

**PERANCANGAN ULANG SISTEM INSTALASI PERPIPAAN AIR KOTOR/AIR  
BEKAS DI GEDUNG PASCA SARJANA UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH  
YOGYAKARTA**

**Bayu Angga Saputra**

**Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
anggapoetrawaleng@yahoo.com**

**INTISARI**

Sistem plambing adalah bagian yang tidak dapat dipisahkan dari bangunan gedung bertingkat. Sistem plambing dipergunakan untuk menyediakan air bersih dan membuang air kotor/air buangan ketempat yang telah ditentukan tanpa mencemari bagian-bagian terpenting lainnya. Perancangan dan pembangunan gedung Pascasarjana perlu memperhatikan sistem instalasi pembuangan air kotor/air bekas ke seluruh pembuangan akhir baik septictank atau pun sumur peresapan. Perancangan ini bertujuan untuk mendapatkan hasil rancangan yang akan menghasilkan sistem instalasi perpipaan yang lebih efektif dan efisien.

Metode perancangan ini meliputi: Pengumpulan data dilapangan, penentuan jumlah karyawan dan mahasiswa yang berkeperluan didalam Gedung Pascasarjana, penentuan diameter pipa air kotor/bekas, jalur plambing pada gedung, perhitungan sistem instalasi air bekas dari wastafel, perhitungan sistem instalasi air kotor keseluruhan, dan sistem sanitasi.

Dari hasil perancangan ulang sistem instalasi air kotor/bekas Gedung Pasca Sarjana Berlantai Empat yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa jumlah alat plambing hasil rancangan ulang ini lebih banyak dari jumlah alat plambing di lapangan. Beberapa ukuran diameter yang lebih besar, karena terdapat penambahan jumlah alat plambing. Secara umum hasil rancangan ulang ini tidak sesuai dengan hasil di lapangan.

**Kata Kunci :** sistem *plumbing*, instalasi air bekas/kotor, debit air buangan

**PENDAHULUAN**

**1.1. Latar Belakang**

Perkembangan zaman yang sangat pesat membuat banyak orang mendirikan gedung-gedung bertingkat untuk kebutuhan pabrik, hunian serta untuk perkantoran. Berdirinya gedung-gedung ini disebabkan oleh semakin padatnya populasi penduduk di Yogyakarta. Semakin sempitnya lahan kosong yang ada juga menyebabkan berdirinya gedung-gedung bertingkat, untuk memenuhi

kebutuhan hunian yang luas diatas lahan yang terbatas. Seperti pada saat sekarang ini, dapat di lihat bahwa semakin banyak hotel-hotel yang dibangun di kota Yogyakarta. Hal ini disebabkan karena semakin banyaknya wisatawan ataupun mahasiswa yang ada di Yogyakarta.

Dalam pembangunan suatu gedung bertingkat, dibutuhkan perencanaan matang dari berbagai aspek, seperti

perencanaan mekanikal yang meliputi sistem ventilasi mekanis, sistem proteksi kebakaran dan sistem plambing yang layak sehingga penghuni dapat merasakan nyaman ketika berada pada sebuah bangunan gedung (Sunarno, 2005).

Salah satu syarat agar gedung layak dihuni adalah adanya instalasi *plambing* dalam gedung tersebut. Instalasi *plambing* menjadi sangat penting karena dari instalasi *plambing* ini akan disediakan kebutuhan air bersih dan pembuangan air kotor bagi penghuninya. Sistem *plambing* juga berfungsi sebagai hydran untuk menjaga gedung dari resiko kebakaran. Perencanaan system *plambing* yang baik akan memberikan kenyamanan bagi penghuni gedung, sebab jika salah merancang sistem *plambing* akan berakibat pada kurangnya kebutuhan air bersih dan macetnya saluran pembuangan air kotor. Maka perencanaan sistem *plambing* menjadi tidak mudah dan harus memenuhi semua kebutuhan penghuni gedung tersebut.

Semakin bertambahnya mahasiswa /mahasiswi di Yogyakarta khususnya di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, dengan semakin meningkatnya mahasiswa baru setiap tahunnya, maka Universitas Muhammadiyah Yogyakarta juga harus meningkatnya fasilitas yang menunjang untuk keperluan mahasiswa dalam

melakukan aktivitas perkuliahan di lingkungan kampus.

Gedung Pascasarjana yang berada di lingkungan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta adalah salah satu untuk pendukung penyediaan ruang perkuliahan program studi S2 dan S3. Kenyamanan dan keamanan merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dalam perencanaan pembangunan gedung pascasarjana. Perencanaan dan perancangan ini, harus dilakukan sesuai dengan tahapan-tahapan perencanaan gedung itu sendiri. Oleh karena itu perlu dilakukan perencanaan ulang sistem pembuangan air kotor di gedung tersebut, dengan tujuan untuk mendapatkan rancangan perpipaan air kotor yang sesuai.

## **1.2 Tujuan Perancangan**

Tujuan perancangan ini adalah untuk mendapatkan desain sistem instalasi perpipaan air kotor/bekas di gedung pascasarjana Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang efektif dan efisien.

## **1.3 Manfaat Perancangan**

Manfaat yang dapat diperoleh dari perancangan adalah :

1. Bagi Gedung Pascasarjana :
  - a. Menjadi bahan perbandingan antara

- desain plambing yang lama dengan yang baru.
- b. Memberikan masukan desain plambing untuk mendapatkan instalasi plambing yang lebih efisien, yang berguna pada saat pemeliharaan dan perbaikan.
2. Bagi Program Studi Teknik Mesin :  
Memberikan masukan dan sebagai bahan pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya mata kuliah sistem perpipaan.
  3. Bagi Mahasiswa :
    - a. Sebagai bahan pembelajaran serta aplikasi ilmu pengetahuan yang telah diperoleh.
    - b. Menjadi bekal terakhir sebelum memasuki dunia kerja.

#### **1.4. Batasan Masalah**

Batasan masalah yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah “Perancangan Ulang Sistem Instalasi Perpipaan Air Kotor/Air Bekas Gedung Pasca Sarjana Universitas Muhammadiyah Yogyakarta” yang meliputi :

1. Perhitungan sistem instalasi air bekas dari wastafel dan bak mandi.
2. Perhitungan sistem instalasi air kotor.
3. Sistem sanitasi

#### **1.5. Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengantisipasi kelangkaan turbin air dalam skala piko sebagai alternatif yang sangat sederhana.
2. Untuk memanfaatkan energi air yang sering disia-siakan oleh masyarakat.
3. Penelitian ini dapat dikembangkan oleh masyarakat dengan biaya yang relatif murah.

