

# STUDI FISIBILITAS DESAIN PEMANFAATAN AIR HUJAN SEBAGAI PEMBILAS KLOSET DI GEDUNG INTEGRASI DAN LAB. PLUMBING PPNS

Chandra bintang W.P<sup>1\*</sup>, Raden Dimas Endro Witjonarko<sup>2</sup>, Priyo Agus Setiawan<sup>3</sup>

Program Studi D-IV Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya,  
Indonesia<sup>1,2,3</sup>

Email: cb.wijayaputra@gmail.com<sup>1\*</sup>

**Abstract** - Integration Building is one of the new buildings that has been built by the Shipbuilding Institute of Polytechnic Surabaya (PPNS) as a form of commitment to improve the quality of education for graduates of Shipbuilding Institute of Polytechnic Surabaya In the future, the piping system laboratory will be equipped with piping clean water, dirty water, gas household and rainwater treatment. The main focus of this research is the rainwater piping system because the multi-storey rainwater system is very much in accordance with the condition of the integration building which will also be applied to the piping system laboratory as well as the facilities that are often used by students. Before installing the rainwater piping system, a practicum booth and piping system will be designed in accordance with the applicable standards as well as the making of lab rooms, and of course scheduling of booths and installations and details of the total costs needed to estimate when the booth is ready can adjust to existing campus funds. From the design of the rainwater piping system. Then the need for prism roof area of 136,6248 m<sup>2</sup>, flat roof of 403,811 m<sup>2</sup>, rainwater volume of 2,703405 m<sup>3</sup>, tank capacity of 8,200 L, toilet flushing needs of 7560 liters, and pump power of 1,132 HP. Calculation of duration by method Project Network Planning is known to take 93 days to complete this plumbing system project. With a working duration of 8 hours per day and 5 working days a week. RAB the total required for this project is Rp 167.655.607,53. Where this RAB is a rough RAB because it does not include costs for excavation work for making rainwater collection tanks.

**Keywords:** Integration building, practicum booth, rainwater piping system, prototype.

## Nomenclature

v	= Volume air ( m <sup>3</sup> )
t	= Waktu (second)
$\rho$	= Densitas Air ( $\frac{kg}{m^3}$ )
g	= Percepatan Gravitasi ( $\frac{m}{s^2}$ )
$\mu$	= Viskositas ( $\frac{kg}{m.s}$ )
Re	= Bilangan Reynolds ( m )
f	= Friction factor
HL	= Headloss (m)
L	= Panjang Pipa ( m )
V	= Percepatan aliran ( $\frac{m}{s}$ )
k	= Koefisien Pengecilan pipa
P	= Daya pompa ( HP )

## 1. PENDAHULUAN

Gedung Integrasi adalah salah satu bangunan baru yang dibangun oleh Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS) sebagai salah satu bentuk komitmen keseriusan dalam meningkatkan mutu pendidikan para lulusan Poiteknik Perkapalan Negeri Surabaya Pada kedepannya laboratorium sistem perpipaan akan dilengkapi dengan sistem perpipaan air bersih, air kotor, gas rumah tangga dan pengolahan air hujan.

Sebagai laboratorium sistem perpipaan kedepannya, laboratorium lantai tujuh akan dilengkapi dengan

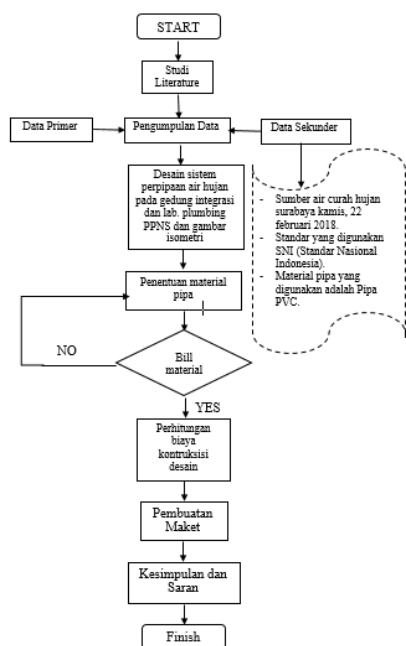
beberapa sistem perpipaan aktif sebagai alat peraga pembelajaran salah satunya adalah sistem perpipaan air hujan. Sistem perpipaan air hujan sendiri akan dibuat layaknya simulasi sistem perpipaan air hujan (*stromwater system*) dengan acuan Standar Nasional Indonesia (SNI 03 – 7065 - 2005).

