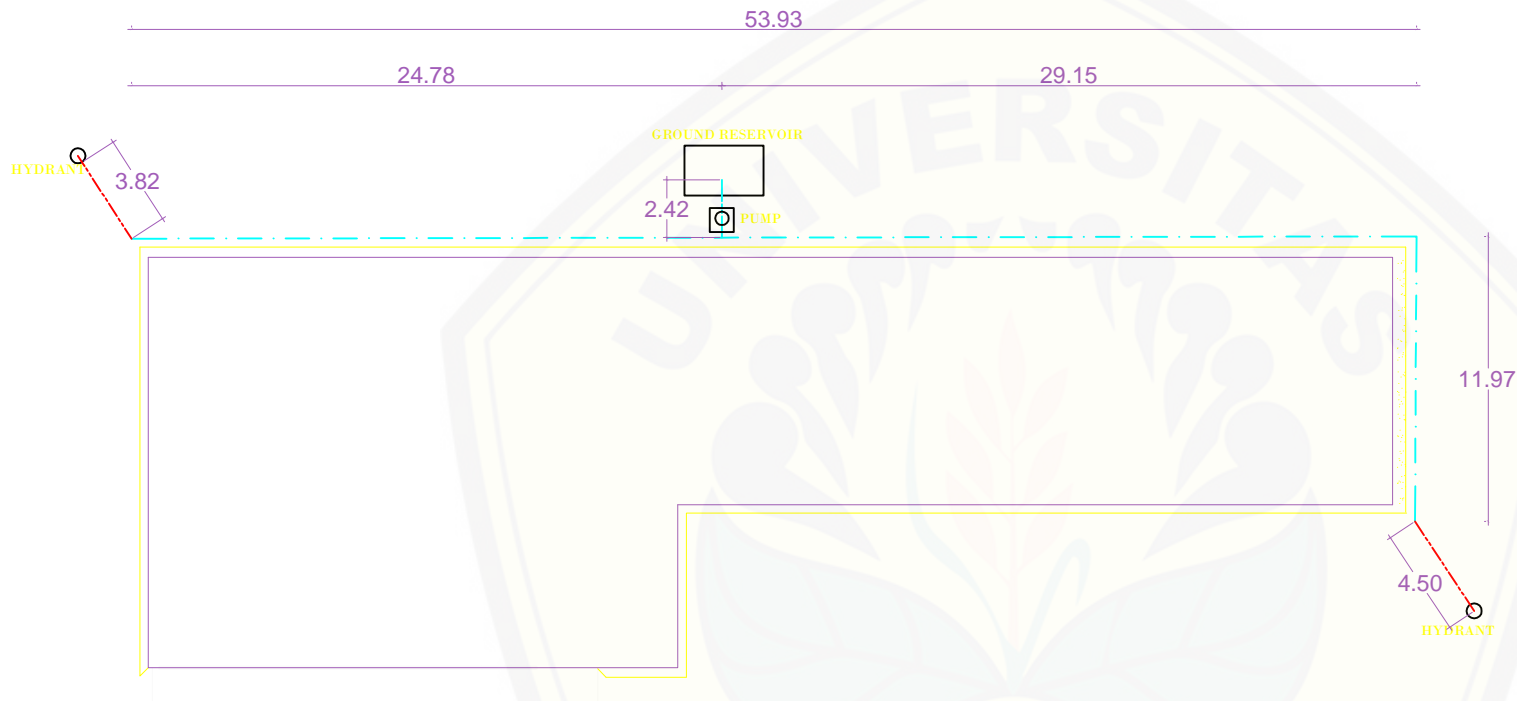
$$X = \frac{2V_2^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{2 \cdot 10,53^2 \cdot 0,707 \cdot 0,707}{9,81} = 11,30 \text{ m}$$

Panjang selang FHP 30 meter, jadi jangkauan tiap FHP = $11,30 + 30 = 41,30 \text{ m}$.

Maka pada instalasi *hydrant* terpasang FHP setiap 41,30 m. Karena data perencanaan dari debit dan diameter nozzle yang dipakai sama maka hasil hitungan jarak untuk semua gedung rencana adalah sama, namun hanya berbeda pada jumlah pemasangan pilar *hydrant* karena luas layan masing-masing gedung berukuran berbeda.

Gambar denah penempatan hydrant masing-masing gedung akan disertakan berikut.

Digital Repository Universitas Jember



DENAH PERENCANAAN HIDRAN KEBAKARAN GEDUNG FEB

SKALA 1:200



KEMENTERIAN
PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK
SIPIIL UNIVERSITAS JEMBER

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN
FIRE HYDRANT

JUDUL GAMBAR

DENAH PERENCANAAN HIDRAN
KEBAKARAN GEDUNG FEB

DIGAMBAR

NURUL FADILAH
NIM 141910301012

KETERANGAN

--- PIPA HIDRAN Ø3"

- - - PIPA HIDRAN Ø5"

○ PILAR HIDRAN

◻ POMPA

◻ RESERVOIR

SKALA	Luasan/LT	TANGGAL
1:200	728,15 M2	04/2018



KEMENTERIAN
PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK
SIPIL UNIVERSITAS JEMBER

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN
FIRE HYDRANT

JUDUL GAMBAR

DIGAMBAR

NURUL FADILAH

NIM 141910301012

KETERANGAN

--- PIPA HIDRAN Ø3"

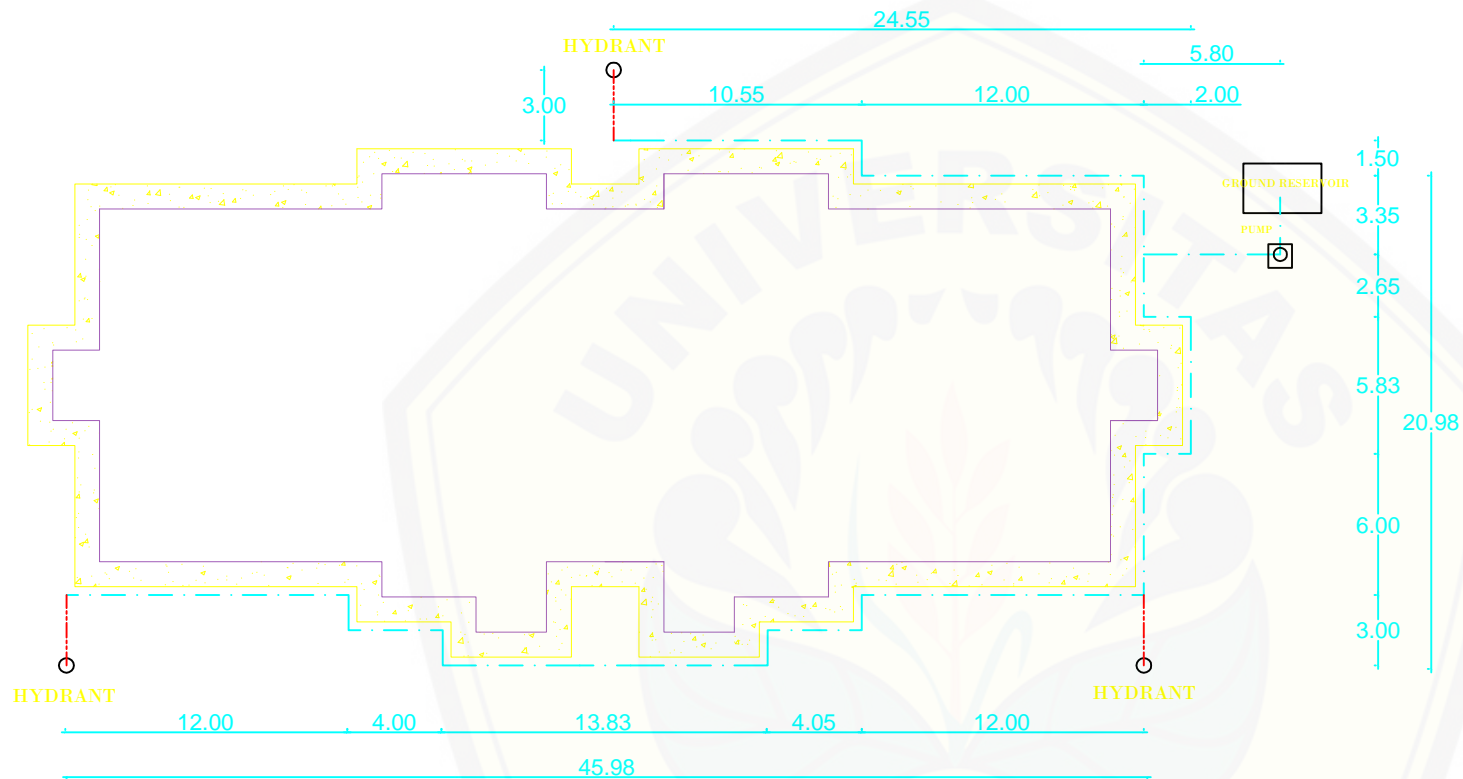
- - - PIPA HIDRAN Ø5"

○ PILAR HIDRANT

◻ POMPA

◻ RESERVOIR

SKALA	Luasan/LT	TANGGAL
1:200	1204 M2	04/2018



DENAH PERENCANAAN HIDRAN KEBAKARAN GEDUNG F. HUKUM

SKALA 1:200



KEMENTERIAN
PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK
SIPIL UNIVERSITAS JEMBER

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN
FIRE HYDRANT

JUDUL GAMBAR

DENAH PERENCANAAN
HIDRAN KEBAKARAN
GEDUNG OSCE FK

DIGAMBAR

NURUL FADILAH
NIM 141910301012

KETERANGAN

--- PIPA HIDRAN Ø3"

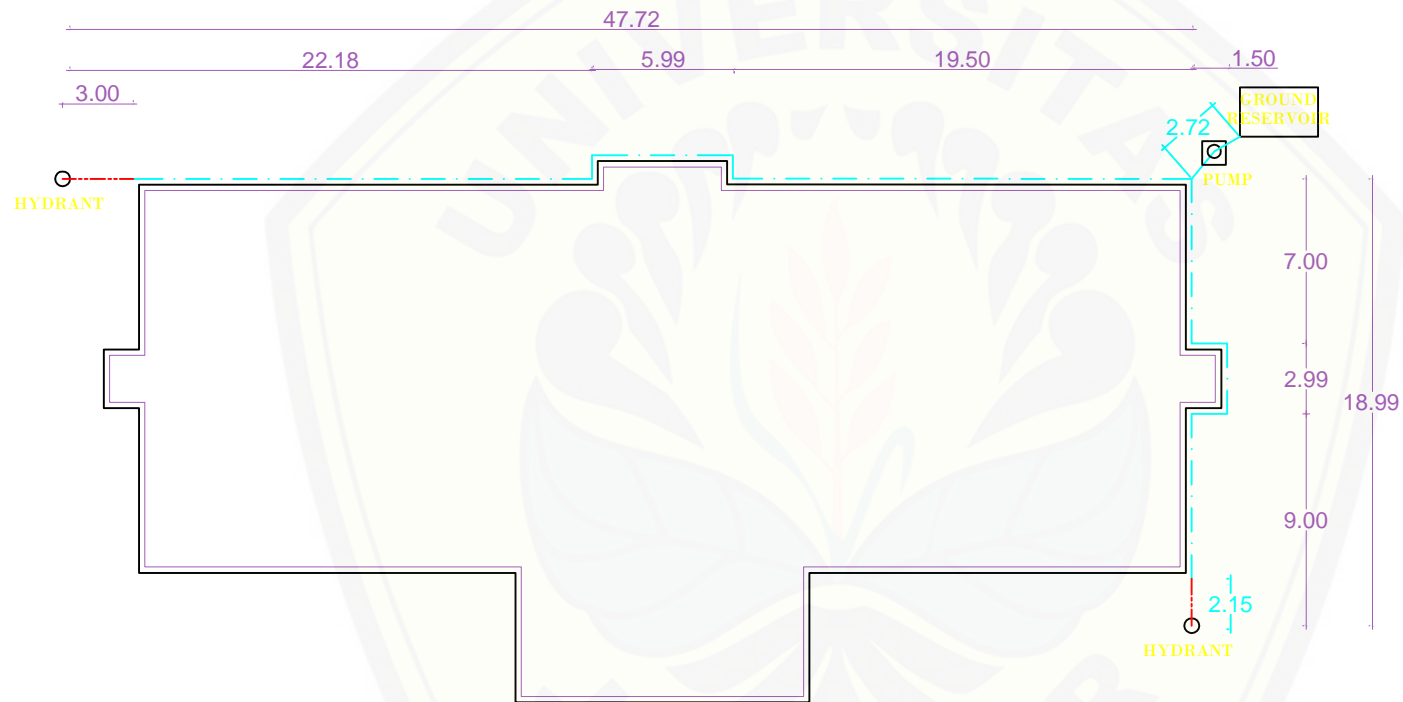
- - - PIPA HIDRAN Ø5"

○ PILAR HIDRAN

◻ POMPA

◻ RESERVOIR

SKALA	Luasan/LT	TANGGAL
1:200	704 M2	04/2018



DENAH PERENCANAAN HIDRAN KEBAKARAN GEDUNG OSCE FK

SKALA 1:200



KEMENTERIAN
PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK
SIPIL UNIVERSITAS JEMBER

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN
FIRE HYDRANT

JUDUL GAMBAR

DENAH PERENCANAAN
HIDRAN KEBAKARAN
GEDUNG TUTORIAL FKG

DIGAMBAR

NURUL FADILAH

NIM 141910301012

KETERANGAN

--- PIPA HIDRAN Ø3"

- - - PIPA HIDRAN Ø5"