#### **1.5. Metode Pengumpulan Data**

Metode yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini menggunakan metode :

1. Studi pengumpulan data di lapangan.

Metode pengumpulan data lapangan adalah metode pengumpulan data dengan mengadakan pengamatan secara langsung pada objek yang diamati, serta pengumpulan informasi yang melibatkan mahasiswa secara

langsung dalam aktivitas tertentu.

## 2. Studi literatur.

Pengumpulan data atau bahan-bahan diperoleh dari mempelajari buku-buku referensi penunjang yang menyangkut hal-hal yang akan dibahas serta membandingkan dan menerapkan pada permasalahan yang ada.

## 3. Pendekatan fungsional dan pendekatan struktural.

Metode ini digunakan dengan tujuan agar mendapatkan hasil rancangan yang dapat berfungsi secara baik, serta memiliki struktur yang tahan terhadap getaran, pembebanan, tekanan tinggi, dan memiliki sambungan yang kuat sehingga terciptalah suatu sistem plambing yang kokoh.

## TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Tinjauan Pustaka

Menurut Priyanto, yang mengutip dari (Noerbambang, 2000), *plumbing* adalah seni teknologi pemipaan dan peralatan untuk menyediakan air bersih ketempat yang dikehendaki baik dalam hal kualitas, kuantitas, dan kontituitas yang memenuhi syarat dan membuang air bekas (kotor)

dari tempat-tempat tertentu tanpa mencemarkan bagian penting lainnya untuk mencapai kondisi higienis dan kenyamanan yang diinginkan.

Menurut Priyanto. A (2013), *plumbing* yang terbaik pada ruang harus dapat menghadirkan air bersih dengan sempurna. Air bersih yang mengalir ke ruang dapur tidak boleh tercemar karena digunakan untuk membersihkan segala sesuatu yang berhubungan dengan akrivitas makan dan minum penghuni rumah. Jangan sampai air bersih yang diharapkan ini justru menjadi “racun” bagi penghuni rumah karena mengundaang kuman, bakteri ataupun zat kimia.

Menurut Suhardiyanto (2016) dalam jurnal yang berjudul Perancangan Sistem Plambing Instalasi Air Bersih dan Air Buangan pada Pembangunan Gedung Perkantoran Bertingkat Tujuh Lantai mengatakan bahwa Perancangan plambing instalasi air bersih dan air buangan pada gedung perkantoraan bertingkat 7 lantai dengan jumlah penghuni bangunan sebesar 1.148 orang maka diperlukan air bersih sebesar 68,4 m<sup>3</sup>/hari. Penggunaan kapasitas bak penampung air bersih bawah (*Ground Water Tank*) sebesar 23,4 m<sup>3</sup>, dan untuk bak air bersih atas (*Roof Tank*) yaitu sebesar 8,8 m<sup>3</sup>. Bak penampung air buangan yang digunakan (*Package STP*) dengan kapasitas 40 m<sup>3</sup>.

Menurut Gumilar (2011), tentang studi perencanaan plambing air bersih dan air kotor pada proyek pembangunan gedung kantor administrasi bandara internasional adi soemarno surakarta, mengatakan bahwa tahapan pelaksanaan pekerjaan plambing adalah (1) menggunakan metode luas lantai efektif untuk menghitung jumlah penghuni dan pengunjung di bandara selama 5 bulan, (2) menghitung jumlah kebutuhan air bersih penghuni dan pengunjung di bandara (3) menghitung diameter pipa air bersih, tebal pipa dan kebutuhan pompa yang digunakan di bandara, (4) menghitung volume bak penampung air bersih, (5) menghitung volume air buangan untuk penghuni dan penumpang di bandara, (6) menghitung volume septic tank, (7) mendefinisikan jenis system ven.

Menurut Sutrisno (2006), air merupakan sarana utama untuk meningkatkan derajat kesehatan masyarakat, karena air merupakan salah satu media dari berbagai macam penularan, terutama penyakit perut. Seperti yang telah kita ketahui bahwa penyakit perut adalah penyakit yang paling banyak terjadi di Indonesia. Oleh karena itu dalam praktek sehari-hari maka pengolahan air adalah menjadi pertimbangan yang utama untuk menentukan apakah sumber tersebut bisa dipakai sebagai sumber persediaan atau tidak.

Usodi M.D. (2007) mengatakan bahwa instalasi air adalah suatu bagian dari struktur dimana dalam pengerjaannya harus dengan ketelitian. Pada perencanaan instalasi air ini yang diutamakan adalah pengolahan data curah hujan maksimal & kontur untuk menentukan dimensi drainase. Kemudian data luas ruang, luas taman untuk menentukan jumlah kebutuhan air bersih dan air kotor hasil sisa penggunaan air bersih. Denah dan *lay out* untuk menentukan jaringan sistem drainase dan jaringan sistem *plumbing*.

Menurut Reza, Pharmawati dan Nurprabowo (2017) mengatakan bahwa Penyaluran air buangan dipisahkan antara air buangan dari dapur dan dari toilet menggunakan pipa PVC. Sistem penyaluran menggunakan sistem saluran terpisah, yaitu sistem penyaluran air buangan *Grey Water* dan sistem penyaluran *Black Water*. Hal ini sependapat dengan Riyanti, Marhadi, dan Saputra (2018) yang menyatakan bahwa Sistem penyaluran air buangan menggunakan sistem terpisah, yaitu air bekas (*grey water*) dialirkan ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sedangkan air kotor (*black water*) dialirkan ke tangki septik. Pipa yang di gunakan yaitu pipa *Polyvinyl Chloride* (PVC). Menurut Sudarmadji dan Hamdi (2013) menyatakan bahwa Pipa hawa tangki septik harus

memenuhi syarat minimum dia. 2", agar sirkulasi udara lancar.

Sedangkan menurut Putrianti, Pratama dan Handayani (2016) mengatakan bahwa penggunaan alat plambing dengan label Watersense dapat menghemat air hingga 32,89%.