Pada tugas akhir ini akan dibahas desain dan perancangan jalur perpipaan sistem perpipaan air hujan serta RAB sistem perpipaan air hujan, pembobotan pekerja, *Plant Network planning*, *Critical patch method*, serta *S curve* dari sistem perpipaan air hujan untuk gedung bertingkat khususnya pada gedung laboratorium lantai tujuh dan gedung integrase.

## 2. METODOLOGI

### 2.1. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menganalisa fisibilitas dari sistem perpipaan air hujan yang ada di gedung integrasi PPNS. Berikut Gambar 1.1 merupakan diagram alir penelitian :



Gambar 2.1 Diagram alir penelitian

## 2.2 Desain

Langkah – langkah desain yang digunakan untuk penelitian ini meliputi;

### 1. PFD (Process Flow Diagram)

Diagram aliran menjelaskan dan menceritakan secara skematik suatu proses aliran fluida atau gas dalam suatu unit atau plant. Pada diagram aliran terdapat banyak simbol - simbol yang digunakan (Parisher & Rhea, 2012).<sup>[1]</sup>

### 2. P&ID (Piping and Instrument Diagram)

P&ID (*Piping and Instrument Diagram*) atau biasanya juga disebut *Mechanical Flow Diagram* merupakan pedoman dari proses desain, dimana menjadi rujukan *piping designer* dalam bekerja (melakukan *routing* pipa) (Parisher & Rhea, 2012).

### 3. Gambar 3D (Three Dimension)

Gambar 3D (*Three Dimension*) adalah gambar yang menunjukkan suatu objek sesuai dengan bentuk aslinya. Dimana gambar ini sangat bermanfaat dalam proses pembangunan (*erection*). Dengan gambar 3D akan memudahkan jalannya komunikasi antara *engineer* dan pihak pelaksana konstruksi. Sehingga mengurangi dan menghindari kesalahan dalam proses konstruksi (Parisher & Rhea, 2012).

### 4. Isometri

Isometri adalah sebuah proyeksi paralel, salah satu proyeksi *paraline*, dimana benda diputar (rotasi) terhadap sumbu (x, y, z) dan bebas dari simpangan *optic* serta dapat memiliki skala yang tepat. Isometri atau *iso* adalah pengembangan menggunakan 3 dimensi dari objek: tinggi, lebar, dan panjang. Beda dengan gambar *orthographic* yang menggambarkan dimensi tinggi, lebar, dan panjang dalam pandangan yang terpisah. (Parisher & Rhea, 2012).

## 2.3 Formula Matematika

Formula yang digunakan dalam perhitungan pada penelitian ini meliputi :

### 1. Definisi Plumbing

Alat plumbing adalah semua peralatan yang dipasang di dalam maupun diluar gedung untuk menyediakan air panas atau air dingin, dan untuk menyalurkan air buangan. (Mahardhika, 2018).<sup>[2]</sup> Fungsi dari alat Plumbing adalah

- Sistem penyediaan air bersih, menyediakan air bersih ke tempat-tempat yang dikehendaki dengan kualitas, kuantitas, dan tekanan yang cukup.
- Penyaluran air buangan, membuang air kotor dari tempat-tempat tertentu tanpa mencemari sistem yang lain serta mencegah masuknya udara tidak sedap dan air kotor kedalam ruangan.
- Penyediaan air untuk pemadam kebakaran, menyediakan air dengan kualitas yang cukup dan mudah operasinya apabila terjadi kebakaran..
- Penyediaan air panas, menyediakan air panas

### 2. Sistem perpipaan air hujan

Sistem penyedia air bersih berfungsi untuk menyediakan aliaran air bersih dengan cara mengalirkan air dari sumber air kota, sumur atau tangki penyimpanan lainnya ke bagian-bagian gedung yang dikehendaki (Karisma, Sidi, & Santoso, 2016).<sup>[3]</sup> *Stromwater* adalah sistem perpipaan air hujan yang sudah jatuh ke tanah. Untuk kualitas air stromwater tidak berbeda dengan air pada umumnya. Namun, setelah jatuh ke tanah, air hujan akan bercampur dengan berbagai polutan selama perjalannya mencapai saluran drainase.

### 3. Intensitas curah hujan

Intensitas curah hujan menghasilkan air yang sebesar 1liter per detik atau 1 liter per meter persegi untuk 2 peristiwa badai per menit. pada peta inggris, standar intensitas hujan mengalami beberapa periode ulang dari 1 tahun sampai 500 tahun.