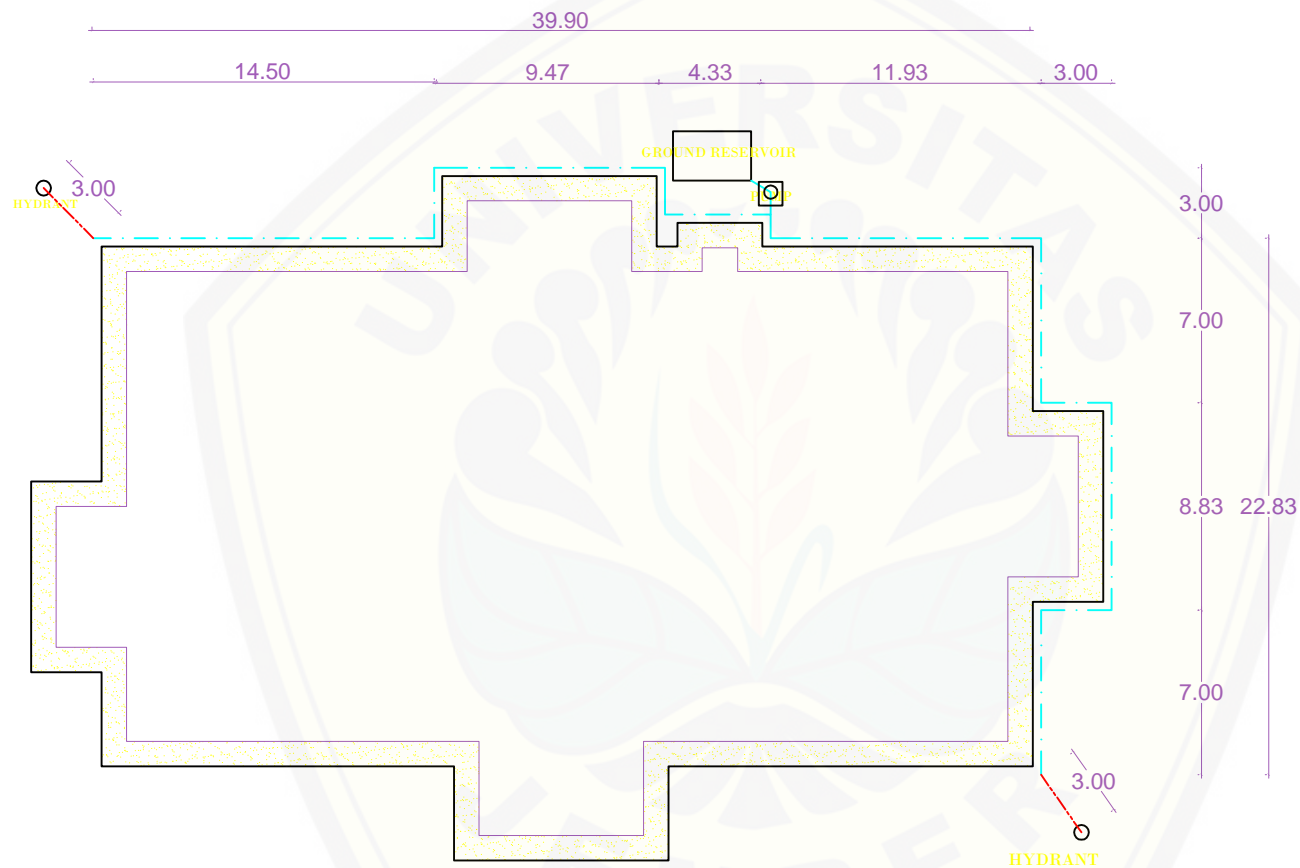
○ PILAR HIDRAN

◻ POMPA

◻ RESERVOIR

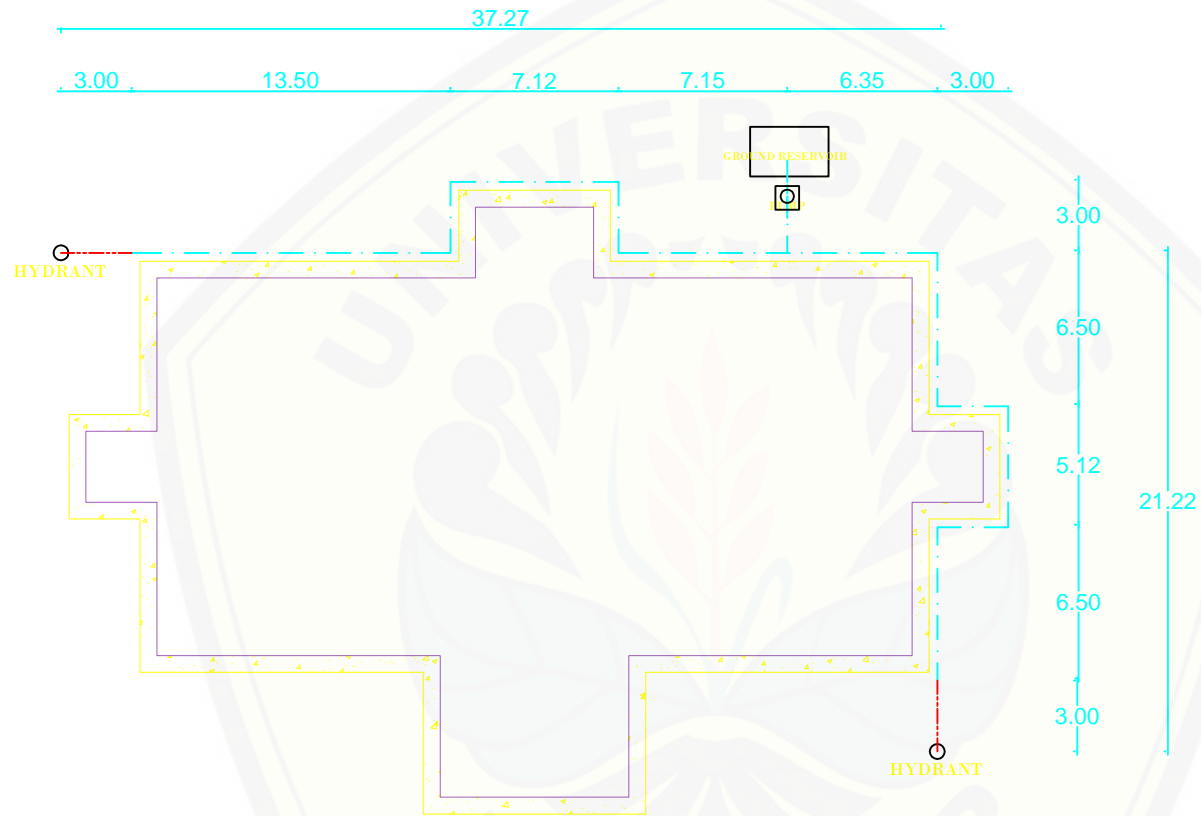
SKALA	Luasan/LT	TANGGAL
-------	-----------	---------

1:200	954,5 M2	04/2018
-------	----------	---------



DENAH PERENCANAAN HIDRAN KEBAKARAN GEDUNG TUTORIAL FKG

SKALA 1:200



DENAH PERENCANAAN HIDRAN KEBAKARAN GEDUNG FKM

SKALA 1:200



KEMENTERIAN
PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK
SIPIIL UNIVERSITAS JEMBER

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN
FIRE HYDRANT

JUDUL GAMBAR

DENAH PERENCANAAN HIDRAN
KEBAKARAN GEDUNG FKM

DIGAMBAR

NURUL FADILAH

NIM 141910301012

KETERANGAN

— PIPA HIDRAN Ø3"

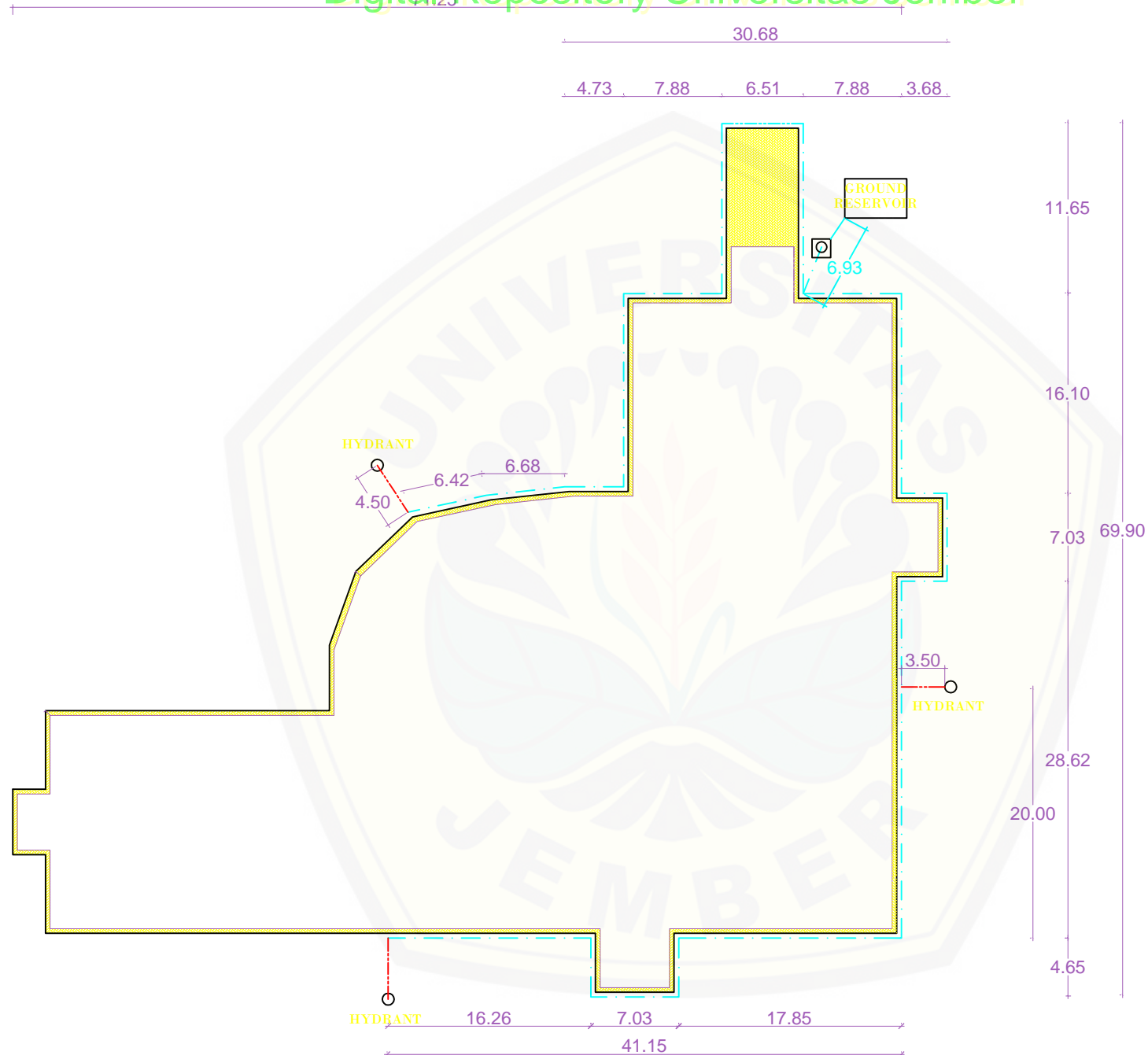
— PIPA HIDRAN Ø5"

○ PILAR HIDRAN

◻ POMPA

◻ RESERVOIR

SKALA	Luasan/LT	TANGGAL
1:200	816 M2	04/2018



DENAH PERENCANAAN HIDRAN KEBAKARAN GEDUNG RSGM

SKALA 1:300



KEMENTERIAN
PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK
SIPIL UNIVERSITAS JEMBER

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN
FIRE HYDRANT

JUDUL GAMBAR

DENAH PERENCANAAN
HIDRAN KEBAKARAN
GEDUNG RSGM

DIGAMBAR

NURUL FADILAH

NIM 141910301012

KETERANGAN

--- PIPA HIDRAN Ø3"

- - - PIPA HIDRAN Ø5"

○ PILAR HIDRAN

◻ POMPA

◻ RESERVOIR

SKALA	Luasan/LT	TANGGAL
1:300	2186,5M2	04/2018



KEMENTERIAN
PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK
SIPIIL UNIVERSITAS JEMBER

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN
FIRE HYDRANT

JUDUL GAMBAR

DENAH PERENCANAAN HIDRAN
KEBAKARAN GEDUNG
F.TEKNIK

DIGAMBAR

NURUL FADILAH

NIM 141910301012

KETERANGAN

— PIPA HIDRAN Ø3"

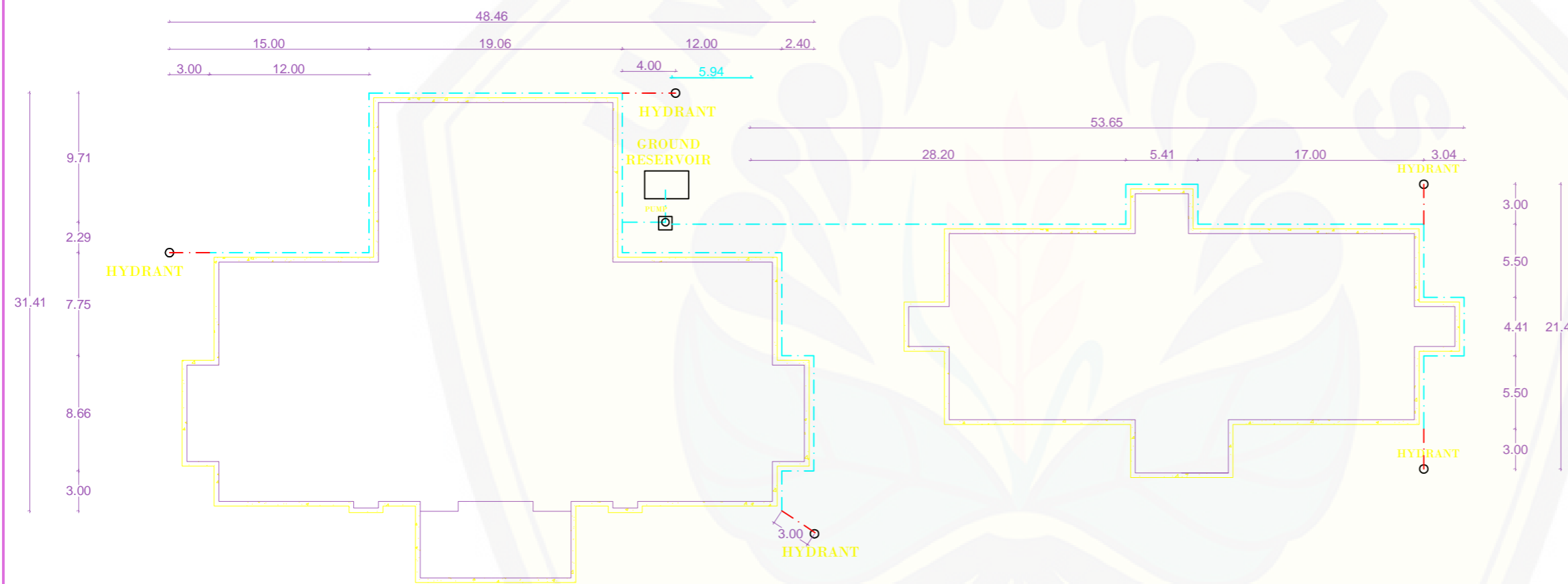
- - - PIPA HIDRAN Ø5"

○ PILAR HIDRAN

◻ POMPA

◻ RESERVOIR

SKALA	Luasan/LT	TANGGAL
1:200		04/2018



DENAH PERENCANAAN HIDRAN KEBAKARAN GEDUNG F. TEKNIK

SKALA 1:200

LAMPIRAN D. Penentuan Volume Reservoir

Untuk menentukan volume reservoir secara umum direncanakan sama dikarenakan debit *hydrant* dalam perencanaan sebesar $0,0316 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan waktu tunggu atau waktu penanganan adalah 15 menit. Sehingga diperoleh dimensi reservoir sebagai berikut.

$$Q_{\text{hydrant}} = 0,0316 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Kebutuhan penanganan ± 15 menit

$$\begin{aligned} \text{Maka volume reservoir} &= 15 \times 60 \times 0,0316 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 28,44 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume reservoir yang diperlukan pada gedung adalah $28,44 \text{ m}^3$. Untuk kapasitas reservoir masing-masing gedung diperoleh hasil yang sama, karena debit dan kebutuhan waktu penanganan tetap.