## **2.2 Landasan Teori**

### **2.2.1 Sistem *Plumbing***

Pada dasarnya ada dua sistem penyediaan air dalam gedung, yaitu sistem pengaliran ke atas dan sistem pengaliran ke bawah. Dalam sistem pengaliran ke atas, pipa utama dipasang dari tangki bawah ke atas sampai langit-langit teratas gedung, kemudian mendatar dan bercabang-cabang tegak ke atas untuk melayani lantai-lantai di atasnya. Dalam sistem pengaliran ke bawah, pipa utama dari tangki atas dipasang mendatar dari langit-langit lantai teratas gedung, dan dari pipa mendatar ini dibuat cabang-cabang tegak ke bawah untuk melayani lantai-lantai di bawahnya. Kedua sistem tersebut memiliki keunggulan dan kelemahan masing-masing, pemilihan perancangan lebih banyak di tentukan oleh perancangan dan ciri khas konstruksi gedung.

Menurut Pedoman *Plumbing* Indonesia (Tahun 1979), *plumbing* adalah segala sesuatu yang berhubungan dengan pelaksanaan pemasangan, pemeliharaan dan perbaikan alat *plumbing*, serta pipa

dengan peralatan di dalam gedung yang berdekatan, yang bersangkutan dengan sistem *drainase* dan *saniter*, *drainase* air hujan, *ven*, dan air minum, yang dihubungkan dengan sistem kota atau sistem lain yang dibenarkan.

Istilah alat *plumbing* digunakan untuk semua peralatan yang dipasang di dalam maupun di luar gedung, untuk penyediaan (memasukkan) air panas atau air dingin, dan untuk menerima (mengalirkan) air buangan (Noerbambang, 2000).

### **2.2 Teori Percabangan Pipa**

Percabangan pipa banyak digunakan dalam system perpipaan di industri, pertambangan, dan distribusi air minum. Rangkaian pipa- pipa tersebut didesain sedemikian rupa sehingga mampu memenuhi kebutuhan akan pendistribusian fluida. Berbagai jenis dan sudut percabangan pipa dalam system perpipaan akan menghasilkan distribusi aliran yang berbeda-beda. Bingham dan Blair (1985) melakukan pengujian pipa bercabang tiga pada kondisi aliran steady dengan memvariasikan sudut untuk menentukan rugi tekanan untuk masing-masing percabangan. Sedangkan penelitian Hagar (1984) menyatakan bahwa pada perbedaan rugi tekanan pada pipa utama dengan pipa pemisah yang disebabkan oleh perbedaan luas penampang aliran yang melewati

masing-masing saluran. Luas penampang aliran pipa pemisah tergantung pada besar sudut pipa pemisah tersebut. Basset dkk. (1998) melakukan pengujian dan simulasi tekanan pada pipa bercabang tiga dengan sudut percabangan 90°, untuk model tekanan percabangan sama dan tekanan percabangan berbeda. Penelitian yang lebih lengkap dilakukan oleh Basset, dkk (2001) menghitung koefisien rugi tekanan untuk pipa percabangan antara titik masuk dan keluar percabangan, yang dijelaskan dalam bentuk kurva hubungan antara rasio aliran massa dengan koefisien rugi tekanan stagnasi.

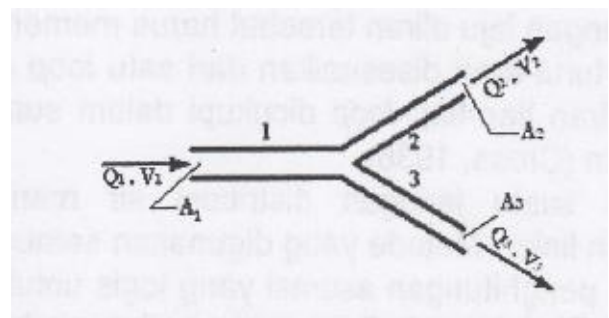
Dalam mempelajari aliran fluida seringkali digunakan asumsi fluida ideal. Fluida ideal diasumsikan tidak mempunyai kekentalan. Jika memperhatikan fluida nyata, maka pengaruh-pengaruh kekentalan harus diperhitungkan ke dalam permasalahan. Pada fluida nyata timbul tegangan geser antara partikel-partikel fluida ketika partikel-partikel tersebut bergerak pada kecepatan yang berbeda. Pada fluida ideal yang mengalir melalui suatu tabung lurus, semua partikel bergerak pada garis-garis sejajar dengan kecepatan sama. Pada aliran fluida nyata, kecepatan mendekati dinding akan nol, dan akan bertambah besar pada jarak pendek dari dinding.

#### a. Viskositas

Viskositas merupakan hasil dari gaya-gaya antara molekul yang timbul pada saat lapisan-lapisan fluida berusaha menggeser satu dengan lainnya atau sifat dari zat cair untuk melawan tegangan geser pada waktu bergerak mengalir. Viskositas kinematis merupakan perbandingan antara koefisien viskositas (viskositas dinamis) dengan densitas. Viskositas disebabkan karena kohesi antara partikel-partikel zat cair.

#### b. Persamaan Kontinuitas

Persamaan kontinuitas dihasilkan dari prinsip kekekalan massa. Untuk aliran mantap massa fluida yang melalui semua bagian dalam arus fluida per satuan waktu adalah sama. Untuk pipa bercabang, berdasarkan persamaan kontinuitas debit aliran yang menuju titik cabang harus sama dengan debit yang meninggalkan titik tersebut.



**gambar 2.1 persamaan kontinuitas pipa bercabang.**

Persamaan kontinuitas untuk pipa bercabang adalah:

$$V_r A_r = V_z A_z = V_s A_s = \dots = V_n A_n$$

Dimana:

A = luas penampang (m<sup>2</sup>)

V = kecepatan rata-rata arus aliran (m/s)

#### c. Bilangan Reynolds

Ada tiga faktor yang mempengaruhi keadaan aliran yaitu kekentalan ( $\mu$ ), rapat massa zat cair ( $\rho$ ), dan diameter pipa (D). Pada aliran tak mampu mampet biasanya diambil asumsi kerapatan, viskositas dan temperature tidak mengalami perubahan sehingga berat spesifiknya konstan. Untuk diameter dan panjang pipa tertentu, kerugian tekanan di dalam pipa disebabkan adanya efek gesekan sebagai fungsi bilangan Reynolds. Angka Reynolds mempunyai bentuk seperti:

$$Re = D \cdot v \cdot \rho / \mu$$

Dimana:

v = kecepatan rata-rata aliran (m/s)

F = viskositas absolute (Pa detik)

p = kerapatan fluida (kg/m<sup>3</sup>)

Untuk angka Reynolds di bawah 2000, aliran pada kondisi tersebut adalah laminar. Aliran akan turbulen apabila angka Reynolds lebih besar 4000. Apabila angka Reynolds berada di antara kedua nilai tersebut adalah transisi. Angka Reynolds pada kedua nilai di atas

(Re=2000 dan Re=4000) disebut dengan batas kritik bawah dan atas.