Adapun untuk menghitung luasan atap bangunan adalah sebagai berikut berdasarkan, (*Copper Development Association, 2018*).<sup>[4]</sup>

1. Cara menghitung luasan atap Flat datar.  
 Cara ini pada umumnya dipakai untuk rumah dengan dak beton cor. Adapaun cara perhitungannya adalah sebagai berikut:  
 Kebutuhan luasan atap = Panjang x Lebar. (2.1)
2. Cara menghitung luasan atap limas/perisai/pelana.  
 Untuk menghitung luasan atap bangunan yang berbentuk limas/ perisai/ pelana, kita dapat menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kebutuhan luasan atap} = (\text{Panjang} \times \text{Lebar}) / \cos(\alpha) \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana:

$\alpha$  adalah sudut kemiringan atap

3. Cara mencari Volume air hujan

$$\text{Volume air hujan} = \text{luas atap} \times \text{curah hujan} \dots (2.3)$$

1. Cara mencari debit air hujan

$$\text{Debit air} = \frac{v}{t} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana:

v = velocity (m/s)

t = waktu (second)

4. Headloss

Head losses adalah kerugian di dalam sistem yang terdiri dari kerugian mayor ( $h_f$ ), yaitu akibat gesekan dalam aliran berkembang penuh dalam luas pipa yang konstan, dan kerugian minor ( $h_m$ ), yaitu akibat bentuk dari lubang masukan dan keluaran, penggunaan jenis katup, adanya belokan, siku, sambungan T dan sebagainya. Untuk dapat menentukan besarnya energi per satuan massa yang terbuang digunakan pengembangan dari persamaan Bernoulli berikut ini (Fox, 2004) [5]:

$$\left(\frac{p_1}{\rho} + \alpha_1 \frac{v_1^2}{2} + gz_1\right) - \left(\frac{p_2}{\rho} + \alpha_2 \frac{v_2^2}{2} + gz_2\right) = h_{lT} \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan:

- P = besarnya tekanan (kPa)
- $\alpha$  = koefisien energi kinetik
- Z = ketinggian permukaan air (m)
- $h_{lT}$  = head loss total ( $m^2/s^2$ )
- $\rho$  = Massa Jenis Fluida ( $kg/m^3$ )

a. Rugi –Rugi Mayor dan Minor  
 Sebelum menghitung kerugian mayor, terlebih dahulu perlu menghitung besarnya bilangan Reynold untuk mengetahui jenis aliran fluida yang mengalir di dalam pipa. Besarnya bilangan Reynold ditentukan melalui persamaan berikut (Fox, 2004):

$$Re = \frac{\rho v d}{\mu} \dots \dots \dots (2.7)$$

Keterangan:

- Re = bilangan reynold
- v = viskositas kinematik ( $m^2/s$ )
- P = massa jenis fluida ( $kg/m^3$ )
- $\mu$  = viskositas dinamik ( $N.s/m^2$ )

Untuk menentukan besarnya kerugian minor dapat dihitung dengan persamaan (Fox, 2004):

$$h_m = \Sigma K \frac{v^2}{2} \dots \dots \dots (2.8)$$

Keterangan:

- $h_m$  = head loss minor ( $m^2/s^2$ )
- K = koefisien hambatan minor
- v = viskositas kinematik ( $m^2/s$ )

1. Kapasitas Tanki

Berdasarkan Tangki atau reservoir adalah media penyimpan air bersih dalam sistem plambing. Berdasarkan tata letaknya, reservoir dibedakan menjadi dua jenis, yaitu reservoir bawah (ground reservoir) dan tangki atas (roof tank). Reservoir bawah dibuat sebagai tempat penyimpanan air bersih sementara sebelum air dialirkan ke tangki atas untuk melayani kebutuhan air bersih per harinya. Volume ground reservoir dapat diambil dari 100 % kebutuhan air bersih per hari, sesuai dengan persamaan berikut : (Morimura dan Noerbambang, 2000) [6]

$$V_{GR} = Q_d \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

- $V_{GR}$  = Kapasitas reservoir bawah (Liter)
- $Q_d$  = Kebutuhan air per hari (liter/hari)

2. Perencanaan pompa sistem perpipaan air hujan

Material Pompa dinamik bekerja dengan cara mengubah energi kecepatan pada fluida yang dihasilkan oleh impeler atau sudu-sudu menjadi energi tekan pada saat fluida melewati nosel. Sedangkan pompa perpindahan positif bekerja dengan memanfaatkan perubahan volume di dalam ruang pemompaan untuk diubah menjadi energi tekan. (Sularso dan Tahara, 2000). [7]

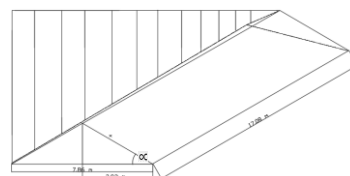
3. Rencana Anggaran Biaya

Pada penelitian ini anggaran biaya yang dihitung meliputi; produktivitas pekerja, analisa harga satuan, detail engineering drawing dan S curve.