Jadi diperoleh dimensi reservoir untuk gedung FKIP, OSCE FK, FKM, FEB, FKG, FT, FH dan RSGM adalah sebesar $28,44 \text{ m}^3$

LAMPIRAN E. Penentuan Pompa

1. Gedung FEB

a. Pompa Utama

Perhitungan tekanan pipa distribusi pada head terjauh, head terjauh diletakkan pada jarak 45,62 m. Untuk menghitung head total pompa digunakan rumus persamaan 2.3.

Diketahui:

$$Q = 0,0316 \text{ m}^3/\text{detik}$$

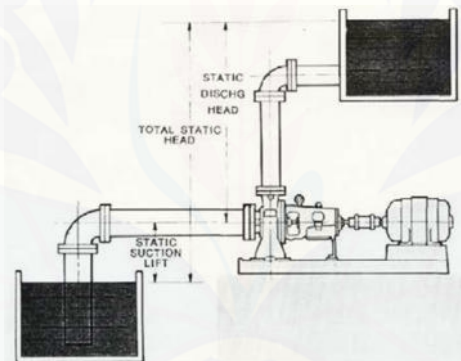
$$\text{Static suction head} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Static discharge head} = 2 \text{ m}$$

$$h_{p1} = 4,43 \times 10^5 \text{ N/m}^2 \text{ (tekanan umum pada hydrant)}$$

$$h_{p2} = 1 \text{ ATM } (10^5 \text{ N/m}^2)$$

$$\rho_{air} = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ)$$



- Menghitung head statis total (h_a)

$$h_a = \text{static suction lift} + \text{static discharge head}$$

$$= 2 \text{ m} + 2 \text{ m} = 4 \text{ m}$$

- Menghitung Δh_p

$$\Delta h_p = \frac{h_{p2} - h_{p1}}{\rho g} = \frac{(4,43 - 1) \times 10^5}{998,2 \times 9,81} = 35,03 \text{ m}$$

b. Menghitung kerugian head instalasi (h_1)

a. Pada Pipa

pada instalasi terjauh dari pompa menuju FHP diameter pipa yang digunakan adalah 3 inci dan 5 inci.

Data yang diketahui:

$$V = 3 \text{ m/detik}$$

$$\nu = 1,007 \times 10^{-6} \text{ (viskositas kinematik air pada suhu } 20^\circ \text{)}$$

Untuk pipa 5 inci, ID = 0,1022 m

$$Re = \frac{3 \times 0,1022}{1,007 \times 10^{-6}} = 315193$$

Untuk pipa 3 inci

$$Re = \frac{3 \times 0,0736}{1,007 \times 10^{-6}} = 210923$$

Karena $Re > 4000$ maka aliran bersifat turbulen, sehingga untuk menghitung kerugian gesek dalam pipa menggunakan rumus:

$$H_f = \lambda \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Untuk mencari koefisien kerugian gesek diagram moody.

Dimana:

$$\text{Bilangan reynolds (Re)} = 210923 \text{ (turbulen)}$$

$$\text{Nilai } \epsilon \text{ (epsilon) untuk steel} = 0,0005 \text{ m}$$

$$\text{ID untuk pipa 3 inci} = 0,0736 \text{ m}$$

$$\text{ID untuk pipa 5 inci} = 0,1022 \text{ m}$$

Sehingga nilai *Relative Pipe Roughness* adalah:

Untuk pipa 5 inci

$$\frac{\epsilon}{ID} = \frac{0,0005}{0,1022} = 0,0047$$

Dari nilai diatas didapat koefisien kerugian pipa melalui diagram moody yaitu 0,035 (λ)

Untuk pipa 3 inci

$$\frac{\epsilon}{ID} = \frac{0,0005}{0,0736} = 0,007$$

Dari nilai diatas didapat koefisien kerugian pipa melalui diagram moody yaitu 0,038 (λ)

Sehingga perhitungan h_f diperoleh sebagai berikut:

Untuk pipa 5 inci, ID = 0,1022 (L= 41,12 m)

$$h_f = 0,035 \frac{41,12}{0,1022} \cdot \frac{v^2}{2g} = 6,45 \text{ m}$$

Untuk pipa 5 inci, ID = 0,1022 (L= 24,78 m)

$$h_f = 0,035 \frac{24,78}{0,1022} \cdot \frac{v^2}{2g} = 3,9 \text{ m}$$

Untuk pipa 3 inci, ID = 0,0736 (L=8,32 m)

$$h_f = 0,038 \frac{8,32}{0,0736} \cdot \frac{v^2}{2g} = 1,97 \text{ m}$$

jadi kerugian gesek dalam pipa adalah 12,32 m

b. Pada Reducer

pada pipa hydrant untuk diameter 0,1022 (5 inci) dan 0,0736 (3 inci)

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{\pi \cdot (0,0354)^2}{\pi \cdot (0,0529)^2} = 0,4478 = 0,4$$

Maka C_c didapat = 0,659 (weisback)

$$H_c = \left(\frac{1}{0,659} - 1 \right)^2 \frac{3^2}{2 \times 9,81} = 11,8 \text{ m}$$

c. Pada Belokan

- Kerugian gesek pada belokan pipa (elbow 90°)

dimana:

diameter elbow 90° = 0,1022 m (5 inci)

radius = 0,228 m (9 inci)

R/D = 0,228 m / 0,1022 m = 2,155

Koefisien = 0,9

h_f elbow = 0,058 $\frac{3^2}{2 \times 9,81} = 0,02$

jumlah elbow yang digunakan adalah 1 maka diperoleh = 1 × 0,9 = 0,9 m

- Kerugian gate valve koef = 0,19

$$H_e = \frac{K v^2}{2g} = \frac{0,19 \cdot 3^2}{2g} = 0,08 \text{ m}$$

- Check valve koef = 2,5

$$H_e = \frac{K v^2}{2g} = \frac{2,5 \cdot 3^2}{2g} = 5,9$$

- Strainer koef = 0,19

$$H_e = \frac{K v^2}{2g} = \frac{0,19 \cdot 3^2}{2g} = 0,08 \text{ m}$$

- Katup hisap koef = 0,19

$$H_e = \frac{K v^2}{2g} = \frac{0,19 \cdot 3^2}{2g} = 0,08 \text{ m}$$

Jadi total kerugian H_e adalah 7,04 m

c. Head Pompa yang Dibutuhkan Hydrant

Diketahui:

Δh_p adalah head tekanan

V = 3 m/detik

$P_2 = 4,43 \times 10^5$ (Kusuma, 2013)

$$P_1 = 10^5 \text{ (tekanan atmosfer 1 ATM)}$$

$$\rho = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ\text{)}$$

$$\Delta h_p = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} = 35 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} H_{\text{pompa}} &= h_a + \Delta h_p + h_f + \frac{v^2}{2g} \\ &= 4 + 35 + 30,89 + \frac{3^2}{2 \cdot 9,81} = 70,35 \text{ m} \end{aligned}$$

d. tekanan pada unit beban hydrant terjauh

Diketahui:

$$H_{\text{pompa}} = 70,35 \text{ m}$$

$$\rho = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ\text{)}$$

$$P_1 = 10^5 \text{ N/m}^2 \text{ (tekanan atmosfer 1 ATM)}$$

$$g = 9,81 \text{ m/detik}^2$$

$$h_f = 46,64 \text{ m}$$

$$V_2 = 3 \text{ m/detik}$$

$$Z_1 = 4 \text{ m}$$

$$Z_2 = 2 \text{ m}$$

$$P_2 = \frac{P_1}{\rho} - \frac{v_2^2}{2g} + (Z_1 - Z_2) + H_{\text{pompa}} - (h_f) (\rho g)$$

$$\begin{aligned} P_2 &= (10,212 - 0,4587 + 2 + 70,35 - 30,89) \times 9792,342 \\ &= 501498,15 = 51121,1 \text{ N/m}^2 = 51,1 \times 10^3 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

e. Daya Pompa Utama (BPH)

Diketahui:

$$\rho = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ\text{)}$$

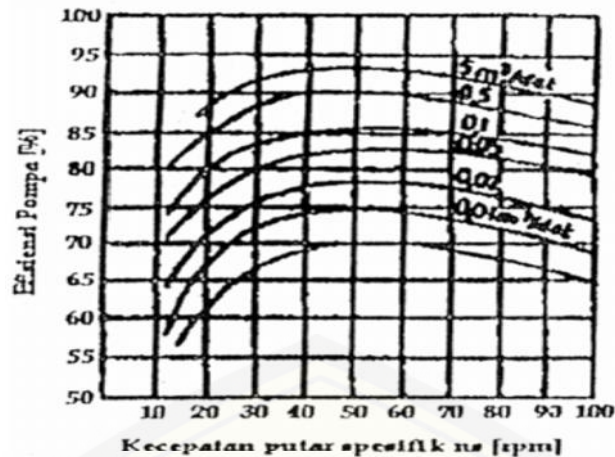
$$g = 9,81 \text{ m/detik}^2$$

$$Q = 500 \text{ gpm} = 0,0316$$

$$H_{\text{pump}} = 70,35 \text{ m}$$

η_p = Efisiensi pompa (dicari terlebih dahulu)

$$\eta_p = \frac{n\sqrt{Q}}{H^{3/4}} = \frac{1770\sqrt{0,0316}}{70,35^{3/4}} = 12,95$$



Dari grafik diperoleh $70\% = 0,7$

$$BPH = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta_p} = \frac{998,2 \cdot 9,81 \cdot 70,35 \cdot 0,0316}{0,7} = 31098,52 = 31,1 \text{ Kw}$$

f. Daya Pompa Jockey (BHP)

Diketahui:

$$\rho = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ\text{)}$$

$$g = 9,81 \text{ m/detik}^2$$

$$Q = 5\% \text{ dari } Q_{\text{utama}} = 5\% \times 500 \text{ gpm} = 0,0316 \times 0,05 = 0,0016 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$H_{\text{pump}} = 70,35 \text{ m}$$

$$\eta_p = 52\%$$

$$\text{Maka BHP} = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta_p} = \frac{998,2 \cdot 9,81 \cdot 70,35 \cdot 0,0016}{0,52} = 2119,66 \text{ w} = 2,1 \text{ Kw}$$

2. Gedung OSCE FK

a. Pompa Utama

Perhitungan tekanan pipa distribusi pada head terjauh, head terjauh diletakkan pada jarak 47,72 m. Untuk menghitung head total pompa digunakan rumus sebagai berikut.

$$H_{\text{total}} = h_a + \Delta h_p + h_1 + \frac{v^2}{2g}$$

Diketahui:

$$Q = 0,0316 \text{ m}^3/\text{detik}$$

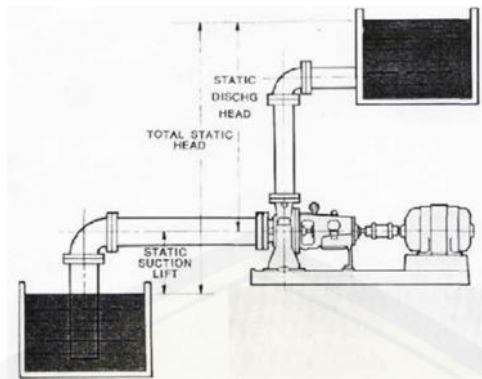
$$\text{Static suction head} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Static discharge head} = 2 \text{ m}$$

$$h_{p1} = 4,43 \times 10^5 \text{ N/m}^2 \text{ (tekanan umum pada hydrant)}$$

$$h_{p2} = 1 \text{ ATM (} 10^5 \text{ N/m}^2\text{)}$$

$$\rho_{air} = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ\text{)}$$



- Menghitung head statis total (h_a)

$$h_a = \text{static suction lift} + \text{static discharge head} \\ = 2 \text{ m} + 2 \text{ m} = 4 \text{ m}$$

- Menghitung Δh_p

$$\Delta h_p = \frac{h_{p2} - h_{p1}}{\rho g} = \frac{(4,43 - 1) \times 10^5}{998,2 \times 999,81} = 35,03 \text{ m}$$

b. Menghitung kerugian head instalasi (h_1)

a. Pada Pipa

pada instalasi terjauh dari pompa menuju FHP diameter pipa yang digunakan adalah 3 inci dan 5 inci.

Data yang diketahui:

$$V = 3 \text{ m/detik}$$

$$\nu = 1,007 \times 10^{-6} \text{ (viskositas kinematik air pada suhu } 20^\circ\text{)}$$

Untuk pipa 5 inci, ID = 0,1022 m

$$Re = \frac{3 \times 0,1022}{1,007 \times 10^{-6}} = 315193$$

Untuk pipa 3 inci

$$Re = \frac{3 \times 0,0736}{1,007 \times 10^{-6}} = 210923$$

Karena $Re > 4000$ maka aliran bersifat turbulen, sehingga untuk menghitung kerugian gesek dalam pipa menggunakan rumus:

$$H_f = \lambda \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Untuk mencari koefisien kerugian gesek diagram moody.

Dimana:

Bilangan reynolds (Re) = 210923 (turbulen)

Nilai ϵ (epsilon) untuk *steel* = 0,0005 m

ID untuk pipa 3 inci = 0,0736 m

ID untuk pipa 5 inci = 0,1022 m

Sehingga nilai *Relative Pipe Roughness* adalah:

Untuk pipa 5 inci

$$\frac{\epsilon}{ID} = \frac{0,0005}{0,1022} = 0,0047$$

Dari nilai diatas didapat koefisien kerugian pipa melalui diagram moody yaitu 0,035 (λ)

Untuk pipa 3 inci

$$\frac{\epsilon}{ID} = \frac{0,0005}{0,0736} = 0,007$$

Dari nilai diatas didapat koefisien kerugian pipa melalui diagram moody yaitu 0,038 (λ)

Sehingga perhitungan h_f diperoleh sebagai berikut.