#### d. Rugi Energi Karena Gesekan dalam Pipa

Bila fluida mengalir melalui suatu pipa dan tekanan fluida diukur pada dua tempat sepanjang pipa, akan dijumpai kenyataan bahwa tekanan berkurang dalam arah aliran. Penurunan tekanan ini disebabkan karena gesekan fluida pada dinding pipa. Penurunan tekanan ( $\Delta p$ ) sepanjang pipa (L) dapat dinyatakan sebagai:

$$\frac{\Delta p}{\rho \cdot g} = h_f = f \frac{L V^2}{d 2g}$$

Dengan:

Ap = tekanan zat cair (N/m<sup>2</sup>)

g = percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

hf = penurunan tekanan (m)

L = panjang pipa (m)

d = diameter pipa (m)

f = koefisien gesekan pipa

V = kecepatan aliran fluida (m/s)

#### e. Rugi-rugi kecil (Minor)

Rugi-rugi kejutan dari energy tidak timbul pada pipa lurus, seragam, tetapi pada dikontinuitas seperti katup, belokan, dan perubahan penampang. Kehilangan tenaga karena perbesaran penampang disebabkan oleh pusaran dan tumbukan. Kehilangan tenaga akibat dari perbesaran penampang secara mendadak dijelaskan dengan rumus "Belanger".



$$h = \frac{(V_1 - V_2)}{2g}$$

Kerugian head oleh penyempitan mendadak dinyatakan dengan rumus:

$$h = \left( \frac{1}{C_c} - 1 \right)^2 \frac{V_2^2}{2g}$$

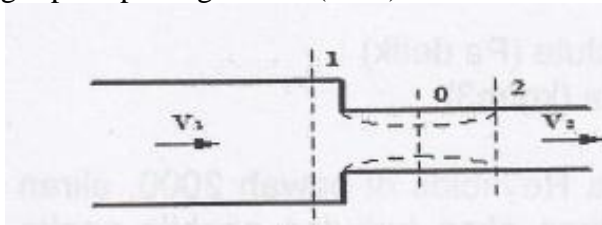
Dengan:

h = kerugian tenaga karena perubahan penampang (m)

V1 = kecepatan fluida penampang 1 (m/s)

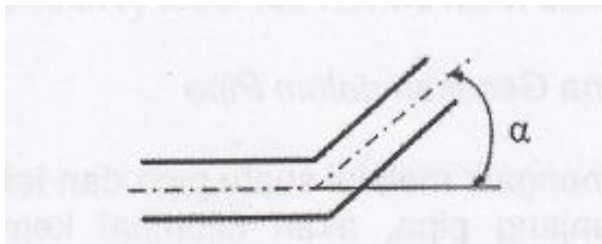
V2 = kecepatan fluida penampang 2 (m/s)

g = percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)



**gambar 2.2 pengecilan penampang mendadak.**

Rumus kehilangan tenaga pada belokan adalah:



**gambar 2.3 belokan pipa.**

$$h_b = K_b \frac{V^2}{2g}$$

Dengan:

hb = kehilangan tenaga pada belokan pipa (m)

Kb = koefisien kehilangan tenaga belokan pipa

V = kecepatan fluida dalam pipa (m/s)

Rumus kehilangan tenaga pada katup adalah:

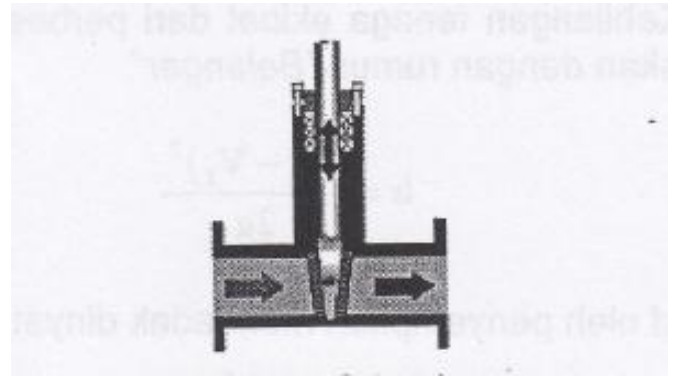
$$\Delta h = K \frac{V^2}{2g}$$

Dengan:

Δh = kehilangan tenaga pada katup (m)

K = koefisien kehilangan tenaga pada katup

V = kecepatan fluida dalam pipa (m/s)



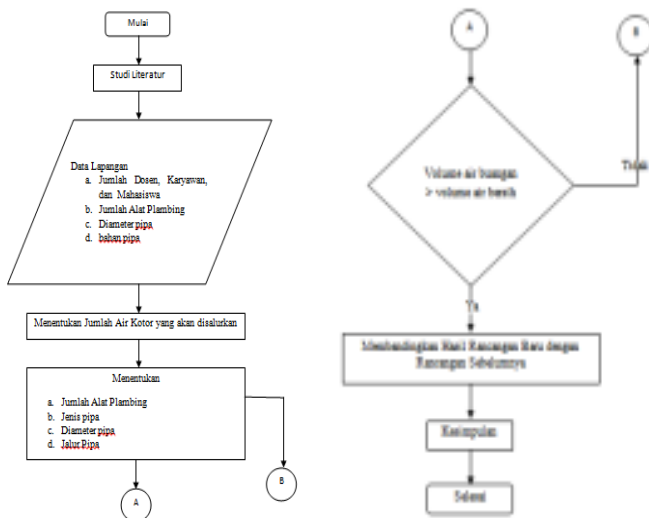
**Gambar 2.4 Gate Valves**

Pada kenyataannya kebanyakan system perpipaan adalah system pipa majemuk, yaitu rangkaian pipa seri, paralel maupun berupa jaringan perpipaan. Untuk rangkaian pipa seri atau paralel, penyelesaiannya adalah serupa dengan perhitungan tegangan dan tahanan pada Hukum Ohm.