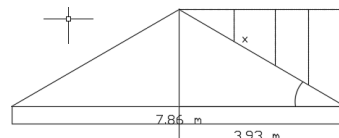
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perhitungan Intensitas curah hujan

Detail perhitungan kemiringan atap =



Gambar 3.1 Detail atap prisma (penulis, 2018)



Gambar 3.2 Detail Kemiringan atap (penulis, 2018)

Detail perhitungan kemiringan atap =

$$\begin{aligned} x &= \frac{3,93}{\cos 30} \\ &= \frac{3,93}{\frac{1}{2}\sqrt{3}} \\ &= 4,53 \text{ m} \end{aligned}$$

Tabel 3.1 Luasan atap gedung integrasi PPNS

Luas atap Gedung integrasi	Luasan (m <sup>2</sup> )
Luas atap prisma	137
Luas atap datar	403.811
Total	540

Sumber: (Excel, 2013)

### 3.2. Perhitungan Kapasitas tanki

Dari hasil perhitungan jumlah air yang dihasilkan dari kedua luasan atap gedung integrasi PPNS 8106,065 liter/hari. Air yang dapat dihasilkan dari hujan selama 3 jam disurabaya sebesar 8106,065 liter/hari. Maka, dari hasil perhitungan jumlah air yang dapat ditampung, ketersediaan tandon air dipasaran = 4.100 L x 2 unit = 8.200 L (merk penguin tipe TB 400).

### 3.3. Perhitungan Headloss

Perhitungan Headloss desain pemanfaatan air hujan sebagai pembilas air closet di gedung integrasi dan lab. plumbing PPNS meliputi headloss mayor dan headloss minor. Sesuai dengan tabel dibawah ini;

Tabel 3.2 Headloss mayor dan minor gedung integrasi ppns

Diameter	Reservoir to pump (Headloss)		pump to tandon atas (Headloss)	
	mayor (m)	minor (m)	mayor (m)	minor(m)
2"	1,154	3,093	5,02	2,584
1 1/2"	-	-	0,00842	0,0015

Sumber: (Excel, 2013)

### 3.4. Perhitungan perencanaan Pompa

Hasil perhitungan head total dari pipa yang berada di gedung integrasi politeknik perkapalan negeri surabaya. Dapat digunakan untuk melakukan perhitungan pompa intalasi air hujan sebagai berikut;

$$P = \rho \times g \times Q \times HA \times \eta \quad (\text{Asumsi: } \eta = 80\%)$$

$$= 1.132 \text{ HP}$$

### 3.5 Anggaran Biaya

Hasil rancangan anggaran biaya pada penelitian ini untuk produktivitas pekerjaannya menggunakan pekerja berjumlah 108, tukang batu berjumlah 126 orang, kepala tukang batu berjumlah 6 orang, mandor berjumlah 15 orang. Sehingga, total dari RAB upah pekerja sebesar Rp 1,258,518 dengan lama pengerjaan 93 hari 117,042,155.

Hasil rancangan anggaran biaya untuk penelitian ini menggunakan material pipa PVC wavin 1 1/2" sch 40 dengan panjang 47,30 m sebanyak 12 buah, Pipa PVC wavin 2" sch 40 dengan panjang 82,60 m sebanyak 21 buah, Pipa PVC wavin 4" sch 40 dengan panjang 208,7 m sebanyak 52 buah, PVC elbow 1 1/2" sch 40 sebanyak 4 buah, PVC elbow 2" sch 40 sebanyak 22 buah, PVC elbow 4" sch 40 sebanyak 64 buah, PVC elbow 45° 4" sch 40 sebanyak 2 buah, PVC Tee 1 1/2" sch 40 sebanyak 6 buah, PVC Tee 2" sch 40 sebanyak 3 buah, PVC Tee 4" sch 40 sebanyak 86 buah, PVC Reducer 2" x 1 1/2" sebanyak 2 buah, Floor drain Toto sebanyak 28 buah, WC flush Toto sebanyak 28 buah, pompa ebara sebanyak 2 buah,

Tandon penguin 8200 L sebanyak 1 buah. Total biaya material untuk material ini sebesar Rp 50,413,452.13.