Untuk pipa 5 inci, ID = 0,1022 (L= 46,72 m)

$$h_f = 0,035 \frac{46,72}{0,1022} \cdot \frac{v^2}{2g} = 7,09 \text{ m}$$

Untuk pipa 5 inci, ID = 0,1022 (L=19,84 m)

$$h_f = 0,035 \frac{19,84}{0,1022} \cdot \frac{v^2}{2g} = 3,01 \text{ m}$$

Untuk pipa 3 inci, ID = 0,0736 (L=5,15 m)

$$h_f = 0,038 \frac{5,15}{0,0736} \cdot \frac{v^2}{2g} = 1,26 \text{ m}$$

jadi kerugian gesek dalam pipa adalah 11,36 m

b. Pada Reducer

pada pipa hydrant untuk diameter 0,1022 (5 inci) dan 0,0736 (3 inci)

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{\pi \cdot (0,0354)^2}{\pi \cdot (0,0529)^2} = 0,4478 = 0,4$$

Maka Cc didapat = 0,659 (weisback)

$$H_c = \left(\frac{1}{0,659} - 1 \right)^2 \frac{3^2}{2 \times 9,81} = 11,8 \text{ m}$$

c. Pada Belokan

- Kerugian gesek pada belokan pipa (elbow 90°)

dimana:

$$\text{diameter elbow } 90^\circ = 0,1022 \text{ m (5 inci)}$$

$$\text{radius} = 0,228 \text{ m (9 inci)}$$

$$R/D = 0,228 \text{ m}/0,1022 \text{ m} = 2,155$$

$$\text{Koefisien} = 0,9$$

$$h_f \text{ elbow} = 0,058 \frac{3^2}{2 \times 9,81} = 0,02$$

jumlah elbow yang digunakan adalah 5 maka diperoleh = $5 \times 0,9 = 4,5 \text{ m}$

- Kerugian gate valve koef = 0,19

$$H_e = \frac{K v^2}{2g} = \frac{0,19 \cdot 3^2}{2g} = 0,08 \text{ m}$$

- Check valve koef = 2,5

$$H_e = \frac{K v^2}{2g} = \frac{2,5 \cdot 3^2}{2g} = 5,9$$

- Strainer koef = 0,19

$$H_e = \frac{K v^2}{2g} = \frac{0,19 \cdot 3^2}{2g} = 0,08 \text{ m}$$

- Katup hisap koef = 0,19

$$H_e = \frac{K v^2}{2g} = \frac{0,19 \cdot 3^2}{2g} = 0,08 \text{ m}$$

Jadi total kerugian H_e adalah 10,64 m

c. Head Pompa yang Dibutuhkan Hydrant

Diketahui:

Δh_p adalah head tekanan

$$V = 3 \text{ m/detik}$$

$$P_2 = 4,43 \times 10^5 \text{ (Kusuma, 2013)}$$

$$P_1 = 10^5 \text{ (tekanan atmosfer 1 ATM)}$$

$$\rho = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ)$$

$$\Delta h_p = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} = 35 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} H \text{ pompa} &= h_a + \Delta h_p + h_f + \frac{v^2}{2g} \\ &= 4 + 35 + 33,8 + \frac{3^2}{2,9,81} = 73,25 \text{ m} \end{aligned}$$

d. tekanan pada unit beban hydrant terjauh

Diketahui:

$$H_{\text{pompa}} = 73,25 \text{ m}$$

$$\rho = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ\text{)}$$

$$P_1 = 10^5 \text{ N/m}^2 \text{ (tekanan atmosfer 1 ATM)}$$

$$g = 9,81 \text{ m/detik}^2$$

$$h_f = 33,8 \text{ m}$$

$$V_2 = 3 \text{ m/detik}$$

$$Z_1 = 4 \text{ m}$$

$$Z_2 = 2 \text{ m}$$

$$P_2 = \frac{P_1}{\rho} - \frac{v_2^2}{2g} + (Z_1 - Z_2) + H_{\text{pompa}} - (h_f) (\rho g)$$

$$P_2 = (10,212 - 0,4587 + 2 + 73,25 - 33,8) \times 9792,342$$

$$= 501498,15 = 51121,1 \text{ N/m}^2 = 51,1 \times 10^3 \text{ N/m}^2$$

e. Daya Pompa Utama (BPH)

$$BPH = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta_p}$$

Diketahui:

$$\rho = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ\text{)}$$

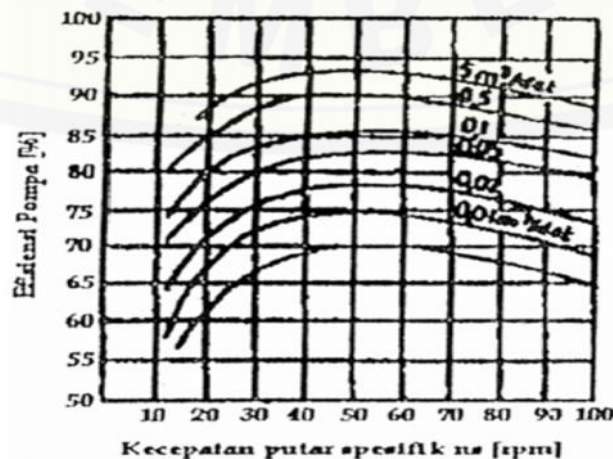
$$g = 9,81 \text{ m/detik}^2$$

$$Q = 500 \text{ gpm} = 0,0316$$

$$H_{\text{pump}} = 73,25 \text{ m}$$

η_p = Efisiensi pompa (dicari terlebih dahulu)

$$\eta_p = \frac{n\sqrt{Q}}{H^{3/4}} = \frac{1770\sqrt{0,0316}}{73,25^{3/4}} = 12,56$$



Dari grafik diperoleh $70\% = 0,7$

$$\text{BPH} = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta_p} = \frac{998,2 \cdot 9,81 \cdot 73,25 \cdot 0,0316}{0,7} = 32380,5 \text{ w} = 32,2 \text{ Kw}$$

f. Daya Pompa Jockey (BHP)

$$\text{BPH} = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta_p}$$

Diketahui:

$$\rho = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ)$$

$$g = 9,81 \text{ m/detik}^2$$

$$Q = 5\% \text{ dari } Q_{\text{utama}} = 5\% \times 500 \text{ gpm} = 0,0318 \times 0,05 = 0,0016 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$H_{\text{pump}} = 73,25 \text{ m}$$

$$\eta_p = 52\%$$

$$\text{Maka BHP} = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta_p} = \frac{998,2 \cdot 9,81 \cdot 73,25 \cdot 0,0016}{0,52} = 2207,04 \text{ w} = 2,2 \text{ Kw}$$

3. Gedung FKM

a. Pompa Utama

Perhitungan tekanan pipa distribusi pada head terjauh, head terjauh diletakkan pada jarak 36,47 m. Untuk menghitung head total pompa digunakan rumus sebagai berikut.

$$H_{\text{total}} = h_a + \Delta h_p + h_1 + \frac{v^2}{2g}$$

Diketahui:

$$Q = 0,0316 \text{ m}^3/\text{detik}$$

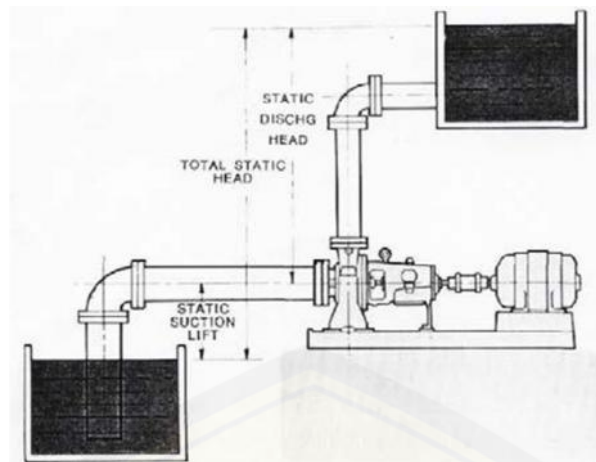
$$\text{Static suction head} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Static discharge head} = 2 \text{ m}$$

$$h_{p1} = 4,43 \times 10^5 \text{ N/m}^2 \text{ (tekanan umum pada hydrant)}$$

$$h_{p2} = 1 \text{ ATM (} 10^5 \text{ N/m}^2)$$

$$\rho_{\text{air}} = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ)$$



- Menghitung head statis total (h_a)

$$h_a = \text{static suction lift} + \text{static discharge head} \\ = 2 \text{ m} + 2 \text{ m} = 4 \text{ m}$$

- Menghitung Δh_p

$$\Delta h_p = \frac{h_{p2} - h_{p1}}{\rho g} = \frac{(4,43 - 1) \times 10^5}{998,2 \times 999,81} = 35,03 \text{ m}$$

b. Menghitung kerugian head instalasi (h_1)

a. Pada Pipa

pada instalasi terjauh dari pompa menuju FHP diameter pipa yang digunakan adalah 3 inci dan 5 inci.

Data yang diketahui:

$$V = 3 \text{ m/detik}$$

$$\nu = 1,007 \times 10^{-6} \text{ (viskositas kinematik air pada suhu } 20^\circ \text{)}$$

Untuk pipa 5 inci, ID = 0,1022 m

$$Re = \frac{3 \times 0,1022}{1,007 \times 10^{-6}} = 315193$$

Untuk pipa 3 inci

$$Re = \frac{3 \times 0,0736}{1,007 \times 10^{-6}} = 210923$$

Karena $Re > 4000$ maka aliran bersifat turbulen, sehingga untuk menghitung kerugian gesek dalam pipa menggunakan rumus:

$$H_f = \lambda \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Untuk mencari koefisien kerugian gesek diagram moody.

Dimana:

Bilangan reynolds (Re) = 210923 (turbulen)

Nilai ϵ (epsilon) untuk *steel* = 0,0005 m

ID untuk pipa 3 inci = 0,0736 m

ID untuk pipa 5 inci = 0,1022 m

Sehingga nilai *Relative Pipe Roughness* adalah:

Untuk pipa 5 inci

$$\frac{\epsilon}{ID} = \frac{0,0005}{0,1022} = 0,0047$$

Dari nilai diatas didapat koefisien kerugian pipa melalui diagram moody yaitu 0,035 (λ)

Untuk pipa 3 inci

$$\frac{\epsilon}{ID} = \frac{0,0005}{0,0736} = 0,007$$

Dari nilai diatas didapat koefisien kerugian pipa melalui diagram moody yaitu 0,038 (λ)

Sehingga perhitungan h_f diperoleh sebagai berikut:

Untuk pipa 5 inci, ID = 0,1022 (L=33,77 m)

$$h_f = 0,035 \frac{33,77}{0,1022} \cdot \frac{v^2}{2g} = 5,12 \text{ m}$$

Untuk pipa 5 inci, ID = 0,1022 (L=24,12 m)

$$h_f = 0,035 \frac{24,12}{0,1022} \cdot \frac{v^2}{2g} = 3,66 \text{ m}$$

Untuk pipa 3 inci, ID = 0,0736 (L= 6 m)

$$h_f = 0,038 \frac{6}{0,0736} \cdot \frac{v^2}{2g} = 1,47 \text{ m}$$

jadi kerugian gesek dalam pipa adalah 10,25 m

b. Pada Reducer

pada pipa hydrant untuk diameter 0,1022 (5 inci) dan 0,0736 (3 inci)

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{\pi \cdot (0,0354)^2}{\pi \cdot (0,0529)^2} = 0,4478 = 0,4$$

Maka C_c didapat = 0,659 (weisback)

$$H_c = \left(\frac{1}{0,659} - 1 \right)^2 \frac{3^2}{2 \times 9,81} = 11,8 \text{ m}$$

c. Pada Belokan

- Kerugian gesek pada belokan pipa (elbow 90°)

dimana:

$$\text{diameter elbow } 90^\circ = 0,1022 \text{ m (5 inci)}$$

$$\text{radius} = 0,228 \text{ m (9 inci)}$$

$$R/D = 0,228 \text{ m}/0,1022 \text{ m} = 2,155$$

$$\text{Koefisien} = 0,9$$

$$h_f \text{ elbow} = 0,058 \frac{3^2}{2 \times 9,81} = 0,02$$

jumlah elbow yang digunakan adalah 9 maka diperoleh $= 9 \times 0,9 = 8,1 \text{ m}$

- Kerugian gate valve koef = 0,19

$$H_e = \frac{K v^2}{2g} = \frac{0,19 \cdot 3^2}{2g} = 0,08 \text{ m}$$

- Check valve koef = 2,5

$$H_e = \frac{K v^2}{2g} = \frac{2,5 \cdot 3^2}{2g} = 5,9$$

- Strainer koef = 0,19

$$H_e = \frac{K v^2}{2g} = \frac{0,19 \cdot 3^2}{2g} = 0,08 \text{ m}$$

- Katup hisap koef = 0,19

$$H_e = \frac{K v^2}{2g} = \frac{0,19 \cdot 3^2}{2g} = 0,08 \text{ m}$$

Jadi total kerugian H_e adalah 14,24 m

c. Head Pompa yang Dibutuhkan Hydrant

Diketahui:

Δh_p adalah head tekanan

$$V = 3 \text{ m/detik}$$

$$P_2 = 4,43 \times 10^5 \text{ (Kusuma, 2013)}$$

$$P_1 = 10^5 \text{ (tekanan atmosfer 1 ATM)}$$

$$\rho = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ)$$

$$\Delta h_p = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} = 35 \text{ m}$$

$$H \text{ pompa} = h_a + \Delta h_p + h_f + \frac{v^2}{2g} = 4 + 35 + 36,29 + \frac{3^2}{2 \cdot 9,81} = 75,75 \text{ m}$$

d. tekanan pada unit beban hydrant terjauh

Diketahui:

$$H \text{ pompa} = 75,75 \text{ m}$$

$$\rho = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ\text{)}$$

$$P_1 = 10^5 \text{ N/m}^2 \text{ (tekanan atmosfer 1 ATM)}$$

$$g = 9,81 \text{ m/detik}^2$$

$$h_f = 36,29 \text{ m}$$

$$V_2 = 3 \text{ m/detik}$$

$$Z_1 = 4 \text{ m}$$

$$Z_2 = 2 \text{ m}$$

$$P_2 = \frac{P_1}{\rho} - \frac{v_2^2}{2g} + (Z_1 - Z_2) + H_{\text{pompa}} - (h_f) (\rho g)$$

$$P_2 = (10,212 - 0,4587 + 2 + 75,75 - 36,29) \times 9792,342 \\ = 501485,57 = 51119,1 \text{ N/m}^2 = 51,12 \times 10^3 \text{ N/m}^2$$

e. Daya Pompa Utama (BPH)

$$\text{BPH} = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta_p}$$

Diketahui:

$$\rho = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ\text{)}$$

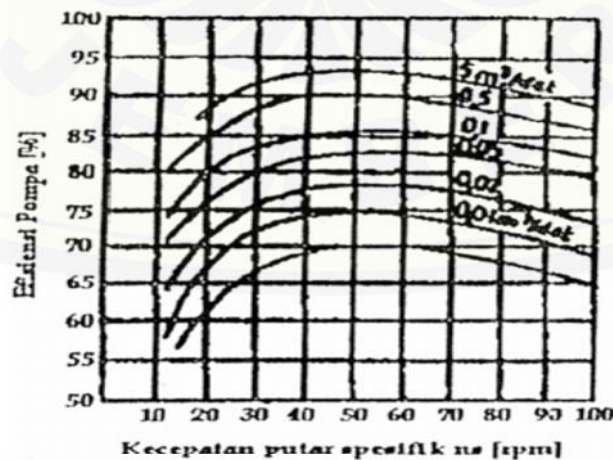
$$g = 9,81 \text{ m/detik}^2$$

$$Q = 500 \text{ gpm} = 0,0316$$

$$H_{\text{pump}} = 75,75 \text{ m}$$

η_p = Efisiensi pompa (dicari terlebih dahulu)

$$\eta_p = \frac{n \sqrt{Q}}{H^{3/4}} = \frac{1770 \sqrt{0,0316}}{75,75^{3/4}} = 12,25$$