## METODE PERANCANGAN

### 3.1. Diagram Alir Perancangan

Perancangan ini dilakukan berdasarkan metode dan urutan sebagaimana ditunjukkan pada diagram alir dibawah ini :



Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan Sistem Perpipaan Air Kotor/Bekas

### 3.2 Metode Pengumpulan Data Lapangan

Metode pengumpulan data lapangan adalah metode pengumpulan data dengan mengadakan pengamatan secara langsung pada objek yang diamati, serta serta pengumpulan informasi yang melibatkan pegawai atau penanggung jawab secara langsung dalam aktivitas tertentu.

### 3.3 Pendekatan Literatur

Pendekatan literature digunakan guna menentukan jumlah penghuni

gedung, menentukan diameter minimum alat plambing, dan informasi lain jika terdapat data yang tidak diketahui.

#### 1. Menentukan jumlah alat plambing

Jumlah penghuni gedung dapat diasumsikan dari jenis ruangan, dan jumlah ruangan yang ada. Setelah semua data tersebut diketahui, maka jumlah alat plambing dapat diketahui untuk kebutuhan setiap gedungnya.

#### 2. Menentukan ukuran pipa pembuangan

Dalam menentukan pipa pembuangan, metode jumlah unit beban plambing yang lazim dilayani oleh tiap jalur pipa.

## PEMBAHASAN

### 4.1. Kebutuhan Air Bersih keseluruhan

Dalam perancangan sistem suplai air bersih di Gedung Pasca Sarjana berlantai empat tersebut tidak diketahui data pasti jumlah penghuninya. Dengan demikian perkiraan kebutuhan air dihitung berdasarkan fungsi gedung dengan menghitung kebutuhan jumlah alat plambing yang harus tersedia pada masing – masing lantai dengan asumsi jumlah minimal penghuni berdasarkan dengan tabel 2.3 dan 2.4 (SNI 03 – 6481 – 2000).

#### 4.1.1 Kebutuhan Air Bersih Pada Gedung Pascasarjana Lantai Dasar

Untuk menentukan kebutuhan air bersih pada Gedung Pascasarjana lantai Dasar ditentukan oleh asumsi penghuni dari ruangan-ruangan tersebut, sehingga dapat menentukan jumlah dan jenis alat *plumbing* yang akan digunakan sesuai dengan tabel 2.3 dan tabel 2.4.

Tabel 4.1 Jumlah Staf atau Pegawai Gedung Pascasarjana Lantai Dasar

NO	Nama ruangan	Jumlah ruangan	Asumsi karyawan per ruangan	Jumlah karyawan
1	Ruangan kaprodi	4	4	16
2	Ruangan sekt kaprodi	4	4	16
3	Ruangan rapat prodi	4	-	-
4	Ruangan transit dosen	4	4	16
5	Ruangan ADM dan pelayanan mahasiswa	4	4	16
Jumlah mahasiswa				64

Dari tabel 4.1 diatas diketahui jumlah karyawan sebanyak 64 orang yang akan digunakan sebanyak : 4 kloset, 4 bak cuci tangan, 1 peturasan.

Tabel 4.2 Jumlah Mahasiswa Berkeperluan Khusus Di Gedung Pascasarjana Lantai Dasar

NO	Nama ruangan	Jumlah ruangan	Asumsi per 1 jam	Jam kerja efektif	Jumlah mahasiswa
1	Ruangan kaprodi	4	4	8	32
2	Ruangan ADM dan pelayanan mahasiswa	4	16	8	128
Jumlah mahasiswa					160

Dari tabel 4.2 diatas diketahui jumlah mahasiswa berkeperluan sebanyak 160 orang.

Dari hasil perhitungan diatas dapat ditentukan jumlah alat *plumbing* yang sesuai dengan batas minimum SNI 03-6481 – 2000 dengan jumlah 4 kloset, 3 bak cuci tangan, sehingga alat *plumbing* yang akan digunakan sebagai berikut:

Tabel 4.3 Jumlah dan Jenis Alat Plambing Gedung Pascasarjana Lantai Dasar

NO	Nama ruangan	Kloset	Bak cuci tangan	Urinoir	Peturasan
1	Toilet 1 lantai dasar	2	3	1	3
2	Toilet 2 lantai dasar	3	3	-	2
3	Toilet 3 lantai dasar	3	2	2	2
4	Toilet 4 lantai dasar	2	3	1	3
Total		10	11	4	10

## 4.2. Analisis Perhitungan Debit Air Buangan

Penentuan total air bersih yang digunakan, perlu diketahui kebutuhan air domestik serta kebutuhan air non-domestik. Kebutuhan non-domestik sendiri contohnya berasal dari kebutuhan air dari pasar, industri, sarana peribadatan, kantor, rumah makan, dan lain sebagainya. Contoh perhitungan pada pipa lateral terakhir pada blok 1 :

Berdasarkan perhitungan proyeksi, pada tahun 2031 jumlah orang pada pipa 1 yang dilayani adalah sebesar 28,076 Ha.

Penggunaan air/org/hari = 130 L/org/hari

1. Q total (l/s)

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{dom}} + Q_{\text{non-dom}}$$

$$Q_{\text{total}} = \{(130 \text{ L} \times \text{jumlah penduduk terlayani}) / 86400\} + \{\sum(\text{Unit per Jenis Fasilitas} \times \text{Kebutuhan Air per unit fasilitas})/86400\}$$

$$Q_{\text{total}} = 3.874 \text{ L/detik}$$

2. Q Air Buangan Rata - rata (l/s)

$$\begin{aligned} Q_{\text{ab}} \text{ (l/s)} &= 80\% \times Q_{\text{total kebutuhanair}} \\ &= 80\% \times 3.874 \text{ L/detik} \\ &= 3.099 \text{ L/detik} \end{aligned}$$

5. Q Harian maksimum (l/s)

$$\begin{aligned} Q_{\text{max}} \text{ (l/s)} &= 1,25 \times Q_{\text{ab}} \\ &= 1,25 \times 3.099 \text{ L/detik} \\ &= 3.874 \text{ L/detik} \end{aligned}$$

6. Q Minimum

$$\begin{aligned} Q_{\text{min}} \text{ (l/s)} &= 0,2 \times [\text{JPT}]^{0,2} \times Q_{\text{abr}} \\ &= 0,2 \times [2342]^{0,2} \times 69,168 \text{ L/detik} \\ &= 2.925 \text{ L/detik} \end{aligned}$$

7. Q Infiltrasi

$$\begin{aligned} Q_{\text{inf}} \text{ (l/s)} &= \text{faktor infiltrasi} \times Q_{\text{ab}} \\ &= 0,2 \times 3.099 \\ &= 0,775 \text{ L/detik} \end{aligned}$$