Sehingga, total anggaran biaya untuk penelitian ini sebesar Rp 167,655,607.53.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian "STUDI FISIBILITAS DESAIN PEMANFAATAN AIR HUJAN SEBAGAI PEMBILAS KLOSET DI GEDUNG INTEGRASI DAN LAB. PLUMBING PPNS" yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari desain sistem perpipaan air hujan. Maka didapatkan kebutuhan luasan atap prisma sebesar 136,6248 m<sup>2</sup>, atap datar sebesar 403,811 m<sup>2</sup>, volume air hujan sebesar 2,703405 m<sup>3</sup>, kapasitas tanki 8.200 L, kebutuhan flushing toilet sebesar 7560 liter, serta daya pompa sebesar 1.132 HP.
2. Perhitungan durasi dengan metode *Project Network Planning* dan *Critical Path Method* diketahui bahwa membutuhkan waktu 93 hari untuk menyelesaikan proyek sistem plumbing ini. Dengan durasi kerja 8 jam per hari dan 5 hari kerja dalam seminggu. Dari penjadwalan dapat diketahui bahwa proyek ini akan dimulai pada 1 Maret 2018 dan selesai pada Juli 2018. RAB Total yang dibutuhkan untuk proyek ini adalah Rp. 167.655.607,53. Dimana RAB ini adalah RAB angka kasar karena belum termasuk biaya pada pekerjaan galian untuk pembuatan bak penampung air hujan.

## 5. SARAN

Saran yang diberikan penulis kepada pihak perusahaan dan untuk peneliti yang akan melakukan penelitian selanjutnya berdasarkan penelitian ini antara lain:

1. Dilakukan desain untuk sistem perpipaan air hujan pada gedung integrasi PPNS dengan kalkulasi manual dan *pipe flow expert* yang mengacu pada standar nasional Indonesia (SNI 03 – 7065 – 2005).
2. Dilakukan Desain untuk sistem perpipaan air panas, Desain untuk sistem perpipaan air limbah menggunakan IPAL dengan kalkulasi manual dan *pipe flow expert* beserta *software* pendukung lainnya; *Caesar*, *Ansys*.

## 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari penyelesaian jurnal ini tidak terlepas dari bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak, penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT atas berkat, rahmat dan hidayah-Nya Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan lancar dan tepat waktu.
2. Kedua orang tua yang telah memberikan begitu banyak nasehat hidup, kasih sayang, doa, dukungan moril serta materil, dan segalanya bagi penulis.

3. Bapak Ir. Eko Julianto, M.Sc, M.RINA selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
4. Bapak Raden Dimas Endro Witjonarko, selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama penyelesaian jurnal tugas akhir.
5. Bapak Priyo Agus Setiawan, selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama penyelesaian jurnal tugas akhir.
6. Seluruh staf pengajar Program Studi Teknik Perpipaan yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis selama masa perkuliahan.
7. Semua teman-teman *piping engineering* 2013 dan *piping engineering* 2014, yang telah memberikan semangat, keceriaan, dan ilmu selama penulisan tugas akhir.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] *PARISHER, R. A.* (2001). *“Pipe Drafting and Design (2nd ed)”*.
- [2] Mahardhika, P. (2018). Evaluasi Instalasi Plumbing Air Bersih Rumah Tipe 42 Menggunakan *Pipe Flow Expert* Berdasarkan Sni 03 – 7065 – 2005 Dan Bs, 4 (*March*), 1–6. <https://doi.org/10.31884/jtt.v4i1.68>
- [3] Karisma, I. A., Sidi, P., & Santoso, M. (2016). REDESIGN SISTEM PERPIPAAN PADA JALUR DISTRIBUSI AIR BERSIH ( STUDI KASUS DISTRIBUSI AIR BERSIH DI PPNS ), 2–5.
- [4] Copper & Brass Research Association. (2018) *“How to Build a better home”*.
- [5] Fox (2004) *“Design of Storm water Drainage System to Enhance Ground Water Level”*
- [6] Morimura dan Noerbambang. (2000) “ Perancangan dan pemeliharaan sistem plambing”.
- [7] Sularso dan Tahara. (2000) “ Pompa dan kompresor”.

**(HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN)**