Dari grafik diperoleh $70\% = 0,7$

$$\text{BPH} = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta_p} = \frac{998,2 \cdot 9,81 \cdot 75,75 \cdot 0,0316}{0,7} = 33485 \text{ w} = 33,4 \text{ Kw}$$

f. Daya Pompa Jockey (BHP)

$$BPH = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta p}$$

Diketahui:

$$\rho = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ\text{)}$$

$$g = 9,81 \text{ m/detik}^2$$

$$Q = 5 \% \text{ dari } Q_{utama} = 5\% \times 500 \text{ gpm} = 0,0318 \times 0,05 = 0,0016 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$H_{pump} = 75,75 \text{ m}$$

$$\eta p = 52 \%$$

$$\text{Maka BHP} = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta p} = \frac{998,2 \cdot 9,81 \cdot 75,75 \cdot 0,0016}{0,52} = 2282,4 \text{ w} = 2,2 \text{ Kw}$$

4. Gedung FH

a. Pompa Utama

Perhitungan tekanan pipa distribusi pada head terjauh, head terjauh diletakkan pada jarak 76,57 m. Untuk menghitung head total pompa digunakan rumus sebagai berikut.

$$H_{total} = h_a + \Delta h_p + h_l + \frac{v^2}{2g}$$

Diketahui:

$$Q = 0,0316 \text{ m}^3/\text{detik}$$

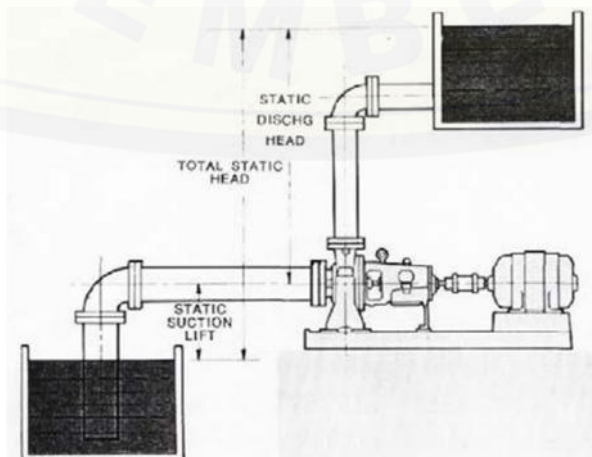
$$\text{Static suction head} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Static discharge head} = 2 \text{ m}$$

$$h_{p1} = 4,43 \times 10^5 \text{ N/m}^2 \text{ (tekanan umum pada hydrant)}$$

$$h_{p2} = 1 \text{ ATM (} 10^5 \text{ N/m}^2\text{)}$$

$$\rho_{air} = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ\text{)}$$



- Menghitung head statis total (h_a)

$$\begin{aligned} h_a &= \text{static suction lift} + \text{static discharge head} \\ &= 2 \text{ m} + 2 \text{ m} \\ &= 4 \text{ m} \end{aligned}$$

- Menghitung Δh_p

$$\Delta h_p = \frac{h_{p2} - h_{p1}}{\rho g} = \frac{(4,43 - 1) \times 10^5}{998,2 \times 999,81} = 35,03 \text{ m}$$

b. Menghitung kerugian head instalasi (h_1)

a. Pada Pipa

pada instalasi terjauh dari pompa menuju FHP diameter pipa yang digunakan adalah 3 inci dan 5 inci.

Data yang diketahui:

$$V = 3 \text{ m/detik}$$

$$\nu = 1,007 \times 10^{-6} \text{ (viskositas kinematik air pada suhu } 20^\circ \text{)}$$

Untuk pipa 5 inci, ID = 0,1022 m

$$Re = \frac{3 \times 0,1022}{1,007 \times 10^{-6}} = 315193$$

Untuk pipa 3 inci

$$Re = \frac{3 \times 0,0736}{1,007 \times 10^{-6}} = 210923$$

Karena $Re > 4000$ maka aliran bersifat turbulen, sehingga untuk menghitung kerugian gesek dalam pipa menggunakan rumus:

$$H_f = \lambda \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Untuk mencari koefisien kerugian gesek diagram moody.

Dimana:

$$\text{Bilangan reynolds (Re)} = 210923 \text{ (turbulen)}$$

$$\text{Nilai } \epsilon \text{ (epsilon) untuk steel} = 0,0005 \text{ m}$$

$$\text{ID untuk pipa 3 inci} = 0,0736 \text{ m}$$

$$\text{ID untuk pipa 5 inci} = 0,1022 \text{ m}$$

Sehingga nilai *Relative Pipe Roughness* adalah:

Untuk pipa 5 inci

$$\frac{\epsilon}{ID} = \frac{0,0005}{0,1022} = 0,0047$$

Dari nilai diatas didapat koefisien kerugian pipa melalui diagram moody yaitu 0,035 (λ)

Untuk pipa 3 inci

$$\frac{\epsilon}{ID} = \frac{0,0005}{0,0736} = 0,007$$

Dari nilai diatas didapat koefisien kerugian pipa melalui diagram moody yaitu 0,038 (λ)

Sehingga perhitungan h_f diperoleh sebagai berikut:

Untuk pipa 5 inci, ID = 0,1022 (L=70,36 m)

$$h_f = 0,035 \frac{70,36}{0,1022} \cdot \frac{v^2}{2g} = 10,67 \text{ m}$$

Untuk pipa 5 inci, ID = 0,0736 (L= 27,4 m)

$$h_f = 0,035 \frac{27,4}{0,1022} \cdot \frac{v^2}{2g} = 4,16 \text{ m}$$

Untuk pipa 2 inci, ID = 0,0736 (L= 9 m)

$$h_f = 0,038 \frac{9}{0,0736} \cdot \frac{v^2}{2g} = 2,21 \text{ m}$$

jadi kerugian gesek dalam pipa adalah 17,04 m

b. Pada Reducer

pada pipa hydrant untuk diameter 0,1022 (5 inci) dan 0,0736 (3 inci)

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{\pi \cdot (0,0354)^2}{\pi \cdot (0,0529)^2} = 0,4478 = 0,4$$

Maka C_c didapat = 0,659 (weisback)

$$H_c = \left(\frac{1}{0,659} - 1 \right)^2 \frac{3^2}{2 \times 9,81} = 11,8 \text{ m}$$

c. Pada Belokan

- Kerugian gesek pada belokan pipa (elbow 90°)

dimana:

diameter elbow 90° = 0,1022 m (5 inci)

radius = 0,228 m (9 inci)

R/D = 0,228 m / 0,1022 m = 2,155

Koefisien = 0,9

$$h_f \text{ elbow} = 0,058 \frac{3^2}{2 \times 9,81} = 0,02$$

jumlah elbow yang digunakan adalah 17 maka diperoleh = $17 \times 0,9 = 15,3 \text{ m}$

- Kerugian gate valve koef = 0,19

$$H_e = \frac{K v^2}{2g} = \frac{0,19 \cdot 3^2}{2g} = 0,08 \text{ m}$$

- Check valve koef = 2,5

$$H_e = \frac{K v^2}{2g} = \frac{2,5 \cdot 3^2}{2g} = 5,9$$

- Strainer koef = 0,19

$$H_e = \frac{K v^2}{2g} = \frac{0,19 \cdot 3^2}{2g} = 0,08 \text{ m}$$

- Katup hisap koef = 0,19

$$H_e = \frac{K v^2}{2g} = \frac{0,19 \cdot 3^2}{2g} = 0,08 \text{ m}$$

Jadi total kerugian H_e adalah 21,44 m

c. Head Pompa yang Dibutuhkan Hydrant

Diketahui:

Δh_p adalah head tekanan

$$V = 3 \text{ m/detik}$$

$$P_2 = 4,43 \times 10^5 \text{ (Kusuma, 2013)}$$

$$P_1 = 10^5 \text{ (tekanan atmosfer 1 ATM)}$$

$$\rho = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ\text{)}$$

$$\Delta h_p = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} = 35 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} H_{\text{pompa}} &= h_a + \Delta h_p + h_f + \frac{v^2}{2g} \\ &= 4 + 35 + 50,28 + \frac{3^2}{2 \cdot 9,81} = 89,74 \text{ m} \end{aligned}$$

d. tekanan pada unit beban hydrant terjauh

Diketahui:

$$H_{\text{pompa}} = 89,74 \text{ m}$$

$$\rho = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ\text{)}$$

$$P_1 = 10^5 \text{ N/m}^2 \text{ (tekanan atmosfer 1 ATM)}$$

$$g = 9,81 \text{ m/detik}^2$$

$$h_f = 50,28 \text{ m}$$

$$V_2 = 3 \text{ m/detik}$$

$$Z_1 = 4 \text{ m}$$

$$Z_2 = 2 \text{ m}$$

$$P_2 = \frac{P_1}{\rho} - \frac{v_2^2}{2g} + (Z_1 - Z_2) + H_{\text{pompa}} - (h_f) (\rho g)$$

$$P_2 = (10,212 - 0,4587 + 2 + 89,74 - 50,28) \times 9792,342$$

$$= 501498,15 = 51121,1 \text{ N/m}^2 = 51,1 \times 10^3 \text{ N/m}^2$$

e. Daya Pompa Utama (BHP)

$$BHP = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta_p}$$

Diketahui:

$$\rho = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ)$$

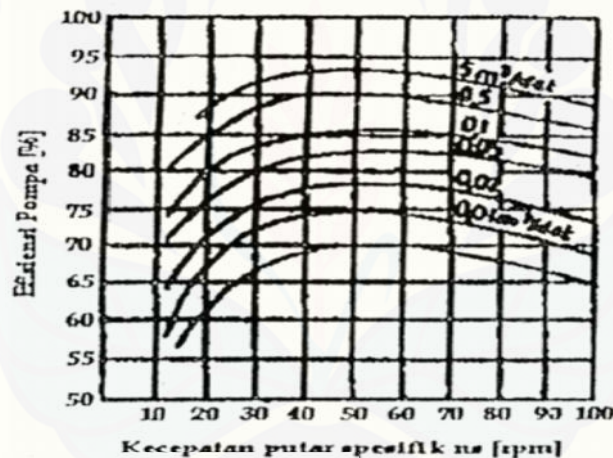
$$g = 9,81 \text{ m/detik}^2$$

$$Q = 500 \text{ gpm} = 0,0316$$

$$H_{\text{pump}} = 89,74 \text{ m}$$

η_p = Efisiensi pompa (dicari terlebih dahulu)

$$\eta_p = \frac{n\sqrt{Q}}{H^{3/4}} = \frac{1770\sqrt{0,0316}}{89,74^{3/4}} = 10,79$$



Dari grafik diperoleh 69% = 0,69

$$BPH = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta_p} = \frac{998,2 \cdot 9,81 \cdot 89,74 \cdot 0,0316}{0,69} = 40203,85 \text{ w} = 40,2 \text{ Kw}$$

f. Daya Pompa Jockey (BHP)

$$BPH = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta_p}$$

Diketahui:

$$\rho = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ)$$

$$g = 9,81 \text{ m/detik}^2$$

$$Q = 5 \% \text{ dari } Q_{\text{utama}} = 5\% \times 500 \text{ gpm} = 0,0318 \times 0,05 = 0,0016 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$H_{\text{pump}} = 89,74 \text{ m}$$

$$\eta_p = 52 \%$$

$$\text{Maka BHP} = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta_p} = \frac{998,2 \cdot 9,81 \cdot 89,74 \cdot 0,0016}{0,52} = 2703,9 \text{ w} = 2,7 \text{ Kw}$$

5. Gedung FKG

a. Pompa Utama

Perhitungan tekanan pipa distribusi pada head terjauh, head terjauh diletakkan pada jarak 40,76 m. Untuk menghitung head total pompa digunakan rumus persamaan 2.3.

Diketahui:

$$Q = 0,0316 \text{ m}^3/\text{detik}$$

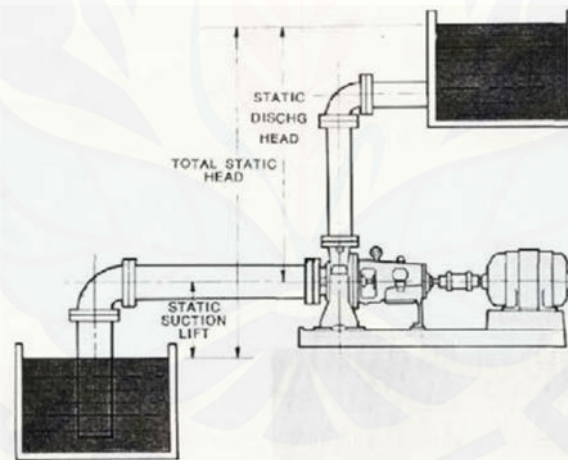
$$\text{Static suction head} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Static discharge head} = 2 \text{ m}$$

$$h_{p1} = 4,43 \times 10^5 \text{ N/m}^2 \text{ (tekanan umum pada hydrant)}$$

$$h_{p2} = 1 \text{ ATM} (10^5 \text{ N/m}^2)$$

$$\rho_{\text{air}} = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ)$$



- Menghitung head statis total (h_a)

$$h_a = \text{static suction lift} + \text{static discharge head}$$

$$= 2 \text{ m} + 2 \text{ m} = 4 \text{ m}$$

- Menghitung Δh_p

$$\Delta h_p = \frac{h_{p2} - h_{p1}}{\rho g} = \frac{(4,43 - 1) \times 10^5}{998,2 \times 999,81} = 35,03 \text{ m}$$

b. Menghitung kerugian head instalasi (h_1)

a. Pada Pipa

pada instalasi terjauh dari pompa menuju FHP diameter pipa yang digunakan adalah 3 inci dan 5 inci.

Data yang diketahui:

$$V = 3 \text{ m/detik}$$

$$\nu = 1,007 \times 10^{-6} \text{ (viskositas kinematik air pada suhu } 20^\circ \text{)}$$

Untuk pipa 5 inci, ID = 0,1022 m

$$Re = \frac{3 \times 0,1022}{1,007 \times 10^{-6}} = 315193$$

Untuk pipa 3 inci

$$Re = \frac{3 \times 0,0736}{1,007 \times 10^{-6}} = 210923$$

Karena $Re > 4000$ maka aliran bersifat turbulen, sehingga untuk menghitung kerugian gesek dalam pipa menggunakan rumus:

$$H_f = \lambda \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Untuk mencari koefisien kerugian gesek diagram moody.