8. Q Peak (l/s)

$$\begin{aligned} Q_{\text{peak}} \text{ (l/s)} &= ((18 + \text{JPT}^{0.5}) / (4 + \text{JPT}^{0.5})) \times Q_{\text{ab}} \\ &= 4,909 \text{ L/detik} \end{aligned}$$

9. Q ab peak total (l/s)

$$\begin{aligned} Q_{\text{ab peak total}} \text{ (l/s)} &= Q_{\text{peak}} + Q_{\text{infiltrasi}} \\ &= 4.909 \text{ L/detik} + 0.775 \text{ L/detik} \\ &= 5.684 \text{ L/detik} \end{aligned}$$

### 4.3. Analisis Perhitungan Dimensi

Perhitungan Penentuan Dimensi pipa dan Debit Penggelontoran selengkapnya dapat dilihat pada *lampiran*. Sebagai contoh, Blok 1 pipa 2. Dari perencanaan awal diketahui bahwa :

Jenis Pipa = Lateral

Slope = 0.0033

Q total = 0.0010 m<sup>3</sup>/s (dari tabel pembebanan Blok A)

d/D = 0,7 (Asumsi) , maka nilai Q<sub>p</sub>/Q<sub>full</sub> = 0.8371 m<sup>3</sup>/dt (dari tabulasi *Nilai Sebanding Sebagian Penuh Pengoperasian Pipa Dengan Kecepatan dan Pembuangan*)

1. Q Full (m<sup>3</sup>/s)

$$\begin{aligned} Q_{\text{Full}} \text{ (m}^3\text{/s)} &= Q_{\text{total}} / (Q_{\text{p}}/Q_{\text{full}}) \\ &= 0,001 / 0,8371 \\ &= 0.00121 \text{ m}^3\text{/s} \end{aligned}$$

2. Diameter (m)

$$d \text{ (m)} = ((Q_{\text{full}} \times n) / (0.3117 \times \text{Slope}^{0.5}))^{0.375}$$

$$d \text{ (m)} = 0.0714 \text{ m}$$

D pipa terpilih adalah 0,2 m (200mm)

3. Q full (m<sup>3</sup>/s) dari Diameter Pasaran

$$Q_{\text{full}} \text{ (m}^3\text{/s)} = 0,3117 \times (\text{Diameter}^{2.667}/n) \times (\text{slope}^{0.5})$$

$$Q_{\text{full}} \text{ (m}^3\text{/s)} = 0.0188$$

4.  $A \text{ (m}^2\text{)}$   
 $A \text{ (m}^2\text{)} = 0,25 \times 3,14 \times \text{Diameter pipa}$   
 terpilih<sup>2</sup>  
 $A \text{ (m}^2\text{)} = 0.0314$
5.  $V_{full} \text{ (m/s)}$   
 $V_{full} \text{ (m/s)} = Q_{full} / A$   
 $V_{full} \text{ (m/s)} = 0.599746566$
6.  $Q_p/Q_f$   
 $Q_p/Q_f = Q_{total} \text{ (m}^3\text{/s)} / Q_{full} \text{ (m}^3\text{/s)}$   
 $Q_p/Q_f = 0.05381$
7.  $d/D = d \text{ asumsi} / D \text{ pipa terpilih}$   
 $d/D = 0.16$
8.  $V_p/V_f$  (dari tabulasi *Nilai Sebanding*  
*Sebagian Penuh Pengoperasian Pipa*  
*Dengan Kecepatan dan Pembuangan*)  
 $V_p/V_f = 0.5376$
9.  $V_{peak} \text{ (m/s)}$   
 $V_{peak} \text{ (m/s)} = V_{full} \times (V_p/V_{full})$   
 $V_{peak} \text{ (m/s)} = 0.3224$
10. Kontrol  $V_{min} \text{ (m/s)}$   
 $V_{min} = (1 / n) \times ((D \text{ pipa}$   
 terpilih/4)<sup>0,67</sup>)  $\times$  (Slope<sup>0,5</sup>)  
 $V_{min} \text{ (m/s)} = 0,5938 \text{ m/detik} \approx 0.6$   
 m/detik (sesuai kriteria kecepatan  
 minimum lebih dari 0,6 m/detik)

#### 4.4. Perhitungan Septiktank

Untuk merancang sanitasi yang lebih baik, maka dibutuhkan sistem yang lebih baik juga. Dalam daerah perencanaan di kecamatan selopampang ini, ada beberapa desa yang letaknya tidak terjangkau oleh aliran pipa air buangan. Untuk mengatasi hal ini perlu dibuat

pengolahan secara on site yakni dengan membangun septik tank pada gedung Pascasarjana. Untuk merancang menentukan dimensi septik tank, yang pertama harus diketahui adalah kapasitas atau debit air limbah domestik yang akan diolah. Perhitungan debit air limbah rata-rata berdasarkan SNI 03-2398-2002 adalah sebagai berikut.

$$Q_{rata-rata} = (q \times p) / 1000$$

dimana :  $q$  = laju timbulan air limbah

- Bila tangki septik hanya menerima dari kakus saja (sistem terpisah) maka  $q$  merupakan gabungan dari limbah tinja dan air penggelontoran yang besarnya antara 5-40 liter/orang/hari
- Bila tangki septik menerima air limbah tercampur (sistem tercampur), maka  $q$  merupakan gabungan limbah tinja dan air limbah lainnya dari kegiatan rumah tangga seperti mandi, cuci, masak dan lainnya yang besarnya 80% dari konsumsi air bersih pemakai yang besarnya antara 45-150 liter/orang/hari  
 $p$  = jumlah pemakai (orang)

dengan menggunakan sistem tercampur sehingga nilai  $q$  yang digunakan

adalah 67.5 liter/orang/hari, maka  $Q_{rata-rata}$  untuk perumahan warga Jetis dan Bumiayu

$$\begin{aligned} Q_{rata-rata} &= (q \times p) / 1000 \\ &= (67.5 \text{ liter/orang/hari} \times 5 \text{ orang}) / 1000 \\ &= 0,3375 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Minimum waktu detensi yang dibutuhkan untuk proses pengolahan dapat dihitung dengan persamaan berikut :

- Untuk tangki septik dengan sistem terpisah :

$$T_d = 2,5 - 0,3 \log (p \times q) \geq 0,5 \text{ hari}$$

- Untuk tangki septik dengan sistem tercampur :

$$T_d = 1,5 - 0,3 \log (p \times q) \geq 0,2 \text{ hari}$$

Dengan menggunakan sistem tercampur, maka  $T_d$  untuk sistem perencanaan adalah :

$$\begin{aligned} T_d &= 1,5 - 0,3 \log (p \times q) \geq 0,2 \text{ hari} \\ &= 1,5 - 0,3 \log (5 \text{ orang} \times 67,5 \text{ liter/orang/hari}) \geq 0,2 \\ &= 1,5 - 1,24168 \geq 0,2 \text{ hari} \\ &= 0,741 \text{ hari} \geq 0,2 \text{ hari} \\ &\text{(memenuhi)} \end{aligned}$$

Di dalam tangki septik tank akan terbagi beberapa zona mengikuti proses degradasi yang terjadi. Zona tersebut adalah zona buih dan gas, zona

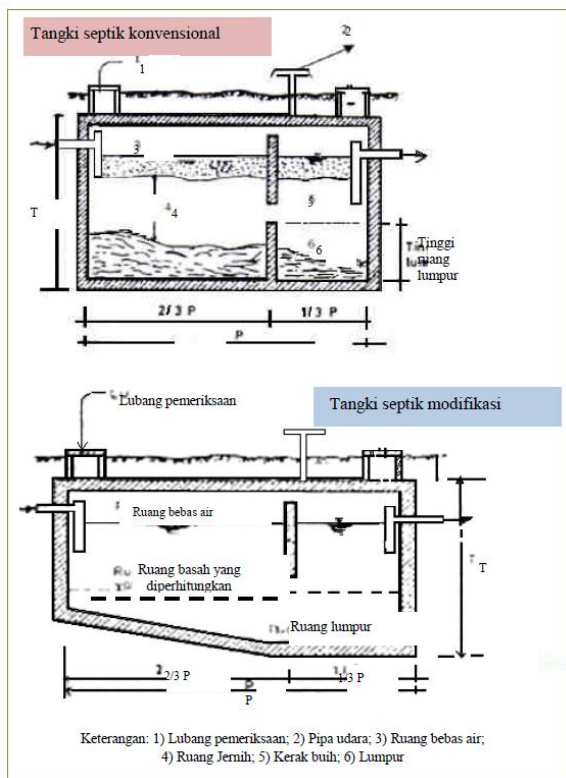
pengendapan, zona stabilisasi, dan zona lumpur.

- Zona buih (*scum*) dan gas untuk membantu mempertahankan kondisi anaerobic di bawah permukaan air limbah yang akan diolah. Zona ini disediakan setinggi 25-30 cm atau 20% dari kedalaman tangki.
- Zona pengendapan sebagai tempat proses pengendapan padatan mudah mengendap (*settleable*). Volume zona pengendapan ( $V_{pengendapan}$ ) ditentukan dengan persamaan :

$$V_{pengendapan} = Q_{rata-rata} \times T_d \geq 37,5 \text{ cm}^3$$

Berdasarkan persamaan diatas, maka  $V_{pengendapan}$  untuk sistem perencanaan ini adalah :

$$\begin{aligned} V_{pengendapan} &= Q_{rata-rata} \times T_d \geq 37,5 \text{ cm}^3 \\ &= 0,3375 \text{ m}^3/\text{hari} \times 0,2 \text{ hari} \geq 37,5 \text{ cm}^3 \\ &= 0,0675 \text{ m}^3 \geq 37,5 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$



**Gambar 4.4 Zona-Zona dalam Tangki Septik**

**Sumber : SNI 03-2398-2002**

- Zona stabilisasi adalah zona yang disediakan untuk proses stabilisasi lumpur yang baru mengendap melalui proses pencernaan secara anaerobic (*anaerobic digestion*). Volume zona ini ditentukan berdasarkan kecepatan stabilisasi lumpur dan jumlah pemakai tangki septik. Volume zona stabilisasi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$V_{\text{stabilisasi}} = R_s \times p$$

dimana,  $R_s$  = kecepatan stabilisasi =  $0,0425 \text{ m}^3/\text{orang}$

Sehingga  $V_{\text{stabilisasi}}$  untuk sistem perencanaan gedung adalah :

$$\begin{aligned} V_{\text{stabilisasi}} &= R_s \times p \\ &= 0,0425 \text{ m}^3/\text{orang} \\ &\quad \times 5 \text{ orang} \\ &= 0.2125 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Zona lumpur merupakan zona tempat terakumulasinya lumpur yang lebih stabil dan harus dikuras secara berkala. Volume zona lumpur bergantung pada kecepatan akumulasi lumpur, periode pengurasan, dan jumlah pemakai tangki septik. Volume zona ( $V_{\text{lumpur}}$ ) ini dapat diketahui dengan persamaan berikut.

$$V_{\text{lumpur}} = R_{\text{lumpur}} \times N \times P$$

dimana :

$R_{\text{lumpur}}$  = kecepatan akumulasi lumpur matang =  $(0,03-0,04) \text{ m}^3/\text{orang}/\text{tahun}$

$N$  = kecepatan pengurasan (2-3 tahun)

$P$  = jumlah pemakai (orang)

Sehingga untuk perencanaan diatas ( $R_{\text{lumpur}} = 0,04 \text{ m}^3/\text{orang}/\text{tahun}$ ), volume untuk zona lumpur adalah :

$$\begin{aligned} V_{\text{lumpur}} &= R_{\text{lumpur}} \times N \times P \\ &= 0,04 \\ &\quad \text{m}^3/\text{orang}/\text{tahun} \times 2 \text{ tahun} \times 5 \\ &\quad \text{orang} \\ &= 0.4 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Maka, volume tangki septik komunal

$$\begin{aligned} V_{\text{pengendapan}} + V_{\text{stabilisasi}} + V_{\text{lumpur}} \\ = 0,0675 \text{ m}^3 + 0,2125 \text{ m}^3 + 0,4 \text{ m}^3 \\ = 24,9947 \text{ m}^3 \\ = 0,68 \text{ m}^3 \approx 1 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Secara umum, tangki septik dengan bentuk persegi panjang mengikuti kriteria desain yang mengacu pada SNI 03-2398-2002. Sehingga dimensi tangki septik komunal pada sistem perencanaan adalah :