Dimana:

$$\text{Bilangan reolds (Re)} = 210923 \text{ (turbulen)}$$

$$\text{Nilai } \epsilon \text{ (epsilon) untuk steel} = 0,0005 \text{ m}$$

$$\text{ID untuk pipa 3 inci} = 0,0736 \text{ m}$$

$$\text{ID untuk pipa 5 inci} = 0,1022 \text{ m}$$

Sehingga nilai *Relative Pipe Roughness* adalah:

Untuk pipa 5 inci

$$\frac{\epsilon}{ID} = \frac{0,0005}{0,1022} = 0,0047$$

Dari nilai diatas didapat koefisien kerugian pipa melalui diagram moody yaitu 0,035 (λ)

Untuk pipa 3 inci

$$\frac{\epsilon}{ID} = \frac{0,0005}{0,0736} = 0,007$$

Dari nilai diatas didapat koefisien kerugian pipa melalui diagram moody yaitu 0,038 (λ)

Sehingga perhitungan h_f diperoleh sebagai berikut:

Untuk pipa 5 inci, ID = 0,1022 (L= 73,56 m)

$$h_f = 0,035 \frac{73,56}{0,1022} \cdot \frac{v^2}{2g} = 11,16 \text{ m}$$

Untuk pipa 3 inci, ID = 0,0736 (L= 6 m)

$$h_f = 0,038 \frac{6}{0,0736} \cdot \frac{v^2}{2g} = 1,47 \text{ m}$$

jadi kerugian gesek dalam pipa adalah 12,64 m

b. Pada Reducer

pada pipa hydrant untuk diameter 0,1022 (5 inci) dan 0,0736 (3 inci)

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{\pi \cdot (0,0354)^2}{\pi \cdot (0,0529)^2} = 0,4478 = 0,4$$

Maka C_c didapat = 0,659 (weisback)

$$H_c = \left(\frac{1}{0,659} - 1 \right)^2 \frac{3^2}{2 \times 9,81} = 11,8 \text{ m}$$

c. Pada Belokan

- Kerugian gesek pada belokan pipa (elbow 90°)

dimana:

diameter elbow 90° = 0,1022 m (5 inci)

radius = 0,228 m (9 inci)

R/D = 0,228 m / 0,1022 m = 2,155

Koefisien = 0,9

$$h_f \text{ elbow} = 0,058 \frac{3^2}{2 \times 9,81} = 0,02$$

jumlah elbow yang digunakan adalah 8 maka diperoleh = 8 × 0,9 = 7,2 m

- Kerugian gate valve koef = 0,19

$$H_e = \frac{K v^2}{2g} = \frac{0,19 \cdot 3^2}{2g} = 0,08 \text{ m}$$

- Check valve koef = 2,5

$$H_e = \frac{K v^2}{2g} = \frac{2,5 \cdot 3^2}{2g} = 5,9$$

- Strainer koef = 0,19

$$H_e = \frac{K v^2}{2g} = \frac{0,19 \cdot 3^2}{2g} = 0,08 \text{ m}$$

- Katup hisap koef = 0,19

$$H_e = \frac{K v^2}{2g} = \frac{0,19 \cdot 3^2}{2g} = 0,08 \text{ m}$$

Jadi total kerugian H_e adalah 13,34 m

c. Head Pompa yang Dibutuhkan Hydrant

Diketahui:

Δh_p adalah head tekanan

$$V = 3 \text{ m/detik}$$

$$P_2 = 4,43 \times 10^5 \text{ (Kusuma, 2013)}$$

$$P_1 = 10^5 \text{ (tekanan atmosfer 1 ATM)}$$

$$\rho = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ\text{)}$$

$$\Delta h_p = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} = 35 \text{ m}$$

$$H \text{ pompa} = h_a + \Delta h_p + h_f + \frac{v^2}{2g} = 4 + 35 + 37,78 + \frac{3^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$= 77,24 \text{ m}$$

d. tekanan pada unit beban hydrant terjauh

Diketahui:

$$H \text{ pompa} = 77,24 \text{ m}$$

$$\rho = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ\text{)}$$

$$P_1 = 10^5 \text{ N/m}^2 \text{ (tekanan atmosfer 1 ATM)}$$

$$g = 9,81 \text{ m/detik}^2$$

$$h_f = 37,78 \text{ m}$$

$$V_2 = 3 \text{ m/detik}$$

$$Z_1 = 4 \text{ m}$$

$$Z_2 = 2 \text{ m}$$

$$P_2 = \frac{P_1}{\rho} - \frac{v_2^2}{2g} + (Z_1 - Z_2) + H_{\text{pompa}} - (h_f) (\rho g)$$

$$P_2 = (10,212 - 0,4587 + 2 + 77,24 - 37,78) \times 9792,342$$

$$= 501485,57 = 51119,8 \text{ N/m}^2 = 51,1 \times 10^3 \text{ N/m}^2$$

e. Daya Pompa Utama (BPH)

$$BPH = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta_p}$$

Diketahui:

$$\rho = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ\text{)}$$

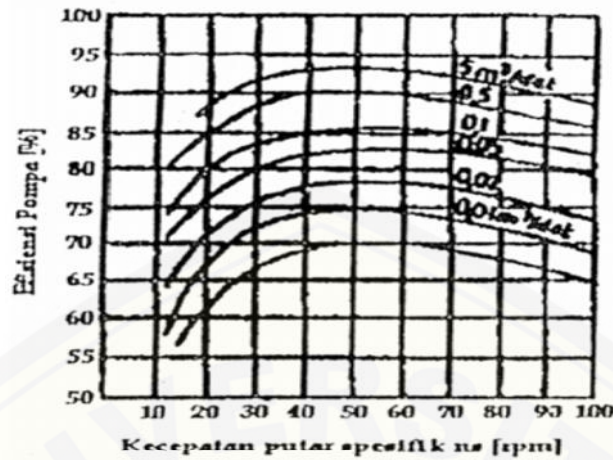
$$g = 9,81 \text{ m/detik}^2$$

$$Q = 500 \text{ gpm} = 0,0316$$

$$H_{\text{pump}} = 77,24 \text{ m}$$

$$\eta_p = \text{Efisiensi pompa (dicari terlebih dahulu)}$$

$$\eta_p = \frac{n\sqrt{Q}}{H^{3/4}} = \frac{1770\sqrt{0,0316}}{77,24^{3/4}} = 12,44$$



Dari grafik diperoleh $70\% = 0,7$

$$BPH = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta_p} = \frac{998,2 \cdot 9,81 \cdot 77,24 \cdot 0,0316}{0,7} = 34144,3 \text{ w} = 34,1 \text{ Kw}$$

f. Daya Pompa Jockey (BHP)

$$BPH = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta_p}$$

Diketahui:

$$\rho = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ\text{)}$$

$$g = 9,81 \text{ m/detik}^2$$

$$Q = 5\% \text{ dari } Q_{\text{utama}} = 5\% \times 500 \text{ gpm} = 0,0318 \times 0,05 = 0,0016 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$H_{\text{pump}} = 77,24 \text{ m}$$

$$\eta_p = 52\%$$

$$\text{Maka BHP} = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta_p} = \frac{998,2 \cdot 9,81 \cdot 77,24 \cdot 0,0016}{0,52} = 2327,3 \text{ w} = 2,3 \text{ Kw}$$

6. Gedung RSGM

a. Pompa Utama

Perhitungan tekanan pipa distribusi pada head terjauh, head terjauh diletakkan pada jarak 117,93 m. Untuk menghitung head total pompa digunakan rumus persamaan 2.3.

Diketahui:

$$Q = 0,0316 \text{ m}^3/\text{detik}$$

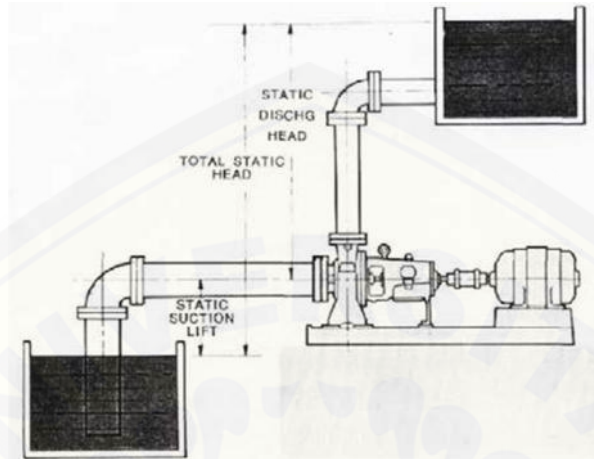
$$\text{Static suction head} = 2 \text{ m}$$

Static discharge head = 2 m

$$h_{p1} = 4,43 \times 10^5 \text{ N/m}^2 \text{ (tekanan umum pada hydrant)}$$

$$h_{p2} = 1 \text{ ATM } (10^5 \text{ N/m}^2)$$

$$\rho_{air} = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ)$$



- Menghitung head statis total (h_a)

$$h_a = \text{static suction lift} + \text{static discharge head}$$

$$= 2 \text{ m} + 2 \text{ m} = 4 \text{ m}$$

- Menghitung Δh_p

$$\Delta h_p = \frac{h_{p2} - h_{p1}}{\rho g} = \frac{(4,43 - 1) \times 10^5}{998,2 \times 999,81} = 35,03 \text{ m}$$

b. Menghitung kerugian head instalasi (h_1)

a. Pada Pipa

pada instalasi terjauh dari pompa menuju FHP diameter pipa yang digunakan adalah 3 inci dan 5 inci.

Data yang diketahui:

$$V = 3 \text{ m/detik}$$

$$\nu = 1,007 \times 10^{-6} \text{ (viskositas kinematik air pada suhu } 20^\circ)$$

Untuk pipa 5 inci, ID = 0,1022 m

$$Re = \frac{3 \times 0,1022}{1,007 \times 10^{-6}} = 315193$$

Untuk pipa 3 inci

$$Re = \frac{3 \times 0,0736}{1,007 \times 10^{-6}} = 210923$$

Karena $Re > 4000$ maka aliran bersifat turbulen, sehingga untuk menghitung kerugian gesek dalam pipa menggunakan rumus:

$$H_f = \lambda \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Untuk mencari koefisien kerugian gesek diagram moody.

Dimana:

Bilangan reynolds (Re) = 210923 (turbulen)

Nilai ϵ (epsilon) untuk *steel* = 0,0005 m

ID untuk pipa 3 inci = 0,0736 m

ID untuk pipa 5 inci = 0,1022 m

Sehingga nilai *Relative Pipe Roughness* adalah:

Untuk pipa 5 inci

$$\frac{\epsilon}{ID} = \frac{0,0005}{0,1022} = 0,0047$$

Dari nilai diatas didapat koefisien kerugian pipa melalui diagram moody yaitu 0,035 (λ)

Untuk pipa 3 inci

$$\frac{\epsilon}{ID} = \frac{0,0005}{0,0736} = 0,007$$

Dari nilai diatas didapat koefisien kerugian pipa melalui diagram moody yaitu 0,038 (λ)

Sehingga perhitungan h_f diperoleh sebagai berikut:

Untuk pipa 5 inci, ID = 0,1022 (L= 117,93 m)

$$h_f = 0,035 \frac{117,93}{0,1022} \cdot \frac{v^2}{2g} = 17,89 \text{ m}$$

Untuk pipa 5 inci, ID = 0,1022 (L= 71,62 m)

$$h_f = 0,035 \frac{71,62}{0,1022} \cdot \frac{v^2}{2g} = 10,86 \text{ m}$$

Untuk pipa 3 inci, ID = 0,0736 (L= 12,65 m)

$$h_f = 0,038 \frac{12,65}{0,0736} \cdot \frac{v^2}{2g} = 3,11 \text{ m}$$

jadi kerugian gesek dalam pipa adalah 31,86 m

b. Pada Reducer

pada pipa hydrant untuk diameter 0,1022 (5 inci) dan 0,0736 (3 inci)

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{\pi \cdot (0,0354)^2}{\pi \cdot (0,0529)^2} = 0,4478 = 0,4$$

Maka C_c didapat = 0,659 (weisback)

$$H_c = \left(\frac{1}{0,659} - 1 \right)^2 \frac{3^2}{2 \times 9,81} = 11,8 \text{ m}$$

c. Pada Belokan

- Kerugian gesek pada belokan pipa (elbow 90°)

dimana:

$$\text{diameter elbow } 90^\circ = 0,1022 \text{ m (5 inci)}$$

$$\text{radius} = 0,228 \text{ m (9 inci)}$$

$$R/D = 0,228 \text{ m} / 0,1022 \text{ m} = 2,155$$

$$\text{Koefisien} = 0,9$$

$$h_f \text{ elbow} = 0,058 \frac{3^2}{2 \times 9,81} = 0,02$$

jumlah elbow yang digunakan adalah 15 maka diperoleh = $15 \times 0,9 = 13,5 \text{ m}$

- Kerugian gate valve koef = 0,19

$$H_e = \frac{K v^2}{2g} = \frac{0,19 \cdot 3^2}{2g} = 0,08 \text{ m}$$

- Check valve koef = 2,5

$$H_e = \frac{K v^2}{2g} = \frac{2,5 \cdot 3^2}{2g} = 5,9$$

- Strainer koef = 0,19

$$H_e = \frac{K v^2}{2g} = \frac{0,19 \cdot 3^2}{2g} = 0,08 \text{ m}$$

- Katup hisap koef = 0,19

$$H_e = \frac{K v^2}{2g} = \frac{0,19 \cdot 3^2}{2g} = 0,08 \text{ m}$$

Jadi total kerugian H_e adalah 19,64 m

c. Head Pompa yang Dibutuhkan Hydrant

Diketahui:

Δh_p adalah head tekanan

$$V = 3 \text{ m/detik}$$

$$P_2 = 4,43 \times 10^5 \text{ (Kusuma, 2013)}$$

$$P_1 = 10^5 \text{ (tekanan atmosfer 1 ATM)}$$

$$\rho = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ)$$

$$\Delta h_p = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} = 35 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 H_{\text{pompa}} &= h_a + \Delta h_p + h_f + \frac{v^2}{2g} \\
 &= 4 + 35 + 63,3 + \frac{3^2}{2 \cdot 9,81} = 102,76 \text{ m}
 \end{aligned}$$

d. tekanan pada unit beban hydrant terjauh

Diketahui:

$$H_{\text{pompa}} = 102,76 \text{ m}$$

$$\rho = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ\text{)}$$

$$P_1 = 10^5 \text{ N/m}^2 \text{ (tekanan atmosfer 1 ATM)}$$

$$g = 9,81 \text{ m/detik}^2$$

$$h_f = 63,3 \text{ m}$$

$$V_2 = 3 \text{ m/detik}$$

$$Z_1 = 4 \text{ m}$$

$$Z_2 = 2 \text{ m}$$

$$P_2 = \frac{P_1}{\rho} - \frac{v_2^2}{2g} + (Z_1 - Z_2) + H_{\text{pompa}} - (h_f) (\rho g)$$

$$\begin{aligned}
 P_2 &= (10,212 - 0,4587 + 2 + 102,76 - 63,3) \times 9792,342 \\
 &= 501498,15 = 51121,1 \text{ N/m}^2 = 51,1 \times 10^3 \text{ N/m}^2
 \end{aligned}$$

e. Daya Pompa Utama (BPH)

$$BPH = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta_p}$$

Diketahui:

$$\rho = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ\text{)}$$

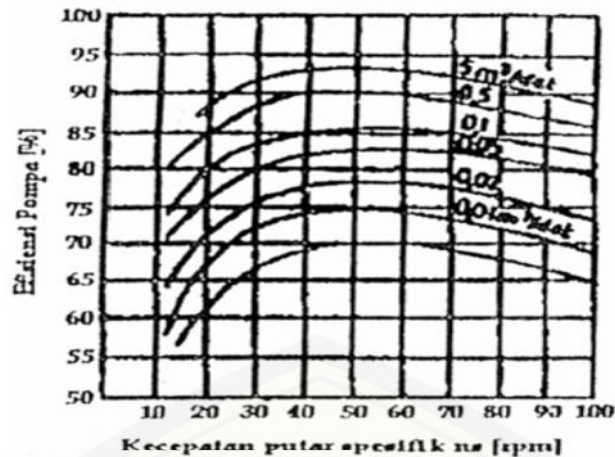
$$g = 9,81 \text{ m/detik}^2$$

$$Q = 500 \text{ gpm} = 0,0316$$

$$H_{\text{pump}} = 102,76 \text{ m}$$

$$\eta_p = \text{Efisiensi pompa (dicari terlebih dahulu)}$$

$$\eta_p = \frac{n\sqrt{Q}}{H^{3/4}} = \frac{1770\sqrt{0,0316}}{102,76^{3/4}} = 9,7$$