- panjang : lebar = (2-3) : 1 (SNI 03-2398-2002) ambil missal 2 : 1  
Asumsikan tinggi = 0,5 m  
 $V = p \times l \times tV = 2l \times l \times 0,5 \text{ m}$   
 $1 \text{ m}^2 = 4 l^2$   
 $1 \text{ m} = l$   
 $L = 1 \text{ m}$   
 $P = 2l = 2 \times 1 = 2 \text{ m}$   
Dimensi septic tank adalah :  
Panjang = 2 m  
Lebar = 1 m  
Tinggi = 0,5 m
- tinggi zona buih ( $t_{\text{buih}}$ ) = 20% x tinggi tangki  
 $= 20\% \times 0,5 \text{ m} = 0,1 \text{ m}$
- *free board* = (0,2 – 0,4 m) (SNI 03-2398-2002) = 0,4 m
- tinggi total = tinggi +  $t_{\text{buih}}$  + *free board* = 0,5 m + 0,1 m + 0,4 m = 1 m

Jadi dimensi septik tank yang dibutuhkan untuk perencanaan di Gedung Pascasarjana adalah 2 m x 1 m x 1 m

#### 4.5 Perbandingan hasil rancangan ulang dengan rancangan yang sudah ada

existing		Hasil Rancangan Ulang	
Item	Diameter	Item	Diameter
Pipa Utama	3 inch	Pipa Utama	4 inch
Pipa Tegak Air Kotor	3 inch	Pipa Tegak Air Kotor	4 inch
Pipa Tegak Air Bekas	3 inch	Pipa Tegak Air Bekas	4 inch
Pipa Kloset	3 inch	Pipa Kloset	4 Inch
Pipa Wastafel	2 inch	Pipa Wastafel	3 inch
Pipa Urinoir	2 inch	Pipa Urinoir	3 inch
Pipa peturasan	2 inch	Pipa Peturasan	3 inch
Pipa Septiktank	3 inch	Pipa septiktank	5 inch
Pipa Sumur Resapan	3 inch	Pipa Sumur Resapan	4 inch
Pipa Bak Kontrol	3 inch	Pipa Bak Kontrol	4 inch

## KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan ulang sistem instalasi air kotor/bekas Gedung Pasca Sarjana Berlantai Empat yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan debit air buangan didapatkan :
  - a. Q Air Buangan Rata - rata (l/s)  
 $Q_{\text{ab}} \text{ (l/s)} = 80\% \times Q_{\text{total}}$   
kebutuhan air = 80% x 3.874  
 $L/\text{detik} = 3.099 \text{ L/detik}$
  - b. Q Harian maksimum (l/s)



$$Q \text{ max (l/s)} = 1,25 \times Q \text{ ab}$$

$$= 1,25 \times 3.099 \text{ L/detik}$$

$$= 3.874 \text{ L/detik}$$

c. Q Minimum

$$Q \text{ min (l/s)} = 0,2 \times [JPT]^{0,2} \times Q_{abr}$$

$$= 0,2 \times [2342]^{0,2} \times 69,168 \text{ L/detik}$$

$$= 2.925 \text{ L/detik}$$

2. dari hasil perhitungan, dapat jumlah alat plambing perhitungan lebih banyak dari jumlah alat plambing dilapangan. Diameter pipa perhitungan dengan diameter pipa dilapangan umumnya sama, namun terdapat beberapa ukuran yang lebih besar, karena terdapat penambahan jumlah alat plambing, sehingga membutuhkan diameter pipa yang lebih besar.

Penambahan jalur pipa baru mengikuti jalan pipa yang telah ada, hal ini dilakukan agar tidak terjadi banyak perubahan pada jalur pipa.

## 5.2 Saran

Sebaiknya dalam perancangan alat plambing bangunan gedung khususnya air bekas/kotor mengambil angka faktor keamanan yang lebih besar sehingga dapat mengurangi resiko terganggunya aliran air kotor/limbah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Gumilar, G. 2011. Perencanaan Plumbing Air Bersih Dan Air Kotor (Studi Kasus Gedung Kantor Administrasi Bandara Adi Soemarmo Surakarta).
- Noerbambang S.M, Morimura, T. 2000. Perancangan dan Pemilihan Sistem Plumbing. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Priyanto, A., Suripin, S., & Salamun, S. 2013. Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Pdam Kota Salatiga. *Jurnal Karya Teknik sipil*, 2(1), 22-23.
- Putrianti, D. A. (2016). Perencanaan Sistem Plumbing Air Buangan pada Gedung Newton Residence. *Reka Lingkungan*, 4(1).
- Reza, K. M. (2017). Perencanaan Sistem Instalasi Plumbing Air Buangan Gedung Hotel Tebu. *Reka Lingkungan* 5(1).
- Riyanti, A., Marhadi, M., & Saputra, N. W. (2018). *Perencanaan Sistem Plumbing Air Bersih dan Air Buangan Gedung SMK Negeri 3 Kota Jambi*. *Jurnal Daur Lingkungan*, 1(1), 35-40.
- Sunarno Ir, 2005, *Mekanikal Elektrikal Gedung*, Yogyakarta: Andi.
- Suhardiyanto, S. 2016. Perancangan Sistem Plumbing Instalasi Air Bersih dan Air Buangan pada Pembangunan Gedung Perkantoran Bertingkat Tujuh Lantai. *Jurnal Teknik Mesin Mercu Buana*, 5(3), 90-97.
- Suciastuti, E., & Sutrisno, C. T. (2006). *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: Rineka Cipta
- Sudarmadji, S., & Hamdi, H. (2013). Tangki Septik dan Peresapannya Sebagai Sistem Pembuangan Air Kotor di Permukiman Rumah Tinggal Keluarga. *Pilar*, 9(2).
- Usodi, M. D. 2007. Studi Perencanaan Instalasi Air pada Rumah sakit Mardi Waluyo Kota Blitar Jawa Timur (*Doctoral dissertation, Universitas of Muhammadiyah Malang*).
- Nasution, A. H., 2012. Analisis Performansi Pompa Multistage Pengisi Air Umpan Ketel Yang Digerakkan Oleh Turbin Uap Dibanding Dengan Elektromotor. *USU-IR*.
- Richard, P. 2013. *Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Optimalisasi Kinerja Turbin Kinetik Roda Tunggal*. *Jumlah Rekayasa Mesin* 4:220-226.
- Riyan, R, L. 2018. Unjuk Kerja Blower Sebagai Turbin Air Menggunakan CFD.
- Rosnita, R. 2013. *Konsep Integrasi Pembangkit Berbasis Energi Terbarukan Sebagai Sistem Mikrogrid di Kabupaten Pesisir Selatan*. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*. 2:79-85.