Dari grafik diperoleh 69% = 0,69

$$BPH = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta_p} = \frac{998,2 \cdot 9,81 \cdot 102,76 \cdot 0,0316}{0,69} = 46083,8 = 46,1 \text{ Kw}$$

f. Daya Pompa Jockey (BHP)

$$BPH = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta_p}$$

Diketahui:

$$\rho = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ\text{)}$$

$$g = 9,81 \text{ m/detik}^2$$

$$Q = 5 \% \text{ dari } Q_{\text{utama}} = 5\% \times 500 \text{ gpm} = 0,0318 \times 0,05 = 0,0016 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$H_{\text{pump}} = 102,76 \text{ m}$$

$$\eta_p = 52 \%$$

$$\text{Maka BHP} = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta_p} = \frac{998,2 \cdot 9,81 \cdot 102,76 \cdot 0,0016}{0,52} = 3096,2 \text{ w} = 3,1 \text{ Kw}$$

7. Gedung FT

a. Pompa Utama

Perhitungan tekanan pipa distribusi pada head terjauh, head terjauh diletakkan pada jarak 84,04 m pada gedung dekanat dan 52,77 m pada gedung kuliah teknik. Untuk menghitung head total pompa digunakan rumus persamaan 2.3.

Diketahui:

$$Q = 0,0316 \text{ m}^3/\text{detik}$$

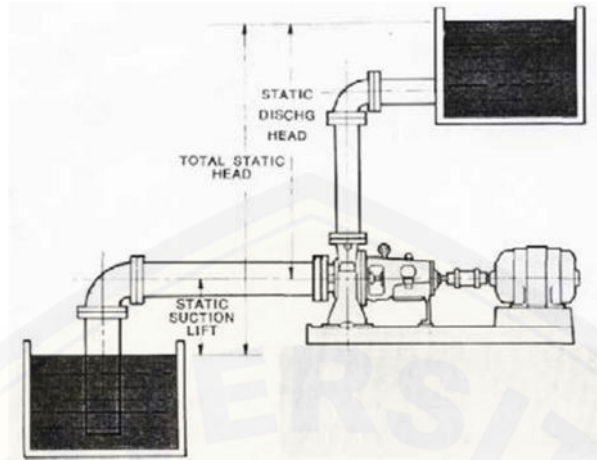
$$\text{Static suction head} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Stactic discharge head} = 2 \text{ m}$$

$$h_{p1} = 4,43 \times 10^5 \text{ N/m}^2 \text{ (tekanan umum pada hydrant)}$$

$$h_{p2} = 1 \text{ ATM } (10^5 \text{ N/m}^2)$$

$$\rho_{air} = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ)$$



- Menghitung head statis total (h_a)

$$h_a = \text{static suction lift} + \text{static discharge head}$$

$$= 2 \text{ m} + 2 \text{ m}$$

$$= 4 \text{ m}$$

- Menghitung Δh_p

$$\Delta h_p = \frac{h_{p2} - h_{p1}}{\rho g} = \frac{(4,43 - 1) \times 10^5}{998,2 \times 999,81} = 35,03 \text{ m}$$

b. Menghitung kerugian head instalasi (h_1)

a. Pada Pipa

pada instalasi terjauh dari pompa menuju FHP diameter pipa yang digunakan adalah 3 inci dan 5 inci.

Data yang diketahui:

$$V = 3 \text{ m/detik}$$

$$\nu = 1,007 \times 10^{-6} \text{ (viskositas kinematik air pada suhu } 20^\circ)$$

Untuk pipa 5 inci, ID = 0,1022 m

$$Re = \frac{3 \times 0,1022}{1,007 \times 10^{-6}} = 315193$$

Untuk pipa 3 inci

$$Re = \frac{3 \times 0,0736}{1,007 \times 10^{-6}} = 210923$$

Karena $Re > 4000$ maka aliran bersifat turbulen, sehingga untuk menghitung kerugian gesek dalam pipa menggunakan rumus:

$$H_f = \lambda \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Untuk mencari koefisien kerugian gesek diagram moody.

Dimana:

Bilangan reynolds (Re) = 210923 (turbulen)

Nilai ϵ (epsilon) untuk *steel* = 0,0005 m

ID untuk pipa 3 inci = 0,0736 m

ID untuk pipa 5 inci = 0,1022 m

Sehingga nilai *Relative Pipe Roughness* adalah:

Untuk pipa 5 inci

$$\frac{\epsilon}{ID} = \frac{0,0005}{0,1022} = 0,0047$$

Dari nilai diatas didapat koefisien kerugian pipa melalui diagram moody yaitu 0,035 (λ)

Untuk pipa 3 inci

$$\frac{\epsilon}{ID} = \frac{0,0005}{0,0736} = 0,007$$

Dari nilai diatas didapat koefisien kerugian pipa melalui diagram moody yaitu 0,038 (λ)

Sehingga perhitungan h_f diperoleh sebagai berikut:

Untuk pipa 5 inci, ID = 0,1022 (L=79,27 m)

$$h_f = 0,035 \frac{79,27}{0,1022} \cdot \frac{v^2}{2g} = 12,03 \text{ m (dekanat)}$$

Untuk pipa 3 inci, ID = 0,0736 (L=10 m)

$$h_f = 0,038 \frac{10}{0,0736} \cdot \frac{v^2}{2g} = 2,4 \text{ m}$$

jadi kerugian gesek dalam pipa adalah 14,43 m

Untuk pipa 5 inci, ID = 0,1022 (L= 84,04 m)

$$h_f = 0,035 \frac{84,04}{0,1022} \cdot \frac{v^2}{2g} = 12,75 \text{ m (kuliah)}$$

Untuk pipa 3 inci, ID = 0,0736 (L=6 m)

$$h_f = 0,038 \frac{6}{0,0736} \cdot \frac{v^2}{2g} = 1,47 \text{ m}$$

jadi kerugian gesek dalam pipa adalah 14,22 m

b. Pada Reducer

pada pipa hydrant untuk diameter 0,1022 (5 inci) dan 0,0736 (3 inci)

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{\pi \cdot (0,0354)^2}{\pi \cdot (0,0529)^2} = 0,4478 = 0,4$$

Maka C_c didapat = 0,659 (weisback)

$$H_c = \left(\frac{1}{0,659} - 1 \right)^2 \frac{3^2}{2 \times 9,81} = 11,8 \text{ m}$$

c. Pada Belokan

- Kerugian gesek pada belokan pipa (elbow 90°)

dimana:

diameter elbow 90° = 0,1022 m (5 inci)

radius = 0,228 m (9 inci)

R/D = 0,228 m / 0,1022 m = 2,155

Koefisien = 0,9

$$h_f \text{ elbow} = 0,058 \frac{3^2}{2 \times 9,81} = 0,02$$

jumlah elbow yang digunakan adalah 18 maka diperoleh = $18 \times 0,9 = 16,2 \text{ m}$

- Kerugian gate valve koef = 0,19

$$H_e = \frac{K v^2}{2g} = \frac{0,19 \cdot 3^2}{2g} = 0,08 \text{ m}$$

- Check valve koef = 2,5

$$H_e = \frac{K v^2}{2g} = \frac{2,5 \cdot 3^2}{2g} = 5,9$$

- Strainer koef = 0,19

$$H_e = \frac{K v^2}{2g} = \frac{0,19 \cdot 3^2}{2g} = 0,08 \text{ m}$$

- Katup hisap koef = 0,19

$$H_e = \frac{K v^2}{2g} = \frac{0,19 \cdot 3^2}{2g} = 0,08 \text{ m}$$

Jadi total kerugian H_e adalah 24,5 m

c. Head Pompa yang Dibutuhkan Hydrant

Diketahui:

Δh_p adalah head tekanan

$$V = 3 \text{ m/detik}$$

$$P_2 = 4,43 \times 10^5 \text{ (Kusuma, 2013)}$$

$$P_1 = 10^5 \text{ (tekanan atmosfer 1 ATM)}$$

$$\rho = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ\text{)}$$

$$\Delta h_p = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} = 35 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} H_{\text{pompa dekanat}} &= h_a + \Delta h_p + h_f + \frac{v^2}{2g} \\ &= 4 + 35 + 50,73 + \frac{3^2}{2,9,81} = 89,97 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_{\text{pompa ged. B}} &= h_a + \Delta h_p + h_f + \frac{v^2}{2g} \\ &= 4 + 35 + 50,52 + \frac{3^2}{2,9,81} = 89,97 \text{ m} \end{aligned}$$

d. tekanan pada unit beban hydrant terjauh

Diketahui:

$$H_{\text{pompa}} = 89,97 \text{ m}$$

$$\rho = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ\text{)}$$

$$P_1 = 10^5 \text{ N/m}^2 \text{ (tekanan atmosfer 1 ATM)}$$

$$g = 9,81 \text{ m/detik}^2$$

$$h_f = 50,73 \text{ m}$$

$$V_2 = 3 \text{ m/detik}$$

$$Z_1 = 4 \text{ m}$$

$$Z_2 = 2 \text{ m}$$

$$P_2 = \frac{P_1}{\rho} - \frac{v_2^2}{2g} + (Z_1 - Z_2) + H_{\text{pompa}} - (h_f) (\rho g)$$

$$P_2 = (10,212 - 0,4587 + 2 + 89,97 - 50,73) \times 9792,342$$

$$= 501498,15 = 51121,1 \text{ N/m}^2 = 51,1 \times 10^3 \text{ N/m}^2$$

e. Daya Pompa Utama (BPH)

$$BPH = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta_p}$$

Diketahui:

$$\rho = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ\text{)}$$

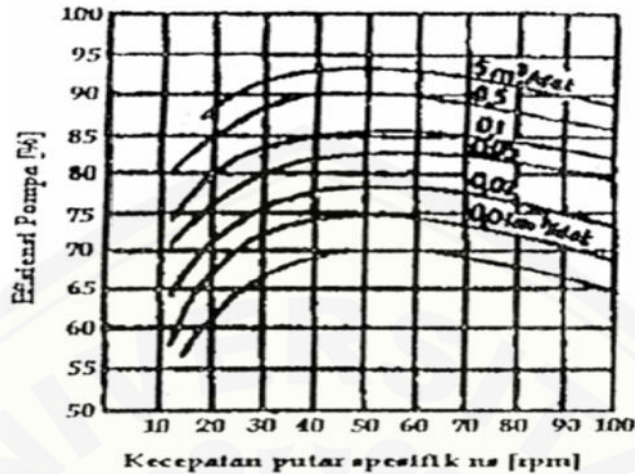
$$g = 9,81 \text{ m/detik}^2$$

$$Q = 500 \text{ gpm} = 0,0316$$

$$H_{\text{pump}} = 89,97 \text{ m}$$

η_p = Efisiensi pompa (dicari terlebih dahulu)

$$\eta_p = \frac{n\sqrt{Q}}{H^{3/4}} = \frac{1770\sqrt{0,0316}}{89,97^{3/4}} = 10,77$$



Dari grafik diperoleh 69% = 0,69

$$BPH = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta_p} = \frac{998,2 \cdot 9,81 \cdot 89,97 \cdot 0,0316}{0,69} = 40348 \text{ w} = 40,3 \text{ Kw}$$

f. Daya Pompa Jockey (BHP)

$$BPH = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta_p}$$

Diketahui:

$$\rho = 998,2 \text{ Kg/m}^3 \text{ (pada suhu } 20^\circ\text{)}$$

$$g = 9,81 \text{ m/detik}^2$$

$$Q = 5\% \text{ dari } Q_{\text{utama}} = 5\% \times 500 \text{ gpm} = 0,0318 \times 0,05 = 0,0016 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$H_{\text{pump}} = 89,97 \text{ m}$$

$$\eta_p = 52\%$$

$$\text{Maka BHP} = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta_p} = \frac{998,2 \cdot 9,81 \cdot 89,97 \cdot 0,0016}{0,52} = 2710 \text{ w} = 2,7 \text{ Kw}$$

LAMPIRAN F. Rencana Anggaran Biaya

1. Rekapitulasi RAB Gedung FEB

No	Jenis Pekerjaan	Satuan	Jumlah	Satuan Harga	Jumlah Harga
I PEKERJAAN PERSIAPAN					
1	Uizet / Bauwplank	m	76,64	Rp 88.000	Rp 6.744.320
2	Pembersihan Lahan	m	76,64	Rp 11.500	Rp 881.360
<i>JUMLAH</i>					Rp 7.625.680
II PEKERJAAN TANAH					
1	Galian Tanah	m ³	19,16	Rp 53.350	Rp 1.022.186
2	urugan pasir	m ³	18,49	Rp 197.300	Rp 3.647.399
<i>JUMLAH</i>					Rp 4.669.585
III PERPIPAAN&ASSESORIES					
1	Pipa 5" 65,9m/6m	Batang	11,0	Rp 1.299.900	Rp 14.277.235
2	Pipa 3" 8,32m/6m	Batang	1,4	Rp 675.600	Rp 936.832
3	Reducer 5x3	Buah	2	Rp 2.644	Rp 5.289
4	Elbow 5"	Buah	1	Rp 7.089	Rp 7.089
5	Fitting 5"	Buah		Rp 345	Rp -
6	Valve	Buah	2	Rp 825.000	Rp 1.650.000
7	Pompa Utama ebara 120 m	Buah			
8	Pompa Utama ebara 100 m	Buah	1	Rp 95.000.000	Rp 95.000.000
9	Pompa Jockey 25 GPM; 100m	Buah	1	Rp 37.500.000	Rp 37.500.000
10	Pompa Jockey 25 GPM; 120 m	Buah			
11	Pilar Hydrant	Buah	2	Rp 3.630.000	Rp 7.260.000
12	Outdoor Hydrant Box	Buah	2	Rp 4.500.000	Rp 9.000.000
<i>JUMLAH</i>					Rp 165.636.445
III GROUND RESERVOIR					
Dimensi 5x3x2					
1	Galian Tanah	m ³	37,60	Rp 1.860.850	Rp 69.962.377
	Lantai Kerja	m ³	0,801	Rp 334.900	Rp 268.129
2	Cor Dinding	m ³	37,92	Rp 3.277.810	Rp 124.294.562
3	Penutup Ground	m ³	1,422	Rp 3.277.810	Rp 4.661.046
<i>JUMLAH</i>					Rp 199.186.115
TOTAL					Rp 377.117.825

2. Rekapitulasi RAB Gedung OSCE FK

No	Jenis Pekerjaan	Satuan	Jumlah	Satuan Harga	Jumlah Harga
I PEKERJAAN PERSIAPAN					
1	Uizet / Bauwplank	m	71,71	Rp 88.000	Rp 6.310.480
2	Pembersihan Lahan	m	71,71	Rp 11.500	Rp 824.665
<i>JUMLAH</i>					Rp 7.135.145
II PEKERJAAN TANAH					
1	Galian Tanah	m ³	17,93	Rp 53.350	Rp 956.432
2	urugan pasir	m ³	17,30	Rp 197.300	Rp 3.412.774
<i>JUMLAH</i>					Rp 4.369.206
III PERPIPAAN&ASSESORIES					
1	Pipa 5" 66,56m/6m	Batang	11,1	Rp 1.299.900	Rp 14.420.224
2	Pipa 3" 5,15m/6m	Batang	0,86	Rp 675.600	Rp 579.890
3	Reducer 5x3	Buah	2	Rp 2.644	Rp 5.289
4	Elbow 5"	Buah	5	Rp 7.089	Rp 35.444
5	Elbow 3"	Buah		Rp 732	Rp -
6	Valve	Buah	2	Rp 825.000	Rp 1.650.000
7	Pompa Utama ebara 120 m	Buah			
8	Pompa Utama ebara 100 m	Buah	1	Rp 95.000.000	Rp 95.000.000
9	Pompa Jockey 25 GPM; 100m	Buah	1	Rp 37.500.000	Rp 37.500.000
10	Pompa Jockey 25 GPM; 120 m	Buah			
11	Pilar Hydrant	Buah	2	Rp 3.630.000	Rp 7.260.000
12	Outdoor Hydrant Box	Buah	2	Rp 4.500.000	Rp 9.000.000
<i>JUMLAH</i>					Rp165.450.847
III GROUND RESERVOIR					
Dimensi 5x3x2					
1	Galian Tanah	m ³	37,60	Rp 1.860.850	Rp 69.962.377
	Lantai Kerja	m ³	0,8	Rp 334.900	Rp 268.129
2	Cor Dinding	m ³	37,92	Rp 3.277.810	Rp 124.294.562
3	Penutup Ground	m ³	1,42	Rp 3.277.810	Rp 4.661.046
<i>JUMLAH</i>					Rp199.186.115
TOTAL					Rp 376.141.313

3. Rekapitulasi RAB Gedung FKM

No	Jenis Pekerjaan	Satuan	Jumlah	Satuan Harga	Jumlah Harga
I PEKERJAAN PERSIAPAN					
1	Uizet / Bauwplank	m	66,89	Rp 88.000	Rp 5.886.320
2	Pembersihan Lahan	m	66,89	Rp 11.500	Rp 769.235
<i>JUMLAH</i>					Rp 6.655.555
II PEKERJAAN TANAH					
1	Galian Tanah	m ³	16,72	Rp 53.350	Rp 892.145
2	urugan pasir	m ³	16	Rp 197.300	Rp 3.183.384
<i>JUMLAH</i>					Rp 4.075.529
III PERPIPAAN&ASSESORIES					
1	Pipa 5" 57,89m/6m	Batang	9,65	Rp 1.299.900	Rp 12.541.869
2	Pipa 3" 6m/6m	Batang	1	Rp 675.600	Rp 675.600
3	Reducer 5x3	Buah	2	Rp 2.644	Rp 5.289
4	Elbow 5"	Buah	9	Rp 7.089	Rp 63.800
5	Elbow 3"	Buah		Rp 732	Rp -
6	Valve	Buah	2	Rp 825.000	Rp 1.650.000
7	Pompa Utama ebara 120 m	Buah			
8	Pompa Utama ebara 100 m	Buah	1	Rp 95.000.000	Rp 95.000.000
9	Pompa Jockey 25 GPM; 100m	Buah	1	Rp 37.500.000	Rp 37.500.000
10	Pompa Jockey 25 GPM; 120 m	Buah			
11	Pilar Hydrant	Buah	2	Rp 3.630.000	Rp 7.260.000
12	Outdoor Hydrant Box	Buah	2	Rp 4.500.000	Rp 9.000.000
<i>JUMLAH</i>					Rp 163.696.557
III GROUND RESERVOIR					
Dimensi 5x3x2					
1	Galian Tanah	m ³	37,597	Rp 1.860.850	Rp 69.962.377
	Lantai Kerja	m ³	0,8006	Rp 334.900	Rp 268.129
2	Cor Dinding	m ³	37,92	Rp 3.277.810	Rp 124.294.562
3	Penutup Ground	m ³	1,422	Rp 3.277.810	Rp 4.661.046
<i>JUMLAH</i>					Rp 199.186.115
TOTAL					Rp 373.613.756

4. Rekapitulasi RAB Gedung FH

No	Jenis Pekerjaan	Satuan	Jumlah	Satuan Harga	Jumlah Harga
I	PEKERJAAN PERSIAPAN				
1	Uizet / Bauwplank	m	110,76	Rp 88.000	Rp 9.746.880
2	Pembersihan Lahan	m	110,76	Rp 11.500	Rp 1.273.740
			<i>JUMLAH</i>		Rp 11.020.620
II	PEKERJAAN TANAH				
1	Galian Tanah	m ³	27,69	Rp 53.350	Rp 1.477.262
2	urugan pasir	m ³	26,72	Rp 197.300	Rp 5.271.215
			<i>JUMLAH</i>		Rp 6.748.476
III	PERPIPAAN&ASSESORIES				
1	Pipa 5" 97,76m/6m	Batang	16,29	Rp 1.299.900	Rp 21.179.704
2	Pipa 3" 9m/6m	Batang	1,5	Rp 675.600	Rp 1.013.400
3	Reducer 5x3	Buah	3	Rp 2.644	Rp 7.933
4	Elbow 5"	Buah	17	Rp 7.089	Rp 120.511
5	Elbow 3"	Buah		Rp 732	Rp -
6	Valve	Buah	3	Rp 825.000	Rp 2.475.000
7	Pompa Utama ebara 120 m	Buah		Rp 115.000.000	Rp -
8	Pompa Utama ebara 100 m	Buah	1	Rp 95.000.000	Rp 95.000.000
9	Pompa Jockey 25 GPM; 100m	Buah	1	Rp 37.500.000	Rp 37.500.000
10	Pompa Jockey 25 GPM; 120 m	Buah		Rp 42.500.000	Rp -
11	Pilar Hydrant	Buah	3	Rp 3.630.000	Rp 10.890.000
12	Outdoor Hydrant Box	Buah	3	Rp 4.500.000	Rp 13.500.000
			<i>JUMLAH</i>		Rp 181.686.548
III	GROUND RESERVOIR				
	Dimensi 5x3x2				
1	Galian Tanah	m ³	37,597	Rp 1.860.850	Rp 69.962.377
	Lantai Kerja	m ³	0,800625	Rp 334.900	Rp 268.129
2	Cor Dinding	m ³	37,92	Rp 3.277.810	Rp 24.294.562
3	Penutup Ground	m ³	1,422	Rp 3.277.810	Rp 4.661.046
			<i>JUMLAH</i>		Rp 199.186.115
TOTAL					Rp 398.641.760

5. Rekapitulasi RAB Gedung FKG

No	Jenis Pekerjaan	Satuan	Jumlah	Satuan Harga	Jumlah Harga
I	PEKERJAAN PERSIAPAN				
	Uizet /				
1	Bauwplank	m	79,56	Rp 88.000	Rp 7.001.280
2	Pembersihan Lahan	m	79,56	Rp 11.500	Rp 914.940
					Rp 7.916.220
					<i>JUMLAH</i>
II	PEKERJAAN TANAH				
1	Galian Tanah	m ³	19,89	Rp 53.350	Rp 1.061.132
2	urugan pasir	m ³	19,2	Rp 197.300	Rp 3.786.366
					Rp 4.847.497
					<i>JUMLAH</i>
III	PERPIPAAN&ASSESORIES				
1	Pipa 5" 73,56m/6m	Batang	12,26	Rp 1.299.900	Rp 15.936.774
2	Pipa 3" 6m/6m	Batang	1	Rp 675.600	Rp 675.600
3	Reducer 5x3	Buah	2	Rp 2.644	Rp 5.289
4	Elbow 5"	Buah	8	Rp 7.089	Rp 56.711
5	Elbow 3"	Buah		Rp 732	Rp -
6	Valve	Buah	2	Rp 825.000	Rp 1.650.000
7	Pompa Utama ebara 120 m	Buah			
8	pompa utama ebara 100 m	Buah	1	Rp 95.000.000	Rp 95.000.000
9	pompa jockey 25 GPM; 100m	Buah	1	Rp 37.500.000	Rp 37.500.000
10	pompa jockey 25 GPM; 120 m	Buah			
11	pilar hydrant	Buah	2	Rp 3.630.000	Rp 7.260.000
12	outdoor hydrant box	Buah	2	Rp 4.500.000	Rp 9.000.000
					Rp 167.084.374
					<i>JUMLAH</i>
III	GROUND RESERVOIR				
	Dimensi 5x3x2				
1	Galian Tanah	m ³	37,60	Rp 1.860.850	Rp 69.962.377
	Lantai Kerja	m ³	0,80	Rp 334.900	Rp 268.129
2	cor dinding	m ³	37,92	Rp 3.277.810	Rp 124.294.562
3	penutup ground	m ³	1,42	Rp 3.277.810	Rp 4.661.046
					Rp 199.186.115
					<i>JUMLAH</i>
	TOTAL				Rp 379.034.206

6. Rekapitulasi RAB Gedung RSGM

No	Jenis Pekerjaan	Satuan	Jumlah	Satuan Harga	Jumlah Harga
I PEKERJAAN PERSIAPAN					
1	Uizet / Bauwplank	m	209,13	Rp 88.000	Rp 18.403.440
2	Pembersihan Lahan	m	209,13	Rp 11.500	Rp 2.404.995
<i>JUMLAH</i>					Rp 20.808.435
II PEKERJAAN TANAH					
1	Galian Tanah	m ³	52,28	Rp 53.350	Rp 2.789.271
2	urugan pasir	m ³	50,44	Rp 197.300	Rp 9.952.773
<i>JUMLAH</i>					Rp 12.742.045
III PERPIPAAN&ASSESORIES					
1	Pipa 5" 189,55m/6m	Batang	31,59	Rp 1.299.900	Rp 41.066.008
2	Pipa 3" 12,65m/6m	Batang	2,11	Rp 675.600	Rp 1.424.390
3	Reducer 5x3	Buah	3	Rp 2.644	Rp 7.933
4	Elbow 5"	Buah	15	Rp 7.089	Rp 106.333
5	Elbow 3"	Buah		Rp 732	Rp -
6	Valve	Buah	3	Rp 825.000	Rp 2.475.000
7	Pompa Utama ebara 120 m	Buah	1	Rp 115.000.000	Rp 115.000.000
8	Pompa Utama ebara 100 m	Buah			
9	Pompa Jockey 25 GPM; 100m	Buah			
10	Pompa Jockey 25 GPM; 120 m	Buah	1	Rp 42.500.000	Rp 42.500.000
11	Pilar Hydrant	Buah	3	Rp 3.630.000	Rp 10.890.000
12	Outdoor Hydrant Box	Buah	3	Rp 4.500.000	Rp 13.500.000
<i>JUMLAH</i>					Rp226.969.664
III GROUND RESERVOIR					
Dimensi 5x3x2					
1	Galian Tanah	m ³	37,60	Rp 1.860.850	Rp 69.962.377
	Lantai Kerja	m ³	0,80	Rp 334.900	Rp 268.129
2	Cor Dinding	m ³	37,92	Rp 3.277.810	Rp 124.294.562
3	Penutup Ground	m ³	1,42	Rp 3.277.810	Rp 4.661.046
<i>JUMLAH</i>					Rp199.186.115
TOTAL					Rp 459.706.259

7. Rekapitulasi RAB Gedung FT

No	Jenis Pekerjaan	Satuan	Jumlah	Satuan Harga	Jumlah Harga
I PEKERJAAN PERSIAPAN					
1	Uizet / Bauwplank Pembersihan Lahan	m	179,31	Rp 88.000	Rp 15.779.280
2		m	179,31	Rp 11.500	Rp 2.062.065
<i>JUMLAH</i>					Rp 17.841.345
II PEKERJAAN TANAH					
1	Galian Tanah	m ³	44,83	Rp 53.350	Rp 2.391.547
2	urugan pasir	m ³	43,25	Rp 197.300	Rp 8.533.600
<i>JUMLAH</i>					Rp 10.925.147
III PERPIPAAN&ASSESORIES					
1	Pipa 5" 163m/6m	Batang	27,22	Rp 1.299.900	Rp 35.381.112
2	Pipa 3" 16m/6m	Batang	2,6667	Rp 675.600	Rp 1.801.600
3	Reducer 5x3	Buah	5	Rp 2.644	Rp 13.222
4	Elbow 5"	Buah	18	Rp 7.089	Rp 127.600
5	Elbow 3"	Buah		Rp 732	Rp -
6	Valve	Buah	7	Rp 825.000	Rp 5.775.000
7	Pompa Utama ebara 120 m	Buah		Rp 115.000.000	Rp -
8	Pompa Utama ebara 100 m	Buah	1	Rp 95.000.000	Rp 95.000.000
9	Pompa Jockey 25 GPM; 100m	Buah	1	Rp 37.500.000	Rp 37.500.000
10	Pompa Jockey 25 GPM; 120 m	Buah		Rp 42.500.000	Rp 42.500.000
11	Pilar Hydrant	Buah	5	Rp 3.630.000	Rp 18.150.000
12	Outdoor Hydrant Box	Buah	5	Rp 4.500.000	Rp 22.500.000
<i>JUMLAH</i>					Rp 258.748.534
III GROUND RESERVOIR					
Dimensi 5x3x2					
1	Galian Tanah	m ³	37,60	Rp 1.860.850	Rp 69.962.377
	Lantai Kerja	m ³	0,80	Rp 334.900	Rp 268.129
2	Cor Dinding	m ³	37,92	Rp 3.277.810	Rp 124.294.562
3	Penutup Ground	m ³	1,42	Rp 3.277.810	Rp 4.661.046
<i>JUMLAH</i>					Rp 199.186.115
TOTAL					Rp 486.701.141